

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Re. Christian, R. Feichtinger, Ru. Christian, R. Bolz,
A. Windsperger, M. Hummel, P. Weish, E. Pfnier

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

13/2011

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Prof. Dr. Reinhold Christian, DI Ralph Feichtinger,
Rupert Christian, DI (FH) Rene Bolz
Umwelt Management Austria

Univ.-Doz. Dr. Andreas Windsperger, DI Marcus Hummel
Institut für Industrielle Ökologie

Univ.-Doz. Dr. Peter Weish, Elisabeth Pfnier
Forum Wissenschaft & Umwelt

St. Pölten, Dezember 2010

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus der Programmlinie ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT. Sie wurde 2003 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften als mehrjährige Forschungs- und Technologieinitiative gestartet. Mit der Programmlinie ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT soll durch Forschung und Technologieentwicklung die Gesamteffizienz von zukünftigen Energiesystemen deutlich verbessert und eine Basis zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energieträger geschaffen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der großen Kooperationsbereitschaft der beteiligten Forschungseinrichtungen und involvierten Betriebe konnten bereits richtungsweisende und auch international anerkannte Ergebnisse erzielt werden. Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt über den hohen Erwartungen und ist eine gute Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Mehrfache Anfragen bezüglich internationaler Kooperationen bestätigen die in ENERGIESYSTEME DER ZUKUNFT verfolgte Strategie.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist, die Projektergebnisse – sei es Grundlagenarbeiten, Konzepte oder Technologieentwicklungen – erfolgreich umzusetzen und zu verbreiten. Dies soll nach Möglichkeit durch konkrete Demonstrationsprojekte unterstützt werden. Deshalb ist es auch ein spezielles Anliegen die aktuellen Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit leicht zugänglich zu machen, was durch die Homepage www.ENERGIESYSTEMEderZukunft.at und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	7
1 HINTERGRUND, ZIELE, ARBEITSVERLAUF.....	9
1.1 Hintergrund.....	9
1.2 Ziel und Inhalt des Projekts	10
1.3 Kooperationen	11
1.4 Arbeitsverlauf.....	12
1.5 Datengenauigkeit.....	14
2 BASISJAHR.....	15
2.1 Die Gesamtenergiebilanz	15
2.1.1 Energiebilanzen von 1970 bis 2006.....	17
2.1.2 Besonderheiten der Gesamtenergiebilanz.....	20
2.2 Methodik	25
2.3 Energetischer Endverbrauch	27
2.3.1 Sektoren	27
2.3.1.1 Landwirtschaft	27
2.3.1.2 Sachgüterproduktion	28
2.3.1.3 Mobilität	29
2.3.1.4 Dienstleistungsbereich	29
2.3.1.5 Private Haushalte	30
2.3.1.6 Gesamt.....	31
2.3.2 Nutzenergiekategorien	31
2.3.2.1 Traktion	31
2.3.2.2 Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser	32
2.3.2.3 Beleuchtung & EDV.....	33
2.3.2.4 Dampferzeugung.....	33
2.3.2.5 Industrieöfen.....	34
2.3.2.6 Standmotoren.....	35
2.3.2.7 Elektrochemische Zwecke	35
2.3.2.8 Gesamt.....	36
2.3.3 Ergebnis	37
2.3.4 Trends der bisherigen Entwicklung.....	41
2.4 Stromverbrauch	44
2.4.1 Sektoren	45
2.4.1.1 Landwirtschaft	45
2.4.1.2 Sachgüterproduktion	45
2.4.1.3 Mobilität	46
2.4.1.4 Dienstleistungsbereich	47
2.4.1.5 Private Haushalte	48
2.4.1.6 Gesamt.....	48
2.4.2 Nutzenergiekategorien	49
2.4.2.1 Traktion	49
2.4.2.2 Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser	50
2.4.2.3 Beleuchtung & EDV.....	50
2.4.2.4 Dampferzeugung.....	51

2.4.2.5	Industrieöfen.....	52
2.4.2.6	Standmotoren.....	52
2.4.2.7	Elektrochemische Zwecke	53
2.4.2.8	Gesamt.....	53
2.4.3	Ergebnis	54
2.4.4	Trends der bisherigen Entwicklung.....	57
2.5	Energieflussbild	60
2.6	Netze und Kraftwerke in Österreich	65
3	POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER.....	68
3.1	Methodik.....	68
3.2	Wasserkraft	68
3.3	Biomasse.....	72
3.3.1	Landwirtschaft	72
3.3.1.1	Spezialisierte Systeme.....	73
3.3.1.2	Integrierte Systeme	75
3.3.1.3	Zusammenfassung.....	77
3.3.2	Forstwirtschaft.....	77
3.4	Wind.....	80
3.5	Photovoltaik	81
3.6	Solarthermie	84
3.7	Wärmepumpe	86
3.8	Geothermie.....	88
3.9	Zusammenfassung der erfassten Potenziale.....	90
4	ENERGIEDIENSTLEISTUNGEN UND ENERGIEBEDARF DER ZUKUNFT.....	91
4.1	Methodik.....	91
4.2	Grundsätzliche Annahmen	94
4.3	Haushalte.....	99
4.3.1	Datengrundlagen Basisjahr.....	99
4.3.1.1	Allgemein.....	99
4.3.1.2	Haushaltsgeräte	100
4.3.1.3	Klimaanlagen.....	104
4.3.1.4	Raumheizung	105
4.3.1.5	Warmwasser	109
4.3.1.6	Beleuchtung	112
4.3.2	Szenarien der künftigen Entwicklung.....	113
4.3.2.1	Szenario Business as Usual	114
4.3.2.2	Szenario Pragmatisch	114
4.3.2.3	Szenario Forciert.....	128
4.3.2.4	Vergleich der Szenarien.....	139
4.3.3	Bevölkerungsvarianten.....	142
4.3.3.1	Variante 1 – Bevölkerungswachstum.....	142
4.3.3.2	Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab.....	153
4.3.3.3	Zusammenfassung der Bevölkerungsvarianten.....	163
4.3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	165
4.4	Dienstleistungsbereich	170
4.4.1	Einleitung.....	170

4.4.2 Nutzenergiekategorien im Basisjahr	178
4.4.2.1 Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser	178
4.4.2.2 Beleuchtung & EDV.....	183
4.4.2.3 Dampferzeugung.....	184
4.4.2.4 Industrieöfen.....	184
4.4.2.5 Standmotoren.....	185
4.4.2.6 Elektrochemische Zwecke	185
4.4.3 Szenarien	186
4.4.3.1 Methodik.....	186
4.4.3.2 Szenario Business as Usual	188
4.4.3.3 Szenario Pragmatisch	188
4.4.3.4 Szenario Forciert.....	201
4.4.3.5 Vergleich der Szenarien Pragmatisch und Forciert	206
4.4.4 Bevölkerungsvarianten.....	208
4.4.4.1 Variante 1 – Bevölkerung wächst.....	209
4.4.4.2 Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab.....	215
4.5 Sachgüterproduktion	216
4.5.1 Einleitung.....	216
4.5.2 Datenlage und Struktur der Sachgüterproduktion.....	217
4.5.3 Energieeinsatz nach Nutzenergiekategorien	219
4.5.3.1 Entwicklungstendenzen	221
4.5.4 Szenarien künftiger Entwicklung.....	223
4.5.4.1 Szenario Pragmatisch	227
4.5.4.2 Szenario Forciert.....	230
4.6 Landwirtschaft	234
4.6.1 Datenlage	234
4.6.2 Zukünftige Entwicklung	235
4.7 Mobilität	238
4.7.1 Datenlage	239
4.7.1.1 Personenverkehr	239
4.7.1.2 Güterverkehr	241
4.7.2 Ist-Situation	242
4.7.2.1 Personenverkehr – Verkehrsleistung.....	242
4.7.2.2 Personenverkehr – Energiebedarf	253
4.7.2.3 Güterverkehr – Verkehrsleistung	258
4.7.2.4 Güterverkehr – Energiebedarf.....	259
4.7.2.5 Off-Road-Verkehr	263
4.7.2.6 Gesamtbetrachtung.....	263
4.7.3 Szenarien der künftigen Entwicklung.....	264
4.7.3.1 Business as usual-Szenario.....	264
4.7.3.2 Pragmatisches Szenario	264
4.7.3.3 Forciertes Szenario	281
4.7.4 Zusammenfassung.....	292
4.8 Endenergieverbrauch der Zukunft nach den Szenarien.....	295
4.8.1 Bevölkerungsvariante 1.....	296
4.8.1.1 Szenario Pragmatisch	296

4.8.1.2	Szenario Forciert	297
4.8.2	Bevölkerungsvariante 2	299
4.8.2.1	Szenario Pragmatisch	299
4.8.2.2	Szenario Forciert	300
4.8.3	Zusammenschau	301
5	WEITERE BILANZAGGREGATE UND SAISONALITÄTEN	303
5.1	Der nicht energetische Verbrauch	303
5.1.1	Annahmen zur Entwicklung des nicht energetischen Verbrauchs	304
5.1.2	Ergebnis	304
5.2	Der Verbrauch Sektor Energie	305
5.2.1	Der Verbrauch Sektor Energie im Basisjahr	306
5.2.2	Die Entwicklung des Verbrauchs Sektor Energie	310
5.2.2.1	Die Abteilungen 10, 11 und 12	310
5.2.2.2	Die Abteilung 23	310
5.2.2.3	Die Abteilung 40	313
5.2.3	Zusammenfassung	314
5.3	Der Umwandlungsbereich	314
5.3.1	Die Kokerei	314
5.3.2	Hochofen	316
5.3.3	Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik	317
5.3.4	Thermische Kraftwerke	318
5.3.5	Heizwerke	318
5.3.6	KWK-Anlagen	318
5.3.7	Raffinerie	319
5.3.8	XTL	319
5.4	Jahresverläufe	320
5.4.1	Aufbringung	320
5.4.1.1	Wasserkraft	320
5.4.1.2	Windkraft	321
5.4.1.3	Photovoltaik	322
5.4.1.4	KWK-Anlagen	322
5.4.1.5	Thermische Kraftwerke	323
5.4.2	Verbrauch	323
5.4.3	Pumpstrom	324
5.4.4	Zusammenfassung	325
5.5	Transportverluste	331
6	DIE ENERGIEFLUSSBILDER	332
6.1	Allgemeine Erläuterungen	332
6.2	Basisjahr	335
6.3	Szenario Pragmatisch	338
6.4	Szenario Forciert	351
6.5	Zusammenschau	365
6.6	Anteile erneuerbarer Energieträger	367
7	EVALUIERUNG DER SZENARIEN	377
7.1	Methodik	377
7.2	Ergebnisse	379

7.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerung	387
8 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN.....	389
8.1 Einführung	389
8.2 Die Szenarien im Überblick	390
8.2.1 Die Zahlenergebnisse	391
8.2.2 Interpretation	392
8.3 Annahmen und erforderliche Entwicklungen.....	394
8.4 Empfehlungen	396
9 BEGRIFFS- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	399
10 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	403
ANHANG 1: EXPERTENLISTE.....	427
ANHANG 2: ZUR EVALUIERUNG DER SZENARIEN EINGELADENE EXPERTEN.....	429
ANHANG 3: UNTERLAGEN FÜR EXPERTEN UND FRAGEBOGEN	431

VORWORT von Umwelt Management Austria

„Energie 2030 – Der sanfte Weg“ und „Energiesparpotenziale für Österreich“ waren die Titel von zwei in den Jahren 1984 und 1994 erschienenen Studien der Österreichischen Gesellschaft für Ökologie, bei denen bereits einige Experten und Autoren des gegenständlichen Werks mitwirkten. Groß war seinerzeit die Aufregung um die Vorschläge zu Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energieträger. Die Befürchtungen reichten von der Vernichtung von tausenden Arbeitsplätzen bis zum Untergang ganzer Industrie-Zweige.

Heute, viele Jahre danach, ist die Forderung nach Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger eine allgemein anerkannte. Auch das Bewusstsein, dass nur damit die Energieversorgung in unserem Land nachhaltig gesichert werden kann, ja sogar wirtschaftliche Vorteile lukriert werden können hat sich durchgesetzt.

Abseits dieser prinzipiellen Überlegungen ist es bislang aber noch nicht gelungen, Szenarien für eine tatsächlich zukunftsfähige Energieversorgung zu entwickeln und in weiterer Folge auch umzusetzen.

Es freut Umwelt Management Austria und seine Partner daher, dass mit der vorliegenden Studie an die Arbeiten der 80-er und 90-er Jahre angeschlossen werden kann. Die Entwicklung von Wegen in eine tatsächlich zukunftsfähige Energiezukunft ist ein Gebot der Stunde. Mit gegenständlicher Studie werden diesbezügliche Optionen aufgezeigt. Ob und in welcher Form sie beschritten werden hängt von den politischen Entscheidungen und Rahmenbedingungen ab. Umwelt Management Austria hofft, dass diese mutig und zukunftsweisend gestaltet werden – nur so kann Österreich seinen Wohlstand wahren und weiter ausbauen.

Die Erstellung dieser Studie wäre ohne die vielfältigen Expertisen aus Wissenschaft und Forschung, aus Politik und Verwaltung, aus Wirtschaft und Interessenvertretungen sowie ohne die Unterstützung des Programms „Energie der Zukunft“ nicht möglich gewesen. Hierfür dürfen wir sehr herzlich danken!

So wie die Vorschläge aus den ersten Studien der Österreichischen Gesellschaft für Ökologie mittlerweile ihren Schrecken verloren haben und nunmehr als zukunftsweisend bestätigt wurden, mögen es auch die Vorschläge aus der Studie sein und so Mut zur Umsetzung geben.



Univ.-Prof. DI Dr. Alfred Schmidt
Präsident



Prof. Dr. Reinhold Christian
Geschäftsführer

1 HINTERGRUND, ZIELE, ARBEITSVERLAUF

1.1 Hintergrund

Die Europäische Union und die Republik Österreich bekennen sich zum Ziel einer nachhaltigen Entwicklung, also zur Etablierung eines Wirtschafts- und Lebensstils, der auf Dauer aufrecht erhalten werden kann, ohne die Handlungsoptionen der nachfolgenden Generationen zu schmälern.

Trend-Extrapolationen versagen

Bei der Entwicklung von Szenarien für unser Energiesystem kommt es heute fast immer zu einer Trendfortschreibung: zwar werden bestimmte Annahmen über Rahmenbedingungen und wichtige Parameter (wie z.B. der Preis von Rohöl) variiert, Zukunftsbilder aber letztlich durch variierte Fortschreibung des Ist-Zustandes und gegenwärtiger Trends entwickelt. Dies wiederum führt häufig zur Prognose von exorbitanten Verbrauchsteigerungen, von (trotz des gegenwärtigen Booms) sinkenden Anteilen erneuerbarer Energieträger etc. Die bisher vorliegenden Studien zu einer nachhaltigen Energieversorgung Österreichs können deshalb nicht befriedigen. Die Ursache dafür liegt meist darin, dass sie von Gruppen erarbeitet worden sind, die selbst Interesse an bestimmten Technologien, Rohstoffen oder Anwendungen haben. Sie dienen damit nur zur Untermauerung gegenwärtig anzutreffender Standpunkte und sind in Wirklichkeit oft Strategien zur Maximierung des Energieverbrauchs. Die damit verbundene eindimensionale Sichtweise führt dann zwar zu dem von der betreffenden Gruppe gewünschten Ergebnis, stellt aber keine Lösung des anstehenden Problems dar. Offen bleibt die Frage, wie ein solches energiewirtschaftliches System auf Dauer funktionieren kann.

Neuer Ansatz zur Nachhaltigkeit der Energieversorgung

Die triviale Einsicht, dass – sehr langfristig betrachtet – zur Befriedigung des Energiebedarfs nur erneuerbare Energieträger verfügbar sein werden, wird oft nicht beachtet, noch weniger das Faktum, dass auch die erneuerbaren Energieträger begrenzt sind.

Der Schlüssel zur Nachhaltigkeit liegt deshalb in einer entscheidenden Steigerung der Energieeffizienz. Es geht darum, wachsende Energiedienstleistungen mit deutlich weniger Energie bereit zu stellen. Nur dann wird es in Jahrzehnten möglich sein, unsere Ansprüche an Energiedienstleistungen mit erneuerbaren Energieträgern abzudecken und zu sichern.

Erschwert wird dieser Weg durch diverse kompensatorische Effekte (Bevölkerungsentwicklung, Nutzungsansprüche, ...).

Die Grundlage für einen Neuanfang liegt somit auf der Hand: Man darf nicht vom bestehenden Energieverbrauch ausgehen und diesen extrapolieren, da man dann unweigerlich auf einen völlig überhöhten Energiebedarf kommt, der aus nachhaltigen Quellen nicht gedeckt werden kann.

Stattdessen muss zunächst festgestellt werden, wie viel Energie Österreich nachhaltig zur Verfügung stehen wird. Dem ist gegenüber zu stellen, wie damit ein zumindest dem heutigen Komfort entsprechendes Paket von Energiedienstleistungen bereit gestellt werden kann. Schließlich sind Pfade zu entwickeln auf denen (ausgehend von der heutigen Situation) diese nachhaltige Energiezukunft erreicht werden kann.

Energie auf Dauer sichern

Mit dem gegenständlichen Projekt für eine nachhaltige Energiezukunft Österreichs sollen daher Beiträge zur fachlich fundierten Entwicklung langfristig tragfähiger Szenarien der Energiewirtschaft geleistet werden.

1.2 Ziel und Inhalt des Projekts

Ziel

Konzeption eines nachhaltigen Energiesystems für Österreich bzw. mehrerer Szenarien hierfür auf der Grundlage ausschließlicher Verfügbarkeit diverser erneuerbarer Energieträger. Dabei sind die begrenzenden Faktoren dieser erneuerbaren Energieträger zu berücksichtigen. Hieraus folgt unmittelbar die Notwendigkeit und große Dringlichkeit, die Effizienz der Gewinnung, Umwandlung und Nutzung von Energie entscheidend zu verbessern.

Betrachtet werden soll Energie insgesamt und aufgrund ihrer spezifischen Qualität und Bedeutung elektrische Energie gesondert.

Die Szenarien sollen dabei keine Trends fortschreiben, sondern aufzeigen, wie eine Versorgung ausschließlich mit erneuerbaren Energieträgern gewährleistet werden kann.

Grundlage ist dabei:

- dass Energiedienstleistungen einen zumindest den heutigen Verhältnissen entsprechenden Wohlstand sichern sollen

- dass erschöpfbare Energieträger langfristig nicht zur Verfügung stehen
- dass die notwendige Neuorientierung unseres Wirtschafts- und Lebensstils angepasst, stetig und ohne Brüche vor sich gehen soll.
- die angestrebte Zielerreichung der vollständigen Bedarfsdeckung durch erneuerbare Energieträger bis ins Jahr 2050. Somit wird das Jahr 2020 als Übergangsphase und das Jahr 2050 als Zielzeitraum betrachtet.

Inhalte:

- Transparente Darstellung des Ist-Standes und aktueller Trends der Energiewirtschaft in Österreich (Kompilierung von Daten und Fakten sowie Beobachtung einschlägiger Entwicklungen)
- Analyse dieser Entwicklungen, auch diverser einschlägiger Studien, Programme und Argumentationen
- Darstellung der in Österreich langfristig und nachhaltig verfügbaren Ressourcen erneuerbarer Energieträger
- Entwicklung von Szenarien für ein nachhaltiges Energiesystem für Österreich (Potentiale erneuerbarer Energie, Effizienz-Steigerung). Ausgangspunkt ist das Aufkommen erneuerbarer Energie, dem unter Verwendung unterschiedlicher Umwandlungs- und Transporttechnologien der Bedarf in den einzelnen Nutzenergiekategorien gegenübergestellt wird. Die erforderliche Reduktion des Bedarfs wird in unterschiedlichen Varianten angesetzt, eingesetzte Technologien und Effizienzpotenziale in den Nutzenergiekategorien werden in unterschiedlicher Weise variiert. So ergeben sich als Grundlage für die Bewertung und weitere Bearbeitung unterschiedliche zukunftsfähige Szenarien.
- Bewertung der Szenarien nach ökologischen, ökonomischen und sozialen Kriterien der Nachhaltigkeit
- Öffentliche Präsentation der Projektergebnisse, herantragen derselben an die Entscheidungsträger

1.3 Kooperationen

Das gegenständliche Projekt wurde von drei Projektpartnern gemeinschaftlich durchgeführt. Als Projektinitiator und Projektleiter fungierte **Umwelt Management Austria**. Als weitere Partner konnten das **Institut für Industrielle Ökologie** sowie das **Forum Wissenschaft & Umwelt** gewonnen werden. Das Institut für Industrielle Ökologie hat vor allem die Modellierung der Energiebereitstellung durchgeführt, technische Aspekte im Bereich der

Energiedienstleistungen eingebracht sowie den Sektor Sachgüterproduktion bearbeitet. Das Forum Wissenschaft & Umwelt war im Bereich der Bewertung einzelner Szenarien und Varianten für eine zukunftsfähige Energieversorgung tätig. Neben diesen drei Partnerorganisationen konnte das Projektteam auf eine Vielzahl renommierter in- und ausländischer Experten, die mit fundierten Auskünften, ihrer Expertise und Einschätzung zukünftiger Entwicklungen zur Verfügung standen, zurückgreifen. Nicht weniger als 45 Experten konnte **Umwelt Management Austria** hierfür gewinnen. Eine Auflistung der Experten, die ihr Fachwissen in das Projekt eingebracht haben, findet sich im Anhang 1. Einige dieser Experten übernahmen auch die wichtige Aufgabe, die im Rahmen des Projekts erzielten Teilergebnisse zu evaluieren und so zu einer weiteren Qualitätssteigerung der Arbeit beizutragen.

1.4 Arbeitsverlauf

Für die Projektbearbeitung wurde seitens der Konsortialpartner ein Basisjahr gewählt. Dieses dient als Referenz für die Energiedienstleistungen und die eingesetzte Nutz- sowie Endenergie. Seitens der Konsortialpartner wurde als Basisjahr das Jahr 2005 gewählt. Für dieses lagen Daten zur Energiebereitstellung, zur Energieumwandlung sowie zum Energieeinsatz vor. Die vorliegenden Daten wurden allerdings einer Bereinigung unterzogen, um etwaige Spezifika des Jahres 2005 (z.B. extreme Temperaturen im Winter, etc.) unberücksichtigt zu lassen und somit ein Basisjahr zu schaffen, das tatsächlich repräsentativ ist.

In weiterer Folge wurden umfangreiche Literaturrecherchen zu den Potenzialen erneuerbarer Energieträger in Österreich durchgeführt. Diese Literaturrecherchen wurden durch Expertenworkshops sowie durch Interviews mit Experten ergänzt. Im Rahmen dieser Workshops wurden nicht nur Fachmeinungen eingeholt, sondern auch die Einschätzungen und Meinungen von Interessensvertretungen, Meinungsbildern und Produzenten von Energieerzeugungsanlagen berücksichtigt. Aufgrund der umfangreichen Literaturrecherchen sowie der Einschätzungen und Meinungen von Experten sowie Stakeholdern konnte eine Abschätzung der in Österreich langfristig und nachhaltig zur Verfügung stehenden Potenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger (Wind, Wasserkraft, Photovoltaik, Solarthermie, Biomasse, Umgebungswärme) vorgenommen werden. Bei dieser Abschätzung wurden auch etwaige Konkurrenzsituationen (z.B. Nahrungsmittelproduktion, stoffliche Verwertung von Biomasse, etc.) berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser konsolidierten Potenzialabschätzung (inklusive möglicher Bandbreiten der Abweichung) wurden dargestellt.

Diese bildeten die Basis für die weitere Projektbearbeitung. Es wurde angenommen, dass es langfristig gelingen muss, mit den für das Jahr 2050 ermittelten Potenzialen erneuerbarer Energieträger das Auslangen zu finden, um alle benötigten Energiedienstleistungen zur Verfügung stellen zu können.

In weiterer Folge wurden die im Basisjahr zur Verfügung gestellten Energiedienstleistungen analysiert. Dabei wurden die Sektoren private Haushalte, Mobilität, Dienstleistungsbereich, Landwirtschaft sowie Sachgüterproduktion unterschieden. Für jeden dieser Bereiche wurden die wesentlichsten Energiedienstleistungen betrachtet. Dabei stellte sich heraus, dass es sehr schwierig ist, Energiedienstleistungen in Zahlen zu fassen. Beispielsweise lässt sich die Energiedienstleistung „trockene Wäsche“ oder aber „Besuch der Großmutter“ nur sehr schwer in Zahlen darstellen. Aus diesem Grund wurden an die Energiedienstleistung angelehnte Kennzahlen durch die Konsortialmitglieder herangezogen (z.B. Heizwärmebedarf bei Gebäuden, Verkehrsleistung bei Personenverkehr, etc.). Neben den Energiedienstleistungen im Basisjahr wurden auch die Energiedienstleistungen, die in den Jahren 2020 und 2050 zu erwarten und gewünscht sein werden, abgeschätzt. Dabei wurden allerdings nicht die Entwicklungen der Vergangenheit fortgeschrieben und extrapoliert, vielmehr wurden von den Projektpartnern Energiezukünfte angenommen, die einer nachhaltigen Entwicklung entsprechen. Aus diesen Energiedienstleistungen wurde für jeden der genannten Sektoren der Energiebedarf, um die Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen, für die Jahre 2020 und 2050 abgeleitet. Dabei wurden zwei Szenarien entwickelt: „Pragmatisch“ und „Forciert“. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der angenommenen Energieeffizienzpotenziale, deren Ausschöpfungsgrade, der eingesetzten Energieträger uvm. Bei beiden Szenarien wurden gesellschaftliche, wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte berücksichtigt. Die einzelnen Szenarien der zukünftigen Energiedienstleistungen sowie die dabei getroffenen Annahmen wurden laufend einer Experten-Begutachtung (sh. Expertenliste im Anhang 1) unterzogen um diese auf Stichhaltigkeit zu prüfen und bei Bedarf zu adaptieren.

Parallel dazu wurde damit begonnen, ein Modell zur Energiebedarfsdeckung, das die beiden Komponenten Energiebereitstellung (Potenziale erneuerbarer Energieträger) und Energiebedarf (Energiedienstleistungen und daraus resultierender Energiebedarf) des Energiesystems abbildet und miteinander verbindet, zu entwickeln. Dabei galt es die Input-Daten der vorangegangenen Arbeitsschritte zu übernehmen und neben den Umwandlungs- und Verteilungsverlusten vor allem die verschiedenen Umwandlungstechnologien (KWK, XTL, ...) sowie deren Wirkungsgrade und deren technische Weiterentwicklung im Zeitverlauf zu berücksichtigen. Zudem musste das Modell erlauben, die Allokation der Energieträger

entsprechend den Anforderungen des Energiebedarfs der einzelnen Szenarien geeignet vorzunehmen. Dabei waren weitere Aspekte wie zum Beispiel Saisonalitäten zu berücksichtigen.

Damit war es möglich, den Energiefluss der Jahre 2020 und 2050 in verschiedenen Szenarien – beginnend von der Bereitstellung durch erneuerbare Energieträger, über die Umwandlung und Verteilung bis zum Endverbrauch – abzubilden. Dieser musste den Anforderungen des Projekts, den Energiebedarf ab 2050 ausschließlich aus erneuerbaren Quellen zu decken, gerecht werden. Die unterschiedlichen Szenarien sehen dabei eine unterschiedliche Eingriffsintensität im Vergleich zur gegenwärtigen Situation vor.

Um auch einen Vergleich mit bisherigen Entwicklungen zu haben, wurde neben den beiden zukunftsfähigen Szenarien „Forciert“ und „Pragmatisch“ auch ein Referenzszenario, das die bisherigen Entwicklungen extrapoliert, abgebildet.

Somit lagen als Ergebnis die Szenarien in Form von Energieflussbildern vor. Diese Szenarien galt es anhand sozialer, wirtschaftlicher, technischer und ökologischer Kriterien einer Nachhaltigkeitsanalyse zu unterziehen. Zu diesem Zweck wurde eine Kurzbeschreibung des Projekts, des Basisjahres, der Potenziale erneuerbarer Energieträger sowie der angenommenen Energiebedarfe in den einzelnen Szenarien erarbeitet. Zudem wurden 20 Bewertungskriterien festgelegt. Anerkannte Wissenschaftler unterschiedlichster Disziplinen wurden um ihre Einschätzung der Szenarien und um eine Bewertung derselben nach den dargestellten Kriterien gebeten. Eine Auswertung der Einschätzung der Wissenschaftler erlaubte die Auswahl des bestgeeigneten Szenarios um langfristig die Energieversorgung in Österreich zu sichern.

Dieses Szenario wurde abschließend als Empfehlung und Projektergebnis formuliert und im Rahmen einer öffentlichen Präsentation vorgestellt.

1.5 Datengenauigkeit

Zahlreichen Darstellungen und Überlegungen in dieser Studie liegen komplexe Berechnungen und Annahmen zugrunde. In dieser Studie werden die sich daraus ergebenden Zahlenergebnisse oftmals gerundet dargestellt. Somit können sich bei Summenbildungen und ähnlichem Rundungsdifferenzen ergeben, Prozentsummen fallweise von 100% abweichen.

2 BASISJAHR

Als Ausgangspunkt für die weiteren Betrachtungen und Arbeitsschritte galt es ein statistisch bereinigtes Basisjahr hinsichtlich des Energieverbrauchs in Österreich und daraus abzuleitende Trends zu entwickeln. Als Basisjahr gewählt wurde 2005, hauptsächlich weil dieses Jahr auch als Bezugspunkt diverser nationaler sowie internationaler Vorgaben und Vereinbarungen dient.

Ausgangspunkte waren einerseits die Gesamtenergiebilanz (Quelle: Statistik Austria), andererseits die Bilanz der elektrischen Energie (Quelle: Statistik Austria). Da die Gesamtenergiebilanz und ganz besonders ihre Struktur von großer Bedeutung für die weiteren Arbeiten im Rahmen dieser Studie sind, wird diese Struktur näher betrachtet. Eine weitere Grundlage für das Basisjahr und damit ebenfalls für das gesamte Projekt sind die Daten der Gesamtenergiebilanz.

Der zeitliche Verlauf dieser Daten ist alles andere als kontinuierlich. Das alleine ist schon Grund genug eine Bereinigung von „statistischen Ausreißern“ vorzunehmen. Mittel zum Zweck waren dabei Querschnitte, Mittelwerte und Linearisierungen. Den wesentlichsten Teil der Modifikationen stellte die Heizgradtag-Bereinigung dar. Nach Durchführung dieser Korrekturen wurde sowohl der energetische Endverbrauch als auch der Stromverbrauch nach Nutzenergiekategorien und Sektoren gegliedert. Das soll heißen, es wurde eine Matrix erstellt, die in einer Art zweidimensionalen Abhängigkeit die Verbräuche auf Teilbeiträge je einer Nutzenergiekategorie und eines Sektors aufteilt. Danach wurden auf Basis der Entwicklung der letzten Jahre aktuelle Trends dargestellt und diese extrapoliert. Schließlich wurde das Energieflussbild Österreich 2005 (Quelle: Österreichische Energieagentur) „rückwärts“ bereinigt, also ausgehend von den korrigierten energetischen End- und Stromverbräuchen nachbearbeitet.

2.1 Die Gesamtenergiebilanz

Die Gesamtenergiebilanz der Statistik Austria betrachtet die Energieaufbringung und den Energieeinsatz in Österreich im Zeitraum eines Kalenderjahres. Die Zeitreihen reichen zurück bis zum Jahr 1970. Ab dem Jahr 1988 existiert auch eine Regionalisierung (auf Bundesländerebene).

Eine wichtige Untergliederung der Gesamtenergiebilanz ist die nach den 6 Energieträgerklassen (Öl, Kohle, Gas, Erneuerbare, Fernwärme, Strom) und in weiterer

Folge nach den „Subenergieträgern“. In den von der Statistik Austria veröffentlichten Detailinformationen zur Gesamtenergiebilanz werden folgende Subenergieträger explizit ausgewiesen:

Energieträgerklasse	Subenergieträger
Öl	Erdöl
	Sonstiger Raffinerieeinsatz
	Benzin
	Petroleum
	Diesel
	Gasöl für Heizzwecke
	Heizöl
	Flüssiggas
	Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung
	Raffinerie-Restgas
Kohle	Steinkohle
	Braunkohle
	Braunkohlen-Briketts
	Brenntorf
	Koks
	Gichtgas
	Kokereigas
Gas	Naturgas
	Mischgas (bis 1995)
	Generatorgas (bis 1979)
Erneuerbare	Brennbare Abfälle
	Brennholz
	Biogene Brenn- und Treibstoffe
	Umgebungswärme etc.
	Wasserkraft
	Wind und Photovoltaik
Fernwärme	Fernwärme
Strom	Strom

Tabelle 1: Energieträgerklassen und Subenergieträger der Gesamtenergiebilanz

Des Weiteren umfasst die Gesamtenergiebilanz 10 Bilanzaggregate, nämlich „inländische Aufbringung“, „Import“, „Lager“, „Export“, „Bruttoinlandsverbrauch“, „Umwandlungseinsatz“, „Umwandlungsausstoß“, „Verbrauch Sektor Energie“, „nicht energetischer Verbrauch“ und „energetischer Endverbrauch“.

Umwandlungseinsatz und Umwandlungsausstoß sind dabei weiter untergliedert nach Art der Anlage (Kokerei, Hochofen, Raffinerie, Kraftwerke, KWK-Anlagen, Heizwerke und Gaserzeugung).

Der Verbrauch Sektor Energie (7 Sektoren) und der energetische Endverbrauch (13 Sektoren des Produzierenden Bereichs, 5 Transportsektoren, die Sektoren „öffentliche und private Dienstleistungen“, „private Haushalte“ und „Landwirtschaft“) werden noch in Sektoren unterteilt.

Für den energetischen Endverbrauch (und im Prinzip auch für den Verbrauch Sektor Energie) wird auch eine Untergliederung in 7 Nutzenergiekategorien („Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“, „Dampferzeugung“, „Industrieöfen“, „Standmotoren“, „Traktion“, „Beleuchtung & EDV“ und „elektrochemische Zwecke“) vorgenommen.

Alle Unterteilungen der Gesamtenergiebilanz existieren auch auf Ebene der Subenergieträger.

2.1.1 Energiebilanzen von 1970 bis 2006

Nachstehende Tabelle stellt einen Auszug aus der Gesamtenergiebilanz dar.

	1970	1980	1990	1995	1996
Bruttoinlandsverbrauch	796.846	990.647	1.052.148	1.140.426	1.212.042
Energetischer Endverbrauch	567.233	701.433	766.464	845.479	919.609
davon im Sektor					
Landwirtschaft	31.473	30.070	24.480	22.485	23.507
Sachgüterproduktion	204.607	231.898	228.668	235.523	245.966
Mobilität	105.310	157.454	195.309	225.515	244.494
Dienstleistungsbereich	53.007	73.912	75.580	99.015	119.041
Private Haushalte	172.836	208.099	242.427	262.941	286.601
davon für					
Traktion	-----	-----	-----	235.935	254.907
Raumheizung, ...	-----	-----	-----	288.622	324.500
Beleuchtung & EDV	-----	-----	-----	25.158	27.086
Dampferzeugung	-----	-----	-----	65.963	65.084
Industrieöfen	-----	-----	-----	124.310	135.248
Standmotoren	-----	-----	-----	104.411	111.549
Elektrochemische Zwecke	-----	-----	-----	1.080	1.235

	1997	1998	1999	2000	2001
Bruttoinlandsverbrauch	1.211.686	1.229.278	1.227.446	1.222.354	1.289.204
Energetischer Endverbrauch	899.741	926.878	935.928	944.616	995.968
davon im Sektor					
Landwirtschaft	23.502	23.546	24.473	23.394	24.389
Sachgüterproduktion	262.797	260.019	264.053	283.726	284.726
Mobilität	234.317	260.503	251.821	268.227	280.166
Dienstleistungsbereich	117.095	115.544	124.714	110.325	134.656
Private Haushalte	262.030	267.266	270.867	258.944	272.031
davon für					
Traktion	244.722	270.899	262.220	278.633	290.575
Raumheizung, ...	301.461	301.109	308.947	288.314	320.831
Beleuchtung & EDV	28.164	28.792	29.885	29.866	31.005
Dampferzeugung	73.456	68.312	75.361	81.674	81.664
Industrieöfen	141.625	140.655	138.169	139.761	139.570
Standmotoren	108.947	115.712	119.966	124.835	130.730
Elektrochemische Zwecke	1.367	1.399	1.379	1.533	1.594

	2002	2003	2004	2005	2006
Bruttoinlandsverbrauch	1.309.078	1.378.464	1.387.679	1.433.822	1.442.249
Energetischer Endverbrauch	1.009.652	1.063.628	1.063.121	1.097.870	1.092.767
davon im Sektor					
Landwirtschaft	24.051	24.667	24.707	25.002	24.297
Sachgüterproduktion	289.608	292.816	304.023	309.800	318.538
Mobilität	298.777	318.362	329.847	343.814	336.724
Dienstleistungsbereich	132.239	149.114	135.239	134.434	137.080
Private Haushalte	264.977	278.670	269.305	284.820	276.128
davon für					
Traktion	309.180	328.745	339.785	353.719	346.596
Raumheizung, ...	310.816	334.595	317.630	330.861	326.389
Beleuchtung & EDV	30.617	31.829	32.245	32.855	33.705
Dampferzeugung	81.705	77.170	77.881	76.759	79.020
Industrieöfen	139.729	148.258	145.411	149.120	151.288
Standmotoren	135.976	141.381	148.400	152.776	153.914
Elektrochemische Zwecke	1.629	1.649	1.769	1.780	1.854

Tabelle 2: Teil der Gesamtenergiebilanz [Quelle: Statistik Austria]

Die Tabelle 3 stellt einen Auszug aus der Bilanz der elektrischen Energie dar:

	1970	1980	1990	1995	1996
Energetischer Endverbrauch	72.792	115.034	152.452	166.123	171.770
davon im Sektor					
Landwirtschaft	1.411	2.858	3.805	4.158	4.378
Sachgüterproduktion	46.839	59.997	64.722	68.254	65.447
Mobilität	5.356	8.167	9.972	11.573	11.720
Dienstleistungsbereich	6.762	18.862	32.696	35.357	41.359
Private Haushalte	12.424	25.150	41.257	46.781	48.866
davon für					
Traktion	-----	-----	-----	11.573	11.720
Raumheizung, ...	-----	-----	-----	17.918	19.249
Beleuchtung & EDV	-----	-----	-----	25.158	27.086
Dampferzeugung	-----	-----	-----	387	337
Industrieöfen	-----	-----	-----	35.043	36.726
Standmotoren	-----	-----	-----	74.965	75.417
Elektrochemische Zwecke	-----	-----	-----	1.080	1.235

	1997	1998	1999	2000	2001
Energetischer Endverbrauch	173.810	176.617	183.584	185.523	191.043
davon im Sektor					
Landwirtschaft	4.500	4.352	4.407	4.379	4.393
Sachgüterproduktion	66.644	68.254	69.891	74.931	77.891
Mobilität	11.848	12.025	12.507	12.513	12.207
Dienstleistungsbereich	43.184	44.227	48.619	44.565	46.851
Private Haushalte	47.634	47.759	48.161	49.135	49.701
davon für					
Traktion	11.848	12.025	12.507	12.513	12.207
Raumheizung, ...	19.292	19.218	20.013	18.877	19.417
Beleuchtung & EDV	28.164	28.792	29.885	29.866	31.005
Dampferzeugung	329	337	356	375	383
Industrieöfen	37.853	38.241	40.953	39.522	41.144
Standmotoren	74.957	76.605	78.490	82.836	85.293
Elektrochemische Zwecke	1.367	1.399	1.379	1.533	1.594

	2002	2003	2004	2005	2006
Energetischer Endverbrauch	189.954	195.109	199.005	202.851	207.535
davon im Sektor					
Landwirtschaft	4.386	4.389	4.388	4.389	4.388
Sachgüterproduktion	77.624	78.110	84.158	86.551	89.694
Mobilität	11.744	11.597	11.731	11.744	11.669
Dienstleistungsbereich	45.926	49.905	46.783	47.384	48.163
Private Haushalte	50.274	51.108	51.946	52.783	53.620
davon für					
Traktion	11.744	11.597	11.731	11.744	11.669
Raumheizung, ...	19.099	20.375	19.785	20.319	20.511
Beleuchtung & EDV	30.617	31.829	32.245	32.855	33.705
Dampferzeugung	386	387	413	415	423
Industrieöfen	40.858	43.029	42.185	43.285	44.106
Standmotoren	85.620	86.244	90.878	92.455	95.265
Elektrochemische Zwecke	1.629	1.649	1.769	1.780	1.854

Tabelle 3: Teil der Bilanz der elektrischen Energie [Quelle: Statistik Austria]

Der Einfluss der Heizgradtage (HGT) auf die Gesamtenergiebilanz ist signifikant. Bemerkenswert ist, dass in der Bilanz der elektrischen Energie dieser Einfluss hingegen kaum erkennbar ist. Der naheliegende Schluss, dass Strom nicht zum Heizen verwendet wird, trifft jedoch mit Sicherheit nicht zu.

2.1.2 Besonderheiten der Gesamtenergiebilanz

In der Veröffentlichung „Energiebilanzen 1970 (1988) – 2005: Dokumentation der Methodik“ (Statistik Austria, Wien, Jänner 2007) wird festgehalten, dass die Energiebilanz kein starres Rechenwerk ist, sondern laufend adaptiert werden muss, unter anderem aufgrund steigender Anforderungen, neuer Erkenntnisse und sich ändernder Datenlage. Zu welchen Änderungen das führen kann, zeigt das Beispiel des energetischen Endverbrauchs des Sektors Sachgüterproduktion im Jahr 2005. Tabelle 4 zeigt den Vergleich dieses Eintrags aus drei Gesamtenergiebilanzen.

Quelle	EE _{SGP}
gesamtenergiebilanz_1970_bis_2006_detailinformationen_029955	309.800
gesamtenergiebilanz_1970_bis_2007_detailinformationen_029955	283.142
gesamtenergiebilanz_1970_bis_2008_detailinformationen_029955-2	290.960

Tabelle 4: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Sachgüterproduktion im Jahr 2005

Die relative Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Eintrag in Tabelle 4 beträgt 8,6% (bezogen auf den ersten Eintrag), zwischen dem ersten und dem dritten Eintrag 6,1%. Sofern aber überhaupt Änderungen vorgenommen werden, sind sie im Allgemeinen geringer als im hier angeführten Beispiel. Dennoch ist festzuhalten, dass die in der Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellten Bilanzen am 14.12.2007 erstellt wurden.

Ein weiteres Problem ergibt sich bei der Sektorisierung, die auf der Wirtschaftsklassifikation ÖNACE beruht. Diese ÖNACE-Klassifikation ist zwar ausgesprochen detailreich, zugleich aber eine abstrakte Liste von wirtschaftlichen Tätigkeiten. Der Tatsache, dass ein Unternehmen auch mehreren Tätigkeiten, die in unterschiedliche Sektoren fallen, nachgehen kann, wird dabei keine Rechnung getragen. Da andererseits Unternehmen ihren Energieeinsatz meist nicht nach Sparten trennen, ist die Statistik Austria bei der Sektorisierung oft auf Erfahrungswerte und statistische Methoden angewiesen – wodurch sich zwangsläufig Unsicherheiten ergeben.

Ein Beispiel, das noch weit über die Probleme der Sektorisierung hinausgeht, stellt der Umwandlungsprozess „Hochofen“ dar. Der Hochofen ist eine technische Anlage zur Gewinnung von (Roh-) Eisen aus Eisenerzen. Gemäß dem „Handbuch Energiestatistik“ (OECD/IEA, 2005) wird der Hochofenprozess aber dem Umwandlungsbereich zugeordnet, also als eine Umwandlung von Koks in Gichtgas definiert!

Hinzu kommt, dass bei der im Hochofen eingesetzten Koksmenge zwischen metallurgisch bedingtem Einsatz (56,3% des gesamten Einsatzes), Umwandlungseinsatz für Gichtgas (entspricht Gichtgasausstoß plus 3,4% Umwandlungsverluste) und dem Einsatz für Prozesswärme (der Rest) unterschieden wird. Mit den Zahlen aus der Gesamtenergiebilanz stimmen diese im Methodenbericht der Statistik Austria angegebenen Anteile, wie Tabelle 5 zeigt, nicht genau überein.

	gesamt	Umwandlungseinsatz		neV		VSE	
	in TJ	in TJ	in %	in TJ	in %	in TJ	in %
Einsatz	68.586	30.012	43,8	36.693	53,5	1.881	2,7

Tabelle 5: Kokseinsatz im Hochofenprozess

Weitaus interessanter ist aber, dass

- der metallurgisch bedingte Einsatz dem nichtenergetischen Verbrauch,
- der Umwandlungseinsatz dem Bilanzaggregat Umwandlungseinsatz, und
- der Einsatz für Prozesswärme dem Verbrauch Sektor Energie zugerechnet werden.

Damit teilt sich die im Hochofen zum Einsatz kommende Koksmenge also auf den nichtenergetischen Verbrauch, den Umwandlungseinsatz und den Verbrauch Sektor Energie auf. Besonderes Highlight ist dabei, dass die – zugegebener Maßen bereits sehr geringe – Menge, die als prozesswärme-bedingt gilt, dem Verbrauch Sektor Energie zugewiesen wird. Der Eisen & Stahlerzeugung wird also kein einziges Terajoule des Koksverbrauchs in Höhe von 68.586 TJ im Hochofen zugerechnet.

Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch, dass die gesamte Menge an Heizöl, die im Hochofen zum Einsatz kommt ebenfalls als metallurgisch bedingt gilt, also dem nichtenergetischen Verbrauch zugerechnet wird.

Die Auswirkungen dieser „Klassifikation“ des Kokseinsatzes im Hochofen sind im Energieflussbild der Energieagentur besonders deutlich zu sehen. Innerhalb des Energieflussbildes wird der Hochofenprozess als Teil des Umwandlungsbereichs dargestellt. Als Input scheint dabei nur der Umwandlungseinsatz auf, also nur knapp 44% des tatsächlichen Kokseinsatzes in Hochöfen.

Gemäß der EU/IEA Methodik wird bei der Stromgewinnung aus Wasserkraft der Umwandlungseinsatz dem Umwandlungsausstoß gleichgesetzt (früher, d. h. bis 1998, wurden bei dieser Umwandlung 20% Umwandlungsverluste angesetzt). Bedingt durch diese Nettoverrechnung wird auch der gepumpte Zufluss nicht mehr ausgewiesen. Folglich werden auch nur die „Pumpstromverluste“ (Pumpstrom minus Ertrag aus dem gepumpten Zufluss) ausgewiesen, und zwar als Verbrauch Sektor Energie.

Die Einteilung des energetischen Endverbrauchs in sieben Nutzenergiekategorien ist (siehe oben) ebenfalls Bestandteil der Gesamtenergiebilanz. Grundlage für die Einteilung sind in erster Linie die Nutzenergieanalyse 1998 sowie weitere, sektorspezifische Stichprobenerhebungen. Für den Sektor Sachgüterproduktion wurde 2005 eine weitere Nutzenergieanalyse (NEA) durchgeführt, und zwar mit Hauptaugenmerk auf dem Bauwesen.

Die sieben Nutzenergiekategorien Der NEA 1998 sind

- Traktion,
- Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser,
- Dampferzeugung,
- Industrieöfen,
- Standmotoren,
- Beleuchtung & EDV und
- Elektrochemische Zwecke.

In der NEA 2005 für den Sektor Sachgüterproduktion wurden die Nutzenergiekategorien Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser, Dampferzeugung, Industrieöfen, Trocknung, Standmotoren, Kühlung, Traktion, Beleuchtung & EDV sowie elektrochemische Zwecke abgefragt. Die Zusammenführung mit der NEA 1998 zeigt Tabelle 6.

NEA 1998	NEA 2005
Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser	Raumheizung Klimaanlagen Warmwasser
Dampferzeugung	Dampferzeugung
Industrieöfen	Industrieöfen Trocknung
Standmotoren	Standmotoren Kühlung
Traktion	Traktion
Beleuchtung & EDV	Beleuchtung & EDV
Elektrochemische Zwecke	Elektrochemische Zwecke

Tabelle 6: Nutzenergiekategorien der NEA 1998 und der NEA 2005

Die Nutzenergiekategorien liefern Aussagen darüber, wofür Energie verwendet wird. Zusätzlich dazu wird der letzte Umwandlungsschritt betrachtet, also die Umwandlung des energetischen Endverbrauchs in Nutzenergie und die dabei auftretenden Verluste.

Die Nutzenergiekategorie „Traktion“ umfasst den gesamten Sektor Transport (also die fünf Transportsektoren Eisenbahn, sonstiger Landverkehr, Transport in Rohrfernleitungen, Binnenschifffahrt und Flugverkehr) und den Verbrauch für Off-Road-Traktion (dieser wird den verursachenden Sektoren zugerechnet, spielt aber nur in der Landwirtschaft eine Rolle).

Die Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ enthält den Heizenergieeinsatz, den Energieverbrauch für Klimaanlage, jenen für die Warmwasserbereitung und den Verbrauch für Kochen. Abweichungen davon gibt es in zwei Sektoren, nämlich der Landwirtschaft und den privaten Haushalten.

Im Bereich der Land- und Forstwirtschaft wurden unter anderem die Nutzenergiekategorien „Trocknungs-/Belüftungsanlagen“ und „Kühlanlagen“ erhoben. Gemeinsam mit der Kategorie „Beheizung der Betriebsgebäude und betriebliche Warmwasserbereitung“ wurden sie zur Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ zusammengefasst.

Im Bereich der privaten Haushalte wird der Energieverbrauch für Warmwasser und Kochen in der Nutzenergiekategorie „Industrieöfen“ ausgewiesen, nicht in der Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“.

In der Nutzenergiekategorie „Dampferzeugung“ werden all jene Prozesse ausgewiesen, deren Energieträger Dampf ist.

Die Nutzenergiekategorie „Industrieöfen“ umfasst die restlichen Anwendungsbereiche von Prozesswärme. Im Prinzip entspricht also die Summe der Nutzenergiekategorien Dampferzeugung und Industrieöfen der früher verwendeten Kategorie Prozesswärme.

Ausnahmen gibt es im Sektor Landwirtschaft, wo der Verbrauch für Trocknungsanlagen in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser aufscheint, im Sektor private Haushalte, dessen Verbrauch für Warmwasserbereitung und Kochen dieser Nutzenergiekategorie zugewiesen wird, und im Sektor Dienstleistungsbereich. Im Sektor Dienstleistungsbereich wurde die Kategorie „elektrische Groß-Geräte“ gesondert erfragt und der Nutzenergiekategorie Industrieöfen zugewiesen.

Die Nutzenergiekategorie „Standmotoren“ enthält den Energieverbrauch zum „Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art durch Motoren“. Neben Gas-, Benzin-, Diesel- und Elektromotoren fallen darunter auch elektrische Geräte wie Kühlschränke u. ä.

Im Sektor Dienstleistungsbereich wurde die Kategorie „elektrische Klein-Geräte“ erfragt und dieser Nutzenergiekategorie zugeteilt. Etwas verwirrend ist diese Unterteilung in elektrische Groß- und Klein-Geräte allerdings schon. Hier gelten nämlich auch die Kühlregale in Supermärkten als elektrische Klein-Geräte, und das obwohl ihre Leistungsaufnahme meist in Watt pro Meter Länge angegeben wird.

Die Nutzenergiekategorie „Beleuchtung & EDV“ fasst den Verbrauch für Beleuchtung und EDV zusammen. Lediglich im Sektor Dienstleistungsbereich wird auch der Verbrauch der Kategorie „Büroautomation“ (neben Computer und Drucker auch Kopierer u. ä.) in dieser Nutzenergiekategorie ausgewiesen.

Der Großteil des Verbrauchs in der Nutzenergiekategorie „elektrochemische Zwecke“ dürfte auf Elektrolyse zurückzuführen sein. Sie enthält aber auch die Verbräuche für Schweißen u.ä. Speziell in dieser Nutzenergiekategorie ist nach Auskunft der Statistik Austria die

Datenlage besonders schlecht. So liegt beispielsweise keine Unterteilung des Verbrauchs nach unterschiedlichen Technologien vor.

Die oben erwähnten Abweichungen von der Zusammenführung in Tabelle 6 dürften der Vergleichbarkeit mit früheren Energiebilanzen dienen. Lediglich für den Sektor „private Haushalte“ wird explizit erwähnt, dass die Zuweisung der Verbräuche für Warmwasserbereitung und Kochen zur Nutzenergiekategorie „Industrieöfen“ eine methodische Abweichung darstellt. Gemäß der NEA 1998 waren diese Verbräuche noch in der Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ enthalten.

Die Statistik Austria selbst bezeichnet die Klassifikation der Nutzenergiekategorien als „relativ grob“, was „zu Missverständnissen bei den Respondenten führen“ kann („Energiebilanzen 1970 (1988) – 2005: Dokumentation der Methodik“, Wien, Jänner 2007). Im Fragebogen „Erhebung der Energieeinsatzdaten im Dienstleistungsbereich 2003“ (Statistik Austria, 2004) wurden für Treibstoffe unter Verwendungszweck nur KFZ (also Traktion) oder sonstige, für sonstige Energieträger nur Heizung (inkl. Warmwasser, Kochen etc.) oder sonstige abgefragt. Hier nahm also die Statistik Austria die Einteilung in Nutzenergiekategorien selbst vor. Etwas kurios in diesem Fragebogen wirkt die – allerdings unvermeidbare – Auflistung von Flüssiggas sowohl als Treibstoff als auch als sonstiger Energieträger.

Insgesamt stecken in der Gesamtenergiebilanz also sowohl sehr viel Expertenwissen als auch enormer mathematischer Aufwand. Wie die oben angesprochenen Beispiele zeigen, lassen sich manche Besonderheiten aber nicht vermeiden, wobei nochmals darauf hingewiesen wird, dass ein Teil davon „von außen“ vorgegeben ist (IEA/EU) bzw. aus vorgegebenen Strukturen folgt (NACE/ÖNACE-Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten).

2.2 Methodik

Zur Bearbeitung und Bereinigung des Jahres 2005 auf das Basisjahr wurden folgende mathematische Methoden angewandt (im Folgenden steht W für einen Zahlenwert, der Index k für korrigiert und Zahlen-Indizes für Jahre):

Verwendet wurden Querschnitte, Mittelwerte und einfache lineare Extrapolationen. Etwas komplizierter war der Sachverhalt nur bei Änderungen aufgrund der Heizgradtag (kurz HGT) -Statistik.

Der Querschnitt wurde definiert als die Summe der Verbrauchswerte einiger Jahre dividiert durch die Anzahl der Jahre, also z. B.

$$W_{05}^k = \overline{W_{04} - W_{06}} = \frac{1}{3} \sum_{i=4}^6 W_{0i}.$$

In wenigen Fällen konnte die Summe auch weiter als bis zum Jahr 2004 zurück erstreckt werden. Für manche Sektoren oder auch Nutzenergiekategorien schienen die Werte des Jahres 2005 jedoch besonders weit von den Verbrauchswerten anderer Jahre abzuweichen. In solchen Fällen wurde anstelle des Querschnitts der Mittelwert zur Korrektur herangezogen. Dieser wurde definiert als

$$W_{05}^k = \frac{1}{2} (W_{04} + W_{06}).$$

Teilweise wurde aufgrund der Verbrauchskurven (und zwar immer dann, wenn der Verbrauch 2005 und/oder 2006 als deutlich vom „Trend“ abweichend eingestuft wurde) auch die lineare Extrapolation für Korrekturen verwendet. Dies geschah üblicherweise in der Form

$$W_{05}^k = W_{04} + (W_{04} - W_{03}),$$

einmal jedoch auch nach der Formel

$$W_{05}^k = W_{04} + \frac{1}{2} (W_{04} - W_{02}).$$

Auf die Gründe, die zu dieser Abänderung der „Standardformel“ für die lineare Extrapolation führten, wird dort näher eingegangen, wo sie auftreten.

Die Erstellung der Trends beruht auf linearer Extrapolation. Dabei wurde versucht, den Verbrauchszunahmen langjährige Durchschnitte zugrunde zu legen. Diese Vorgehensweise resultierte in Formeln der Art

$$W_{20} = W_{05}^k + 15 \cdot \left[\frac{1}{2} \left(\frac{W_{06} - W_{00}}{6} + \frac{W_{06} - W_{98}}{8} \right) \right]$$

und

$$W_{50} = W_{05}^k + 45 \cdot \left[\frac{1}{3} \left(\frac{W_{05} - W_{01}}{4} + \frac{W_{06} - W_{02}}{4} + \frac{W_{05} - W_{03}}{2} \right) \right].$$

Bei der HGT-Korrektur wurde der Querschnitt der Jahre 2001 bis 2006 herangezogen, und zwar weil dieser drei „kalte“ (2001, 2003, und 2005) und drei „warme“ Jahre (2002, 2004 und 2006) enthält. Um einen allfälligen allgemeinen Verbrauchsanstieg zu berücksichtigen,

wurden additive Korrekturterme eingefügt. Schließlich liegt der Durchschnitt der Heizgradtage der Jahre 2001 bis 2006 noch 2% über dem Mittelwert der Jahre 1980 bis 2006, weshalb noch ein Faktor 1/1,02 in der Formel berücksichtigt wurde. So ergibt sich

$$W_{05}^k = \frac{1}{6} \cdot \left(\sum_{i=1}^6 W_{0i} + \text{Korrekturterm} \right) \cdot \frac{1}{1,02}.$$

Auf die bei der Korrektur des Energieflussbildes getroffenen Annahmen wird im entsprechenden Kapitel eingegangen.

2.3 Energetischer Endverbrauch

Im Folgenden wird der energetische Endverbrauch mit EE abgekürzt. Kürzel, die Sektoren oder Nutzenergiekategorien bezeichnen, werden an den entsprechenden Stellen eingeführt.

2.3.1 Sektoren

2.3.1.1 Landwirtschaft

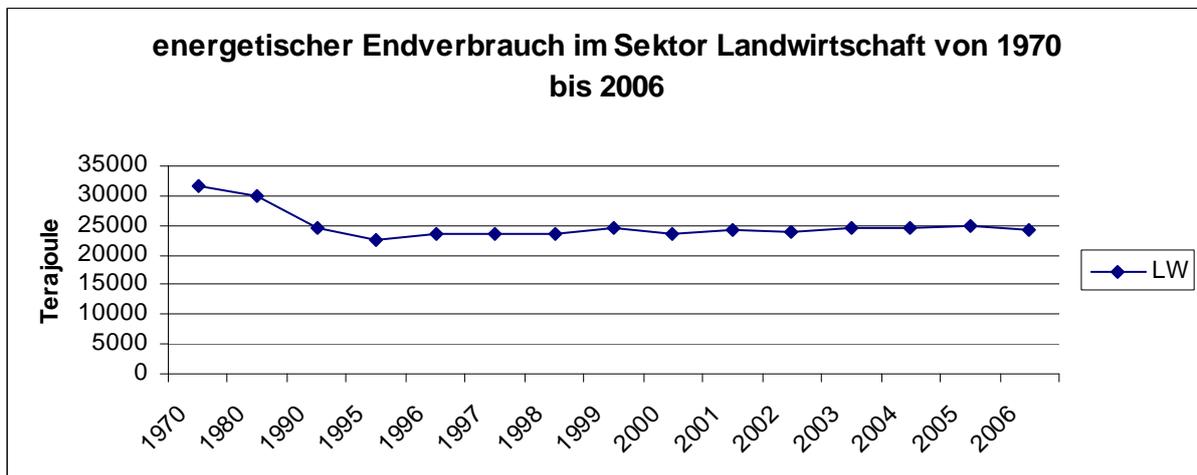


Abbildung 1: Energetischer Endverbrauch im Sektor Landwirtschaft von 1970 bis 2006

Nach deutlicher Abnahme des EE im Sektor Landwirtschaft (kurz LW) von 1970 bis 1995 (besonders 1980 bis 1990) folgt eine leichte Zunahme 1996 und eine weitere von 1998 auf 1999 (1996 bis 1998 verläuft konstant). Danach ist die Entwicklung des Energieverbrauchs zwar leichten Schwankungen unterworfen, im Wesentlichen aber konstant. Deshalb wurde

als Korrektur-Wert für 2005 der Querschnitt der Jahre 1999 bis 2006 gewählt, mit dem Ergebnis

$$EE_{LW,05}^k = \overline{EE_{LW,99} - EE_{LW,06}} = 24.373TJ.$$

Das entspricht einer Änderung gegenüber dem tatsächlichen Verbrauch im Jahr 2005 von

$$\Delta_{EE}^{LW} = EE_{LW,05}^k - EE_{LW,05} = -629TJ.$$

2.3.1.2 Sachgüterproduktion

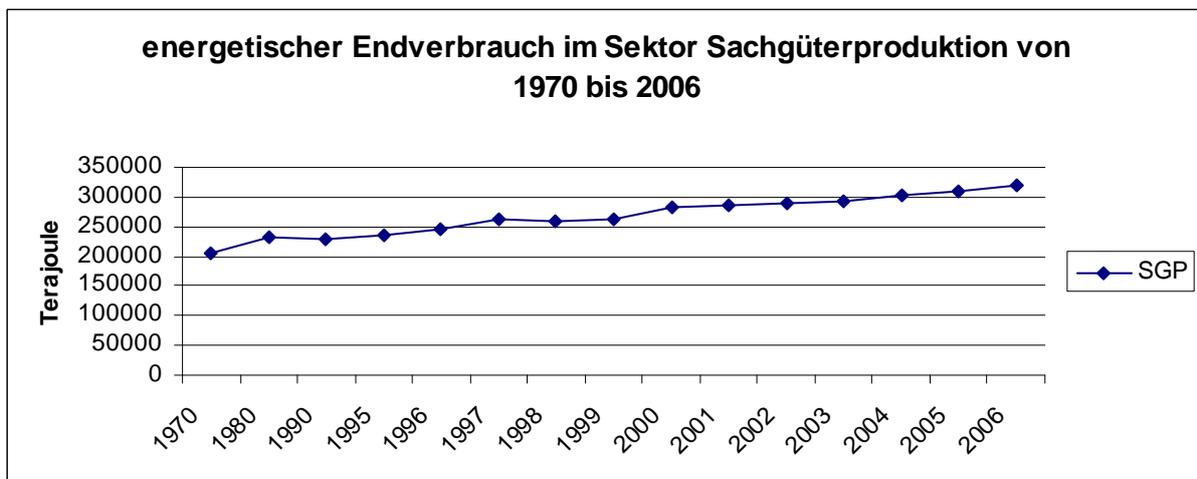


Abbildung 2: Energetischer Endverbrauch im Sektor Sachgüterproduktion von 1970 bis 2006

Der EE im Sektor Sachgüterproduktion (kurz SGP) zeigt zwar im Allgemeinen eine Verbrauchszunahme, die aber stark schwankt und teilweise sogar von Abnahmen unterbrochen wird (1980 bis 1990, 1997 auf 1998). Daher wurde die langfristige Entwicklung bei der Korrektur nicht berücksichtigt, sondern der Querschnitt der Jahre 2004 bis 2006 gewählt, also

$$EE_{SGP,05}^k = \overline{EE_{SGP,04} - EE_{SGP,06}} = 310.787TJ.$$

Gegenüber dem tatsächlichen Verbrauch im Jahr 2005 ergibt sich hiermit eine Änderung von

$$\Delta_{EE}^{SGP} = EE_{SGP,05}^k - EE_{SGP,05} = +987TJ.$$

2.3.1.3 Mobilität

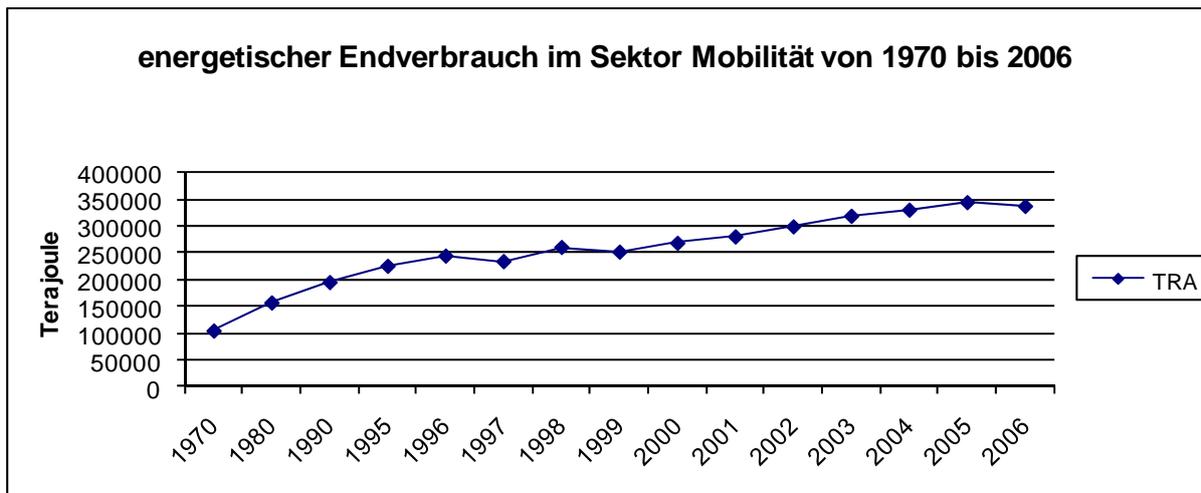


Abbildung 3: Energetischer Endverbrauch im Sektor Mobilität von 1970 bis 2006

Der EE ist im Sektor Mobilität (kurz MOB) von 1970 bis 2005 extrem angestiegen (Faktor ~ 3,5!). Ausnahmen von der Regel stellen nur die Jahre 1997, 1999 und 2006 dar. Von 1999 bis 2005 verläuft die Verbrauchskurve annähernd linear, mit einer leichten Abflachung gegen Ende. Diese Tatsache und der dem langjährigen Trend entgegen gesetzte Verbrauch 2006 (Der Verbrauch 2006 war geringer als 2005!) führten zu der Wahl, den korrigierten Wert für 2005 linear zu extrapolieren, das heißt

$$EE_{MOB,05}^k = EE_{MOB,04} + (EE_{MOB,04} - EE_{MOB,03}) = 341.332TJ.$$

Damit errechnet sich die Änderung gegenüber 2005 zu

$$\Delta_{EE}^{MOB} = EE_{MOB,05}^k - EE_{MOB,05} = -2.482TJ.$$

2.3.1.4 Dienstleistungsbereich

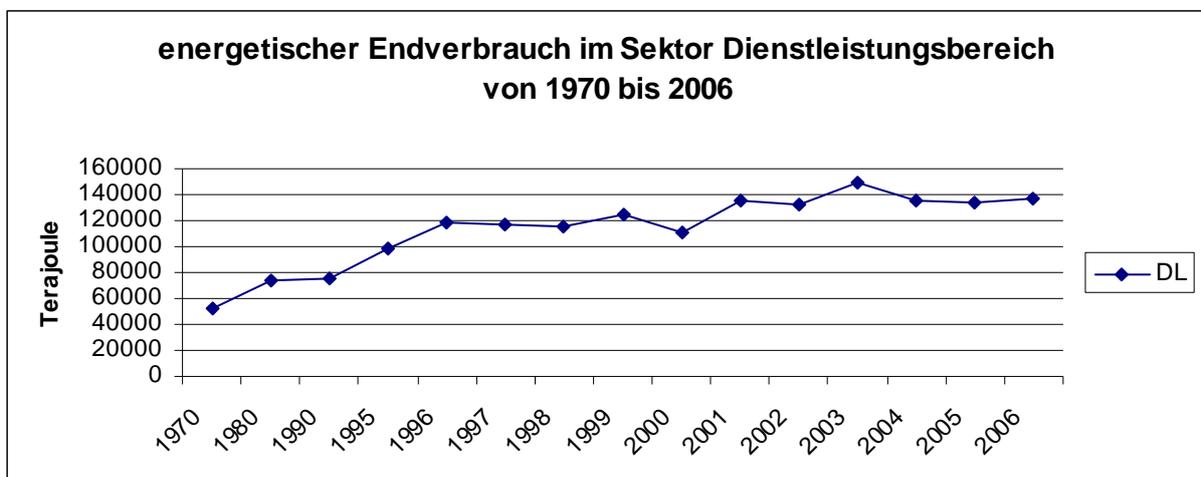


Abbildung 4: Energetischer Endverbrauch im Sektor Dienstleistungsbereich von 1970 bis 2006

Auch dieser Sektor (kurz DL) hat seit 1970 seinen Verbrauch vervielfacht (Faktor ~ 2,6), allerdings war ein Gutteil dieser Entwicklung bis 1996 abgeschlossen. Seither ist die Entwicklung eher sprunghaft und zeigt eigentlich keine einheitliche zeitliche Korrelation. Deshalb wurden auch hier nur die Jahre 2004 bis 2006 für die Korrektur herangezogen und wieder der Querschnitt als Korrektur gewählt, also

$$EE_{DL,05}^k = \overline{EE_{DL,04} - EE_{DL,06}} = 135.584TJ.$$

Die entsprechende Änderung beträgt

$$\Delta_{EE}^{DL} = EE_{DL,05}^k - EE_{DL,05} = +1.150TJ.$$

2.3.1.5 Private Haushalte

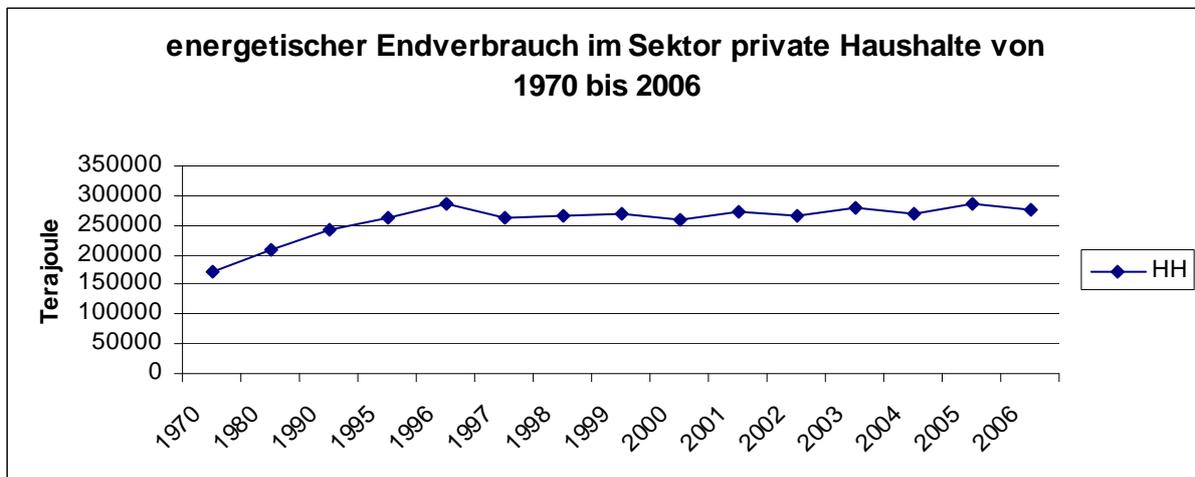


Abbildung 5: Energetischer Endverbrauch im Sektor private Haushalte von 1970 bis 2006

Der energetische Endverbrauch der privaten Haushalte (kurz HH) ist bis 1996 deutlich gewachsen, hat dann einen kleinen Einbruch erlebt, und steigt seit 1997 wieder leicht an. Hinzu kommt eine überlagerte Schwankung, die einen direkten Zusammenhang mit der Heizgradtage-Statistik erkennen lässt. Der korrigierte Wert für 2005,

$$EE_{HH,05}^k = \frac{1}{6} \cdot \left(\sum_{i=1}^6 EE_{HH,0i} + 27.000TJ \right) \cdot \frac{1}{1,02} = 273.355TJ,$$

ergibt sich deshalb aus der bereits erläuterten HGT-Korrektur. Der Korrekturterm von 27.000 TJ fasst den mittleren jährlichen Anstieg von rund 3.000 TJ zusammen. Als Änderung ergibt sich damit

$$\Delta_{EE}^{HH} = EE_{HH,05}^k - EE_{HH,05} = -11.465TJ.$$

2.3.1.6 Gesamt

Für den korrigierten energetischen Endverbrauch 2005 nach Sektoren ergibt sich

$$EE_{SEK,05}^k = 1.085.431TJ,$$

was einer Änderung von insgesamt

$$\Delta_{EE}^{SEK} = EE_{SEK,05}^k - EE_{05} = -12.439TJ$$

entspricht.

	Verbrauch 05	Verbrauch 05 ^k	Differenz
LW	25.002	24.373	-629
SGP	309.800	310.787	+987
MOB	343.814	341.332	-2.482
DL	134.434	135.584	+1.150
HH	284.820	273.355	-11.465
<i>EE_{SEK}</i>	1.097.870	1.085.431	-12.439

Tabelle 7: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)

2.3.2 Nutzenergiekategorien

2.3.2.1 Traktion

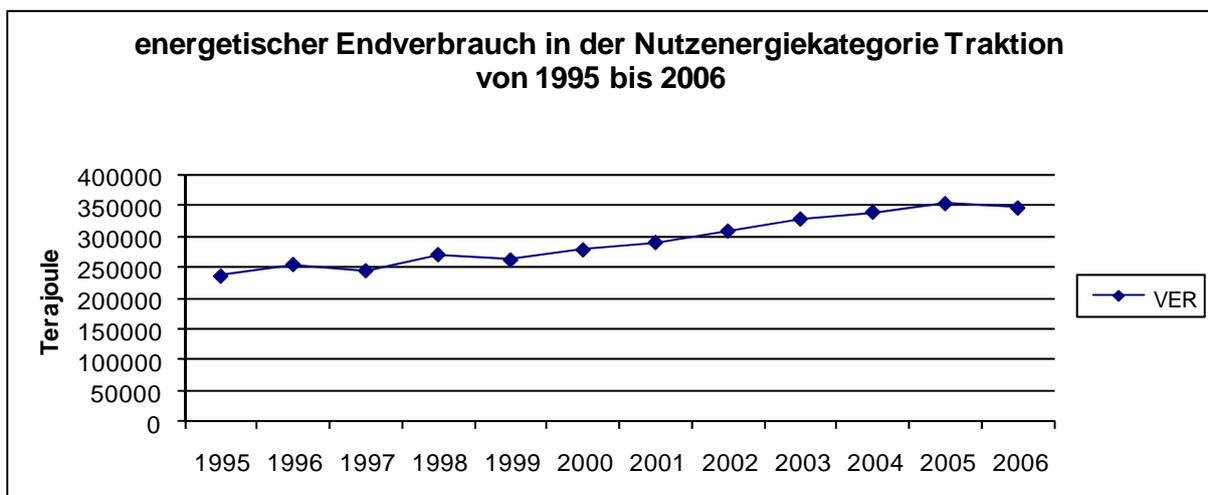


Abbildung 6: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Traktion von 1995 bis 2006

Diese Nutzenergiekategorie wird künftig mit TRA abgekürzt. Hier ist die Entwicklung der letzten Jahre beinahe ident mit jener im Sektor Mobilität, weshalb dieselbe Korrektur, also

$$EE_{TRA,05}^k = EE_{TRA,04} + (EE_{TRA,04} - EE_{TRA,03}) = 350.825TJ,$$

gewählt wurde, womit sich eine Änderung von

$$\Delta_{EE}^{TRA} = EE_{TRA,05}^k - EE_{TRA,05} = -2.894TJ$$

ergibt.

2.3.2.2 Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser

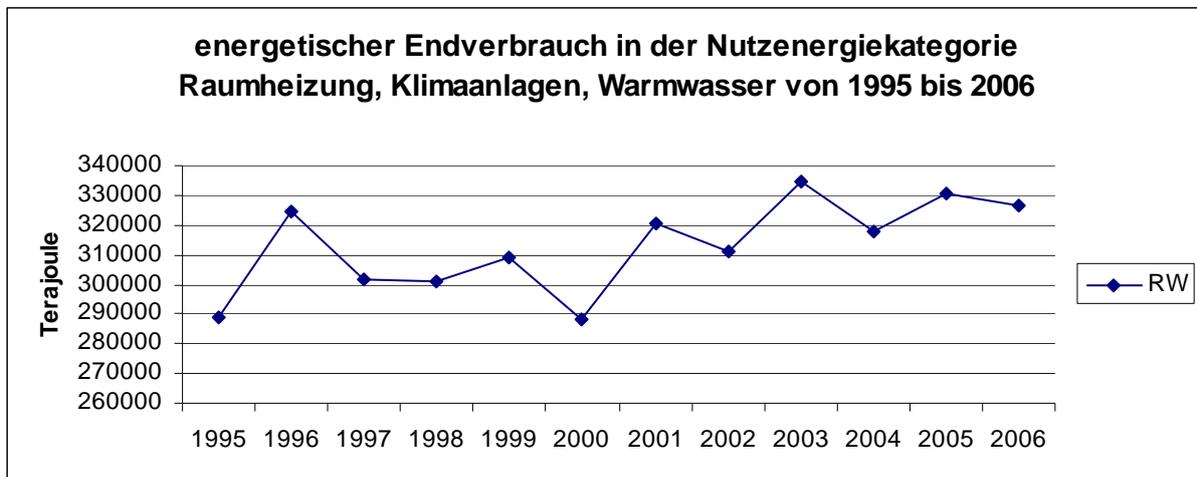


Abbildung 7: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser von 1995 bis 2006

Auch hier ist die Entwicklung stark von der HGT-Statistik geprägt, ein allgemeiner Anstieg aber nicht direkt auszumachen (so war zum Beispiel der Verbrauch im Jahr 2005 geringer als jener im Jahr 2003!). Folgerichtig wurde für diese Nutzenergiekategorie (kurz RW) die HGT-Korrektur gewählt, der Korrekturterm aber gleich null gesetzt. Damit ergibt sich

$$EE_{RW,05}^k = \frac{1}{6} \cdot \left(\sum_{i=1}^6 EE_{RW,0i} + 0TJ \right) \cdot \frac{1}{1,02} = 317.177TJ,$$

was einer Änderung von

$$\Delta_{EE}^{RW} = EE_{RW,05}^k - EE_{RW,05} = -13.684TJ$$

entspricht.

2.3.2.3 Beleuchtung & EDV

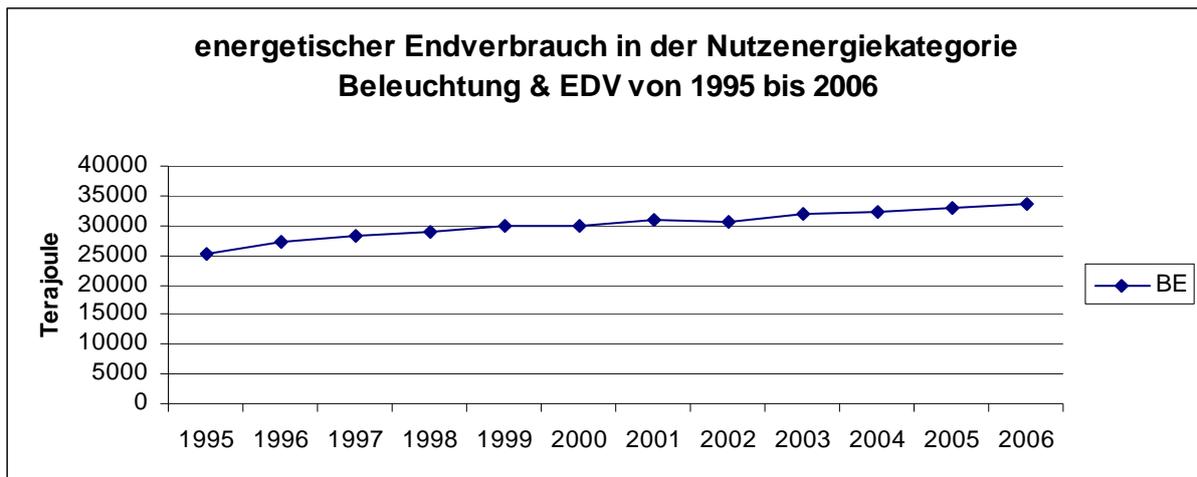


Abbildung 8: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV von 1995 bis 2006

Der dieser Nutzenergiekategorie (kurz BE) zugeschriebene Verbrauch steigt ziemlich konstant (Ausnahmen: 2000, 2002) an. Der Anstieg von 2005 auf 2006 ist jedoch – verglichen mit den Zuwächsen der Vorjahre – hoch, sodass hier lineare Extrapolation als Korrekturform gewählt wurde:

$$EE_{BE,05}^k = EE_{BE,04} + (EE_{BE,04} - EE_{BE,03}) = 32.661TJ.$$

Die dadurch bewirkte Änderung beträgt

$$\Delta_{EE}^{BE} = EE_{BE,05}^k - EE_{BE,05} = -194TJ.$$

2.3.2.4 Dampferzeugung

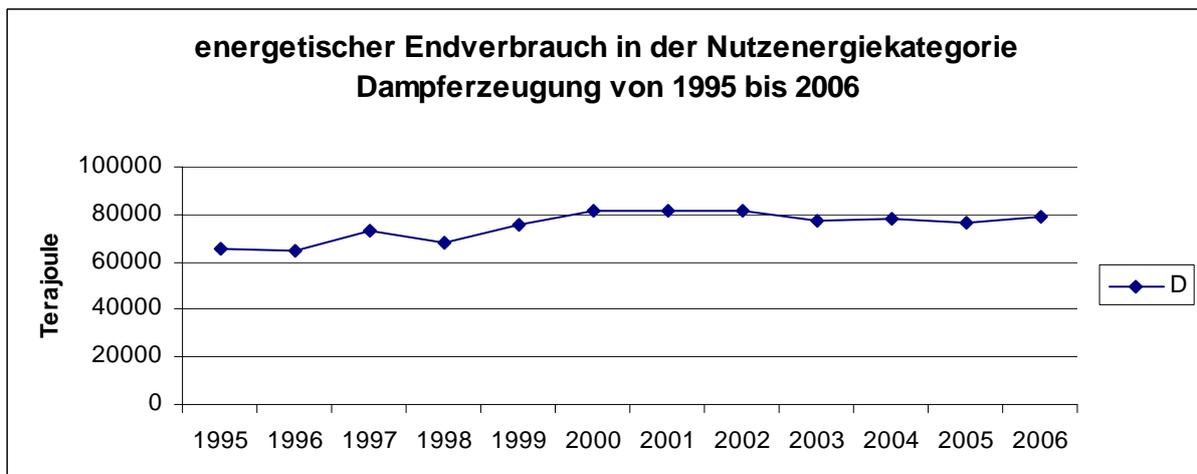


Abbildung 9: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Dampferzeugung von 1995 bis 2006

Die zeitliche Entwicklung des Verbrauchs dieser Nutzenergiekategorie (kurz D) zeigt Zunahmen, Abnahmen und auch recht konstante Phasen (z. B.: 2000 bis 2002). Der Verlauf von 2003 bis 2006 ist einigermaßen konstant, und nur der Verbrauch 2005 stellt ein deutliches Minimum dar. Deshalb wurde zur Korrektur linear extrapoliert, der Verbrauch 2005 also auf

$$EE_{D,05}^k = EE_{D,04} + (EE_{D,04} - EE_{D,03}) = 78.592TJ$$

korrigiert. Die vorgenommene Änderung beträgt

$$\Delta_{EE}^D = EE_{D,05}^k - EE_{D,05} = +1.833TJ.$$

2.3.2.5 Industrieöfen

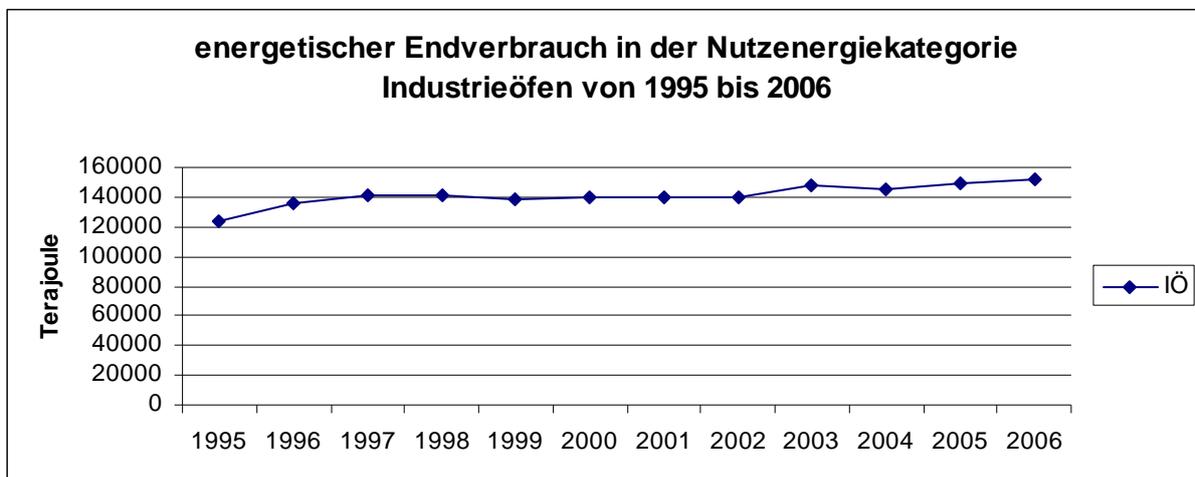


Abbildung 10: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen von 1995 bis 2006

Von 1997 bis 2002 verläuft die Entwicklung des Verbrauchs der Industrieöfen (kurz IÖ) flach, d. h. der Verbrauch ist praktisch konstant. Ab 2002 gibt es dann einen beinahe (abgesehen von 2003) linearen Anstieg, wobei besonders hervorzuheben ist, dass die Jahre 2002, 2004 und 2006 auf einer Geraden liegen. Deshalb wurde der Verbrauch 2005 auf

$$EE_{IÖ,05}^k = \frac{1}{2} (EE_{IÖ,04} + EE_{IÖ,06}) = 148.350TJ$$

korrigiert, was die Änderung

$$\Delta_{EE}^{IÖ} = EE_{IÖ,05}^k - EE_{IÖ,05} = -770TJ$$

bewirkt.

2.3.2.6 Standmotoren

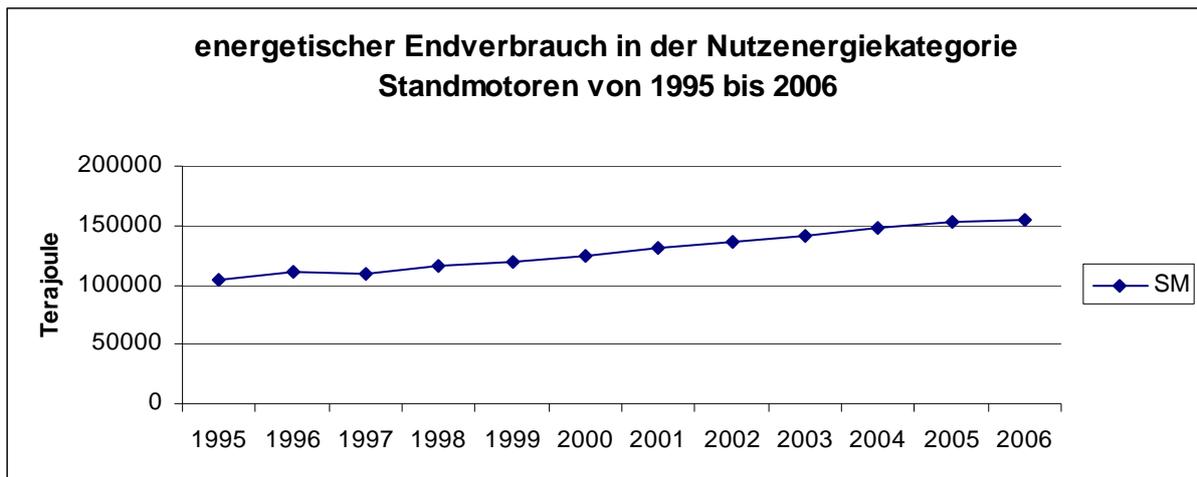


Abbildung 11: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Standmotoren von 1995 bis 2006

Bei dieser Nutzenergiekategorie (kurz SM) stellt man fest, dass ein stetiger, aber nicht konstanter Verbrauchsanstieg vorliegt. Vor allem ist festzuhalten, dass die Kurve gegen Ende abflacht, was an die Situation im Sektor Mobilität und in der Nutzenergiekategorie Traktion erinnert. Deshalb wurde auch hier die lineare Extrapolation zur Korrektur herangezogen, der Verbrauch 2005 also auf

$$EE_{SM,05}^k = EE_{SM,04} + (EE_{SM,04} - EE_{SM,03}) = 155.419TJ$$

erhöht. Die entsprechende Änderung beträgt

$$\Delta_{EE}^{SM} = EE_{SM,05}^k - EE_{SM,05} = +2.643TJ.$$

2.3.2.7 Elektrochemische Zwecke

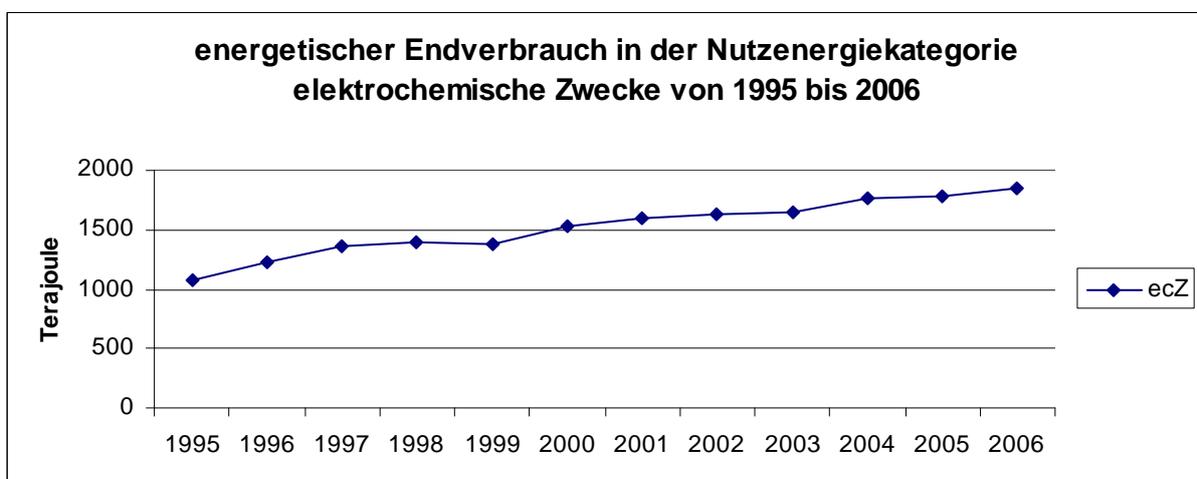


Abbildung 12: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie elektrochemische Zwecke von 1995 bis 2006

Der Verbrauch für elektrochemische Zwecke (kurz ecZ) steigt beinahe konstant (Ausnahme: 1998 auf 1999), erinnert aber stark an logarithmische Kurven, das heißt auf einzelne Jahre stärkeren Zuwachses folgt eine Abflachung der Kurve. Da 2003 auf 2004 solch einen starken Anstieg darstellt und 2005 doch recht deutlich abfällt (im Gegensatz zu 2006), wurde auf

$$EE_{ecZ,05}^k = \frac{1}{2} (EE_{ecZ,04} + EE_{ecZ,06}) = 1.812TJ$$

korrigiert, was einer Änderung von

$$\Delta_{EE}^{ecZ} = EE_{ecZ,05}^k - EE_{ecZ,05} = +32TJ$$

entspricht.

2.3.2.8 Gesamt

Der korrigierte energetische Endverbrauchverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien beträgt damit

$$EE_{NEK,05}^k = 1.084.836TJ,$$

und die gesamte Änderung beträgt demgemäß

$$\Delta_{EE}^{NEK} = EE_{NEK,05}^k - EE_{05} = -13.034TJ.$$

	Verbrauch 05	Verbrauch 05 ^k	Differenz
TRA	353.719	350.825	-2.894
RW	330.861	317.177	-13.684
BE	32.855	32.661	-194
D	76.759	78.592	+1.833
IÖ	149.120	148.350	-770
SM	152.776	155.419	+2.643
ecZ	1.780	1.812	+32
<i>EE</i> _{NEK}	1.097.870	1.084.836	-13.034

Tabelle 8: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)

2.3.3 Ergebnis

Durch einen Vergleich der Tabelle 7 und der Tabelle 8 fällt auf, dass die Summen der Korrekturen nach Sektoren und Nutzenergiekategorien zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Grund dafür sind die Datenbasis der Statistik Austria und die vorgenommenen Bereinigungen. Die Differenz des korrigierten energetischen Endverbrauchs nach Sektoren und des korrigierten energetischen Endverbrauchs nach Nutzenergiekategorien beträgt 595 TJ, das sind knapp unter 0,055% des korrigierten energetischen Endverbrauchs nach Nutzenergiekategorien. Der energetische Endverbrauch muss jedoch unabhängig von der jeweiligen Gliederung nach Sektoren oder Nutzenergiekategorien genau einen Zahlenwert haben.

Ebenfalls auffällig ist, dass sich die vorgenommenen Änderungen im Sektor Mobilität (-2.482 TJ) und in der Nutzenergiekategorie Traktion (-2.894 TJ) um 412 TJ unterscheiden. Der Verbrauch der Nutzenergiekategorie Traktion ist dabei die Summe des Verbrauchs des Sektors Mobilität und des Verbrauchs für die landwirtschaftliche „off-road“ Traktion. Letzterer betrug im Jahr 2004 9.938 TJ, im Jahr 2005 9.905 TJ und im Jahr 2006 9.872 TJ. Es ist daher nicht angebracht, den Verbrauch des Jahres 2005 um 412 TJ nach unten zu korrigieren. Da auch die mathematischen Korrekturen für den Sektor Mobilität und die Nutzenergiekategorie Traktion unter explizitem Hinweis auf ihre weitgehende Identität gleich gewählt wurden, wurde nun der Verbrauch im Sektor Mobilität um zusätzliche 206 TJ nach unten und der Verbrauch in der Nutzenergiekategorie Traktion um 206 TJ nach oben korrigiert,

$$\begin{array}{lcl} EE_{MOB,05}^k = 341.332TJ & \xrightarrow{-206TJ} & EE_{MOB,05}^k = 341.126TJ, \\ EE_{TRA,05}^k = 350.825TJ & \xrightarrow{+206TJ} & EE_{TRA,05}^k = 351.031TJ, \end{array}$$

während der Verbrauch für landwirtschaftliche „off-road“ Traktion auf 9.905 TJ belassen wurde. Damit beträgt die Änderung gegenüber dem Verbrauch 2005 sowohl für den Sektor Mobilität als auch für die Nutzenergiekategorie Traktion -2.688 TJ. Die verbleibende Differenz von 183 TJ wurde anteilmäßig auf den Sektor private Haushalte und die Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser aufgeteilt, also die Änderungen

$$\begin{array}{lcl} EE_{HH,05}^k = 273.355TJ & \xrightarrow{-83TJ} & EE_{HH,05}^k = 273.272TJ, \\ EE_{RW,05}^k = 317.177TJ & \xrightarrow{+100TJ} & EE_{RW,05}^k = 317.277TJ \end{array}$$

vorgenommen. Die Änderung gegenüber dem Verbrauch 2005 beträgt damit für den Sektor private Haushalte -11.548 TJ und für die Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser -13.584 TJ.

Mit diesen zusätzlichen Änderungen ergibt sich ein einheitlicher Wert für den korrigierten energetischen Endverbrauch 2005 von 1.085.142 TJ. Ausgehend von diesen Zahlen wurde nun die Matrix erstellt, die die Gliederung des energetischen Endverbrauchs 2005 enthält.

Hilfreich dabei war eine analoge Einteilung für das Jahr 2006 (Quelle: Österreichische Energieagentur). Selbstverständlich konnten deren Prozent-Anteile nicht eins zu eins übernommen werden. Änderungen waren teilweise erzwungen, in manchen Fällen mussten aufgrund fehlender Daten auch plausible Schätzungen aushelfen.

	TRA	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	Σ
LW	9.905	8.693	873	118	1.994	2.780	10	24.373
SGP	-----	25.812	10.875	74.865	85.679	111.757	1.799	310.787
MOB	341.126	-----	-----	-----	-----	-----	-----	341.126
DL	-----	83.596	13.806	3.609	21.795	12.775	3	135.584
HH	-----	199.176	7.107	-----	38.882	28.107	-----	273.272
Σ	351.031	317.277	32.661	78.592	148.350	155.419	1.812	1.085.142

Tabelle 9: Korrigierter energetischer Endverbrauch [TJ] 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren

korrigierter energetischer Endverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren

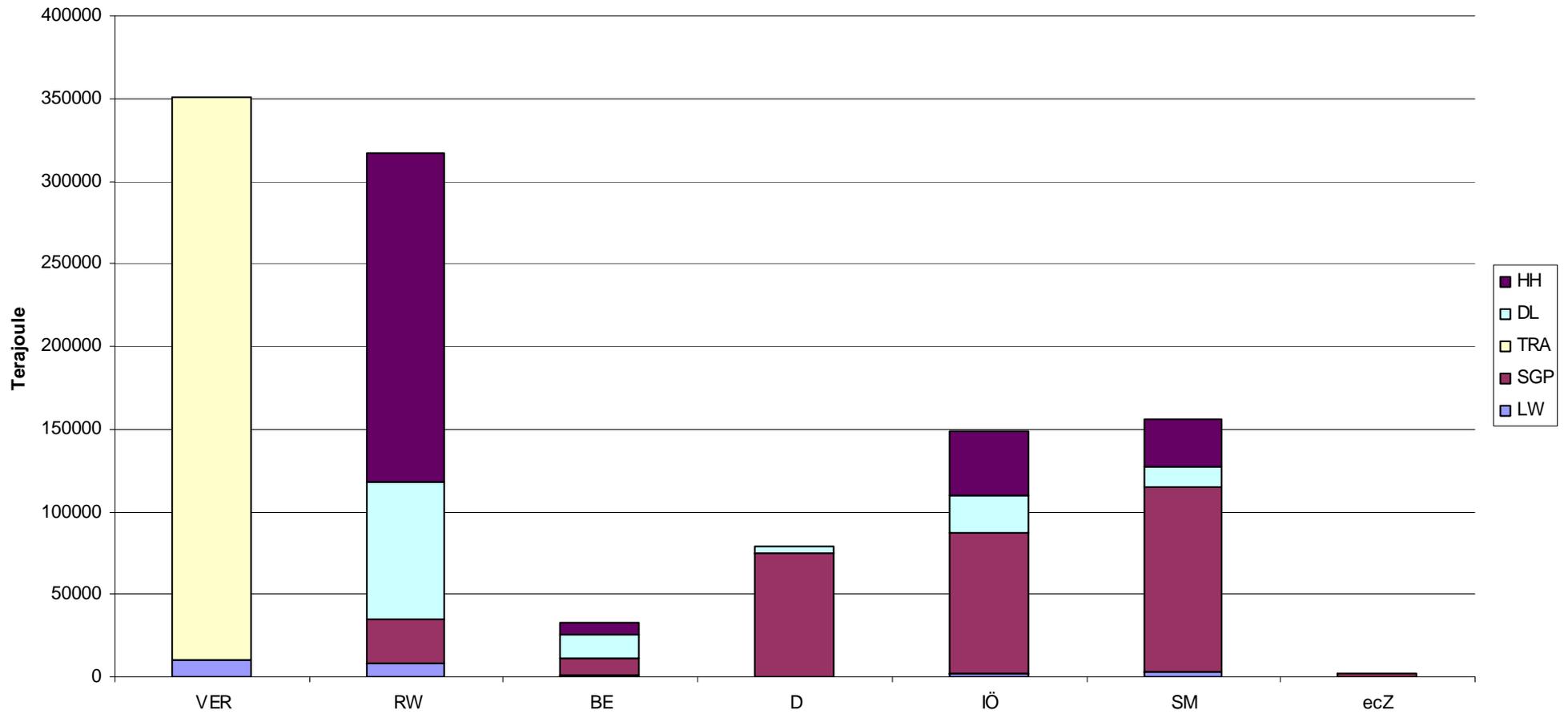


Abbildung 13: Korrigierter energetischer Endverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren

2.3.4 Trends der bisherigen Entwicklung

Die Entwicklung des energetischen Endverbrauchs ist i. a. steigend, wenn auch starken Schwankungen unterworfen. Abnahmen erfolgten von 1996 auf 1997, 2003 auf 2004 und 2005 auf 2006. Allerdings wiesen die jeweiligen Vorjahre drei der vier höchsten Zuwächse auf. Die durchschnittliche Zunahme beträgt rund 21,5 PJ/a. Eine vom korrigierten energetischen Endverbrauch 2005 ($\sim 1.085,1$ PJ) ausgehende lineare Extrapolation würde daher zu energetischen Endverbräuchen von $EE_{20} = 1.407,6PJ$ im Jahr 2020 und $EE_{50} = 2.052,6PJ$ im Jahr 2050 führen. Das würde für das Jahr 2020 eine Zunahme von knapp 30% gegenüber 2005 bedeuten, für das Jahr 2050 eine Zunahme von über 89%.

Im Sektor Landwirtschaft ist eigentlich kein Anstieg des energetischen Endverbrauchs zu erkennen. Die durchschnittliche Zunahme von 1996 bis 2006 beträgt zwar 79 TJ/a, allerdings lag der Verbrauch 2006 unter den Werten aus 1999, 2001, 2003, 2004 und 2005. Deshalb wurde eine Stagnation des Verbrauchs als „Trend“ betrachtet, die Werte für 2020 und 2050 also gleich dem korrigierten Wert für 2005 ($\sim 24,4$ PJ) gesetzt.

Im Sektor Sachgüterproduktion ist eine Verbrauchszunahme offensichtlich, die Höhe allerdings schwer abzuschätzen. Als mittlere Steigerung wurden rund 6,6 PJ/a errechnet. Ausgehend vom korrigierten Wert 2005 ($\sim 310,8$ PJ) ergeben sich die Werte $EE_{SGP,20} = 409,8PJ$ und $EE_{SGP,50} = 607,8PJ$. Bezogen auf 2005 entspricht das Zunahmen von knapp 32% bzw. knapp 96%.

Im Sektor Mobilität ist der Verbrauch am stärksten gestiegen, die mittlere Zunahme beträgt rund 11,8 PJ pro Jahr. Extrapoliert man mit diesem Wert – ausgehend von rund 341,1 PJ für 2005 – ergeben sich die Werte $EE_{MOB,20} = 518,1PJ$ und $EE_{MOB,50} = 872,1PJ$, was Zunahmen von knapp 52% bzw. knapp 156% entspricht.

Auch im Sektor Dienstleistungsbereich ist der Verbrauch von 1970 bis 2006 enorm gewachsen. In den letzten Jahren ist die Kurve allerdings abgeflacht. Dennoch wäre eine Zunahme auch in diesem Sektor zu erwarten, wenn es zu keiner Energiewende (d. h. deutliche Änderung der aktuellen Trends) kommt. Da die meisten durchschnittlichen Zunahmen rund um 2 PJ/a liegen, manche jedoch auch deutlich darüber (von 2000 bis 2006 betrug die jährliche Zunahme rund 4,5 PJ) wurde mit 2,3 PJ/a extrapoliert. Damit errechnen sich die fiktiven Werte von $EE_{DL,20} = 170,1PJ$ und $EE_{DL,50} = 239,1PJ$. Bezogen auf den

korrigierten energetischen Endverbrauch 2005 (~ 135,6 PJ) entspricht das Zunahmen von über 25% bzw. über 76%.

Im Sektor private Haushalte beträgt die durchschnittliche Verbrauchszunahme von 2001 auf 2005 bzw. von 2002 auf 2006 rund 3 PJ/a. Wird damit extrapoliert, so ergeben sich die Verbrauchswerte $EE_{HH,20} = 318,3PJ$ und $EE_{HH,50} = 408,3PJ$. Das würde gegenüber 2005 (~ 273,3 PJ) Zunahmen von über 16% bzw. gut 49% entsprechen.

Die Summe der energetischen „Trendverbräuche“ nach Sektoren beträgt für das Jahr 2020 $EE_{20}^{SEK} = 1.440,7PJ$ und für das Jahr 2050 $EE_{50}^{SEK} = 2.151,7PJ$. Diese Werte, die doch recht deutlich über den oben angeführten liegen, entsprechen Zunahmen von knapp 33% bis 2020 und von über 98% bis 2050.

Die Entwicklung der Nutzenergiekategorie Traktion geht Hand in Hand mit jener des Sektors Mobilität, weshalb auch hier mit einer jährlichen Zunahme von 11,8 PJ extrapoliert wurde. Mit dieser Annahme ergeben sich die Verbrauchswerte von $EE_{TRA,20} = 528PJ$ und $EE_{TRA,50} = 882PJ$, was bezogen auf 2005 (~ 351 PJ) wiederum Zunahmen von über 50% bzw. über 151% entspricht.

Die Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser spiegelt einerseits die HGT-Statistik wieder, lässt aber andererseits (im Gegensatz zum Sektor private Haushalte) keinen klaren Trend erkennen. Als mittlere Steigerung wurden 3,2 PJ/a (das entspricht zum Beispiel der durchschnittlichen Zunahme von 1998 bis 2006) angesetzt, was mittels linearer Extrapolation zu den Werten $EE_{RW,20} = 365,3PJ$ und $EE_{RW,50} = 461,3PJ$ führt. Bezogen auf den korrigierten Verbrauch 2005 (~ 317,3 PJ) würde das Zunahmen in Höhe von knapp über 15% bzw. über 45% entsprechen.

Der Verbrauch für Beleuchtung & EDV steigt derzeit ebenfalls, im Mittel um 0,6 PJ/a. Eine lineare Extrapolation mit diesem Wert, ausgehend vom korrigierten Wert für 2005 (~ 32,7 PJ) ergibt die Verbrauchswerte $EE_{BE,20} = 41,7PJ$ für 2020 und $EE_{BE,50} = 59,7PJ$ für 2050. Das entspricht Zunahmen in Höhe von knapp 28% bzw. knapp 83%.

Der Verbrauch in der Nutzenergiekategorie Dampferzeugung erreichte zwar in den Jahren 2000 bis 2002 ein Maximum, verzeichnet aber nach der Abnahme 2003 wieder einen durchschnittlichen Anstieg von rund 0,6 PJ/a bis 2006. Wenn man diesen Trend fortschreibt,

erhält man die Werte $EE_{D,20} = 87,6PJ$ und $EE_{D,50} = 105,6PJ$. Diese Werte entsprechen Zunahmen von über 11% bzw. über 34% bezogen auf 2005 (~ 78,6 PJ).

Der Verbrauch der Industrieöfen stagnierte von 1997 bis 2002. 2003 gab es einen deutlichen Anstieg, 2004 einen „Rückfall“. Die Jahre 2002, 2004, 2005 und 2006 liegen beinahe auf einer Geraden mit einer Steigung von 2,9 PJ/a. In den Jahren 2020 bzw. 2050 würden sich die Verbräuche auf $EE_{IÖ,20} = 191,9PJ$ bzw. $EE_{IÖ,50} = 278,9PJ$ belaufen. Das entspricht Zunahmen von über 29% bzw. knapp 88%, bezogen auf 2005 (~ 148,4 PJ).

Der Verbrauch in der Nutzenergiekategorie Standmotoren zeigt eine stetige Zunahme, auch wenn die Kurve gegen Ende (also 2004 bis 2006) merklich abflacht. Der mittlere Verbrauchsanstieg liegt bei rund 4,9 PJ/a. Eine lineare Extrapolation mit dieser „Steigung“ ergibt die Werte $EE_{SM,20} = 228,9PJ$ für 2020 und $EE_{SM,50} = 375,9PJ$ für 2050. Bezogen auf 2005 (~ 155,4 PJ) entsprechen diese Verbrauchszahlen Zunahmen von über 47% bzw. knapp 142%.

Schließlich steigt auch der Verbrauch für elektrochemische Zwecke, wenn auch nicht annähernd gleichmäßig. Ausgehend von verbrauchten 1,8 PJ im Jahr 2005 und einer jährlichen Zunahme von 0,06 PJ würden sich die Werte $EE_{ecZ,20} = 2,7PJ$ für 2020 und $EE_{ecZ,50} = 4,5PJ$ für 2050 ergeben. Das entspricht Zuwächsen in Höhe von 50% bzw. 150%.

Die „Trendverbräuche“ nach Nutzenergiekategorien ergeben in Summe einen Verbrauch 2020 von $EE_{20}^{NEK} = 1.446,1PJ$ und 2050 von $EE_{50}^{NEK} = 2.167,9PJ$. Diese Summen liegen noch einmal knapp über jenen der „Trendverbräuche“ nach Sektoren und entsprechen Zunahmen von über 33% bzw. beinahe 100%.

Nachstehende Tabelle fasst die Ergebnisse der Trendfortschreibung nochmals zusammen.

	2005	2020		2050	
	Absolutwert	Absolutwert	Zunahme in %	Absolutwert	Zunahme in %
EE	1.085,1	1.407,6	30	2.052,6	89
LW	24,4	24,4	0	24,4	0
SGP	310,8	409,8	32	607,8	96
MOB	341,1	518,1	52	872,1	156
DL	135,6	170,1	25	239,1	76
HH	273,3	318,3	16	408,3	49
Σ^{SEK}	1085,1	1.440,7	33	2.151,7	98
TRA	351,0	528,0	50	882,0	151
RW	317,3	365,3	15	461,3	45
BE	32,7	41,7	28	59,7	83
D	78,6	87,6	11	105,6	34
IÖ	148,4	191,9	29	278,9	88
SM	155,4	228,9	47	375,9	142
ecZ	1,8	2,7	50	4,5	150
Σ^{NEK}	1085,1	1.446,1	33	2.167,9	100

Tabelle 10: Ergebnisse der linearen Trendfortschreibung bis 2020 bzw. 2050 (Absolutwerte in PJ)

2.4 Stromverbrauch

Strom ist nicht nur ein hochwertiger Energieträger, sondern auch äußerst vielseitig einsetzbar. Hinzu kommt, dass viele erneuerbare Energiequellen, wie Wasserkraft, Wind und Photovoltaik Strom produzieren. Deshalb nimmt der Strom unter allen Energieträgern eine herausragende Stelle ein. Folgerichtig wurde dem Stromverbrauch ein eigenes Kapitel gewidmet.

Für den Stromverbrauch wurde das Kürzel Eel verwendet.

2.4.1 Sektoren

2.4.1.1 Landwirtschaft

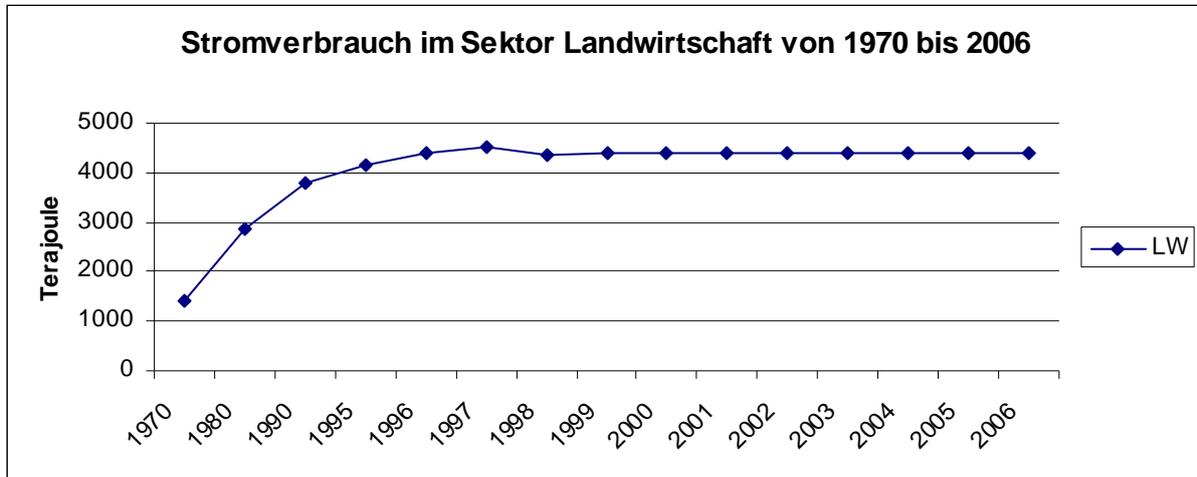


Abbildung 14: Stromverbrauch im Sektor Landwirtschaft von 1970 bis 2006

Hier ist der Verbrauch seit 1999 praktisch konstant, es wurde folglich keine Korrektur vorgenommen. Damit bleibt der Wert auf

$$Eel_{LW,05}^k = 4.389TJ,$$

und die Änderung ist null,

$$\Delta_{Eel}^{LW} = 0TJ.$$

2.4.1.2 Sachgüterproduktion

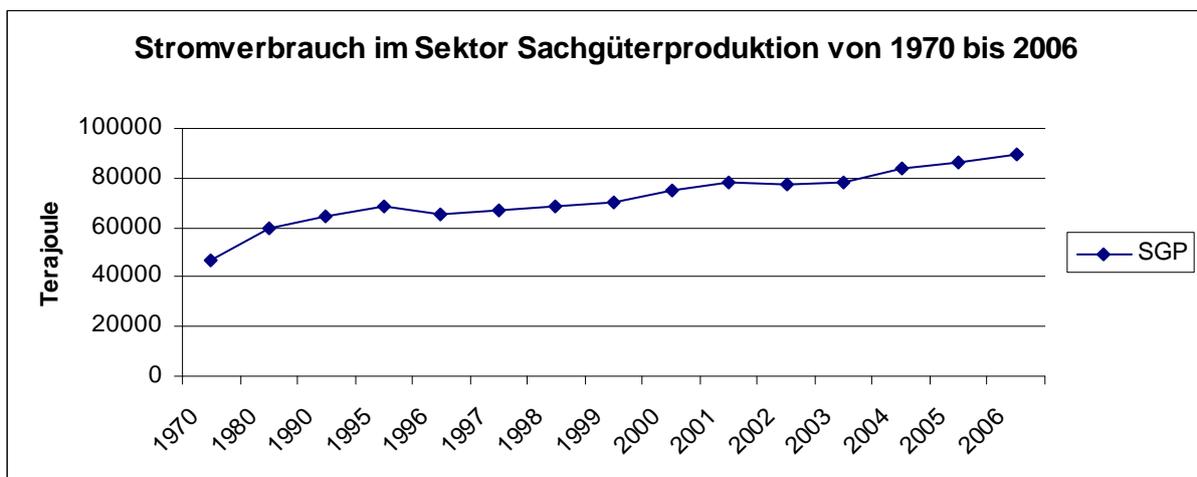


Abbildung 15: Stromverbrauch im Sektor Sachgüterproduktion von 1970 bis 2006

In diesem Sektor steigt der jährliche Verbrauch zumeist an, aber unterschiedlich stark. Für den korrigierten Wert wurde der Querschnitt der Jahre 2004 bis 2006,

$$Eel_{SGP,05}^k = \overline{Eel_{SGP,04} - Eel_{SGP,06}} = 86.801TJ,$$

gewählt, was einer Änderung von

$$\Delta_{Eel}^{SGP} = Eel_{SGP,05}^k - Eel_{SGP,05} = +250TJ$$

entspricht.

2.4.1.3 Mobilität

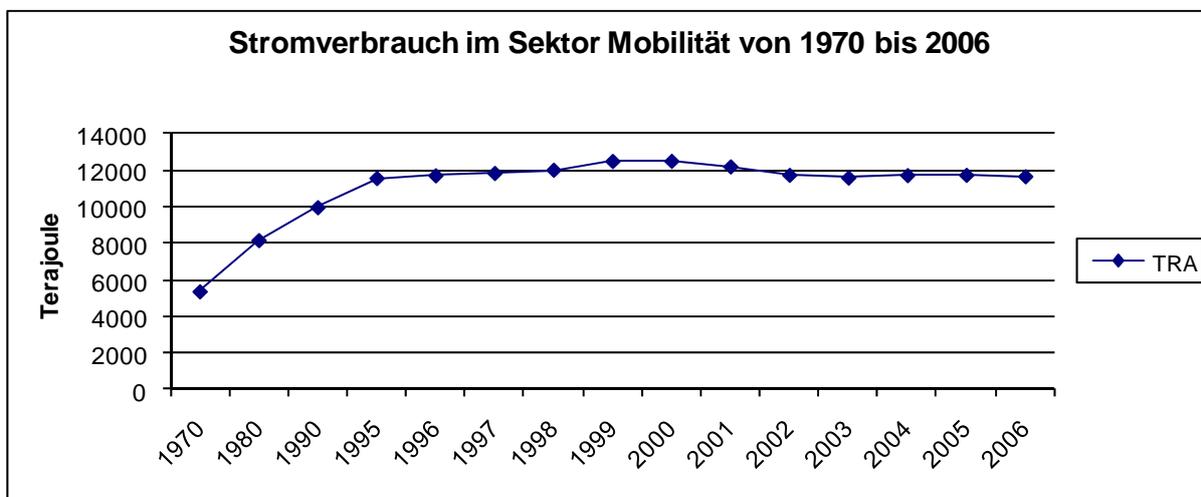


Abbildung 16: Stromverbrauch im Sektor Mobilität von 1970 bis 2006

In diesem Sektor erreichte der Verbrauch sein Maximum in den beiden Jahren 1999 und 2000 und war danach kurz rückläufig. Da die letzten Jahre keine Zu- oder Abnahme erkennen lassen, wurde auch hier der Querschnitt der Jahre 2004 bis 2006,

$$Eel_{MOB,05}^k = \overline{Eel_{MOB,04} - Eel_{MOB,06}} = 11.715TJ,$$

als Korrekturwert gewählt. Die vorgenommene Änderung beträgt

$$\Delta_{Eel}^{MOB} = Eel_{MOB,05}^k - Eel_{MOB,05} = -29TJ.$$

2.4.1.4 Dienstleistungsbereich

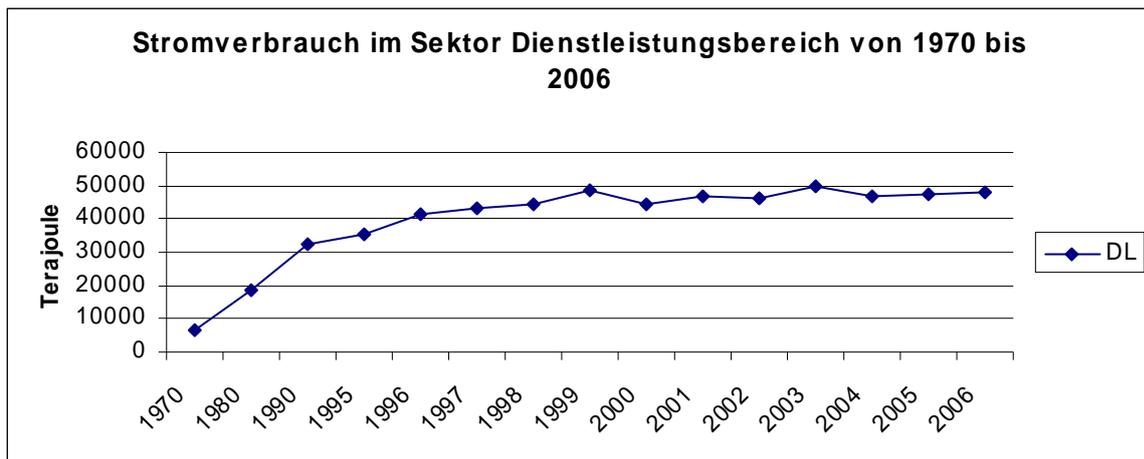


Abbildung 17: Stromverbrauch im Sektor Dienstleistungsbereich von 1970 bis 2006

Hier ist der Verbrauch i. a. steigend, auf Jahre besonders starken Zuwachses wie 1999, 2001 und 2003 folgten jedoch auch immer wieder Abnahmen. Da jedoch die Jahre 2000, 2002 und 2004 annähernd auf einer Geraden liegen, und die Werte 2005 und 2006 nur knapp darüber, wurde der Stromverbrauch von 2005 auf diese Gerade korrigiert, und zwar als

$$Eel_{DL,05}^k = Eel_{DL,04} + \frac{1}{2} (Eel_{DL,04} - Eel_{DL,02}) = 47.212TJ.$$

Die Änderung beläuft sich dabei auf

$$\Delta_{Eel}^{DL} = Eel_{DL,05}^k - Eel_{DL,05} = -172TJ.$$

Wie in obenstehender Abbildung zu erkennen ist, und wie auch bereits erwähnt wurde, war der Stromverbrauch im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2003 außergewöhnlich hoch. Deshalb musste hier von der üblichen Formel für die lineare Extrapolation abgegangen und obige Formel verwendet werden.

2.4.1.5 Private Haushalte

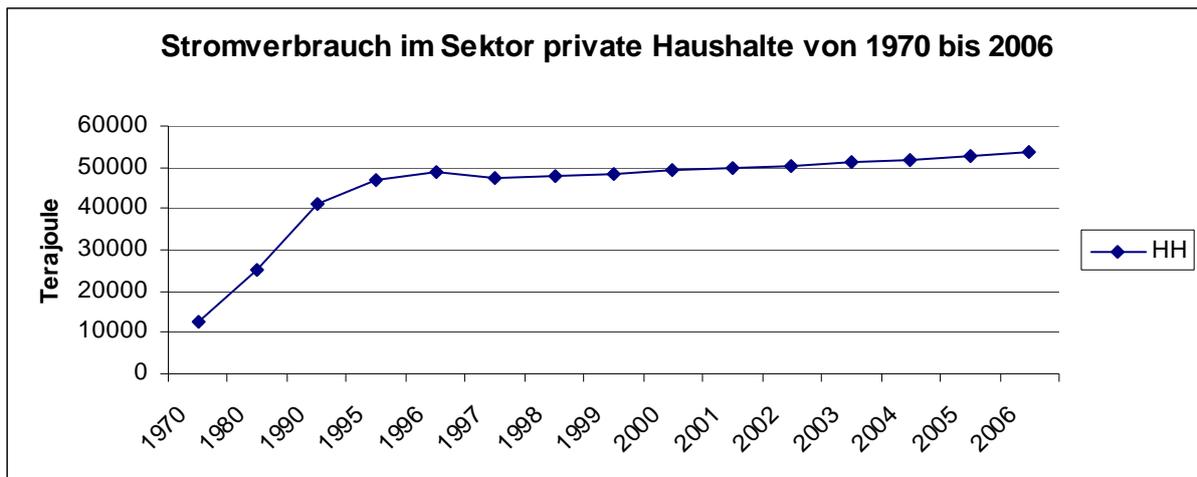


Abbildung 18: Stromverbrauch im Sektor private Haushalte von 1970 bis 2006

Interessanterweise schlägt sich im Stromverbrauch der Haushalte die HGT-Statistik nicht nieder. Der Verbrauch steigt stetig und so gleichmäßig, dass der Wert 2005 nicht korrigiert wurde. Damit bleibt er auf

$$Eel_{HH,05}^k = 52.783TJ.$$

Die Änderung beträgt demgemäß null,

$$\Delta_{Eel}^{HH} = 0TJ.$$

2.4.1.6 Gesamt

Für den korrigierten Stromverbrauch 2005 nach Sektoren ergibt sich somit

$$Eel_{SEK,05}^k = 202.900TJ,$$

was einer Änderung von

$$\Delta_{Eel}^{SEK} = Eel_{SEK,05}^k - Eel_{05} = +49TJ$$

entspricht.

Die Korrekturen sind in nachfolgender Tabelle nochmals übersichtlich zusammengefasst.

	Verbrauch 05	Verbrauch 05 ^k	Differenz
LW	4.389	4.389	0
SGP	86.551	86.801	+250
MOB	11.744	11.715	-29
DL	47.384	47.212	-172
HH	52.783	52.783	0
<i>Eel</i> _{SEK}	202.851	202.900	+49

Tabelle 11: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)

2.4.2 Nutzenergiekategorien

2.4.2.1 Traktion

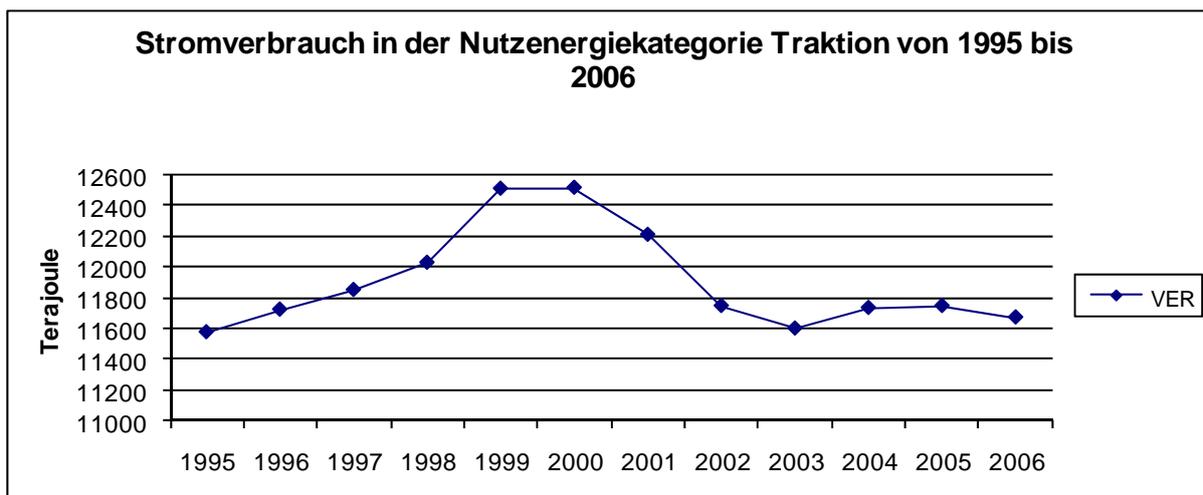


Abbildung 19: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Traktion von 1995 bis 2006

Der Stromverbrauch in der Kategorie Traktion ist ident mit jenem im Sektor Mobilität, was selbstverständlich die gleiche Korrektur bzw. Änderung bewirkt, also

$$Eel_{TRA,05}^k = \overline{Eel_{TRA,04}} - \overline{Eel_{TRA,06}} = 11.715TJ,$$

und

$$\Delta_{Eel}^{TRA} = Eel_{TRA,05}^k - Eel_{TRA,05} = -29TJ.$$

2.4.2.2 Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser

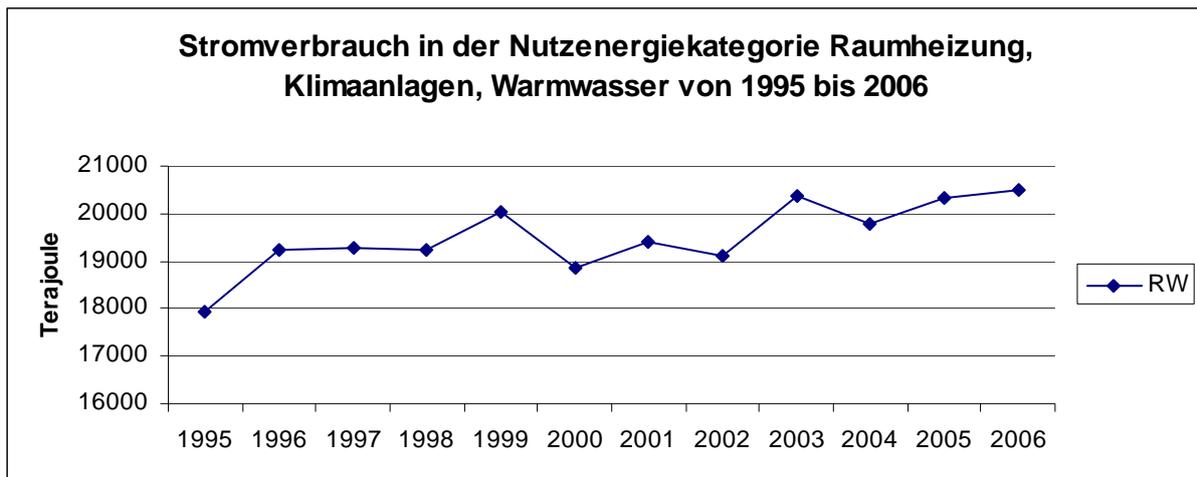


Abbildung 20: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser von 1995 bis 2006

Für die starken Schwankungen im Verbrauch dieser Nutzenergiekategorie ist zumindest zum Teil die HGT-Statistik verantwortlich. Da auch im langjährigen Durchschnitt nur ein leichter Anstieg zu erkennen ist, wurde bei der Korrektur hauptsächlich der HGT-Bereinigung Rechnung getragen, und zwar in Form eines Querschnitts der beiden „kalten“ Jahre 2003 und 2005 sowie der beiden „warmen“ Jahre 2004 und 2006,

$$Eel_{RW,05}^k = \overline{Eel_{RW,03} - Eel_{RW,06}} = 20.248TJ.$$

Die Änderung beträgt

$$\Delta_{Eel}^{RW} = Eel_{RW,05}^k - Eel_{RW,05} = -71TJ.$$

2.4.2.3 Beleuchtung & EDV

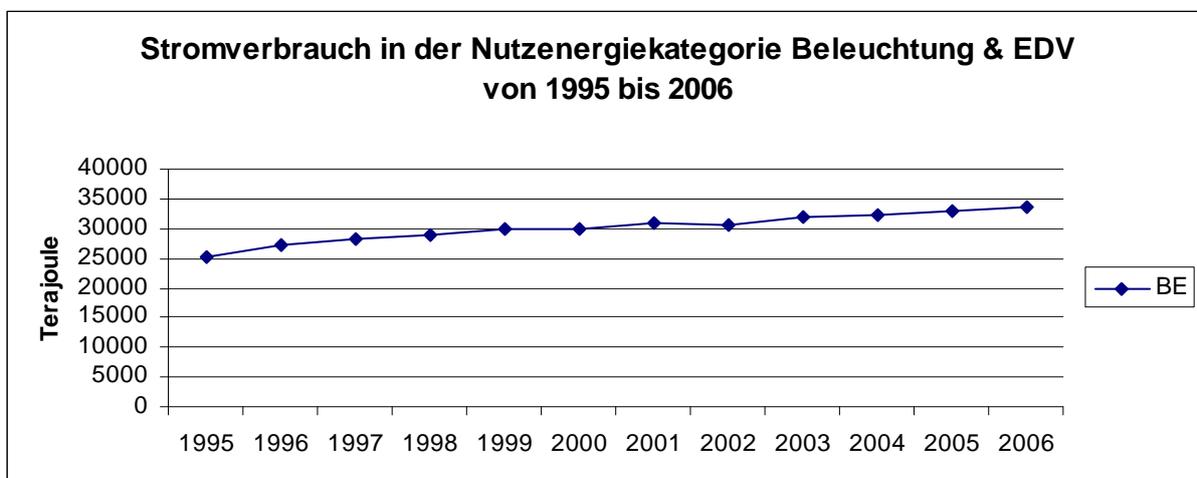


Abbildung 21: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV von 1995 bis 2006

Die Deckung des Bedarfs für Beleuchtung und EDV erfolgt offensichtlich zur Gänze durch Strom, weshalb hier die Korrektur aus Kapitel 2.3.2 übernommen wird, also

$$Eel_{BE,05}^k = Eel_{BE,04} + (Eel_{BE,04} - Eel_{BE,03}) = 32.661TJ,$$

und

$$\Delta_{Eel}^{BE} = Eel_{BE,05}^k - Eel_{BE,05} = -194TJ.$$

2.4.2.4 Dampferzeugung

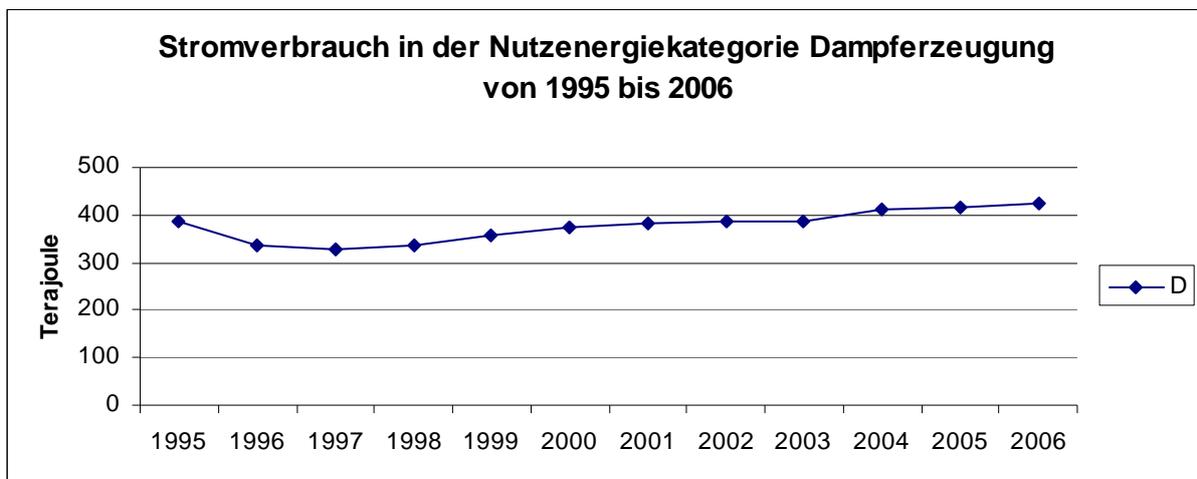


Abbildung 22: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Dampferzeugung von 1995 bis 2006

In dieser Nutzenergiekategorie verläuft der Verbrauchsanstieg zumeist sehr flach, wird aber teilweise von Jahren höheren Anstiegs unterbrochen. Danach setzt sich der flache Trend wieder fort. Nun ist zwar das Jahr 2004 einer dieser „Ausreißer“, danach ist aber wieder nur ein sanfter Anstieg des Verbrauchs bemerkbar. Deshalb wurde hier keine Korrektur vorgenommen, der Wert für 2005 also auf

$$Eel_{D,05}^k = 415TJ$$

belassen. Folglich ist auch die Änderung

$$\Delta_{Eel}^D = 0TJ.$$

2.4.2.5 Industrieöfen

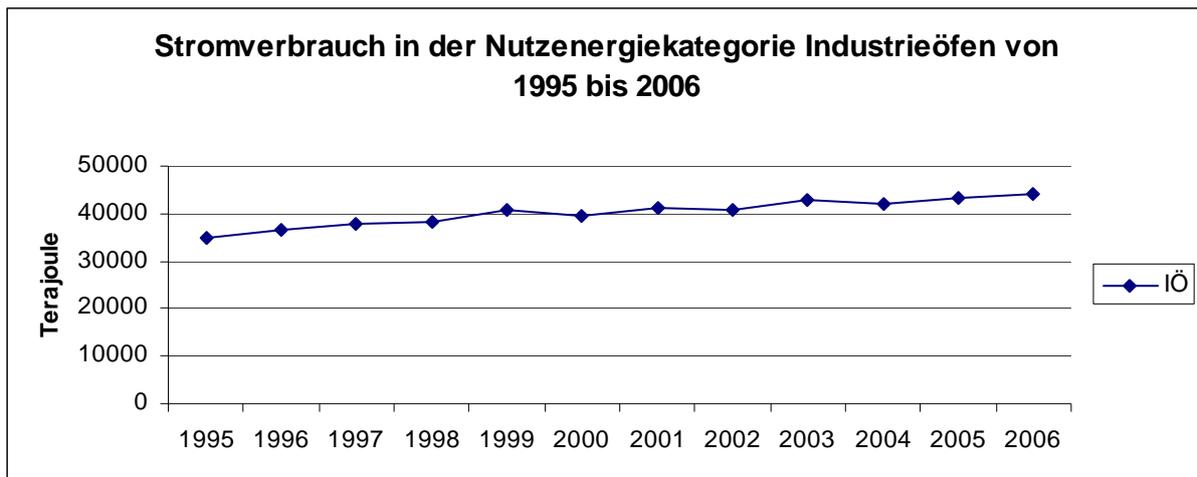


Abbildung 23: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen von 1995 bis 2006

Der Verbrauch der Industrieöfen zeigt grundsätzlich einen Anstieg, wobei zu bemerken ist, dass auf Jahre starken Zuwachses regelmäßig eine Abnahme im Folgejahr zu beobachten ist. Unter Vernachlässigung der „Ausreißer“ ergibt sich damit eine flache Kurve und der Wert für 2005 wurde folglich auf den Querschnitt der Jahre 2004 bis 2006 korrigiert,

$$Eel_{IÖ,05}^k = \overline{Eel_{IÖ,04} - Eel_{IÖ,06}} = 43.192TJ.$$

Die Änderung beträgt

$$\Delta_{Eel}^{IÖ} = Eel_{IÖ,05}^k - Eel_{IÖ,05} = -93TJ.$$

2.4.2.6 Standmotoren

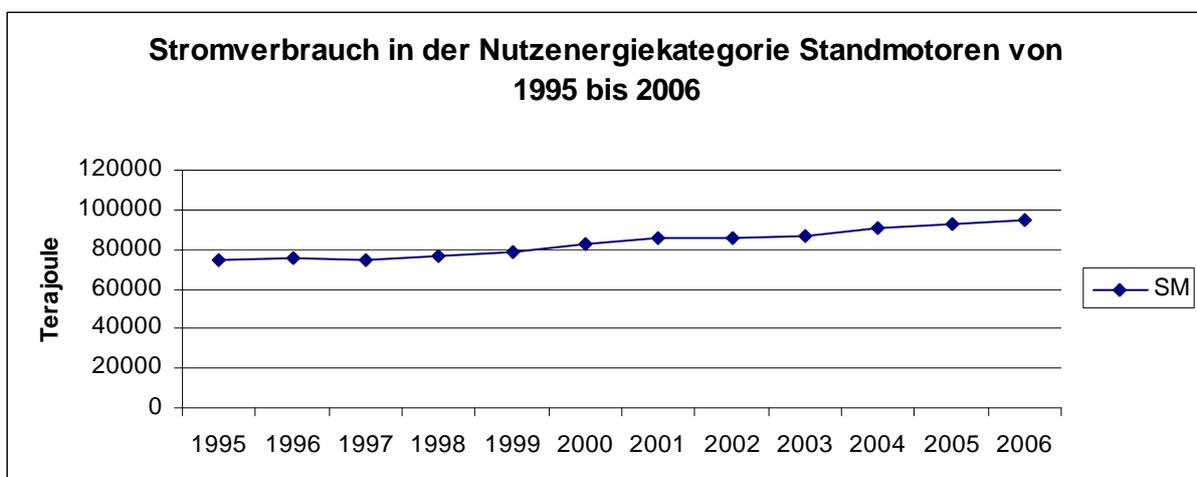


Abbildung 24: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Standmotoren von 1995 bis 2006

Hier verläuft die Entwicklung des Verbrauchs meist einigermaßen linear, in manchen Jahren tritt auch ein verstärkter Zuwachs auf. Um auf diese „Linearität“ Rücksicht zu nehmen, wurde der Wert für 2005 auf

$$Eel_{SM,05}^k = \overline{Eel_{SM,04} - Eel_{SM,06}} = 92.866TJ,$$

also auf den Querschnitt der Jahre 2004 bis 2006 korrigiert. Die erfolgte Änderung beträgt

$$\Delta_{Eel}^{SM} = Eel_{SM,05}^k - Eel_{SM,05} = +411TJ.$$

2.4.2.7 Elektrochemische Zwecke

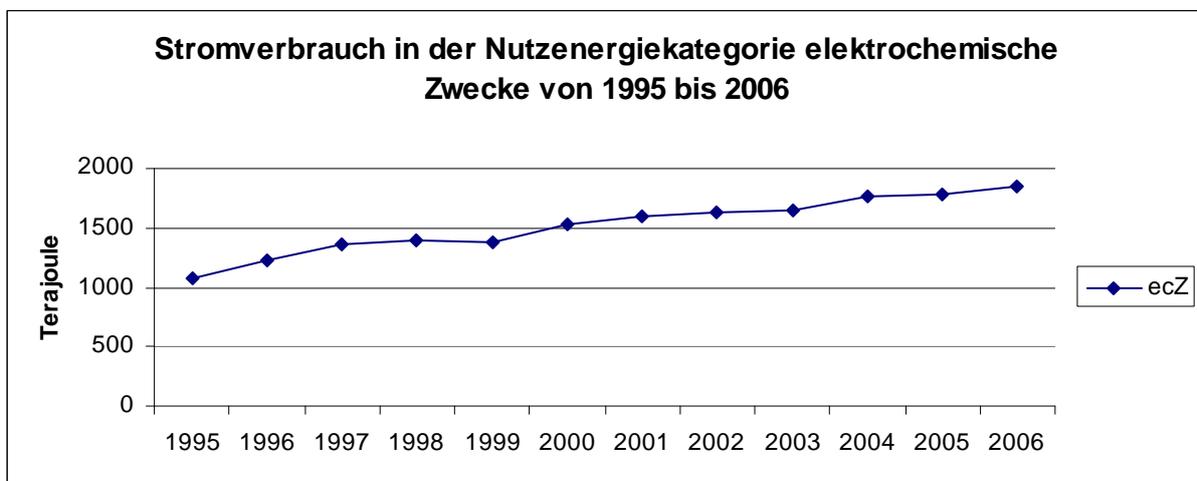


Abbildung 25: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie elektrochem. Zwecke von 1995 bis 2006

Auch hier ist der Stromverbrauch ident mit dem energetischen Endverbrauch, weshalb die Korrektur des Kapitels 2.3.2 übernommen wird, also

$$Eel_{ecZ,05}^k = \frac{1}{2}(Eel_{ecZ,04} + Eel_{ecZ,06}) = 1.812TJ,$$

und

$$\Delta_{Eel}^{ecZ} = Eel_{ecZ,05}^k - Eel_{ecZ,05} = +32TJ.$$

2.4.2.8 Gesamt

Der korrigierte Stromverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien beträgt damit

$$Eel_{NEK,05}^k = 202.909TJ.$$

Er liegt damit um 9 TJ über $Eel_{SEK,05}^k$, und das obwohl die Summe der Änderungen nur

$$\Delta_{Eel}^{NEK} = +56TJ$$

beträgt, der Unterschied also nur 7 TJ betragen sollte. Grund dafür sind laut Statistik Austria rechnerisch bedingte Rundungsdifferenzen. Zwar liegen diese im Bereich von nur 0,001%. Warum sie allerdings nicht korrigiert wurden, obwohl auch die Bilanzen des Öfteren sogar rückwirkend geändert werden, bleibt offen.

	Verbrauch 05	Verbrauch 05 ^k	Differenz
TRA	11.744	11.715	-29
RW	20.319	20.248	-71
BE	32.855	32.661	-194
D	415	415	0
IÖ	43.285	43.192	-93
SM	92.455	92.866	+411
ecZ	1.780	1.812	+32
Eel_{NEK}^k	202.853	202.909	+56

Tabelle 12: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)

2.4.3 Ergebnis

Wie bereits erwähnt, führten auch für den Stromverbrauch die vorgenommenen Änderungen zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen zwischen dem nach Sektoren gegliederten Stromverbrauch und jenem nach Nutzenergiekategorien. Die Differenz beträgt jedoch nicht ganz 0,005% des gesamten Stromverbrauchs und ist daher tolerabel. Für die Einteilung in eine Matrix analog Kapitel 2.3.3 wurden dennoch folgende Änderungen vorgenommen:

$$\begin{array}{lcl}
 Eel_{SGP,05}^k = 86.801TJ & \xrightarrow{+1TJ} & Eel_{SGP,05}^k = 86.802TJ \\
 Eel_{DL,05}^k = 47.212TJ & \xrightarrow{+1TJ} & Eel_{DL,05}^k = 47.213TJ \\
 Eel_{SM,05}^k = 92.866TJ & \xrightarrow{-7TJ} & Eel_{SM,05}^k = 92.859TJ;
 \end{array}$$

Alle drei Änderungen liegen dabei deutlich unter 0,01%.

	TRA	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	Σ
LW	-----	832	873	-----	1.083	1.591	10	4.389
SGP	-----	1.728	10.875	415	16.853	55.132	1.799	86.802
MOB	11.715	-----	-----	-----	-----	-----	-----	11.715
DL	-----	8.970	13.806	-----	16.405	8.029	3	47.213
HH	-----	8.718	7.107	-----	8.851	28.107	-----	52.783
Σ	11.715	20.248	32.661	415	43.192	92.859	1.812	202.902

Tabelle 13: Korrigierter Stromverbrauch [TJ] 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren

korrigierter Stromverbrauch 2005 nach Sektoren und Nutzenergiekategorien

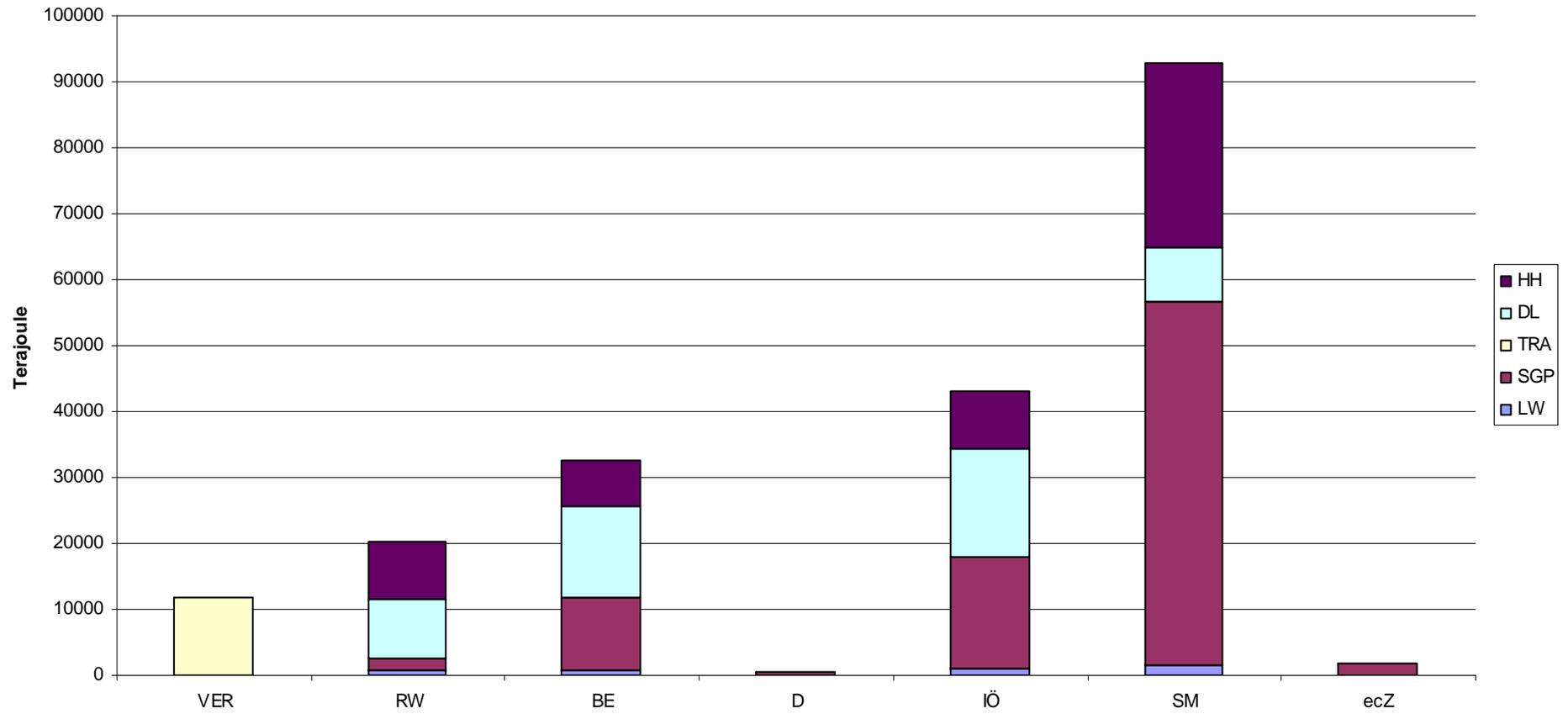


Abbildung 26: Korrigierter Stromverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren

2.4.4 Trends der bisherigen Entwicklung

Der gesamte Stromverbrauch steigt, speziell seit dem Jahr 2002 ziemlich linear, mit einer Zunahme von 4,4 PJ/a. Eine lineare Fortschreibung würde zu einem Stromverbrauch von $Eel_{20} = 268,9PJ$ im Jahr 2020 und von $Eel_{50} = 400,9PJ$ im Jahr 2050 führen. Bezogen auf den korrigierten Stromverbrauch 2005 (~ 202,9 PJ) entspricht das Zunahmen von knapp 33% bis 2020 und knapp 98% bis 2050.

Im Sektor Landwirtschaft ist der Stromverbrauch in den letzten Jahren so konstant, dass keine Änderung zu erwarten ist. Unter dieser Annahme würde der Stromverbrauch in diesem Sektor auch in den Jahren 2020 und 2050 rund 4,4 PJ betragen.

Im Sektor Sachgüterproduktion steigt der Stromverbrauch durchschnittlich mit 2,8 PJ/a an, teilweise gibt es aber auch Zunahmen von bis zu 6 PJ/a. Extrapoliert man hier ausgehend vom korrigierten Verbrauch 2005 (~ 86,8 PJ) linear mit 2,8 PJ/a, so erhält man die Werte $Eel_{SGP,20} = 128,8PJ$ und $Eel_{SGP,50} = 212,8PJ$. Diese Zahlen entsprechen Zunahmen in der Höhe von über 48% bzw. über 145%.

Im Sektor Mobilität schwankt der Stromverbrauch zwar merklich, es gibt allerdings keine eindeutigen Anzeichen, weder für eine Zu- noch für eine Abnahme. Deshalb wurde auch in diesem Sektor der korrigierte Stromverbrauch von 2005 als „Trendfortschreibung“ betrachtet, also die Verbräuche 2020 und 2050 mit 11,7 PJ angenommen.

Im Sektor Dienstleistungsbereich steigt der Stromverbrauch, und zwar um rund 0,6 PJ/a. Eine lineare Extrapolation dieses Trends würde die Verbräuche $Eel_{DL,20} = 56,2PJ$ im Jahr 2020 und $Eel_{DL,50} = 74,2PJ$ im Jahr 2050 ergeben. Das entspricht Zunahmen von rund 19% bzw. gut 57%, bezogen auf 2005 (~ 47,2 PJ Verbrauch).

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte zeigt einen konstanten Anstieg von rund 0,8 PJ/a. Extrapoliert man ausgehend von 52,8 PJ ($= Eel_{HH,05}^k$) linear, erhält man die Verbräuche $Eel_{HH,20} = 64,8PJ$ und $Eel_{HH,50} = 88,8PJ$. Diese Werte würden Zunahmen von knapp 23% bis 2020 und über 68% bis 2050 bedeuten.

Der „Trendstromverbrauch“ nach Sektoren würde sich damit zu $Eel_{20}^{SEK} = 265,9PJ$ im Jahr 2020 und zu $Eel_{50}^{SEK} = 391,9PJ$ im Jahr 2050 ergeben. Diese beiden Werte liegen unter den

„direkt extrapolierten“ Werten für den gesamten Stromverbrauch. Dennoch würden sie Zunahmen von 31% und 93% bedeuten.

Für die Nutzenergiekategorie Traktion gilt wieder dasselbe wie für den Sektor Mobilität, es wurden also die Werte $Eel_{TRA,20} = 11,7PJ$ und $Eel_{TRA,50} = 11,7PJ$ beibehalten.

Der Stromverbrauch für Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser zeigt – wie bereits erwähnt – starke Schwankungen, als deren Hauptursache die HGT-Statistik angenommen wird. Langjährige Durchschnitte sowie Verbrauchsänderungen von „warmen auf warme“ bzw. von „kalten auf kalte“ Jahre zeigen jedoch eine Zunahme von rund 0,2 PJ/a. Extrapoliert man dieses Wachstum ausgehend von 2005 (~ 20,2 PJ) bis 2020 erhält man den Stromverbrauch von $Eel_{RW,20} = 23,2PJ$. Lineare Extrapolation bis 2050 führt zu $Eel_{RW,50} = 29,2PJ$. Diese beiden Werte würden Zunahmen von knapp 15% bzw. knapp 45% bedeuten.

Da der gesamte Energieverbrauch der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV mit Strom gedeckt wird, können hier die Ergebnisse des Unterkapitels 2.3.4 übernommen werden. Ausgehend vom korrigierten Verbrauch in Höhe von rund 32,7 PJ würde die lineare Extrapolation mit 0,6 PJ/a die Verbrauchswerte $Eel_{BE,20} = 41,7PJ$ und $Eel_{BE,50} = 59,7PJ$ ergeben. Das entspricht Zunahmen von rund 28% bzw. knapp 83%.

Der Stromverbrauch zur Dampferzeugung ist seit 1997 unterschiedlich stark aber doch kontinuierlich steigend. Langjährige Durchschnitte zeigen Zunahmen von 8 bis 9 TJ/a. Ausgehend von 0,4 PJ im Jahr 2005 ergibt eine lineare Extrapolation Verbräuche von $Eel_{D,20} = 0,5PJ$ und $Eel_{D,50} = 0,8PJ$. Das entspricht Zunahmen von 25% bzw. 100%.

Die Nutzenergiekategorie Industrieöfen zeigt eine einigermaßen lineare Entwicklung, überlagert von Jahren stärkeren Zuwachses. Auf diese Zunahmen folgen jedoch immer Abnahmen, und zwar derart, dass die Jahre 1998, 2000, 2002 und 2004 bis 2006 annähernd auf einer Geraden liegen. Der jährliche Zuwachs beträgt rund 0,9 PJ. Diese Wachstumsrate würde von den 43,2 PJ im Jahr 2005 zu $Eel_{IÖ,20} = 56,7PJ$ und $Eel_{IÖ,50} = 83,7PJ$ führen. Das entspricht Zunahmen von 31% und 94%.

Die durchschnittlichen Anstiegsraten im Stromverbrauch der Nutzenergiekategorie Standmotoren liegen zwischen 1,8 PJ/a und 3,0 PJ/a. Für die lineare Extrapolation wurde

deshalb der Wert 2,4 PJ/a gewählt. Ausgehend von 92,9 PJ im Jahr 2005 ergeben sich damit Werte von $Eel_{SM,20} = 128,9PJ$ und $Eel_{SM,50} = 200,9PJ$, was Zunahmen in Höhe von knapp 39% bzw. gut 116% entspricht.

Für die Nutzenergiekategorie elektrochemische Zwecke gilt dasselbe wie für die Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV, d. h. der Energieverbrauch wird zur Gänze mit Strom gedeckt, und die Ergebnisse des Unterkapitels 2.3.4 können übernommen werden. Ausgehend von verbrauchten 1,8 PJ im Jahr 2005 und einer durchschnittlichen Zunahme von 0,06 PJ/a ergeben sich die Verbräuche $Eel_{ecZ,20} = 2,7PJ$ und $Eel_{ecZ,50} = 4,5PJ$. Das wären Zunahmen von 50% bis 2020 und von 150% bis 2050.

Summiert man die extrapolierten Verbräuche der Nutzenergiekategorien in den Jahren 2020 und 2050 auf, so ergeben sich die Werte von $Eel_{20}^{NEK} = 265,4PJ$ und $Eel_{50}^{NEK} = 390,5PJ$. Das würde Zunahmen von 31% bis 2020 und gut 92% bis 2050 bedeuten. Auch diese beiden Werte liegen unter den Ergebnissen der linearen Extrapolation für den gesamten Stromverbrauch, aber sehr nahe an den Werten, die durch die Extrapolation in den Sektoren erzielt wurden.

Tabelle 14 fasst die Ergebnisse dieses Kapitels nochmals in übersichtlicher Form zusammen.

	2005	2020		2050	
	Absolutwert	Absolutwert	Zunahme in %	Absolutwert	Zunahme in %
Eel	202,9	268,9	33	400,9	98
LW	4,4	4,4	0	4,4	0
SGP	86,8	128,8	48	212,8	145
MOB	11,7	11,7	0	11,7	0
DL	47,2	56,2	19	74,2	57
HH	52,8	64,8	23	88,8	68
Σ^{SEK}	202,9	265,9	31	391,9	93
TRA	11,7	11,7	0	11,7	0
RW	20,2	23,2	15	29,2	45
BE	32,7	41,7	28	59,7	83
D	0,4	0,5	25	0,8	100
IÖ	43,2	56,7	31	83,7	94
SM	92,9	128,9	39	200,9	116
ecZ	1,8	2,7	50	4,5	150
Σ^{NEK}	202,9	265,4	31	390,5	92

Tabelle 14: Ergebnisse der linearen Trendfortschreibung bis 2020 bzw. 2050 (Absolutwerte in PJ)

2.5 Energieflussbild

Dieses Kapitel soll die Aufbringung der Primärenergie darstellen. Da die Korrekturen sowohl des energetischen Endverbrauchs als auch des Stromverbrauchs bereits zur Verfügung standen, war es naheliegend, sich dabei am Energieflussbild Österreich 2005 von der Österreichischen Energieagentur zu orientieren. Es wurden also die korrigierten Verbräuche der Nutzenergiekategorien bis auf die Aufkommenseite zurück gerechnet. Das geschah unter folgenden Annahmen:

1. Das Verhältnis von Nutzenergie zu Verlusten wurde für jede Nutzenergiekategorie beibehalten, also gegenüber dem Energieflussbild 2005 nicht geändert.
2. Die energetischen End- und Stromverbräuche der Nutzenergiekategorien wurden aus den entsprechenden Kapiteln übernommen. Die Differenz (d. h. $EE_{05}^k - Eel_{05}^k$) wurde anteilmäßig, also gemäß der prozentualen Verteilung laut Energieflussbild 2005, auf die übrigen Energieträgerklassen aufgeteilt.
3. Die Korrektur des Stromverbrauchs ist relativ gering (geht man vom Mittelwert der Verbräuche nach Sektoren bzw. Nutzenergiekategorien aus [diese unterscheiden sich um 2 TJ], so beträgt die Korrektur 50 TJ). Sie wurde zur Gänze den Importen zugeschrieben.
4. Aus Annahme 3 folgt, dass die Umwandlungseinsätze (und damit natürlich auch Umwandlungsausstöße und Umwandlungsverluste) der thermischen Kraftwerke, der Wasserkraftwerke und der Kraftwärmekopplungsanlagen nicht geändert wurden.
5. Eine Konsequenz der 4. Annahme wiederum ist, dass der geringere Bedarf an Fernwärme allein in Heizwerken „eingespart“ wurde.
6. Der nichtenergetische Verbrauch, der Verbrauch des Sektors Energie, die Transportverluste und die Exporte wurden als gleichbleibend angenommen. Auch die Menge Gas, die 2005 eingelagert wurde, wurde nicht geändert.
7. Umwandlungseinsatz, -ausstoß und -verluste in Hochöfen, Kokerei und Raffinerien wurden ebenfalls beibehalten.
8. Auf der Aufkommenseite wurde angenommen, dass die inländische Erzeugung von Rohenergie sich nicht ändert. Die errechneten Korrekturen wurden also anteilmäßig auf die Importe und die Lagerentnahmen aufgeteilt.

Da, wie bereits vorstehend erwähnt, dem Energieflussbild Österreich 2005 eine ältere Energiebilanz zugrunde liegt als dieser Arbeit, muss darauf hingewiesen werden, dass sich

obige Annahmen – sofern sie absolute Zahlenwerte betreffen – nicht auf das Energieflussbild beziehen, sondern eben auf die Energiebilanz vom 14.12.2007. Nachstehende Abbildung zeigt das korrigierte Energieflussbild für das Basisjahr.

ENERGIEFLUSSBILD ÖSTERREICH 2005

in TJ auf Basis Energiebilanz 2005

Quellen: Statistik Austria, Österreichische Energieagentur, eigene Berechnungen

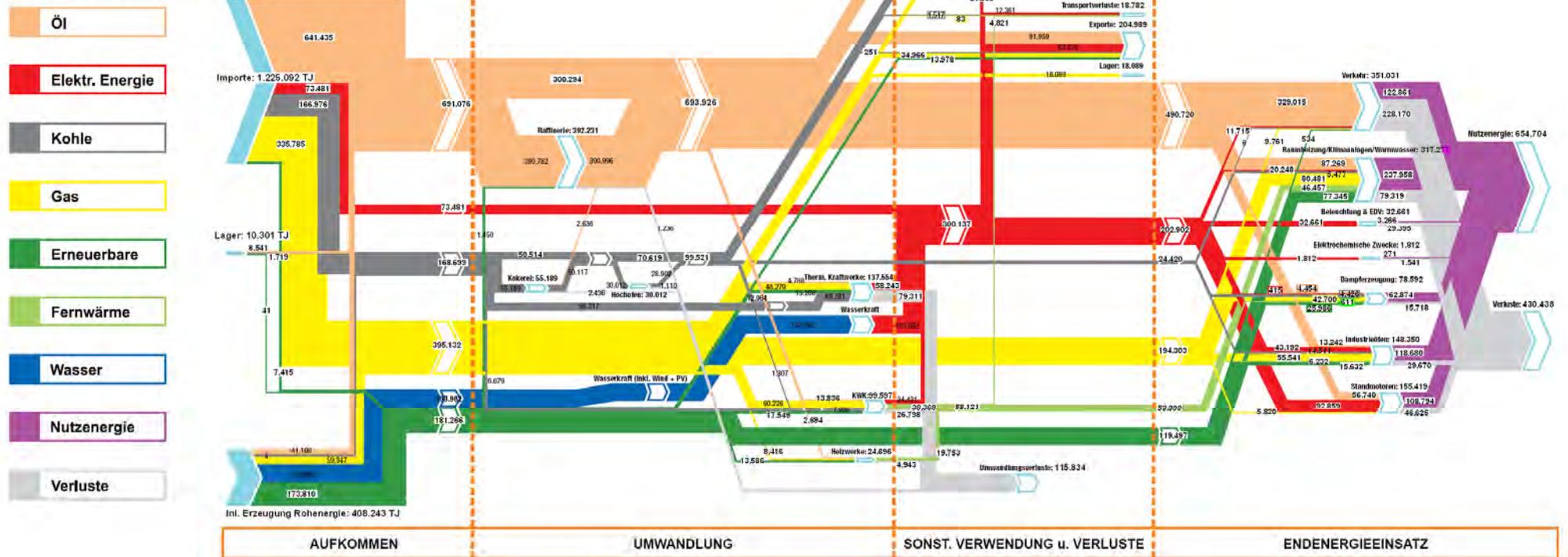


Abbildung 27: Korrigiertes Energieflussbild Österreich 2005 – Basisjahr

Um einen Vergleich mit dem Jahr 2005 zu ermöglichen, fasst nachstehende Tabelle die Aufkommenseite und ihre Korrektur nochmals zusammen. Darin steht Wasser für die Summe aus Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik. Weiters ist festzuhalten, dass sich die Prozentangaben auf die Gesamtsumme beziehen. Dabei kommt es durch Rundungsfehler zu Abweichungen der Prozentanteile der Zwischensummen und der einzelnen Energieträger.

		2005		2005 ^k	
		Absolutwert	in %	Absolutwert	in %
Importe	Öl	646.162	39,0	641.435	39,0
	Strom	73.431	4,4	73.481	4,5
	Kohle	167.213	10,1	166.976	10,2
	Gas	339.585	20,5	335.785	20,4
	Erneuerbare	11.876	0,7	7.415	0,5
	Wasser	-----	-----	-----	-----
	Summe	1.238.267	74,7	1.225.092	74,5
Lager	Öl	8.604	0,5	8.541	0,5
	Strom	-----	-----	-----	-----
	Kohle	1.721	0,1	1.719	0,1
	Gas	-----	-----	-----	-----
	Erneuerbare	65	0,0	41	0,0
	Wasser	-----	-----	-----	-----
	Summe	10.390	0,6	10.301	0,6
inländische Erzeugung	Öl	41.100	2,5	41.100	2,5
	Strom	-----	-----	-----	-----
	Kohle	4	0,0	4	0,0
	Gas	59.347	3,6	59.347	3,6
	Erneuerbare	173.810	10,5	173.810	10,6
	Wasser	133.982	8,1	133.982	8,2
	Summe	408.243	24,7	408.243	24,8
Summe	Öl	695.866	42,0	691.076	42,0
	Strom	73.431	4,4	73.481	4,5
	Kohle	168.938	10,2	168.699	10,3
	Gas	398.932	24,1	395.132	24,0
	Erneuerbare	185.751	11,2	181.266	11,0
	Wasser	133.982	8,1	133.982	8,2
Gesamtsumme		1.656.900	100,0	1.643.636	100,0

Tabelle 15: Aufkommen 2005 und korrigiertes Aufkommen 2005 (Absolutwerte in Terajoule)

Ein wichtiger Posten von Energiebilanzen ist der Bruttoinlandsverbrauch. Er ist aus dem Energieflussbild nicht direkt ablesbar, berechnet er sich doch von der Aufkommenseite her nach der Formel

$$\begin{aligned}
 & \text{inländische Erzeugung Rohenergie} \\
 & + \text{Importe} \\
 & \pm \text{Lager} \\
 & \underline{- \text{Exporte}} \\
 & \text{Bruttoinlandsverbrauch.}
 \end{aligned}$$

Um den Bruttoinlandsverbrauch berechnen zu können, werden einerseits Daten hinsichtlich der Exporte benötigt, andererseits muss auch berücksichtigt werden, dass 2005 18.089 Terajoule Gas eingelagert wurden, die ebenfalls abzuziehen sind. Mit den Exporten laut nachstehender Tabelle

	Exporte
Öl	91.959
Strom	63.835
Kohle	251
Gas	34.966
Erneuerbare	13.978
Summe	204.989

Tabelle 16: Energieexporte [TJ] 2005

ergibt sich der korrigierte Bruttoinlandsverbrauch 2005 zu 1.420.558 Terajoule. Der Bruttoinlandsverbrauch 2005 betrug 1.433.822 Terajoule, war also um 13.264 Terajoule höher als der korrigierte. Nachstehende Tabelle enthält – gegliedert nach den Energieträgerklassen – den Bruttoinlandsverbrauch 2005, den korrigierten Bruttoinlandsverbrauch 2005 und die Differenz der beiden.

	2005		2005 ^k		Δ
	Absolutwert	in %	Absolutwert	in %	
Öl	603.907	42,1	599.117	42,2	- 4.790
Strom	9.596	0,7	9.646	0,7	50
Kohle	168.687	11,8	168.448	11,9	- 239
Gas	345.877	24,1	342.077	24,1	-3.800
Erneuerbare	171.773	12,0	167.288	11,8	-4.485
Wasser	133.982	9,3	133.982	9,4	± 0
Summe	1.433.822	100,0	1.420.558	100,1	- 13.264

Tabelle 17: Bruttoinlandsverbrauch 2005 nach Energieträgerklassen (Absolutwerte in Terajoule)

Auffällig ist, dass die Korrektur des Bruttoinlandsverbrauchs mit 13.264 Terajoule kaum höher ausfällt als jene des energetischen Endverbrauchs mit 12.728 Terajoule. Daraus ergibt sich ein Verhältnis

$$\frac{\Delta_{BIV}}{\Delta_{EE}} \approx 1,04,$$

während das Verhältnis von Bruttoinlandsverbrauch zu energetischem Endverbrauch,

$$\frac{BIV}{EE} \approx 1,3. \text{ beträgt.}$$

Erklären kann man sich dieses überraschende Ergebnis dadurch, dass der Großteil der Korrektur des energetischen Endverbrauchs die Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser betrifft. Da aber – auch wegen der oben getroffenen Annahmen – ein Großteil der Energieträger direkt von der Aufkommenseite in diese Nutzenergiekategorie fließen, wird die Korrektur beinahe eins zu eins auf den Bruttoinlandsverbrauch übertragen, also weit unter einem Verhältnis von 1,3.

Genauso erklärt sich auch die geringe Korrektur für den Energieträger Kohle. Da die Befeuerungen bzw. die Umwandlungseinsätze und –ausstöße konstant gehalten wurden, ist hier die Korrektur sogar identisch mit jener für den energetischen Endverbrauch.

2.6 Netze und Kraftwerke in Österreich

Die nachfolgenden Abbildungen stellen einerseits die 380 kV und 220 kV Leitungen in Österreich sowie die Kraftwerke mit einer Engpassleistung ≥ 5 MW mit Stand 31.12.2002 (Abbildung 28) sowie die größten Erdgasleitungen in Österreich (Abbildung 29) dar und runden damit die Analyse der Situation in Österreich im Basisjahr ab.

Stromnetz

mit allen in Betrieb befindlichen Kraftwerken der EVU ab einer Engpaßleistung von ≥ 5 MW
Stand: 31.12.2002

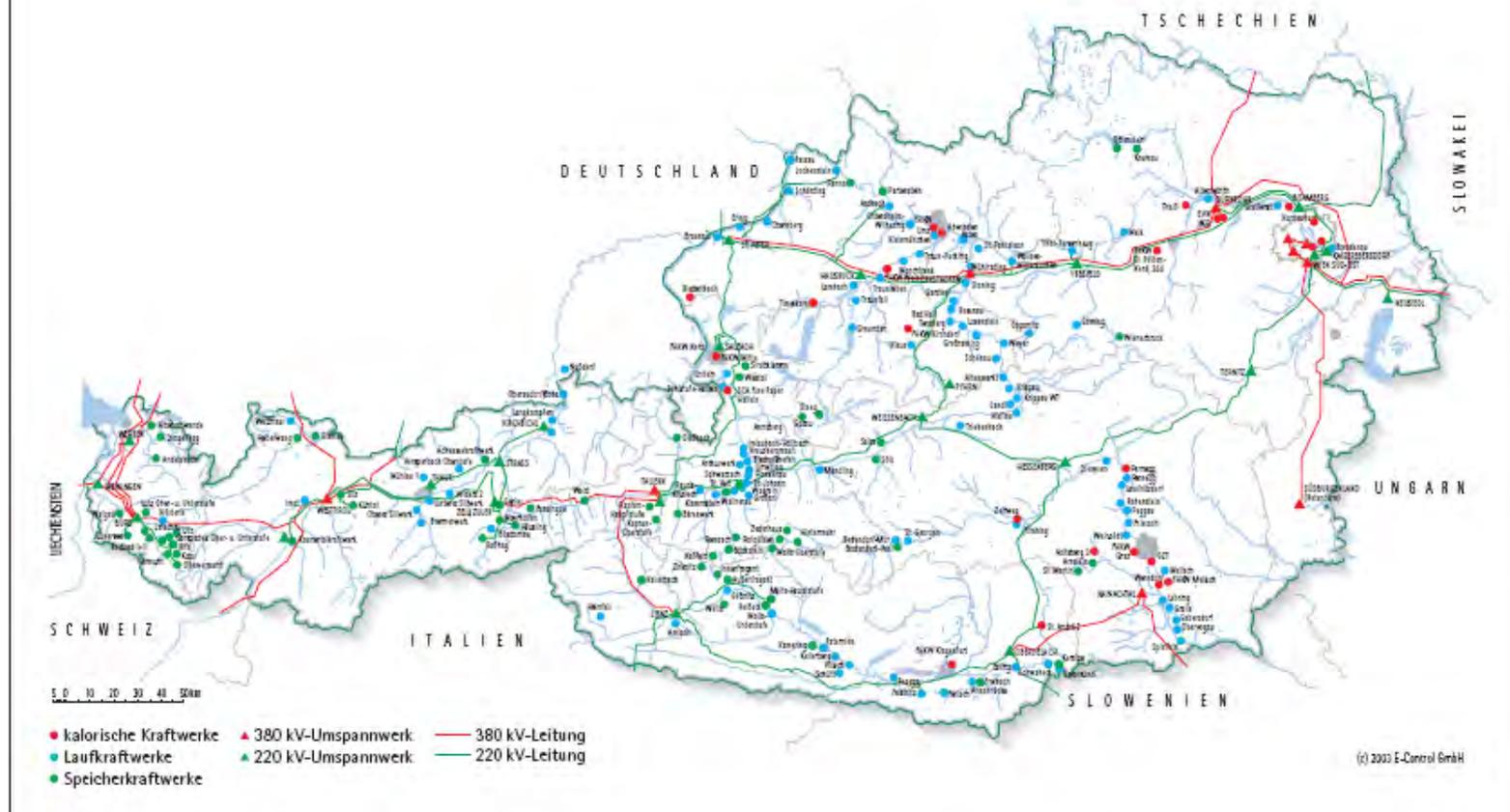


Abbildung 28: 380 kV und 220 kV Leitungen in Österreich [Quelle: E-Control GmbH]

- Erdgasleitung — in Betrieb - - - - - geplant oder in Bau
- Erdgasfeld ● Erdölfeld mit Erdgasproduktion
 - Meßstation (international) ▣ Abzweigstation (TAG,WAG)
 - Verdichterstation ■ Untertage-Erdgasspeicher

TAG	Trans-Austria-Gasleitung	Ø 900-1050 mm	245 km
WAG	West-Austria-Gasleitung	Ø 800 mm	384 km
SOL	Süd-Ost-Leitung	Ø 500 mm	26 km
HAG	Hungaria-Austria-Gasleitung	Ø 700 mm	46 km
PW	PentaWest	Ø 700 mm	95 km

- 0 - 340 m
- 340 - 1000 m
- 1000 - 2400 m
- 2400 - 3750 m
- Gletscher



Abbildung 29: Die größten Erdgasleitungen Österreichs [Quelle: OMV]

3 POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER

Nachdem mit dem Basisjahr die Referenz für weitere Betrachtungen festgelegt wurde, gilt es die in Österreich langfristig verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energieträger zu betrachten. Langfristig muss es gelingen, einzig mit diesen den Energiebedarf zu decken.

3.1 Methodik

Um die Potenziale erneuerbarer Energieträger in Österreich abschätzen zu können, wurden umfangreiche Literaturrecherchen durchgeführt. Zudem wurden Workshops zu den Themen Photovoltaik, Solarthermie, Wind, Kleinwasserkraft und Wärmepumpe sowie Biomasse durchgeführt. Dabei konnten die Einschätzungen der Potenziale mit 13 Experten aus verschiedensten Bereichen (Wissenschaft, Interessensvertretung, Unternehmen, etc.) erörtert werden. Darüber hinaus wurden Interviews mit zahlreichen Top-Experten geführt (z.B. Prof. Brauner, Prof. Amon, Prof. Nakicenovic, etc.), einige weitere wurden um ihre Einschätzung schriftlich gebeten (z.B. Prof. Nardodoslawsky, Prof. Hofbauer, etc.).

Aus all diesen Daten und Erkenntnissen wurde nachfolgende Abschätzung der Potenziale erneuerbarer Energieträger erstellt.

Bei dieser Abschätzung von Bandbreiten nachhaltig nutzbarer erneuerbarer Energien wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Bereitstellung bzw. Nutzung der Potenziale nicht berücksichtigt, weil entsprechend verlässliche Daten kaum vorliegen und eigene Untersuchungen auf Grund ihrer Komplexität den Rahmen der Studie sprengen würden. Dazu zählen u.a. die Auswirkungen auf die Wasserführung von Gewässern, von Dürren oder Starkniederschlägen, Änderungen der Vegetationsperioden oder Witterungsextreme sowie im Schädlinge, u.v.a.m.

3.2 Wasserkraft

Im Jahr 2005 wurde ein Wasserkraftpotenzial in Höhe von 39.019 GWh (ca. 140 PJ) genutzt. Darin sind ca. 4000 GWh (14,4 PJ) Kleinwasserkraft enthalten (vgl. Koller-Kreimel, V. 2008).

In einer Studie schätzt Schiller das bis 2050 zusätzlich realisierbare Potential auf 13.000 GWh. Davon sollen 9.750 GWh auf Großwasserkraft und 3.250 GWh auf Kleinwasserkraft entfallen.

Dieses Potenzial beinhaltet sowohl Neubau als auch Optimierung von bestehenden Anlagen; eine Aufteilung auf diese beiden Bereiche liegt allerdings nicht vor.

Pirker gibt das bis 2050 zusätzlich realisierbare Potenzial mit 13.000 GWh \pm 500 GWh (aus Kleinwasserkraft) an. Wiederum sind in diesem Potenzial Neubau und Optimierung enthalten, aber auch Pirker schlüsselt das Potenzial nicht weiter auf. Außerdem wurde bei der Ermittlung des Potenzials berücksichtigt, dass es zu keinem Neubau an der Donau unterhalb Wiens kommt. Auch Umweltrahmenbedingungen wurden berücksichtigt, allerdings nicht die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-RL).

Pelikan schätzt das bis 2020 zusätzlich realisierbare Potenzial auf 6.500 GWh. Dieses Potenzial enthält Klein- und Großwasserkraft ebenso wie Optimierung und Neubau, allerdings keine Angaben über die Höhe der einzelnen Beiträge. Das bis 2050 zusätzlich realisierbare Potenzial gibt Pelikan mit 13.000 GWh an. Auf die Großwasserkraft sollen davon 9.360 GWh entfallen, auf die Kleinwasserkraft 3.640 GWh. Auch bei diesen Angaben sind Neubau und Optimierung berücksichtigt, die Höhe der jeweiligen Beiträge aber ebenfalls ungenannt. Auf Grund der ähnlichen Zahlen (verglichen mit Schiller und Pirker) kann davon ausgegangen werden, dass auch dieser Potenzialabschätzung ähnliche Annahmen zu Grunde liegen, also weder die WRRL noch die FFH-RL berücksichtigt wurden. Allerdings hält Pelikan die tatsächliche Erschließung des Potenzials 2050 unter den derzeitigen politischen Rahmenbedingungen für nicht möglich.

Das Lebensministerium veröffentlichte zwei Szenarien bis 2020, ein „realistisches“ und ein „forciertes“. Im „forcierten“ Szenario geht man sowohl von höheren Förderungen für den Neubau, als auch von einer breiten Akzeptanz in der Bevölkerung aus. Das „realistische“ Szenario gibt das bis 2020 zusätzlich realisierbare Potenzial mit 4.500 GWh an. Darin enthalten sind 3.375 GWh aus Großwasserkraft und 1.125 GWh aus Kleinwasserkraft. Das zusätzlich realisierbare Potenzial im „forcierten“ Szenario ergibt 7.500 GWh, mit 5.625 GWh aus Groß- und 1.875 GWh aus Kleinwasserkraft. Beide Szenarien enthalten Neubau und Optimierung, die Beiträge sind aber wieder nicht aufgeschlüsselt. Laut Lebensministerium sind Einschränkungen aufgrund ökologischer Anforderungen und Vorgaben wegen fehlender Grundlagen und Daten nicht berücksichtigt.

Der Masterplan Wasserkraft des Wirtschaftsministeriums gibt das bis 2020 zusätzlich realisierbare Potential mit 6.500 GWh an. Davon entfallen 4.643 GWh auf Groß- und 1.857 GWh auf Kleinwasserkraft. Neubau und Optimierung sind enthalten, jedoch nicht

aufgeschlüsselt. Das ändert sich für das laut Masterplan bis 2050 zusätzlich realisierbare Potenzial. Es wird mit 12.000 GWh angegeben, wovon 10.600 GWh auf Neubau entfallen und 1.400 GWh auf Optimierung. Der Anteil der Optimierung ergibt sich dabei aus der Annahme eines Potenzials von 1% bis 2% für Großwasserkraftwerke und 10% bis 20% für Kleinwasserkraftwerke. Der Beitrag des Neubaus ist hingegen nicht nach Groß- und Kleinwasserkraft aufgelöst. Laut Autor des Masterplans sind die angegebenen Potenziale allerdings noch hinsichtlich lokaler Rahmenbedingungen und Umsetzung der WRRL zu überprüfen.

Nachfolgende Tabelle fasst die in den einzelnen Quellen genannten, zusätzlich realisierbaren Potenziale bis 2020 und 2050 zusammen. Zu den jeweils spezifisch angegebenen zusätzlichen Potenzialen ist das im Jahr 2005 bereits genutzte Wasserkraftpotenzial in Höhe von rund 39.000 GWh hinzu zu addieren, um das realisierbare Potenzial für 2020 bzw. 2050 zu erhalten.

		2020			2050		
		ges.	Gwk	Kwk	ges.	Gwk	Kwk
Schiller		---	---	---	13.000	9.750	3.250
Pirker		---	---	---	13.000	---	---
Pelikan		6.500	---	---	13.000	9.360	3.640
Lebensministerium	real.	4.500	3.375	1.125	---	---	---
	forc.	7.500	5.625	1.875	---	---	---
Masterplan		6.500	4.643	1.857	12.000	---	---

Tabelle 18: Nutzung der Wasserkraft – Auswertung der Abschätzung der zusätzlich realisierbaren Potenziale mit Bezugsjahr 2005 (Werte in GWh)

Bei obigen Abschätzungen ist, wie unter anderem aus der Veröffentlichung des Lebensministeriums hervorgeht, eine Überprüfung bzw. exakte Berechnung des Potenzials, das tatsächlich unter Einhaltung der heutigen ökologischen Anforderungen und Vorgaben (WWRL, FFH-RL) nutzbar ist, nicht vorgenommen worden. Die Werte sind deshalb wohl als überschätzt anzusehen.

So ist man zum Beispiel seitens des Umweltdachverbandes der Meinung, dass nach Abzug der gesetzlich normierten Verbots- und Tabuzonen lediglich 10% des im Masterplan Wasserkraft genannten zusätzlichen Potenzials bis 2020 realisiert werden können.

Darüber hinaus sollte vor dem Ausbau der Wasserkraft die Optimierung der bestehenden Anlagen erfolgen.

Deshalb wird in weiterer Folge von einem Potenzial von maximal 700 GWh durch Neubau bis 2020 ausgegangen. Für die Optimierung wurden Effekte in Höhe von 3% für die Großwasserkraft (vgl. Schwab 2008) und 33% für die Kleinwasserkraft (vgl. OÖ-Energiesparverband et al. 2007) angenommen. Bei einer Durchführung der Optimierung bei 15% des Kraftwerkparks bis 2020 würde das zusätzliche 360 GWh ausmachen. In Summe ergeben sich also 1.060 GWh zusätzlich realisierbares Potenzial bis 2020. Geht man für 2050 von weiteren 700 GWh durch Neubau und der Optimierung von 80% der Kraftwerke aus, ergibt sich ein bis 2050 zusätzlich realisierbares Potenzial in Höhe von 3.300 GWh.

Auf Grund fehlender Daten konnten mögliche Potenziale aus Trinkwasserkraftwerken nicht abgeschätzt werden.

Nachstehende Tabelle fasst die Abschätzungen – unter Berücksichtigung der Vorgaben der FFH- und der WRRL – der zusätzlich realisierbaren Potenziale zusammen. Aus der Addition mit dem bereits genutzten Wasserkraftpotenzial in Höhe von rund 39.000 GWh im Jahr 2005 ergibt sich das realisierbare Potenzial bis 2020 bzw. 2050.

	2020			2050		
	ges.	Neub.	Opt.	ges.	Neub.	Opt.
Einschätzung der Autoren	1.060	700	360	3.300	1.400	1.900

Tabelle 19: Zusätzliche Potenziale der Wasserkraft unter Berücksichtigung der Vorgaben der FFH und WRRL (Werte in GWh)

Nachstehende Tabelle stellt die **gesamten** Potenziale (Bestand, Neubau und Optimierung) der Wasserkraft in der Einheit Petajoule (PJ) dar, um den Vergleich mit den Abschätzungen der folgenden Kapitel zu erleichtern.

	Basisjahr	2020	2050
Einschätzung der Autoren	140	144,2	152,3

Tabelle 20: Potenziale der Wasserkraft unter Berücksichtigung der Vorgaben der FFH und WRRL (Werte in PJ)

3.3 Biomasse

3.3.1 Landwirtschaft

Österreichs Fläche umfasst 83.871 km² (8.387.100 ha). Im Jahr 2005 standen

- 1.405.234 ha Ackerland
- 907.904 ha Wirtschaftsgrünland sowie
- 881.502 ha extensiv genutztes Grünland

zur Verfügung. Darin nicht enthalten sind Stilllegungsflächen in Höhe von 102.349 ha. 88.775 ha davon entfallen auf Grünbrache sowie 13.573 ha auf Industriebrache (vgl. Liener, R. 2006).

Flächen wie Hausgärten, Obstanlagen, Weingärten, Reb- und Baumschulen sowie Forstbaumschulen und die sich daraus möglicher Weise ergebende Potenziale finden nachfolgend keine Berücksichtigung.

Unproduktive Flächen wie das nicht mehr genutzte Grünland (nicht zu verwechseln mit Brachflächen bzw. Stilllegungsflächen), Gewässerflächen, Moorflächen, Gebäude- und Hofflächen sowie Parkanlagen u. dgl. werden von Seiten der Statistik Austria nicht in die Kulturläche miteinbezogen. Im Jahr 2005 betrug die Fläche des nicht mehr genutzten Grünlandes 48.701 ha. In der Agrarstrukturerhebung, welche die landwirtschaftlich genutzten Flächen inklusive der Art der Nutzung erfasst, wertet die Bundesanstalt Statistik Österreich die Angaben der Landwirte aus. Die Behörde erfasst im Fall des nicht mehr genutzten Grünlandes allerdings die Ursachen der eingestellten Nutzung ebenso wenig, wie Art bzw. Lage der Flächen. Theoretisch könnten sich unter diesen Flächen landwirtschaftliche Areale befinden, die sich technisch nur schwer oder nicht erschließen lassen aber ebenso Gebiete, die von den Landwirten in Zukunft wieder genutzt werden könnten (vgl. Dötzl, M. 2008).

Im Jahr 2000 beanspruchte ein Bürger der EU 15 durchschnittlich eine Fläche von 4.400 m² für Ernährung (inklusive Wein, Tabak, ...), stoffliche Nutzung und Erzeugung von Agrarrohstoffen. Je nach Quelle (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Universität Kassel: Verbundprojekt Energiepflanzenanbau zur Biomassegewinnung bzw. der Bundesverband Bioenergie) wird die für eine autarke Ernährung benötigte Fläche jedoch mit nur 1.500 bis 2.000 m²/c angegeben. Das ist bei der Betrachtung der landwirtschaftlichen Potenziale der Biomasse von Bedeutung, weil die Statistik Austria einen Bevölkerungsanstieg von derzeit rund 8,3 Mio. auf rund 9,52 Mio. Österreicher im Jahr 2050 prognostiziert. Nimmt man also einen Flächenbedarf von 2.000 m²/c für die autarke Ernährung an, beträgt die erforderliche Gesamtfläche im Jahr 2050 1.904.000 ha. Dadurch würde sich die Konkurrenz zwischen

Lebensmittelproduktion und energetischer Nutzung der Biomasse noch weiter verschärfen. Schließlich wird die in heutigen (spezialisierten) Systemen gewonnene Biomasse entweder als Nahrung oder als Energieträger verwertet. Die wohl beste Lösung dieses Problems stellen integrierte Systeme dar, in denen der Ertrag eines Feldes teils als Lebensmittel, teils auch als Energieträger dient. Die Qualität von Gülle als Dünger verbessert sich sogar, wenn das enthaltene Methan entzogen wird.

3.3.1.1 Spezialisierte Systeme

Der Vorteil spezialisierter Systeme ist der vergleichsweise hohe energetische Ertrag pro Flächeneinheit. Nachstehende Tabelle zeigt dies anhand verschiedener Energiepflanzen. Die Zahlen gelten dabei für Monokulturen mit durchschnittlichen Boden- sowie Wasserverhältnissen, angebaut auf einer Fläche von 200 ha.

Zusätzlich wird von einer Ernte pro Jahr ausgegangen und ein Lagerverlust der Silage in der Höhe von 12% angenommen. Für das Blockheizkraftwerk (BHKW) geht man von einem elektrischen Wirkungsgrad von 35% und 8000 Betriebsstunden pro Jahr aus.

Energiepflanze	Ernteertrag [t _{FM} /a]	Biogasertrag [m ³ /a]	Energieertrag [GJ/ha·a]	Größe BHKW [kW _{el}]
Maissilage	9.000	1.600.000	158,40	360
Sudangras	11.000	1.240.000	122,76	300
Grassilage	7.200	1.090.000	107,91	260
Roggen- Grünpflanzensilage	5.200	746.000	73,85	170

Tabelle 21: Erträge pro Hektar von Energiepflanzenanbau für die Biogasproduktion (vgl. FNR 2008a)

Nachfolgende Tabelle stellt die Kraftstoffträge je Fläche dar:

Biokraftstoff	Kraftstoffertrag [l/ha·a]	Energieertrag [GJ/ha·a]
Rapsöl	1.480	51,19
Biodiesel (Rapsmethylester)	1.550	50,61
BtL	bis 4.030	134,80
Bioethanol	2.560	53,91
Biomethan	3.540 [kg/ha·a]	177,00

Tabelle 22: Kraftstoffträge pro Fläche (vgl. FNR 2008b)

Der große Nachteil spezialisierter Systeme liegt allerdings darin, dass auf Grund der Konkurrenz zur Ernährung und stofflichen Nutzung nur relativ geringe Flächen für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen. So geht das Lebensministerium in seinem realistischen Biomasseszenario für das Jahr 2020 von einer Fläche von 400.000 ha aus. Die eine Hälfte davon soll zur Bereitstellung von Biodiesel und Ethanol dienen, die andere zum Anbau von Energiepflanzen. Auch 20% des gesamten Strohanfalls sollen für die energetische Nutzung verwendet werden. Unter den Annahmen, dass

1. die Energiepflanzen bei einem Ertrag von 12 t/ha 40 PJ liefern,
2. 100.000 ha Raps bzw. Sonnenblumen 120.000 t Biodiesel (~ 4,5 PJ) bringen,
3. 100.000 ha Getreide 190.000 t Ethanol (~ 5,1 PJ) abwerfen,
4. 60.000 t Altspeiseöle und tierische Fette weitere 2,2 PJ beitragen, und
5. 0,8 Mio. Tonnen Stroh (Annahmen: Gesamtgetreidemenge von 5 Mio. t, Korn-Strohverhältnis von 1:0,8, 20% des Strohs in energetische Nutzung) 11 PJ beisteuern,

ergibt sich ein Potenzial bis 2020 in Höhe von rund 63 PJ.

In einem forcierten Biomasseszenario, ebenfalls für 2020, geht das Lebensministerium von zusätzlichen 50.000 ha für den Anbau von Energiepflanzen (also 250.000 ha für Energiepflanzen, insgesamt 450.000 ha), einer jährlichen Ertragssteigerung von 1,5% und der energetischen Nutzung von 25% des Strohanfalls aus. Damit erhöht sich das Potenzial von Biodiesel und Ethanol auf 11,3 PJ, das Potenzial der Energiepflanzen auf 58 PJ und das Potenzial der Strohnutzung auf 14 PJ, während der Beitrag der Altspeiseöle und tierischen Fette weiterhin 2,2 PJ beträgt. Das gesamte Potenzial des forcierten Biomasseszenarios beträgt im Jahr 2020 demgemäß 85 PJ.

Laut Amon können in spezialisierten Systemen überhaupt nur rund 20% der Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Wenn man die Nutzung von Wirtschaftsdünger und Grünlandflächen nicht berücksichtigt, einen Ertrag von 6.500 m³ Methan pro Hektar und die Ackerfläche von 2005 (1.405.234 ha) zugrunde legt, ergibt sich ein Potenzial in Höhe von knapp 66 PJ für das Jahr 2020.

Eine Zusammenfassung obiger Biomasse-Potenziale ist in nachfolgender Tabelle dargestellt:

		2020
Lebensministerium	realistisch	63
	forciert	85
Amon		66

Tabelle 23: Biomasse-Potenziale spezialisierter Systeme im Jahr 2020 (Werte in PJ)

3.3.1.2 Integrierte Systeme

Integrierte Systeme beruhen nicht nur auf einem Bioraffinerie-Konzept, sie zeichnen sich auch durch die Anwendung von standortangepassten, vielfältigen und gesunden Fruchtfolgesystemen mit weitgehendem Nährstoffkreislauf aus. Dadurch wird aktiv zur Erhaltung, Förderung und Nutzung vielfältiger Kulturlandschaften beigetragen.

Fruchtfolgesysteme dienen bei dieser Betrachtung gleichermaßen der Nahrungs- und Futtermittelerzeugung, der Erzeugung von Rohstoffen und Energie. Biogas wird aus den dafür nutzbaren Stoffströmen gewonnen, Wirtschaftsdünger aus der Schweine- und Rinderproduktion zur Energiegewinnung genutzt.

Nachfolgend werden Potenziale derartiger Systems auf Basis der Publikationen von Amon erläutert. Diesen Publikationen sind keine näheren Informationen und Daten zu entnehmen, in welcher Art und Menge die stoffliche Nutzung und Bereitstellung von Nahrungsmitteln aus landwirtschaftlichen Produkten angesetzt wurden.

Tabelle 24 stellt Gesamtenergieerträge einer 5 jährigen standortangepassten Fruchtfolge aus integrierten Systemen in Niederösterreich dar. Unter Vorbehandlung des Stroh ist eine Thermo-Druck-Hydrolyse zur Biogasproduktion zu verstehen. Amon betrachtet an einem Beispiel aus Niederösterreich die Kopplung der Bioethanolerzeugung mit der Biogaserzeugung. Die Schlempe aus der Bioethanolanlage wird in der nachfolgenden Biogasanlage kaskadisch weiter energetisch genutzt. Die Gärrückstände aus der Biogasanlage stehen als hochwertige Dünger, für die Erzeugung der neuen Generation von Energiepflanzen, Lebensmitteln u.a. Stoffen in standortangepassten und nachhaltigen Fruchtfolgesystemen zur Verfügung. Auf diese Weise wird der Stoffkreislauf geschlossen. Amon zeigt am Beispiel auf, dass mit der integrierten Bioraffinerie und mit Fruchtfolgesystemen die Ethanolerzeugung durchaus vertretbar ist, wenn sie in einem begrenzten, verträglichen Rahmen bleibt und mit anderen Energieformen kombiniert wird. In einer fünfjährigen Fruchtfolge aus Mais, Winterweizen, der Zwischenfrucht Klee, Sommergerste, Zuckerrüben, Sonnenblumen und der Zwischenfrucht Luzerne lässt die Nahrungs- und Futtermittelproduktion Spielraum für die durchschnittliche jährliche Energieausbeute von 20,5 GJ Ethanol pro Hektar. Dafür werden in diesen fünf Jahren lediglich zwei Ernten von Mais- und Weizenkörnern für die Ethanolproduktion beansprucht. Viermal so hoch, 84,1 GJ pro Hektar, fällt der zusätzliche jährliche Biogasertrag im Durchschnitt aus (vgl. Zukunftsforum Österreich 2008).

Jahr	Fruchtsorte	Energieträger	Energieertrag [GJ/ha·a]	Ertrag nach Vorbehandlung des Stroh [GJ/ha·a]
1	Mais/Körner	Ethanol	64,3	
	Mais/Silage	Biogas	42,8	
	Mais/Stroh	Biogas	53,9	114,6
2	Winterweizen	Ethanol	38,2	
	Winterweizen/Silage	Biogas	25,5	
	Winterweizen/Stroh	Biogas	25,8	54,9
	Zwischenfrucht: Klee	Biogas	36,1	
3	Sommergerste/Stroh	Biogas	21,8	46,4
4	Zuckerrüben/Blätter	Biogas	60,2	
	Zuckerrüben/gedrückte Silage	Biogas	45,8	
5	Sonnenblumen/Stroh	Biogas	60,5	112,8
	Zwischenfrucht: Luzerne	Biogas	48,1	
Durchschnittlicher jährlicher Ethanolertrag			20,5	
Durchschnittlicher jährlicher Methanertrag			84,1	117,4
Durchschnittlicher jährlicher Gesamtenergieertrag			104,6	137,9

Tabelle 24: Gesamtenergieerträge von fünfjährigen Fruchtfolgen (vgl. Zukunftsforum Österreich 2008)

Für die Berechnung eines langfristigen Potenzials der Biomasse legt Amon integrierte Systeme zugrunde. Genutzt werden kann auf diese Weise die gesamte Ackerfläche sowie 20% des Wirtschaftsgrünlandes. Die Nutzung des Grünlandes ist eingeschränkt, weil dieses zur Futtermittelproduktion (u.a. durch direkte Beweidung) dient. (vgl. Amon, T. et al. 2008)

In der Berechnung verwendete Amon die Zahlen des Jahres 2006 für Ackerland mit 1.377.251 ha sowie Grünland mit 909.407 ha. Außerdem rechnet er in solchen Systemen mit 3.500 m³ Methan pro Hektar für Ackerland sowie mit 3.000 m³ Methan pro Hektar für Grünland. Laut Amon ergibt das 192,33 PJ vom Acker und 21,77 PJ vom Wirtschaftsgrünland. Im Rahmen der Tierhaltung könnten in Bezug auf die von Amon verwendeten Daten aus dem Jahr 2004 7,25 PJ in Form von Biogas gewonnen werden. In Summe lassen sich mit dem integrierten System langfristig ca. 221 PJ bereitstellen.

Nachstehende Tabelle fasst die Potenzialabschätzungen zur Biomasse aus der Landwirtschaft nochmals zusammen.

		2020	2050
Lebensministerium	real.	63	
	forc.	85	
Amon		66	221

Tabelle 25: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen [PJ] Biomasse aus der Landwirtschaft

3.3.1.3 Zusammenfassung

In erster Linie dient Biomasse als Lebensmittel, muss also zur Deckung des Bedarfs der Bevölkerung in dieser Hinsicht zur Verfügung gestellt werden. Erst wenn dieser Bedarf ausreichend gedeckt ist, ist eine stoffliche oder energetische Nutzung vertretbar. Deshalb sind die Autoren der Überzeugung, dass die Zukunft in integrierten Systemen liegt.

Die Autoren schätzen das Potenzial der Biomasse aus der Landwirtschaft für 2020 – unter Annahme einer bereits teilweise erfolgten Umstellung auf integrierte Systeme – auf 80 PJ. Für 2050 werden unter der Voraussetzung eines vollständigen Umstiegs auf integrierte Systeme 205 PJ für realistisch gehalten. Nachstehende Tabelle fasst diese Abschätzungen zusammen.

	2020	2050
Einschätzung der Autoren	80	205

Tabelle 26: Potenziale der Biomasse aus der Landwirtschaft aus Sicht der Autoren (Werte in PJ)

3.3.2 Forstwirtschaft

Nach den Ergebnissen der österreichischen Waldinventur 2000-2002 des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) sowie des Bundesamtes für Wald betrug der Waldanteil 42,2% der österreichischen Staatsfläche. Die Waldfläche umfasste also 3.960.000 ha. Auf den Kleinwald entfielen davon 2.130.000 ha (ca. 54%), auf Betriebe 1.240.000 ha (knapp 31%) sowie auf die Österreichische Bundesforste AG 591.000 ha (rund 15%).

Die jährliche Nutzung im gesamtösterreichischen Durchschnitt mit 18.797.000 Vorratsfestmetern (Vfm) macht nur etwa 60 % des jährlichen Zuwachses in Höhe von 31.255.000 Vfm aus. Im Kleinwald beträgt die jährliche Nutzung mit 9.046.000 Vfm nur 46 % des spezifischen Jahreszuwachses. In diesem Bereich liegt bei einem jährlichen Zuwachs von 19.550.000 Vfm das größte Potenzial bei der Nutzung brach (vgl. <http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002> 25.08.2008).

Das Lebensministerium hat ein bis 2020 reichendes Szenario erstellt. Datengrundlagen bildeten dabei die Holzeinschlagsmeldung (HEM) für den Bereich „Holznutzung auf Basis HEM“ und die Agrarstrukturerhebung für den Bereich „Weitere Holznutzung Wald und

sonstiges Holzaufkommen“, wobei hier insbesondere die der Landwirtschaft zugehörigen Waldflächen erfasst werden.

Im Rahmen einer 2008 durchgeführten Expertenschätzung ergaben sich für das Jahr 2020 Potenziale für die energetische „Holznutzung auf Basis HEM“ mit 78,3 PJ (von 24,8 Mio. Efm bis 2020 entfallen 10,1 Mio. fm bzw. 78,3 PJ auf die energetische Nutzung, der Rest wird stofflich genutzt) und für die „Weitere Holznutzung Wald und sonstiges Holzaufkommen“ mit 51,3 PJ. Zusätzlich wurde das Potenzial durch Holzimporte auf 15,5 PJ geschätzt. In diesen Potenzialen sind Industrierestholz, Rinde, Scheitholz, Pellets und Waldhackgut bereits enthalten (vgl. Wurm, R. 2008).

Im Jahr 2009 wurde die Schätzung hinsichtlich „Holznutzung auf Basis HEM“ seitens des Lebensministeriums leicht nach oben korrigiert. Es wird ein gesamtes Biomassepotenzial aus dem Wald von 25 bis 28 Mio. Efm bis 2020 für möglich gehalten, wobei ein Efm einem fm entspricht. Zieht man von den 25 bis 28 Mio. fm die stofflich genutzten Ressourcen von 14,82 bis 16,60 Mio. fm ab, so verbleiben für die energetische Nutzung 10,18 bis 11,14 Mio. fm. Daraus lassen sich 83,65 PJ erzielen. Erhöht man die Potenzialschätzung für „Weitere Holznutzung Wald und sonstiges Holzaufkommen“ im gleichen Ausmaß wie das Potenzial „Holznutzung auf Basis HEM“ so lassen sich 54,8 PJ realisieren.

Nachstehende Tabelle gibt Auskunft über die Potenziale aus Sicht des Ministeriums, welche in ihrer so genannten „Task Force“ durch die Auswertung von Erhebungen und unter Beteiligung von Experten ermittelt wurden.

	2005 [PJ]	2020 [PJ]	2020 [Mio. fm]
Holznutzung Wald auf Basis HEM 2009	57,2	83,65	10,18 bis 11,14
Weitere Holznutzung Wald und sonstiges Holzaufkommen	42,4	54,8	6,7
Import	18,4	15,5	2,1
Gesamt	117,9	153,95	18,98 bis 19,94

Tabelle 27: Potenzial aus der Forstwirtschaft 2020 (vgl. BMLFUW 2008 bzw. <http://presse.lebensministerium.at/article/articleview/73127/>, eigene Berechnungen)

Im Bereich Abfälle (Schlämme, Müll zur Fernwärme, brennbare Abfälle (z.B. Altmöbel) (vgl. Wurm, R. 2008)) und Ablauge wird bis 2020 ein Potenzial von 55 PJ für möglich gehalten. Im Jahr 2005 betrug es 44 PJ (vgl. BMLFUW 2008). Diese Abschätzung beruht auf den WIFO

BAU-Szenarien (Anmerkung: In jedem von insgesamt 4 Szenarien steigt die nutzbare Energie im Bereich „Abfälle und Ablauge“ im Betrachtungszeitraum bis 2020 auf etwa 55 PJ). Nachstehende Tabelle zeigt neben dem vom Lebensministerium geschätzten Potenzial für 2020 auch die 2005 tatsächlich genutzte Biomasse aus der Forstwirtschaft.

	2005	2020
Holznutzung Wald auf Basis HEM	57,2	83,65
Weitere Holznutzung Wald und sonstiges Holzaufkommen	42,4	54,8
Importe	18,4	15,5
Abfälle und Ablauge	44,0	55,0
Summe	162,0	208,95

Tabelle 28: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen Biomasse aus der Forstwirtschaft des Lebensministeriums (Werte in PJ)

Ausgehend von der Potenzialabschätzung des Lebensministeriums in Höhe von 209 PJ bis 2020 werden die Importe in Höhe von 15,5 PJ im Jahr 2020 nicht als Potenzial betrachtet. In Summe wäre danach aus der Forstwirtschaft sowie aus „Abfall und Ablauge“ theoretisch ein Potenzial von 193,45 PJ bis 2020 ohne Importe erschließbar.

Im Bereich „Holznutzung Wald auf Basis HEM“ wird angenommen, dass sich bis 2050 noch einmal zusätzlich 12% im Vergleich zu 2020 realisieren lassen und daraus in Summe 94 PJ zur Verfügung stehen werden. Im Bereich „Weitere Holznutzung Wald und sonstiges Holzaufkommen“ wird angenommen, dass sich bis 2050 ebenfalls weitere 12% realisieren lassen. Für diesen Bereich ergibt sich damit ein erschließbares Potenzial 2020 in Höhe von 61,6 PJ.

Für den Bereich Abfall und Ablauge werden für 2050 60 PJ als möglich betrachtet. Grund für diesen vergleichsweise geringeren Anstieg (9% statt 12%!) sind angenommene Effizienzsteigerungen sowie ein reduziertes Müllaufkommen.

Insgesamt stehen damit bis 2050 215,6 PJ zur Verfügung.

	2020	2050
Holznutzung Wald auf Basis HEM	83,65	94,0
Weitere Holznutzung Wald und sonstiges Holzaufkommen	54,80	61,6
Importe	0,0	0,0
Abfälle und Ablauge	55,0	60,0
Summe	193,45	215,6

Tabelle 29: Potenzialabschätzung aus der Forstwirtschaft (Werte in PJ)

3.4 Wind

Die IG Windkraft geht davon aus, dass bis 2020 etwa 1.100 Windkraftanlagen mit 3.500 MW in Betrieb gehen können. Bei 2.100 Volllaststunden würden diese Anlagen ein Regelarbeitsvermögen von 7,3 TWh (~ 26 PJ) haben (vgl. Hantsch, S. et al. 2007).

Im Zeithorizont bis 2050 rechnet die IG Windkraft mit einem Potenzial von 9.000 MW, wodurch bei 2.100 Volllaststunden 18,9 TWh (~ 68 PJ) realisiert werden können (vgl. Hantsch 2008).

In einer Erhebung der Firma ENERCON GmbH, welche Mitglied der IG Windkraft ist, wird von einem Windertrag bis 2050 bzw. langfristig von 15 TWh (~ 54 PJ) ausgegangen (vgl. Stampfl 2008).

Im Bereich der Windkraft nimmt das Lebensministerium die Abschätzungen der IG Windkraft sowie der TU Wien mit 7,2 bis 7,3 TWh (~ 26 PJ) bis 2020 als Grundlage an (vgl. BMLFUW 2008).

Eine Zusammenfassung der Potenzialabschätzungen findet sich in nachfolgender Tabelle.

	2020	2050
Lebensministerium	26	
IG Windkraft	26	68
ENERCON GmbH		54

Tabelle 30: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Windenergie (Werte in PJ)

Bis 2020 werden zusammenfassend 26 PJ und bis 2050 ca. 61 PJ (das ist der Mittelwert der Abschätzungen) für realisierbar erachtet.

Nachstehende Tabelle stellt die Windkraftpotenziale aus Sicht der Autoren dar:

	2020	2050
Einschätzung der Autoren	26	61

Tabelle 31: Potenziale der Windkraft (Werte in PJ)

3.5 Photovoltaik

Der kWp- (Kilowatt Peak) Wert beschreibt die optimale Leistung von Solarmodulen. In unseren Breitengraden (~ 1.000 kWh/m²a, Flächenleistung der Solarenergie) gilt als Faustformel ein Flächenbedarf von 10 m² für eine 1 kWp-Photovoltaik-Anlage.

Je nach Ausrichtung bzw. Anbringung der Module ergeben sich unterschiedliche „effektive“ Solarerträge. Nachstehende Tabelle fasst diese zusammen.

Anbringung	Ausrichtung	Neigung	Ertrag [%]
Dach	Süd	30°	100
	Süd	10°- 50°	95
	Süd-West	10°- 40°	95
	Süd-Ost	10°- 40°	95
Fassade	Süd	senkrecht	70
	Süd-Ost, Süd-West	senkrecht	60
	Ost, West	senkrecht	50

Tabelle 32: „Effektive“ Solarerträge nach Ausrichtung und Anbringung der Module

In einer Studie betrachtet die Internationale Energieagentur (IEA) unter anderem österreichische Dach- und Fassadenflächen mit „gutem“ Solarertrag (80% vom maximal und lokal jährlich verfügbaren Sonnenenergieertrag, separat definiert nach Dächern und Fassaden und individuell für jeden Standort). Das Ergebnis der Studie ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

	Wohngebäude	Landwirtschaft	Industrie	Gewerblich genutzte Gebäude	andere Gebäude	alle Gebäude
Dach	85,65	17,13	15,19	17,45	4,20	139,62
Fassade	32,12	2,14	5,70	8,73	1,58	52,36

Tabelle 33: Übersicht über die für Photovoltaik gut nutzbaren Flächen an und auf Gebäuden (Werte in km²)

In der Photovoltaik-Roadmap wird für die Berechnungen bis 2050 eine Flächenleistung der Solarenergie von 1.000 kWh/m²a sowie ein Wirkungsgrad von 20% angenommen. Die Berechnung der spezifischen Stromerträge erfolgte mit dem spezifischen Stromertragswert vor dem Wechselrichter von 875 kWh/kWp, welcher sich aus den Werten für Photovoltaik auf Dächern (950kWh/kWp) und Fassaden (650 kWh/kWp) sowie einem Verhältnis von 75% Dach- und 25% Fassadenfläche ergibt.

Unter Berücksichtigung der Dach- (139,62 km²) und Fassadenflächen (52,36 km²) wird in der Photovoltaik-Roadmap davon ausgegangen, dass sich bis 2050 theoretisch 33,33 TWh/a bzw. 120 PJ Strom über Photovoltaik erzeugen lassen. In einer näheren Betrachtung werden ca. 20 TWh/a, also 72 PJ, bis 2050 durch Nutzung von 3/4 der Dach- (104,72 km²) bzw. 1/4 der Fassadenflächen (13,09 km²) als realistisch betrachtet (vgl. Fechner, H. et al 2007).

Das Lebensministerium geht in seiner Veröffentlichung „Erneuerbare Energie 2020“ mit Verweis auf die „Photovoltaik-Roadmap“ davon aus, dass bis 2020 ein Potenzial von 7,2 bis 10,8 PJ (2 bis 3 TWh) erschlossen werden kann. Die Roadmap soll nach Mitteilung des Ministeriums für 2020 ein PV-Potenzial von 2,7 TWh (ca. 10 PJ) für realisierbar halten (vgl. BMLFUW 2008).

Das Österreichische Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL) geht davon aus, dass bei jedem der insgesamt 190.000 landwirtschaftlichen Betrieben ca. 400 m² Dachfläche für die Nutzung von Photovoltaik zur Verfügung stehen. Das ergibt in Summe 7600 ha bzw. 76 km². Im Rahmen von Praxisbedingungen, d.h. 10 m² Photovoltaikfläche entsprechen 1 kWp, können bei einem Ertrag von 850 kWh Strom pro Jahr bei einer Dachfläche von 76 km² in etwa 6,5 TWh erzeugt werden. Das entspricht 23,4 PJ. Da das ÖKL einen Wirkungsgrad von 10 % sowie eine Strahlungsleistung von 1.100 kWh/m²a annimmt, ergibt sich bei 76 km² sogar ein Potenzial von 8,4 TWh/a bzw. knapp über 30 PJ. Weitere Daten zu den Annahmen des ÖKL liegen nicht vor. Es ist aber davon auszugehen, dass die Dachflächen unbeschattet sein sollten (vgl. ÖKL-Merkblatt Nr. 81 2007).

Nachfolgende Tabelle stellt die Abschätzungen der Photovoltaik Roadmap, des Lebensministeriums und des ÖKL nochmals dar.

	2020	2050
Photovoltaik-Roadmap	10,0	72,0
Lebensministerium	7,2 – 10,8	
ÖKL (nur Landwirtschaft)		30,2

Tabelle 34: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Photovoltaik (Werte in PJ)

Auffällig ist der große Unterschied zwischen den von der IEA und dem ÖKL als nutzbar betrachteten Dachflächen in der Landwirtschaft (17,13 vs. 76 km²). Es ist zwar so, dass das ÖKL nur das theoretisch mögliche Potenzial zum Zeitpunkt der Veröffentlichung darstellen wollte (das Potenzial wurde aufgrund der zu 100% genutzten Fläche ins Jahr 2050 verschoben). Die Autoren gehen davon aus, dass trotz Abstrichen wegen nicht idealer Ausrichtung mehr Flächen nutzbar sind als laut der Studie der IEA. Da die Photovoltaik-

Roadmap von dieser Studie ausgeht, dürften die darin angegebenen Potenziale eher untere Grenzen sein. Das Potenzial der Roadmap für 2050 wird deshalb um 10 PJ nach oben, also auf 82 PJ, korrigiert.

Die angeführten Abschätzungen der PV-Potenziale vernachlässigen allesamt mögliche Erträge von Lärmschutzwänden, mobilen Systemen, Kleinsystemen und ähnlichem. Laut Berechnungen von Kaltschmitt sind diese Potenziale tatsächlich so gering, dass sie vernachlässigt werden können.

Ebenfalls nicht berücksichtigt wird die nachgeführte Photovoltaik, die je nach Ausführung bis zu 30 % mehr Strom produziert. Kritiker der Roadmap berufen sich darauf, dass 3 bis 5% der österreichischen Fläche – ausgestattet mit Photovoltaik – zur Deckung des gesamten Energiebedarfs Österreichs ausreichen würden. Die Autoren gehen davon aus, dass dieser Flächenanspruch zu groß ist. Allerdings standen in Österreich im Jahr 2005 102.349 ha Stilllegungsfläche zur Verfügung. In Anlehnung an das Beispiel des Solarparks Gut Erlasee in Deutschland (12 MWp, 14 GWh/a Strom, 77 ha Fläche) gehen die Autoren davon aus, dass sich auf dieser Stilllegungsfläche theoretisch 50 PJ Strom gewinnen lassen. Eine vollständige Ausschöpfung dieses Potenzials wird aus Gründen des Anstiegs der Bevölkerung und der damit verstärkten Nachfrage nach Lebensmitteln, der daraus folgenden verstärkten land- und forstwirtschaftlichen Nutzung von Stilllegungsflächen, des Klimawandels und des Ersatzes fossiler durch biogene Ressourcen nicht als realistisch betrachtet.

Die Autoren vertreten in Anlehnung an das Lebensministerium die Meinung, dass bis 2020 rund 9 PJ realisierbar sind. Davon entfallen 3/4 der Nutzung auf die Dachfläche (ca. 10,8 km² bzw. 7,4 PJ) sowie 1/4 auf die Fassadenfläche (3,6 km² bzw. 1,6 PJ). In Summe werden 14,40 km² beansprucht.

Für das Potenzial 2050 wird wie bereits erwähnt das Potenzial der Roadmap auf 82 PJ angehoben. Zusätzlich dazu werden 12,5 PJ aus nachgeführter Großphotovoltaik als auf jeden Fall realisierbar betrachtet. Nachfolgende Tabelle fasst die Potenzialabschätzungen nochmals zusammen.

	2020	2050
Einschätzung der Autoren	9	94,5

Tabelle 35: Erschließbare Potenziale bis 2050 (Werte in PJ)

3.6 Solarthermie

Bei den eingesetzten Kollektoren für Gebäude unterscheidet man derzeit zwischen Flachkollektoren und Vakuumkollektoren. Erstgenannte können bei 50 °C einen Wirkungsgrad von 60% am Kollektorausgang erzielen. Bei Vakuumkollektoren mit herkömmlichem Glas können Wirkungsgrade bis zu 90% sowie bei Antireflexglas bis zu 95% erreicht werden. In Österreich kann mit jährlichen Solarerträgen (Nutzenergie) von 350 – 400 kWh/m² Kollektorfläche gerechnet werden (vgl. Werner Weiss 2008).

Das Lebensministerium schätzt in Anlehnung an eine Studie der TU Wien sowie in Abstimmung mit Experten, dass mit Solarthermie 2020 ein Potenzial in Höhe von 26 bis 28 PJ erschlossen werden kann. Weitere Informationen zur zitierten Studie liegen nicht vor.

Der Verein zur Förderung der thermischen Solarenergie hält es langfristig für realistisch 50% der benötigten Wärme im Niedertemperaturbereich (Industrie, Gewerbe, Service sowie Haushalte) sowie der Kälte in Österreich durch Solarthermie zu decken. Dazu wären nach Meinung des Vereins bis 2050 5,93% der technisch nutzbaren Landflächen, 41,87% der technisch nutzbaren Dachflächen sowie 32% der technisch nutzbaren Fassadenflächen erforderlich.

Allerdings beruht die Abschätzung des Vereins zur Förderung der thermischen Solarenergie nicht auf der Studie der IEA (bezügl. nutzbarer Dach- und Fassadenflächen, siehe Kapitel 3.5.), sondern auf älteren Annahmen von Kaltschmitt aus dem Jahr 2002. Nachfolgende Tabelle stellt die Annahmen von Kaltschmitt dar.

	Dächer [km ²]	Fassaden [km ²]	Freiflächen [km ²]	Summe [km ²]
Theoretisches Flächenpotenzial	306	500	27.400	28.200
Technisches Flächenpotenzial	107	10	270	390

Tabelle 36: Nutzbare Flächen laut Kaltschmitt (Kaltschmitt, M. et al. 2002)

Mit den oben angegebenen Zahlen errechnet sich eine gesamte solarthermisch genutzte Fläche von 64 Mio. m² mit einer installierten Leistung von 45 GWth (thermisch). Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Abschätzungen des Vereins zur Förderung der thermischen Solarenergie. Die Kollektorfläche pro Kopf wurde für eine Bevölkerungszahl von 8,9 Mio. berechnet.

Kollektor- fläche [m ² /c]	Kollektor- fläche [Mio. m ²]	Jahr der Realisier- ung	Ertrag [PJ]	genutzte Land- fläche [%]	Genutzte Dach- fläche [%]	genutzte Fassaden- fläche [%]	installierte Kapazität [GWh]
0,34	3			0,00	2,99	0,00	2
0,90	8			0,00	5,98	16,00	6
2,70	24	2020	33,42	0,89	17,94	24,00	17
7,19	64	2050	90,64	5,93	41,87	32,00	45

Tabelle 37: Solarthermiefläche pro Kopf – Aufteilung nach Flächen (vgl. Weiss, W. 2008 sowie Brandstetter, F. 2008)

44,80 km² der nutzbaren Dachflächen sowie 3,2 km² der nutzbaren Fassadenfläche würden bis 2050 beansprucht werden. Über die Nutzung von Landflächen würden weitere 16,01 km² hinzukommen. Bis 2020 könnten ca. 33 PJ sowie bis 2050 etwa 90 PJ unter der Annahme einer Nutzwärme von 400 kWh/m²a und bei 1/3 Ertragsminderung für Fassadensysteme zur Verfügung gestellt werden (vgl. Brandstetter, F. 2008).

Nachfolgende Tabelle fasst die Potenzialabschätzungen des Lebensministeriums und des Vereins zur Förderung der thermischen Solarenergie nochmals zusammen.

	2020	2050
Lebensministerium	26 bis 28	
Verein zur Förderung der thermischen Solarenergie	33	90

Tabelle 38: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Solarthermie (Werte in PJ)

Die Autoren gehen davon aus, dass die Erschließung von 26 bis 28 PJ bis 2020 durchaus realistisch ist. Für 2050 wird bei der weiteren Betrachtung ein Potenzial der Solarthermie von rund 90 PJ berücksichtigt. Nachstehende Tabelle fasst diese Abschätzungen nochmals zusammen.

	2020	2050
Einschätzung der Autoren	26 bis 28	90

Tabelle 39: Potenzialabschätzungen – Solarthermie (Werte in PJ)

Bisher noch unerwähnt blieb das Problem der Flächenkonkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie. Nachstehende Tabelle stellt die den von den Autoren angenommenen Potenzialen für 2050 zugrunde liegenden Flächen und die von der IEA bzw. Kaltschmitt als nutzbar betrachteten Gesamtflächen dar.

	Photovoltaik	Solarthermie	IEA	Kaltschnitt
Dächer	104,72	44,80	139,62	107
Fassaden	13,09	3,20	52,36	10
Freiflächen	25,00	16,01		270

Tabelle 40: Flächenbedarf Photovoltaik und Solarthermie sowie nutzbare Flächen laut IEA bzw. Kaltschnitt (werte in km²)

Die Daten zeigen, dass die Flächenkonkurrenz selbst nach den restriktiveren Annahmen von Kaltschnitt auf Dach- und Fassadenflächen beschränkt ist. Der Studie der IEA zufolge, bei der allerdings nur Flächen mit „gutem Ertrag“ berücksichtigt wurden, fehlen lediglich 10 km² Dachfläche. Da beide Technologien zusätzlich auch auf Freiflächen ausweichen können, teilweise sogar in integrierten Systemen, betrachten die Autoren das Problem der Flächenkonkurrenz als lösbar und als keinen Grund für eine Reduktion der Potenziale.

3.7 Wärmepumpe

Nachfolgende Abschätzungen im Bereich der Potenziale der Wärmepumpe beziehen sich auf die oberflächennahe Umgebungswärme.

Im Bereich der Wärmepumpe schätzt das Lebensministerium in Anlehnung an eine Studie der TU Wien sowie in Abstimmung mit Experten, dass bis 2020 ein Potenzial von 25 bis 27 PJ Umgebungswärme realisiert werden kann (vgl. BMLFUW 2008, Vogl, B. 2008). Weitere Informationen sind der zitierten Studie nicht zu entnehmen.

Im Wärmepumpenaktionsplan der Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria werden Potentiale basierend auf Wachstumsraten der Technologie bei der Marktdurchdringung dargestellt. Nach Szenario 1 könnten bis 2020 12,1 PJ aus Umgebungswärme sowie daraus resultierend 16,2 PJ Nutzwärme zur Verfügung gestellt werden. In einem Szenario 2 würde mit einem Anteil der Wärmepumpen von 76% im Bereich Neubau und von 50% bei Sanierungen bis 2020 ein Umgebungswärmepotenzial von 17 PJ erschlossen und daraus resultierend Nutzwärme in Höhe von 22,8 PJ bereitgestellt werden. Im Bereich Gewerbe/Industrie und Dienstleistungen (Raumwärme/Warmwasser/Klimatisierung) könnten zusätzlich 11,3 PJ Umgebungs- und daraus 15,1 PJ Nutzwärme erzeugt werden. In Summe macht dies ein Potenzial (Szenario 2 + GHD) von 28,3 PJ Umgebungswärme sowie 37,9 PJ Nutzwärme bis 2020 (vgl. Lutz G. 2007).

Abweichend vom oben genannten Wärmepumpenaktionsplan wurden im Rahmen der ZEFÖ-Workshops von K. Ochsner (GF OCHSNER Wärmepumpen GmbH) ca. 45 PJ Nutzwärme bis 2020 für realisierbar gehalten, was in etwa 33,6 PJ Umgebungswärme entsprechen dürfte. Dieses Potenzial ist nach Mitteilung Ochsners eine Grundbasis, denn die Nutzung der Wärme aus Abwasserkanälen ist hierbei noch nicht enthalten (vgl. Ochsner, 2008).

Ernst A. Müller (zuständig für das Programm „EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen“ des Schweizer Bundesamtes für Energie) äußerte im Rahmen eines Workshops die Meinung, dass bei den heutigen Energiepreisen 6 bis 7% des gesamten Raumwärmebedarfs durch Nutzung der Wärme aus Abwasserkanälen und rund 10% des Raumwärmebedarfs bei zusätzlicher Nutzung der Wärme aus Trinkwasserkanälen gedeckt werden können. Im Jahr 2005 betrug der Verbrauch in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser rund 330 PJ. Demgemäß hält Herr Müller ein Potenzial in Höhe von 33 PJ Nutzwärme und entsprechend etwa 24,6 PJ Umgebungswärme für realisierbar. Entsprechende Anlagen können auch mit dezentralen BHKWs zur Bereitstellung von Strom für die Wärmepumpe sowie Nutzwärme für die Heizung gekoppelt werden (vgl. Müller, E. A. 2008).

Laut eigenen Erhebungen von **Umwelt Management Austria** im Rahmen des Projekts „Energiezukunft Niederösterreich“ werden nach Aussagen der EVN bis 2050 nur 15 PJ Umgebungswärme für möglich erachtet.

Kaltschmitt geht von längerfristig realisierbaren 98,8 PJ Umgebungswärme für Warmwasser, Raumwärme sowie Prozesswärme kleiner 100°C aus. Er betrachtet dabei Grundwasser, Oberflächenwasser und Außenluft als mögliche Wärmequellen (vgl. Kaltschmitt et al. 2000).

Nachfolgende Tabelle stellt die Potenzialabschätzungen für die Wärmepumpe dar.

		2020	2050
Lebensministerium		25 bis 27	
Wärmepumpenaktionsplan	1. Szen. 1	12,1	
	2. Szen. 2	17,0	
	3. GHD-Bereich	11,3	
	2. + 3.	28,3	
ZEFÖ-Workshop	Ochsner	33,6	
	Müller	24,6	
EVN			15
Kaltschmitt			98,8

Tabelle 41: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen [PJ] – Wärmepumpe (Umgebungswärme)

Die Erschließung von 25 bis 28 PJ bis 2020 erscheint den Autoren durchaus realistisch und plausibel.

Bis 2050 werden in Anlehnung an Kaltschmitt 95 PJ als realisierbar eingestuft, während die Abschätzung der EVN, die nach den Daten zahlreicher anderer Autoren bereits im Jahr 2020 übertroffen wird, als viel zu gering betrachtet wird. Eine Zusammenfassung der Abschätzungen aus Sicht der Autoren findet sich in nachstehender Tabelle.

	2020	2050
Einschätzung der Autoren	25 bis 28	95

Tabelle 42: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Wärmepumpe (Umgebungswärme, Werte in PJ)

3.8 Geothermie

Gegenwärtig werden im Rahmen der hydrothermalen Geothermie in Österreich rund 60 MW thermisch und 1 MW elektrisch genutzt. Die Erhebung der gesamten Wärmestromdichte ist in Österreich noch nicht vollständig durchgeführt. Vor allem im inneralpinen Raum fehlen noch entsprechende Basisdaten, welche gegenwärtig im Rahmen des Projektes „Thermtec“ erhoben werden (vgl. <http://economyaustria.at/?url=/?ressort=eca-grundlagen> 17.09.2008).

Bei einer gegenwärtigen Installation von 60 MW thermisch stehen noch etwa 300 bis 600 MW durch Nutzung natürlicher Thermalwasser zur Verfügung. Nicht berücksichtigt sind bei dieser Abschätzung allerdings noch nicht erforschte Thermalwässer und Horizonte (Schichten), in denen sowohl Wasser als auch Kohlenwasserstoffe enthalten sein könnten (vgl. <http://economyaustria.at/?url=/?ressort=eca-grundlagen> 17.09.2008).

Des Weiteren stellt diese Potenzialabschätzung nur die bisher bekannten und gegenwärtig wirtschaftlich erschließbaren Potenziale bis zu einer Tiefe von 1500 bis 2000 m dar. Ferner wurden Mindestabstände von 5 km zwischen entsprechenden Anlagen vernachlässigt. Letztere verhindern, dass sich entsprechende Anlagen gegenseitig das nutzbare thermale Wasser entziehen. Zusätzlich wurde bei den genannten Ressourcen nicht berücksichtigt, dass für ORC- bzw. Kalinaprozesse nur Wasser mit Temperaturen unter 90°C geeignet ist. Darüber hinaus können Unterschiede in den Gesteinsformationen zu weiteren Einschränkungen führen (vgl. Götzl. G. 2008).

Überträgt man die Situation von Oberösterreich, bei der ca. 60% des erschlossenen Potenzials unter 90°C aufweisen, auf Österreich, so verbleiben für die Stromerzeugung 306 MW (Mittelwert von 60 MW bereits genutzt plus Mittelwert aus 300 bis 600 MW Potenzial ergibt 510 MW, 60% davon sind 306 MW) (vgl. Götzl, G. 2008 sowie Kneidinger, C. 2007).

Bei diesem angenommenen realisierbaren Potenzial könnten bei 4.000 Betriebsstunden im Rahmen der **Stromerzeugung** bei einem Wirkungsgrad von 12% knapp 0,5 PJ elektrische Energie zur Verfügung gestellt werden. Weitere Abschläge u.a. für notwendige Abstände lassen ein Potenzial von 0,35 PJ unter gegenwärtigen Bedingungen als realistisch erscheinen.

Bei 4.000 Betriebsstunden und einem realisierbaren Potenzial von 510 MW könnten im Rahmen der **Wärmebereitstellung** knapp 7,4 PJ thermische Energie gewonnen werden. Idealerweise sollte Anlagen, welche Wärme und Strom bereitstellen können, immer kombiniert betrieben werden, um die Vergeudung thermischer Energie zu vermeiden.

Die Autoren gehen davon aus, dass die oben errechneten Zahlen zutreffen, das heißt, dass bis 2050 ein Geothermie-Potenzial in Höhe von rund 7,75 PJ als realistisch betrachtet wird. Nachfolgende Tabelle stellt diese Abschätzung dar.

	2020	2050
Einschätzung der Autoren		7,75

Tabelle 43: Potenziale der Geothermie (Werte in PJ)

3.9 Zusammenfassung der erfassten Potenziale

Nachfolgende Tabelle stellt die von den Autoren als realistisch erachteten, langfristig verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energieträger auf Basis der Auswertung von derzeit vorliegenden Studien und Abschätzungen dar.

		2020	2050
Wasserkraft		144,2	152,3
Biomasse	Landwirtschaft	80,0	205,0
	Forstwirtschaft	193,45	215,6
Windenergie		26,0	61,0
Photovoltaik		9,0	94,5
Solarthermie		27,0	90,0
Wärmepumpe		26,5	95,0
Geothermie			7,75
Summe		506,15	921,15

Tabelle 44: Potenziale erneuerbarer Energien (Werte in PJ)

Langfristig gehen die Autoren also davon aus, dass 920 PJ über die nachhaltige Erschließung von erneuerbaren Energien in Österreich für alle im österreichischen Energiefluss enthaltenen Komponenten, also energetisch, aber auch für den sogenannten „nicht energetischen Verbrauch“ genutzt werden können. Darin nicht enthalten ist das Potenzial im Bereich der industriellen Abwärme. Dieses wird auf 4,1 PJ für das Jahr 2020 und auf maximal 12 PJ im Jahr 2050 geschätzt.

4 ENERGIEDIENSTLEISTUNGEN UND ENERGIEBEDARF DER ZUKUNFT

In Kapitel 3 wurden die langfristig zur Verfügung stehenden, erneuerbaren Energieträger dargestellt. Mit diesen Energieträgern muss es langfristig gelingen, alle notwendigen und gesellschaftlich erwünschten Energiedienstleistungen in Österreich zur Verfügung zu stellen. Aus diesem Grund werden nachfolgend Varianten von Energiedienstleistungen, die im Jahr 2020 bzw. 2050 benötigt und von der österreichischen Bevölkerung erwartet werden, erarbeitet. Zudem wird der für deren Bereitstellung erforderliche Energiebedarf berechnet.

Diese Energiedienstleistungen werden nach den Sektoren Haushalte, Mobilität, Sachgüterproduktion, Landwirtschaft sowie Dienstleistungsbereich gegliedert. In jedem dieser Sektoren werden die relevanten Energiedienstleistungen (z.B. Wärmebereitstellung, Warmwasserbereitstellung, etc.) betrachtet bzw. angenähert.

Bei der Definition der einzelnen Energiedienstleistungen zeigt sich, dass man oftmals an Grenzen von deren Fassbarkeit stößt. Beispielsweise lässt sich die Dienstleistung „getrocknete Wäsche“, „aufgehängtes Bild“ oder aber „Besuch von Verwandten“ nur sehr schwer in Zahlen fassen. Eben dies ist allerdings erforderlich, um Berechnungen und darauf gründende Abgleiche mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen durchführen zu können. Die Projektbearbeiter haben daher für jeden Einzelfall Überlegungen angestellt, wie die Energiedienstleistungen behelfsweise mit geeigneten Kennzahlen angenähert werden können.

Um mehrere Varianten von Energiedienstleistungen in den Jahren 2020 und 2050 betrachten und damit auch Bandbreiten der Entwicklung aufzeigen zu können, wurden für jeden der oben genannten Bereiche drei Energie-Dienstleistungsszenarien erarbeitet.

4.1 Methodik

Für jeden der Sektoren Haushalte, Mobilität, Sachgüterproduktion, Landwirtschaft sowie Dienstleistungsbereich wurde ein Modell erarbeitet, das es ermöglicht, die Energiedienstleistungen abzuschätzen sowie den dafür benötigten Energieeinsatz zu errechnen.

Diese Modelle wurden anhand der für das Basisjahr zur Verfügung stehenden Daten geeicht und überprüft.

In einigen Fällen war es allerdings nicht möglich, Daten für eben dieses Basisjahr hinsichtlich der Energiedienstleistungen zu erhalten. In diesem Fall wurden – wenn keine großen Abweichungen zum Basisjahr zu erwarten waren – Daten aus den Jahren 2003 bzw. 2004 sowie 2006 und 2007 herangezogen.

Die Energiedienstleistungen der Zukunft, also jene für das Zieljahr 2050 sowie für die Übergangsphase im Jahr 2020, wurden von den Projektbearbeitern angenommen. Dabei kam dem Ziel des gegenständlichen Projekts entsprechend keine Fortschreibung bisheriger Trends und Verläufe zur Anwendung, vielmehr wurden aufgrund der zu erwartenden, aber auch der als erforderlich erachteten Rahmenbedingungen jene Energiedienstleistungen abgeschätzt, die im Jahr 2020 und 2050 den Österreicherinnen und Österreichern gleichen Komfort, gleichen Wohlstand wie im Basisjahr oder sogar gestiegenen Komfort und gestiegenen Wohlstand bringen können.

So wurde beispielsweise eine Mobilität der Zukunft mit entsprechendem Modal Split, entsprechenden Weglängen, etc. angenommen. Das entwickelte Mobilitätssystem der Zukunft erfüllt nicht nur die Bedürfnisse der Österreicherinnen und Österreicher sondern gewährleistet auch eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der Mobilität und der Energiebereitstellung.

Auch für den Sektor der Sachgüterproduktion wurde ein Industriesystem der Zukunft angenommen. Es wurde die Bedeutung einzelner Industriezweige, deren Änderung im Vergleich zu heute, die Produktpalette der Industrie der Zukunft, etc. angenommen. Darauf aufbauend wurden die dafür benötigten Prozesse, und darauf basierend wiederum der benötigte Energieeinsatz ermittelt.

Ähnliche Vorgehensweisen wurden auch für die Sektoren Haushalte und Dienstleistungsbereich gewählt.

Um die Bandbreiten der möglichen Entwicklung abschätzen zu können, wurden für jeden der oben genannten Sektoren drei Szenarien möglicher, künftiger Energiedienstleistungen betrachtet:

Das erste Szenario („**Business as usual**“) unterstellt, dass es zu keinen Änderungen im Vergleich zur Ist-Situation kommt. Effizienzgewinne bleiben ebenso wie Energiesparmaßnahmen bescheiden. Der Energieverbrauch steigt weiterhin stetig an. Um dieses Szenario zu beschreiben, wird die im Kapitel „Basisjahr“ vorgenommene Extrapolation der bisherigen Entwicklung in den einzelnen Sektoren (sh. Kapitel 2.3.4) herangezogen.

Das zweite Szenario („**Pragmatisches Szenario**“) geht davon aus, dass es durch entsprechende ökonomische Steuerungsinstrumente aber auch durch Bewusstseinsbildung gelingt, den Einsatz effizienter Technologien, energiesparender Lösungen und auch das Energiesparen an sich zu forcieren. Dabei werden die verfügbaren Effizienz- und Sparpotenziale genutzt, allerdings nicht in vollem Umfang ausgeschöpft. So wird beispielsweise im Bereich der Raumwärme eine Sanierung nur bis zum Niedrigenergiehaus-Standard angenommen. Die tatsächliche Effizienzsteigerung von elektrischen Großgeräten im Dienstleistungsbereich wird nur mit 10% bis zum Jahr 2050 angesetzt. Im Mobilitätsbereich wird angenommen, dass in Großstädten der Motorisierte Individualverkehr im Jahr 2050 nur zu 80% mit Elektrofahrzeugen erbracht wird.

Das dritte Szenario („**Forciertes Szenario**“) geht davon aus, dass aufgrund der Knappheit der Energieträger und eines deutlichen Umdenkens in Politik und Bevölkerung die Umsetzung von Effizienz- und Sparmaßnahmen in enormem Ausmaß gelingt. Bei diesem Szenario werden die derzeit vorhandenen Spar- und Effizienzpotenziale nahezu zu 100% ausgeschöpft, fallweise auch noch ausgeweitet. Im Bereich der Raumwärme bedeutet dies eine Sanierung auf Passivhaus-Standard. Die tatsächliche Effizienzsteigerung von elektrischen Großgeräten im Dienstleistungsbereich wird mit 30% bis zum Jahr 2050 angenommen. Zudem geht das Szenario davon aus, dass in Großstädten der Motorisierte Individualverkehr im Jahr 2050 zu 100% mit Elektrofahrzeugen erbracht wird.

Eine Differenzierung der Szenarien ist auch nach den Instrumenten, die zu deren Umsetzung erforderlich sind, möglich. Das Pragmatische Szenario kann weitestgehend mit Förderungen und Anreizsystemen (ohne allzu tiefgreifende ordnungsrechtliche Vorgaben) umgesetzt werden. Die Umsetzung des Forcierten Szenarios hingegen erfordert sehr strenge gesetzliche Regelungen und deren Kontrolle.

Den Szenarien für die Energiedienstleistungen der Zukunft liegen bestimmte Grundannahmen zugrunde. Diese grundsätzlichen Annahmen, die für alle Sektoren gelten werden im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

4.2 Grundsätzliche Annahmen

Für die Abschätzung der Energiedienstleistungen der Zukunft war es erforderlich, Annahmen hinsichtlich Bevölkerungsentwicklung, Arbeitsplatzverteilung, etc. zu treffen, die für das zweite und dritte der oben genannten Szenarien gelten. All diese Faktoren haben wesentliche Auswirkungen auf die erforderlichen Energiedienstleistungen sowie auf die Energiebereitstellung. Neben diesen grundsätzlichen, für alle Bereiche geltenden Annahmen, waren spezifische Annahmen für jeden der fünf Sektoren Haushalte, Mobilität, Landwirtschaft, Sachgüterproduktion sowie Dienstleistungsbereich erforderlich. Diese spezifischen Annahmen sind in den jeweiligen Unterkapiteln dargestellt.

Bevölkerungsentwicklung

Hinsichtlich der Bevölkerungsentwicklung werden zwei unterschiedliche Varianten berücksichtigt, die es sodann mit den oben genannten, „technischen“ Szenarien der Energiedienstleistungen zu kombinieren gilt. Die erste Variante beruht auf der Bevölkerungsprognose 2008 der Statistik Austria. Demgemäß beträgt die Bevölkerungszahl im Basisjahr 8.233.306 und steigt bis zum Jahr 2020 auf 8.703.656 bzw. bis zum Jahr 2050 auf 9.522.456 an.

Nachdem in den meisten europäischen Ländern bei den Bevölkerungsprognosen allerdings davon ausgegangen wird, dass die Bevölkerungszahl abnimmt, wird im gegenständlichen Projekt auch eine Variante berücksichtigt, bei der sich die Bevölkerungszahl bis zum Jahr 2050 in Österreich reduziert. Bei dieser Variante beträgt die Bevölkerungszahl im Basisjahr ebenfalls 8.233.306 und nimmt bis zum Jahr 2020 auf 7.900.000 sowie bis zum Jahr 2050 auf 7.500.000 ab.

Die Bevölkerungsentwicklung in diesen beiden Varianten ist in nachfolgender Tabelle nochmals übersichtlich dargestellt:

Jahr	Variante 1	Variante 2
Basisjahr	8.233.306	8.233.306
2020	8.703.656	7.900.000
2050	9.522.456	7.500.000

Tabelle 45: Bevölkerungsentwicklung in Österreich in 2 Varianten

Bevölkerungsverteilung

Nachdem die Möglichkeiten einer zentralen, dezentralen und regionalen Energieversorgung, der Bereitstellung verschiedener Technologien und Angebote sowie die Einbindung in

entsprechende Verteilungsnetze sehr stark von der Siedlungsstruktur abhängen, wurden die österreichischen Gemeinden in drei Größenklassen eingeteilt:

- Gemeinden < 20.000 Einwohner,
- Gemeinden von 20.000 bis 100.00 Einwohner sowie
- Gemeinden > 100.000 Einwohnern

Bei der Darstellung der Verteilung der Bevölkerung auf diese drei Größenklassen konnte hinsichtlich des Basisjahres auf die Probezählung 2006 der Statistik Austria zurückgegriffen werden.

Für die Verteilung der Bevölkerung auf die Gemeindegrößenklassen für die Jahre 2020 und 2050 wurden seitens des Projektteams Annahmen getroffen. Die Autoren gehen – übereinstimmend mit den demographischen Prognosen der Statistik Austria – davon aus, dass die Zentralisierung weiter zunehmen wird. Bei der Abschätzung der Verteilung der Bevölkerung auf die Gemeindegrößenklassen in den Jahren 2020 und 2050 wird daher von einer Bevölkerungszunahme vor allem im Bereich der Größenklasse > 100.000 Einwohner ausgegangen. Die Zunahme der Zentralisierung wurde dabei bewusst konservativ angenommen, um hierdurch mögliche gegenläufige Trends (z.B. verstärkt Arbeitsplätze im ländlichen Gebiet durch Energiepflanzen, etc.) zu berücksichtigen.

Die Bevölkerungsverteilung im Basisjahr sowie die angenommene Bevölkerungsverteilung im Jahr 2020 und 2050 sind in nachfolgender Tabelle dargestellt. Diese Bevölkerungsverteilung wird für beide Varianten der Bevölkerungsentwicklung identisch angewandt.

Jahr	Gemeinden < 20.000 EW	Gemeinden 20.000 – 100.000 EW	Gemeinden < 100.000 EW (inkl. Umland)
2005	55	8	37
2020	51	9	40
2050	44	11	45

Tabelle 46: Bevölkerungsverteilung nach Gemeindegrößenklasse (in % der Gesamtbevölkerung)

Aufgrund dieser Verschiebung der Bevölkerungsverteilung kommt es auch bei der Variante 2, bei der insgesamt eine Abnahme der Bevölkerungszahl angenommen wird, in den Gemeindegrößenklassen 20.000 bis 100.000 Einwohner sowie > 100.000 Einwohner zu einer Bevölkerungszunahme im Vergleich zum Basisjahr. Einzig in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner nimmt bei der Variante 2 die Bevölkerungszahl in Absolutzahlen ab.

Darüber hinaus wird angenommen, dass der Anteil der Personen, die nicht in Haushalten, sondern in Anstalten und Einrichtungen leben, bis 2050 steigen wird.

Altersstruktur

Wesentlich für den Energiebedarf der Zukunft ist auch die Altersstruktur der Bevölkerung. Als Daten werden hierfür sowohl für das Basisjahr als auch für die Jahre 2020 und 2050 die Daten bzw. Prognosen der Statistik Austria (Bevölkerungsprognose 2008) herangezogen. Die Altersstruktur wird auf die einzelnen Gemeindegrößenklassen umgelegt. Dabei wird für die Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner die Prognose für das Bundesland Wien herangezogen. Für die Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner die Prognose für das Bundesland Oberösterreich und für die Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner der gewichtete Mittelwert zwischen den Werten der beiden anderen Größenklassen.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Altersstruktur der einzelnen Gemeindegrößenklassen im Basisjahr sowie die Annahmen für die Altersstruktur in den Jahren 2020 und 2050:

Jahre	Gemeinden < 20.000 EW			Gemeinden 20.000 – 100.000 EW			Gemeinde > 100.000 EW		
	bis 15	15-60	60+	bis 15	15-60	60+	bis 15	15-60	60+
2005	16,4	62,2	21,3	15,0	63,0	22,0	14,4	63,5	22,1
2020	14,3	59,4	26,3	14,0	60,0	26,0	15,1	61,4	23,5
2050	13,2	51,7	35,0	13,3	52,1	34,6	14,7	55,6	29,7

Tabelle 47: Altersverteilung der Bevölkerung nach Gemeindegrößenklassen (in % der Einwohnerzahl der jeweiligen Größenklasse)

Die Altersstruktur wird für beide Varianten der Bevölkerungsentwicklung identisch angenommen.

Siedlungs- und Wohnstruktur

Die österreichische Siedlungsstruktur ist derzeit von starker Zersiedelung geprägt. Zudem werden die Daseinsgrundfunktionen Arbeiten, Freizeit und Versorgung immer mehr voneinander getrennt. Dies ist mit einem Mehrbedarf an Energie verbunden. Gezielte Maßnahmen der Raumordnung sowie finanzpolitische Maßnahmen können diesem Trend entgegenwirken.

Die Autoren gehen deshalb davon aus, dass es (mit einer Zwischenstufe 2020) bis zum Jahr 2050 gelingt, verstärkt kompakte Siedlungs- und Versorgungsstrukturen zu schaffen. In diesen Siedlungsstrukturen sind vermehrt die Versorgungsstrukturen des täglichen Bedarfs inkludiert. Dies bedeutet, dass dezentrale Versorgungsstrukturen („der Greißler im Ort“, oder als neue Form der Kombination von Post – Bank – Gasthaus – Greißler, etc.) wieder an Bedeutung gewinnen werden. Ähnliches gilt für dezentrale, regionale Freizeiteinrichtungen. Somit können

die Menschen verstärkt ihre Bedürfnisse (Arbeit, Einkauf, Freizeit, ...) in ihrem lokalen Umfeld befriedigen.

Zudem wird angenommen, dass es künftig gelingt, ungenutzte Gebäude und Flächen in geschlossenen Siedlungsbereichen wieder vermehrt in Nutzung zu nehmen, um so z.B. zu einer Verdichtung beizutragen. In Städten und Regionen mit abnehmender Bevölkerung werden nicht mehr benötigte Infrastrukturen und Gebäude gezielt zurückgebaut und parallel dazu die Siedlungsstrukturen kompakter gestaltet. In Wachstumsregionen bzw. auf Grund der Verdichtung, kann es zum Neubau von Infrastrukturen bzw. Gebäuden kommen. Erhaltenswerte Bausubstanz wird energetisch saniert, um die Energiekosten zu senken und deren Betrieb wirtschaftlicher zu gestalten.

Ehemalige Siedlungsflächen können der Erzeugung erneuerbarer Energien – wie Solarenergie und Biomasse – oder als Naturfläche dienen.

Die thermische Sanierung der Gebäude wird zunehmen, Neubauten werden in guter thermischer Qualität errichtet. Mit der Senkung des Energiebedarfs geht eine Substituierung der Energieträger einher.

Fassaden- und Dachflächen werden verstärkt zur Gewinnung von Energie genutzt.

Arbeitsmarkt

Es wird angenommen, dass künftig die Wochenarbeitszeit der einzelnen Beschäftigten gleich bleiben wird. Es ist allerdings mit einer deutlichen Zunahme der Tele- und Heimarbeit zu rechnen. Zudem wird das Pensionsantrittsalter weiter angehoben. Das bedeutet, dass vor allem die Zahl der älteren Erwerbstätigen zunehmen wird. Trotz dieses Umstands bleibt die Wahl der Altersklassen unverändert, um die Vergleichbarkeit mit dem Basisjahr sicherzustellen. In der Altersklasse 60+ wird dadurch allerdings der Anteil der Erwerbstätigen steigen.

Darüber hinaus wird angenommen, dass die durchschnittliche Dauer der wöchentlichen Ladenöffnung bis zum Jahr 2050 steigen wird.

Hinsichtlich der dienstlichen Erledigungen wird davon ausgegangen, dass diese zunehmend durch geeignete Einrichtungen der Telekommunikation erleichtert und erledigt werden können.

Zudem wird davon ausgegangen, dass in vielen Fällen kooperierende Unternehmen, insbesondere bei Neugründungen, aufgrund raumplanerischer und finanzpolitischer Maßnahmen räumlich nahe zu einander angesiedelt werden.

Die Spezialisierung der Arbeitnehmer wird auch künftig zunehmen. Die hoch spezialisierten Arbeitsplätze werden vor allem im Bereich der Ballungszentren angesiedelt sein.

Ausbildung

Die Bildung und Ausbildung wird auch künftig einen hohen Stellenwert haben. Vor allem die Erwachsenenbildung wird an Bedeutung gewinnen.

Das Bildungsniveau und die Spezialisierung werden auch künftig zunehmen.

Bildung durch Online-Medien, E-Learning, etc. werden sich langfristig in einigen (z.B. Erwachsenenbildung), nicht aber in allen Bildungsbereichen verstärkt durchsetzen.

Auch wird eine verstärkte Verknüpfung von Arbeit und Bildung (Ausbildung am Arbeitsplatz) bei hochspezialisierten Berufsgruppen angenommen.

Freizeit

Im Bereich der Freizeit wird erwartet, dass die Freizeitstrukturen einerseits dezentraler und regionaler organisiert werden, dass andererseits aber an einigen Standorten Freizeiteinrichtungen verschiedenster Art in sehr hoher Konzentration angesiedelt werden.

Zudem wird davon ausgegangen, dass die Menschen in Zukunft vermehrt auswärts essen und damit die Zahl der auswärts eingenommenen Mahlzeiten steigt.

4.3 Haushalte

4.3.1 Datengrundlagen Basisjahr

4.3.1.1 Allgemein

Aus dem Kapitel Basisjahr werden der energetische Endverbrauch und der Stromverbrauch der privaten Haushalte, beide gegliedert nach den Nutzenergiekategorien (NEK: „Traktion“, „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“, „Beleuchtung & EDV“, „Dampferzeugung“, „Industrieöfen“, „Standmotoren“ und „elektrochemische Zwecke“), übernommen (siehe nachstehende Tabelle).

	TRA	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	Σ
EE	-----	199.176	7.107	-----	38.882	28.107	-----	273.272
Eel	-----	8.718	7.107	-----	8.851	28.107	-----	52.783

Tabelle 48: Energetischer Endverbrauch [TJ] und Stromverbrauch [TJ] der privaten Haushalte im Basisjahr

Bei der Zuweisung zu den Nutzenergiekategorien ist zu beachten, dass – im Gegensatz zu den anderen Sektoren – Warmwasserbereitung und Kochen in die Nutzenergiekategorie Industrieöfen fallen, und nicht in die Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“.

Für die weiteren Betrachtungen wurde der Verbrauch der Haushalte in die folgenden fünf Gruppen unterteilt:

- Haushaltsgeräte
- Klimatisierung
- Raumheizung
- Warmwasser
- Beleuchtung

Der Raumheizung kommt dabei wegen des hohen Anteils am gesamten Verbrauch (über 70%) besondere Bedeutung zu. Die vielseitigste Gruppe ist aber natürlich die der Haushaltsgeräte.

Von Bedeutung ist auch die Bevölkerungsanzahl Österreichs in Höhe von 8.233.306 und die Anzahl der privaten Haushalte (3.477.197). Weiters wird beachtet, dass 2005 rund 1,2% der Österreicher nicht in privaten Haushalten lebten. Bis 2020 steigt dieser Anteil lt. Prognosen

der Statistik Austria auf 1,4%, bis auf 2050 2,2%. Nachfolgende Tabelle fasst die Werte, die in die Berechnungen einfließen, zusammen.

	Bevölkerungsanzahl	Anzahl der Haushalte	Personen in Haushalten
2005	8.233.306	3.477.197	8.134.506
2020	8.233.306	3.477.197	8.118.040
2050	8.233.306	3.477.197	8.052.173

Tabelle 49: Anzahl der Haushalte und Personen in diesen Haushalten 2005, 2020 und 2050 bei konstanter Bevölkerungszahl

Die Anzahl der Personen in Haushalten wird benötigt, um Doppelzählungen in Bereichen, die Überschneidungen mit dem Energieverbrauch des Sektors Dienstleistungsbereich aufweisen, zu vermeiden.

Mögliche Änderungen der Bevölkerungsanzahl wie in Kapitel 4.2 dargestellt werden erst in Kapitel 4.3.3 betrachtet. Dadurch ist eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse des Kapitels 4.3.2 mit dem Basisjahr gewährleistet.

4.3.1.2 Haushaltsgeräte

Für diese Kategorie ist ein Vergleich mit Tabelle 48 nicht direkt möglich. Ein Großteil der Haushaltsgeräte fällt zwar in die Nutzenergiekategorie Standmotoren, aber auch die Nutzenergiekategorien Industrieöfen (E-Herde) und Beleuchtung & EDV (PCs, ...) liefern Beiträge. Deshalb wurde der Stromverbrauch für Haushaltsgeräte anhand von Ausstattungsgraden und durchschnittlichen Verbräuchen modelliert. Datengrundlagen bildeten dabei Erhebungen im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie, die Veröffentlichungen „Ausstattungsgrade der Haushalte – Zeitvergleich“ (http://www.statistik.at/web_de/static/ergebnisse_im_ueberblick_ausstattungsgrad_der_haushalte_021850.pdf) und „IKT-Ausstattung der Haushalte in Wien und Österreich 2006 – 2008“ (<http://www.wien.gv.at/statistik/daten/pdf/ikt-ausstattung-haushalte.pdf> 23.11.2009) sowie die Odyssee-Haushaltsdatenbank mit Stand November 2009. Teilweise musste auch auf das „Strom- und Gastagebuch 2008“ (Statistik Austria, 2009) zurückgegriffen werden.

Weitere Informationen betreffend den Energieverbrauch lieferten u.a. Testberichte und Internetseiten mit Aussagen zum Stromverbrauch, zu den Effizienzpotenzialen und zu Nutzungsdauern bzw. Austauschraten. Eine vollständige Zusammenstellung der Quellen findet sich im Literaturverzeichnis.

Die Ausstattungsgrade für das Jahr 2005 fasst nachstehende Tabelle zusammen:

Gerätekategorie		Ausstattungsgrad
Weißware	Elektroherd	91
	Kühlgerät	98
	Gefriergerät	78
	Geschirrspülmaschine	60
	Waschmaschine	95
	Wäschetrockner	34
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98
	Staubsauger	99
	Kaffeemaschine	95
	Toaster	90
	Fön	81
	Mikrowelle & Co.	65
	Dunstabzugshaube	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71
	Mobiltelefon	80
	PC inkl. Peripheriegeräte	79
	Internetanschluss	48
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125
	Videorecorder + DVD	77
	Mobile Geräte (Videokamera)	17
	HIFI – Anlagen	69
	SET-TOP-Boxen (SAT-Empfänger, ...)	97

Tabelle 50: Ausstattungsgrade [%] österreichischer Haushalte im Jahr 2005

Obenstehende Tabelle enthält zwar viele Haushaltsgeräte, allerdings nicht alle. Spezielle Gerätekategorien wie Elektrowerkzeuge und Gartengeräte weisen aber einen so kleinen Verbrauch auf, dass sie für die Betrachtungen im Rahmen dieser Studie vernachlässigt wurden.

Neben den Ausstattungsgraden ist auch der Verbrauch der Geräte von großer Bedeutung. Hier lieferte die Recherche erste Werte für durchschnittliche Verbräuche. Diese waren nicht nur weit gestreut, sondern ergaben auch eine deutliche Abweichung des gesamten Verbrauchs vom Basisjahr. Deshalb wurden die Geräte Nutzenergiekategorien zugeordnet (siehe nachstehende Tabelle).

Gerätekategorie		NEK
Weißware	Elektroherd	IÖ
	Kühlgerät	SM
	Gefriergerät	SM
	Geschirrspülmaschine	SM
	Waschmaschine	SM
	Wäschetrockner	SM
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	SM
	Staubsauger	SM
	Kaffeemaschine	SM
	Toaster	SM
	Fön	SM
	Mikrowelle & Co.	SM
	Dunstabzugshaube	SM
Kommunikation	Festnetztelefon	BE
	Mobiltelefon	BE
	PC inkl. Peripheriegeräte	BE
	Internetanschluss	BE
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	SM
	Videorecorder + DVD	SM
	Mobile Geräte (Videokamera)	SM
	HIFI – Anlagen	SM
	SET-TOP-Boxen (SAT-Empfänger, ...)	SM

Tabelle 51: Nutzenergiekategorien der Haushaltsgeräte

Innerhalb der Nutzenergiekategorien wurden die mittleren Verbräuche der einzelnen Geräte so variiert, dass eine Übereinstimmung mit dem Gesamtenergieverbrauch der jeweiligen Nutzenergiekategorien des Basisjahrs erreicht wurde. Anhand der Kühlgeräte (bzw. Kühl- und Gefrierkombination) wird die Vorgehensweise erläutert:

Hier wurden die Odyssee-Datenbank und Publikationen aus der Reihe „Besonders sparsame Haushalte“ verwendet. Die Odyssee-Datenbank gibt für Kühlschränke einen Verbrauch in Höhe von 220 kWh/a an. Laut den Publikationen über „Besonders sparsame Haushalte“ lag der Verbrauch für Kühl- und Gefrierkombinationen 1995 zwischen 381,8 und 565,8 kWh/a, 1999 zwischen 251,9 und 386,9 kWh/a und 2001 zwischen 212 und 361 kWh/a. Um eine Überhöhung zu vermeiden, wurden die Werte für 1995 mit 0,8, jene für 1999 mit 0,9 gewichtet. Damit ergibt sich ein Verbrauch von 332 kWh/a. Dieser Verbrauch musste zum Zweck der Anpassung an das Basisjahr noch nach oben korrigiert werden. Schlussendlich ergab sich ein Verbrauchswert in Höhe von 357,9 kWh/a.

Die so gefundenen durchschnittlichen Stromverbrauche der Geräte pro Haushalt gibt nachstehende Tabelle wieder. Zu beachten ist, dass sich die Verbräuche für Fön und Mobiltelefon auf die Personen in Haushalten, nicht auf die Haushalte selbst aber auch nicht auf die Bevölkerungsanzahl beziehen.

Gerätekatēorie		Stromverbrauch
Weißware	Elektroherd	449,3
	Kühlgerät	357,9
	Gefriergerät	506,0
	Geschirrspülmaschine	346,0
	Waschmaschine	223,0
	Wäschetrockner	394,0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	50,0
	Staubsauger	70,0
	Kaffeemaschine	100,0
	Toaster	20,0
	Fön	50,0
	Mikrowelle & Co.	210,0
	Dunstabzugshaube	90,0
Kommunikation	Festnetztelefon	39,0
	Mobiltelefon	3,5
	PC inkl. Peripheriegeräte	179,0
	Internetanschluss	60,5
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	210,0
	Videorecorder + DVD	70,0
	Mobile Geräte (Videokamera)	10,0
	HIFI – Anlagen	65,0
	SET-TOP-Boxen (SAT-Empfänger, ...)	70,0

Tabelle 52: Durchschnittliche Verbräuche je Gerät [kWh/a] der Haushalte im Jahr 2005

Die Multiplikation des Ausstattungsgrades mit dem entsprechenden durchschnittlichen Verbrauch ergibt den mittleren Verbrauch eines Haushalts für das Gerät. Nochmalige Multiplikation mit der Anzahl österreichischer Haushalte (3.477.197) somit den gesamten Stromverbrauch für Haushaltsgeräte der österreichischen Haushalte im Jahr 2005 (siehe nachstehende Tabelle). Für Fön und Mobiltelefon erfolgt die Berechnung mit der Abweichung, dass nicht mit der Anzahl der Haushalte, sondern mit der Anzahl der Personen in den Haushalten (8.134.506) multipliziert wird.

Gerätekategorie		Verbrauch
Weißware	Elektroherd	5.118
	Kühlgerät	4.391
	Gefriergerät	4.941
	Geschirrspülmaschine	2.599
	Waschmaschine	2.652
	Wäschetrockner	1.677
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613
	Staubsauger	867
	Kaffeemaschine	1.189
	Toaster	225
	Fön	1.186
	Mikrowelle & Co.	1.709
	Dunstabzugshaube	665
Kommunikation	Festnetztelefon	347
	Mobiltelefon	82
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770
	Internetanschluss	364
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286
	Videorecorder + DVD	675
	Mobile Geräte (Videokamera)	21
	HIFI – Anlagen	561
	SET-TOP-Boxen (SAT-Empfänger, ...)	850
SUMME		35.787

Tabelle 53: Stromverbrauch [TJ] der österreichischen Haushalte für Haushaltsgeräte im Jahr 2005

Zu beachten ist, dass auch im Sektor private Haushalte, wenn auch nur zu einem geringen Teil, mit Gas gekocht wird. Der Gasverbrauch für Kochen beträgt 987 TJ (1,84% des Gasverbrauchs der Haushalte; Gasverbrauch der Haushalte, Statistik Austria, 2007), gemeinsam mit den 5.118 TJ für E-Herde beträgt der Verbrauch für Kochen also 6.105 TJ.

4.3.1.3 Klimaanlage

In den Bereich der Klimatisierung fallen

- Ventilatoren,
- Luftent- und Befeuchter,
- Klimaanlage und
- Zusatzheizungen.

Unter Zusatzheizungen (z. B. im Bad oder WC) sind dabei

- elektrische Heizstrahler,
- elektrische Radiatoren,
- elektrische Heizlüfter,
- eingebaute Stromheizungen und
- elektrische Handtuchtrockner

zu verstehen.

In der Studie „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030“ (Haas et al., 2007) wird für das Jahr 2005 der Verbrauch für Klimaanlage im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH) mit 84 GWh und im Bereich der Mehrfamilienhäuser (MFH) mit 15 GWh angegeben. In Summe entspricht das rund 360 TJ.

Das „Strom- und Gastagebuch“ (Statistik Austria, 2009) gibt den Verbrauch für Klimatisierung mit 730 TJ an, wovon 680 TJ auf Zusatzheizungen und 50 TJ auf Klimageräte entfallen.

Unter anderem wegen der Aussagen der Autoren des „Strom- und Gastagebuchs“ zur Zuverlässigkeit ihres Werkes, wurde für die weiteren Berechnungen angenommen, dass 2005 der Verbrauch für Klimageräte 360 TJ betrug, jener für Zusatzheizungen 680 TJ. Der gesamte Verbrauch für Klimatisierung betrug damit 1.040 TJ, zur Gänze mit Strom gedeckt.

4.3.1.4 Raumheizung

In diesem Unterkapitel werden der energetische Endverbrauch und der Nutzenergiebedarf für Raumwärme untersucht. Wichtiger Ausgangspunkt ist dabei die Wohnnutzfläche (WNF) des gesamten österreichischen Wohngebäudebestandes. Eingeteilt wird die WNF nach Bauperioden und den Gebäudeklassen Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH) sowie Mehrfamilienhäuser (MFH, siehe nachstehende Tabelle).

	vor 1919	1919 - 1944	1945 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2005
EFH	30.193.400	12.742.723	92.693.679	37.284.094	33.177.407	8.754.071
MFH	25.965.333	8.868.375	49.195.669	15.796.208	17.643.150	4.737.154

Tabelle 54: WNF [m²] des österreichischen Wohngebäudebestandes nach Bauperioden und Gebäudeklassen

Mit Hilfe der nachstehend angeführten spezifischen Umrechnungsfaktoren kann daraus die Bruttogeschoßfläche (BGF) berechnet werden:

Bauperiode	EFH	MFH
vor 1919	1,15	1,12
1919 - 1944	1,15	1,12
1945 - 1980	1,15	1,12
1981 - 1990	1,16	1,14
1991 - 2000	1,17	1,15
ab 2001	1,20	1,18

Tabelle 55: Umrechnungsfaktoren von WNF auf BGF

	vor 1919	1919 - 1944	1945 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2005
EFH	34.722.410	14.654.132	106.597.731	43.249.549	38.817.566	10.504.886
MFH	29.081.173	9.932.581	55.099.149	18.007.677	20.289.623	5.589.841

Tabelle 56: BGF [m²] des österreichischen Wohngebäudebestandes nach Bauperioden und Gebäudeklasse

Zusätzlich sind die durchschnittlichen Heizwärmebedarfe (HWB) nach Bauperioden und Gebäudeklassen bekannt:

	vor 1919	1919 - 1944	1945 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2005
E+ZFH	160	170	200	130	100	60
MFH	130	140	145	100	80	45

Tabelle 57: Durchschnittlicher HWB [kWh/m²a] nach Bauperioden und Gebäudeklasse (Lang 2007)

Durch Multiplikation der jeweiligen BGF mit dem entsprechenden HWB und anschließende Summenbildung kann der Nutzenergiebedarf berechnet werden. Mit den Angaben lt. obiger Tabellen ergibt sich ein Nutzenergiebedarf in Höhe von 202.812 TJ. Dieses Ergebnis bringt allerdings folgendes Paradoxon mit sich: Lt. Tabelle 48 beträgt der energetische Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ 199.176 TJ, wovon, wie in Kapitel 4.3.1.3 gezeigt wurde, noch 1.040 TJ abgezogen werden müssen, um den energetischen Endverbrauch für Raumheizung zu erhalten. Dieser beträgt also 198.136 TJ und ist damit kleiner als der oben berechnete Nutzenergiebedarf. Da der Nutzenergiebedarf weder (Umwandlungs-) Verluste noch Hilfsenergie beinhaltet, der energetische Endverbrauch im Gegensatz zum Bedarf aber auch noch vom Nutzerverhalten abhängt, ist dieses Größenverhältnis eigentlich nicht möglich (siehe Abbildung 33).

Die Lösung liegt nach Auskunft der TU Wien (Müller, A., TU Wien, EEG, 2009) einerseits im allgemeinen Reduktionsfaktor (~ 0,8, in der OIB Richtlinie 6 festgelegt) und andererseits im

sogenannten Servicefaktor. Der allgemeine Reduktionsfaktor stellt eine Korrektur der BGF dar, und zwar in dem Sinn, dass bei der beheizten Bruttogeschoßfläche eine Übererfassung (Stiegenhäuser, Aufzugsschächte, ...) vorliegt. Dafür erfolgt also eine pauschale Korrektur. Im Servicefaktor werden die Automatisierungsgrade von Heizkesseln u.ä. berücksichtigt. Zusätzlich wird versucht, auch von der „Norm“ abweichendes Nutzerverhalten zu berücksichtigen. Damit liegt der Servicefaktor je nach Gebäude und Nutzer zwischen 0,6 und 1,1. In Summe, also unter Verwendung des allgemeinen Reduktionsfaktors und des Servicefaktors, gelingt aber eine Anpassung des Nutzenergiebedarfs an den energetischen Endverbrauch lt. Gesamtenergiebilanz bzw. den daraus berechneten Nutzenergiebedarf.

Da die spezifischen Servicefaktoren nicht bekannt sind, muss anders vorgegangen werden. Durch eine Aufteilung des energetischen Endverbrauchs auf unterschiedliche Energieträger kann dieser mittels der Wirkungsgrade der Nutzenergieanalyse (NEA 1998, Statistik Austria) in Nutzenergie umgerechnet werden. Diese Vorgehensweise beinhaltet zwei, allerdings gegenläufige Fehler. Einerseits wird dabei die Hilfsenergie, die lt. einer eidgenössischen Studie (Hilfsenergie Haustechnik: Einspar-Potenziale und Umsetzungspfade, S.A.F.E. 2006) je nach Gebäudegröße, Automatisierungsgrad der Heizanlage u.ä. 2,5 bis 8% des Heizenergieverbrauchs ausmacht, nicht berücksichtigt. Andererseits sind die Wirkungsgrade, besonders für feste Brennstoffe, sehr klein, womit betreffend den Nutzenergiebedarf zumindest teilweise eine Kompensation erreicht wird. Da von der Statistik Austria die Hilfsenergie nicht (explizit) erfasst wird, gibt es keine andere Möglichkeit, als mit den Wirkungsgraden der NEA 1998 zu arbeiten. Der Vergleich der so erhaltenen Nutzenergie mit dem oben berechneten Nutzenergiebedarf liefert dann einen Korrekturfaktor – sozusagen einen „globalen Servicefaktor“ für die Gesamtheit der österreichischen Haushalte.

Um nun aber die Nutzenergie aus dem energetischen Endverbrauch lt. Basisjahr berechnen zu können werden noch die Anteile der unterschiedlichen Energieträger benötigt. Diese Verteilung wurde der Publikation „Gesamteinsatz aller Energieträger 2005/2006 – Ergebnisse für Österreich“ (Statistik Austria) entnommen. Da aus dem Basisjahr der energetische Endverbrauch und der Stromverbrauch bekannt sind, konnten diese Verbrauchswerte mit dem Korrekturfaktor,

$$f_k = \frac{EE_{BJ} - Eel_{BJ}}{EE_{HH} - Eel_{HH}} \approx 0,92,$$

auf das Basisjahr normiert werden. Das Ergebnis zeigt nachfolgende Tabelle:

Energieträger	Verbrauch	Anteil [%]
Steinkohle	1.249	0,57
Braunkohle	104	0,05
Braunkohlebriketts	637	0,29
Koks	2.163	0,98
Holz	56.705	25,72
Pellets, Holzbriketts	3.658	1,66
Hackschnitzel	4.374	1,98
Heizöl	65.217	29,58
Flüssiggas	1.934	0,88
Naturgas	53.626	24,32
Fernwärme + HZ (ET=UB)*	26.526	12,03
Solarthermie	2.170	0,98
Wärmepumpe	2.125	0,96
SUMME	220.489	100,00

Tabelle 58: Energetischer Endverbrauch [TJ] (exklusive Strom) nach Energieträgern der Haushalte im Basisjahr; *HZ = Hauszentralheizungen; ET = UB = Energieträger = unbekannt

Der nicht-elektrische Verbrauch für Raumheizung im Basisjahr betrug 190.458 TJ. Berücksichtigt man, dass 77% des Gasverbrauchs der Raumheizung dienen (Gasverbrauch der Haushalte, Statistik Austria, 2007) und nimmt gleichzeitig an, dass die Verteilung der restlichen Energieträger auf die Kategorie Raumheizung übertragen werden kann, so ergibt sich folgendes Bild vom Energieträgereinsatz für Raumheizung:

Energieträger	Verbrauch	Anteil [%]
Steinkohle	1.117	0,59
Braunkohle	93	0,05
Braunkohlebriketts	570	0,30
Koks	1.934	1,02
Holz	50.691	26,62
Pellets, Holzbriketts	3.270	1,72
Hackschnitzel	3.910	2,05
Heizöl	58.300	30,61
Flüssiggas	1.729	0,91
Naturgas	41.292	21,68
Fernwärme + HZ (ET=UB)	23.713	12,45
Solarthermie	1.940	1,02
Wärmepumpe	1.899	1,00
SUMME	190.458	100,00

Tabelle 59: Energetischer Endverbrauch [TJ] (exklusive Strom) in der Kategorie Raumheizung im Basisjahr nach Energieträgern

Multipliziert man die in obenstehender Tabelle genannten Verbräuche mit den Wirkungsgraden der NEA 1998, so erhält man die Nutzenergie:

Energieträger	Wirkungsgrad	Nutzenergie
Steinkohle	65	726
Braunkohle	65	60
Braunkohlebriketts	65	371
Koks	65	1.257
Holz	65	32.949
Pellets, Holzbriketts	65	2.126
Hackschnitzel	65	2.542
Heizöl	75	43.725
Flüssiggas	75	1.297
Naturgas	70	28.904
Fernwärme + HZ (ET=UB)	95	22.527
Solarthermie	90	1.746
Wärmepumpe	90	1.709
SUMME	---	139.939

Tabelle 60: Wirkungsgrade [%] lt. NEA 1998 und berechneter Nutzenergiebedarf [TJ]

Da der Stromdirektheizung ein Wirkungsgrad von 100% zugeordnet wird, beträgt auch der Nutzenergiebedarf 7.678 TJ. Damit ergibt sich ein Nutzenergiebedarf für das Basisjahr in Höhe von 147.629 TJ. Mittels Division durch den berechneten Nutzenergiebedarf von 202.812 TJ ergibt sich der oben angesprochene Korrekturfaktor von rund 0,73, der als Produkt des allgemeinen Reduktionsfaktors von rund 0,8 mit einem mittleren Servicefaktor von 0,9125 zu verstehen ist. Dieser Faktor wird auch für die Berechnungen betreffend die Jahr 2020 und 2050 beibehalten. Das heißt, dass die errechneten Nutzenergiebedarfe mit dem Faktor 0,73 nach unten korrigiert werden.

4.3.1.5 Warmwasser

Der Verbrauch für Warmwasserbereitung bildet gemeinsam mit dem Verbrauch für Kochen den Verbrauch der Nutzenergiekategorie Industrieöfen. Lt. Tabelle 48 betrug der Verbrauch dieser Nutzenergiekategorie im Basisjahr 38.882 TJ, wovon 8.851 TJ mit Strom gedeckt wurden.

Wie bereits in Kapitel 4.3.1.4 erwähnt, entfallen 77% des Gasverbrauchs auf Heizen. Von den restlichen 23% dienen 92%, also 21,16% des gesamten Gasverbrauchs bzw. 11.351 TJ, der Warmwasserbereitung und 8% (1,84% des gesamten Gasverbrauchs bzw. 987 TJ, Gasverbrauch der Haushalte, Statistik Austria, 2007) dem Kochen. In Kapitel 4.3.1.2 wird der Verbrauch für E-Herde mit 5.118 TJ angegeben. Damit verbleiben für die Warmwasserbereitung insgesamt 32.777 TJ, wovon 11.351 TJ mit Gas gedeckt werden und 3.733 TJ mit Strom.

Der Verbrauch für Warmwasserbereitung an den restlichen Energieträgern berechnet sich als Differenz der entsprechenden Werte der Tabelle 58 und der Tabelle 59. Damit ergibt sich folgende Verteilung des energetischen Endverbrauchs auf die Energieträger:

Energieträger	Verbrauch	Anteil [%]
Steinkohle	133	0,40
Braunkohle	11	0,03
Braunkohlebriketts	68	0,21
Koks	229	0,70
Holz	6.014	18,35
Pellets, Holzbriketts	388	1,18
Hackschnitzel	464	1,42
Heizöl	6.917	21,10
Flüssiggas	205	0,63
Naturgas	11.347	34,62
Fernwärme + HZ (ET=UB)	2.813	8,58
Solarthermie	230	0,70
Wärmepumpe	225	0,69
Strom	3.733	11,39
SUMME	32.777	100,00

Tabelle 61: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung nach Energieträgern

Auch dieser energetische Endverbrauch kann gemäß der Vorgehensweise in Kapitel 4.3.1.4 mit den Wirkungsgraden der NEA 1998 (die sich für die Warmwasserbereitstellung zum Teil von den Wirkungsgraden der einzelnen Technologien bei der Räumwärme unterscheiden) in einen Nutzenergiebedarf umgerechnet werden. Das Ergebnis zeigt nachstehende Tabelle:

Energieträger	Wirkungsgrad	Nutzenergiebedarf
Steinkohle	65	86
Braunkohle	65	7
Braunkohlebriketts	65	44
Koks	65	149
Holz	65	3.909
Pellets, Holzbriketts	65	252
Hackschnitzel	65	302
Heizöl	75	5.188
Flüssiggas	75	154
Gas-Warmwasserbereiter	75	8.511
Fernwärme + HZ (ET=UB)	95	2.673
Solarthermie	90	207
Wärmepumpe	90	203
elektrische Warmwasserbereitung	90	3.360
SUMME	---	25.043

Tabelle 62: Wirkungsgrade [%] lt. NEA 1998 und berechneter Nutzenergiebedarf [TJ]

Es gibt auch noch eine zweite Möglichkeit, den Nutzenergiebedarf für Warmwasserbereitung abzuschätzen. Nach Auskunft des deutschen Umweltbundesamtes (Richter, S., schriftliche Mitteilung, 2008) teilt sich ein durchschnittlicher Wasserverbrauch von 115 Litern pro Kopf und Tag folgendermaßen auf:

Tätigkeit	Verbrauch
Körperpflege (Baden, Duschen, ...)	45
Toilettenspülung	34
Wäschewaschen	15
Geschirrspülen	8
Raumreinigung, Autopflege, Garten	8
Essen, Trinken	5
SUMME	115

Tabelle 63: Durchschnittliche Wasserverwendung [l] pro Kopf und Tag

Die Warmwasserverbräuche von Waschmaschine und Geschirrspüler sind bereits im Kapitel 4.3.1.2 berücksichtigt. Das gilt auch für den Verbrauch für Essen und Trinken. Gartenbewässerung und Toilettenspülung erfolgen im Normalfall nicht mit Warmwasser. Es verbleibt also der Verbrauch für Körperpflege, Raumreinigung und Autopflege. Nimmt man an, dass die gewünschte Wassertemperatur durch Mischen von kaltem mit warmem Wasser

erzeugt wird, so kann man den durchschnittlichen Warmwasserverbrauch auf rund 40 Liter pro Kopf und Tag schätzen.

Bezieht man diesen mittleren Warmwasserbedarf auf die Anzahl der Personen in den privaten Haushalten (um Doppelzählungen hier und im Sektor Dienstleistungsbereich zu vermeiden), so kann man bei einer spezifischen Wärmekapazität des Wassers von 4,19 kJ/kgK und einem Gewicht von 0,99 kg/l sowie einer angenommenen Temperaturerhöhung von 10°C auf 55°C die dafür benötigte Energie berechnen. Es ergibt sich ein Nutzenergiebedarf in Höhe von 22.169 TJ.

Die Differenz zum Wert aus Tabelle 62 dürfte darauf zurückzuführen sein, dass teilweise Warmwasser gespeichert wird. Das geschieht nicht verlustfrei, erhöht also den Energiebedarf entsprechend. Die Differenz in Höhe von 2.874 TJ lässt sich aber keiner Technologie der Warmwasserbereitung eindeutig zuordnen. Einen Anteil hat sicher die Solarthermie. Zu dieser Technologie ist auch noch anzumerken, dass – je nach Quelle – derzeit nur 30 bis 70% des jährlichen Warmwasserbedarfs mit ihr gedeckt werden können. Die restliche Bereitstellung erfolgt üblicherweise über die Heizanlage, einen elektrischen Heizstab oder eine Wärmepumpe. Im Rahmen dieser Studie wird aber davon ausgegangen, dass ab 2020 eine solarthermische Vollversorgung möglich sein wird, und zwar nicht nur für Warmwasserbereitung, sondern auch für Raumheizung, hier allerdings in Abhängigkeit vom HWB.

4.3.1.6 Beleuchtung

Der Verbrauch für Beleuchtung betrug im Basisjahr 4.545 TJ, allein durch Strom gedeckt. Beleuchtet wurde in österreichischen Haushalten mit

- Glühlampen,
- Energiesparlampen,
- Leuchtstoffröhren,
- Niedervolt-Halogenlampen und
- Hochvolt-Halogenlampen.

Den Anteil der unterschiedlichen Beleuchtungsmittel am gesamten Verbrauch für Beleuchtung im Basisjahr zeigt nachstehende Abbildung (Quelle: Strom- und Gastagebuch).

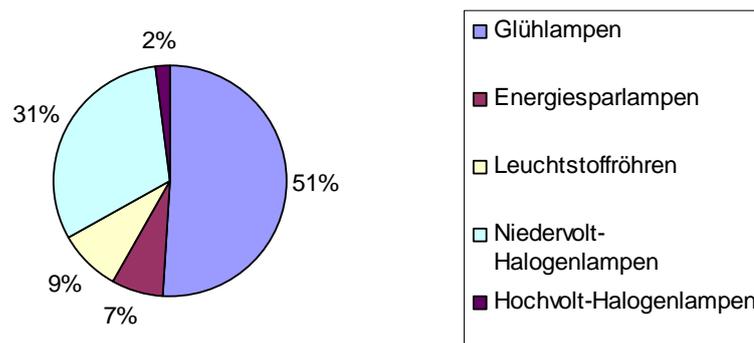


Abbildung 30: Anteil der Beleuchtungsmittel am Verbrauch im Basisjahr (Quelle: Strom- und Gastagebuch)

Die Verbräuche für unterschiedliche Beleuchtungsmittel, die sich mit den Anteilen lt. obiger Abbildung ergeben, fasst die folgende Tabelle zusammen.

	Anteil [%]	Verbrauch [TJ]
Glühlampen	51	2.318
Energiesparlampen	7	318
Leuchtstoffröhren	9	409
Niedervolt-Halogenlampen	31	1.409
Hochvolt-Halogenlampen	2	91
SUMME	100	4.545

Tabelle 64: Verbrauch für unterschiedliche Beleuchtungsmittel im Basisjahr

4.3.2 Szenarien der künftigen Entwicklung

In diesem Kapitel wird anhand der beiden Szenarien Pragmatisch und Forciert untersucht, wie weit der Energieverbrauch der Haushalte gesenkt werden kann, ohne nachts im Dunkeln zu sitzen bzw. im Winter zu frieren, also ohne (wesentliche) Komforteinbußen in Kauf zu nehmen. Demgegenüber steht das Szenario BAU (dem Basisjahr entnommen), das in einfachster Weise bisherige Trends in die Zukunft projiziert.

Die Bevölkerungsentwicklung wird dabei vorläufig nicht beachtet. Dadurch ergibt sich eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit dem Basisjahr. Effekte einer Bevölkerungszu- oder Abnahme und einer damit einhergehenden Änderung der Anzahl der Haushalte werden in Kapitel 4.3.3 untersucht.

4.3.2.1 Szenario Business as Usual

Im Kapitel Basisjahr wurden die bis zu den Jahren 2020 und 2050 extrapolierten Verbräuche mit 318,3 bzw. 408,3 PJ angegeben. Das entspricht Zunahmen in Höhe von 16% bzw. 49%.

Der Stromverbrauch der Haushalte wurde auf 64,8 PJ für das Jahr 2020 und 88,8 PJ für das Jahr 2050 extrapoliert. Das würde Zunahmen von 23% bis 2020 und von 68% bis 2050 bedeuten.

4.3.2.2 Szenario Pragmatisch

In diesem Szenario werden Effizienzpotenziale untersucht, ohne dabei die technischen Möglichkeiten voll auszuschöpfen. Trotz größtenteils moderater Annahmen zeigt sich die Möglichkeit großer Einsparungen.

Haushaltsgeräte

Wie bereits dargestellt, ist die Anzahl der unterschiedlichen Haushaltsgeräte beträchtlich. Dies führt zu entsprechend vielen Annahmen für die Entwicklung des künftigen Verbrauchs in dieser Kategorie. Hinzu kommen Betrachtungen betreffend ein „Zukunftsgerät“.

Annahmen

Zur Abschätzung der Effizienzpotenziale wurden neben den spezifischen, unten angegebenen Quellen auch zahlreiche Vorstudien die im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie erstellt wurden und Informationen zum „Energy Star“ herangezogen.

Im Allgemeinen wurde angenommen, dass Stand-by-Verbräuche und Off-Mode-Verluste (niedriger Verbrauch von Geräten, die nicht ihre Hauptfunktion erfüllen) auf ein Minimum oder überhaupt auf Null reduziert werden.

Weißware

In diese Kategorie fallen Elektroherde, Kühlgeräte, Gefriergeräte, Geschirrspülmaschinen, Waschmaschinen und Wäschetrockner.

Obwohl gerade in diesem Bereich großes Potenzial in den Nutzungsmustern liegen dürfte, sind die Effekte sehr schwer abzuschätzen. Deshalb konnten sie im Verlauf der folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt werden. Mit Ausnahme des Elektroherds wurde für die

Geräte dieser Kategorie eine Austauschrate von 100% bis 2020 angenommen, bis 2050 erfolgt zumindest ein zweiter Austausch.

Betreffend den Elektroherd wurde angenommen, dass bis 2020 ein Austausch von 45% der Geräte erfolgt, im Zeitraum 2020 bis 2050 der Austausch von 90%. Das entspricht einer konstanten Austauschrate von 3%/a. Der durchschnittliche Verbrauch der (ausgetauschten) Elektroherde wurde für das Jahr 2020 mit 171 kWh/a angenommen (vgl. Götze, M. et al. 2009), für das Jahr 2050 mit 110 kWh/a (vgl. <http://www.hausgeraete-plus.de/kochen-backen-braten/herde-backofen/energieverbrauch.php> 23.11.2009). Bei den Berechnungen war zu beachten, dass aufgrund der Austauschrate im Jahr 2020 noch 55% der Elektroherde den mittleren Verbrauch des Basisjahres (449,3 kWh/a) aufweisen. 2050 haben 90% der Herde den mittleren Verbrauch von 110kWh/a und 10% den mittleren Verbrauch von 171 kWh/a. Die Anzahl der mit Gasherden kochenden Haushalte wurde bis 2020 konstant gehalten, bis 2050 werden sie jedoch durch Elektroherde ersetzt. Diesen zusätzlichen Elektroherden wurde der mittlere Verbrauch von 110 kWh/a zugewiesen.

Betreffend die Größe von Kühlgeräten wurde von einem Volumen von 60 l pro Person ausgegangen (vgl. Götze, M. et al. 2009). Der durchschnittliche Verbrauch der Kühlgeräte wurde für 2020 mit 142 kWh/a und für 2050 mit 134 kWh/a angenommen (vgl. Niedrig-Energie-Institut 2009). Dieser Reduktion des Verbrauchs wirkt ein leichter Anstieg des Ausstattungsgrads von 98% auf 100% bis zum Jahr 2020 entgegen. Für das Jahr 2050 wurde der Ausstattungsgrad von 100% beibehalten.

Das künftige Nutzvolumen von Gefriergeräten wurde auf 65 l pro Person geschätzt (vgl. Götze, M. et al. 2009). Im Jahr 2020 wird für Gefriergeräte ein durchschnittlicher Verbrauch von 161 kWh/a angenommen, im Jahr 2050 von 113 kWh/a (vgl. Niedrig-Energie-Institut 2009). Der Ausstattungsgrad steigt von 78% im Basisjahr bis 2020 auf 85%, danach sinkt er jedoch bis 2050 auf 50%.

Die durchschnittlichen Verbräuche der Geschirrspüler wurden für 2020 mit 229 kWh/a und für 2050 mit 208 kWh/a angenommen (vgl. Niedrig-Energie-Institut 2009). Betreffend den Ausstattungsgrad wird davon ausgegangen, dass er bis 2020 auf 65% und bis 2050 auf 75% ansteigt. Hier ist noch darauf hinzuweisen, dass mögliche Effekte eines Warmwasserbetriebs nicht berücksichtigt werden konnten. Das gilt auch für die Waschmaschinen.

Bei den Berechnungen zum Verbrauch für Waschmaschinen wurde angenommen, dass die Menge der zu waschenden Wäsche konstant bleibt. Als durchschnittlicher Verbrauch wurden

für 2020 74 kWh/a angenommen, für 2050 65 kWh/a (vgl. Niedrig-Energie-Institut 2009). Der Ausstattungsgrad wurde sowohl für 2020 als auch für 2050 mit 100% angesetzt.

Auch die Menge der in Wäschetrocknern zu trocknenden Wäsche wurde als konstant betrachtet. Für das Jahr 2020 wurde ein durchschnittlicher Verbrauch von 194 kWh/a angenommen, für das Jahr 2050 108 kWh/a (vgl. Niedrig-Energie-Institut 2009). Der Ausstattungsgrad steigt bis 2020 auf 50% und bleibt danach konstant.

Sonstige Haushalts- und Küchengeräte

In diese Kategorie fallen Bügeleisen, Staubsauger, Kaffeemaschine, Toaster, Fön, Mikrowelle und Dunstabzugshaube.

Für alle diese Geräte wurde angenommen, dass bis zum Jahr 2020 ein vollständiger Austausch erfolgt und bis 2050 zumindest ein weiterer.

Der durchschnittliche Verbrauch eines Bügeleisens wurde für 2020 mit 111 kWh/a angenommen und für 2050 mit 83 kWh/a (vgl. Stiftung Warentest 2009a). Der Ausstattungsgrad wurde von 98% im Basisjahr auf 100% für die Jahre 2020 und 2050 erhöht.

Für Staubsauger wurde ein durchschnittlicher Verbrauch von 65 kWh/a im Jahr 2020 und von 59 kWh/a im Jahr 2050 angenommen (vgl. Stiftung Warentest 2009b). Der Ausstattungsgrad wurde von 99% im Basisjahr auf 100% in den Jahren 2020 und 2050 erhöht.

Den Kaffeemaschinen des Jahres 2020 wurde ein durchschnittlicher Verbrauch von 57 kWh/a zugeordnet, jenen des Jahres 2050 ein Verbrauch von 43 kWh/a. Auch hier wird ein Ausstattungsgrad von 100% für 2020 und 2050 angenommen.

Toastern wird für 2020 ein durchschnittlicher Verbrauch von 11 kWh/a und für 2050 von 10 kWh/a zugeschrieben (vgl. Öko-Test Verlag GmbH 2008). Der Ausstattungsgrad von 90% im Basisjahr wird auch für die Jahre 2020 und 2050 übernommen.

Dem durchschnittlichen Fön wird 2020 und 2050 ein Verbrauch in Höhe von 36 kWh/a zugeordnet (vgl. Stiftung Warentest 2009c). Der Ausstattungsgrad wurde wie bei den Toastern nicht geändert, also bei 81% belassen. Zu erwähnen ist, dass der Verbrauch für dieses Gerät nicht über die Anzahl der Haushalte sondern über die Anzahl der Personen in Haushalten errechnet wurde.

Der durchschnittliche Verbrauch von Mikrowellen wurde mit 125 kWh/a im Jahr 2020 und 106 kWh/a im Jahr 2050 angenommen (vgl. Stiftung Warentest 2008). Der Ausstattungsgrad steigt von 65% im Basisjahr bis 2020 auf 70% und bis 2050 auf 75%.

Der durchschnittliche Verbrauch von Dunstabzugshauben wurde sowohl für das Jahr 2020 als auch für das Jahr 2050 mit 60 kWh/a angenommen (vgl. Stiftung Warentest 2007/2002, HEA 2000, <http://www.jaegers.net/Strom-sparen-2.839.0.html> 23.11.2009). Der Ausstattungsgrad von 59% wurde für diese beiden Jahre beibehalten.

Kommunikation

Zu diesem Bereich zählen Festnetztelefone, Mobiltelefone, Computer inklusive Peripheriegeräte und Internetanschlüsse.

Auch in dieser Kategorie wird angenommen, dass bereits bis 2020 jedes Gerät zumindest einmal ausgetauscht wird, danach bis 2050 zumindest ein weiteres Mal.

Es wurde angenommen, dass Festnetztelefone in Zukunft mit Faxgeräten und ähnlichem verschmelzen werden. Die durchschnittlichen Verbräuche 2020 und 2050 wurden mit 32 kWh/a bzw. 23 kWh/a höher angesetzt, als für das Festnetztelefon per se (vgl. Stiftung Warentest 2009d mit 27 bzw. 13 kWh/a). Der derzeitige Ausstattungsgrad von 71% wurde für 2020 übernommen, für 2050 wurde mit einem Rückgang auf 60% gerechnet. Das Nutzerverhalten wurde als unverändert angenommen.

Auch für Mobiltelefone wurde keine Änderung des Nutzerverhaltens berücksichtigt, und auch der Verbrauch von 3,5 kWh/a im Basisjahr wurde für 2020 und 2050 übernommen (vgl. http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envsgwza/Projektionsbericht_DE_2009.doc 23.11.2009). Allerdings wurde angenommen, dass der Ausstattungsgrad von 80% im Basisjahr auf 90% im Jahr 2020 und auf 100% im Jahr 2050 steigt. Auch hier berechnet sich der Verbrauch nicht über die Anzahl der Haushalte sondern über die Anzahl der Personen in Haushalten.

Bei Computern und Peripheriegeräten ist ein großes Einsparpotenzial gegeben. Allerdings wird hier angenommen, dass ein Anstieg der Nutzungsdauer (z.B. für E-Learning und Home-Shopping) und die Entwicklung immer höherer Ansprüche diesem Potenzial entgegenwirken. Für 2020 wurde der durchschnittliche Verbrauch deshalb mit 170 kWh/a angenommen, für 2050 mit 160 kWh/a. Der Ausstattungsgrad steigt bis 2020 auf 90%, bis 2050 auf 100%.

Für Internetanschlüsse wurde im Jahr 2020 ein mittlerer Verbrauch in Höhe von 40 kWh/a angenommen, ebenso für das Jahr 2050. Betreffend den Ausstattungsgrad wurde davon ausgegangen, dass er bis 2020 auf 62% und bis 2050 auf 95% steigt.

Unterhaltungselektronik

Der Unterhaltungselektronik werden TV-Geräte, Videorecorder und DVD-Geräte, mobile Geräte, HIFI-Anlagen und SET-TOP-Boxen zugeordnet.

Mit Ausnahme der TV-Geräte werden auch in diesem Bereich alle Geräte bis 2020 erneuert, danach bis 2050 zumindest ein weiteres Mal.

Bei den TV-Geräten wurde angenommen, dass die mittlere Größe der Geräte zunehmen wird. Deshalb konnte der Verbrauch für 2020 „nur“ auf 169 kWh/a, jener für 2050 auf 113 kWh/a reduziert werden. Der Ausstattungsgrad steigt von 125% im Basisjahr auf 130% im Jahr 2020 und 140% im Jahr 2050. Die Austauschrate beträgt 5%/a. Somit haben im Jahr 2020 noch 25% der TV-Geräte den mittleren Verbrauch des Basisjahres (210 kWh/a), im Jahr 2050 verbrauchen aber alle Geräte nur 113 kWh/a.

Den Video- und DVD-Geräten wurden Verbräuche von 40 kWh/a im Jahr 2020 und 32 kWh/a im Jahr 2050 zugeordnet (vgl. Stiftung Warentest 2009d-g). Der Ausstattungsgrad wurde von 77% im Basisjahr auf moderate 80% im Jahr 2020 und 85% im Jahr 2050 erhöht.

Der durchschnittliche Verbrauch mobiler Geräte wurde sowohl für 2020 als auch für 2050 mit 4 kWh/a angesetzt (vgl. Kirchner, A. et. all 2009 sowie http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envsgwza/Projektionsbericht_DE_2009.doc 23.11.2009). Beim Ausstattungsgrad wurde eine Erhöhung auf 20% bis 2020 und auf 25% bis 2050 angenommen.

Bei HIFI-Anlagen wurde angenommen, dass der mittlere Verbrauch bis 2020 auf 32 kWh/a sinkt und sich bis 2050 noch weiter auf 17 kWh/a reduziert (vgl. Stiftung Warentest 2009d). Der Ausstattungsgrad von 69% wurde weder für das Jahr 2020 noch für das Jahr 2050 verändert.

Im Bereich der SET-TOP-Boxen wurde davon ausgegangen, dass trotz einer Zunahme der Nutzungsdauer von 3,5 h/d auf 4 h/d der Verbrauch bis 2020 auf 65 kWh/a reduziert werden kann (vgl. Stiftung Warentest 2009d sowie 2009h). Für das Jahr 2050 wird mit dem noch

weiter reduzierten Verbrauch von 57 kWh/a gerechnet. Der Ausstattungsgrad wurde für beide Jahre mit 100% angenommen.

Zukunftsgerät

Der Gerätepark ist einem ständigen Wandel unterworfen. Dabei kommt es beispielsweise zum Bau immer leistungsfähigerer PCs oder immer größerer TV-Geräte. Allerdings ändern sich nicht nur die Eigenschaften bereits bekannter Geräte, es kommt auch immer wieder zur Entwicklung neuer, bisher unbekannter Geräte. Sinn des „Zukunftsgeräts“ ist es, auch ohne die genauen Eigenschaften zukünftig entwickelter Geräte „erraten“ zu können, die Höhe des Verbrauchs dafür abzuschätzen und diesen in die Energiezukunft einplanen zu können.

In diesem Szenario wurde für die Abschätzung ein Gerät betrachtet, das 24 Stunden am Tag in Betrieb ist, und zwar mit einem Jahresverbrauch von 263 kWh. Für das Jahr 2020 wurde ein Ausstattungsgrad von 50% angenommen, für 2050 100%.

Zusammenfassung

Die beiden folgenden Tabellen fassen alle Annahmen zu Ausstattungsgraden und Verbräuchen zusammen:

Gerätekategorie		Ausstattungsgrad		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	91	91	100
	Kühlgerät	98	100	100
	Gefriergerät	78	85	50
	Geschirrspülmaschine	60	65	75
	Waschmaschine	95	100	100
	Wäschetrockner	34	50	50
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98	100	100
	Staubsauger	99	100	100
	Kaffeemaschine	95	100	100
	Toaster	90	90	90
	Fön	81	81	81
	Mikrowelle & Co.	65	70	75
	Dunstabzugshaube	59	59	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71	71	60
	Mobiltelefon	80	90	100
	PC inkl. Peripheriegeräte	79	90	100
	Internetanschluss	48	62	95
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125	130	140
	Videorecorder + DVD	77	80	85
	Mobile Geräte (Videokamera)	17	20	25
	HIFI – Anlagen	69	69	69
	SET-TOP-Boxen	97	100	100
Zukunftsgerät		0	50	100

Tabelle 65: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050

Gerätekategorie		mittlerer Verbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	449,3	171,0	110,0
	Kühlgerät	357,9	142,0	134,0
	Gefriergerät	506,0	161,0	113,0
	Geschirrspülmaschine	346,0	229,0	208,0
	Waschmaschine	223,0	74,0	65,0
	Wäschetrockner	394,0	194,0	108,0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	50,0	111,0	83,0
	Staubsauger	70,0	65,0	59,0
	Kaffeemaschine	100,0	57,0	43,0
	Toaster	20,0	11,0	10,0
	Fön	50,0	24,0	24,0
	Mikrowelle & Co.	210,0	125,0	106,0
	Dunstabzugshaube	90,0	60,0	60,0
Kommunikation	Festnetztelefon	39,0	32,0	23,0
	Mobiltelefon	3,5	3,5	3,5
	PC inkl. Peripheriegeräte	179,0	170,0	160,0
	Internetanschluss	60,5	40,0	40,0
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	210,0	169,0	113,0
	Videorecorder + DVD	70,0	40,0	32,0
	Mobile Geräte (Videokamera)	10,0	4,0	4,0
	HIFI – Anlagen	65,0	32,0	17,0
	SET-TOP-Boxen	70,0	65,0	57,0
Zukunftsgerät		0,0	263,0	263,0

Tabelle 66: Durchschnittliche Verbräuche [kWh/a] der Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050

Zu beachten ist in obenstehender Tabelle, dass für den Elektroherd und das TV-Gerät die durchschnittlichen Verbräuche neuer Geräte von 2020 bzw. 2050 eingetragen wurden, obwohl in beiden Jahren noch Geräte mit schlechteren Verbrauchsdaten in Einsatz sind.

Berechnungen und Ergebnis

Kombiniert man die Ausstattungsgrade mit den durchschnittlichen Verbräuchen und der Anzahl der Haushalte, so ergibt sich der energetische Endverbrauch für Haushaltsgeräte. Ausnahmen bilden hier wiederum Fön und Mobiltelefon, die auf die Personen in den Haushalten bezogen werden müssen, sowie Elektroherd und TV-Gerät aufgrund der angenommenen Austauschraten.

Gerätekategorie		Stromverbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	5.118	3.692	1.446
	Kühlgerät	4.391	1.778	1.677
	Gefriergerät	4.941	1.713	707
	Geschirrspülmaschine	2.599	1.863	1.953
	Waschmaschine	2.652	926	814
	Wäschetrockner	1.677	1.214	676
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613	1.389	1.039
	Staubsauger	867	814	739
	Kaffeemaschine	1.189	714	538
	Toaster	225	124	113
	Fön	1.186	568	564
	Mikrowelle & Co.	1.709	1.095	995
	Dunstabzugshaube	665	443	443
Kommunikation	Festnetztelefon	347	284	173
	Mobiltelefon	82	92	101
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770	1.915	2.003
	Internetanschluss	364	310	476
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286	2.917	1.980
	Videorecorder + DVD	675	401	340
	Mobile Geräte (Videokamera)	21	10	13
	HIFI – Anlagen	561	276	147
	SET-TOP-Boxen	850	814	714
Zukunftsgerät		0	1.645	3.290
SUMME		35.787	24.998	20.940

Tabelle 67: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050

Zusätzlich zu den in obiger Tabelle angegebenen Verbräuchen gibt es im Basisjahr und 2020 noch einen Verbrauch in Höhe von 987 TJ für Gasherde. Bis 2050 werden diese Gasherde durch Elektroherde ersetzt. Dieser Verbrauch ist in obiger Tabelle enthalten.

Klimatisierung

Annahmen

Die Anzahl der Klimaanlagen ist auch in Österreichs privaten Haushalten in den letzten Jahren stark gestiegen. Obwohl ein Kühlbedarf durch bauliche Maßnahmen vermieden werden kann,

gehen wir davon aus, dass die Anzahl der Klimaanlage bis zum Jahr 2020 auf das vierfache des Basisjahres steigen wird. Danach soll diese Anzahl aber bis 2050 konstant bleiben. Diesem Verbrauchstreiber entgegen wirkt die Annahme, dass der mittlere Verbrauch der Klimaanlage bis 2020 um 15% gegenüber 2005 reduziert werden kann, und bis 2050 um 30%, wiederum gegenüber 2005.

Der Bedarf für Zusatzheizung wird im Zuge der thermischen Sanierung praktisch auf Null reduziert. Auch im Neubau besteht kein Bedarf. Deshalb wird der Verbrauch für Zusatzheizung gemäß dem Anteil der sanierten und abgerissenen Fläche an der gesamten BGF des Basisjahres reduziert.

Berechnungen und Ergebnis

Ausgehend von einem Verbrauch in Höhe von 360 TJ für Klimaanlage im Basisjahr ergibt sich mit obigen Annahmen für das Jahr 2020 ein Verbrauch von 1.224 TJ. Bis 2050 sinkt dieser Verbrauch auf 1.008 TJ.

Bis 2020 sinkt der Bedarf für Zusatzheizung auf 73% des Bedarfs im Basisjahr. Der Verbrauch beträgt damit 499 TJ. Bis 2050 sinkt der Bedarf auf 22% des ursprünglichen. Damit beträgt der Verbrauch für Zusatzheizung im Jahr 2050 noch 151 TJ.

Es ergibt sich also ein energetischer Endverbrauch für Klimatisierung in Höhe von 1.723 TJ im Jahr 2020 und in Höhe von 1.159 TJ im Jahr 2050.

Raumheizung

Annahmen

Im Bereich der Wohngebäude wurden als maßgebliche Faktoren für den Energieverbrauch die thermische Sanierung, der Abriss und der Neubau betrachtet. Betreffend die Sanierung wurde eine Rate von 1,5%/a angenommen, und zwar mit den HWB-Zielwerten laut nachfolgender Tabelle:

	vor 1919	1919-1944	1945-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2005
EFH						
bis 2014	70	70	70	70		
ab 2015	60	60	60	60		
ab 2021	40	40	40	40	40	40
MFH						
bis 2014	60	60	60	60		
ab 2015	50	50	50	50		
ab 2021	40	40	40	40	40	40

Tabelle 68: HWB – Zielwerte [kWh/m²a] für thermische Sanierungen nach Bauperioden

Da in den Bauperioden 1991-2000 und 2001-2005 bis 2020 nicht saniert wird, wurde die Sanierungsrate für die restlichen Bauperioden auf 1,86%/a erhöht. Damit ergeben sich wieder 1,5%/a des gesamten Bestandes. Die folgende Tabelle gibt die Abrissraten nach Bauperioden wieder:

	vor 1919	1919-1944	1945-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2005
bis 2020	0,20	0,24	0,24	0,10	0,00	0,00
ab 2021	0,20	0,24	0,24	0,20	0,00	0,00
ab 2031	0,20	0,24	0,24	0,20	0,20	0,00
ab 2041	0,20	0,24	0,24	0,20	0,20	0,20

Tabelle 69: Abrissraten [%/a] nach Bauperioden

Um die Neubauraten festzulegen, wurden Annahmen zur WNF pro Kopf getroffen. Dabei wurde die WNF lt. Tabelle 54 auf die gesamte Bevölkerungszahl bezogen (Das steht im Gegensatz zur Betrachtungsweise der Statistik Austria, die „Personen in Einrichtungen“ vernachlässigt). Für das Basisjahr ergibt sich damit eine WNF pro Kopf von rund 40,94 m². Es wird angenommen, dass die WNF pro Kopf bis 2020 auf 43 m² und bis 2050 auf 45 m² steigen wird. Für den Zeitraum bis 2020 ergibt sich damit eine Neubaurate von rund 0,48%/a, im Zeitraum von 2020 bis 2050 sinkt diese Rate auf knapp 0,37%/a. Die HWB-Zielwerte für den Neubau wurden sowohl für EFH als auch für MFH bis 2020 mit 40 kWh/m²a und ab 2021 mit 25 kWh/m²a festgesetzt.

Da ein HWB von 25 kWh/m²a, wenn auch vor allem im Neubau leicht erreichbar, doch recht niedrig ist und eine hohe Luftdichtheit voraussetzt, wurde für diese Fläche auch ein Verbrauch für Wohnraumlüftung angesetzt, und zwar in Höhe von 2,1 kWh/m²a. Das gilt im Rahmen dieser Studie ganz allgemein für Flächen mit einem HWB ≤ 30 kWh/m²a.

Berechnungen und Ergebnis

Mit all den dargestellten Annahmen ergibt sich für das Jahr 2020 ein Nutzenergiebedarf für Raumheizung in Höhe von 168.540 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der Nutzenergiebedarf noch 93.250 TJ. Hinzu kommt 2050 ein energetischer Endverbrauch für Wohnraumlüftung in Höhe von 337 TJ.

Die Nutzenergiebedarfe werden noch mit dem Servicefaktor von 0,73 multipliziert. Weist man den so berechneten Nutzenergiebedarfen Energieträger zu, so können sie mit Wirkungsgraden in energetische Endverbrauche umgerechnet werden. Dabei wurden die Wirkungsgrade der NEA 1998 leicht erhöht, um dem technischen Fortschritt Rechnung zu tragen. Das Ergebnis für das Jahr 2020 zeigt nachstehende Tabelle:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	18.455	77	23.967
Kohle	0	65	0
Gas	18.455	72	25.632
Fernwärme	30.759	95	32.378
Biomasse fest	24.607	68	36.187
Strom	6.152	100	6.152
Solarthermie	12.303	92	13.373
Wärmepumpe	12.303	92	13.373
SUMME	123.034		151.062

Tabelle 70: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020

Das Ergebnis für das Jahr 2050 ist nachfolgend dargestellt:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	13.614	76	17.913
Fernwärme	20.422	95	21.497
Biomasse fest	13.614	74	18.397
Strom	0	100	0
Solarthermie	10.211	95	10.749
Wärmepumpe	10.211	95	10.748
SUMME	68.072		79.304

Tabelle 71: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050

Der energetische Endverbrauch beträgt im Jahr 2020 also 151.062 TJ, im Jahr 2050 79.304 TJ für Raumheizung und 337 TJ für Wohnraumlüftung, insgesamt also 79.641 TJ.

Warmwasser

Annahmen

Der Nutzenergiebedarf für Warmwasserbereitung beträgt lt. Kapitel 4.3.1.5 25.043 TJ, wovon 22.169 TJ der Erhitzung und 2.874 TJ dem Warmhalten zuzuordnen sind. In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass sich der Warmwasserverbrauch pro Kopf und Tag von 40 Liter bis 2020 auf 38 Liter und bis 2050 auf 34 Liter reduzieren lässt. Dieser Einsparung wirkt die Annahme entgegen, dass in Zukunft das Wasser auf 60°C erhitzt wird, und nicht mehr auf nur 55°C.

Der Verbrauch für das Warmhalten von Wasser wird nicht geändert.

Berechnungen und Ergebnis

Mit obigen Annahmen beträgt der Nutzenergiebedarf zur Wassererhitzung im Jahr 2020 23.353 TJ und steigt damit leicht im Vergleich zum Basisjahr. Im Jahr 2050 werden 20.725 TJ zur Wassererhitzung benötigt. In beiden Jahren werden weiterhin 2.874 TJ für das Warmhalten verbraucht. Damit ergeben sich Nutzenergiebedarfe in Höhe von 26.227 TJ im Jahr 2020 und 23.599 TJ im Jahr 2050. Die Umrechnung dieser Nutzenergiebedarfe in energetische Endverbräuche zeigen die nachfolgenden Tabellen:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	1.311	77	1.703
Kohle	0	65	0
Gas	9.180	77	11.922
Fernwärme	5.246	95	5.522
Biomasse fest	5.245	68	7.713
Strom	1.311	92	1.425
Solarthermie	2.623	92	2.851
Wärmepumpe	1.311	92	1.425
SUMME	26.227		32.561

Tabelle 72: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	4.720	80	5.900
Fernwärme	4.719	95	4.967
Biomasse fest	3.540	74	4.784
Strom	1.180	95	1.242
Solarthermie	4.720	95	4.968
Wärmepumpe	4.720	95	4.968
SUMME	23.599		26.829

Tabelle 73: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050

Beleuchtung

Annahmen

Bei den Beleuchtungsmitteln wurde angenommen, dass bis zum Jahr 2020 Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzt werden, andere Beleuchtungsmittel jedoch nur durch effizientere Lampen derselben Klasse ersetzt werden. Erst für 2050 wurde angenommen, dass allgemein der Umstieg auf LED oder vergleichbare Technologien erfolgt. Die sich damit ergebenden Einsparpotenziale fasst nachfolgende Tabelle zusammen:

	Einsparpotenziale [%] gegenüber 2005	
	2020	2050
Glühlampen	70	80
Energiesparlampen	0	10
Leuchtstofflampen	2	20
Niedervolt-Halogenlampen	30	50
Hochvolt-Halogenlampen	30	50

Tabelle 74: Einsparpotenziale [%] bei Beleuchtungsmitteln

Die 2% Einsparpotenzial für Leuchtstofflampen bis 2020 ergeben sich dabei aus der Annahme, dass durch Installation von neuen Vorschaltgeräten der Stromverbrauch um mindestens 20% reduziert werden kann, dass das aber nur bei 10% der Leuchtstofflampen auch tatsächlich passieren wird.

Der Änderung der zu beleuchtenden Fläche wurde auf multiplikative Weise Rechnung getragen. Das heißt, dass der Verbrauch 2020 mit dem Faktor,

$$f_{20,k}^{Bel} = \frac{WNF_{20}}{WNF_{05}} \approx 1,05,$$

korrigiert wurde und der Verbrauch 2050 mit dem Faktor,

$$f_{50,k}^{Bel} = \frac{WNF_{50}}{WNF_{05}} \approx 1,10.$$

Berechnungen und Ergebnis

Mit diesen Annahmen ergibt sich ein energetischer Endverbrauch für Beleuchtung im Jahr 2020 in Höhe von 2.588 TJ. Der energetische Endverbrauch 2050 beträgt 2.008 TJ.

4.3.2.3 Szenario Forciert

Auch in diesem Szenario wurden Effizienzpotenziale ermittelt und angesetzt, allerdings sind die Annahmen in dem Sinn strikter, als dass die Effizienzpotenziale stärker ausgeschöpft werden als im Szenario Pragmatisch.

Haushaltsgeräte

Annahmen

Ganz allgemein ist festzuhalten, dass die Annahmen betreffend die Austauschraten aus Kapitel 4.3.2.2 übernommen wurden. Das heißt, dass außer Elektroherd und TV-Gerät alle Geräte bis 2020 vollständig erneuert werden und dass bis 2050 zumindest ein weiterer Austausch erfolgt. Für den Elektroherd wurde die Austauschrate von 3%/a übernommen, ebenso wie die 5%/a für das TV-Gerät.

Weißware

Für den Elektroherd wurden die Annahmen des Szenarios Pragmatisch übernommen. Das heißt, dass der durchschnittliche Verbrauch 2020 171 kWh/a beträgt und der durchschnittliche

Verbrauch 2050 100 kWh/a. Der Verbrauch der Gasherde beträgt 2020 987 TJ, bis 2050 werden sie durch Elektroherde ersetzt.

Der durchschnittliche Verbrauch der Kühlgeräte wird für 2020 mit 134 kWh/a angenommen, für 2050 mit 70 kWh/a (vgl. Feist, W. 2001). Der Ausstattungsgrad steigt bis 2020 auf 100%. Dieser Wert gilt auch für 2050.

Für Gefriergeräte wurde im Jahr 2020 ein mittlerer Verbrauch in Höhe von 113 kWh/a und im Jahr 2050 von 80 kWh/a angenommen (vgl. Feist, W. 2001). Der Ausstattungsgrad für 2020 wurde mit 80% festgelegt, für 2050 wurde dann ein Rückgang auf 30% angenommen.

Es wurde davon ausgegangen, dass sich der durchschnittliche Verbrauch von Geschirrspülmaschinen bis 2020 auf 208 kWh/a und bis 2050 auf 200 kWh/a reduzieren lässt. 2020 beläuft sich der Ausstattungsgrad auf 65%, 2050 auf 70%.

Der durchschnittliche Verbrauch pro Waschmaschine wird in diesem Szenario bis 2020 auf 65 kWh/a reduziert, bis 2050 um weitere 5 kWh/a auf 60 kWh/a. Für die Ausstattungsgrade 2020 und 2050 wurden 100% auch als realistisch betrachtet.

Eine Reduktion des mittleren Verbrauchs der Wäschetrockner auf 108 kWh/a bis 2020 wurde ebenso angenommen wie ein Ausstattungsgrad von 34%. Da der Ausstattungsgrad in diesem Szenario bis 2050 auf 0% sinkt, spielt ein eventueller mittlerer Verbrauch in diesem Jahr keine Rolle.

Sonstige Haushalts- und Küchengeräte

Der durchschnittliche Verbrauch von Bügeleisen wird sowohl für 2020 als auch für 2050 mit 83 kWh/a angenommen. Der Ausstattungsgrad in beiden Jahren beträgt 100%.

Für die Berechnungen wurde der mittlere Verbrauch von Staubsaugern auf 59 kWh/a im Jahr 2020 und auf 49 kWh/a im Jahr 2050 reduziert (vgl. AEA 2008). Der Ausstattungsgrad wurde für beide Jahre mit 100% angenommen.

Den Kaffeemaschinen wird 2020 ein durchschnittlicher Verbrauch von 39 kWh/a und 2050 von 40 kWh/a zugeordnet. Der Umstand, dass der durchschnittliche Verbrauch der „Kaffeemaschinen“ 2050 höher ist als 2020 erklärt sich dabei folgendermaßen: Während 2020 sowohl Kapselsysteme als auch Kaffeefullautomaten zum Einsatz kommen (und jeweils 50%

des Bestandes ausmachen), sind 2050 nur noch Kaffeefullautomaten in Betrieb. Diese weisen allerdings einen höheren durchschnittlichen Verbrauch auf. Der Ausstattungsgrad beträgt auch hier für beide Jahre 100%.

Betreffend Toaster wurde angenommen, dass der durchschnittliche Verbrauch 2020 und 2050 10 kWh/a beträgt. Der Ausstattungsgrad beläuft sich sowohl 2020 als auch 2050 auf 90%.

Für den Fön wurden die Annahmen des Szenarios Mittel übernommen. Das heißt, der Verbrauch beträgt 2020 und 2050 36 kWh/a, der Ausstattungsgrad liegt bei 81%.

Der durchschnittliche Verbrauch der Mikrowelle wird bis 2020 auf 106 kWh/a, bis 2050 auf 90 kWh/a reduziert (vgl. Nipkow, J. et. all. 2003). Der Ausstattungsgrad wird gegenüber 2005 nicht verändert, also für beide Jahre mit 65% angenommen.

Auch für die Dunstabzugshaube wurden die Annahmen des vorherigen Kapitels also ein durchschnittlicher Verbrauch in Höhe von 60 kWh/a und ein Ausstattungsgrad von 59% für die beiden Jahre 2020 und 2050 übernommen.

Kommunikation

Für das Jahr 2020 wird der durchschnittliche Verbrauch eines Festnetztelefons mit 27 kWh/a angenommen, für 2050 mit 13 kWh/a (vgl. Stiftung Warentest 2009d). Der Ausstattungsgrad sinkt in diesem Szenario bereits bis 2020 auf 60%, bis 2050 sinkt er weiter auf 40%.

Der mittlere Verbrauch eines Mobiltelefons wurde auch hier mit 3,5 kWh/a angenommen, und zwar für 2020 und 2050, der Ausstattungsgrad wird jedoch bis 2020 nur um 5% auf 85% erhöht und bis 2050 um weitere 5% auf 90%.

Betreffend Computer inklusive Peripheriegeräte wurde davon ausgegangen, dass der mittlere Verbrauch bis 2020 auf 60 kWh/a und bis 2050 auf 50 kWh/a reduziert werden kann. Geringer als im Szenario Pragmatisch werden auch die Ausstattungsgrade angenommen, und zwar mit 85% im Jahr 2020 und mit 90% im Jahr 2050. Zudem wird angenommen, dass verstärktes Home-Shopping und E-Learning bisherige Anwendungen ersetzen und daher die Nutzungsdauer der Geräte nicht wie im pragmatischen Szenario deutlich zunehmen wird.

Der durchschnittliche Verbrauch für einen Internetanschluss wird in diesem Szenario mit 40 kWh/a im Jahr 2020 und mit 28 kWh/a im Jahr 2050 angenommen. Für 2020 wurde ein Ausstattungsgrad in der Höhe von 55% verwendet, für 2050 einer in der Höhe von 65%.

Unterhaltungselektronik

Der durchschnittliche Verbrauch von TV-Geräten wird für 2020 mit 169 kWh/a angenommen. Allerdings wird davon ausgegangen, dass dieser Verbrauch bis 2050 auf 100 kWh/a reduziert werden kann (vgl. Stiftung Warentest 2009d). Der Ausstattungsgrad des Basisjahres von 125% wird beibehalten.

Der Verbrauch von Videorecordern und DVD-Geräten wird für das Jahr 2020 auf 32 kWh/a, für das Jahr 2050 auf 17 kWh/a reduziert. Der Ausstattungsgrad wird für 2020 bei 77% belassen, danach wird aber eine Reduktion auf 30% im Jahr 2050 angenommen.

Der Verbrauch mobiler Geräte wird mit 4 kWh/a aus dem Szenario Pragmatisch übernommen. Betreffend den Ausstattungsgrad wird aber davon ausgegangen, dass er bis 2020 „nur“ auf 18% und bis 2050 auf 20% steigen wird.

Den HIFI-Anlagen wird 2020 und 2050 ein durchschnittlicher Verbrauch in Höhe von 17 kWh/a zugewiesen. Der Ausstattungsgrad des Basisjahres in Höhe von 69% wird – wie im Szenario Pragmatisch – für die Jahre 2020 und 2050 nicht geändert.

Für SET-TOP-Boxen floss ein durchschnittlicher Verbrauch in Höhe von 57 kWh/a in die Berechnungen für das Jahr 2020 ein. Für 2050 wurden 54 kWh/a angenommen. Der Ausstattungsgrad wurde gegenüber dem Basisjahr um 3% auf 100% erhöht, und zwar für beide Jahre.

Zukunftsgerät

In diesem Szenario wurde zur Abschätzung ein Gerät herangezogen, das täglich acht Stunden in Betrieb ist, und zwar mit einer Leistungsaufnahme in der Höhe von 40 W. Die Leistungsaufnahme im Stand-by soll – um dies keinesfalls zu unterschätzen – 2 W betragen. Damit ergibt sich ein Verbrauch von rund 128 kWh/a. Der Ausstattungsgrad für das Jahr 2020 wurde mit 10% angenommen. Bis 2050 erfolgt eine stärkere Marktdurchdringung, der Ausstattungsgrad steigt auf 50%.

Zusammenfassung

Die beiden folgenden Tabellen fassen wiederum sämtliche Annahmen betreffend Ausstattungsgrade und durchschnittliche Verbräuche zusammen:

Gerätekatgorie		Ausstattungsgrad		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	91	91	100
	Kühlgerät	98	100	100
	Gefriergerät	78	80	30
	Geschirrspülmaschine	60	65	70
	Waschmaschine	95	100	100
	Wäschetrockner	34	34	0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98	100	100
	Staubsauger	99	100	100
	Kaffeemaschine	95	100	100
	Toaster	90	90	90
	Fön	81	81	81
	Mikrowelle & Co.	65	65	65
	Dunstabzugshaube	59	59	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71	60	40
	Mobiltelefon	80	85	90
	PC inkl. Peripheriegeräte	79	85	90
	Internetanschluss	48	55	65
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125	125	125
	Videorecorder + DVD	77	77	30
	Mobile Geräte (Videokamera)	17	18	20
	HIFI – Anlagen	69	69	69
	SET-TOP-Boxen	97	100	100
Zukunftsgerät		0	10	50

Tabelle 75: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050

Zu nachstehender Tabelle ist anzumerken, dass für Elektroherd und TV-Gerät die durchschnittlichen Verbräuche neuer Geräte der Jahr 2020 und 2050 eingetragen wurden, obwohl auch noch Geräte mit höheren Verbräuchen in Betrieb sind.

Gerätekategorie		mittlerer Verbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	449,3	171,0	100,0
	Kühlgerät	357,9	134,0	70,0
	Gefriergerät	506,0	113,0	80,0
	Geschirrspülmaschine	346,0	208,0	200,0
	Waschmaschine	223,0	65,0	60,0
	Wäschetrockner	394,0	108,0	100,0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	50,0	83,0	83,0
	Staubsauger	70,0	59,0	49,0
	Kaffeemaschine	100,0	39,0	40,0
	Toaster	20,0	10,0	10,0
	Fön	50,0	24,0	24,0
	Mikrowelle & Co.	210,0	106,0	90,0
	Dunstabzugshaube	90,0	60,0	60,0
Kommunikation	Festnetztelefon	39,0	27,0	13,0
	Mobiltelefon	3,5	3,5	3,5
	PC inkl. Peripheriegeräte	179,0	60,0	50,0
	Internetanschluss	60,5	40,0	28,0
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	210,0	169,0	100,0
	Videorecorder + DVD	70,0	32,0	17,0
	Mobile Geräte (Videokamera)	10,0	4,0	4,0
	HIFI – Anlagen	65,0	17,0	17,0
	SET-TOP-Boxen	70,0	57,0	54,0
Zukunftsgerät		0	128,0	128,0

Tabelle 76: Durchschnittliche Verbräuche [kWh/a] der Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050

Berechnungen und Ergebnis

Mit der bereits aus Kapitel 4.3.2.2 bekannten Vorgehensweise ergeben sich nachfolgende Verbrauchswerte:

Gerätekategorie		Stromverbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	5.118	3.692	1.333
	Kühlgerät	4.391	1.677	876
	Gefriergerät	4.941	1.132	300
	Geschirrspülmaschine	2.599	1.692	1.753
	Waschmaschine	2.652	814	751
	Wäschetrockner	1.677	460	0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613	1.039	1.039
	Staubsauger	867	739	613
	Kaffeemaschine	1.189	488	501
	Toaster	225	113	113
	Fön	1.186	568	564
	Mikrowelle & Co.	1.709	862	732
	Dunstabzugshaube	665	443	443
Kommunikation	Festnetztelefon	347	203	65
	Mobiltelefon	82	87	91
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770	638	563
	Internetanschluss	364	275	228
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286	2.805	1.565
	Videorecorder + DVD	675	308	64
	Mobile Geräte (Videokamera)	21	9	10
	HIFI – Anlagen	561	147	147
	SET-TOP-Boxen	850	714	676
Zukunftsgerät		0	161	804
SUMME		35.787	19.065	13.231

Tabelle 77: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050

Wie im Szenario Pragmatisch ist auch hier darauf hinzuweisen, dass sowohl im Basisjahr als auch 2020 ein Verbrauch für Gasherde in Höhe von 987 TJ besteht, und zwar zusätzlich zu den Angaben in obiger Tabelle. Bis 2050 werden diese Gasherde durch Elektroherde ersetzt; der entsprechende Verbrauch ist in obenstehender Tabelle enthalten.

Klimatisierung

Annahmen

Auch in diesem Szenario wird angenommen, dass der Verbrauch von Klimaanlagen bis 2020 um 15% gegenüber 2005 und bis 2050 um 30% gegenüber 2005 reduziert werden kann. Im Gegensatz zum Szenario Pragmatisch steigt im Forcierten die Anzahl der Klimaanlagen bis

2020 „nur“ auf das dreifache von 2005, danach bleibt sie wieder konstant, ändert sich also bis 2050 nicht mehr.

Für die Zusatzheizung werden zwar dieselben Annahmen getroffen wie im Szenario Pragmatisch, aufgrund der höheren Sanierungsrate (siehe Kapitel Raumheizung) sinkt der Bedarf für Zusatzheizung bis 2020 allerdings auf 59% des Bedarfs des Basisjahres. Bis 2050 sinkt der Bedarf auf 3% des Bedarfs des Basisjahres.

Berechnungen und Ergebnis

Mit obigen Annahmen ergibt sich ein Verbrauch für Klimaanlage in Höhe von 918 TJ im Jahr 2020 und in Höhe von 756 TJ im Jahr 2050. Der Verbrauch für Zusatzheizung sinkt bis 2020 auf 399 TJ, 2050 beträgt er nur noch 19 TJ. In Summe werden für Klimatisierung im Jahr 2020 also 1.317 TJ und 775 TJ im Jahr 2050 aufgewendet.

Raumheizung

Annahmen

Die Annahmen zu den Abrissraten wurden gegenüber dem Szenario Pragmatisch (siehe Tabelle 69) nicht geändert. Davon abgesehen sind die Unterschiede aber groß. So wurde eine Sanierungsrate von 3%/a angenommen, mit den HWB-Zielwerten gemäß nachfolgender Tabelle:

	vor 1919	1919-1944	1945-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2005
EFH						
bis 2014	70	70	70	70	0	0
ab 2015	45	45	45	45	0	0
ab2021	15	15	15	15	15	15
MFH						
bis 2014	60	60	60	60	0	0
ab 2015	30	30	30	30	0	0
ab 2021	15	15	15	15	15	15

Tabelle 78: HWB-Zielwerte [kWh/m²a] für thermische Sanierung nach Bauperioden

In diesem Szenario wird die Sanierungsrate innerhalb der Bauperioden nicht angepasst. Das heißt, dass sie bis 2020 unter 3% liegt. Da im Zeitraum 2006-2009 sicher keine 3%/a saniert wurden und daher von 2010 bis 2020 eine Sanierungsrate um die 5%/a nötig wäre, um dieses Szenario möglich zu machen, scheint dieser Unterschied zum Szenario Pragmatisch zwingend erforderlich. Der größte Unterschied liegt aber in den Annahmen betreffend die WNF pro Kopf (auch hier wieder auf die gesamte Bevölkerungszahl bezogen). Während diese im Szenario Pragmatisch noch ansteigt, sinkt sie im Szenario Forciert und zwar auf 40 m² bis 2020 und auf 39 m² bis 2050. Mit diesen Annahmen ergeben sich Neubauraten von 0,02%/a bis 2020 und 0,12%/a für den Zeitraum von 2020 bis 2050. Die HWB-Zielwerte im Neubau betragen 30 kWh/m²a bis 2020 und 10 kWh/m²a von 2021 bis 2050.

Wohnraumlüftungen wurden wieder für Flächen mit einem HWB ≤ 30 kWh/m²a angesetzt, und zwar wieder mit einem Verbrauch von 2,1 kWh/m²a. Da die thermischen Zielwerte in diesem Szenario deutlich strikter sind, steigt auch der Verbrauch für Wohnraumlüftung.

Berechnungen und Ergebnis

In diesem Szenario ergeben sich die Nutzenergiebedarfe für 2020 und 2050 mit 140.879 TJ bzw. 29.146 TJ. Hinzu kommt ein energetischer Endverbrauch für Wohnraumlüftung bereits im Jahr 2020 in der Höhe von 164 TJ. Bis 2050 steigt dieser Verbrauch auf 2.436 TJ.

Wie schon im Szenario Pragmatisch werden die Nutzenergiebedarfe noch mit dem Servicefaktor von 0,73 korrigiert, dann wird auf den energetischen Endverbrauch umgerechnet. Die Ergebnisse zeigen die nachstehenden Tabellen:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	15.426	77	20.034
Kohle	0	65	0
Gas	15.426	72	21.425
Fernwärme	25.711	95	27.064
Biomasse fest	20.569	68	30.249
Strom	5.142	100	5.142
Solarthermie	10.284	92	11.178
Wärmepumpe	10.284	92	11.178
SUMME	102.842		126.270

Tabelle 79: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	4.255	76	5.599
Fernwärme	5.319	95	5.599
Biomasse fest	3.192	74	4.313
Strom	0	100	0
Solarthermie	4.255	95	4.479
Wärmepumpe	4.256	95	4.480
SUMME	21.277		24.470

Tabelle 80: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050

Im Jahr 2020 ergibt sich also ein energetischer Endverbrauch von 126.270 TJ für Raumheizung. Mit den 164 TJ für Wohnraumlüftung ergeben sich insgesamt 126.434 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der energetische Endverbrauch für Raumheizung 24.470 TJ. Mit dem Verbrauch von 2.436 TJ für Wohnraumlüftung beträgt der energetische Endverbrauch 26.906 TJ.

Warmwasser

Annahmen

Für dieses Szenario wurden die Annahmen gegenüber dem Pragmatischen Szenario in zwei Punkten geändert. Einerseits wurde angenommen, dass die Einsparungen des Warmwasserverbrauchs noch weiter gehen. Für das Jahr 2020 wurde der Verbrauch pro Kopf und Tag mit 34 Litern angenommen, für das Jahr 2050 mit 31,5 Litern. Das sind in beiden Fällen rund 10% weniger als im Szenario Pragmatisch. Die „Zieltemperatur“ wird aber mit 60°C beibehalten.

Zusätzlich wurde davon ausgegangen, dass der Verbrauch zur Warmhaltung bis 2020 um 10% gegenüber 2005 und bis 2050 um weitere 15%, in Summe also um 25% gegenüber 2005 reduziert werden kann.

Berechnungen und Ergebnis

Mit diesen Annahmen ergibt sich 2020 ein Nutzenergiebedarf von 20.895 TJ für Warmwasserbereitung und von 2.586 TJ zur Warmhaltung, in Summe also ein Nutzenergiebedarf in Höhe von 23.481 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der so errechnete Nutzenergiebedarf zur Warmwasserbereitung 19.202 TJ, jener zur Warmhaltung 2.155 TJ. In Summe beläuft sich der Nutzenergiebedarf 2050 auf 21.357 TJ.

Die Ergebnisse der Umrechnung des Nutzenergiebedarfs in energetischen Endverbrauch zeigen nachstehende Tabellen.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	1.174	77	1.525
Kohle	0	65	0
Gas	8.219	77	10.674
Fernwärme	4.696	95	4.943
Biomasse fest	3.522	68	5.179
Strom	1.174	92	1.276
Solarthermie	2.348	92	2.552
Wärmepumpe	2.348	92	2.552
SUMME	23.481		28.701

Tabelle 81: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	3.204	80	4.005
Fernwärme	4.271	95	4.496
Biomasse fest	2.136	74	2.886
Strom	1.068	95	1.124
Solarthermie	5.339	95	5.620
Wärmepumpe	5.339	95	5.620
SUMME	21.357		23.751

Tabelle 82: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050

Beleuchtung

Für die Beleuchtung wurden die Annahmen des Szenarios Pragmatisch auch für das Szenario Forciert übernommen. Der einzige Unterschied liegt also in der kleineren zu beleuchtenden Fläche. Für den Verbrauch im Jahr 2020 beträgt hier der Korrekturfaktor,

$$f_{20,k}^{Bel} = \frac{WNF_{20}}{WBF_{05}} \approx 0,98,$$

und jener im Jahr 2050,

$$f_{50,k}^{Bel} = \frac{WNF_{50}}{WNF_{05}} \approx 0,95.$$

Damit beträgt der Verbrauch 2020 2.408 TJ und jener 2050 1.741 TJ.

4.3.2.4 Vergleich der Szenarien

Die folgenden Tabellen fassen die Ergebnisse der beiden Szenarien, also die energetischen Endverbrauche für Haushaltsgeräte, Klimatisierung, Raumheizung, Warmwasserbereitung und Beleuchtung zusammen.

Haushaltsgeräte	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Strom	35.787	24.998	20.940	19.065	13.231
Gas	987	987	0	987	0
EE	36.774	25.985	20.940	20.052	13.231

Tabelle 83: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien

Klimatisierung	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
EE (nur Strom)	1.040	1.723	1.159	1.317	775

Tabelle 84: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Klimatisierung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien

Raumheizung	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	60.029	23.967	0	20.034	0
Kohle	3.713	0	0	0	0
Gas	41.292	25.632	17.913	21.425	5.599
Fernwärme	23.713	32.378	21.497	27.064	5.599
Biomasse fest	57.872	36.187	18.397	30.249	4.313
Strom	7.678	6.152	337	5.306	2.436
Solarthermie	1.940	13.373	10.749	11.178	4.479
Wärmepumpe	1.899	13.373	10.748	11.178	4.480
EE	198.136	151.062	79.641	126.434	26.906

Tabelle 85: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien

Warmwasser	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	7.122	1.703	0	1.525	0
Kohle	441	0	0	0	0
Gas	11.347	11.922	5.900	10.674	4.005
Fernwärme	2.813	5.522	4.967	4.943	4.496
Biomasse fest	6.866	7.713	4.784	5.179	2.886
Strom	3.733	1.425	1.242	1.276	1.124
Solarthermie	230	2.851	4.968	2.552	5.620
Wärmepumpe	225	1.425	4.968	2.552	5.620
EE	32.777	32.561	26.829	28.701	23.751

Tabelle 86: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien

Beleuchtung	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
EE (nur Strom)	4.545	2.588	2.008	2.408	1.741

Tabelle 87: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Beleuchtung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien

Gesamtverbrauch	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	67.151	25.670	0	21.559	0
Kohle	4.154	0	0	0	0
Gas	53.626	38.541	23.813	33.086	9.604
Fernwärme	26.526	37.900	26.464	32.007	10.095
Biomasse fest	64.738	43.900	23.181	35.428	7.199
Strom	52.783	36.886	25.686	29.372	19.307
Solarthermie	2.170	16.224	15.717	13.730	10.099
Wärmepumpe	2.124	14.798	15.716	13.730	10.100
EE	273.272	213.919	130.577	178.912	66.404

Tabelle 88: Energetischer Endverbrauch [TJ] der Haushalte in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien

Der Stromverbrauch für Haushaltsgeräte kann in beiden Szenarien deutlich gesenkt werden. Große Unterschiede zwischen den Szenarien liegen bei den Kategorien Kommunikation und Unterhaltungselektronik vor. Diese erklären sich dadurch, dass im Szenario Pragmatisch versucht wurde, Rebound-Effekte abzubilden, während im Szenario Forciert ein Umstieg auf energieeffiziente Geräte ohne Leistungssteigerung vorausgesetzt wurde.

Die Ergebnisse zeigen eine nur geringe Zunahme bzw. sogar eine Abnahme des Verbrauchs im Bereich der Klimatisierung. Das beruht allerdings auf den Annahmen zur Zusatzheizung, die schon im Szenario Pragmatisch deutlich reduziert wird. Im Jahr 2050 des Szenarios Forciert sinkt der Verbrauch für Zusatzheizung praktisch auf Null, was bedeutet, dass selbst in diesem Szenario der Verbrauch für Klimaanlage gegenüber 2005 rund verdoppelt wird.

Das mit Abstand größte Energieeinsparpotenzial – sowohl absolut als auch relativ – findet sich in der Kategorie Raumheizung. Das ist natürlich längst bekannt, aber der große Unterschied zwischen den Ergebnissen für das Jahr 2050 kombiniert mit dem Wissen von der Langlebigkeit von Gebäuden weist darauf hin, wie schnell hier auch ein Potenzial auf Jahre hinaus liegen gelassen werden kann.

Die geringen Einsparungen im Bereich der Warmwasserbereitung haben einen physikalischen Grund. So ist die spezifische Wärmekapazität in dem hier betrachteten Temperaturbereich praktisch eine Konstante, und Möglichkeiten, die zur Erhitzung eines Liters Wasser benötigte Nutzenergiemenge zu senken, existieren somit nicht. Deshalb beruhen die Potenziale nur auf einer Reduktion des Warmwasserverbrauchs und im Szenario Forciert zusätzlich auf einer geringfügigen Verbesserung der Speicher.

Im Bereich der Beleuchtung sind die Möglichkeiten zur Senkung des Energieeinsatzes seit langem bekannt. Deshalb beruht der Unterschied zwischen den Szenarien einzig auf der kleineren zu beleuchtenden WNF.

Gesamt gesehen wird selbst im Szenario Pragmatisch der Verbrauch der Haushalte bis zum Jahr 2050 um rund 52% gesenkt, im Szenario Forciert sogar um 76%.

4.3.3 Bevölkerungsvarianten

In Kapitel 4.3.2 wurden eventuelle Änderungen der Bevölkerungszahl und damit einhergehende Änderungen der Anzahl der Haushalte nicht betrachtet. Lediglich der veränderliche Anteil der Personen in Einrichtungen wie zum Beispiel in Seniorenheimen wurde zur Vermeidung von Doppelzählungen berücksichtigt.

Somit gilt es die beiden, bereits in Kapitel 4.2 dargestellten Varianten der Bevölkerungsentwicklung noch zusätzlich zu berücksichtigen; dies wird in nachfolgenden Kapiteln (Bevölkerung wächst – Variante 1, Bevölkerung nimmt ab – Variante 2) dargestellt.

Für die Berechnung der Personen in Haushalten wurden dieselben Prozentsätze wie in Kapitel 4.3.1.1 verwendet. Im Jahr 2005 leben demnach 98,8% der Österreicher in privaten Haushalten, im Jahr 2020 98,6% und im Jahr 2050 97,8%.

4.3.3.1 Variante 1 – Bevölkerungswachstum

Das angenommene Bevölkerungswachstum hat Einfluss auf die Anzahl der Haushalte und die darin lebenden Personen. Nachstehende Tabelle zeigt diese Entwicklung in Zahlen.

	Bevölkerungsanzahl	Anzahl der Haushalte	Personen in Haushalten
2005	8.233.306	3.477.197	8.134.506
2020	8.703.656	3.874.104	8.581.805
2050	9.522.456	4.357.093	9.312.962

Tabelle 89: Bevölkerungsanzahl, Anzahl der Haushalte und Personen in diesen Haushalten 2005, 2020 und 2050 bei steigender Bevölkerungszahl

Da alle anderen Annahmen aus Kapitel 4.3.2 übernommen werden, wird im Folgenden auf deren detaillierte Darstellung verzichtet. An jenen Stellen, wo sich Unterschiede im Rechengang ergaben, werden diese Unterschiede erläutert.

Szenario Pragmatisch

Haushaltsgeräte

Für die Geräte in den „neuen“ Haushalten wurde angenommen, dass ihr Verbrauch dem der Geräte in den anderen Haushalten entspricht. Das bedeutet, dass die Annahmen für die durchschnittlichen Verbräuche unverändert zu den vorhergehenden Darstellungen in Kapitel 4.3.2.2 sind. Das führt unter anderem dazu, dass auch in „neuen“ Haushalten im Jahr 2020 noch E-Herde und TV-Geräte mit dem mittleren Verbrauch von 2005 vorhanden sind.

Da wie schon in Kapitel 4.3.2 die Anzahl der mit Gas kochenden Haushalte bis 2020 konstant gehalten wird, ergibt sich durch die Änderung der Anzahl aller Haushalte auch eine leichte Verschiebung beim Ausstattungsgrad mit E-Herden.

Die folgenden Tabellen fassen die (leicht geänderten) Ausstattungsgrade und den gesamten Verbrauch aller Haushalte für die Jahre 2005, 2020 und 2050 zusammen.

Gerätekategorie		Ausstattungsgrad		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	91	92	100
	Kühlgerät	98	100	100
	Gefriergerät	78	85	50
	Geschirrspülmaschine	60	65	75
	Waschmaschine	95	100	100
	Wäschetrockner	34	50	50
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98	100	100
	Staubsauger	99	100	100
	Kaffeemaschine	95	100	100
	Toaster	90	90	90
	Fön	81	81	81
	Mikrowelle & Co.	65	70	75
	Dunstabzugshaube	59	59	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71	71	60
	Mobiltelefon	80	90	100
	PC inkl. Peripheriegeräte	79	90	100
	Internetanschluss	48	62	95
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125	130	140
	Videorecorder + DVD	77	80	85
	Mobile Geräte (Videokamera)	17	20	25
	HIFI – Anlagen	69	69	69
	SET-TOP-Boxen	97	100	100
Zukunftsgerät		0	50	100

Tabelle 90: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050

Gerätekatgorie		Verbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	5.118	4.155	1.813
	Kühlgerät	4.391	1.980	2.102
	Gefriergerät	4.941	1.909	886
	Geschirrspülmaschine	2.599	2.076	2.447
	Waschmaschine	2.652	1.032	1.020
	Wäschetrockner	1.677	1.353	847
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613	1.548	1.302
	Staubsauger	867	907	925
	Kaffeemaschine	1.189	795	674
	Toaster	225	138	141
	Fön	1.186	601	652
	Mikrowelle & Co.	1.709	1.220	1.247
	Dunstabzugshaube	665	494	555
Kommunikation	Festnetztelefon	347	317	216
	Mobiltelefon	82	97	117
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770	2.134	2.510
	Internetanschluss	364	346	596
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286	3.250	2.481
	Videorecorder + DVD	675	446	427
	Mobile Geräte (Videokamera)	21	11	16
	HIFI – Anlagen	561	308	184
	SET-TOP-Boxen	850	907	894
Zukunftsgerät		0	1.833	4.122
SUMME		35.787	27.855	26.176

Tabelle 91: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050

Klimatisierung

Wie bereits in Kapitel 4.3.2 erläutert, können sowohl im Neubau als auch im Zuge von Sanierungsarbeiten Maßnahmen getätigt werden, die Kühlbedarf vermeiden bzw. auf Null reduzieren. Die Neubaurate wurde über die Annahmen zur WNF pro Kopf geregelt, womit automatisch die zusätzlichen Haushalte in Neubauten untergebracht werden. Damit ergibt sich weder zusätzlicher Kühlbedarf noch Bedarf für Zusatzheizung, es werden also die Ergebnisse aus Kapitel 4.3.2 übernommen. Der Verbrauch für Klimatisierung beträgt im Jahr 2020 1.723 TJ und im Jahr 2050 1.159 TJ.

Raumheizung

Die Zunahme der Bevölkerung kombiniert mit den Annahmen zur WNF pro Kopf ergibt einen zusätzlichen Bedarf an Neubau. Bis zum Jahr 2020 werden zusätzliche 20.225.050 m² WNF bzw. 24.270.060 m² BGF benötigt. Damit steigt die Neubaurate (bezogen auf die WNF 2005) auf 0,86%/a. Bei einem HWB von 40 kWh/m²a und einem Korrekturfaktor von 0,73 bedeutet das einen zusätzlichen Nutzenergiebedarf in Höhe von 2.551 TJ im Jahr 2020. Dieser Verbrauch wurde anteilmäßig auf die Energieträger aufgeteilt. Nachstehende Tabelle fasst den Nutzenergiebedarf und den energetischen Endverbrauch für Raumheizung im Jahr 2020 zusammen.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	18.838	77	24.465
Kohle	0	65	0
Gas	18.838	72	26.164
Fernwärme	31.396	95	33.048
Biomasse fest	25.117	68	36.937
Strom	6.279	100	6.279
Solarthermie	12.559	92	13.651
Wärmepumpe	12.558	92	13.650
SUMME	125.585		154.194

Tabelle 92: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020

Im Zeitraum von 2020 bis 2050 wird zusätzlicher Neubau einer WNF von 37.786.700 m² bzw. einer BGF von 45.344.040 m² nötig. Das entspricht einer Erhöhung der Neubaurate auf 0,74%/a. Auch diese Fläche wird wieder mit einem Faktor von 0,73 korrigiert. Mit einem mittleren HWB von 25 kWh/m²a ergibt sich ein zusätzlicher Verbrauch von 2.979 TJ. Auch dieser Verbrauch wurde anteilmäßig auf die Energieträger aufgeteilt. Nachstehende Tabelle fasst den gesamten Nutzenergiebedarf und energetischen Endverbrauch, also inklusive der zusätzlichen Verbräuche aus den Zeiträumen 2005 bis 2020 und 2021 bis 2050, zusammen.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	14.721	76	19.370
Fernwärme	22.081	95	23.243
Biomasse fest	14.721	74	19.893
Strom	0	100	0
Solarthermie	11.040	95	11.621
Wärmepumpe	11.040	95	11.621
SUMME	73.603		85.748

Tabelle 93: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050

Zusätzlich muss noch für die Fläche aus der Periode 2021 bis 2050 ein Verbrauch für Wohnraumlüftung betrachtet werden. Es ergibt sich ein zusätzlicher Verbrauch in Höhe von 343 TJ, gemeinsam mit dem Verbrauch lt. Kapitel 4.3.2 (337 TJ) beträgt der Verbrauch für Wohnraumlüftung im Jahr 2050 also 680 TJ.

Warmwasser

Mit den Annahmen aus Kapitel 4.3.2 weisen die zusätzlichen Personen in privaten Haushalten einen Nutzenergiebedarf von 1.334 TJ im Jahr 2020 auf, der wiederum anteilmäßig auf die Energieträger aufgeteilt wurde. Nachstehende Tabelle fasst die Ergebnisse für das Jahr 2020 zusammen.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	1.378	77	1.790
Kohle	0	65	0
Gas	9.647	77	12.529
Fernwärme	5.512	95	5.802
Biomasse fest	5.512	68	8.106
Strom	1.378	92	1.498
Solarthermie	2.756	92	2.996
Wärmepumpe	1.378	92	1.498
SUMME	27.561		34.219

Tabelle 94: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020

Im Jahr 2050 ergibt sich gegenüber Kapitel 4.3.2 ein zusätzlicher Nutzenergiebedarf in Höhe von 3.245 TJ. Nachstehende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Berechnungen.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	5.369	80	6.711
Fernwärme	5.369	95	5.652
Biomasse fest	4.026	74	5.441
Strom	1.342	95	1.413
Solarthermie	5.369	95	5.652
Wärmepumpe	5.369	95	5.652
SUMME	26.844		30.521

Tabelle 95: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050

Beleuchtung

Aufgrund der gegenüber Kapitel 4.3.2 erhöhten WNF steigt auch der Verbrauch für Beleuchtung. Im Jahr 2020 beträgt er 2.736 TJ, im Jahr 2050 2.323 TJ. Gegenüber dem Basisjahr mit einem Verbrauch in Höhe von 4.545 TJ ist das nach wie vor eine deutliche Reduktion.

Szenario Forciert

Haushaltsgeräte

Abgesehen von den nötigen Änderungen wegen der als konstant angenommenen Anzahl der Gasherde, erfolgte auch hier nur eine Umrechnung auf die geänderte Anzahl der Haushalte bzw. Personen in den Haushalten. Die (leicht modifizierten) Ausstattungsgrade und der energetische Endverbrauch werden in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Geräteklasse		Ausstattungsgrad		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	91	92	100
	Kühlgerät	98	100	100
	Gefriergerät	78	80	30
	Geschirrspülmaschine	60	65	70
	Waschmaschine	95	100	100
	Wäschetrockner	34	34	0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98	100	100
	Staubsauger	99	100	100
	Kaffeemaschine	95	100	100
	Toaster	90	90	90
	Fön	81	81	81
	Mikrowelle & Co.	65	65	65
	Dunstabzugshaube	59	59	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71	60	40
	Mobiltelefon	80	85	90
	PC inkl. Peripheriegeräte	79	85	90
	Internetanschluss	48	55	65
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125	125	125
	Videorecorder + DVD	77	77	30
	Mobile Geräte (Videokamera)	17	18	20
	HIFI – Anlagen	69	69	69
	SET-TOP-Boxen	97	100	100
Zukunftsgerät		0	10	50

Tabelle 96: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050

Gerätekategorie		Verbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	5.118	4.155	1.671
	Kühlgerät	4.391	1.869	1.098
	Gefriergerät	4.941	1.261	376
	Geschirrspülmaschine	2.599	1.886	2.196
	Waschmaschine	2.652	907	941
	Wäschetrockner	1.677	512	0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613	1.158	1.302
	Staubsauger	867	823	769
	Kaffeemaschine	1.189	544	627
	Toaster	225	126	141
	Fön	1.186	601	652
	Mikrowelle & Co.	1.709	961	918
	Dunstabzugshaube	665	494	555
Kommunikation	Festnetztelefon	347	226	82
	Mobiltelefon	82	92	106
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770	711	706
	Internetanschluss	364	307	285
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286	3.125	1.961
	Videorecorder + DVD	675	344	80
	Mobile Geräte (Videokamera)	21	10	13
	HIFI – Anlagen	561	164	184
	SET-TOP-Boxen	850	795	847
Zukunftsgerät		0	179	1.008
SUMME		35.787	21.246	16.517

Tabelle 97: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050

Klimatisierung

Da im Neubau (und auch durch Sanierungsmaßnahmen) Kühlbedarf vermieden werden kann, ist der Verbrauch für Klimatisierung von einer Bevölkerungszunahme unabhängig. Die Annahmen aus Kapitel 4.3.2 haben daher Gültigkeit, weshalb der Verbrauch für Klimatisierung im Jahr 2020 1.317 TJ und im Jahr 2050 775 TJ beträgt.

Raumheizung

Um die wachsende Bevölkerung mit ausreichend Wohnraum zu versorgen, ist in diesem Szenario bis 2020 zusätzlicher Neubau mit einer WNF von 18.814.000 m² nötig, was einer BGF von 22.576.800 m² entspricht. Die Neubaurate, bezogen auf die WNF 2005, beträgt im Zeitraum 2005 bis 2020 damit 0,37%/a. Bei einem mittleren HWB von 30 kWh/m²a (und dem bekannten Korrekturfaktor von 0,73) ergibt sich für das Jahr 2020 ein zusätzlicher Nutzenergiebedarf für Raumheizung in Höhe von 1.780 TJ. Den Energieträgereinsatz für Raumheizung im Jahr 2020 stellt nachfolgende Tabelle dar.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	15.693	77	20.380
Kohle	0	65	0
Gas	15.693	72	21.796
Fernwärme	26.156	95	27.533
Biomasse fest	20.925	68	30.772
Strom	5.231	100	5.231
Solarthermie	10.462	92	11.372
Wärmepumpe	10.462	92	11.372
SUMME	104.622		128.456

Tabelle 98: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020

In diesem Szenario erfolgt auch für den Neubau aus der Periode 2005 bis 2020 eine Ausstattung mit einer Wohnraumlüftung. Der zusätzliche Verbrauch für die Wohnraumlüftung beträgt 171 TJ, der energetische Endverbrauch für die Wohnraumlüftung im Jahr 2020 damit 335 TJ.

Im Zeitraum von 2021 bis 2050 wird aufgrund des Bevölkerungszuwachses zusätzlicher Neubau mit einer WNF von 31.462.850 m² bzw. einer BGF von 37.755.420 m² nötig. Dadurch steigt die Neubaurate auf 0,43%/a. Korrigiert man diese BGF wieder mit dem Faktor 0,73 und multipliziert mit dem mittleren HWB von 10 kWh/m²a, so ergibt sich nach Umrechnung der Energieeinheit ein zusätzlicher Nutzenergiebedarf von 992 TJ im Jahr 2050. Nachstehende Tabelle zeigt Nutzenergiebedarf und energetischen Endverbrauch gegliedert nach Energieträgern.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	4.810	76	6.329
Fernwärme	6.012	95	6.329
Biomasse fest	3.607	74	4.874
Strom	0	100	0
Solarthermie	4.810	95	5.063
Wärmepumpe	4.810	95	5.063
SUMME	24.049		27.658

Tabelle 99: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050

Der zusätzliche Verbrauch für die Wohnraumlüftung beträgt 2050 456 TJ (inklusive der 171 TJ, die bereits im Jahr 2020 verbraucht wurden). Zusammen mit den 2.436 TJ aus Kapitel 4.3.2 ergibt sich im Jahr 2050 ein Verbrauch für die Wohnraumlüftung in Höhe von 2.892 TJ.

Warmwasser

Im Jahr 2020 beträgt der Nutzenergiebedarf für Warmwasserbereitung der zusätzlichen Personen in Haushalten 1.194 TJ, der gesamte Nutzenergiebedarf also 24.675 TJ. Nachstehende Tabelle zeigt den Nutzenergiebedarf und den daraus berechneten energetischen Endverbrauch in der gewohnten Gliederung nach Energieträgern.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	1.234	77	1.603
Kohle	0	65	0
Gas	8.636	77	11.216
Fernwärme	4.935	95	5.195
Biomasse fest	3.701	68	5.443
Strom	1.234	92	1.341
Solarthermie	2.468	92	2.683
Wärmepumpe	2.467	92	2.682
SUMME	24.675		30.163

Tabelle 100: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020

Im Jahr 2050 beläuft sich der zusätzliche Nutzenergiebedarf auf 3.007 TJ, womit sich ein gesamter Nutzenergiebedarf von 24.363 TJ ergibt. Nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse dar:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	3.654	80	4.568
Fernwärme	4.873	95	5.129
Biomasse fest	2.436	74	3.292
Strom	1.218	95	1.282
Solarthermie	6.091	95	6.412
Wärmepumpe	6.091	95	6.412
SUMME	24.363		27.095

Tabelle 101: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050

Beleuchtung

Für das Jahr 2020 ergibt sich ein Verbrauch für Beleuchtung in Höhe von 2.545 TJ, für das Jahr 2050 ein Verbrauch von 2.013 TJ.

4.3.3.2 Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab

Mit der Bevölkerungszahl nimmt auch die Anzahl der Haushalte ab und ebenso die Anzahl der Personen in diesen Haushalten. Nachstehende Tabelle gibt diese Entwicklung in Form von Zahlen wieder.

	Bevölkerungszahl	Anzahl der Haushalte	Personen in Haushalten
2005	8.233.306	3.477.197	8.134.506
2020	7.900.000	3.303.500	7.789.400
2050	7.500.000	3.136.234	7.335.000

Tabelle 102: Bevölkerungszahl, Anzahl der Haushalte und Personen in diesen Haushalten 2005, 2020 und 2050

Auch für diese Variante wurden die Annahmen aus Kapitel 4.3.2 – sofern nicht explizit geänderte Annahmen dargestellt sind – übernommen.

Szenario Pragmatisch

Haushaltsgeräte

Obwohl in dieser Variante die Anzahl der Haushalte sinkt, wurde auch hier die Anzahl der Gasherde bis 2020 konstant gehalten. Das hat zur Folge, dass der Ausstattungsgrad mit E-Herden bis 2020 geringfügig abnimmt. Abgesehen davon gibt es – vor allem auch hinsichtlich der durchschnittlichen Verbräuche – keine Änderungen gegenüber Kapitel 4.3.2. Die folgenden Tabellen fassen die (leicht modifizierten) Ausstattungsgrade und energetischen Endverbräuche zusammen.

Gerätekatgorie		Ausstattungsgrad		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	91	90,5	100
	Kühlgerät	98	100	100
	Gefriergerät	78	85	50
	Geschirrspülmaschine	60	65	75
	Waschmaschine	95	100	100
	Wäschetrockner	34	50	50
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98	100	100
	Staubsauger	99	100	100
	Kaffeemaschine	95	100	100
	Toaster	90	90	90
	Fön	81	81	81
	Mikrowelle & Co.	65	70	75
	Dunstabzugshaube	59	59	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71	71	60
	Mobiltelefon	80	90	100
	PC inkl. Peripheriegeräte	79	90	100
	Internetanschluss	48	62	95
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125	130	140
	Videorecorder + DVD	77	80	85
	Mobile Geräte (Videokamera)	17	20	25
	HIFI – Anlagen	69	69	69
	SET-TOP-Boxen	97	100	100
Zukunftsgerät		0	50	100

Tabelle 103: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050

Gerätekategorie		Verbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	5.118	3.489	1.304
	Kühlgerät	4.391	1.689	1.513
	Gefriergerät	4.941	1.628	638
	Geschirrspülmaschine	2.599	1.770	1.761
	Waschmaschine	2.652	880	734
	Wäschetrockner	1.677	1.154	610
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613	1.320	937
	Staubsauger	867	773	666
	Kaffeemaschine	1.189	678	485
	Toaster	225	118	102
	Föhn	1.186	545	513
	Mikrowelle & Co.	1.709	1.041	898
	Dunstabzugshaube	665	421	400
Kommunikation	Festnetztelefon	347	270	156
	Mobiltelefon	82	88	92
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770	1.820	1.806
	Internetanschluss	364	295	429
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286	2.771	1.786
	Videorecorder + DVD	675	381	307
	Mobile Geräte (Videokamera)	21	10	11
	HIFI – Anlagen	561	263	132
	SET-TOP-Boxen	850	773	644
Zukunftsgerät		0	1.563	2.967
SUMME		35.787	23.737	18.892

Tabelle 104: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050

Klimatisierung

Die in Kapitel 4.3.2. berechneten Verbräuche wurden auch hier übernommen. Damit beträgt der Verbrauch im Jahr 2020 1.723 TJ, im Jahr 2050 1.159 TJ.

Raumheizung

In diesem Bereich führt die Abnahme der Bevölkerungszahl zu einer Verringerung der benötigten Neubaupläche. Bis 2020 wird Neubau mit einer WNF von 11.573.518 m² benötigt. Das ist weniger als die Hälfte der Neubaupläche in Kapitel 4.3.2.2. Die entsprechende BGF

beträgt 13.888.222 m². Korrigiert mit dem Faktor 0,73 und multipliziert mit dem mittleren HWB von 40 kWh/m²a ergibt das einen Nutzenergiebedarf in Höhe von 1.460 TJ. Zusammen mit dem Nutzenergiebedarf aus dem (teilweise sanierten) Bestand in Höhe von 119.766 TJ ergibt sich also ein Nutzenergiebedarf in Höhe von 121.226 TJ. Nachstehende Tabelle gibt neben der Gliederung nach Energieträgern auch den energetischen Endverbrauch wieder. Für die einzelnen Energieträger wurden dabei die Anteile aus Kapitel 4.3.2.2. übernommen.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	18.184	77	23.616
Kohle	0	65	0
Gas	18.184	72	25.256
Fernwärme	30.306	95	31.901
Biomasse fest	24.245	68	35.654
Strom	6.061	100	6.061
Solarthermie	12.123	92	13.177
Wärmepumpe	12.123	92	13.177
SUMME	121.226		148.842

Tabelle 105: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020

Die im Zeitraum 2021 bis 2050 zu errichtende WNF beträgt 18.429.021 m². Der daraus resultierende Nutzenergiebedarf beträgt 2.913 TJ, womit sich ein gesamter Nutzenergiebedarf in Höhe von 64.793 TJ ergibt. Nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse dar.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	12.959	76	17.051
Fernwärme	19.438	95	20.461
Biomasse fest	12.958	74	17.511
Strom	0	100	0
Solarthermie	9.719	95	10.231
Wärmepumpe	9.719	95	10.230
SUMME	64.793		75.484

Tabelle 106: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050

Da in diesem Szenario nur der Neubau der Periode 2021 bis 2050 zum Verbrauch für Wohnraumlüftung beiträgt, sinkt auch dieser gegenüber Kapitel 4.3.2 deutlich, und zwar auf 167 TJ.

Warmwasser

Durch den hier betrachteten Bevölkerungsrückgang ergibt sich für das Jahr 2020 ein Nutzenergiebedarf in Höhe von 25.282 TJ. Nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse dar:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	1.264	77	1.642
Kohle	0	65	0
Gas	8.849	77	11.492
Fernwärme	5.056	95	5.322
Biomasse fest	5.057	68	7.437
Strom	1.264	92	1.374
Solarthermie	2.528	92	2.748
Wärmepumpe	1.264	92	1.374
SUMME	25.282		31.389

Tabelle 107: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020

Bis zum Jahr 2050 sinkt der Nutzenergiebedarf für Warmwasserbereitung weiter auf 21.753 TJ. Die zum Einsatz kommenden Energieträger und die Umrechnung auf den energetischen Endverbrauch können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	4.350	80	5.438
Fernwärme	4.350	95	4.579
Biomasse fest	3.263	74	4.409
Strom	1.088	95	1.145
Solarthermie	4.351	95	4.580
Wärmepumpe	4.351	95	4.580
SUMME	21.753		24.731

Tabelle 108: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050

Beleuchtung

Im Bereich der Beleuchtung beträgt aufgrund der Relation zur WNF der Verbrauch im Jahr 2020 2.484 TJ und im Jahr 2050 1.829 TJ.

Szenario Forciert

Haushaltsgeräte

Auch hier zeigt die konstante Anzahl der Gasherde die bereits bekannte Auswirkung. Die restlichen Annahmen entsprechen wiederum jenen der vorangegangenen Kapitel. Ausstattungsgrade und der gesamte Stromverbrauch für Haushaltsgeräte werden in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Gerätekatgorie		Ausstattungsgrad		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	91	90,5	100
	Kühlgerät	98	100	100
	Gefriergerät	78	80	30
	Geschirrspülmaschine	60	65	70
	Waschmaschine	95	100	100
	Wäschetrockner	34	34	0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	98	100	100
	Staubsauger	99	100	100
	Kaffeemaschine	95	100	100
	Toaster	90	90	90
	Fön	81	81	81
	Mikrowelle & Co.	65	65	65
	Dunstabzugshaube	59	59	59
Kommunikation	Festnetztelefon	71	60	40
	Mobiltelefon	80	85	90
	PC inkl. Peripheriegeräte	79	85	90
	Internetanschluss	48	55	65
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	125	125	125
	Videorecorder + DVD	77	77	30
	Mobile Geräte (Videokamera)	17	18	20
	HIFI – Anlagen	69	69	69
	SET-TOP-Boxen	97	100	100
Zukunftsgerät		0	10	50

Tabelle 109: Ausstattungsgrade [%] der Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050

Gerätekatgorie		Verbrauch		
		2005	2020	2050
Weißware	Elektroherd	5.118	3.489	1.202
	Kühlgerät	4.391	1.594	790
	Gefriergerät	4.941	1.075	271
	Geschirrspülmaschine	2.599	1.608	1.581
	Waschmaschine	2.652	773	677
	Wäschetrockner	1.677	437	0
Sonstige Haushalts- und Küchengeräte	Bügeleisen	613	987	937
	Staubsauger	867	702	553
	Kaffeemaschine	1.189	464	452
	Toaster	225	107	102
	Fön	1.186	545	513
	Mikrowelle & Co.	1.709	819	660
	Dunstabzugshaube	665	421	400
Kommunikation	Festnetztelefon	347	193	59
	Mobiltelefon	82	83	83
	PC inkl. Peripheriegeräte	1.770	607	508
	Internetanschluss	364	262	205
Unterhaltungselektronik	TV-Geräte	3.286	2.665	1.411
	Videorecorder + DVD	675	293	58
	Mobile Geräte (Videokamera)	21	9	9
	HIFI – Anlagen	561	140	132
	SET-TOP-Boxen	850	678	610
Zukunftsgerät		0	153	725
SUMME		35.787	18.101	11.939

Tabelle 110: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050

Klimatisierung

Der – unverändert aus Kapitel 4.3.2 übernommene – Verbrauch für Klimatisierung beträgt 2020 1.317 TJ und 2050 775 TJ.

Raumheizung

Im Jahr 2020 beträgt die WNF nach Berücksichtigung von Abriss, jedoch ohne Neubau, noch 328.126.482 m². Mit der Annahme von 40 m² WNF für jeden der 7.900.000 Österreicher wäre aber nur eine WNF von 316.000.000 nötig. Dadurch wäre nicht nur jeglicher Neubau überflüssig, es käme auch ohne Neubau zu Leerstehungen. Für die folgende Berechnung des Nutzenergiebedarfs wurde trotzdem weder die Abrissrate erhöht, noch ein Neubau eingeführt.

Diese Vorgehensweise resultiert in einer WNF pro Kopf von rund 41,5 m², also entgegen den Annahmen in einer Erhöhung gegenüber 2005. Nachstehende Tabelle zeigt den dafür errechneten Nutzenergiebedarf und energetischen Endverbrauch.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	15.409	77	20.012
Kohle	0	65	0
Gas	15.409	72	21.401
Fernwärme	25.682	95	27.034
Biomasse fest	20.546	68	30.215
Strom	5.136	100	5.136
Solarthermie	10.273	92	11.166
Wärmepumpe	10.273	92	11.166
SUMME	102.728		126.130

Tabelle 111: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020

Im Jahr 2050 ist die Situation sehr ähnlich. Nach Abriss verbleiben 307.497.461 m² WNF. Damit ergibt sich auch ohne Neubau eine WNF pro Kopf von knapp 41 m². Nutzenergiebedarf und energetischer Endverbrauch können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	4.154	76	5.466
Fernwärme	5.193	95	5.466
Biomasse fest	3.116	74	4.211
Strom	0	100	0
Solarthermie	4.154	95	4.373
Wärmepumpe	4.155	95	4.373
SUMME	20.772		23.889

Tabelle 112: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050

Aufgrund der niedrigen HWB-Zielwerte für Sanierungen kommt es zu einem Verbrauch für Wohnraumlüftung. Im Jahr 2020 beträgt er 153 TJ, im Jahr 2050 2.312 TJ.

Bei diesen Berechnungen kann auch eine alternative Vorgehensweise gewählt werden. Behält man die Vorgaben zur WNF pro Kopf bei und führt eine Neubaurate ein, so kann daraus die erforderliche, neue Abrissrate berechnet werden. Es wurde die bisher kleinste auftretende Neubaurate aus Kapitel 4.3.2.3 in Höhe von knapp über 0,02%/a gewählt. Daraus ergibt sich eine Abrissrate von über 0,41%/a für den Zeitraum 2005 bis 2020. Für den Zeitraum 2021 bis 2050 beträgt die jährliche Abrissrate etwa 0,25%. Die daraus resultierenden Ergebnisse für die Jahre 2020 und 2050 sind in gewohnter Form in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	14.627	77	18.996
Kohle	0	65	0
Gas	14.627	72	20.315
Fernwärme	24.378	95	25.661
Biomasse fest	19.503	68	28.681
Strom	4.876	100	4.876
Solarthermie	9.751	92	10.599
Wärmepumpe	9.751	92	10.599
SUMME	97.513		119.727

Tabelle 113: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020, alternative Betrachtung

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	3.906	76	5139
Fernwärme	4.882	95	5139
Biomasse fest	2.930	74	3959
Strom	0	100	0
Solarthermie	3.906	95	4112
Wärmepumpe	3.906	95	4112
SUMME	19.530		22.461

Tabelle 114: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrad [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050, alternative Betrachtung

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse der ursprünglichen und der alternativen Betrachtung sehr eng beisammen liegen. Für die weiteren Betrachtungen werden die Ergebnisse der ersten Rechen-Variante herangezogen.

Warmwasser

Im Jahr 2020 beträgt der Nutzenergiebedarf für Warmwasserbereitung 22.636 TJ. Die Aufteilung auf Energieträger und die Umrechnung in den energetischen Endverbrauch zeigt nachfolgende Tabelle:

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	1.132	77	1.470
Kohle	0	65	0
Gas	7.922	77	10.288
Fernwärme	4.527	95	4.765
Biomasse fest	3.395	68	4.993
Strom	1.132	92	1.230
Solarthermie	2.264	92	2.461
Wärmepumpe	2.264	92	2.461
SUMME	22.636		27.668

Tabelle 115: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020

Bis zum Jahr 2050 reduziert sich der Nutzenergiebedarf auf 19.647 TJ. Die detaillierten Daten für dieses Jahr zeigt nachstehende Tabelle.

	Nutzenergiebedarf	Wirkungsgrad	Endverbrauch
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	2.947	80	3.684
Fernwärme	3.929	95	4.136
Biomasse fest	1.965	74	2.655
Strom	982	95	1.034
Solarthermie	4.912	95	5.171
Wärmepumpe	4.912	95	5.171
SUMME	19.647		21.851

Tabelle 116: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch für Warmwasserbereitung im Jahr 2050

Beleuchtung

Die Betrachtungen im Bereich Raumheizung zeigten, dass durch den Bevölkerungsrückgang die angenommene WNF pro Kopf selbst ohne Neubau nicht erreicht wird. Für das Jahr 2020

betrug die WNF pro Kopf rund 41,5 m², im Jahr 2050 knapp 41 m², und lag damit in beiden Jahren über dem Ausgangswert von 2005.

Die Bedeutung für die Beleuchtung ergibt sich wiederum daher, dass der zu beleuchtenden Fläche die Rolle eines Korrekturfaktors zukommt. Damit ergibt sich ein Verbrauch in Höhe von 2.399 TJ für das Jahr 2020 und in Höhe von 1.667 TJ für das Jahr 2050.

Die im Bereich Raumheizung angebotene Alternativvariante wurde so gewählt, dass die Annahmen bezüglich der WNF pro Kopf, also 40 m² im Jahr 2020 und 39 m² im Jahr 2050, erfüllt werden. Dadurch sinkt die zu beleuchtende Fläche und mit ihr auch der Verbrauch für Beleuchtung. Im Jahr 2020 beträgt er 2.310 TJ, im Jahr 2050 1.585 TJ. Auch für die Beleuchtung wurden die Ergebnisse der ersten Rechen-Variante für die weiteren Betrachtungen herangezogen.

4.3.3.3 Zusammenfassung der Bevölkerungsvarianten

Nachstehende Tabelle zeigt den energetischen Endverbrauch der Haushalte, gegliedert nach Energieträgern, für die Bevölkerungsvariante 1:

Gesamtverbrauch Variante 1	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	67.151	26.255	0	21.983	0
Kohle	4.155	0	0	0	0
Gas	53.626	39.680	26.081	33.999	10.897
Fernwärme	26.526	38.850	28.895	32.728	11.458
Biomasse fest	64.737	45.043	25.334	36.215	8.166
Strom	52.783	40.091	31.751	32.015	23.479
Solarthermie	2.170	16.647	17.273	14.055	11.475
Wärmepumpe	2.124	15.148	17.273	14.054	11.475
SUMME	273.272	221.714	146.607	185.049	76.950

Tabelle 117: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors private Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050, beide Szenarien, Variante 1

Den energetischen Endverbrauch nach Variante 2 stellt nachfolgende Tabelle dar:

Gesamtverbrauch Variante 2	2005	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	67.151	25.258	0	21.482	0
Kohle	4.155	0	0	0	0
Gas	53.626	37.735	22.489	32.676	9.150
Fernwärme	26.526	37.223	25.040	31.799	9.602
Biomasse fest	64.737	43.091	21.920	35.208	6.866
Strom	52.783	35.379	23.192	28.336	17.727
Solarthermie	2.170	15.925	14.811	13.627	9.544
Wärmepumpe	2.124	14.551	14.810	13.627	9.544
SUMME	273.272	209.162	122.262	176.755	62.433

Tabelle 118: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors private Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050, beide Szenarien, Variante 2

Etwas mehr als ein Drittel der Differenz der energetischen Endverbräuche geht auf den Stromverbrauch zurück und resultiert größtenteils aus der Kategorie Haushaltsgeräte. Große Unterschiede zeigen sich auch in den Kategorien Raumheizung und Warmwasser. Interessant ist dabei, dass im Szenario Forciert im Jahr 2050 die Differenz der Energieeinsätze für Warmwasserbereitung größer ist als jene für Raumheizung.

Bezieht man die Differenz zwischen den beiden Bevölkerungsvarianten auf den entsprechenden energetischen Endverbrauch nach Variante 1, so erhält man ebenfalls ein etwas überraschendes Bild. Während im Jahr 2020 die relative Differenz im Szenario Pragmatisch mit 5,7 % größer ist als im Szenario Forciert mit 4,5%, ist im Jahr 2050 der Sachverhalt umgekehrt. Hier ist im Szenario Forciert die relative Differenz mit 18,9% größer als im Szenario Pragmatisch mit 16,6%.

4.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die folgende Tabelle fasst die energetischen Endverbräuche der Szenarien und Bevölkerungsvarianten für das Jahr 2050 zusammen:

Energetische Endverbräuche 2050						
	Bevölkerung wie 2005		Variante 1		Variante 2	
	Pragmatisch	Forciert	Pragmatisch	Forciert	Pragmatisch	Forciert
Gas	23.813	9.604	26.081	10.897	22.489	9.150
Fernwärme	26.464	10.095	28.895	11.458	25.040	9.602
Biomasse fest	23.181	7.199	25.334	8.166	21.920	6.866
Strom	25.686	19.307	31.751	23.479	23.192	17.727
Solarthermie	15.717	10.099	17.273	11.475	14.811	9.544
Wärmepumpe	15.716	10.100	17.273	11.475	14.810	9.544
SUMME	130.577	66.404	146.607	76.950	122.262	62.433

Tabelle 119: Energetische Endverbräuche [TJ] im Jahr 2050

Dieser Tabelle kann entnommen werden, dass unabhängig von der Bevölkerungsvariante die energetischen Endverbräuche des Szenarios Forciert beinahe 50% unter jenen des Szenarios Pragmatisch liegen.

Im Basisjahr betrug der energetische Endverbrauch der Haushalte 273.272 TJ. Selbst im „ungünstigen“ Fall, also im Szenario Pragmatisch mit Bevölkerungswachstum, kann dieser Verbrauch beinahe halbiert werden. Im günstigsten Fall, also im Szenario Forciert mit Bevölkerungsrückgang, kann der energetische Endverbrauch um einen Faktor von knapp 4,4 reduziert werden.

Zu Beginn dieses Kapitels wurde, bedingt durch die Verbrauchsstruktur der Haushalte, eine Abweichung von der Struktur der NEA 1998 eingeführt und an Stelle der in der Energiestatistik gebräuchlichen Nutzenergiekategorien die Gruppen Haushaltsgeräte, Klimatisierung, Raumheizung, Warmwasser und Beleuchtung betrachtet. Abschließend ist daher eine Rückführung auf die Struktur der NEA 1998 vorzunehmen.

Die Gruppen Klimatisierung und Raumheizung bilden die Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“. Der Bereich Warmwasser ist ein Teil der Nutzenergiekategorie „Industrieöfen“. Ebenfalls Teil dieser Kategorie ist der Verbrauch für Kochen, also der Verbrauch der Elektro- und die Gasherde. Die Beleuchtung bildet gemeinsam mit der Gerätekategorie Kommunikation, also den Festnetz- und Mobiltelefonen,

den Computern inklusive Peripherie sowie den Internetanschlüssen, die Nutzenergiekategorie „Beleuchtung & EDV“. Die restlichen Haushaltsgeräte zählen zur Nutzenergiekategorie Standmotoren. Die Nutzenergiekategorien „Traktion“, „Dampferzeugung“ und „elektrochemische Zwecke“ weisen im Sektor private Haushalte keinen Verbrauch auf. Die folgenden Tabellen stellen abschließend die Übertragung der berechneten Verbräuche auf die Struktur der NEA 1998 dar:

Basisjahr					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	198.136	RH	198.136	199.176	RW
Klimatisierung	1.040	KA	1.040		
Warmwasser	32.777	WW	32.777	38.882	IÖ
Haushaltsgeräte	36.774	KO	6.105		
		Rest	28.107	28.107	SM
		KOM	2.562	7.107	BE
Beleuchtung	4.545	BEL	4.545		
SUMME	273.272		273.272	273.272	

Tabelle 120: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] im Basisjahr auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Pragmatisch, 2020, Variante 1					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	154.194	RH	154.194	155.917	RW
Klimatisierung	1.723	KA	1.723		
Warmwasser	34.217	WW	34.217	39.358	IÖ
Haushaltsgeräte	28.842	KO	5.142		
		Rest	20.807	20.807	SM
		KOM	2.894	5.630	BE
Beleuchtung	2.736	BEL	2.736		
SUMME	221.712		221.712	221.712	

Tabelle 121: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Pragmatisch, 2050, Variante 1					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	85.748	RH	85.748	87.586	RW
Klimatisierung	1.838	KA	1.838		
Warmwasser	30.519	WW	30.519	32.332	IÖ
Haushaltsgeräte	26.176	KO	1.813		
		Rest	20.923	20.923	SM
		KOM	3.440	5.763	BE
Beleuchtung	2.323	BEL	2.323		
SUMME	146.603		146.603	146.604	

Tabelle 122: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Forciert, 2020, Variante 1					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	128.456	RH	128.456	130.107	RW
Klimatisierung	1.651	KA	1.651		
Warmwasser	30.161	WW	30.161	35.303	IÖ
Haushaltsgeräte	22.233	KO	5.142		
		Rest	15.755	15.755	SM
		KOM	1.336	3.881	BE
Beleuchtung	2.545	BEL	2.545		
SUMME	185.046		185.046	185.046	

Tabelle 123: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Forciert, 2050, Variante 1					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	27.658	RH	27.658	31.325	RW
Klimatisierung	3.667	KA	3.667		
Warmwasser	27.094	WW	27.094	28.765	IÖ
Haushaltsgeräte	16.517	KO	1.671		
		Rest	13.667	13.667	SM
		KOM	1.178	3.192	BE
Beleuchtung	2.013	BEL	2.013		
SUMME	76.949		76.949	76.949	

Tabelle 124: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Pragmatisch, 2020, Variante 2					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	148.842	RH	148.842	150.565	RW
Klimatisierung	1.723	KA	1.723		
Warmwasser	31.388	WW	31.388	35.864	IÖ
Haushaltsgeräte	24.724	KO	4.476		
		Rest	17.775	17.775	SM
		KOM	2.473	4.957	BE
Beleuchtung	2.484	BEL	2.484		
SUMME	209.161		209.161	209.161	

Tabelle 125: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Pragmatisch, 2050, Variante 2					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	75.484	RH	75.484	76.810	RW
Klimatisierung	1.326	KA	1.326		
Warmwasser	24.731	WW	24.731	26.035	IÖ
Haushaltsgeräte	18.892	KO	1.304		
		Rest	15.104	15.104	SM
		KOM	2.484	4.313	BE
Beleuchtung	1.829	BEL	1.829		
SUMME	122.263		122.263	122.262	

Tabelle 126: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Forciert, 2020, Variante 2					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	126.130	RH	126.130	127.611	RW
Klimatisierung	1.481	KA	1.481		
Warmwasser	27.669	WW	27.669	32.145	IÖ
Haushaltsgeräte	19.088	KO	4.476		
		Rest	13.468	13.468	SM
		KOM	1.144	3.454	BE
Beleuchtung	2.310	BEL	2.310		
SUMME	176.678		176.678	176.678	

Tabelle 127: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998

Szenario Forciert, 2050, Variante 2					
Bereich	Verbrauch	Aufteilung		Verbrauch	NEK
Raumheizung	23.889	RH	23.889	27.100	RW
Klimatisierung	3.211	KA	3.211		
Warmwasser	21.850	WW	21.850	23.052	IÖ
Haushaltsgeräte	11.939	KO	1.202		
		Rest	9.882		
		KOM	855	2.440	BE
Beleuchtung	1.585	BEL	1.585		
SUMME	62.474		62.474	62.474	

Tabelle 128: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998

4.4 Dienstleistungsbereich

4.4.1 Einleitung

In den Gesamtenergiebilanzen werden die Sektoren Sachgüterproduktion und Dienstleistungsbereich über die Wirtschaftsklassifikation NACE (bzw. ÖNACE in Österreich) definiert. Dabei ist der Dienstleistungsbereich überaus vielfältig. So enthält er zum Beispiel die Wasserversorgung, aber auch das Unterrichtswesen. Einen Überblick über die zusammengefassten „Branchen“ gibt nachstehende Tabelle.

ÖNACE Klassifikation	
Code	„Branche“
41	Wasserversorgung
50	Kraftfahrzeughandel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen, Tankstellen
51	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Kfz)
52	Einzelhandel (ohne Kfz, Tankstellen), Reparatur von Gebrauchsgütern
55	Beherbergungs- und Gaststättenwesen
60	Landverkehr, Transport in Rohrfernleitungen
61	Schifffahrt
62	Flugverkehr
63	Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr, Reisebüros
64	Nachrichtenübermittlung
65	Kreditwesen
66	Versicherungswesen
67	mit dem Kredit- und Versicherungswesen verbundene Tätigkeiten
70	Realitätenwesen
71	Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal
72	Datenverarbeitung und Datenbanken
73	Forschung und Entwicklung
74	Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen
75	Öffentliche Verwaltung, Landesverteidigung, Sozialversicherung
80	Unterrichtswesen
85	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen
90	Abwasser- und Abfallbeseitigung, sonstige Entsorgung
91	Interessenvertretungen, Kirchen, sonstige religiöse Vereinigungen, sonstige Vereine (ohne Sozialwesen, Kultur und Sport)
92	Kultur, Sport und Unterhaltung
93	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen

Tabelle 129: Die ÖNACE-Abschnitte des Dienstleistungsbereichs

Eine wichtige Quelle bei Betrachtungen betreffend den Energieverbrauch des Sektors Dienstleistungsbereich ist die Gesamtenergiebilanz 1970 bis 2006, die bereits bei der Erarbeitung des Basisjahres als Grundlage diente. Sie enthält den Verbrauch des Sektors gegliedert nach Energieträgern.

Weitere Daten und Angaben zum Energieverbrauch dieses Sektors finden sich in „Energiebilanzen 1970 (1988) – 2005: Dokumentation der Methodik“ (Statistik Austria 2007). Dieser Bericht enthält eine Liste der für die Nutzenergieanalyse verwendeten Wirkungsgrade und eine Übersicht über die Alterstruktur der im Dienstleistungsbereich zum Einsatz kommenden Geräte (siehe nachfolgende Abbildungen).

Gliederungsmerkmale	Wirkungsgrad (%)	
	Dienstleistungen	Andere Bereiche
Raumheizung und Klimaanlage		
Heizkessel für feste Brennstoffe (Kohlezentralheizung)	.	65
Öfen für feste Brennstoffe	.	30
Flüssiggasöfen und -herde	.	35
Heizkessel für flüssige Brennstoffe (Ölzentralheizungen)	.	75
Flüssiggas-Raumheizungen	.	75
Schweröl-Heizanlagen mit Vorheizung	.	70
Gasöfen und -herde	.	35
Gas-Warmwasserbereiter	.	75
Heizkessel für Gaszentralheizungen	.	70
Elektroöfen und -herde/Elektrische Warmwasserbereitung	.	90
Elektrische Direktheizung	.	100
Beheizung mittels Fernwärmebezug	.	95
Beheizung mittels Wärmepumpen	.	90
Beheizung/Warmwasserbereitung mittels Solarkollektoren	.	90
Klimaanlagen (Belüftungsanlagen) (elektrisch betrieben)	.	40
Dampferzeugung		
Heizkessel für feste Brennstoffe	.	75
Heizkessel für flüssige/gasförmige Brennstoffe	.	80
Elektrisch beheizte Kessel	.	95
Schweröl-Heizanlagen mit Vorheizung	.	80
Industrieöfen		
Kohlebeheizte Öfen	.	75
Ölbeheizte Öfen/Gasöfen	.	80
Elektroöfen	.	95
Holzöfen/Öfen für sonstige Biomasse	.	75
Bäckerei-Öfen (elektrisch)	95	.
Groß-Waschmaschinen	90	.
Kochen + Warmwasser der Haushalte	.	80
Standmotoren (Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art durch Motoren)		
Gasmotoren	.	35
Benzinmotoren	.	30
Dieselmotoren	.	40
Elektromotoren	.	95
Wasserkraft-Direktantriebe	.	85
Kühlschränke	50	.
Tiefkühl-Truhen	70	.
Klein-Standmotoren	95	.
Sonstige Kleingeräte	30	.
Kraftfahrzeuge		
Benzinmotoren	.	25
(Flüssig-)Gasmotoren	.	30
Dieselmotoren	.	35
Flugzeug-Turbinen	.	40
Elektromotoren	.	80
Beleuchtung und elektronische Datenverarbeitung		
Elektrische Beleuchtung	.	5
Elektronische Datenverarbeitung	.	5
Computer, Drucker, Kopierer	10	.
Elektrolyse mit/ohne Wärmeentwicklung	.	35

Abbildung 31: Angenommene Wirkungsgrade laut Methodendokumentation NEA (Quelle: Statistik Austria)

Gliederungsmerkmale	Altersstruktur der Geräte in %		
	bis 1 Jahr	1 bis 5 Jahre	älter als 5 Jahre
Elektrische Direktheizung	6	32	62
Elektrische Warmwasserbereitung	5	32	63
Klimaanlagen (Belüftungsanlagen) (elektrisch)	9	51	40
Elektrische Beleuchtung	12	39	49
Büro-Automation			
Computer	27	59	14
Drucker	22	63	15
Kopierer	21	59	20
Sonst. Geräte für Büro-Automation	30	53	17
Elektrische Klein-Geräte			
Kühlschränke	10	45	45
Tiefkühl-Truhen	4	45	51
Klein-Standmotoren	8	34	58
Sonstige elektr. Klein-Geräte	8	63	29
Elektrische Groß-Geräte			
Bäckerei-Öfen	14	38	48
Groß-Waschmaschinen	11	44	45
Sonst. elektr. Groß-Geräte	12	36	52
Raumheizung und Warmwasserbereitung für sanitäre Zwecke			
Heizkessel für feste Brennstoffe (Kohlezentralheizung)	7	15	78
Öfen für feste Brennstoffe	7	13	80
Flüssiggasöfen und -herde	0	50	50
Heizkessel für flüssige Brennstoffe	2	22	76
Flüssiggas-Raumheizungen	3	52	45
Schweröl-Heizanlagen mit Vorheizung	0	33	67
Gas-(Etagen-)Heizung	3	33	64
Gas-Warmwasserbereiter	2	37	61
Heizkessel für Gaszentralheizungen	2	59	39
Beheizung mittels Fernwärmebezug	5	41	54
Beheizung mittels Wärmepumpen	6	22	72
Beheizung/Warmwasserbereitung mit Solarkollektoren	11	44	45
Dampferzeugung			
Heizkessel für feste Brennstoffe	0	0	100
Heizkessel für flüssige Brennstoffe	0	27	73
Heizkessel für gasförmige Brennstoffe	0	0	100
Schweröl-Heizanlagen mit Vorheizung	k. A.	k. A.	k. A.
Industrieöfen			
Kohlebeheizte Öfen	0	0	100
Gasöfen	0	31	69
Ölbeheizte Öfen	7	33	60
Holzöfen	0	0	100
Öfen für sonstige Biomasse	0	50	50
Standmotoren (Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art durch Motoren)			
Benzinmotoren	10	46	44
Dieselmotoren	8	30	62
Gasmotoren	0	17	83

Abbildung 32: Altersstruktur der Geräte im Dienstleistungsbereich (Quelle: Statistik Austria)

Zu Abbildung 32 ist mehrerlei anzumerken: der Verbrauch der Gruppe Büro-Automation wird der Nutzenergiekategorie Beleuchtung und EDV zugerechnet. Der Verbrauch für elektrische Klein-Geräte fällt unter Standmotoren, jener für elektrische Groß-Geräte unter Industrieöfen.

Die Arbeitsstättenzählung 2001 (Statistik Austria 2004) enthält die Anzahl der Arbeitsstätten und der Beschäftigten, gegliedert nach den ÖNACE-Abschnitten (siehe nachfolgende Tabelle).

ÖNACE - Code	Arbeitsstätten	Branche
41	318	Wasserversorgung
50	11.125	Kfz-Handel, Rep. v. Kfz, Tankstellen
51	27.736	Handelsvermittlung u. GH (ohne Kfz)
52	63.236	EH (o. Kfz, o. Tankst.), Rep. v. Gebrauchsgütern
55	50.355	Beherbergungs- und Gaststättenwesen
60	12.547	Landverkehr, Transport i. Rohrfernleitungen
61	90	Schifffahrt
62	210	Flugverkehr
63	4.872	Hilfs- u. Nebentätig. f. d. Verkehr, Reisebüros
64	3.660	Nachrichtenübermittlung
65	5.736	Kreditwesen
66	1.676	Versicherungswesen
67	5.852	M. d. Kredit- u. Versicherungsw. verbund. Tätigk.
70	6.703	Realitätenwesen
71	2.263	Vermiet. bewegl. Sachen ohne Bedienungspers.
72	10.969	Datenverarbeitung u. Datenbanken
73	729	Forschung und Entwicklung
74	45.363	Erbring. v. unternehmensbez. Dienstleistungen
75	7.204	Öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung
80	14.980	Unterrichtswesen
85	27.531	Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen
90	1.712	Abwasser- u. Abfallbeseitigung u. s. Entsorgung
91	4.923	Interessenvertretungen, Vereine
92	12.260	Kultur, Sport und Unterhaltung
93	13.543	Erbring. v. sonst. Dienstleistungen
Summe	335.593	

Tabelle 130: Arbeitsstätten nach ÖNACE-Abschnitten

Angaben zur Fläche und Klimatisierung der Gebäude im Dienstleistungsbereich finden sich in der Studie „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030“ (Haas et al. 2007, siehe nachstehende Tabelle).

	Gebäudeanzahl	mittlere Fläche [m ²]	gesamte Fläche [m ²]
Handel, groß	10.140	1.062	10.768.680
Handel, klein	23.543	529	12.454.247
Bürogebäude, groß	8.295	1.992	16.523.640
Bürogebäude, klein	26.342	335	8.824.570
Büros in Wohngebäuden	10.404	378	3.932.712
Schulen, etc.	17.771	1.045	18.570.695
Krankenhäuser, etc.	427	3.355	1.432.585
Sport u. ä. Infrastruktur	2.016	680	1.370.880
Hotels, groß	2.204	2.413	5.318.252
Hotels, klein	34.257	837	28.673.109
gesamt	135.399		107.869.370

Tabelle 131: Flächen im Dienstleistungsbereich lt. Haas et al.

Den 335.593 Arbeitstätten stehen 135.399 „Dienstleistungsgebäude“ gegenüber. Einerseits können natürlich mehrere Arbeitsstätten in einem Gebäude untergebracht werden (Bsp.: Einkaufszentren), andererseits finden in der Tabelle 131 die Gebäude der ÖBB, Gasthäuser und (Tier-) Arztpraxen keine Berücksichtigung. Ebenfalls nicht angeführt werden Flughafengebäude und Gebäude im Bereich der Schifffahrt, der Wasserversorgung und der Entsorgung. Im Folgenden werden daher diese Flächen auf möglichst einfache aber fundierte Art und Weise geschätzt.

Laut eigener Homepage (http://www.oebb.at/de/Konzern/Daten_und_Fakten/index.jsp) verfügen die ÖBB über 6.183 Gebäude. Schätzt man die mittlere Fläche pro Gebäude auf 1.000 m², so ergibt sich eine Fläche von 6.183.000 m².

Im Bereich des Beherbergungs- und Gaststättenwesens stehen 50.355 Arbeitstätten 36.461 Hotels gegenüber. Geht man davon aus, dass die restlichen 13.894 Arbeitsstätten Gasthäuser mit einer durchschnittlichen Fläche von 300 m² sind, so ergibt sich eine Fläche von 4.168.200 m².

Bei den 427 Gebäuden im Bereich Krankenhäuser dürfte es sich – auf Grund der hohen durchschnittlichen Fläche – um Krankenhäuser und Kliniken handeln. Für den ÖNACE-Abschnitt 85 (Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen) werden insgesamt 27.531

Arbeitsstätten ausgewiesen. Schätzt man die mittlere Fläche der „fehlenden“ 27.104 Arbeitsstätten auf 200 m², ergibt sich eine Fläche von 5.420.800 m².

Mit diesen Schätzungen ergibt sich eine zusätzliche Fläche von 15.772.000 m². Das entspricht 14,6% der „ursprünglichen“ Fläche laut Haas. Die restlichen noch fehlenden Flächen liefern nur relativ kleine Beiträge. Um diese dennoch zu berücksichtigen, wird die Fläche der Dienstleistungsgebäude auf insgesamt 125.000.000 m² geschätzt. Das entspricht einer Erhöhung gegenüber Haas um knapp 15,9%.

In der Studie „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030“ wird auch der Verbrauch für Klimatisierung mit 955 TJ angegeben. Korrigiert man diesen Betrag entsprechend der Fläche nach oben, so ergibt sich ein Verbrauch für Klimatisierung von rund 1.107 TJ.

Schließlich sind aus dem Kapitel zum Basisjahr sowohl der energetische Endverbrauch als auch der Stromverbrauch des Sektors, jeweils untergliedert nach Nutzenergiekategorien, bekannt (siehe nachfolgende Tabelle).

	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	Σ
Strom	8.970	13.806	0	16.405	8.029	3	47.213
Summe	83.596	13.806	3.609	21.795	12.775	3	135.584

Tabelle 132: Energetischer Endverbrauch [TJ] und Stromverbrauch [TJ] des Sektors Dienstleistungsbereich im Basisjahr

Ansonsten ist die Datenlage für Österreich schlecht. So enthält der „Methodenbericht zur Stichprobenerhebung Energieeinsatz im Dienstleistungsbereich 2003“ (Statistik Austria 2005) den Verbrauch des Sektors gegliedert nach ÖNACE-Abschnitten und Energieträgern. Allerdings konnten für die ÖNACE-Abschnitte 61, 62 und 75 bis 91 keine geeigneten Stichproben gezogen werden. Der Verbrauch dieser Abschnitte musste also geschätzt werden. Hinzu kommt, dass der ÖNACE-Abschnitt 65 (Kreditwesen) einen Verbrauch von 9.411 TJ aufweist, und zwar bei 79.202 Beschäftigten. Im Gegensatz dazu wurden im ÖNACE-Abschnitt 66 (Versicherungswesen) nur 45 TJ verbraucht, und zwar bei 30.950 Beschäftigten. Damit ergeben sich Pro-Kopf-Verbrauche von 118,8 GJ bzw. 1,5 GJ. Dieser Unterschied entspricht rund einem Faktor 80 und ist nicht plausibel erklärbar. Aus all diesen Gründen musste von einer weiteren Verwendung der Daten des Berichts abgesehen werden.

Es zeigte sich auch, dass ausländische Verbräuche, Verbrauchsstrukturen und Zahlen nicht einfach auf Österreich übertragen werden können. Gut zu sehen ist das am Beispiel der Studie „Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel,

Dienstleistungen“ (Deutschland, u. a. Fraunhofer ISI). Diese Studie enthält Angaben zu Betriebsgröße, Anzahl der Mitarbeiter und (spezifischen) Strom- und Brennstoffverbräuchen. Anhand des spezifischen Verbrauchs im Bau konnten diese Zahlen mit dem Verbrauch in Österreich verglichen werden. Die Abweichung entspricht beinahe einem Faktor 10. Ursachen sind nicht erkennbar, weshalb auch von einer weiteren Verwendung dieser Studie abgesehen werden musste. Ähnliche Probleme ergaben sich auch bei anderen Quellen.

Für die weiteren Betrachtungen und Berechnungen wurden der energetische Endverbrauch und der Stromverbrauch aus dem Basisjahr übernommen. Die Verbräuche an anderen Energieträgern aus der Gesamtenergiebilanz wurden auf das Basisjahr korrigiert. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen: Der korrigierte energetische Endverbrauch minus dem korrigierten Stromverbrauch wurde durch den energetischen Endverbrauch minus dem Stromverbrauch dividiert. Damit ergab sich ein Korrekturfaktor,

$$f = \frac{(EE_{05}^k - Eel_{05}^k)}{(EE_{05} - Eel_{05})} \approx 1,015.$$

Mit diesem Korrekturfaktor wurden die Verbräuche aus der Gesamtenergiebilanz multipliziert. Das Ergebnis zeigt nachstehende Tabelle. Darin ist unter Umgebungswärme die Summe der Energien aus Wärmepumpen, solarthermischen Anlagen und Geothermie zu verstehen.

	Verbrauch 2005	Verbrauch Basisjahr
Kohle	545	553
Benzin	142	144
Petroleum	133	135
Diesel	5.395	5.477
Heizöl extra leicht	14.601	14.822
Heizöl	3.452	3.504
Flüssiggas	2.533	2.572
Naturgas	28.044	28.469
Brennbare Abfälle	687	698
Brennholz	496	504
Biogene Brenn- und Treibstoffe	3.948	4.008
Umgebungswärme	5.164	5.242
Fernwärme	21.911	22.243
Strom	47.384	47.213
Summe	134.435	135.584

Tabelle 133: Verbräuche [TJ] im Dienstleistungsbereich 2005 und im Basisjahr

Im Folgenden werden die Nutzenergiekategorien einzeln betrachtet und soweit möglich noch etwas genauer untergliedert. Trotz der mageren Datenlage und der Diskrepanz einschlägiger Studien konnten einige Potenziale aufgezeigt werden. Zusätzlich ermöglichte die Altersstruktur der Geräte eine überblicksmäßige Abschätzung der Effekte der Durchdringung mit effizienteren Geräten.

4.4.2 Nutzenergiekategorien im Basisjahr

4.4.2.1 Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser

Laut Basisjahr betrug der Verbrauch in dieser Nutzenergiekategorie 83.596 TJ, wovon 8.970 TJ auf den Energieträger Strom entfielen. Bei einem energetischen Endverbrauch von 135.584 TJ im Sektor Dienstleistungsbereich kommt dieser Nutzenergiekategorie mit einem Anteil von knapp 62% also herausragende Bedeutung zu.

Der Verbrauch dieser Nutzenergiekategorie enthält dabei die Verbräuche für Raumheizung, Warmwasserbereitung, Klimatisierung und Kochen. Der Klimatisierung wurden bereits 1.107 TJ zugeordnet. Der restliche Verbrauch in Höhe von 82.489 TJ (7.863 TJ Strom) teilt sich also auf Raumheizung, Warmwasserbereitung und Kochen auf.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Verbrauch für Kochen zu ermitteln. So wird der Energieverbrauch pro Mahlzeit in der Literatur mit 3 bis 5 kWh angegeben. Aus der Arbeitsstättenzählung ist die Anzahl der Arbeitsstätten im Beherbergungs- und Gaststättenwesen bekannt (50.355). Die Anzahl der Mahlzeiten pro Tag wird für kleine Restaurants mit 100 angegeben, für große Zentralküchen mit rund 3.000. Im Wiener AKH werden täglich bis zu 11.000 Mahlzeiten zubereitet. Die Bandbreite der angegebenen Zahlen überträgt sich natürlich auf den errechenbaren Verbrauch. Als plausibler Mittelwert wurden 13.537 TJ berechnet. Von diesem Verbrauch entfallen jedoch nur rund 40% auf Kochen, der Rest umfasst unter anderem Kühlung und Spülmaschinen.

Einen anderen Zugang bietet der Österreichische Energiekonsumenten Verband (ÖEKV). Laut ÖEKV betrug der Verbrauch österreichischer Großküchen 2002 „nur“ 2.963 GWh bzw. 10.667 TJ. Mittelt man diese beiden Werte, so beträgt der Verbrauch 12.102 TJ. Berücksichtigt man jetzt noch, dass nur 40% dieses Verbrauchs tatsächlich auf Kochen entfallen, so ergibt sich ein Verbrauch für Kochen in Höhe von 4.841 TJ. Die Aufteilung dieses Verbrauchs auf Strom

und „nicht Strom“ wurde mit 20:80, also 968 TJ Strom und 3.873 TJ Restverbrauch angenommen.

Für die Rechnungen in den folgenden Kapiteln erweist sich eine Unterteilung dieses Verbrauchs in einen Anteil der Gastronomie und einen Anteil der Gemeinschaftsverpflegung (also der Verpflegung in Betrieben, der Anstaltenverpflegung und der Bildungsverpflegung) als zweckmäßig. Mit dieser Einteilung kann nicht nur eine Änderung der Bevölkerungszahl, sondern auch eine Änderung der Beschäftigtenzahl, der Anzahl der Personen in Anstalten und der Schülerzahlen berücksichtigt werden. Auch hier stehen keine gesicherten Daten und Fakten zur Verfügung. Die folgende Untergliederung beruht also auf Schätzungen.

Dem 2. Lebensmittelbericht Österreichs (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, Juli 2003) konnten nähere Daten zur Gemeinschaftsverpflegung entnommen werden. In diesem Bericht wird für die Betriebsverpflegung die Anzahl der Mahlzeiten pro Tag auf 1.214.000 geschätzt, jene für Bildungsverpflegung auf 378.000. Für die Anstaltenverpflegung wurde die Anzahl der Mahlzeiten pro Tag gegenüber dem Bericht (192.000) geringfügig auf 197.600 erhöht. Das entspricht der Anzahl der Personen in Einrichtungen (1,2% der Bevölkerung bzw. 98.800 Personen im Jahr 2005) mal zwei Mahlzeiten pro Tag. Nimmt man an, dass Betriebs- und Bildungsverpflegung an 250 Tagen pro Jahr geleistet werden, Anstaltenverpflegung jedoch an 365 Tagen, ergeben sich 470.124.000 Mahlzeiten pro Jahr. Der Energieverbrauch pro Mahlzeit ist bei dieser Art der Verpflegung kleiner als in der Gastronomie. Geht man von einem durchschnittlichen Verbrauch von 2 kWh pro Mahlzeit, wovon aber wiederum nur 40% auf Kochen entfallen, aus, so ergibt sich ein Endverbrauch für die Gemeinschaftsverpflegung in Höhe von 1.354 TJ für das Basisjahr.

Damit verbleiben 3.487 TJ für den Verbrauch in der Gastronomie. Nimmt man hier den Energieverbrauch pro Mahlzeit mit 4 kWh an, ergeben sich 605.347.521 Mahlzeiten pro Jahr. Das heißt, dass der durchschnittliche Österreicher knapp 1,43 Mal pro Woche auswärts isst (ohne Berücksichtigung von Touristen). Nach einer Umfrage von „The Nielsen Company“ (siehe <http://at.nielsen.com/news/pr20090904.shtml>) gehen 34% der Österreicher einmal oder seltener pro Monat auswärts essen, 23% zwei- bis dreimal pro Monat und 13% ein- bis zweimal pro Woche. Gehen die restlichen 30% dreimal oder öfter pro Woche auswärts Essen, so ergibt sich ein Durchschnitt von 1,37 Mahlzeiten pro Woche und Österreicher. In Anbetracht der Vernachlässigung der Touristen ist das eine gute Überstimmung.

Für den Verbrauch für Raumheizung und jenen für Warmwasserbereitung verbleiben damit insgesamt 77.649 TJ, wovon 6.895 TJ mit Strom gedeckt wurden. Geht man davon aus, dass der Verbrauch für Warmwasserbereitung zwischen 3 und 5 PJ beträgt (das entspricht rund 10% bis 15% des Verbrauchs der privaten Haushalte für Warmwasserbereitung), so ergibt sich ein Verbrauch für Raumheizung pro Quadratmeter zwischen 161,44 und 165,89 kWh/a. Da im weiteren Verlauf der Arbeit konkrete Zahlen benötigt werden, wurde der Verbrauch für Raumheizung pro Quadratmeter mit 164 kWh/a angenommen. Damit ergibt sich ein Verbrauch für Raumheizung in Höhe von 73.800 TJ und für Warmwasserbereitung in Höhe von 3.849 TJ. Da Raumheizung und Warmwasserbereitung meist gekoppelt sind, wurde angenommen, dass sich der Stromverbrauch anteilmäßig aufteilt. Das heißt, dass von den 73.800 TJ für Raumheizung 6.553 TJ auf Strom entfielen, und von den 3.849 TJ für Warmwasserbereitung 342 TJ elektrisch gedeckt wurden. Nachstehende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen.

	energetischer Endverbrauch	Stromverbrauch
Raumheizung	73.800	6.553
Warmwasserbereitung	3.849	342
Klimaanlagen	1.107	1.107
Kochen	4.841	968
Gesamt	83.596	8.970

Tabelle 134: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlagen, Warmwasser

Bisher wurde – ausgehend von der Gesamtenergiebilanz bzw. dem Basisjahr – der energetische Endverbrauch (EE) betrachtet. Eine gebräuchliche Kennzahl für Gebäude ist jedoch der Heizwärmebedarf (HWB). Abgesehen davon, dass der Heizwärmebedarf auf ein Referenzklima bezogen ist, gibt es noch zwei wesentliche Unterschiede zum energetischen Endverbrauch. Erstens ist der Heizwärmebedarf eine Nutzenergieangabe, und zweitens ist es ein Bedarf und damit im Gegensatz zu einem Verbrauch vom Nutzerverhalten unabhängig. Auf Grund fehlender Daten ist allerdings eine Unterscheidung zwischen Bedarf und Verbrauch nicht möglich; es wird also der energetische Endverbrauch dem Endenergiebedarf (EEB) gleichgesetzt. Damit reduziert sich der Unterschied zwischen dem Nutzenergiebedarf und dem energetischen Endverbrauch auf den Heiztechnik-Energiebedarf (HTEB-RH). Dieser HTEB-RH umfasst die Umwandlungsverluste und die Hilfsenergie.

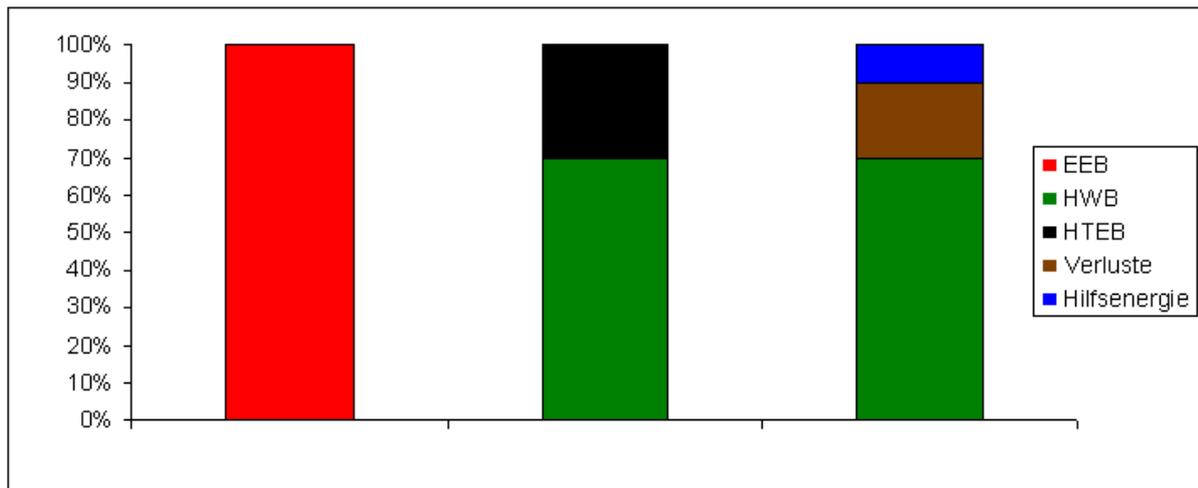


Abbildung 33: Schematische Darstellung der Beziehung von Endenergiebedarf zu Heizwärmebedarf, Heiztechnik – Energiebedarf, Hilfsenergie und Verlusten

Eine Studie aus der Schweiz (Hilfsenergie Haustechnik: Einspar-Potenziale und Umsetzungspfade, S.A.F.E. 2006) gibt den Verbrauch für Hilfsenergie in Abhängigkeit von der Heizanlage mit rund 2,5 bis 8% des Heizenergieverbrauchs an. Von der Statistik Austria wird die Hilfsenergie jedoch nicht (explizit) erfasst. Es ist aber natürlich so, dass die Hilfsenergie in der Gesamtenergiebilanz enthalten sein muss. Die Wirkungsgrade für Heizkessel speziell mit festen Brennstoffen sind sehr gering (65% lt. Abbildung 31). Das ist ein Zeichen dafür, dass bei der Umrechnung vom energetischen Endverbrauch auf die Nutzenergie versucht wurde, der Hilfsenergie Rechnung zu tragen. Im Folgenden wird also davon ausgegangen, dass durch die Verwendung der Wirkungsgrade der Statistik Austria zur Umrechnung vom energetischen Endverbrauch in Nutzenergie bzw. umgekehrt auch der Heiztechnik-Energiebedarf bzw. die Hilfsenergie und die Verluste berücksichtigt sind.

Um also den Heizwärmebedarf errechnen zu können, muss man dem energetischen Endverbrauch die Energieträger zuordnen. Damit und mit den Wirkungsgraden aus der Nutzenergieanalyse kann der Heizwärmebedarf, also die Nutzenergie, berechnet werden.

Die Zuordnung der einzelnen Energieträger erweist sich – obwohl energetischer End- und Stromverbrauch bereits bekannt sind – als unpräzise. Unter Verwendung von Tabelle 133 und in Anlehnung an die Aufgliederung des energetischen Endverbrauchs 2007 nach Nutzenergiekategorien (Statistik Austria) konnten die Verbräuche an einzelnen Energieträgern geschätzt werden. Dabei konnte für manche Energieträger die Aufgliederung übernommen werden, bei anderen wurden Änderungen vorgenommen (z. B.: Fernwärme wurde zur Gänze der Kategorie Raumheizung zugeordnet). Mit den Wirkungsgraden aus Abbildung 31 wurde dann die Nutzenergie berechnet. Damit ergibt sich folgendes Bild:

	Endenergie [TJ]	Wirkungsgrad	Nutzenergie [TJ]
Kohle	131	65	85
Heizöl extra leicht	13.531	75	10.148
Heizöl	2.230	75	1.672
Flüssiggas	1.959	75	1.469
Naturgas	19.928	70	13.950
Brennbare Abfälle	66	65	43
Brennholz	431	65	280
Biogene Brenn- und Treibstoffe	1.644	65	1.068
Umgebungswärme	5.085	90	4.576
Fernwärme	22.243	95	21.131
Strom	6.553	100	6.553
Summe	73.800		60.976

Tabelle 135: Energetischer Endverbrauch [TJ], Wirkungsgrade [%] und Nutzenergie [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Raumheizung im Sektor Dienstleistungsbereich

Der gesamte Wirkungsgrad beträgt mit dieser Energieträgerverteilung 82,6%. Damit ergibt sich ein Heizwärmebedarf von rund 135,5 kWh/m²a. Beide Ergebnisse, also sowohl der Wirkungsgrad als auch der mittlere Heizwärmebedarf, sind überraschend. Dabei ist der Wirkungsgrad mit 82,6% sehr hoch. Die österreichische Energieagentur wählte für ihr Energieflussbild 2005 einen Wirkungsgrad von 75% für die Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser. Bei der hier gewählten Vorgehensweise wird der Wirkungsgrad durch den Energieträger-Mix bestimmt. Er kann also durch eine andere Verteilung der Energieträger gesenkt werden. Dadurch würde aber auch der Heizwärmebedarf sinken, und der liegt so schon nur knapp (~ 15 kWh/m²a) über jenem aller österreichischen Mehrfamilienhäuser. Dieser Wert für den Heizwärmebedarf ist also überraschend niedrig, ganz besonders, wenn man an die Auswüchse der „Glas-Fassaden-Architektur“ denkt. Da aber wie bereits in der Einleitung erörtert keine anderen Daten zur Verfügung stehen, wurde im Folgenden von einem mittleren Heizwärmebedarf in Höhe von 135,5 kWh/m²a ausgegangen.

Eine zur Raumheizung analoge Betrachtungsweise existiert auch für die Warmwasserbereitung. Hier spricht man von Warmwasserwärmebedarf (WWWB) und von Heiztechnik-Energiebedarf für Warmwasser (HTEB-WW). Mit derselben Vorgehensweise wie für Raumheizung kann auch hier die Nutzenergie errechnet werden (siehe nachfolgende Tabelle).

	Endenergie	Wirkungsgrad	Nutzenergie
Naturgas	3.350	75	2.512
Solarthermie	157	90	142
Strom	342	90	308
Summe	3.849		2.962

Tabelle 136: Energetischer Endverbrauch [TJ], Wirkungsgrade [%] und Nutzenergie [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Warmwasserbereitung im Sektor Dienstleistungsbereich

Hier beträgt der gesamte Wirkungsgrad – auf Grund des hohen Anteils von Naturgas – nur 76,9%.

4.4.2.2 Beleuchtung & EDV

In dieser Nutzenergiekategorie beträgt der Verbrauch laut Basisjahr 13.806 TJ und wird zur Gänze elektrisch gedeckt.

Der Verbrauch dieser Nutzenergiekategorie kann noch in Verbrauch für Beleuchtung und den Verbrauch für EDV bzw. Büroautomation unterteilt werden, eine weitere Gliederung der zweiten Kategorie ist aber anhand der zur Verfügung stehenden Daten nicht möglich.

Laut EMP (Elektromontagen Personalmanagement GmbH) teilt sich die „Lichtproduktion“ (gemessen in Lumen) folgendermaßen auf:

- 44% für Gebäude im Dienstleistungsbereich
- 29% für Gebäude der Industrie
- 15% für Wohngebäude
- 12% für öffentliche Beleuchtung (Straßen usw.)

Der Verbrauch für öffentliche Beleuchtung in Österreich ist nicht bekannt, wohl aber jener der Schweiz (470 GWh/a, etwas kleinere Bevölkerungszahl) und jener Deutschlands (3.500 GWh/a, rund zehnfache Bevölkerungszahl). Setzt man den Verbrauch in Österreich mit jenem der Schweiz gleich, also 1.692 TJ für öffentliche Beleuchtung und entsprechend 6.204 TJ für Beleuchtung von Dienstleistungsgebäuden, so ergibt das einen Verbrauch von 7.896 TJ für Beleuchtung im Sektor Dienstleistungsbereich. Geht man hingegen davon aus, dass der österreichische Verbrauch ein Zehntel des deutschen beträgt, also 1.260 TJ für öffentliche Beleuchtung und entsprechend 4.620 TJ für Dienstleistungsgebäude, so erhält man einen Verbrauch für Beleuchtung in Höhe von 5.880 TJ. Diese beiden Verbräuche entsprechen rund

57% bzw. 43% des Verbrauchs der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV. Deshalb wurde der Verbrauch – gemäß dem Mittelwert – jeweils zur Hälfte auf Beleuchtung und EDV aufgeteilt. Nachfolgende Tabelle fasst dieses Ergebnis zusammen.

	Energetischer Endverbrauch	Stromverbrauch
Beleuchtung	6.903	6.903
EDV	6.903	6.903

Tabelle 137: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und des Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV

Teilt man den Verbrauch für Beleuchtung gemäß obigen Angaben in einen Anteil für Gebäudebeleuchtung und einen für öffentliche Beleuchtung auf, so ergeben sich Verbräuche in Höhe von 5.424 TJ bzw. 1.479 TJ.

4.4.2.3 Dampferzeugung

Der Energieverbrauch in dieser Nutzenergiekategorie beträgt im Basisjahr 3.609 TJ. Strom wird hier nicht eingesetzt. Laut Statistik Austria kommen flüssige, feste und gasförmige Brennstoffe zum Einsatz, die genauen Mengen sind aber nicht bekannt.

4.4.2.4 Industrieöfen

Laut Basisjahr beträgt der energetische Endverbrauch in dieser Nutzenergiekategorie 21.795 TJ, wovon 16.405 TJ auf den Energieträger Strom entfielen.

In diese Nutzenergiekategorie fallen einerseits die „tatsächlichen“ Industrieöfen, andererseits auch die elektrischen Groß-Geräte wie Bäckerei-Öfen und Groß-Waschmaschinen. In diese beiden Unterbereiche, also Industrieöfen und elektrische Groß-Geräte, wird auch der Energieverbrauch dieser Nutzenergiekategorie unterteilt. Laut der Altersstruktur der Geräte im Dienstleistungsbereich gibt es in diesem Sektor keine Elektroöfen. Auch wenn das etwas zweifelhaft erscheint, gibt es keine Möglichkeit, den Stromverbrauch für Industrieöfen festzustellen. Deshalb wird bei der Aufteilung der gesamte nicht elektrische Verbrauch den Industrieöfen zugewiesen, der Stromverbrauch hingegen zur Gänze den elektrischen Groß-Geräten.

	Energetischer Endverbrauch	Stromverbrauch
Industrieöfen	5.390	0
Elektrische Groß-Geräte	16.405	16.405

Tabelle 138: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und des Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen

4.4.2.5 Standmotoren

In dieser Nutzenergiekategorie beträgt der Verbrauch laut Basisjahr 12.775 TJ. Der Stromverbrauch beläuft sich auf 8.029 TJ.

Auch hier legen die Daten der Statistik Austria eine Unterscheidung in „Standmotoren“ (zum Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art durch Motoren) und elektrische Klein-Geräte nahe. Im Gegensatz zur Nutzenergiekategorie Industrieöfen weist die Altersstruktur der Statistik Austria elektrische Klein-Standmotoren aus – allerdings im Bereich der elektrischen Klein-Geräte und nicht unter Standmotoren. Deshalb wird hier genau wie bei den Industrieöfen vorgegangen und die Aufteilung des Verbrauchs in Unterkategorien nach Energieträgern vorgenommen. Der Verbrauch für Standmotoren beträgt demnach 4.746 TJ, der Verbrauch für elektrische Klein-Geräte 8.029 TJ.

	Energetischer Endverbrauch	Stromverbrauch
Standmotoren	4.746	0
Elektrische Klein-Geräte	8.029	8.029

Tabelle 139: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und des Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Standmotoren

4.4.2.6 Elektrochemische Zwecke

Der Verbrauch im Basisjahr beträgt in dieser Nutzenergiekategorie 3 TJ, allein durch Strom gedeckt. In Anbetracht der Potenziale und Verbräuche anderer Nutzenergiekategorien wird auf eine nähere Betrachtung dieser Nutzenergiekategorie verzichtet. Es sei lediglich angemerkt dass deren Verbrauch künftig allein mit Photovoltaikstrom gedeckt werden könnte.

4.4.3 Szenarien

4.4.3.1 Methodik

Wie bereits im Kapitel 4.4.1 dargestellt, ist die Datenlage betreffend den österreichischen Dienstleistungsbereich sehr dürftig. Nicht angesprochen wurden allerdings Branchenenergiekonzepte und „Top-Gerätelisten“. Diese waren in einigen Bereichen sehr hilfreich bei der Abschätzung von Potenzialen. An anderen Stellen konnte nur Bezug auf die Wirkungsgrade aus der Nutzenergieanalyse der Statistik Austria genommen werden. Als Beispiel seien hier die Wäschereien genannt: hier gibt es „Vorzeigebetriebe“, die den Energieverbrauch um 30% gesenkt haben. Welchen Anteil am (eingesparten) Energieverbrauch aber die Nutzenergiekategorie Dampferzeugung hat, ist nicht bekannt. Deshalb konnte im Pragmatischen Szenario nur eine Einsparung von 12% (16% im Forcierten Szenario, beides beruhend auf den NEA-Wirkungsgraden und Top-Geräten) angenommen werden.

Da keine Ausstattungsgrade oder Gerätezahlen bekannt sind, mussten die solcherart gefunden Potenziale in Form eines „Effizienzfaktors (*Eff*)“ auf den gesamten Verbrauch einer Kategorie angewandt werden. Der Verbrauch 2020 bzw. 2050 wurden also berechnet als

$$EE_{20} = EE_{05} \cdot Eff_{20}$$

bzw.

$$EE_{50} = EE_{05} \cdot Eff_{50}$$

In manchen Kategorien wurden auch Geräteanzahlzu- oder -abnahmen erwartet (z. B.: Klimaanlage). Auch diese Änderungen konnten nur als multiplikative Korrekturen berücksichtigt werden. Damit ergibt sich im Jahr 2020 ein Verbrauch,

$$EE_{20} = EE_{05} \cdot Eff_{20} \cdot Anz_{20},$$

und im Jahr 2050 ein Verbrauch,

$$EE_{50} = EE_{05} \cdot Eff_{50} \cdot Anz_{50}.$$

Manche Geräteklassen weisen sehr hohe Lebensdauern auf. Während in den meisten Kategorien bereits bis 2020 der Austausch aller Geräte angenommen werden kann, musste in einigen Fällen also eine Austauschrate berücksichtigt werden.

So erhält man für 2020 den Verbrauch

$$\begin{aligned}
 EE_{20} &= EE_{05} \cdot Eff_{20} \cdot Aust_{20} \\
 &+ EE_{05} \cdot (Anz_{20} - 1) \cdot Eff_{20} \\
 &+ EE_{05} \cdot (1 - Aust_{20}),
 \end{aligned}$$

und für 2050 den Verbrauch

$$\begin{aligned}
 EE_{50} &= EE_{05} \cdot Aust_{50} \cdot Eff_{50} \\
 &+ EE_{05} \cdot (Anz_{50} - Anz_{20}) \cdot Eff_{50} \\
 &+ EE_{05} \cdot (1 - Aust_{50}) \cdot Eff_{20} \\
 &+ EE_{05} \cdot (Anz_{20} - 1) \cdot Eff_{20}.
 \end{aligned}$$

Dabei ist zu beachten, dass diese „einfache“ Formel für den Verbrauch 2050 nur korrekt ist, weil in allen Fällen $Aust_{20} \geq 1 - Aust_{50}$ gilt, also bis 2050 sämtliche Geräte zumindest einmal getauscht werden.

Mit der hier angeführten Vorgehensweise wurden alle Kategorien mit Ausnahme der Raumheizung behandelt. Für diese Kategorie wurde der zukünftige Verbrauch, ausgehend von der gesamten Fläche ($A = 125$ Mio. m^2) und dem mittleren Heizwärmebedarf ($HWB = 135,5$ kWh/ m^2a), unter Berücksichtigung von Sanierung, Abriss und Neubau berechnet. Es handelt sich bei diesen Berechnungen also um Nutzenergie.

Die Einsparung durch Sanierung bis zum Jahr 2020 beträgt

$$Einsp_{20}^{SAN} = A \cdot SAN_{20} \cdot (HWB_{05} - HWB_{20}^{SAN}).$$

Ebenfalls im Jahr 2020 ergibt sich eine Einsparung durch Abriss,

$$Einsp_{20}^{ABR} = A \cdot ABR_{20} \cdot HWB_{05},$$

und ein zusätzlicher Verbrauch durch Neubau,

$$NE_{20}^{NEU} = A \cdot NEU_{20} \cdot HWB_{20}^{NEU}.$$

Die Berechnung für 2050 erfolgt analog. Mit dieser Vorgehensweise ergeben sich ein Verbrauch 2020,

$$NE_{20} = A \cdot SAN_{20} \cdot HWB_{20}^{SAN} + A \cdot NEU_{20} \cdot HWB_{20}^{NEU} + A \cdot (1 - SAN_{20} - ABR_{20}) \cdot HWB_{05},$$

und ein Verbrauch 2050,

$$\begin{aligned}
NE_{50} = & A \cdot SAN_{20} \cdot HWB_{20}^{SAN} + A \cdot NEU_{20} \cdot HWB_{20}^{NEU} \\
& + A \cdot SAN_{50} \cdot HWB_{50}^{SAN} + A \cdot NEU_{50} \cdot HWB_{50}^{NEU} \\
& + A \cdot (1 - SAN_{20} - SAN_{50} - ABR_{20} - ABR_{50}) \cdot HWB_{05}.
\end{aligned}$$

Die Ergebnisse wurden noch durch Multiplikation mit dem Faktor $\frac{3,6}{10^6}$ auf TJ umgerechnet.

Die Umrechnung in den energetischen Endverbrauch erfolgte in Umkehrung der Vorgehensweise des Kapitels 4.4.2.

Anzumerken ist, dass sich Angaben von Einsparpotenzialen und Einsparungen i. a. auf 2005 beziehen. Stellen, an denen das nicht Fall ist, erkennt man an den Wörtern „weitere(s)“ und „zusätzliche(s)“. Dort erfolgt auch die Angabe der gesamten Einsparung bzw. des Einsparpotenzials gegenüber 2005.

4.4.3.2 Szenario Business as Usual

Bereits im Kapitel zum Basisjahr wurden – gemäß der bisher üblichen Vorgehensweise bei der Erstellung von Szenarien – die Trends der Vergangenheit extrapoliert. Auf diese Weise ergibt sich ein energetischer Endverbrauch im Sektor Dienstleistungsbereich in Höhe von 170,1 PJ im Jahr 2020 und in Höhe von 239,1 PJ im Jahr 2050. Bei einem Verbrauch von 135,6 PJ im Jahr 2005 entspricht dies Zunahmen von 25% bzw. 76%.

Der Stromverbrauch wurde auf 56,2 PJ im Jahr 2020 und auf 74,2 PJ im Jahr 2050 extrapoliert. Ausgehend von einem Verbrauch von 47,2 PJ 2005 entspricht dies Zunahmen in Höhe von 19% bzw. 57%.

4.4.3.3 Szenario Pragmatisch

Raumheizung

Im Unterkapitel über die Nutzenergiekategorien wurde der Verbrauch 2005 für Raumheizung (beruhend auf einer Fläche von 125 Mio. m² und einem mittleren Verbrauch pro Quadratmeter von 164 kWh/m²a) mit 73.800 TJ angegeben. Die übliche Kennzahl in Energieausweisen, Normen, Vorschriften und ähnlichem ist aber der Heizwärmebedarf. Dieser Darstellungsweise schließen wir uns an, mit der Konsequenz, dass vorläufig die Zahlengaben die Nutzenergie betreffen. Erst am Ende dieses Kapitels wird auf den energetischen Endverbrauch

eingegangen. Ausgehend von dem mittleren Heizwärmebedarf von 135,5 kWh/m²a beträgt die Nutzenergie 60.976 TJ.

Ein Vorteil dieser Betrachtungsweise ist, dass gezeigt wird, dass weder Effizienzsteigerungen noch Reduktionen des Nutzenergiebedarfs mit Komforteinbußen gleichgesetzt werden können. Speziell die thermische Sanierung von Gebäuden wird als Komfortgewinn für den Nutzer betrachtet.

Die Sanierungsrate bis 2020 wird mit 1,0% pro Jahr angenommen, der Zielwert für den mittleren Heizwärmebedarf mit 70 kWh/m²a. Damit werden 16% der Fläche (das entspricht 20.000.000 m²) saniert. Der Nutzenergiebedarf dieser Fläche wird damit auf 5.040 TJ reduziert, was einer Einsparung von 4.716 TJ entspricht.

Zusätzlich muss beachtet werden, dass der Gebäudebestand keineswegs „statisch“ ist, sondern dass es sowohl zum Abriss als auch zum Neubau von Gebäuden kommt. Durch das Verhältnis dieser „Größen“ wird auch die Fläche pro Beschäftigtem verändert.

Beträgt die Abrissrate 0,33% pro Jahr, so werden bis 2020 Gebäude mit einer Fläche von 6.600.000 m² abgerissen, wodurch 3.219 TJ eingespart werden. Dieser Einsparung entgegen wirkt der Neubau mit einer angenommenen Rate von 0,67% pro Jahr. Dadurch werden bis zum Jahr 2020 Gebäude mit einer Fläche von 13.400.000 m² errichtet. Bei einem HWB von 40 kWh/m²a ergibt das einen Verbrauch in Höhe von 1.930 TJ.

Die nicht sanierte oder abgerissene Fläche (98.400.000 m²) trägt mit 48.000 TJ zum Nutzenergiebedarf für Raumheizung bei. Damit ergibt sich für 2020 ein Bedarf in Höhe von 54.969 TJ. Die Einsparung gegenüber 2005 beträgt damit 6.006 TJ.

Ebenfalls beachtet werden sollte, dass durch die im Vergleich zur Abrissrate hohe Neubaurate die Fläche pro Beschäftigtem steigt. 2005 betrug die Fläche pro Beschäftigtem 51,34 m², bis 2020 steigt sie auf 54,14 m², sie nimmt also um beinahe 5,5% zu.

Werden von 2020 bis 2050 jährlich 1,5% des ursprünglichen Bestandes (56.250.000 m²) auf einen mittleren Heizwärmebedarf von 40 kWh/m²a saniert, so werden weitere 19.339 TJ eingespart. Insgesamt werden im Zeitraum von 2005 bis 2050 also Gebäude mit einer Fläche von 76.250.000 m² saniert, wodurch 24.055 TJ Nutzenergie gespart werden.

Bei derselben Abrissrate von 0,33% pro Jahr, also durch Abriss von 12.375.000 m², werden weitere 6.037 TJ gespart. Insgesamt werden im Zeitraum 2005 bis 2050 also Gebäude mit einer Fläche von 18.975.000 m² abgerissen. Dadurch werden 9.256 TJ Nutzenergie eingespart.

Lässt man auch die Neubaurate unverändert (0,67% pro Jahr) und nimmt einen mittleren Heizwärmebedarf von 25 kWh/m²a an, so beträgt die Fläche des Neubaus 25.125.000 m² und der dadurch hervorgerufene Verbrauch 2.261 TJ. Insgesamt kommt es zu Neubau mit einer Fläche von 38.525.000 m² und zu einem Verbrauch in Höhe von 4.191 TJ.

23,8% der ursprünglichen Fläche sind auch 2050 noch nicht saniert. Sie tragen mit 14.524 TJ zum Nutzenergieverbrauch bei. Insgesamt beträgt der Nutzenergieverbrauch 2050 damit 31.855 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 also 29.120 TJ.

Da weder Neubau- noch Abrissrate geändert wurden, steigt die Fläche pro Beschäftigtem bis 2050 weiter an, und zwar auf 59,37 m² bzw. 115,6% der Pro-Kopf-Fläche des Jahres 2005.

Zu beachten ist, dass der HWB im Neubau für die Periode 2021 bis 2050 mit 25 kWh/m²a gewählt wurde. Um diesen Wert zu erreichen, ist bereits eine hohe Luftdichtheit erforderlich. Deshalb werden diese Gebäude mit Lüftungen ausgestattet. Bei einem spezifischen Verbrauch von 2,1 kWh/m²a ergibt sich ein zusätzlicher energetischer Endverbrauch in Höhe von 190 TJ im Jahr 2050.

Warmwasser

Der Verbrauch 2005 für Warmwasserbereitung wurde mit 3.849 TJ angegeben, als entsprechende Nutzenergie wurden 2.962 TJ gefunden. Einsparpotenziale werden üblicherweise in Abhängigkeit von der Anlagengröße angegeben, in der ECO-Design Richtlinie beispielsweise mit rund 24% für kleine Anlagen und bis über 60% für große Anlagen. Ein Vergleich mit den Wirkungsgraden der Nutzenergieanalyse zeigt, dass diese Potenziale nur zu geringem Teil auf Effizienzsteigerungen beruhen können. Andere Einsparmöglichkeiten bieten (bessere) Isolierungen von Boilern und Rohren. Es ist also in diesem Bereich ebenfalls möglich, den Nutzenergiebedarf zu senken, ohne auf Warmwasser zu verzichten.

Die Hauptverbraucher im Dienstleistungsbereich sind Krankenhäuser und Hotels, die über vergleichsweise große Anlagen zur Warmwasserbereitung verfügen. Deshalb wurden die Einsparpotenziale mit 40% bis 2020 und 45% bis 2050 gewählt. Die Altersstruktur der Geräte

laut Statistik Austria legt den Austausch von 30% bis 2020 und der restlichen Anlagen bis 2050 nahe. Bis 2020 ergibt sich damit eine Einsparung von 355 TJ und ein Verbrauch an Nutzenergie von 2.607 TJ, bis 2050 eine zusätzliche Einsparung von 933 TJ und somit ein Nutzenergieverbrauch von 1.674 TJ.

Klimaanlagen

Der Verbrauch 2005 für Klimatisierung betrug 1.107 TJ. Die österreichische Energieagentur sieht bei einzelnen Anlagen Einsparpotenziale von 60%, die deutsche Energieagentur beziffert das Potenzial für Lüftung und Klimatisierung mit rund 35%. Laut Altersstruktur der Statistik Austria sind 60% der Klimaanlagen 5 Jahre oder „jünger“. In diesem speziellen Fall weist das jedoch eher darauf hin, dass die Anzahl der Klimaanlagen stark wächst. Deshalb nehmen wir einen Anstieg der Gerätezahl auf das 2,5-fache bis 2020 an. Hier – wie auch im Folgenden – wird davon ausgegangen, dass geänderte Ausstattungsgrade bzw. Geräteanzahlen Auswirkungen im Bereich der effizienten Geräte haben. Für den Zeitraum von 2020 bis 2050 bleibt die Anzahl der Klimaanlagen konstant, weil einerseits sowohl im Neubau als auch im Rahmen von Sanierungen Maßnahmen umgesetzt werden können, die Klimaanlagen entbehrlich machen, andererseits aber einmal in Betrieb genommene Geräte meist auch in Betrieb bleiben. Hinzu kommt, dass das Effizienzpotenzial der österreichischen Energieagentur auf einer Optimierung und folgenden regelmäßigen Wartungen beruht. Deshalb nehmen wir bis 2020 ein Einsparpotenzial von 45% an, bis 2050 von 60%. Hier werden die Anlagen also nicht nur ausgetauscht, sondern auch im Bestand verbessert.

Mit diesen Annahmen steigt der Verbrauch für Klimatisierung bis 2020 um 415 TJ auf 1.522 TJ, danach sinkt er bis 2050 wieder auf 1.107 TJ.

Kochen

Der Verbrauch für Kochen wurde mit 4.841 TJ angegeben. Davon entfallen 1.354 TJ auf Gemeinschaftsverpflegung und 3.487 TJ auf die Gastronomie. Da bei den Betrachtungen vorläufig die Bevölkerungszahl konstant gehalten wird, wird auch die Anzahl der Mahlzeiten im Rahmen der Betriebs- und Bildungsverpflegung nicht verändert. Die Anzahl der Personen in Anstalten steigt aber bis 2020 auf 115.266 (das entspricht 1,4% der Bevölkerung) und bis 2050 auf 181.133 (das entspricht 2,2% der Bevölkerung). Damit steigt die Anzahl der in der Anstaltenverpflegung zuzubereitenden Mahlzeiten. Allerdings verbleiben auch weniger Gäste für die Gastronomie.

Die Energieeinsparpotenziale sind im Bereich Kochen relativ einheitlich. Zwar gibt der ÖEKV das technische Potenzial mit 49% an, während laut WKO und energie.ch bis zu 70% des Energieverbrauchs eingespart werden können. Allerdings umfasst das Potenzial laut ÖEKV „nur“ sämtliche Küchengeräte, jenes laut energie.ch schließt auch „Verhaltensänderungen“ ein.

Im Bereich der Gemeinschaftsverpflegung steigt die Anzahl der im Jahr 2020 benötigten Mahlzeiten auf 482.144.180. Da hier der Energieverbrauch pro Mahlzeit mit 2 kWh schon für das Basisjahr als effizient angesetzt wurde, wird ein Potenzial von lediglich 10% angenommen. Damit ergibt sich ein Verbrauch von 1.250 TJ für 2020, also eine Einsparung 104 TJ gegenüber 2005.

Im Jahr 2050 werden im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung 530.227.090 Mahlzeiten benötigt. Reduziert man den Verbrauch pro Mahlzeit um weitere 20%, also um 30% gegenüber 2005, so werden dafür 1.069 TJ benötigt. Das entspricht einer Einsparung von 285 TJ gegenüber 2005.

Für die Gastronomie wurde angenommen, dass der durchschnittliche „Gast“ statt knapp über 0,2-mal pro Tag im Jahr 2005 im Jahr 2020 0,22-mal pro Tag auswärts isst. Bei 8.118.040 nicht in Anstalten lebenden Personen werden damit 651.878.612 Mahlzeiten benötigt. Geht man davon aus, dass der Energieverbrauch um 25% reduziert wird, so ergibt sich im Jahr 2020 ein Verbrauch in Höhe von 2.816 TJ, was einer Einsparung von 671 TJ entspricht.

Im Jahr 2050 leben 8.052.173 Personen nicht in Anstalten. Nimmt man an, dass sie 0,26-mal pro Tag auswärts essen, so werden 764.151.218 Mahlzeiten benötigt. Wird der Energieverbrauch um weitere 25%, also um 50% gegenüber 2005, gesenkt, so werden für die Zubereitung dieser Mahlzeiten 2.201 TJ benötigt. Gegenüber 2005 werden also 1.286 TJ eingespart.

Der Verbrauch für Kochen insgesamt beträgt 2020 also 4.066 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 775 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der Verbrauch 3.270 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 1.571 TJ. Zusätzlich wird angenommen, dass ein stetiger Wechsel zu Elektro-Herden erfolgt, sodass im Jahr 2050 nur noch mit Strom gekocht wird. Das gilt auch in den folgenden Kapiteln, ohne dort explizit angeführt zu werden.

Beleuchtung

Für Beleuchtung wurden 2005 6.903 TJ Strom verbraucht, wovon 5.424 TJ auf Gebäudebeleuchtung und 1.479 TJ auf öffentliche Beleuchtung entfielen.

Im Bereich der Gebäudebeleuchtung ist die Leuchtstoffröhre ein weit verbreitetes Beleuchtungsmittel. Die Leuchtstoffröhre gilt unter den heutigen Beleuchtungsmitteln zwar als sehr energieeffizient, es zeigt sich aber, dass allein durch die Wahl des Vorschaltgerätes der Stromverbrauch um 55% bis 65% gesenkt werden kann. Berücksichtigt man noch die Bandbreiten betreffend die Lichtausbeute (von 50 bis zu 100 Lumen pro Watt), kann man das Potenzial für das Jahr 2020 mit zumindest 70% annehmen. Die restliche Beleuchtung setzt sich größtenteils aus Glühlampen zusammen. Allerdings dürften hier auch schon Energiesparlampen im Einsatz sein. Nimmt man bis 2020 eine vollständige Umstellung auf Energiesparlampen an, so kann man auch hier das Einsparpotenzial auf rund 70% schätzen. Die LED-Technologie verspricht ein Einsparpotenzial bis 2050 von zumindest 80% gegenüber 2005. Dieses Potenzial für 2050 wird auch für Leuchtstoffröhren angenommen.

Allerdings wirkt die gegenüber 2005 erhöhte Fläche diesen Einsparungen entgegen. Ebenfalls berücksichtigt wurde eine Änderung der Ladenöffnungszeiten, die den Energieverbrauch für Beleuchtung im Handel erhöht. Dabei wurde angenommen, dass die Gesamtoffenhaltezeit von derzeit 72 Stunden pro Woche auf 108 Stunden erhöht wird. Da der Anteil des Handels am Verbrauch für Beleuchtung nicht bekannt ist, musste als beste Näherung der Flächenanteil herangezogen werden. Multipliziert man diesen Anteil mit 1,5 (=108/72), so ergibt sich ein „Ladenöffnungszeitenfaktor“,

$$LÖZF \approx 1,09289.$$

Mit diesen Annahmen sinkt der Verbrauch von 5.424 TJ im Jahr 2005 um 3.549 TJ auf 1.875 TJ im Jahr 2020. Der Verbrauch im Jahr 2050 sinkt gegenüber 2005 um 4.053 TJ auf 1.371 TJ.

Für die öffentliche Beleuchtung wurden die Einsparpotenziale der Gebäudebeleuchtung übernommen. Als Verbrauchstreiber wurde auch hier der Neubau – quer durch alle Sektoren – identifiziert, und zwar in dem Sinn, dass es dadurch auch zu neuen öffentlichen Flächen kommt, die beleuchtet werden müssen. Im Zeitraum von 2020 bis 2050 jedoch soll dieser Effekt durch strikte Raumordnung vermieden werden. Ebenfalls angenommen wurde eine Erhöhung der Lichtintensität bis 2020. Bis 2050 soll dann das 2020 erreichte Niveau gehalten werden. Schreibt man beiden genannten Effekten eine gemeinsame Verbrauchserhöhung um 4% zu, so ergibt sich ein Verbrauch für öffentliche Beleuchtung im Jahr 2020 von 462 TJ, was

einer Einsparung von 1.017 TJ entspricht. Bis 2050 wird eine Einsparung von 1.171 TJ erzielt, womit der Verbrauch auf 308 TJ sinkt.

Der energetische Endverbrauch für Beleuchtung im Sektor Dienstleistungsbereich beträgt im Jahr 2020 demgemäß 2.337 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 4.566 TJ. Im Jahr 2050 beläuft sich der Verbrauch auf 1.679 TJ, die Einsparung beträgt 5.224 TJ.

EDV

Der Verbrauch 2005 betrug 6.903 TJ. Energieeinsparpotenziale für PC und Monitor werden unterschiedlich hoch und mit großen Bandbreiten eingeschätzt. Angaben reichen von 30% bis 65% (Channel Partner: <http://www.channelpartner.de/green-it/278048/>), oder auch von 50% bis 70% (Green IT: http://www.co2-handel.de/article344_11061.html). Die deutsche Energieagentur sieht das Potenzial für Bürogeräte allgemein bei 50%, für Rechenzentren gibt sie Stromeinsparpotenziale von bis zu 75% an. Sicher ist nur, dass innerhalb von 15 Jahren praktisch alle Geräte erneuert werden. Für den vermehrten Einsatz von Video-Konferenzen als Ersatz für Dienstreisen wird angenommen, dass dieser bisherige Anwendungen ersetzt und nicht zu einer signifikanten Zunahme der EDV-Nutzung führt. Setzt man das Einsparpotenzial mit 30% bis 2020 an und nimmt gleichzeitig an, dass ein höherer Ausstattungsgrad durch den Übergang zu Multifunktionsgeräten kompensiert wird, so erhält man einen Verbrauch von 4.832 TJ, was einer Einsparung von 2.071 TJ entspricht. Setzt man für den Zeitraum bis 2050 das Potenzial mit 50% an, so halbiert sich der Verbrauch auf 3.452 TJ.

Dampferzeugung

2005 wurden in dieser Nutzenergiekategorie 3.609 TJ verbraucht, wobei Strom keine Verwendung fand. Für die mit flüssigen, festen oder gasförmigen Brennstoffen befeuerten Kessel gibt die Statistik Austria folgende Wirkungsgrade an:

Brennstoff	Wirkungsgrad
flüssig	80
fest	75
gasförmig	80

Tabelle 140: Wirkungsgrade [%] für Dampferzeugung

Der Anteil der einzelnen Energieträger ist nicht bekannt, aber die Viessmann Unternehmensgruppe gibt die Wirkungsgrade ihrer Kessel – auch für Holzfeuerung – mit über

90% an. Das lässt ein Einsparungspotenzial von rund 12% (das entspricht einer Erhöhung des Wirkungsgrades von knapp unter 80% auf 90%) vermuten. Allerdings zeigt die Altersstruktur der Heizkessel (Heizkessel für feste/gasförmige Brennstoffe: 100% älter als fünf Jahre, Heizkessel für flüssige Brennstoffe: 27% von ein bis fünf Jahre, 73% älter als fünf Jahre), dass in diesem Bereich die Geräte relativ selten erneuert werden. Nimmt man an, dass bis 2020 20% der Kessel ausgetauscht werden und dabei 12% Einsparung erzielt werden, so sinkt der Verbrauch 2020 auf 3.522 TJ, die Einsparung beträgt also 87 TJ. Wird danach im Zeitraum bis 2050 der Kesseltausch (samt Umstieg auf erneuerbare Energieträger) stärker forciert, so können auch die restlichen 80% mit derselben Einsparung von 12% getauscht werden. Damit ergibt sich ein Verbrauch in Höhe von 3.176 TJ im Jahr 2050. Die Energieeinsparung gegenüber 2005 beträgt also 433 TJ.

Industrieöfen

Gemäß der vorgenommenen Unterteilung wurden 2005 5.390 TJ für Industrieöfen verbraucht, wobei kein Strom eingesetzt wurde. Abgesehen von der mittleren Lebensdauer der Öfen ist die Ausgangslage in dieser Verbrauchskategorie jener in der Dampferzeugung sehr ähnlich. Während also auch hier das Einsparpotenzial, wiederum abgeleitet aus den Wirkungsgraden der Nutzenergieanalyse, rund 12% beträgt, kann man aus der Altersstruktur der Öfen schließen, dass bis 2020 der Austausch von rund 35% erfolgt. Damit beträgt der Verbrauch 2020 5.164 TJ. Bis zum Jahr 2050 können die restlichen 65% erneuert werden, womit der Verbrauch auf 4.743 TJ sinkt. Die Einsparungen betragen 226 TJ bis zum Jahr 2020 bzw. 647 TJ bis zum Jahr 2050.

Elektrische Groß-Geräte

Der Verbrauch für elektrische Groß-Geräte wurde mit 16.405 TJ angegeben. Strom kommt hier als einziger Energieträger zum Einsatz.

Bei der Beurteilung der Einsparpotenziale stößt man hier jedoch auf große Schwierigkeiten. Einerseits sind die Wirkungsgrade der Statistik Austria schon sehr hoch (z. B. Bäckerei-Öfen mit 95%), andererseits hat das Nutzerverhalten oft großen Einfluss. Dieser Einfluss wird noch dadurch erhöht, dass die einzelnen Geräte meist in Prozessketten, die beachtliches Optimierungs- und Effizienzpotenzial aufweisen, zum Einsatz kommen. All das würde zwar einen bottom-up-Ansatz nahelegen. Da jedoch keine Ausstattungsgrade bekannt sind, ist dieser Weg nicht möglich. Es bleibt also nur Möglichkeit ein mittleres Potenzial zu schätzen. In Anlehnung an die Altersstruktur kann man davon ausgehen, dass der Gerätepark alle

fünfzehn Jahre vollständig erneuert wird. Schätzt man das Einsparpotenzial vorsichtig auf 5%, so sinkt der Verbrauch bis 2020 um 820 TJ auf 15.585 TJ. Nimmt man für den folgenden Zeitraum ein Potenzial von 10% an, beträgt der Verbrauch 2050 14.765 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 1.640 TJ.

Standmotoren

Der Verbrauch für Standmotoren wurde mit 4.746 TJ angegeben. Energieträger in dieser Kategorie sind Gas, Benzin, Petroleum und Diesel.

Im Bereich der Standmotoren haben laut Statistik Austria Gasmotoren einen Wirkungsgrad von 35%, Benzinmotoren 30% und Dieselmotoren 40%. Dabei spielen Gas- und Benzinmotoren eine untergeordnete Rolle, aber auch die Umstellung von Dieselmotoren auf elektrische birgt ein Einsparungspotenzial von rund 55% (das entspricht in etwa der Anhebung des Wirkungsgrades von 40% auf 90%). Laut Altersstruktur dürften bis 2020 zumindest 60% der Motoren ausgetauscht werden. Erfolgt dabei die Umstellung auf Elektromotoren (Hand in Hand mit einer Einsparung von 55%), so sinkt der Verbrauch um 1.566 TJ auf 3.180 TJ. Bis 2050 werden sämtliche Motoren zumindest ein Mal getauscht, womit der Verbrauch auf 2.136 TJ sinkt. Das entspricht einer Einsparung von 2.610 TJ.

Elektrische Klein-Geräte

Der Stromverbrauch für elektrische Klein-Geräte betrug 2005 8.029 TJ, andere Energieträger kamen in diesem Bereich nicht zum Einsatz.

Die hier erfassten Geräte sind sehr vielfältig. So umfasst der Bereich elektrische Klein-Geräte neben „Haushaltsgeräten“ wie Kühlschränken und Kaffeemaschinen auch elektrische Klein-Standmotoren. Ebenfalls in diese Kategorie fallen die Kühlregale von Supermärkten. Das ist durchaus überraschend, handelt es sich dabei doch um Geräte, deren Leistungsaufnahme üblicherweise – und zwar aufgrund ihrer Größe – in Watt pro Meter Länge (W/m) angegeben wird.

Die Einsparpotenziale sind für einzelne Geräte zwar bekannt, von Gerät zu Gerät jedoch sehr unterschiedlich. Da keine Ausstattungsgrade bekannt sind, ist ein bottom-up-Ansatz nicht möglich. Wählt man folglich auch hier den top-down-Ansatz, kann man nur vorsichtige 10% Einsparung bis 2020 und 20% bis 2050 wählen. Vorsichtig ist das in dem Sinn, dass beispielsweise bei Kühlschränken der Energieverbrauch um gut 70% reduziert werden kann.

Aufgrund der Altersstruktur kann man davon ausgehen, dass sämtliche Geräte innerhalb von 15 Jahren erneuert werden. Diesen Einsparpotenzialen wirkt eine Zunahme der Geräteanzahl entgegen. Dieser Zunahme wurde in der Form Rechnung getragen, dass der für 2020 berechnete Verbrauch um 10% erhöht wurde, jener für 2050 um 20%.

Mit all diesen Annahmen ergibt sich ein Verbrauch 2020 in Höhe von 7.949 TJ, was einer Einsparung von 80 TJ entspricht. Der Verbrauch 2050 beträgt 7.708 TJ, die entsprechende Einsparung 321 TJ.

Zukunftsgeräte

Im Sektor Dienstleistungsbereich kommen zahllose unterschiedliche Geräte zum Einsatz. Dieser „Gerätepark“ ist Änderungen unterworfen. Manchmal werden veraltete Geräte durch neuartige ersetzt, manchmal kommt aber auch einfach ein weiteres Gerät hinzu – man denke nur an das Handy. Der Sinn des Unterkapitels Zukunftsgeräte ist, einen möglichen Verbrauch für solche neuen Geräte zu „reservieren“.

Im Sektor Dienstleistungsbereich bieten sich zwei „Stellen“ an, um Platz für Zukunftsgeräte zu reservieren. Die erste ist im Bereich EDV (und Büroautomation), die zweite findet sich bei den elektrischen Klein-Geräten.

Es ist natürlich nicht möglich, den Energieverbrauch von Geräten zu berechnen, die noch gar nicht existieren. Eine Obergrenze für den möglichen Verbrauch kann man aber abschätzen: Versorgt man jeden im Dienstleistungsbereich Beschäftigten mit seinem eigenen Kühlschrank (350 kWh/a), so ergibt das einen Verbrauch von rund 3.000 TJ pro Jahr. Geht man also von zwei Zukunftsgeräten und einem Ausstattungsgrad von 100% aus, beträgt der zusätzliche Verbrauch maximal 6.000 TJ. Diese Grenze gilt für 2050. Für 2020 kann man den Ausstattungsgrad beider Geräte auf 50% schätzen. Das ergibt einen zusätzlichen Verbrauch von 3.000 TJ. Beide Verbrauchswerte sind dabei nicht als „realistisch“ sondern als nicht überschreitbare Grenzen zu betrachten.

Zusammenfassung

Um die Ergebnisse dieses Kapitels mit dem energetischen Endverbrauch 2005 vergleichen zu können, müssen noch die Nutzenergieverbräuche für Raumheizung und Warmwasser in energetische Endverbräuche umgerechnet werden. Das bedeutet, dass der Rechengang aus dem Kapitel 4.4.2 umkehrt werden muss. Diesmal wird also den Energieträgern einen

Nutzenergieverbrauch zugewiesen und dieser mit den, den technischen Entwicklungen angepassten, Wirkungsgraden für 2020 in den energetischen Endverbrauch umgerechnet. Für Raumheizung im Jahr 2020 ergibt sich folgendes Bild:

	Nutzenergie	Wirkungsgrad	Endenergie
Öl	5.497	77	7.139
Kohle	0	65	0
Gas	13.742	72	19.086
Fernwärme	21.988	95	23.146
Biomasse fest	2.748	68	4.041
Strom	0	100	0
Solarthermie	5.497	92	5.975
Wärmepumpe	5.497	92	5.975
SUMME	54.969		65.362

Tabelle 141: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Raumheizung im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2020

Der energetische Endverbrauch für Raumheizung im Jahr 2020 beträgt also 65.362 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 demgemäß 8.438 TJ. Der gesamte Wirkungsgrad steigt mit diesem Energieträger-Mix auf 84,1%, und das obwohl Strom (mit dem Wirkungsgrad 100%) vollständig ersetzt wurde, also keine elektrischen Direktheizungen mehr im Einsatz sind. Der Hauptgrund für diesen Anstieg des gesamten Wirkungsgrades ist die leichte Erhöhung der Wirkungsgrade für 2020 gegenüber jenen der NEA 1998.

Das Ergebnis für das Jahr 2050 fasst die folgende Tabelle zusammen:

	Nutzenergie	Wirkungsgrad	Endenergie
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	6.371	76	8.383
Fernwärme	12.742	95	13.413
Biomasse fest	1.593	74	2.153
Strom	0	100	0
Solarthermie	6.371	95	6.706
Wärmepumpe	4.778	95	5.029
SUMME	31.855		35.684

Tabelle 142: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Raumheizung im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2050

Für diesen Energieträger-Mix beträgt der gesamte Wirkungsgrad 89,3% und damit der energetische Endverbrauch 35.684 TJ. Das bedeutet ein Minus gegenüber 2005 in Höhe von 38.116 TJ.

Der Verbrauch an Fernwärme sinkt absolut um 8.830 TJ, also um beinahe 40% des Verbrauchs 2005. In Anbetracht der Tatsache, dass der Verbrauch für Raumheizung um mehr als 50% gesenkt wurde, ist dafür aber ein Bau neuer Netze bzw. die Einbindung weiterer Gebäude in bestehende Netze nötig.

Ebenfalls zu beachten ist, dass derzeit eine solarthermische Vollversorgung nicht möglich ist. Das Problem stellt allerdings nicht die Kollektorfläche dar, sondern die Wärmespeicher mit noch zu geringen Energiedichten. Aufgrund des Fortschritts in der Forschung hält aber beispielsweise das Team „Heizen 2050“ solare Vollversorgung für Neubauten ab 2030 für wahrscheinlich. Im Rahmen dieser Arbeit wird angenommen, dass die Vollversorgung auch für sanierte Gebäude möglich sein wird.

Tabelle 143 stellt den energetischen Endverbrauch für Warmwasserbereitung im Jahr 2020 dar. Dabei wurden im Gegensatz zur Tabelle 136 die auch im Bereich Raumheizung angegebenen 8 Energieträger eingeführt. Neben Gas, Strom und Solarthermie wird für 2020 allerdings nur ein Beitrag der Fernwärme angenommen. Im Jahr 2050 wird dann auch ein Beitrag von Wärmepumpen angegeben, während Öl, Kohle und feste Biomasse nicht zum Einsatz kommen.

	Nutzenergie	Wirkungsgrad	Endenergie
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	1.695	77	2.201
Fernwärme	130	95	137
Biomasse fest	0	68	0
Strom	261	92	284
Solarthermie	521	92	566
Wärmepumpe	0	92	0
SUMME	2.607		3.188

Tabelle 143: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Warmwasser im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2020

Der energetische Endverbrauch in Höhe von 3.188 TJ bedeutet eine Einsparung von 661 TJ gegenüber 2005. Tabelle 144 zeigt den energetischen Endverbrauch für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.

	Nutzenergie	Wirkungsgrad	Endenergie
Öl	0	77	0
Kohle	0	65	0
Gas	151	80	189
Fernwärme	335	95	352
Biomasse fest	0	74	0
Strom	167	95	176
Solarthermie	686	95	722
Wärmepumpe	335	95	353
SUMME	1.674		1.792

Tabelle 144: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Warmwasser im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2050

Die folgende Tabelle vergleicht die Ergebnisse des Pragmatischen Szenarios mit dem Verbrauch laut Basisjahr.

	2005	2020		2050	
	EE	EE	Δ	EE	Δ
RW	83.596	74.137	-9.459	42.043	-41.553
BE	13.806	7.169	-6.637	5.131	-8.675
D	3.609	3.522	-87	3.176	-433
IÖ	21.795	20.749	-1.046	19.508	-2.287
SM	12.775	14.129	1.354	15.844	3.069
ecZ	3	3	0	3	0
Summe	135.584	119.709	-15.875	85.705	-49.879

Tabelle 145: Energetische Endverbrauche [TJ] 2020 und 2050 im Vergleich mit 2005

Obenstehende Tabelle zeigt, dass das größte Einsparpotenzial im Bereich der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser liegt. Hier kann bis 2050 gut die Hälfte des Verbrauchs eingespart werden. Ein hohes Potenzial existiert auch in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV, hier größtenteils im Bereich der Beleuchtung. Dieses Potenzial ist auch sehr rasch erschließbar.

In obiger Tabelle wurden mögliche Verbräuche für Zukunftsgeräte der Nutzenergiekategorie Standmotoren zugeordnet. Dadurch ist diese Nutzenergiekategorie die einzige, in der

Verbrauchszuwächse zu verzeichnen sind. Der Verbrauch für Lüftung wurde der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser zugerechnet. Die 190 TJ im Jahr 2050 machen aber nicht einmal 0,5% des Verbrauchs dieser Nutzenergiekategorie aus.

4.4.3.4 Szenario Forciert

Dieses Szenario unterscheidet sich vom vorhergehenden hauptsächlich in den Annahmen betreffend Potenziale und Austauschraten, die Vorgehensweise bei den Berechnungen ist aber dieselbe.

Raumheizung

Wie bereits im vorigen Kapitel wird wieder die Nutzenergie betrachtet, es wird also mit Heizwärmebedarfen gerechnet. Geht man davon aus, dass bis 2020 jährlich 1,33% des Bestandes 2005 saniert werden, und zwar auf einen mittleren Heizwärmebedarf von 40 kWh/m²a, so beträgt die Einsparung 9.145 TJ. Nimmt man wiederum eine Abrissrate von 0,33% pro Jahr, also den Abriss von Gebäuden mit einer Fläche von 6.600.000 m², an, so beträgt die Einsparung durch Abriss 3.219 TJ. Hält man die Fläche pro Beschäftigtem konstant, so benötigt man eine Neubaurate von 0,33% pro Jahr. Bei einem mittleren Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a beträgt der zusätzliche Verbrauch 713 TJ. Damit ergibt sich für das Jahr 2020 ein Verbrauch an Nutzenergie von 49.323 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 beträgt 11.652 TJ.

Wird im Zeitraum von 2021 bis 2050 mit einer Rate von 2%/a saniert (75.000.000 m²), und zwar auf einen durchschnittlichen Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a, so spart man weitere 32.535 TJ an Heizenergie. Der Abriss von Gebäuden mit einer Fläche von 12.375.000 m² – das entspricht einer Abrissrate von 0,33% pro Jahr – spart 6.037 TJ ein, während der Neubau mit derselben Fläche bei einem mittleren Heizwärmebedarf von 10 kWh/m²a einen zusätzlichen Verbrauch von 446 TJ mit sich bringt. Damit beläuft sich der gesamte Verbrauch an Heizenergie im Jahr 2050 auf 11.197 TJ. Gegenüber 2005 werden damit 49.778 TJ eingespart. Das sind rund 82% des Nutzenergieverbrauchs.

Beachtet werden muss hier wiederum, dass der Neubau mit Heizwärmebedarfen von 30 bzw. 10 kWh/m²a erfolgt, und dass ab 2021 auf Passivhausstandard saniert wird. Das macht wiederum Lüftungsanlagen nötig. Geht man von einem spezifischen Verbrauch in Höhe von

2,1 kWh/m²a aus, so fällt 2020 auf Grund der Neubaufäche von 6.600.000 m² ein Stromverbrauch von 50 TJ an. Im Jahr 2050 ist eine Fläche von 75.000.000 m² auf Passivhausstandard saniert. Dazu kommen 18.975.000 m² „Neubau“ aus der Zeit 2005 bis 2050. Insgesamt ist also eine Fläche von 93.975.000 m² mit Lüftungsanlagen auszustatten, wodurch sich ein Verbrauch in Höhe von 710 TJ ergibt.

Warmwasser

Geht man hier von einer Austauschrate von 30% bis 2020 und einem Effizienzpotenzial von 50% aus, so sinkt der Verbrauch an Nutzenergie von 2.962 TJ im Jahr 2005 um 444 TJ auf 2.518 TJ im Jahr 2020. Werden bis 2050 die restlichen 70% der Anlagen mit einer Energieeinsparung von 60% ausgetauscht, so sinkt der Verbrauch um weitere 1.244 TJ auf 1.274 TJ.

Klimaanlagen

Nimmt man an, dass bis 2020 bei sämtlichen Klimaanlagen eine Energieeinsparung von 50% erzielt wird und die Anzahl „nur“ auf das 1,5-fache von 2005 steigt, so sinkt der Verbrauch auf 830 TJ. Werden bis 2050 erneut alle Anlagen „verbessert“, diesmal jedoch mit einer Einsparung von 70% gegenüber 2005, und die Anzahl nicht weiter erhöht, so ergibt sich ein Energieverbrauch von 498 TJ für Klimatisierung.

Kochen

Die Anzahl der im Bereich der Gemeinschaftsverpflegung zur Verfügung zu stellenden Mahlzeiten ändert sich gegenüber dem Szenario Pragmatisch nicht, beträgt also im Jahr 2020 482.144.180 und im Jahr 2050 530.227.090. Allerdings wird angenommen, dass der Verbrauch pro Mahlzeit bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% reduziert wird. Damit beträgt der Verbrauch im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung im Jahr 2020 1.111 TJ und im Jahr 2050 764 TJ. Die Einsparungen betragen damit 243 TJ im Jahr 2020 und 590 TJ im Jahr 2050.

Für den Bereich der Gastronomie wurde angenommen, dass der durchschnittliche Österreicher im Jahr 2020 0,21-mal pro Tag auswärts isst, im Jahr 2050 0,23-mal. Im Jahr 2020 werden somit 622.247.766 Mahlzeiten benötigt. Geht man davon aus, dass der Verbrauch pro Mahlzeit um 37,5% gesenkt wird, so werden für die Zubereitung dieser Mahlzeiten 2.240 TJ benötigt. Im Jahr 2050 werden 675.979.923 Mahlzeiten auswärts

konsumiert. Wird der Energieverbrauch um weitere 37,5%, also um 75% gegenüber 2005, reduziert, so werden 973 TJ für das Kochen benötigt.

Im Jahr 2020 beträgt der Verbrauch für Kochen im Dienstleistungsbereich 3.351 TJ, was einer Einsparung von 1.490 TJ entspricht. Bis zum Jahr 2050 sinkt der Verbrauch weiter auf 1.737 TJ. Die Einsparung gegenüber 2005 beträgt somit 3.104 TJ.

Beleuchtung

Im Bereich Beleuchtung werden die spezifischen Annahmen des vorigen Szenarios (70% bis 2020, 80% bis 2050, jeweils für alle Beleuchtungsmittel) beibehalten. Der Unterschied bezüglich Gebäudebeleuchtung besteht darin, dass die Fläche pro Beschäftigtem diesmal nicht vergrößert wurde und folglich die zu beleuchtende Fläche kleiner ist. Für die Ladenöffnungszeiten wurden aber die Annahmen des Pragmatischen Szenarios übernommen. Damit beträgt der Verbrauch 2020 1.778 TJ und jener 2050 1.186 TJ.

Für die öffentliche Beleuchtung wurde – angesichts des Gleichgewichts zwischen Neubau und Abriss im Dienstleistungsbereich – angenommen, dass als Verbrauchstreiber primär eine Erhöhung der Lichtintensität auftritt. Die Verbrauchserhöhung wurde sowohl für 2020 als auch für 2050 mit 2% angesetzt, womit der Verbrauch 2020 453 TJ beträgt, jener 2050 302 TJ.

Damit beträgt der Energieverbrauch für Beleuchtung 2020 2.231 TJ, 2050 1.487 TJ.

EDV

Nimmt man für dieses Szenario Effizienzpotenziale in der Höhe von 45% bis 2020 und 70% bis 2050 an und geht davon aus, dass der Umstieg auf Multifunktionsgeräte einen Anstieg von Einzelgeräten überkompensiert, dass also quasi der Ausstattungsgrad sinkt, und zwar bis 2020 auf 95% gegenüber 2005 und bis 2050 auf 85% gegenüber 2005, so sinkt auch der Verbrauch. Im Jahr 2020 beträgt der Verbrauch somit 3.607 TJ, im Jahr 2050 1.760 TJ.

Dampferzeugung

Geht man von einer erzielbaren Energieeinsparung in Höhe von 16% (das entspricht einer Erhöhung des Wirkungsgrades von knapp unter 80% auf 95%) aus, so sinkt durch den Austausch von 30% der Anlagen der Verbrauch bis 2020 auf 3.436 TJ. Tauscht man bis 2050

die restlichen 70% aus, so verbleibt ein Energieverbrauch zur Dampferzeugung in Höhe von 3.032 TJ.

Industrieöfen

Nimmt man bei diesem Szenario eine Austauschrate von 35% bis 2020 und eine mit dem Austausch verbundene Energieeinsparung von 16% an, so sinkt der Verbrauch 2020 auf 5.088 TJ. Werden bis 2050 die restlichen 65% der Öfen getauscht und dabei weiterhin 16% Energie eingespart, so beträgt der Verbrauch 2050 4.528 TJ.

Elektrische Groß-Geräte

Bei den elektrischen Groß-Geräten kann man davon ausgehen, dass bereits bis 2020 ein vollständiger Austausch erfolgt, bis 2050 zumindest ein weiterer. Nimmt man bis 2020 noch ein Einsparungspotenzial von 15% an, so sinkt der Verbrauch auf 13.994 TJ. Werden bis 2050 weitere 15% (gegenüber 2005, in Summe also 30%) eingespart, beträgt der Verbrauch noch 11.484 TJ.

Standmotoren

Während bei den Standmotoren der mittlere Wirkungsgrad knapp unter 40% liegt, sind für Elektromotoren Wirkungsgrade bis zu 98% möglich. Diese Relation ergibt ein Einsparpotenzial von knapp unter 60%. Werden bis 2020 60% der Motoren ersetzt, so sinkt der Verbrauch auf 3.037 TJ. Durch den Austausch aller Motoren bis 2050 reduziert sich der Verbrauch auf 1.898 TJ.

Elektrische Klein-Geräte

Elektrische Klein-Geräte werden bereits bis 2020 völlig erneuert, bis 2050 zumindest noch einmal. Nimmt man einen konstanten Ausstattungsgrad und bis 2020 eine Einsparung von 15% an, so sinkt der Verbrauch auf 6.825 TJ. Bei einer Einsparung von weiteren 15% bis 2050, also insgesamt 30% gegenüber 2005, beträgt der Verbrauch 5.620 TJ.

Zukunftsgeräte

Im vorangegangenen Szenario wurde an dieser Stelle eine Obergrenze für den Verbrauch aufgrund von Zukunftsgeräten angegeben. Für dieses Szenario wird ebenfalls die Möglichkeit von zwei Zukunftsgeräten betrachtet, allerdings mit anderen Annahmen.

Dem ersten Gerät (EDV und Büroautomation) werden folgende „Eigenschaften“ zugeschrieben:

	Betrieb	Leerlauf
Leistung [W]	50	0,5
Stunden pro Jahr	2000	6760
Jahresverbrauch [kWh/a]	103,38	

Tabelle 146: Eigenschaften des Zukunftsgerätes EDV

Das zweite Gerät (elektrisches Klein-Gerät) ist rund um die Uhr in Betrieb, mit einem Jahresverbrauch von 85 kWh (das entspricht einem „guten“ Kühlschrank).

Bis 2020 wird keine nennenswerte Marktdurchdringung erwartet, womit auch der zusätzliche Verbrauch vernachlässigt werden kann. Geht man für 2050 von einem Ausstattungsgrad von 50% für das erste Gerät und von 20% für das zweite aus, so ergeben sich zusätzliche Verbräuche von 453 TJ und 149 TJ, gesamt also 602 TJ. Diese Schätzung ist damit eher konservativ und entspricht dem Charakter des Szenarios.

Zusammenfassung

Um die Ergebnisse des Szenarios wieder mit dem Verbrauch laut Basisjahr vergleichen zu können, müssen wiederum die Nutzenergien der Bereiche Raumheizung und Warmwasser in energetische Endverbräuche umgerechnet werden. Mit der bereits bekannten Vorgehensweise, also einer Zuordnung von Energieträgern und Umrechnung mit den Wirkungsgraden für die Jahre 2020 und 2050, erhält man für Raumheizung einen energetischen Endverbrauch in der Höhe von 58.648 TJ im Jahr 2020 und von 12.543 TJ im Jahr 2050. Für Warmwasserbereitung beträgt der energetische Endverbrauch 2020 3.097 TJ und 2050 1.364 TJ. Nachstehende Tabelle stellt die Ergebnisse dem Verbrauch laut Basisjahr gegenüber.

	2005	2020		2050	
	EE	EE	Δ	EE	Δ
RW	83.596	65.958	-17.638	16.852	-66.744
BE	13.806	5.838	-7.968	3.700	-10.106
D	3.609	3.436	-173	3.032	-577
IÖ	21.795	19.032	-2.763	16.012	-5.783
SM	12.775	9.862	-2.913	7.667	-5.108
ecZ	3	3	0	3	0
Summe	135.584	104.129	-31.455	47.266	-88.318

Tabelle 147: Energetische Endverbrauche [TJ] 2020 und 2050 im Vergleich mit 2005

Die restriktiveren Annahmen in diesem Szenario zeigen deutliche Auswirkungen. Bereits bis zum Jahr 2020 werden über 15.500 TJ mehr eingespart als im Pragmatischen Szenario – also beinahe die doppelte Menge. Der energetische Endverbrauch im Jahr 2050 beträgt nur 55% des entsprechenden Verbrauchs im pragmatischen Szenario, die Differenz der Endverbrauche beträgt beinahe 40.000 TJ.

Ebenfalls in obenstehender Tabelle enthalten sind die Verbräuche für Lüftungsanlagen und Zukunftsgeräte. Die 710 TJ für Lüftungen stellen zwar einen höheren Anteil dar als der entsprechende Verbrauch im Szenario Pragmatisch, machen aber noch immer nur 4,2% des Verbrauchs der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser aus. Der Verbrauch für Zukunftsgeräte wurde in diesem Szenario auf die Nutzenergiekategorien Beleuchtung & EDV (453 TJ) sowie Standmotoren (149 TJ) aufgeteilt, ohne jedoch nennenswerten Einfluss auf das Ergebnis zu haben.

4.4.3.5 Vergleich der Szenarien Pragmatisch und Forciert

Die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien finden sich hauptsächlich in den Effizienzfaktoren. Teilweise wurden auch Austauschraten variiert (bzw. die Sanierungs- und Neubaurate). Die folgende Tabelle fasst die Eckdaten der Berechnungen zusammen.

		Pragmatisch		Forciert		
		2020	2050	2020	2050	
Raumheizung	Sanierungsrate [%/a]	1,00	1,50	1,33	2,00	
	HWB – SAN [kWh/m²a]	70	40	40	15	
	Neubaurate [%/a]	0,67	0,67	0,33	0,33	
	HWB – NEU [kWh/m²a]	40	25	30	10	
	Abrissrate [%/a]	0,33	0,33	0,33	0,33	
Warmwasser		Effizienzfaktor	0,60	0,55	0,50	0,40
		Austauschrate	0,30	0,70	0,30	0,70
Kochen	GVP	Effizienzfaktor	0,90	0,70	0,80	0,50
	Gastro	Effizienzfaktor	0,75	0,50	0,625	0,25
		MZ/d	0,22	0,26	0,21	0,23
Klimaanlagen		Effizienzfaktor	0,55	0,4	0,5	0,3
		Geräteanzahl	2,5	2,5	1,5	1,5
		Austauschrate	1,00	1,00	1,00	1,00
Beleuchtung		Flächenfaktor	1,05	1,15	1,00	1,00
		Effizienzfaktor	0,30	0,20	0,30	0,20
		Austauschrate	1,00	1,00	1,00	1,00
		„LÖZF“	~ 1,09	~ 1,09	~ 1,09	~ 1,09
		öBel – „Lichtintensität“	1,04	1,04	1,02	1,02
EDV und Büroautomation		Effizienzfaktor	0,7	0,5	0,55	0,3
		Ausstattung	1,00	1,00	0,95	0,85
		Austauschrate	1,00	1,00	1,00	1,00
Dampferzeugung		Effizienzfaktor	0,88	0,88	0,84	0,84
		Austauschrate	0,2	0,8	0,3	0,7
Industrieöfen		Effizienzfaktor	0,88	0,88	0,84	0,84
		Austauschrate	0,35	0,65	0,35	0,65
Elektrische Groß-Geräte		Effizienzfaktor	0,95	0,90	0,85	0,70
		Austauschrate	1,00	1,00	1,00	1,00
Standmotoren		Effizienzfaktor	0,45	0,45	0,41	0,41
		Austauschrate	0,60	1,00	0,60	1,00
Elektrische Klein-Geräte		Effizienzfaktor	0,90	0,80	0,85	0,70
		Ausstattung	1,10	1,20	1,00	1,00
		Austauschrate	1,00	1,00	1,00	1,00
Zukunftsgeräte		Obergrenze vs. Verbrauchsabschätzung: 6 PJ vs. 0,6 PJ				

Tabelle 148: Eckdaten der Szenarien

Auf den ersten Blick scheinen die Ergebnisse beider Szenarien sehr ähnlich zu sein. In manchen Bereichen wie beispielsweise der Dampferzeugung trifft das auch zu. Betrachtet man jedoch die energetischen Endverbräuche für das Jahr 2050, so zeigen sich doch auch deutliche Unterschiede. So beträgt der Verbrauch in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser im Forcierten Szenario nur rund 40% des Verbrauchs laut Pragmatischem Szenario. Ähnlich ist die Situation in der Nutzenergiekategorie Standmotoren (~ 48%). Dieser Unterschied rührt allerdings größtenteils von den unterschiedlichen Annahmen im Bereich der Zukunftsgeräte her. Die Differenz der Verbräuche beträgt 8.177 TJ, wovon aber 5.851 TJ auf die Zukunftsgeräte zurückzuführen sind.

Während also manche Potenziale schwer abzuschätzen sind, gibt es vor allem in dem wichtigen Bereich Raumwärme nicht nur politischen Handlungsbedarf sondern auch großen Spielraum dafür.

4.4.4 Bevölkerungsvarianten

Um die beiden, bereits in Kapitel 4.2 dargestellten Varianten der Bevölkerungsentwicklung auf den Sektor Dienstleistungsbereich umlegen zu können, wurden folgende Annahmen getroffen:

- Innerhalb der Variante 2 (Bevölkerung nimmt ab) bleibt die Anzahl der im Dienstleistungsbereich beschäftigten Personen konstant.
- Innerhalb der Variante 1 (Bevölkerung wächst) steigt die Beschäftigtenzahl so, dass der Anteil an der Gesamtbevölkerung jenem entspricht, der sich bei Variante 2 ergibt.

Damit ergeben sich die folgenden Beschäftigtenzahlen für den Dienstleistungsbereich:

	2005	2020	2050
Variante 1	2.434.545	2.682.208	3.091.046
Variante 2	2.434.545	2.434.545	2.434.545

Tabelle 149: Varianten der Beschäftigtenzahl

Ganz allgemein wurde angenommen, dass die „zusätzlichen Beschäftigten“ der Variante 1 denselben Pro-Kopf-Verbrauch aufweisen wie die übrigen Beschäftigten. Auch sämtliche Austauschraten, Effizienzpotenziale und Ausstattungsgrade des Kapitels 4.4.3 werden übernommen. Mit diesen Annahmen ergibt sich für die meisten Verbrauchskategorien eine

einfache multiplikative Korrektur. Eine Ausnahme stellt hier der Bereich Raumheizung dar, und in Abhängigkeit davon die Beleuchtung. Betreffend die Klimaanlage wurde bereits erwähnt, dass von „energie-intelligentem“ Neubau ausgegangen wird. Deshalb wurde der Verbrauch für Klimatisierung bei keiner der beiden Bevölkerungsvarianten verändert. Etwas anders wurde auch der Bereich Kochen betrachtet, weil hier angenommen wurde, dass die Anzahl der zubereiteten Mahlzeiten und damit auch der Energieverbrauch mit der Bevölkerungszahl korreliert ist, und nicht nur mit der Anzahl der Beschäftigten. Damit ist der Bereich Kochen der einzige, bei dem sich auch für Variante 2 eine Änderung gegenüber dem in Kapitel 4.4.3 gefundenen Verbrauch ergibt.

4.4.4.1 Variante 1 – Bevölkerung wächst

Szenario Pragmatisch

Die Fläche pro Kopf ist – festgelegt durch das Verhältnis von Neubau zu Abriss – bei den Betrachtungen des Kapitels 4.4.3 bis 2020 auf rund das 1,05-fache und bis 2050 auf das 1,16-fache angestiegen. Hält man den Abriss konstant, so benötigt man mehr Neubau, um trotz steigender Beschäftigtenzahl dieselbe Fläche pro Kopf zu erhalten. Bis 2020 ergibt sich ein zusätzlicher Neubau mit einer Fläche von 13.407.837 m². Bei einem mittleren Heizwärmebedarf von 40 kWh/m²a ergibt das einen zusätzlichen Nutzenergieverbrauch von 1.931 TJ. Von 2021 bis 2050 ist Neubau mit einer Fläche von 25.571.788 m² erforderlich, was bei einem mittleren Heizwärmebedarf von 25 kWh/m²a einen zusätzlichen Nutzenergieverbrauch in Höhe von 2.301 TJ ergibt. Insgesamt steigt der Verbrauch 2050 gegenüber Kapitel 4.4.3 um 4.232 TJ. Im Jahr 2020 beträgt der Nutzenergieverbrauch damit 56.900 TJ, im Jahr 2050 36.087 TJ.

Der zusätzliche Neubau aus den Jahren 2021 bis 2050 ist auch mit Lüftungsanlagen zu versehen. Der Verbrauch dafür beträgt 193 TJ, wodurch der gesamte Verbrauch für Lüftungsanlagen auf 383 TJ steigt.

Für die Warmwasserbereitung ergibt sich 2020 ein zusätzlicher Verbrauch von 181 TJ, womit sich der Verbrauch auf 2.787 TJ erhöht. Der zusätzliche Verbrauch im Jahr 2050 beträgt 454 TJ, womit der gesamte Verbrauch auf 2.128 TJ steigt.

Bei den Verbrauchsgaben für Raumheizung und Warmwasser handelt es sich um Nutzenergieangaben. Rechnet man wie bisher auf energetische Endverbrauche zurück, so erhält man folgendes Bild:

	2020	2050
Raumheizung	67.658	40.424
Warmwasserbereitung	3.408	2.278

Tabelle 150: Energetische Endverbrauche [TJ] für Raumheizung und Warmwasser

Der Verbrauch für Klimatisierung wird aus bereits erwähnten Gründen als von der Beschäftigtenzahl unabhängig betrachtet, beträgt also 2020 1.522 TJ und 2050 1.107 TJ.

Auf den Verbrauch für Kochen hat die Änderung der Bevölkerungszahl großen und vielfältigen Einfluss. Während in Kapitel 4.4.3 nur die Zahl der in Anstalten lebenden Personen geändert wurde, ändern sich jetzt auch die Zahl der Beschäftigten und ebenso die Zahl der Schüler bzw. die Anzahl jener Personen, die im Rahmen der Bildungsverpflegung versorgt werden. Die Anzahl der im Sektor Dienstleistungsbereich beschäftigten Personen gibt Tabelle 149 wieder. Die Zahl der restlichen Beschäftigten und auch die Zahl der Schüler wurden entsprechend der Bevölkerungszahl geändert.

Damit ergeben sich für das Jahr 2020 3.615.076 Beschäftigte, 399.594 Schüler und 121.851 in Anstalten lebende Personen, für das Jahr 2050 4.111.674 Beschäftigte, 437.186 Schüler und 209.494 Personen in Anstalten. Im Jahr 2020 werden im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung somit 519.623.230 Mahlzeiten benötigt. Im Jahr 2050 sind es 638.438.370 Mahlzeiten. Der Verbrauch 2020 beträgt 1.347 TJ, jener 2050 1.287 TJ.

Da auch die Anzahl der Personen in Haushalten steigt, werden auch in der Gastronomie mehr Mahlzeiten als in Kapitel 4.4.3 benötigt. Im Jahr 2020 sind es insgesamt 689.118.942, im Jahr 2050 883.800.094. Der Verbrauch beläuft sich somit 2020 auf 2.977 TJ, 2050 auf 2.545 TJ.

In Summe werden für Kochen im Jahr 2020 4.324 TJ verbraucht. Die Einsparung gegenüber 2005 beträgt 517 TJ. Bis zum Jahr 2050 sinkt der Verbrauch für Kochen auf 3.832 TJ, was einer Einsparung gegenüber 2005 von 1.009 TJ entspricht.

Im Bereich der Gebäudebeleuchtung muss die zusätzliche Fläche berücksichtigt werden. Betreffend die öffentliche Beleuchtung wurde angenommen, dass bis 2020 der Neubau auch zusätzliche öffentliche Fläche mit sich bringt und außerdem die mittlere Intensität erhöht wird. Im folgenden Zeitraum bis 2050 soll jedoch die öffentliche Fläche ebenso wie die Lichtintensität konstant bleiben. Damit ergibt sich bis 2020 gegenüber Kapitel 4.4.3 ein zusätzlicher Verbrauch für Beleuchtung insgesamt von 208 TJ, womit der Verbrauch für

Beleuchtung auf 2.544 TJ steigt. Im Jahr 2050 beträgt der zusätzliche Verbrauch 381 TJ, der gesamte 2.060 TJ.

Der Verbrauch für EDV ist in einfacher Weise von der Beschäftigtenzahl abhängig. Wegen der Annahmen zur Ausstattung wird hier nur multiplikativ korrigiert. Gegenüber dem vorigen Kapitel erhöht sich der Verbrauch bis 2020 um 492 TJ auf 5.324 TJ, bis 2050 um 931 TJ auf 4.382 TJ.

Auch für die Nutzenergiekategorie Dampferzeugung wurde eine lineare Abhängigkeit des Verbrauchs von der Beschäftigtenzahl angenommen. Damit ergibt sich 2020 ein zusätzlicher Verbrauch in Höhe von 323 TJ, der gesamte Verbrauch beträgt 3.845 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der zusätzliche Verbrauch 856 TJ, womit der gesamte Verbrauch auf 4.032 TJ steigt.

Im Bereich Industrieöfen ergibt sich praktisch dasselbe Bild wie für Dampferzeugung. Hier beträgt der zusätzliche Verbrauch 2020 483 TJ, der gesamte 5.646 TJ. Im Jahr 2050 beläuft sich der zusätzliche Verbrauch auf 1.279 TJ. Der Verbrauch 2050 beträgt damit 6.022 TJ.

Für den Bereich der elektrischen Groß-Geräte wurde wiederum „multiplikativ korrigiert“. Damit ergibt sich 2020 ein zusätzlicher Verbrauch von 1.585 TJ, 2050 von 2.479 TJ. Der Verbrauch 2020 beträgt 17.170, jener 2050 17.244 TJ.

Für Standmotoren ergibt sich mit den üblichen Annahmen ein zusätzlicher Verbrauch von 217 TJ im Jahr 2020. Der Verbrauch beläuft sich damit auf 3.397 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der zusätzliche Verbrauch 576 TJ, der gesamte 2.712 TJ.

Im Bereich der elektrischen Klein-Geräte ergibt sich 2020 ein zusätzlicher Verbrauch von 809 TJ, 2050 von 2.079 TJ. Damit betragen die Verbräuche 8.757 TJ 2020 und 9.786 TJ 2050.

Die folgende Tabelle vergleicht die Ergebnisse des Pragmatischen Szenarios für Bevölkerungsvariante 1 mit dem Verbrauch laut Basisjahr.

	2005	2020		2050	
	EE	EE	Δ	EE	Δ
RW	83.596	76.912	-6.684	48.024	-35.572
BE	13.806	7.868	-5.938	6.442	-7.364
D	3.609	3.845	236	4.032	423
IÖ	21.795	22.816	1.021	23.246	1.451
SM	12.775	15.459	2.684	20.116	7.341
ecZ	3	3	0	3	0
Summe	135.584	126.903	-8.681	101.863	-33.721

Tabelle 151: Verbräuche [TJ] 2020 und 2050 für Bevölkerungsvariante 1 im Vergleich mit 2005

Obenstehende Tabelle zeigt, dass selbst bei einem deutlichen Anstieg der Beschäftigtenzahl im Sektor Dienstleistungsbereich noch ein großes Energiesparpotenzial vorhanden ist. Allerdings ist das Potenzial praktisch auf die Nutzenergiekategorien Raumheizung, Warmwasser, Klimaanlage sowie Beleuchtung & EDV beschränkt.

Szenario Forciert

Im Forcierten Szenario wurde die Fläche pro Beschäftigtem konstant gehalten. Um das auch mit steigender Beschäftigtenzahl zu erreichen, ist bis 2020 Neubau mit einer Fläche von 12.716.082 m² nötig. Bei einem mittleren Heizwärmebedarf von 30 kWh/m²a ergibt sich gegenüber Kapitel 4.4.3 ein zusätzlicher Verbrauch in der Höhe von 1.373 TJ. Der Nutzenergieverbrauch steigt also auf 50.697 TJ. Da die Beschäftigtenzahl bis 2050 weiter ansteigt, wird im Zeitraum von 2021 bis 2050 wiederum zusätzlicher Neubau mit einer Fläche von 20.991.653 m² nötig. Mit dem angenommenen Heizwärmebedarf von 10 kWh/m²a bewirkt das einen zusätzlichen Verbrauch von 756 TJ, der gesamte Nutzenergieverbrauch 2050 beträgt also 13.326 TJ.

Zu betrachten ist auch der Verbrauch für Lüftungsanlagen. Bei einem spezifischen Verbrauch von 2,1 kWh/m²a und der zusätzlichen Neubaufäche von 12.716.082 m² ergibt sich im Jahr 2020 gegenüber Kapitel 4.4.3 ein zusätzlicher Stromverbrauch in Höhe von 96 TJ, womit der gesamte Verbrauch für Lüftung auf 146 TJ steigt. Im Jahr 2050 beläuft sich die seit 2005 zusätzlich neu gebaute Fläche auf 33.707.736 m². Dadurch steigt der Stromverbrauch insgesamt um 255 TJ auf 965 TJ.

Im Bereich der Warmwasserbereitung ergibt sich gegenüber Kapitel 4.4.3 2020 ein zusätzlicher Verbrauch in Höhe von 151 TJ. Der Nutzenergieverbrauch beträgt damit 2.668

TJ. Im Jahr 2050 beträgt der zusätzliche Verbrauch 199 TJ, der gesamte Verbrauch somit 1.623 TJ.

Wie bisher sind die Nutzenergieangaben für Raumheizung und Warmwasserbereitung in energetische Endverbrauche umzurechnen. Nachstehende Tabelle zeigt das Ergebnis.

	2020	2050
Raumheizung	60.282	14.928
Warmwasserbereitung	3.263	1.737

Tabelle 152: Energetische Endverbrauche [TJ] für Raumheizung und Warmwasser

Der Verbrauch für Klimatisierung beträgt auch hier 830 TJ im Jahr 2020 und 498 TJ im Jahr 2050.

Auch in diesem Szenario beträgt die im Jahr 2020 im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung benötigte Anzahl an Mahlzeiten 519.623.230. Bei der Zubereitung werden 1.197 TJ verbraucht. Im Jahr 2050 werden für die Zubereitung von 638.438.370 Mahlzeiten 919 TJ verbraucht.

Da die Bevölkerung in diesem Szenario etwas seltener auswärts isst, werden im Jahr 2020 in der Gastronomie „nur“ 657.795.353 Mahlzeiten gekocht, und zwar mit einem Energieverbrauch in Höhe von 2.368 TJ. Im Jahr 2050 werden 781.823.160 Mahlzeiten auswärts konsumiert. Für die Zubereitung werden dabei 1.126 TJ verbraucht.

Insgesamt werden im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2020 3.565 TJ für Kochen verbraucht. Die Einsparung gegenüber 2005 beläuft sich auf 1.276 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der Verbrauch für Kochen 2.045 TJ, die Einsparung gegenüber 2005 somit 2.796 TJ.

Für die gesamte Beleuchtung ergibt sich 2020 gegenüber Kapitel 4.4.3 ein zusätzlicher Verbrauch von 181 TJ, womit der gesamte Verbrauch 2.412 TJ beträgt. Im Jahr 2050 beträgt der zusätzliche Verbrauch 320 TJ, der gesamte also 1.807 TJ.

Der zusätzliche Verbrauch für EDV gegenüber Kapitel 4.4.3 beträgt 367 TJ im Jahr 2020 und 475 TJ im Jahr 2050. Die gesamten Verbräuche betragen damit 3.974 TJ im Jahr 2020 bzw. 2.235 TJ im Jahr 2050.

Aufgrund des zusätzlichen Verbrauchs gegenüber Kapitel 4.4.3 in Höhe von 308 TJ beläuft sich der Verbrauch für Dampferzeugung im Jahr 2020 auf 3.744 TJ. Im Jahr 2050 beträgt der zusätzliche Verbrauch 817 TJ, der gesamte Verbrauch folglich 3.849 TJ.

Mit der Beschäftigtenzahl steigt der Verbrauch für Industrieöfen um 461 TJ auf 5.549 TJ im Jahr 2020. Der Verbrauch 2050 steigt um 1.221 TJ auf 5.749 TJ.

Im Jahr 2020 beläuft sich der zusätzliche Verbrauch für elektrische Groß-Geräte gegenüber Kapitel 4.4.3 auf 1.419 TJ, der gesamte Verbrauch auf 15.363 TJ. Der zusätzliche Verbrauch 2050 beträgt 1.928 TJ, womit der gesamte Verbrauch 13.412 TJ ausmacht.

Im Bereich Standmotoren bewirkt der Anstieg der Beschäftigtenzahl einen zusätzlichen Verbrauch gegenüber Kapitel 4.4.3 von 193 TJ im Jahr 2020 und von 512 TJ im Jahr 2050. Damit belaufen sich die Verbräuche auf 3.231 TJ im Jahr 2020 und 2.410 TJ im Jahr 2050.

Der Verbrauch für elektrische Klein-Geräte steigt um 694 TJ im Jahr 2020 bzw. 1.516 TJ im Jahr 2050. Der Verbrauch 2020 beträgt damit 7.519 TJ, jener im Jahr 2050 7.136 TJ.

Nachstehende Tabelle stellt die Ergebnisse des Forcierten Szenarios für Bevölkerungsvariante 1 dem Verbrauch laut Basisjahr gegenüber.

	2005	2020		2050	
	EE	EE	Δ	EE	Δ
RW	83.596	68.086	-15.510	20.173	-63.423
BE	13.806	6.386	-7.420	4.617	-9.189
D	3.609	3.744	135	3.849	240
IÖ	21.795	20.912	-883	19.161	-2.634
SM	12.775	10.750	-2.025	9.735	-3.040
ecZ	3	3	0	3	0
Summe	135.584	109.881	-25.703	57.538	-78.046

Tabelle 153: Verbräuche [TJ] 2020 und 2050 für Bevölkerungsvariante 1 im Vergleich mit 2005

Obenstehende Tabelle zeigt, dass im Forcierten Szenario lediglich der Verbrauch für Dampferzeugung steigt. In allen anderen Nutzenergiekategorien können Einsparungen erzielt werden. Die größten Potenziale finden sich wieder in den Nutzenergiekategorien Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser sowie Beleuchtung und EDV. Aber auch in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen können trotz Anstieg der Beschäftigtenzahl bis 2050 über

10% des Verbrauchs eingespart werden, in der Nutzenergiekategorie Standmotoren sogar rund ein Viertel.

4.4.4.2 Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab

Wie bereits erwähnt, ändert sich gegenüber Kapitel 4.4.3 nur der Verbrauch im Bereich Kochen. Innerhalb der Bevölkerungsvariante 2 ergibt sich mit der selben Vorgehensweise wie in Kapitel 4.4.4.1 für das Jahr 2020 eine Beschäftigtenzahl für ganz Österreich von 3.281.276, eine Schülerzahl von 362.698 und eine Anzahl von Personen in Anstalten in Höhe von 110.600. Im Jahr 2050 gibt es 3.238.403 Beschäftigte, 297.717 Schüler und 165.000 Personen in Anstalten. In beiden Szenarien werden im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung im Jahr 2020 471.643.750 und im Jahr 2050 491.187.750 Mahlzeiten zubereitet.

Im Szenario Pragmatisch beträgt der Verbrauch für Gemeinschaftsverpflegung im Jahr 2020 1.223 TJ, im Jahr 2050 990 TJ. In Haushalten leben im Jahr 2020 7.789.400 Personen, die insgesamt 625.488.820 Mahlzeiten auswärts zu sich nehmen. Der Energieverbrauch für die Zubereitung beträgt 2.702 TJ. Im Jahr 2050 konsumieren die 7.335.000 in Haushalten lebenden Personen insgesamt 696.091.500 Mahlzeiten auswärts. Dafür werden 2.005 TJ aufgewendet. Der gesamte Verbrauch für Kochen beträgt im Jahr 2020 3.925 TJ, im Jahr 2050 2.995 TJ. Das sind Reduktionen gegenüber Kapitel 4.4.3 in Höhe von 141 TJ bzw. knapp 3,5% im Jahr 2020 und in Höhe von 275 TJ bzw. 8,4% im Jahr 2050.

Im Szenario Forciert beträgt der Verbrauch für Gemeinschaftsverpflegung im Jahr 2020 1.087 TJ und 707 TJ im Jahr 2050. Im Jahr 2020 beträgt die Anzahl der Personen in Haushalten weiterhin 7.789.400, allerdings gehen diese seltener Essen. Deshalb werden im Bereich der Gastronomie lediglich 597.057.710 Mahlzeiten zubereitet, wofür 2.149 TJ verbraucht werden. Im Jahr 2050 werden von den 7.335.000 in Haushalten lebenden Personen 615.773.250 Mahlzeiten auswärts konsumiert. Für das Kochen dieser Mahlzeiten werden 887 TJ aufgewendet. Der energetische Endverbrauch des Sektors Dienstleistungsbereich für Kochen beträgt damit im Jahr 2020 3.236 TJ und im Jahr 2050 1.594 TJ. Verglichen mit Kapitel 4.4.3 ist der Verbrauch des Jahres 2020 um 115 TJ bzw. um 3,4% geringer, jener des Jahres 2050 um 143 TJ bzw. 19,4%.

Bezogen auf die berechneten energetischen Endverbrauche des Kapitels 4.4.3 sind die Unterschiede im Bereich Kochen allerdings vernachlässigbar.

4.5 Sachgüterproduktion

4.5.1 Einleitung

Unter dem Sekundärsektor einer Volkswirtschaft, auch industrieller Sektor bzw. Industrie genannt, wird das produzierende Gewerbe verstanden. Dieses wird entsprechend der Produktion bzw. der Produkte in verschiedene Bereiche untergliedert. Im Allgemeinen werden darunter die Wirtschaftsaktivitäten zusammengefasst, die nach ÖNACE-Klassifikation den Nummern 10 bis 37 und 45 entsprechen. Es handelt sich um die Abschnitte Bergbau, Sachgütererzeugung und Bauwesen. Nachstehende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung der ÖNACE-Abteilungen 10 bis 37 und 45:

10	Kohlenbergbau, Torfgewinnung
11	Erdöl- und Erdgasbergbau sowie damit verbundene Dienstleistungen
12	Bergbau auf Uran- und Thoriumerze
13	Erzbergbau
14	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau
15	Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln und Getränken
16	Tabakverarbeitung
17	Herstellung von Textilien und Textilwaren (ohne Bekleidung)
18	Herstellung von Bekleidung
19	Ledererzeugung und -verarbeitung
20	Be- und Verarbeitung von Holz (ohne Herstellung von Möbeln)
21	Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe
22	Verlagswesen, Druckerei, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern
23	Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen
24	Herstellung von Chemikalien und chemischen Erzeugnissen
25	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
26	Herstellung und Bearbeitung von Glas, Herstellung von Waren aus Steinen und Erden
27	Metallerzeugung und Bearbeitung
28	Herstellung von Metallerzeugnissen
29	Maschinenbau
30	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
31	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.
32	Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik
33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik
34	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
35	Sonstiger Fahrzeugbau
36	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonst.
37	Rückgewinnung (Recycling)
45	Bauwesen

Tabelle 154: Wirtschaftsbereiche nach ÖNACE - Klassifikation, Abt. 10 bis 37 und 45

4.5.2 Datenlage und Struktur der Sachgüterproduktion

Im Rahmen der Gesamtenergiebilanz wird der Sektor Sachgüterproduktion noch weiter untergliedert, nämlich in die 13 Untersektoren

- Eisen- & Stahlerzeugung,
- Chemie und Petrochemie,
- Nicht Eisen Metalle,
- Steine und Erden, Glas,
- Fahrzeugbau,
- Maschinenbau,
- Bergbau,
- Nahrungs- und Genussmittel, Tabak,
- Papier und Druck,
- Holzverarbeitung,
- Bau,
- Textil und Leder und
- Sonstiger produzierender Bereich.

Für jeden dieser Untersektoren ist der energetische Endverbrauch, auch gegliedert nach Energieträgerklassen und Subenergieträgern bekannt. Diese Verbräuche werden wiederum auf das Basisjahr normiert. Tabelle 155 stellt das Ergebnis dar.

Untersektor	EE _{GEB}	EE _{BJ}
Eisen & Stahl	37.965	38.086
Chemie und Petrochemie	35.785	35.899
Nicht-Eisen Metalle	6.643	6.664
Steine und Erden, Glas	34.360	34.470
Fahrzeugbau	12.904	12.945
Maschinenbau	18.967	19.027
Bergbau	8.933	8.962
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	19.158	19.219
Papier und Druck	61.051	61.245
Holzverarbeitung	17.691	17.748
Bau	42.607	42.743
Textil und Leder	5.038	5.054
Sonst. Produzierender Bereich	8.698	8.726
SUMME	309.800	310.787

Tabelle 155: Energetischer Endverbrauch [TJ] lt. Gesamtenergiebilanz und im Basisjahr

Zur Abschätzung der Entwicklung des Sektors Sachgüterproduktion soll der spezifische Energieverbrauch betrachtet werden. Zu diesem Zweck wäre der Energieverbrauch auf den Produktions-Output (z.B. produzierte Menge an Gütern) zu beziehen. Daten zum Produktionsoutput liegen allerdings nur eingeschränkt vor. Verfügbar sind aber Daten zur Wertschöpfung der einzelnen Zweige, auf die der Energieverbrauch bezogen werden kann. Diese Vorgehensweise führt zu Abstrichen im Vergleich zu den Anforderungen an die Szenario-Technik in dieser Studie, ist aber aufgrund der Datenlage nicht vermeidbar.

Um die Abstriche gering zu halten, wird bei der Ausarbeitung der Szenarien der künftigen Entwicklung der absolute Energieverbrauch als Basis für die weitere Betrachtung herangezogen.

Statistik Austria bietet über die jährlich erstellte integrierte NAMEA („National Accounting Matrix including Environmental Accounts“) eine Zusammenführung von ökonomischen Kennzahlen, umweltbezogenen Aufwendungen und Materialflüssen. Der Energieeinsatz der verschiedenen Bereiche wird auf Ebene des gesamten energetischen Endverbrauchs berücksichtigt. Da dies für eine weiterführende Beurteilung der Situation sowie der Entwicklungen des produzierenden Gewerbes nicht ausreichend genau ist, werden die ökonomischen Daten der NAMEA mit den energetischen Kennzahlen der Energiebilanz der Statistik Austria zusammengeführt.

Bei der Erstellung dieser „integrierten NAMEA“ diente die IEA-konforme Einteilung der Wirtschaftssektoren als Vorlage, da das Aggregationsniveau der Energiebilanzen im Gegensatz zu der in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung verwendeten ÖNACE-Klassifikation nicht verändert werden kann (NAMEA 2006). Die ÖNACE-Abteilungen bzw. Gruppen können aber in die Struktur der IEA übergeführt werden.

Trotz prinzipieller Vergleichbarkeit ergeben sich Unterschiede in der Zuteilung der Bereiche des produzierenden Gewerbes zwischen der Energiebilanz und der NAMEA. Die Teilgebiete des Bergbaus sowie der Chemie und Petrochemie, die in Zusammenhang mit der Bereitstellung von Energieträgern stehen (ÖNACE-Nr. 10, 11, 12 und 23), genauso wie die Energieversorgung (ÖNACE-Nr. 40), werden in der Energiebilanz dem Sektor Energie zugerechnet. Der Sektor Energie hat in diesem Zusammenhang definitionsgemäß keinen energetischen Endverbrauch. Die in diesen Bereichen eingesetzten Traktionsenergieträger werden in den Transportsektoren berücksichtigt, alle anderen Energieträger werden als Verbrauch des Sektors Energie gerechnet (BITTERMANN 2007). In der integrierten NAMEA

werden diese Bereiche, mit Ausnahme der Energieversorgung, den Bereichen Bergbau bzw. Chemie und Petrochemie zugeordnet (NAMEA 2006).

Ein weiterer Unterschied in der Zuteilung besteht bei der Metallerzeugung und -verarbeitung. In der integrierten NAMEA wird darunter die gesamte Abteilung 27 aus der Klassifikation nach ÖNACE zusammengefasst. Die Energiebilanz unterscheidet hier zwischen Eisen- und Stahlerzeugung und Nicht-Eisen-Metallen, in Summe entspricht dies ebenfalls Abteilung 27 nach ÖNACE.

Nachstehende Tabelle zeigt die für die weitere Untersuchung herangezogene Struktur des produzierenden Gewerbes und bringt diese in Zusammenhang mit der Klassifikation nach ÖNACE.

Wirtschaftsbereich	ÖNACE-Nr.
Eisen & Stahl	27
Chemie und Petrochemie	24
Nicht-Eisen Metalle	27
Steine und Erden, Glas	26
Fahrzeugbau	34, 35
Maschinenbau	29
Bergbau	13, 14
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	15, 16
Papier und Druck	21, 22
Holzverarbeitung	20
Bau	45
Textil und Leder	17, 18, 19
Sonst. Produzierender Bereich	25, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 37

Tabelle 156: Gewählte Struktur der Wirtschaftsbereiche des produzierenden Gewerbes und Entsprechungen in der ÖNACE Klassifikation

Mit der Struktur lt. Tabelle 156 können also Daten der NAMEA in Bezug zu den Verbräuchen lt. Gesamtenergiebilanz gesetzt werden.

4.5.3 Energieeinsatz nach Nutzenergiekategorien

In der Energiebilanz wird der energetische Endverbrauch der unterschiedlichen Sparten des produzierenden Bereichs sowohl gesamt betrachtet, als auch im Hinblick auf die eingesetzten Energieträger. In der Regel kann über die Kenntnis der Charakteristik der Industriebereiche

eine Zuordnung der eingesetzten Energieträger in die der Nutzenergieanalyse entsprechenden Nutzenergiekategorien erfolgen.

Nachstehende Abbildungen stellen den Energieeinsatz der Sachgüterproduktion sowie die Entwicklung der Energieintensität (Energieeinsatz durch Bruttowertschöpfung) nach Nutzenergiekategorien im Zeitraum 1995 bis zum Basisjahr dar:

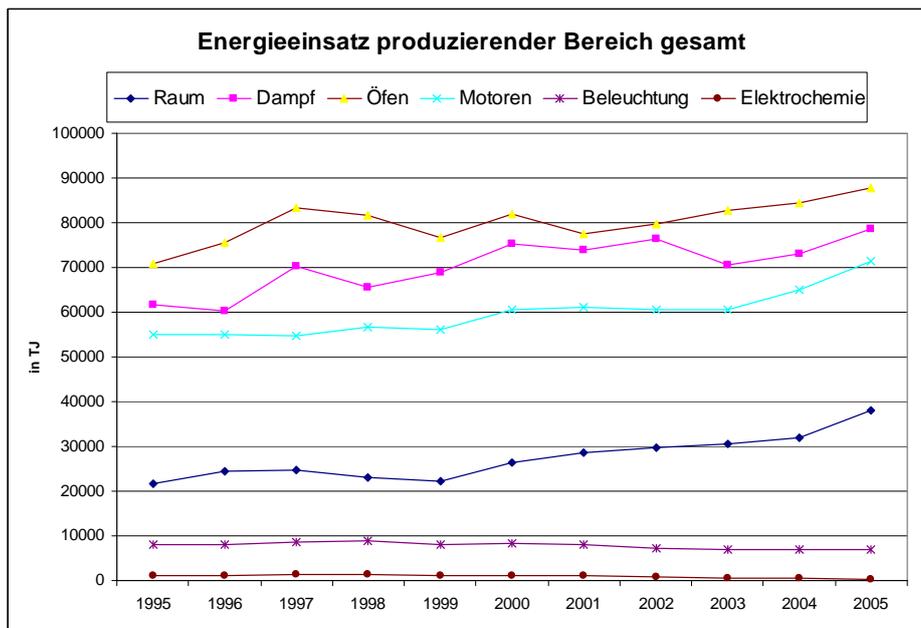


Abbildung 34: Entwicklung des Energieeinsatzes im produzierenden Bereich (Nutzenergieanalyse Statistik Austria)

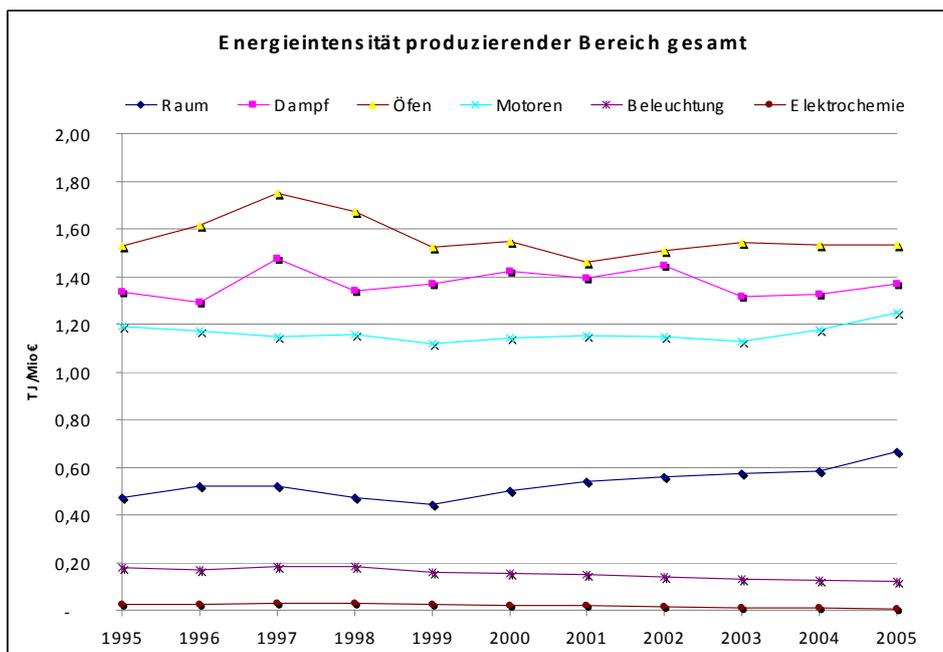


Abbildung 35: Entwicklung der Energieintensität im produzierenden Bereich (Nutzenergieanalyse Statistik Austria)

4.5.3.1 Entwicklungstendenzen

Aus dem Energieträgereinsatz und der Kenntnis der Charakteristik der verschiedenen Bereiche der Sachgüterproduktion lassen sich Entwicklungstendenzen von 1995 bis 2005 ableiten. Dafür werden die Verläufe des Energieeinsatzes nach den einzelnen Nutzenergiekategorien und die Entwicklung der Energieintensität in Verbindung mit den Entwicklungen in den einzelnen Branchen verwendet.

Im gesamten produzierenden Bereich ist der Energieträgereinsatz in Industrieöfen seit 2002 deutlich steigend. In den Bereichen, in denen Öfen stark eingesetzt werden, das gilt in erster Linie für Metallerzeugung, Steine & Erden und Bergbau, hat der Energieverbrauch zugenommen. Die Effizienz der Industrieöfen (Energieintensität) hat sich in diesem Zeitraum in den wesentlichen Bereichen nicht entscheidend verbessert.

In den Bereichen Chemie, Nahrungsmittel, Papier und Holzverarbeitung ist die Dampferzeugung die wichtigste Form der Nutzenergie. Insgesamt nimmt die Dampferzeugung im produzierenden Bereich zu. Die Dampfintensität in der Holzverarbeitung steigt, im Chemie- und Petrochemiebereich wird fallender Verlauf angenommen, insgesamt bleibt sie im produzierenden Bereich in etwa konstant.

In den Bereichen Fahrzeugbau, Maschinenbau und Bau ist der Einsatz von Standmotoren dominant. Durch die Produktionssteigerungen, speziell im Baubereich steigt speziell in den letzten Jahren (ab 2004) der Energieeinsatz für Standmotoren. Die ebenfalls steigende Energieintensität weist darauf hin, dass Effizienzsteigerungen bislang nicht gelungen sind.

Energie für Raumwärme und Beleuchtung wird in allen Bereichen eingesetzt, allerdings in geringem Umfang. Im Gegensatz zur Beleuchtung, bei der die Intensität gleichmäßig abnimmt, was an der steigenden Effizienz der Beleuchtungstechnologie liegt, nimmt der Energieverbrauch im Raumwärmebereich zu. Auch die Energieintensität steigt im Bereich der Raumwärme; Steigerungen der Energieeffizienz sind hier nicht zu erkennen; dies kann auch an der betriebsinternen Versorgung mit Heizenergie liegen.

Energieträger für elektrochemische Zwecke werden nur im Bereich der Chemie und der „Nicht Eisen Metalle“ nennenswert benötigt. Insgesamt zeigt sich hier ein abnehmender Trend bei Energieeinsatz und Energieintensität.

Anhand all dieser Daten und den umfangreichen Kenntnissen der Projektbearbeiter hinsichtlich der österreichischen Industrie-Struktur wurde eine Matrix entwickelt, die den

energetischen Endverbrauch der unterschiedlichen Sparten auf die 6 Nutzenergiekategorien „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“, „Dampferzeugung“, „Industrieöfen“, „Standmotoren“, „Beleuchtung & EDV“ und „elektrochemische Zwecke“ aufteilt (siehe Tabelle 157). Aus dieser Aufteilung und der Kenntnis des energetischen Endverbrauchs der Sparten im Basisjahr (siehe Tabelle 155) konnte der Energetische Endverbrauch nach Nutzenergiekategorien und Sparten errechnet werden (siehe Tabelle 158).

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ
Eisen & Stahl	1%	11%	57%	24%	8%	0%
Chemie und Petrochemie	5%	52%	10%	29%	1%	3%
Nicht-Eisen Metalle	5%	1%	66%	20%	2%	6%
Steine und Erden, Glas	6%	0%	81%	12%	1%	0%
Fahrzeugbau	16%	0%	18%	62%	3%	0%
Maschinenbau	27%	2%	36%	12%	22%	1%
Bergbau	3%	2%	54%	41%	0%	0%
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	7%	57%	8%	26%	2%	0%
Papier und Druck	9%	51%	7%	32%	2%	0%
Holzverarbeitung	15%	29%	26%	29%	0%	0%
Bau	6%	0%	4%	88%	2%	0%
Textil und Leder	14%	29%	4%	47%	7%	0%
Sonst. Produzierender Bereich	29%	11%	20%	36%	4%	0%

Tabelle 157: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs auf Nutzenergiekategorien

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ
Eisen & Stahl	399	4.184	21.519	9.054	2.930	0
Chemie und Petrochemie	1.746	18.769	3.498	10.481	195	1.210
Nicht-Eisen Metalle	352	99	4.411	1.316	116	370
Steine und Erden, Glas	2.019	146	27.921	4.163	209	13
Fahrzeugbau	2.127	19	2.347	8.067	344	40
Maschinenbau	5.211	342	6.828	2.370	4.169	108
Bergbau	264	152	4.837	3.672	37	0
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	1.391	10.891	1.478	4.992	466	2
Papier und Druck	5.373	31.160	4.072	19.299	1.342	0
Holzverarbeitung	2.734	5.198	4.624	5.133	59	0
Bau	2.673	33	1.531	37.817	690	0
Textil und Leder	688	1.466	218	2.351	331	0
Sonst. Produzierender Bereich	2.523	932	1.746	3.135	389	1
Summe	27.499	73.390	85.030	111.848	11.277	1.743

Tabelle 158: Energetischen Endverbrauch [TJ] nach Sparten und Nutzenergiekategorien

Vergleicht man die Summen je Nutzenergiekategorie, die in Tabelle 158 dargestellt sind, mit jenen des Basisjahres für den Sektor Sachgüterproduktion (Tabelle 9), so zeigen sich Abweichungen der Größenordnung von 2% bis 6% bei den für diesen Sektor unbedeutenderen Nutzenergiekategorien (RW, BE, ecZ) und Abweichungen von lediglich 0,8% bis 2% bei den bedeutenderen Nutzenergiekategorien (D, IÖ, SM). Dies war aufgrund der gewählten Methodik unvermeidbar, beruhte sie doch auf der Einschätzung und Erfahrung der Projektbearbeiter und nicht auf statistischen Daten, weil solche nicht verfügbar waren. Aufgrund der Geringfügigkeit der Abweichungen scheinen diese aber uneingeschränkt akzeptabel und die gewählte Methode als angemessen.

4.5.4 Szenarien künftiger Entwicklung

Die Annahmen für die Entwicklung der Produktion der Branchen des produzierenden Bereichs werden nachfolgend beschrieben. Sie basieren auf den nachfolgenden Grundvoraussetzungen:

- Zunahme des Leichtbaus und der energiesparenden Technologien, vor allem bei Gebäuden und Fahrzeugen.
- Steigerung der flexiblen Fahrzeugsysteme sowie der Elektromobilität
- Verstärkte Nutzung von biogenen Materialien, Holz, Naturstoffen, Fasern, etc.

Eisen- & Stahlerzeugung

Die Bedeutung von Eisen und Stahl als Massenprodukt wird wegen des Trends zu Hochtechnologie-Leichtprodukten leicht abnehmen, jene der Spezialstähle aber ansteigen. Insgesamt wird in der Eisen- & Stahlproduktion mit einer Verringerung der Produktionsleistung aber einer Erhöhung der Energieintensität der Produkte gerechnet, die insgesamt zu konstantem Energieverbrauch führt.

Chemie und Petrochemie

Die Rohölverarbeitung geht durch den geringeren Treibstoffverbrauch und die alternativen Antriebstechnologien zurück. Die energieintensive Grundstoffchemie verliert an Bedeutung. Der Bedarf nach Kunststoffen und v.a. Spezialitäten wird steigen, die pharmazeutische Industrie gewinnt an Bedeutung ebenso wie die Kosmetikindustrie. Die Herstellung der Chemikalien wird zunehmend auf Basis biogener Rohstoffe erfolgen. Die wachsenden Bereiche haben aber niedrigere Energieintensität bei der Herstellung und Verarbeitung, daher wird in Summe mit einem leichten Rückgang des Energieeinsatzes gerechnet.

Nicht Eisen Metalle

Bei der Produktion von Aluminium wird wegen der steigenden Bedeutung des Leichtbaus mit einer steigenden Produktion gerechnet. Bei gleichbleibender Energieintensität bedeutet das einen steigenden Energieverbrauch.

Steine, Erden, Glas

Die Produktion von Ziegel, Beton, Kalk, Schotter, etc. nimmt wegen steigender Anwendung von Leichtbau ab. Die Glasverpackung nimmt ab, der Bedarf an Fenster- und Planglas nimmt zu. In Summe wird mit einem Rückgang des produktionsbedingten Energieeinsatzes gerechnet.

Fahrzeugbau

Hier wird mit einer Strukturveränderung bei der Fahrzeugproduktion gerechnet. Der Bedarf an kleinen, flexiblen Fahrzeugen wird steigen. Der derzeitige Verbrennungsmotor wird teilweise durch alternative Antriebe ersetzt. Für die Zulieferbetriebe werden neue Impulse gesetzt. In Summe wird durch die Umstellungen mit einer Kompensation des anzunehmenden Rückgangs der traditionellen Fahrzeuge gerechnet. Für den produktionsbedingten Energieeinsatz wird mit gleich bleibendem Trend gerechnet.

Maschinenbau

Hier werden die Entwicklungen analog dem Fahrzeugbau angenommen. Insgesamt werden die Strukturänderungen wegen fehlender rückläufiger Entwicklungen aber zu einem leichten Anstieg der Produktion und des Energieeinsatzes führen.

Bergbau

Die Entwicklungen sind in engem Zusammenhang mit dem Bereich Steine, Erden und Glas zu sehen. Durch den steigenden Anteil von Leichtbau wird mit einem Rückgang des produktionsbedingten Energieeinsatzes gerechnet.

Nahrungs- und Genussmittel, Tabak

Dem Rückgang der heimischen Produktion durch Importe wird durch verstärkt regionale Lebensmittel entgegengewirkt. Die Fleischproduktion nimmt tendenziell ab. Insgesamt wird mit gleich bleibendem Trend gerechnet.

Papier und Druck

Der bisherige steigende Trend wird durch die zunehmende Konkurrenz des IT-Bereichs aufgehoben. Längerfristig scheint die Zellstoff- und Papierherstellung als eine Drehscheibe für

biogene Faserprodukte wichtig. Daher wird mit einem mittel- bis langfristigem Anstieg des produktionsbedingten Energieeinsatzes gerechnet.

Holzverarbeitung

Die Holzverarbeitung wird sich als Drehscheibe für forstliche Produkte etablieren. Holz als Baustoff gewinnt an Bedeutung. Dadurch wird mit deutlicher Erhöhung von Produktion und Energieeinsatz bei etwa gleichen Strukturen gerechnet.

Bau

Die Bedeutung der Baubranche wird durch Erneuerung der Bausubstanz zunehmen. Dies betrifft allerdings vor allem die Baunebengewerbe mit geringerer Energieintensität. Durch die stark forcierte thermische Sanierung kommt es zum Anstieg in der Produktion.

Textil und Leder

Künftig wird verstärkt Naturgarn statt Polyester eingesetzt. Der Bedarf an Gewebe für Verpackung, Dämmung, etc. wird zunehmen. Damit ergibt sich insgesamt eine leichte Steigerung des produktionsbedingten Energiebedarfs.

Sonst. Produzierender Bereich

Durch verstärkten Einsatz von IT und Elektronik, aber dessen geringer Energieintensität, wird mit einem leichten Anstieg des Energiebedarfs der Produktion gerechnet.

Diese Annahmen wurden für die Berechnungen in Zahlen „übersetzt“. Im Allgemeinen wurden die dargestellten Entwicklungen im Szenario Forciert als stärker angenommen als im Pragmatischen Szenario. Das heißt, dass schrumpfende Sparten in diesem Szenario einen stärkeren Rückgang aufweisen, und wachsende Sparten einen größeren Zuwachs. Lediglich für die Sparten „Eisen- & Stahlerzeugung“, „Fahrzeugbau“ und „Nahrungs- und Genussmittel, Tabak“ wurde im Szenario Pragmatisch keine Veränderung angenommen, im Szenario Forciert aber ein leichter Rückgang des produktionsbedingten Energieeinsatzes. Die folgende Tabelle gibt die für die Berechnungen verwendeten Prozentsätze wieder.

Entwicklung des produktionsbedingten Energieeinsatzes	pragmatisch		forciert	
	2020	2050	2020	2050
Eisen- und Stahlerzeugung	0	0	-2	-5
Chemie und Petrochemie	-5	-10	-7	-20
Nicht Eisen Metalle	+7	+20	+13	+40
Steine und Erden, Glas	-5	-10	-7	-20
Fahrzeugbau	0	0	-2	-5
Maschinenbau	+5	+10	+7	+20
Bergbau	-5	-10	-7	-20
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	0	0	-2	-5
Papier und Druck	+2	+10	+7	+20
Holzverarbeitung	+8	+20	+13	+40
Bau	+5	+10	+7	+20
Textil und Leder	+5	+10	+7	+20
Sonst. Produzierender Bereich	+5	+10	+7	+20

Tabelle 159: Entwicklung des produktionsbedingten Energieeinsatzes [%]

Im Rahmen der Berechnungen wurde die Entwicklung des produktionsbedingten Energieeinsatzes auch auf die Nutzenergiekategorien „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ und „Beleuchtung & EDV“ angewandt. Speziell im Bereich der Raumwärme ist diese Korrelation wohl nicht gegeben.

Einerseits ist aber der gemeinsame Anteil dieser Nutzenergiekategorien am Verbrauch der Sparten sehr gering, andererseits sind die angenommenen Entwicklungen im Jahr 2050 größtenteils im Bereich von 20% bis 40%. Daher ist anzunehmen, dass auch neue Produktionsstätten in Betrieb gehen müssen bzw. alte geschlossen werden. In diesen Fällen ist wieder eine direkte Korrelation zwischen produktionsbedingtem Energieeinsatz und den Verbräuchen in den Nutzenergiekategorien „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ und „Beleuchtung & EDV“ gegeben.

Der gesamte Fehler scheint also eher gering zu sein und vor allem im Vergleich mit den energetischen Endverbräuchen vernachlässigbar.

4.5.4.1 Szenario Pragmatisch

Die Annahmen zur Produktionsentwicklung und damit auch zur Entwicklung des produktionsbedingten Energieeinsatzes wurden bereits vorweggenommen. Zu betrachten bleiben noch die möglichen Effizienzsteigerungen. Als Ausgangspunkte dienten mittlere Wirkungsgrade für die einzelnen Nutzenergiekategorien. Für diese wurden Annahmen zur Verbesserung und damit zu einer Steigerung der Effizienz getroffen.

Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser

Hier wurde für das Basisjahr ein mittlerer Wirkungsgrad von 70% für die Wärmebereitstellung angenommen. Für das Jahr 2020 wurde mit einer Steigerung auf 75%, für das Jahr 2050 mit einer Erhöhung auf 80% gerechnet. Mögliche Effekte von thermischen Sanierungen wurden allerdings vernachlässigt. Für die Warmwasserbereitung wurden dieselben Effizienzgewinne angenommen. Klimaanlage konnten auf Grund fehlender Datengrundlagen nicht gesondert betrachtet werden. Eine mittlere Verbrauchsreduktion um 12,5% ist zwar sicher zu erreichen, mögliche Anstiege der Anlagenzahl konnten aber nicht abgebildet werden.

Dampferzeugung

Im Bereich dieser Nutzenergiekategorie wurde ausgehend von einem mittleren Wirkungsgrad in Höhe von 80% im Jahr 2005 mit Steigerungen auf 82% im Jahr 2020 und auf 85% im Jahr 2050 gerechnet.

Industrieöfen

Wie bereits im Kapitel 4.4 gleicht auch hier die Situation in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen jener der Nutzenergiekategorie Dampferzeugung. Es wurden also auch für die Industrieöfen Verbesserungen des mittleren Wirkungsgrades von 80% im Jahr 2005 auf 82% im Jahr 2020 und auf 85% im Jahr 2050 angenommen.

Standmotoren

Innerhalb dieser Nutzenergiekategorie wird unterschieden zwischen Elektro- und Verbrennungsmotoren. Für die Elektromotoren wurden Steigerungen des mittleren Wirkungsgrades von 80% um 2% bis 2020 und um 5% bis 2050 angenommen, also wiederum die Wirkungsgrade 82% und 85%. Für die Verbrennungsmotoren wurden ebenfalls Effizienzgewinne von 2% bzw. 5% angenommen. Ausgehend von einem mittleren Wirkungsgrad in Höhe von 30% im Jahr 2005 bedeutet das Wirkungsgrade von 32% im Jahr 2020 und von 35% im Jahr 2050. Zusätzlich wurde angenommen, dass ein Umstieg auf

Elektromotoren erfolgt. Ausgehend von knapp 84% Elektromotoren im Jahr 2005 sollen im Jahr 2020 90% der Standmotoren elektrisch betrieben sein, im Jahr 2050 100%.

Beleuchtung & EDV

In dieser Nutzenergiekategorie wurde die Beleuchtung als ausschlaggebend für mögliche Effizienzgewinne betrachtet. Der mittlere Wirkungsgrad von 5% im Jahr 2005 wurde über 15% im Jahr 2020 auf 25% im Jahr 2050 erhöht.

Elektrochemische Zwecke

Hier wurde der angenommene Wirkungsgrad von 13% im Jahr 2005 bis 2020 um 1% und bis 2050 um ein weiteres Prozent, also auf 14% bzw. 15% erhöht. Für eine detailliertere Betrachtung einzelner, eingesetzter Technologien standen keine Daten zur Verfügung.

Die folgende Tabelle fasst die Annahmen zur Effizienzsteigerung im Sektor Sachgüterproduktion zusammen.

Nutzenergiekategorie	2005	2020	2050
Raum	70	75	80
Dampf	80	82	85
Öfen	80	82	85
Elektromotoren	80	82	85
Verbrennungsmotoren	30	32	35
Beleuchtung	5	15	25
Elektrochemie	13	14	15

Tabelle 160: Entwicklung der Wirkungsgrade [%]

Berechnung und Ergebnis

Für die Berechnung der Verbräuche in den Jahren 2020 und 2050 wurde der auf das Basisjahr normierte energetische Endverbrauch gemäß der Tabelle 157 untergliedert. Danach wurden die Annahmen zum produktionsbedingten Energieeinsatz und zur Effizienzsteigerung darauf angewandt (z.B. hinsichtlich Dampf bei Chemie: $18.769 \times 0,95 \times (0,8/0,82) = 17.396$). Das Ergebnis für das Jahr 2020 findet sich in Tabelle 161, jenes für das Jahr 2050 ist in Tabelle 162 dargestellt.

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Eisen & Stahl	372	4.082	20.994	9.185	977	0	35.610
Chemie und Petrochemie	1.548	17.396	3.242	10.102	62	1.067	33.417
Nicht-Eisen Metalle	352	104	4.605	1.428	41	367	6.897
Steine und Erden, Glas	1.790	135	25.878	4.013	66	11	31.893
Fahrzeugbau	1.985	19	2.290	8.184	115	37	12.630
Maschinenbau	5.107	350	6.994	2.525	1.459	105	16.540
Bergbau	234	141	4.483	3.539	12	0	8.409
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	1.299	10.625	1.442	5.064	155	1	18.587
Papier und Druck	5.115	31.008	4.052	19.972	456	0	60.602
Holzverarbeitung	2.756	5.477	4.872	5.624	21	0	18.750
Bau	2.619	33	1.569	40.285	241	0	44.747
Textil und Leder	674	1.502	223	2.504	116	0	5.019
Sonst. Produzierender Bereich	2.473	954	1.788	3.339	136	1	8.692
SUMME	26.323	71.825	82.433	115.764	3.858	1.591	301.794

Tabelle 161: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Sparten

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Eisen & Stahl	349	3.938	20.253	7.664	586	0	32.790
Chemie und Petrochemie	1.375	15.898	2.963	7.985	35	944	29.200
Nicht-Eisen Metalle	370	112	4.982	1.337	28	384	7.213
Steine und Erden, Glas	1.590	123	23.651	3.172	38	10	28.583
Fahrzeugbau	1.861	18	2.209	6.828	69	35	11.020
Maschinenbau	5.016	354	7.069	2.207	917	103	15.665
Bergbau	208	129	4.098	2.797	7	0	7.238
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	1.217	10.250	1.391	4.225	93	1	17.178
Papier und Druck	5.171	32.259	4.215	17.970	295	0	59.911
Holzverarbeitung	2.870	5.871	5.222	5.214	14	0	19.192
Bau	2.572	34	1.585	35.212	152	0	39.555
Textil und Leder	662	1.518	226	2.189	73	0	4.667
Sonst. Produzierender Bereich	2.429	964	1.807	2.919	86	1	8.206
SUMME	25.690	71.469	79.671	99.717	2.392	1.479	280.418

Tabelle 162: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Sparten

Innerhalb der einzelnen Nutzenergiekategorien wurden die Verbräuche noch nach Energieträgern gegliedert. Die Ergebnisse zeigen die Tabelle 163 und Tabelle 164.

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	2.632	0	3.297	11.576	0	0	17.505
Kohle	0	0	8.243	0	0	0	8.243
Gas	7.897	57.460	41.216	0	0	0	106.573
Fernwärme	3.948	718	2.473	0	0	0	7.139
Biomasse fest	1.316	13.647	12.365	0	0	0	27.328
Strom	5.265	0	14.838	104.187	3.858	1.591	129.739
Solarthermie	2.632	0	0	0	0	0	2.632
Wärmepumpe	2.632	0	0	0	0	0	2.632
SUMME	26.322	71.825	82.432	115.763	3.858	1.591	301.791

Tabelle 163: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	0	0	0	0	0	0	0
Kohle	0	0	6.820	0	0	0	6.820
Gas	7.707	35.023	39.836	0	0	0	82.566
Fernwärme	5.138	1.424	3.984	0	0	0	10.546
Biomasse fest	1.285	35.023	10.708	0	0	0	47.016
Strom	2.569	0	18.324	99.717	2.392	1.479	124.481
Solarthermie	5.138	0	0	0	0	0	5.138
Wärmepumpe	3.854	0	0	0	0	0	3.854
SUMME	25.691	71.470	79.672	99.717	2.392	1.479	280.421

Tabelle 164: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern

Es sei noch darauf hingewiesen, dass es sich bei den 6.820 TJ Kohle, die im Jahr 2050 verbraucht werden, um Koks aus der Eisen- & Stahlerzeugung handelt. Soll das österreichische Energiesystem 2050 zu 100% erneuerbar sein, so muss (unter anderem) dieser Koks durch Holzkohle ersetzt werden.

4.5.4.2 Szenario Forciert

Im Szenario Forciert wurden die erzielbaren Effizienzsteigerungen im Allgemeinen höher angenommen als im Szenario Pragmatisch. Es wird nachfolgend die zusammenfassende Tabelle dargestellt.

Nutzenergiekategorie	2005	2020	2050
Raum	70	80	90
Dampf	80	85	90
Öfen	80	85	90
Elektromotoren	80	85	90
Verbrennungsmotoren	30	35	40
Beleuchtung	5	20	30
Elektrochemie	13	14	16

Tabelle 165: Entwicklung der Wirkungsgrade [%]

Berechnung und Ergebnis

Die Berechnung erfolgte analog jener im Szenario Pragmatisch. Die folgenden vier Tabellen geben die Ergebnisse wieder.

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Eisen & Stahl	342	3.859	19.848	8.583	718	0	33.350
Chemie und Petrochemie	1.421	16.428	3.062	9.430	45	1.045	31.431
Nicht-Eisen Metalle	348	105	4.692	1.438	33	388	7.004
Steine und Erden, Glas	1.643	127	24.439	3.746	49	11	30.014
Fahrzeugbau	1.824	18	2.165	7.648	84	37	11.775
Maschinenbau	4.879	344	6.876	2.453	1.115	107	15.774
Bergbau	214	133	4.234	3.303	9	0	7.894
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	1.193	10.045	1.363	4.732	114	1	17.449
Papier und Druck	5.030	31.380	4.100	19.977	359	0	60.846
Holzverarbeitung	2.703	5.528	4.918	5.611	17	0	18.777
Bau	2.502	33	1.542	39.144	185	0	43.406
Textil und Leder	644	1.477	219	2.433	89	0	4.862
Sonst. Produzierender Bereich	2.363	938	1.758	3.245	104	1	8.409
SUMME	25.106	70.416	79.216	111.744	2.920	1.590	290.992

Tabelle 166: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Sparten

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Eisen & Stahl	295	3.533	18.171	6.876	464	0	29.339
Chemie und Petrochemie	1.086	13.347	2.488	6.703	26	786	24.436
Nicht-Eisen Metalle	384	123	5.490	1.473	27	421	7.917
Steine und Erden, Glas	1.256	103	19.855	2.663	28	8	23.913
Fahrzeugbau	1.572	16	1.982	6.127	55	31	9.782
Maschinenbau	4.864	364	7.283	2.273	834	105	15.724
Bergbau	164	108	3.440	2.348	5	0	6.065
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	1.028	9.196	1.248	3.791	74	1	15.339
Papier und Druck	5.015	33.237	4.343	18.515	268	0	61.378
Holzverarbeitung	2.977	6.469	5.754	5.745	14	0	20.958
Bau	2.494	35	1.633	36.279	138	0	40.579
Textil und Leder	642	1.564	232	2.255	66	0	4.760
Sonst. Produzierender Bereich	2.355	994	1.862	3.007	78	1	8.297
SUMME	24.131	69.091	73.782	98.054	2.076	1.354	268.488

Tabelle 167: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Sparten

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	2.511	0	1.584	5.587	0	0	9.682
Kohle	0	0	7.922	0	0	0	7.922
Gas	7.532	39.412	39.608	5.587	0	0	92.139
Fernwärme	3.766	1.051	3.961	0	0	0	8.778
Biomasse fest	1.255	8.933	11.882	0	0	0	22.070
Strom	5.021	21.020	14.259	100.570	2.920	1.590	145.380
Solarthermie	2.511	0	0	0	0	0	2.511
Wärmepumpe	2.511	0	0	0	0	0	2.511
SUMME	25.107	70.416	79.216	111.744	2.920	1.590	290.993

Tabelle 168: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern

	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	0	0	0	0	0	0	0
Kohle	0	0	6.479	0	0	0	6.479
Gas	4.826	18.032	29.513	0	0	0	52.371
Fernwärme	3.620	1.573	7.378	0	0	0	12.571
Biomasse fest	1.207	18.032	15.655	0	0	0	34.894
Strom	2.413	31.454	14.756	98.054	2.076	1.354	150.107
Solarthermie	4.826	0	0	0	0	0	4.826
Wärmepumpe	7.239	0	0	0	0	0	7.239
SUMME	24.131	69.091	73.781	98.054	2.076	1.354	268.487

Tabelle 169: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern

Die folgende Tabelle vergleicht nochmals den energetischen Endverbrauch, gegliedert nach den Sparten des Sektors Sachgüterproduktion, im Basisjahr mit den Ergebnissen der Szenarien.

	2005	Pragmatisch		Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Eisen- und Stahlerzeugung	38.086	35.610	32.790	33.350	29.339
Chemie und Petrochemie	35.899	33.417	29.200	31.431	24.436
Nicht Eisen Metalle	6.664	6.897	7.213	7.004	7.917
Steine und Erden, Glas	34.470	31.893	28.583	30.014	23.913
Fahrzeugbau	12.945	12.630	11.020	11.775	9.782
Maschinenbau	19.027	16.540	15.665	15.774	15.724
Bergbau	8.962	8.409	7.238	7.894	6.065
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	19.219	18.587	17.178	17.449	15.339
Papier und Druck	61.245	60.602	59.911	60.846	61.378
Holzverarbeitung	17.748	18.750	19.192	18.777	20.958
Bau	42.743	44.747	39.555	43.406	40.579
Textil und Leder	5.054	5.019	4.667	4.862	4.760
Sonst. Produzierender Bereich	8.726	8.692	8.206	8.409	8.297
SUMME	310.787	301.794	280.418	290.992	268.488

Tabelle 170: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Sektor Sachgüterproduktion im Basisjahr und beiden Szenarien, in den Jahren 2020 und 2050

4.6 Landwirtschaft

4.6.1 Datenlage

Aus Kapitel 2 sind der korrigierte energetische Endverbrauch und der korrigierte Stromverbrauch des Sektors Landwirtschaft bekannt. Damit können auch die Verbräuche an anderen Energieträgern auf das Basisjahr normiert werden. Der Korrekturfaktor lautet:

$$f_k = \frac{(EE_{05}^k - Eel_{05}^k)}{(EE_{05} - Eel_{05})} \approx 0,969.$$

Tabelle 171 fasst das Ergebnis zusammen.

	Verbrauch 2005	Verbrauch Basisjahr
Öl	12.156	11.785
Kohle	110	107
Gas	689	668
Fernwärme	367	356
Biomasse fest	7.238	7.017
Strom	4.389	4.389
Solarthermie	27	26
Wärmepumpe	26	25
SUMME	25.002	24.373

Tabelle 171: Verbräuche [TJ] im Sektor Landwirtschaft 2005 und im Basisjahr

Zu Tabelle 171 ist anzumerken, dass unter „Biomasse fest“ auch die biogenen Brenn- und Treibstoffe subsummiert sind, also auch „nicht feste“ Energieträger. Wie sich diese 24.373 TJ allerdings auf die unterschiedlichen im Sektor Landwirtschaft zusammengefassten Bereiche, also die ÖNACE-Gruppen Pflanzenbau, Tierhaltung, Gemischte Landwirtschaft, Erbringung von landwirtschaftlichen und gärtnerischen Dienstleistungen, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei und Fischzucht, aufteilen, ist nicht bekannt. Zur Erstellung der Gesamtenergiebilanz wird der Verbrauch des Sektors Landwirtschaft anhand eines Modells aus den 1970er Jahren berechnet. In dieses Modell fließen u. a. die (landwirtschaftlich) genutzte Fläche und die Art der Nutzung ein. Auf welche Art z. B. die Forstwirtschaft berücksichtigt wird ist nicht bekannt.

Eine Einteilung in die Nutzenergiekategorien der NEA 1998 kann aber vorgenommen werden. Damit ergibt sich ein Bild gemäß Tabelle 172.

	TRA	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	8.419	1.802	0	375	1.189	0	0	11.785
Kohle	0	17	38	52	0	0	0	107
Gas	0	500	80	88	0	0	0	668
Fernwärme	0	356	0	0	0	0	0	356
Biomasse fest	1.486	5.135	0	396	0	0	0	7.017
Strom	0	832	0	1.083	1.591	873	10	4.389
Solarthermie	0	26	0	0	0	0	0	26
Wärmepumpe	0	25	0	0	0	0	0	25
SUMME	9.905	8.693	118	1.994	2.780	873	10	24.373

Tabelle 172: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Landwirtschaft im Basisjahr nach Energieträgerklassen und Nutzenergiekategorien

4.6.2 Zukünftige Entwicklung

Effizienz- bzw. Energieeinsparpotenziale im Sektor Landwirtschaft finden sich ausschließlich für landwirtschaftliche Betriebe, also den Pflanzenbau und die Tierhaltung. So gibt beispielsweise die Schweizer Studie „Rationelle Energieanwendung in der Landwirtschaft“ (J.-L. Hersener, U. Meier, 2001) Einsparpotenziale für Treibstoffe und Strom an. Betreffend die Treibstoffe, die im Rahmen dieser Studie größtenteils dem Pflanzenbau zugeschrieben werden, kommen die Autoren zu dem Schluss, dass in Extremfällen (Umstellung von konventioneller Bestellung mit Pflug auf Direktsaat) zwar bis zu 78% des Treibstoffeinsatzes eingespart werden können, im Rahmen der beiden Szenarien realistisch bzw. optimistisch der o.g. Studie werden die Einsparungen für einen Durchschnittsbetrieb aber mit 7% bzw. 16% angegeben.

Der gesamte Stromverbrauch, hervorgerufen primär durch die Tierhaltung, könnte um bis zu 35% gesenkt werden, der Verbrauch für einige spezielle Anwendungen sogar noch weiter (Heißwasser: -71%, Heubelüftung: -41%). Im Rahmen der realistischen Betrachtung gehen die Autoren davon aus, dass ein Potenzial von 24% ausschöpfbar ist, während in der optimistischen Betrachtungsweise die vollen 35% für möglich gehalten werden.

In der Broschüre „Stromsparen in der Landwirtschaft“ (Mag. C. Öhlinger, Dr. G. Dell, Mag. C. Egger, Linz, 2008) kommt der O.Ö. Energiesparverband zu dem Schluss, dass sogar bis zu 40% des Stromverbrauchs einzelner landwirtschaftlicher Betriebe eingespart werden könnten.

Bei diesen Potenzialen ist jedoch nicht klar, auf welchen Ausgangswert sie zu beziehen sind. Hinzu kommt, dass für die ÖNACE-Gruppen Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei und Fischzucht keine Potenziale bekannt sind.

Der Gesamtenergiebilanz ist zu entnehmen, dass der energetische Endverbrauch des gesamten Sektors seit 2001 praktisch konstant ist. Aus diesen Gründen wurde der energetische Endverbrauch des Sektors Landwirtschaft als konstant betrachtet, also für die Jahre 2020 und 2050 gegenüber dem Basisjahr nicht verändert. Lediglich der Energieträgermix wurde dahingehend verändert, dass der Verbrauch mit ausschließlich erneuerbaren Energieträgern gedeckt wird. Die beiden folgenden Tabellen geben die für die Jahre 2020 und 2050 angenommenen Energieträgerverteilungen wieder.

	TRA	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	4.953	869	0	0	0	0	0	5.822
Kohle	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas	0	435	83	299	0	0	0	817
Fernwärme	0	435	0	0	0	0	0	435
Biomasse fest	4.952	5.216	35	598	0	0	0	10.801
Strom	0	348	0	1.097	2.780	873	10	5.108
Solarthermie	0	695	0	0	0	0	0	695
Wärmepumpe	0	695	0	0	0	0	0	695
SUMME	9.905	8.693	118	1.994	2.780	873	10	24.373

Tabelle 173: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2020 nach Energieträgerklassen und Nutzenergiekategorien

	TRA	RW	D	IÖ	SM	BE	ecZ	EE
Öl	0	0	0	0	0	0	0	0
Kohle	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas	0	435	71	299	0	0	0	805
Fernwärme	0	435	0	0	0	0	0	435
Biomasse fest	9.905	5.650	47	598	0	0	0	16.200
Strom	0	435	0	1.097	2.780	873	10	5.195
Solarthermie	0	869	0	0	0	0	0	869
Wärmepumpe	0	869	0	0	0	0	0	869
SUMME	9.905	8.693	118	1.994	2.780	873	10	24.373

Tabelle 174: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2050 nach Energieträgerklassen und Nutzenergiekategorien

Für die Nutzenergiekategorie wird nochmals darauf hingewiesen, dass unter „Biomasse fest“ auch biogene Brenn- und Treibstoffe zu verstehen sind. In diesem speziellen Fall sind also im Jahr 2050 knapp 10 PJ an Biotreibstoffen bereitzustellen.

4.7 Mobilität

Mobilität von Personen und Gütern ist in der Regel kein Selbstzweck, sondern dient der Befriedigung unterschiedlichster Bedürfnisse, begonnen beim Aufsuchen des Arbeitsplatzes um einer Erwerbstätigkeit nachzugehen über den Einkauf um die persönliche Versorgung sicher zu stellen bis zu den Freizeitwegen um soziale Kontakte zu pflegen, sich zu erholen uvm. So breit die Palette der Bedürfnisse ist, ebenso breit gestreut sind die Optionen für deren Befriedigung.

Anzustreben ist, dass durch kompakte Siedlungs- sowie lokale Versorgungs- und Freizeitstrukturen all die Bedürfnisse des täglichen Bedarfs (Wohnen, Arbeiten, Bildung, Versorgung, Freizeit) in räumlicher Nähe zueinander befriedigt werden können. Dadurch soll die Entstehung von für die Befriedigung der Bedürfnisse nicht erforderlichem und dem Komfort der Bevölkerung nicht dienenden Verkehr überhaupt vermieden werden. Dies dient nicht nur der Reduktion des Energiebedarfs sondern auch der Sicherung der Grundbedürfnisse für alle Gesellschafts- und Altersgruppen unabhängig von den zur Verfügung stehenden bzw. ihnen zugänglichen Mobilitätschancen und der Vermeidung weiterer Umweltbelastungen, die durch den Verkehr bedingt sind.

Die tatsächlich erforderlichen, unvermeidbaren, für den Komfort der Menschen notwendigen bzw. wünschenswerten Wege sollen mit möglichst sozial- und umweltverträglichen Verkehrsmitteln abgewickelt werden. Der lokale Fuß- und Radverkehr soll durch lebenswerte Siedlungsstrukturen gestärkt, der öffentliche Verkehr (ÖV) forciert und der motorisierte Individualverkehr (MIV) zusehends auf die vorgenannten Verkehrsträger verlagert werden. Auch dies dient nicht nur der Reduktion des Energiebedarfs, sondern auch der Sicherung der Erreichbarkeiten für alle und der Reduktion weiterer Umweltbelastungen.

Schließlich soll auch eine Verbesserung der eingesetzten Verkehrsmittel zum Tragen kommen. Der Einsatz erneuerbarer Energieträger als Energiequelle, die Verwendung effizienter Transporttechnologien aber auch technologische Weiterentwicklungen zur Steigerung der Energieeffizienz sind anzustreben. All dies trägt zu einer Verbesserung des Verkehrs in oben beschriebenem Sinne bei.

Analoges gilt auch für den Güterverkehr.

Bei all diesen bekannten Strategien bleibt das Problem, dass die Mobilitätsdienstleistungen für die weitere Betrachtung in Zahlen gefasst werden müssen. Trotz intensiver

Literaturrecherchen konnten derartige Ansätze nicht gefunden werden. Auch seitens der Autoren scheint es nicht möglich, die einzelnen Bedürfnisse (sozialer Kontakt, Erholung, ...) in Zahlen zu fassen. In die unterschiedlichen Annahmen der Szenarien fließen allerdings Überlegungen bezüglich der genannten Bedürfnisse ein. Für die weiteren Überlegungen werden daher gängige Mobilitäts-Kennzahlen herangezogen, mit denen Berechnungen möglich sind. Diese versuchen die Energiedienstleistung der Mobilität abzubilden, entsprechen ihr allerdings nicht.

In weiterer Folge wird als Messgröße die Personen- bzw. Güterverkehrsleistung herangezogen. Wird die Verkehrsleistung für das Jahr 2050 ermittelt, so kann je nach eingesetzten Verkehrsträgern (ÖV, Diesel-PKW, Elektro-Auto, LKW, Rad, etc.) der voraussichtliche Energiebedarf ermittelt werden. Entsprechende Variationen erlauben die Anpassung an die zur Verfügung stehenden Energieträger.

Dabei bedeutet allerdings eine steigende Verkehrsleistung keine gestiegene Energiedienstleistung Mobilität. Gleichmaßen steht eine sinkende Verkehrsleistung nicht für eine sinkende Energiedienstleistung. Steht nämlich der Grießler ums Eck für den Einkauf zur Verfügung anstatt der Supermarkt in der nächsten Stadt, so sinkt – aufgrund der reduzierten Weglänge zum Greißler im Vergleich zum Supermarkt – wohl die Verkehrsleistung bei einem Einkauf, die Dienstleistung bleibt aber die gleiche, wird vielleicht sogar eine qualitativ höherstehende. Somit kann eine reduzierte Verkehrsleistung durchaus auch für eine höhere Energiedienstleistung stehen.

Aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik werden in weiterer Folge der Personen- und Güterverkehr jeweils getrennt betrachtet.

4.7.1 Datenlage

Nachfolgend wird die Datenlage für das Basisjahr aber auch für die Jahre 2020 und 2050 dargestellt.

4.7.1.1 Personenverkehr

Umfangreiche Recherchen haben ergeben, dass die benötigten Daten für das Basisjahr weitestgehend vorhanden sind. Neben zahlreichen weiteren Quellen konnten vor allem die Publikationen „Verkehr in Zahlen 2007“ sowie „Mobilität in NÖ 2003“ herangezogen werden.

Dabei zeigt sich, dass die Daten in „Verkehr in Zahlen“ fallweise älteren Datums sind; zum Teil aus dem Jahr 1995. Zudem werden in dieser Publikation vor allem hoch aggregierte, auf ganz Österreich bezogene Daten angegeben. Regionale Differenzierungen sind kaum möglich. Dennoch liegen aufgrund dieser Publikation Daten zu der Wegzahl pro Person nach Bundesland, zu der Wegzahl je Altersklasse, zu den durchschnittlichen Weglängen, zu den durchschnittlichen Weglängen je Verkehrsmittel sowie dem Modal Split nach Bundesländern vor. Zudem ist angegeben, welchen Anteil die einzelnen Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck haben und wie hoch der Anteil der Wegzwecke an der Zahl der Wege ist. Bedauerlicherweise sind Angaben zu den durchschnittlichen Weglängen je Verkehrsmittel und Wegzweck nicht dargestellt. Ebenso schütter erweist sich die Datenlage zur Verkehrsleistung: außer Gesamtwerte für ÖV und MIV sind keine Daten dargestellt; auch nicht die Verkehrsleistung des Fuß- und Radverkehrs. Eine weitere Differenzierung der Verkehrsleistung erfolgt nicht. Ebenso gering ist die Datenverfügbarkeit im Flugverkehr: außer den Passagierzahlen finden sich keine Daten. Aus diesem Grund galt es für die Projektbearbeiter, die nicht verfügbaren Daten aus anderen zu berechnen, abzuschätzen oder behelfsweise anzunehmen. Durch einen Abgleich der errechneten Werte der Verkehrsleistung mit den publizierten Gesamtwerten konnte die Schlüssigkeit der Berechnungen und die Plausibilität der Annahmen überprüft werden.

Die Publikation „Mobilität in NÖ 2003“ weist spezifische Daten zur Mobilität in dem insgesamt ländlich geprägten Bundesland Niederösterreich aus. Aus diesem Grund wurden diese Daten als Input für die Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner herangezogen. In dieser Publikation finden sich Angaben zur Wegzahl je Alterklasse und Werktag, zum Anteil der Wegzwecke an der Zahl der Wege nach Altersklasse, zum Anteil der Verkehrsmittel an der Wegzahl nach Wegzweck und zur durchschnittlichen Weglänge je Verkehrsmittel (nicht aber zur durchschnittlichen Weglänge je Verkehrsmittel und Wegzweck!). Keine Daten sind zu den Verkehrsleistungen enthalten. Auch der Flugverkehr wurde nicht betrachtet.

Für den Zentralraum Wien, der repräsentativ für die Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner herangezogen wurde, lagen die für NÖ genannten Daten nicht in publizierter Form vor. Dem Masterplan Verkehr Wien 2003 konnten nur einige wenige Daten entnommen werden. Auf Anfrage stellte die MA 18 allerdings ergänzende Daten zur Verfügung (KONTIV Wien 1998-2004).

Für die Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner wurden jeweils die Mittelwerte der Werte der beiden oben genannten Gemeindegrößenklassen als Input für die

nachfolgenden Berechnungen herangezogen, nachdem geeignete publizierte Daten nicht verfügbar waren.

Ergänzend konnten einzelne Daten aus anderen Publikationen (NÖ Strategie Verkehr, Mobilitätsszenarien 2035, est – Nachhaltig umweltverträglicher Verkehr, etc.), vor allem als Referenz und zur Überprüfung der Berechnungen, herangezogen werden.

Für die Jahre 2020 und 2050 liegen in verschiedenen, z.T. bereits genannten Publikationen Prognosen zur Verkehrsentwicklung vor. Nachdem all diesen Untersuchungen eine Extrapolation und Fortschreibung bisheriger Trends zugrunde liegt, werden sie dem im gegenständlichen Projekt gewählten methodischen Ansatz der Szenarienbildung nicht gerecht. Es galt daher für die Autoren für die „Zukünfte“ 2020 und 2050 geeignete Annahmen zu treffen. Diese sind in den folgenden Kapiteln dargestellt.

4.7.1.2 Güterverkehr

Beim Güterverkehr ist im Vergleich zum Personenverkehr die Datenlage deutlich schlechter. In der aktuellsten Publikation, Verkehr in Zahlen 2007, wird das Verkehrsaufkommen nach den einzelnen Verkehrsarten und Verkehrsträgern angegeben. Zudem werden die im Inland erbrachten Transportleistungen für das Jahr 2005 nach Verkehrsarten und Verkehrsträgern angeführt. Parameter, von denen die Transportleistung abhängt, sind nicht genannt. Letztlich sind die unterschiedlichen, durchschnittlichen Transportweiten je Verkehrsträger (z.B. Straße 83 km, Schiene 200 km, Rohrleitung 232 km) angeführt.

Um Zukünfte des Güterverkehrs für die Jahre 2020 und 2050 entwickeln zu können, wäre es ideal, wenn man die Transportleistung der einzelnen Branchen, oder aber die Transportleistung hinsichtlich einzelner Güter kennen würde. Derartige Daten werden beispielsweise jährlich von der Statistischen Bundesanstalt der Bundesrepublik Deutschland für Deutschland publiziert. In diesem Fall wäre es – analog zum Bereich Sachgüterproduktion – möglich, aufgrund geänderter Nachfrage nach Produkten und damit geänderter Produktion in der Zukunft, die Entwicklung der Verkehrsleistung abzuschätzen. Aufgrund fehlender Daten bleibt den Autoren dieser wertvolle Ansatz verschlossen.

Für die Entwicklung der Güterverkehrsleistung in der Zukunft existieren zahlreiche Prognosen in diversen Studien. All diesen Prognosen ist ein exorbitantes Wachstum der Verkehrsleistung gemein. Diese auf Trend-Fortschreibungen basierenden Prognosen werden allerdings dem neuartigen Ansatz der Szenarienbildung des gegenständlichen Projekts nicht gerecht.

Daten zur Güterverkehrsleistung durch den Flugverkehr lagen dem Projektteam nicht vor. Auch war es aufgrund der Erfahrungen und der Datenlage nicht möglich verlässliche Abschätzungen für diese Verkehrsleistung zu treffen. Die Güterverkehrsleistung durch den Flugverkehr bleibt daher in weiterer Folge außer Betracht. Dies scheint unter anderem auch deshalb gerechtfertigt, da davon ausgegangen wird, dass aufgrund der Regionalisierung der Wirtschaft sowie der zu erwartenden hohen Kosten im Flugverkehr der Gütertransport durch den Flugverkehr bis zum Jahr 2050 nur mehr eine vergleichsweise sehr geringe Rolle spielen wird.

4.7.2 Ist-Situation

Nachfolgend wird die Situation hinsichtlich des Personen- und Güterverkehrs im Basisjahr dargestellt. Anhand dieser Daten wird auch das Rechenmodell, das zur Berechnung der Verkehrsleistung und dem darauf gründenden Energiebedarf in den Jahren 2020 und 2050 herangezogen wurde, dargestellt. Anhand der Daten aus dem Basisjahr wird zudem die Eignung des Rechenmodells verifiziert.

4.7.2.1 Personenverkehr – Verkehrsleistung

Als Hilfsgröße zur Beschreibung der Energiedienstleistung Personen-Mobilität wird die Personenverkehrsleistung herangezogen. Diese hängt von zahlreichen Faktoren ab. Einerseits von der Bevölkerungszahl, andererseits von der Zahl der Wege der Menschen und letztlich von den bei diesen Wegen zurückgelegten Weglängen. All diese Parameter variieren je nach Siedlungsdichte und Alter.

Wegzahl an Werktagen

Die durchschnittliche Wegzahl pro Person an Werktagen war in allen Gemeindegrößenklassen im Basisjahr relativ gleich und lag bei ca. 3 Wegen pro Person. Unterschiede zeigten sich allerdings in den Altersklassen, differenziert nach Gemeindegröße:

Jahr	Gemeinden < 20.000 EW			Gemeinden 20.000 – 100.000 EW			Gemeinde > 100.000 EW		
	bis 15	15-60	60+	bis 15	15-60	60+	Bis 15	15-60	60+
2005	3	3,3	2,4	2,7	3,2	2,55	2,4	3,1	2,7

Tabelle 175: Wegzahl pro Person an Werktagen, Quellen: [KONTIV 1998-2004](#), [Mobilität in NÖ 2003](#), arithmetischer Mittelwert

Anteil der Wegzwecke an der Zahl der Wege an Werktagen

Mobilität ist kein Selbstzweck; sie dient stets der Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen. Somit gilt es zu betrachten, welchem Zweck die einzelnen zurückgelegten Wege dienen. In den einleitend dargestellten Publikationen ist angegeben, welchen Anteil die einzelnen Wegzwecke (z.B. Arbeit, Einkauf, ...) an der Zahl der Wege im Basisjahr haben. Aufgrund der räumlichen Struktur differiert dies nach den Gemeindegrößenklassen. Aufgrund der unterschiedlichen Bedürfnisse je nach Alter ist auch eine Differenzierung nach Altersklasse gegeben.

Für die Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner gilt:

Alterskl.	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	2	66	1	9	21	1
15 – 60 J.	31	2	12	33	19	3
60 + J.	8	0,5	5	55,5	28	3

Tabelle 176: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Mobilität in NÖ 2003

Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner:

Für die Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner wurde bislang die Stadt Wien als Referenzwert herangezogen. Den Autoren liegen für diese Stadt die Ergebnisse von KONTIV 1998-2008 vor. Diese Erhebung differenziert nach 7 Wegzwecken (Begleitung, Dienstleistungen, nach Hause, Arbeit, Ausbildung, Einkauf und Freizeit), nicht aber nach Altersklassen. Für die Stadt Salzburg hingegen liegen detaillierte Daten auch nach Altersklassen differenziert vor. Deshalb werden hier ausnahmsweise für die Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner die Daten der Stadt Salzburg als Referenz herangezogen:

Alterskl.	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	5	55	1	14	25	0
15 – 60 J.	42	2	15	23	18	0
60 + J.	2	1	2	62	33	0

Tabelle 177: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Verkehr in Zahlen – Stadt Salzburg

Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner

Für die Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner wurden abermals die arithmetischen Mittelwerte der jeweiligen Werte der anderen beiden Größenklassen herangezogen:

Alterskl.	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/ geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	3,5	60,5	1	11,5	23	0,5
15 – 60 J.	36,5	2	13,5	28	18,5	1,5
60 + J.	5	0,75	3,5	58,75	30,5	1,5

Tabelle 178: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner

Modal Split nach Wegzweck an Werktagen

Der Anteil der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck unterscheidet sich – aufgrund der unterschiedlichen infrastrukturellen Ausstattung – in den einzelnen Gemeindegrößenklassen. Für das Basisjahr sind entsprechende Werte publiziert. Dabei wurde in „Mobilität in NÖ 2003“ nach den oben dargestellten Wegzwecken unterschieden. Für die Stadt Wien, repräsentativ für die Größenklasse > 100.000 Einwohner (Kontiv 1998 – 2004), wurde allerdings nur nach den Wegzwecken Arbeit + Ausbildung, Einkauf und Freizeit differenziert. Daher galt es für die Projektbearbeiter, diese drei Wegzwecke den ursprünglich verwendeten zuzuordnen. Dies geschah wie folgt:

Berufsverkehr → Arbeit + Ausbildung; Ausbildung → Arbeit + Ausbildung;
Dienstlich/geschäftlich → Arbeit + Ausbildung; Einkauf, priv. Erledigung → Einkauf, Freizeit → Freizeit; Sonstiges → Arbeit + Ausbildung.

V-Mittel	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/ geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Fuß	9	21	7	23	26	16
Rad	6	6	2	7	11	5
MIV	68	26	82	66	56	70
ÖV	17	47	9	4	7	9

Tabelle 179: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Mobilität in NÖ 2003

V-Mittel	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Fuß	16	16	16	46	24	16
Rad	3	3	3	2	5	3
MIV	32	32	32	26	35	32
ÖV	49	49	49	26	36	49

Tabelle 180: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Kontiv 1998 – 2004 abgeändert

V-Mittel	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Fuß	12,5	18,5	11,5	34,5	25	16
Rad	4,5	4,5	2,5	4,5	8	4
MIV	50	29	57	46	45,5	51
ÖV	33	48	29	15	21,5	29

Tabelle 181: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner; Quelle: Mittelwert der Werte der beiden anderen Gemeindegrößenklassen

Durchschnittliche Weglänge je Verkehrsmittel an Werktagen

Nachdem in den, den Autoren vorliegenden Studien und Statistiken keine Daten zur durchschnittlichen Länge eines Weges, der zu einem bestimmten Zweck mit einem bestimmten Verkehrsmittel zurückgelegt wird (z.B. Arbeitsweg mit ÖV ist durchschnittlich xx km lang), enthalten sind, war man gezwungen, mit den durchschnittlichen Weglängen je Verkehrsmittel (unabhängig vom Wegzweck) das Auslangen zu finden. Diese Weglängen differieren je nach Gemeindegrößenklasse. Für das Basisjahr standen folgende Daten zur Verfügung:

V-Mittel	< 20.000 Einwohner	20.000 – 100.000 Einwohner	> 100.000 Einwohner
Fuß	1,4	1,1	0,8
Rad	2,5	2,95	3,4
MIV	15,9	12,95	10
ÖV	29,1	18,3	7,5

Tabelle 182: Durchschnittliche Weglänge [km] je Verkehrsmittel nach Gemeindegrößenklasse im Basisjahr; Quelle: [Mobilität in NÖ 2003](#), [Kontiv 1998-2004](#), arithmetischer Mittelwert

Mobilität an Sonn- und Feiertagen

Hinsichtlich der Mobilität an Sonn- und Feiertagen sind für das Basisjahr nur wenige Daten verfügbar. Demgemäß ist eine Differenzierung nach Altersklassen nicht möglich.

Aus der Publikation „Mobilität in NÖ 2003“ sowie den KONTIV-Daten geht hervor, dass die durchschnittliche Zahl der von einer Person an Sonn- und Feiertagen zurückgelegten Wege geringer ist als an Werktagen:

Jahr	Wegzahl < 20.000 Einwohner	Wegzahl 20 – 100.000 EW.	Wagzahl > 100.000 EW
2005	2,6	2,45	2,3

Tabelle 183: Wegzahl pro Person an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr. Quelle: [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#), arithmetischer Mittelwert

Auch hinsichtlich dem Modal-Split zeigen sich deutliche Unterschiede zum werktäglichen Verkehr. Nach „Mobilität in NÖ 2003“ werden beispielsweise an Sonn- und Feiertagen 24% der Wege zu Fuß, 5% der Wege mit dem Rad, 68% der Wege mit dem MIV und 3 % der Wege mit dem ÖV zurückgelegt:

Jahr	< 20.000 Einwohner				> 100.000 Einwohner			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	24	5	3	68	28	3	24	45

Tabelle 184: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr. Quelle: [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#)

Für die Gemeindegrößenklasse 20.000 bis 100.000 Einwohner wird das arithmetische Mittel der beiden anderen Größenklassen herangezogen.

Die mit den einzelnen Verkehrsmitteln zurückgelegten, durchschnittlichen Wegstrecken sind an Sonn- und Feiertagen länger als an Werktagen:

Jahr	< 20.000 Einwohner				> 100.000 Einwohner			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1,9	6,9	63,6	25,5	1,2	5	8,8	15

Tabelle 185: Durchschnittliche Länge [km] der Wege je Verkehrsmittel (in km) an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr. Quelle: [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#)

Für die Gemeindegrößenklasse 20.000 bis 100.000 Einwohner wird das arithmetische Mittel der beiden anderen Größenklassen herangezogen.

Verteilung Werk- und Sonntage

Nach Auskunft Büro Herry wurden bei den Studien „Verkehr in Zahlen“ sowie „Mobilität in NÖ“ die Wochentage Dienstag, Donnerstag und Sonntag abgefragt. In die Kategorie Werktag fallen daher die Wochentage Montag bis Freitag, in die Kategorie Sonn- und Feiertage ausschließlich die Sonn- und Feiertage. Die Samstage stellen lt. mündlicher Auskunft des Büro Herry – ohne dass dies publiziert wurde – einen „Mittelwert“ hinsichtlich Verkehrsleistung und Modal-Split zwischen Werk- und Sonntagen dar.

Für die gegenständliche Studie wurden daher die Wochentage des Jahres 2005 erhoben. Sie wurden differenziert nach Samstagen, Sonn/Feiertagen, Werktagen und Urlauben. Bei diesen Kategorien kam es zu Überschneidungen (z.B. Feiertag an einem Samstag), die anhand der Erfahrungen der Projektbearbeiter bereinigt wurden. Somit ergibt sich für die weitere Betrachtung nachfolgende Aufteilung für das Basisjahr:

Werktage (Mo – Fr):	225
Samstage:	47
Sonn/Feiertage:	58
Urlaubstage:	35

Für die Werktage wurde die Verkehrsleistung an Werktagen herangezogen. Für die Sonn- und Feiertage die Verkehrsleistung für eben diese Tage. Für Samstage wurde das arithmetische Mittel der Verkehrsleistung von Werk- sowie Sonn- und Feiertagen herangezogen. Bei den Urlaubstagen wurde angenommen, dass an der Hälfte von ihnen keine Verkehrsleistung erbracht wird (Baden am See, ...), für die verbleibende Urlaubszeit wurde die Verkehrsleistung von Sonn- und Feiertagen angesetzt.

Flugverkehr

Insbesondere hinsichtlich des Energiebedarfs ist der Flugverkehr eine nicht zu unterschätzende Größe. Dennoch sind für den Flugverkehr keine Daten zur Verkehrsleistung verfügbar. Seitens Statistik Austria wurden für das Basisjahr lediglich die Passagierzahlen der österreichischen Flughäfen veröffentlicht: 23,6 Mio. Dies würde – umgelegt auf die österreichische Bevölkerungszahl – ca. 1,5 Flugreisen (= Hin- und Rückflug) pro Österreicher und Jahr bedeuten. Für die weitere Betrachtung wird angenommen, dass die Hälfte der

Passagiere von einem österreichischen Flughafen abfliegt, und die Hälfte der Passagiere auf einem solchen ankommt (ausgenommen Inlandsflüge – sh. unten!).

Um aus den Passagierzahlen die Verkehrsleistung errechnen zu können gilt es die durchschnittliche Entfernung, die ein Passagier bei einer Flugreise zurücklegt zu erheben.

In Deutschland wird angegeben, dass die durchschnittliche Entfernung je Inlandsflug unter 500 km liegt. Zudem liegt im Berliner Flugverkehr die durchschnittliche Reiseweite je Flug unter 500 km (Vergl. Wolf W. (2003)).

Dem hält der VCÖ entgegen (vergl. <http://www.vcoe.at/start.asp?ID=3241&b=1>) dass die oben genannten Daten den Flugverkehr nationalstaatlich abgrenzen. Auf diese Weise kommt das Ergebnis zustande, dass Flüge innerhalb Deutschlands zum Teil als durchschnittlich weiter ausgewiesen werden, als grenzüberschreitende Flüge, weil diese im Durchschnitt vom Startflugplatz aus rascher die Landesgrenze erreichen als den innerdeutschen Zielflughafen. „In Wirklichkeit ist es natürlich anders, und die grenzüberschreitenden Flüge sind mit durchschnittlich rund 3.000 km Entfernung etwa sechs mal so weit, wie innerdeutsche Flüge“.

Diese Daten werden – mangels anderer verfügbarer Daten für Österreich – übernommen. Es wird angenommen, dass ca. 10% der Flüge in Österreich Inlands- und 90% der Flüge grenzüberschreitende Flüge sind. Damit ergibt sich für das Basisjahr eine durchschnittliche Reiseweite von 2.750 km.

Jahr	Durchschn. Entfernung je Flugreise (in km)
2005	2.750

Tabelle 186: Durchschnittliche Länge [km] einer Flugreise

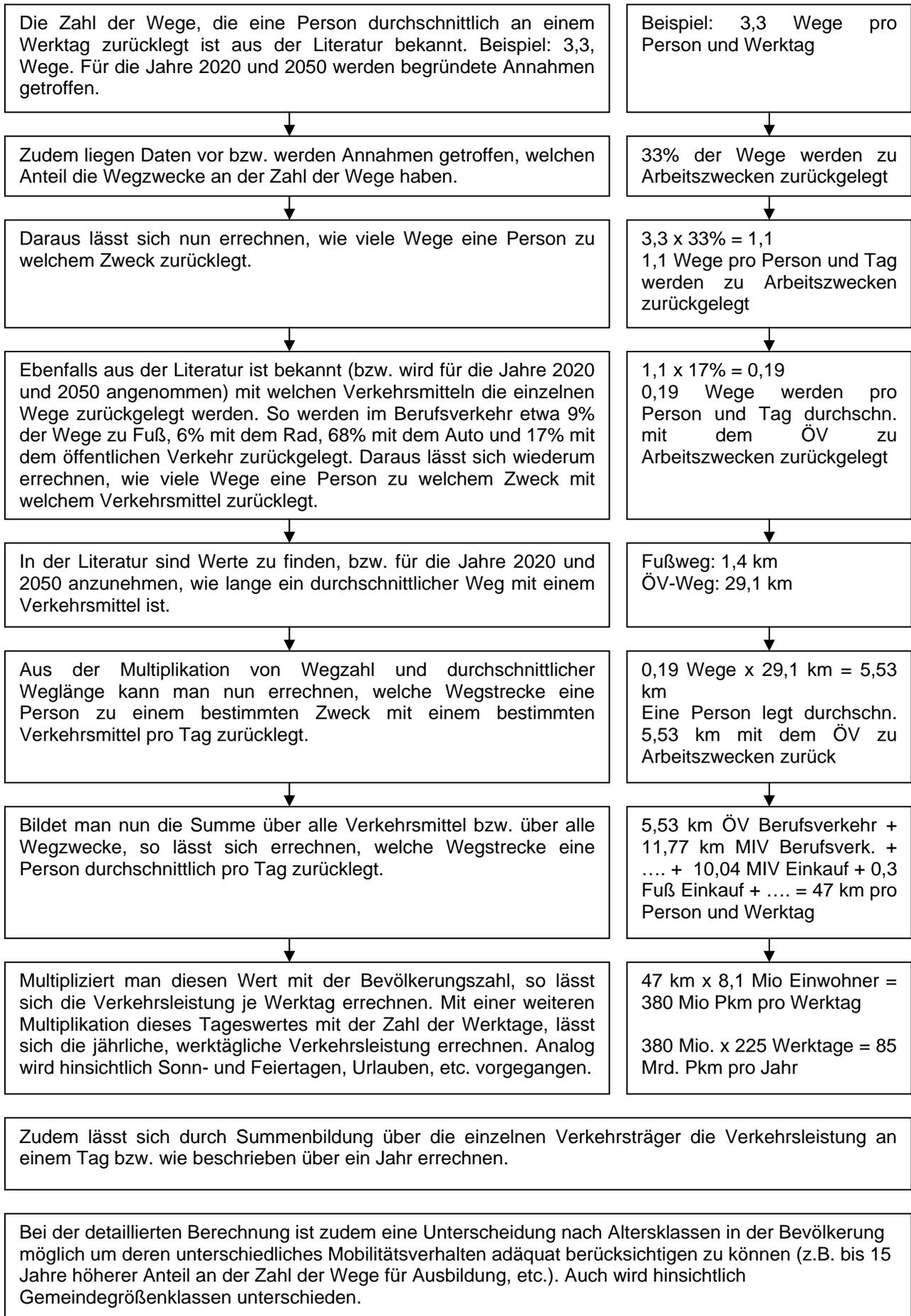
Berechnung der Verkehrsleistung (ohne Flugverkehr)

Aus den vorstehend dargestellten Daten und Annahmen lässt sich die Verkehrsleistung für das Basisjahr errechnen. Anhand eines Abgleichs der für das Basisjahr errechneten Verkehrsleistung mit den für dieses Jahr in Studien publizierten Werten, lässt sich die Richtigkeit der Berechnung überprüfen.

Aufgrund der Differenzierung in mehrere Gemeindegrößenklassen und in mehrere Altersklassen handelt es sich bei den Berechnungen um einen sehr komplexen Vorgang.

Aus diesem Grund wird nachfolgend der Rechengang schematisch anhand eines Beispiels dargestellt. Um die Übersichtlichkeit zu wahren wird in weiterer Folge allerdings auf die Darstellung der Teil- und Zwischenergebnisse verzichtet. Diese können anhand der oben dargestellten Annahmen und des nachfolgend skizzierten Rechengangs jederzeit selbstständig nachvollzogen werden. Zwecks Übersichtlichkeit erfolgt in weiterer Folge ausschließlich die Darstellung der Gesamtergebnisse.

Nachfolgende wird der Rechengang dargelegt:



Berechnung der Verkehrsleistung des Flugverkehrs

Die Verkehrsleistung des Flugverkehrs wird aus der Zahl der Passagiere und der durchschnittlichen Länge eines Fluges errechnet. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass in Österreich nur der Energiebedarf für jene Flüge bereit gestellt werden muss, die in Österreich starten. Für jene Flüge, die in Österreich landen sind – ausgenommen Inlandsflüge – die benötigten Energieträger vom Land des Abflugs bereit zu stellen.

Aus diesem Grund werden bei der oben skizzierten Berechnung nur jene Passagiere berücksichtigt, die in Österreich abfliegen. Gemäß der o.g. Annahme handelt es sich dabei um die Hälfte der internationalen Passagiere der österreichischen Flughäfen.

Demgemäß errechnet sich die Verkehrsleistung für das Basisjahr wie folgt:

Inlandsflüge: Passagierzahl x 10% x durchschnittliche Länge einer Flugreise

+

Internat. Flüge: Passagierzahl x 90% x 0,5 x durchschn. Länge einer Flugreise

Verkehrsleistung – Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Berechnung der Verkehrsleistung für das Basisjahr dargestellt. Dabei wird einerseits nach den Gemeindegrößenklassen und andererseits nach den Verkehrsträgern unterschieden.

Jahr	< 20.000 Einw.	20.000 – 100.000 EW	> 100.000 Einwohner	Zwischen-Summe	Flugverkehr	Gesamt-Summe
2005	66.182	7.944	18.839	92.965	35.694	128.659

Tabelle 187: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] im Basisjahr in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung

Jahr	< 20.000 EW				20.000 – 100.000 EW				> 100.000 EW			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1.294	924	14.834	49.128	171	107	3.054	4.610	593	316	7.313	10.615

Tabelle 188: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse im Basisjahr; eigene Berechnung

Jahr	Absolut (in Mio. Pkm)				Anteile (in %)			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	2.059	1.348	25.201	64.355	2,22	1,45	27,1	69,23

Tabelle 189: Verkehrsleistung der Verkehrsträger in Österreich im Basisjahr ohne Flugverkehr; eigene Berechnung

Um die Berechnungen hinsichtlich ihrer Schlüssigkeit zu überprüfen, gilt es die für das Basisjahr errechneten Ergebnisse mit Literaturwerten abzugleichen. Die Publikation „Verkehr in Zahlen 2007“ gibt für das Basisjahr eine Verkehrsleistung von 86,5 Mrd. Personen-Kilometern an, berücksichtigt dabei allerdings nur den MIV und ÖV. Keine Angaben finden sich zu Fuß- und Rad- sowie Flugverkehr.

Der Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002 aus dem Jahr 2006 gibt die Personenverkehrsleistung (ohne Flugverkehr) für das Jahr 2003 allerdings mit 119 Mrd Pkm an.

Nach dem 8. Umweltkontrollbericht wurde im Basisjahr 26% der Verkehrsleistung durch den Umweltverbund (ÖV, Fuß und Rad) erbracht. 74% der Verkehrsleistung entfielen auf den MIV sowie den Flugverkehr.

Die Studie est – Nachhaltig Umweltverträglicher Verkehr gibt für das Jahr 1998 an, dass 2% der Verkehrsleistung in Österreich zu Fuß, 1% mit den Rad, 66% mit dem MIV, 26% mit dem ÖV und 6% mit dem Flugverkehr erbracht wurden.

Die Werte zeigen – abhängig von der Quelle – eine große Schwankungsbreite, gleichsam aber doch auch eine Größenordnung auf. Vergleicht man diese mit den errechneten Werten, so ist eine gute Übereinstimmung erkennbar. Die Berechnungsmethodik scheint daher auch für die Berechnung der Verkehrsleistung in den Jahren 2020 und 2050 geeignet.

Zum Flugverkehr sei abschließend festgehalten, dass Daten zur Verkehrsleistung des österreichischen Flugverkehrs nicht publiziert sind. Für die Schweiz gibt das Federal Statistical Office für das Jahr 2005 die Verkehrsleistung des Personenflugverkehrs mit 54.700 Mio. Personen-Kilometer an. In der Schweiz wurden in diesem Jahr allerdings 30,9 Mio. Passagiere verzeichnet (in Österreich 23,6 Mio.). Setzt man eine Proportionalität von Verkehrsleistung und Passagierzahl an, so würde sich aus der Umlegung der Daten der Schweiz auf Österreich eine Verkehrsleistung des Personenflugverkehrs von 41.800 Mio. Personen-Kilometer ergeben. Dieser Wert liegt deutlich über dem errechneten Wert von 35.697 Mio. Personen-Kilometer. Damit zeigt sich, dass der errechnete Wert keinesfalls den

Flugverkehr in Österreich überschätzen dürfte. Vielmehr stellt der in der Studie est – nachhaltig umweltverträglicher Verkehr publizierte Wert, der den Flugverkehr mit 6% der Verkehrsleistung in Österreich angibt, offensichtlich eine deutliche Unterschätzung dar. Insgesamt erscheinen der vorgestellte Rechengang und die Annahmen daher auch für den Flugverkehr schlüssig.

4.7.2.2 Personenverkehr – Energiebedarf

Um den Energiebedarf für den Personenverkehr ermitteln zu können, bedarf es der Identifizierung jener Technologien und Treibstoffe mit denen die Verkehrsleistung in den einzelnen Bereichen erbracht wird (z.B. Bahn, Bus, U-Bahn, etc. für ÖV, etc.). Diese variieren verständlicherweise aufgrund der regionalen, räumlichen Verfügbarkeiten der einzelnen Energieträger und Technologien. Bei der Festlegung der Technologien wurde auf die derzeit verfügbaren zurückgegriffen.

Insgesamt werden daher folgende Technologien und deren Treibstoffe betrachtet:

MIV	ÖV	Flugverkehr
PKW – Benzin/Diesel	Bus – Diesel	Flugzeug – Kerosin
PKW – Biokraftstoff	Bus – Biokraftstoff	Flugzeug – Biogas
PKW – Erdgas	Bus – Erdgas	
PKW – Biogas	Bus – Biogas	
PKW – Elektrisch	Bus – Elektrisch	
	Bahn – Biokraftstoff	
	(U-, Straßen-)Bahn – Elektrisch	

Tabelle 190: Technologien und Treibstoffe im Personenverkehr

Zudem ist die Kenntnis des Energiebedarfs pro Personen-Kilometer für jede dieser Technologien erforderlich.

Für das Basisjahr sind diesbezügliche Daten verfügbar, wobei aus den genannten Quellen die angenommenen Besetzungsgrade der Verkehrsmittel aber nicht hervorgehen. Verschiedenste Quellen geben den durchschnittlichen Besetzungsgrad von PKW's in Österreich mit ca. 1,1 an. Rechnet man den in nachstehender Tabelle genannten spezifischen Energiebedarf für PKW-Benzin/Diesel in die geläufige Größenordnung „Verbrauch eines Fahrzeugs auf 100km“ um, so erhält man etwa 9 Liter/100km (1 Liter Kraftstoff enthält etwa 9kWh → $0,75 \cdot 1,1 \cdot 100/9$ bzw. $0,6 \cdot 1,2 \cdot 100/9$), was durchaus der Größenordnung des Mittelwerts des Verbrauchs aller im Basisjahr eingesetzten PKW's entspricht. Gleiches gilt für Elektroautos: hier liegt der

Verbrauch gemäß Berechnung aus untenstehender Tabelle bei etwa 16 bis 18kWh/100km; jener des Tesla Roadster wird mit 13,5 angegeben. Das bedeutet, dass bei nachfolgenden Werten von durchschnittlichen Besetzungsgraden auszugehen ist.

Technologie/Treibstoff	Spezifischer Energiebedarf [kWh/Pkm]
	2005
PKW – Benzin/Diesel	0,75
PKW – Biokraftstoff	0,75
PKW – Erdgas	0,8**
PKW – Biogas	0,8**
PKW – Elektrisch	0,15
Bus – Diesel	0,45
Bus – Biokraftstoff	0,45
Bus – Erdgas	0,6**
Bus – Biogas	0,6**
Bus – Elektrisch	0,2***
(U-/Straßen-)Bahn – Elektrisch	0,09*
Flugzeug – Kerosin	0,35
Flugzeug – Biogas	0,4**

Tabelle 191: Spezifischer Energiebedarf [kWh/Pkm] einzelner Technologien im Personenverkehr; Quellen: IEA (2009)/Lufthansa, 7. Umweltkontrollbericht, VCÖ/VCD, Engel T. (2007),), Annahmen, Mittelwert Bahn/ÖPNV, ** Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen; *** Aufgrund höherer Reibungswiderstände und geringerer Auslastung höherer spez. Bedarf im Vergleich zur Bahn angenommen.

Hinsichtlich der Beiträge der einzelnen Technologien zur Verkehrsleistung sind – nach Kenntnis der Projektbearbeiter – für das Basisjahr keine Daten publiziert. Es galt daher aus bekannten Daten begründete Annahmen zu treffen.

So wurde für das Basisjahr für den MIV vereinfachend angenommen, dass der derzeitige Einsatz an Elektro- und Erdgas- bzw. Biogasfahrzeugen vernachlässigbar ist und 100% der Verkehrsleistung durch Diesel- und Benzin-Pkw erbracht wird.

Auch hinsichtlich des ÖV sind für das Basisjahr kaum Daten verfügbar. So ist den Betriebsangaben des Jahres 2005 der Wr. Linien zu entnehmen, dass von den 746 Mio. Fahrgästen im Jahr 2005 57% mit der U-Bahn, 28% mit der Straßenbahn und 15% mit dem Bus transportiert wurden. Es ist davon auszugehen, dass die Strecken die mit den einzelnen Verkehrsmitteln zurückgelegt wurden variieren; Daten hierzu sind allerdings nicht verfügbar.

Der VOR gibt in seinem Zahlspiegel 2005 an, dass im Jahr 2005 im VOR 805 Mio. Personen befördert wurden. 75 Mio. davon durch die ÖBB, 735 Mio. durch die Wiener Linien, 8 Mio. durch die Wiener Lokalbahnen und 51 Mio. durch die Regionalbusse.

Aus diesen Daten wird für die weiteren Überlegungen für das Basisjahr abgeleitet:

- In der Stadt Wien (repräsentiert in dieser Studie mangels Verfügbarkeit anderer Daten Städte > 100.000 Einwohner) wird nahezu der gesamte ÖV durch die Wr. Linien erbracht. Zudem ist der Anteil der ÖBB (S-Bahn) zu berücksichtigen. In Anlehnung an die Fahrgastzahlen der Wiener Linien wird angenommen, dass 85% der Verkehrsleistung mit schienengebundenen, elektrischen Antrieben erbracht wird und 15% der Verkehrsleistung mit Bussen.
- Anders verhält es sich in ländlichen Regionen, wie z.B. Niederösterreich (< 20.000 Einwohner). Hier kommt dem Transport durch Regionalbusse sowie durch die ÖBB besondere Bedeutung zu. Die ÖBB und Lokalbahnen transportierten im Jahr 2005 etwa 83 Mio. Fahrgäste (62%), die Regionalbusse etwa 51 Mio. Fahrgäste (38%). Zudem ist davon auszugehen, dass mit der Bahn weitere Strecken als mit den Bussen zurückgelegt werden. Es wird daher für das Basisjahr angenommen, dass die Eisenbahn 70%, die Busse 30% der Verkehrsleistung im ÖV erbringen.
- Für die Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner wird der arithmetische Mittelwert zwischen den beiden anderen Gemeindegrößenklassen herangezogen: 77,5% Schiene, 22,5% Bus.

Beim Flugverkehr wird derzeit als einzig bekannte Technologie das Kerosin-Triebwerk eingesetzt. Für das Basisjahr wurde daher diese Technologie mit 100% der Verkehrsleistung angesetzt.

Nachfolgend sind die Annahmen zusammenfassend dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Anteil an Pkm in % < 20.000 Einw.	Anteil an Pkm in % 20 – 100.000 Einw.	Anteil an Pkm in % > 100.000 Einw.
	2005	2005	2005
MIV			
PKW – Benzin/Diesel	100	100	100
PKW – Biokraftstoff	0	0	0
PKW – Erdgas	0	0	0
PKW – Biogas	0	0	0
PKW – Elektrisch	0	0	0
ÖV			
Bus – Diesel	30	18,5	4
Bus – Biokraftstoff	0	0	0
Bus – Erdgas	0	3	10
Bus – Biogas	0	0	0
Bus – Elektrisch	0	1	1
(U-/Straßen-)Bahn – Elektrisch	70	77,5	85

Tabelle 192: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie in den einzelnen Gemeindegrößenklassen im Personenverkehr

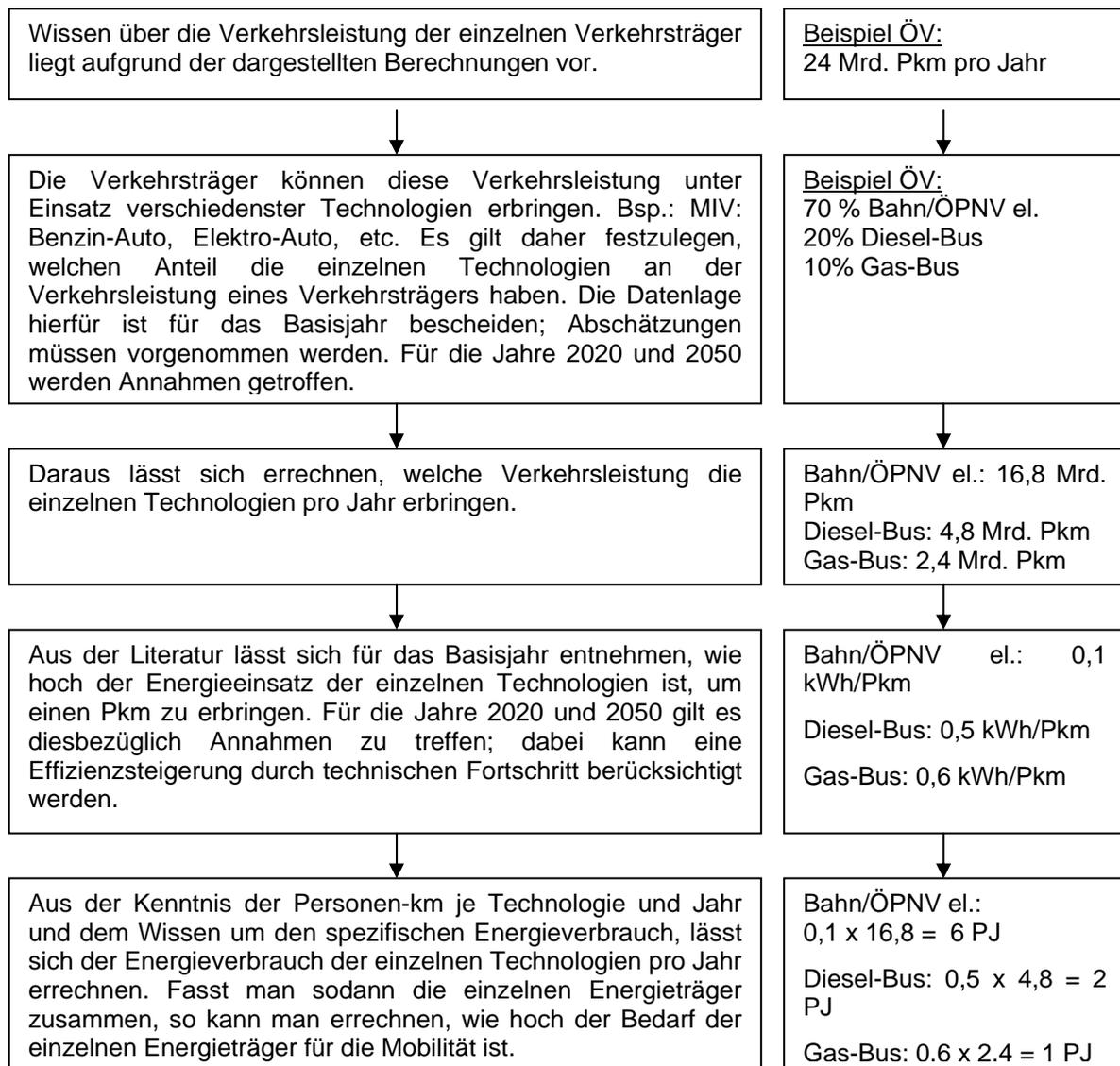
Technologie/Treibstoff	Anteil an Pkm in %
	2005
Flugzeug – Kerosin	100
Flugzeug – Biogas	0

Tabelle 193: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung (in %) des Flugverkehrs

Berechnung des Energiebedarfs des Personenverkehrs

Aus der Kenntnis des Energiebedarfs der einzelnen Verkehrsträger pro Personen-Kilometer sowie dem Wissen über den Anteil der einzelnen Verkehrsträger an der Verkehrsleistung kann der Energiebedarf des Personenverkehrs errechnet werden.

Diese Berechnung erfolgt nach dem nachfolgend dargestellten Schema:



Die Berechnung an sich ist aufgrund der Differenzierung nach Gemeindegrößenklassen, Technologien und Energieträgern sehr komplex. Aus diesem Grund wird in weiterer Folge auf die Darstellung der Zwischen- und Detailergebnisse verzichtet und ausschließlich das Gesamtergebnis dargestellt.

Energiebedarf des Personenverkehrs – Ergebnisse

Der Bedarf an Energieträgern zur Bereitstellung des Personenverkehrs im Basisjahr wurde wie vorstehend beschrieben errechnet. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Energieträger	Bedarf in PJ
	2005
Benzin/Diesel/Kerosin	228
Biokraftstoff	0
Erdgas	2
Biogas	0
Strom	6
Summe	236

Tabelle 194: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Personen-Mobilität im Basisjahr

Auch nach der Berechnung des Energiebedarfs gälte es, das Rechenmodell und die Berechnung an sich zu prüfen, indem die errechneten Daten für das Basisjahr mit den publizierten abgeglichen werden. Aufgrund fehlender Publikation von Energieverbrauchsdaten ausschließlich für den Personenverkehr ist dies allerdings nicht möglich.

4.7.2.3 Güterverkehr – Verkehrsleistung

Beim Güterverkehr ist die Definition der Energiedienstleistung ebenfalls schwierig. Ein „Gut an einem bestimmten Ort“ ist schwer in Zahlen zu fassen. Aus diesem Grund wird auch beim Güterverkehr die Verkehrsleistung (in Tonnen-Kilometern, tkm) als Hilfsgröße zur Betrachtung der Energiedienstleistung verwendet.

Im Basisjahr wurde in Österreich eine Transportleistung von 71.210 Mio. Tonnen-km erbracht. Davon entfielen 25,7% auf den Binnenverkehr, 34,1% auf den Ziel-/Quellverkehr sowie 40,3% auf den Transitverkehr (Verkehr in Zahlen 2007).

Der Anteil der einzelnen Verkehrsträger an der Verkehrsleistung in den Kategorien Binnen-, Ziel-/Quell- sowie Transitverkehr ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Kategorie	Schiene	Straße	Rohrleitung	Schifffahrt
Binnenverkehr	23%	75,9%	0,9%	0,2%
Ziel-/Quellverkehr	34,7%	44,3%	15,7%	5,3%
Transitverkehr	18%	37,3%	40,2%	4,5%

Tabelle 195: Anteil der einzelnen Verkehrsträger an der Verkehrsleistung; Quelle: Verkehr in Zahlen 2007

Daten der Statistik Austria weisen aus, dass 5.561 Mio. tkm des Straßengüterverkehrs innerhalb der einzelnen Bundesländer (Start und Ziel ist in ein und demselben Bundesland) erbracht wurden. Das entspricht einem Anteil von ca. 8% an der gesamten Transportleistung, bzw. einem Anteil von 16% der Transportleistung auf der Straße. Dabei gilt es allerdings zu berücksichtigen, dass es auch zahlreiche bundesländerübergreifende Transporte mit nur sehr kurzer Weglänge gibt. Transporte von Wr. Neudorf nach Wien oder von Wr. Neustadt nach Eisenstadt fallen beispielsweise in diese Kategorie.

Aus diesem Grund ist die Umlegung der verfügbaren Daten auf tatsächliche Weglängen schwierig. Eine solche wäre allerdings erforderlich, da die Wahl der zur Verfügung stehenden Verkehrsträger sehr von der Streckenlänge abhängt.

Aus diesem Grund wird in weiterer Folge die (vereinfachende) Annahme getroffen, dass der Binnenverkehr vor allem der regionalen Versorgung dient. Diese Annahme wird durch den Umstand gestützt, dass der Binnenverkehr zu 76% auf der Straße abgewickelt wird und die durchschnittliche Transportweite auf der Straße im Basisjahr bei 83 km lag.

Für den Transport in Rohrleitungen sind keine Daten zur Verkehrsleistung verfügbar.

4.7.2.4 Güterverkehr – Energiebedarf

Nachdem die Verkehrsleistung sowie der Modal Split im Güterverkehr bekannt ist, gilt es – wie beim Personenverkehr – die Technologien und Energieträger, die dabei zum Einsatz kommen, zu betrachten. Bei der Festlegung der Technologien wurde auf die derzeit verfügbaren zurückgegriffen. Es werden folgende Technologien und Treibstoffe berücksichtigt:

Straße	Schiene	Schiff
LKW – Diesel	Zug – Diesel	Schiff – Öl/Diesel
LKW – Biokraftstoff	Zug – Biokraftstoff	Schiff – Biokraftstoff
LKW – Biogas	Zug – Elektro	Schiff – Biogas
LKW – Elektro		

Tabelle 196: Technologien und Energieträger im Güterverkehr

Für den Transport der Güter in Rohrleitungen liegen zwar keine Daten zur Verkehrsleistung vor, wohl aber jene für den dafür erforderlichen Energiebedarf. Er beträgt 7,2 PJ. Es wird angenommen, dass als Energieträger vornehmlich elektrischer Strom zu Einsatz kommt.

Hinsichtlich des spezifischen Energieeinsatzes der einzelnen Technologien sind für das Basisjahr Literaturdaten verfügbar:

Technologie/Treibstoff	Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm]
	2005
LKW – Diesel	0,67
LKW – Biokraftstoff	0,67
LKW – Biogas	0,75*
LKW – Elektro	0,3
Zug – Diesel	0,3
Zug – Biokraftstoff	0,3
Zug – Elektro	0,09
Schiff – Öl/Diesel	0,1
Schiff – Biokraftstoff	0,1
Schiff – Biogas	0,2*

Tabelle 197: Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm] einzelner Technologien im Güterverkehr; Quellen: Mittelwert Sechster und Siebenter Umweltkontrollbericht, Electric Truck Demonstration Project, Annahmen, * Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen

Hinsichtlich der im Straßenverkehr im Basisjahr eingesetzten Technologien wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Verkehrsleistung vollständig durch Diesel-LKW erbracht wurde. Die ersten Ansätze des Einsatzes von Biotreibstoffen erscheinen für das Basisjahr vernachlässigbar.

Auch beim Schiffsverkehr wird hinsichtlich der im Basisjahr eingesetzten Technologien davon ausgegangen, dass die Verkehrsleistung vollständig durch Öl- und Diesel-Antrieb erbracht wurde. In diesem Bereich scheinen andere Technologien im Basisjahr ebenfalls vernachlässigbar.

Beim Güterverkehr auf der Schiene galt es die Verkehrsleistung im Basisjahr zwischen elektrischem und Diesel-Antrieb aufzuteilen. Durch die ÖBB wird derzeit noch kein Biodiesel eingesetzt. Bei der Aufteilung auf diese beiden Verkehrsträger galt es zu berücksichtigen, dass ein durchschnittlicher Schienentransport 200 km umfasst und dabei vor allem der elektrische Antrieb zum Einsatz kommen wird. Für kurze Transporte und Verschubarbeiten wurden allerdings Diesel-Lokomotiven eingesetzt. Genaue Daten hierzu liegen nicht vor. Es wurde daher für das Basisjahr angenommen, dass 95% der Verkehrsleistung auf den elektrischen und 5% auf den Diesel-Antrieb entfallen.

Die diesbezüglichen Annahmen sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Anteil an Transportleistung (in %)
	2005
Straße	
LKW – Diesel	100
LKW – Biokraftstoff	0
LKW – Biogas	0
LKW – Elektro	0
Schiene	
Zug – Diesel	5
Zug – Biokraftstoff	0
Zug – Elektro	95
Schiff	
Schiff – Öl/Diesel	100
Schiff – Biokraftstoff	0
Schiff – Biogas	0

Tabelle 198: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie im Güterverkehr

Energiebedarf des Güterverkehrs – Berechnung

Aus der Kenntnis des Energiebedarfs der einzelnen Verkehrsträger pro Tonnen-Kilometer sowie dem Wissen über den Anteil der einzelnen Verkehrsträger an der Verkehrsleistung kann der Energiebedarf des Güterverkehrs wie nachstehend schematisch dargestellt errechnet werden:

Verkehrsleistung in definiertem Jahr	Bsp: Binnenverkehr 2005: 18.818.000.000 tkm
x	
Anteil eines Verkehrsträgers an der Verkehrsleistung	Schiene: 23% 18.818.000.000 x 0,23 = 4.328.140.000 tkm
x	
Anteil einer Technologie an der Verkehrsleistung des Verkehrsträgers	Zug elektrisch: 95% 4.328.140.000 x 0,95 = 4.111.733.000 tkm
x	
spezifischer Energieeinsatz der Technologie = Energiebedarf	Zug elektrisch: 0,07 kWh/tkm 4.111.733.000 x 0,07 = 1,04 PJ

Werden sodann die Summen über alle Verkehrsträger, Technologien und Verkehrsarten gebildet und zudem der Energiebedarf für den Transport in Rohrleitungen addiert so erhält man den Gesamtenergiebedarf des Güterverkehrs.

Aufgrund der Unterscheidung in die Technologien, Verkehrsträger und Verkehrsarten ist die Berechnung an sich komplex, weshalb nachfolgend auf eine Darstellung der Zwischen- und Detailergebnisse verzichtet wird.

Energiebedarf des Güterverkehrs – Ergebnis

Nachfolgend ist der Energiebedarf des Güterverkehrs für das Basisjahr dargestellt:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)
	2005
Diesel	87
Biokraftstoff	0
Biogas	0
Elektrischer Strom	13
Summe	100

Tabelle 199: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Güter-Mobilität im Basisjahr

Nach der Berechnung des Energiebedarfs gälte es, das Rechenmodell und die Berechnung an sich zu prüfen, indem die errechneten Daten für das Basisjahr mit den publizierten abgeglichen werden. Aufgrund fehlender Publikation von Energieverbrauchsdaten ausschließlich für den Güterverkehr ist dies allerdings nicht möglich.

4.7.2.5 Off-Road-Verkehr

Die Verbräuche für die Off-Road-Traktion werden im Rahmen der Gesamtenergiebilanz den verursachenden Sektoren zugeordnet, nicht dem Sektor Mobilität. Der einzig nennenswerte Verbrauch in Höhe von knapp 10 PJ ist dabei im Sektor Landwirtschaft zu finden (siehe Kapitel 4.6).

4.7.2.6 Gesamtbetrachtung

Nach der getrennten Betrachtung der Bereiche Personen- und Güterverkehr gilt es, den Bedarf an Energieträgern für den gesamten Sektor Mobilität zusammenzufassen. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)
	2005
Benzin/Diesel/Kerosin	314
Biokraftstoff	0
Erdgas	2
Biogas	0
Elektrischer Strom	19
Summe	335

Tabelle 200: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität im Basisjahr

Die errechneten Werte für das Basisjahr 2005 zeigen hinsichtlich der Größenordnung eine gute Übereinstimmung mit den für das Basisjahr publizierten und in Kapitel 2.3.1 dargestellten Werten. Dort wird der Energieeinsatz für den Sektor Mobilität mit 341 PJ ausgewiesen (Abweichung 1,7% zum o.g. Rechenwert). Eine völlige Übereinstimmung war aufgrund der Vielzahl notwendiger Annahmen nicht zu erwarten. Dennoch erscheint aufgrund der identen Größenordnung der Werte das Rechenmodell geeignet, den Energiebedarf für den Sektor Mobilität für die Jahre 2020 und 2050 zu ermitteln.

4.7.3 Szenarien der künftigen Entwicklung

Nachdem nunmehr das Basisjahr betrachtet und der Rechengang zur Ermittlung der Verkehrsleistung und des darauf gründenden Energiebedarfs dargestellt wurde, gilt es nachfolgend die Szenarien der künftigen Entwicklung der Energiedienstleistungen und des Energiebedarfs im Mobilitäts-Bereich zu betrachten. Dabei werden den nachfolgenden Überlegungen die beiden in Kapitel 4.2. dargestellten Varianten der Bevölkerungsentwicklung, inklusive der Altersstruktur und der Bevölkerungsverteilung auf die Gemeindegrößenklassen zu Grunde gelegt.

4.7.3.1 Business as usual-Szenario

Beim Business as usual-Szenario handelt es sich um eine Fortschreibung der bisherigen Entwicklung des Energieverbrauchs im Sektor Transport bis 2020 und 2050. Änderungen in der Entwicklung, im Verhalten, in den Rahmenbedingungen, etc. werden nicht angenommen. Zudem wird davon ausgegangen, dass der Energieverbrauch weiterhin deutlich ansteigt. Diese Extrapolation ist im Kapitel „Basisjahr“ dargestellt und führt zu folgendem Ergebnis:

Jahr	Energiebedarf (PJ)
2020	518,1
2050	872,1

Tabelle 201: Energiebedarf [PJ] für die gesamte Mobilität in den Jahren 2020 und 2050; Business as usual-Szenario

4.7.3.2 Pragmatisches Szenario

Bei diesem Szenario führen Änderungen der ökonomischen Rahmenbedingungen aber auch Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung und attraktive Angebote im Umweltverbund zu Änderungen im Mobilitätsverhalten und seinen Rahmenbedingungen. Wie in Kapitel 4.2 dargestellt, wird von einer höher verdichteten, multifunktionalen Siedlungsstruktur, von geänderten Bedingungen bei der Ausbildung, beim Beruf und bei der Versorgung ausgegangen, u.v.a.m. Es wird aber auch angenommen dass – angesichts der historischen Entwicklungen im Verkehrsbereich – eine Trendwende nicht in allen Bereichen und vor allem auch nicht sofort erreicht werden kann. Einige historische Entwicklungen werden sich in diesem Szenario – zumindest teilweise – noch fortsetzen, sodass dieses Szenario ohne Bruch an die derzeitige Situation anschließen kann.

Daneben geht dieses Szenario aber davon aus, dass eine teilweise Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundliche Verkehrsmittel bereits gelingt und dass jene Verkehrsträger und Technologien verstärkt zum Einsatz kommen, die den geringsten Energieverbrauch haben. Zudem werden Effizienzpotenziale bei den einzelnen Technologien berücksichtigt.

Nachfolgend sind die Annahmen für die den Personen- und Güterverkehr beeinflussenden Parameter, die auch für das Basisjahr angeführt wurden dargestellt. Daraus wurde – wie im Kapitel 4.7.2 dargestellt – die Verkehrsleistung in den Jahren 2020 und 2050 sowie die dafür benötigte Energie errechnet.

Personenverkehr

Wegzahl an Werktagen

In der Vergangenheit war eine geringe Zunahme der durchschnittlichen Zahl der Wege im Zeitverlauf zu verzeichnen. In diesem Szenario wird daher angenommen, dass die Zahl der Wege bis zum Jahr 2020 in allen Alters- und Gemeindegrößenklassen noch eine leichte Zunahme erfährt. Ab dem Jahr 2020 wird angenommen, dass durch die verstärkte Nutzung der Online-Funktionen in Beruf und zur Versorgung sowie die regionale Konzentration von Freizeitangeboten die Zahl der Wege stabil gehalten werden kann. In nachfolgender Tabelle werden die Annahmen zur Wegzahl für die Jahre 2020 und 2050 dargestellt:

Jahre	Gemeinden < 20.000 EW			Gemeinden 20.000 – 100.000 EW			Gemeinde > 100.000 EW		
	bis 15	15-60	60+	bis 15	15-60	60+	Bis 15	15-60	60+
2005	3	3,3	2,4	2,7	3,2	2,55	2,4	3,1	2,7
2020	3,02	3,32	2,42	2,72	3,22	2,57	2,42	3,12	2,72
2050	3,02	3,32	2,42	2,72	3,22	2,57	2,42	3,12	2,72

Tabelle 202: Wegzahl pro Person an Werktagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050,
Quellen: KONTIV 1998-2004, Mobilität in NÖ 2003; Annahmen

Anteil der Wegzwecke an der Zahl der Wege an Werktagen

Die Annahmen für die Entwicklung der Anteile der Wegzwecke an der Zahl der Wege wurden im Vergleich zum Basisjahr in jenen Bereichen unverändert gelassen, in denen keine Entwicklungen erkennbar waren, die eine Änderung herbeiführen könnten. Für Bereiche in denen solche Entwicklungen absehbar waren, gilt:

Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner

Bei der Altersklasse bis 15 Jahre nimmt der Anteil der Bildungswege aufgrund des verstärkten Einsatzes von E-Learning geringfügig ab, der Berufsverkehr aufgrund der Bildung am Arbeitsplatz leicht zu. Im Gegenzug werden die dadurch frei werdenden Wege verstärkt für die Freizeit und für private Erledigungen eingesetzt.

Bei der Altersklasse 15 bis 60 Jahre nimmt der Anteil des Berufsverkehrs aufgrund der zu erwartenden höheren Erwerbsquote und der weiteren Spezialisierung der Arbeitsplätze, die gerade in kleineren Gemeinden nicht verfügbar sind, zu. Aufgrund der steigenden Bedeutung der Aus- und Weiterbildung ist auch mit einer Zunahme des Anteils des Bildungsverkehrs in dieser Altersklasse zu rechnen. Anders verhält es sich mit dienstlichen/geschäftlichen Wegen: aufgrund des verstärkten Einsatzes moderner Telekommunikation werden die geschäftlichen Termine vermehrt nicht mehr vor Ort wahrgenommen. Die Telekommunikation kommt auch beim Einkauf zum Tragen: durch E-Shopping wird die Zahl der Einkaufswege reduziert. Durch die stärkere berufliche Auslastung steigt das Bedürfnis nach Freizeit, woraus eine geringe Steigerung des Anteils der Freizeit-Wege resultiert.

Bei der Altersklasse 60+ kommt vor allem ein erhöhtes Pensionsantrittsalter zum Tragen, das zu einem höheren Anteil an Berufsverkehr in dieser Alterklasse führt. Mit einer Reduktion des Anteils wird hingegen bei den Einkaufswegen aufgrund des verstärkten Home-Shoppings gerechnet.

Alterskl.	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	2	66	1	9	21	1
15 – 60 J.	32	3	11	31	20	3
60 + J.	10	0,5	4	54,5	28	3

Tabelle 203: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2020 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Annahme

Alterskl.	Berufsverkehr	Ausbildung	Dienstlich/geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	3	63	1	10	22	1
15 – 60 J.	33	4	9	30	21	3
60 + J.	13	0,5	4	51,5	28	3

Tabelle 204: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2050 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Annahme

Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner:

Bei der Altersklasse bis 15 Jahre nimmt der Anteil der Bildungswege aufgrund des verstärkten Einsatzes von E-Learning geringfügig ab, der Berufsverkehr aufgrund der Bildung am Arbeitsplatz leicht zu. Im Gegenzug werden die dadurch frei werdenden Wege verstärkt für die Freizeit und für private Erledigungen eingesetzt.

Bei der Alterklasse 15 bis 60 Jahre nimmt der Anteil des Berufsverkehrs aufgrund der zu erwartenden höheren Erwerbsquote zu. Aufgrund der steigenden Bedeutung der Aus- und Weiterbildung ist auch mit einer Zunahme des Anteils des Bildungsverkehrs in dieser Altersklasse zu rechnen. Anders verhält es sich mit dienstlichen/geschäftlichen Wegen: aufgrund des verstärkten Einsatzes moderner Telekommunikation werden die geschäftlichen Termine vermehrt nicht mehr vor Ort wahrgenommen. Die Telekommunikation kommt auch beim Einkauf zum Tragen: durch E-Shopping wird die Zahl der Einkaufswege reduziert. Durch die stärkere berufliche Auslastung steigt das Bedürfnis nach Freizeit, woraus eine geringe Steigerung des Anteils der Freizeit-Wege resultiert.

Bei der Altersklasse 60+ kommt vor allem ein erhöhtes Pensionsantrittsalter zum Tragen, das zu einem höheren Anteil an Berufsverkehr in dieser Alterklasse führt. Mit einer Reduktion des Anteils wird hingegen bei den Einkaufswegen aufgrund des verstärkten Home-Shoppings gerechnet.

Alterskl.	Berufs- verkehr	Ausbildung	Dienstlich/ geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	5	55	1	14	25	0
15 – 60 J.	43	2	12	23	20	0
60 + J.	3	2	2	60	33	0

Tabelle 205: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2020 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Annahme

Alterskl.	Berufs- verkehr	Ausbildung	Dienstlich/ geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	6	52	2	14	26	0
15 – 60 J.	44	4	10	22	20	0
60 + J.	5	3	1	58	33	0

Tabelle 206: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2050 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Annahme

Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner

Für die Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner wurden die arithmetischen Mittelwerte der jeweiligen Werte der anderen beiden Größenklassen herangezogen:

Alterskl.	Berufs- verkehr	Ausbildung	Dienstlich/ geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	3,5	60,5	1	11,5	23	0,5
15 – 60 J.	37,5	2,5	11,5	27	20	1,5
60 + J.	6,5	1,25	3	57,25	30,5	1,5

Tabelle 207: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2020 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner

Alterskl.	Berufs- verkehr	Ausbildung	Dienstlich/ geschäftl.	Einkauf, priv. Erledigung	Freizeit	Sonstiges
Bis 15 J.	4	58	1,5	12	24	0,5
15 – 60 J.	38,5	4	9,5	26	20,5	1,5
60 + J.	9	1,75	2,5	54,75	30,5	1,5

Tabelle 208: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2050 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner

Modal Split nach Wegzweck an Werktagen

Die Annahmen zum Modal Split gehen davon aus, dass es durch die Schaffung kompakter, lebenswerter Siedlungsstrukturen, durch die Forcierung des Öffentlichen Verkehrs, durch Bewusstseinsbildung und geeignete Angebote gelingt, den Fuß- und Radverkehr sowie den ÖV zu stärken und den Anteil des MIV an der Zahl der Wege im Vergleich zum Basisjahr zu reduzieren. Bis 2020 fallen die diesbezüglichen Verlagerungserfolge aufgrund der Trägheit des Systems allerdings bescheiden aus. Erst danach werden sie deutlich sichtbar; je nach Gemeindestruktur und Gemeindegrößenklasse in unterschiedlichem Ausmaß. Nachfolgend sind die Annahmen für die Jahre 2020 und 2050 dargestellt:

V- Mittel	Berufs- verkehr			Ausbildung			Dienstlich/ geschäftl.			Einkauf, priv. Erledigung			Freizeit			Sonstiges		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Fuß	9	9	10	21	22	24	7	8	9	23	24	26	26	27	29	16	17	18
Rad	6	7	10	6	7	10	2	3	4	7	8	13	11	12	15	5	6	7
MIV	68	67	63	26	24	17	82	79	75	66	64	55	56	54	47	70	67	64
ÖV	17	17	17	47	47	49	9	10	12	4	4	6	7	7	9	9	10	11

Tabelle 209: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: **Mobilität in NÖ 2003**, Annahmen

V- Mittel	Berufs- verkehr			Ausbildung			Dienstlich/ geschäftl.			Einkauf, priv. Erledigung			Freizeit			Sonstiges		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Fuß	16	16	17	16	17	20	16	17	18	46	47	48	24	25	26	16	17	18
Rad	3	4	7	3	4	8	3	3	4	2	3	5	5	6	8	3	3	4
MIV	32	30	22	32	29	17	32	30	25	26	23	19	35	32	28	32	30	26
ÖV	49	50	54	49	50	55	49	50	53	26	27	28	36	37	38	49	50	52

Tabelle 210: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: **Kontiv 1998 – 2004 abgeändert**, Annahme

V- Mittel	Berufs- verkehr			Ausbildung			Dienstlich/ geschäftl.			Einkauf, priv. Erledigung			Freizeit			Sonstiges		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Fuß	12,5	12,5	13,5	18,5	19,5	22	11,5	12,5	13,5	34,5	35,5	37	25	26	27,5	16	17	18
Rad	4,5	5,5	8,5	4,5	5,5	9	2,5	3	4	4,5	5,5	9	8	9	11,5	4	4,5	5,5
MIV	50	48,5	42,5	29	26,5	17	57	54,5	50	46	43,5	37	45,5	43	37,5	51	48,5	45
ÖV	33	33,5	35,5	48	48,5	52	29	30	32,5	15	15,5	17	21,5	22	23,5	29	30	31,5

Tabelle 211: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner; Quelle: Mittelwert der Werte der beiden anderen Gemeindegrößenklassen

Durchschnittliche Weglänge je Verkehrsmittel

Bei den Annahmen für das Jahr 2020 und 2050 wird davon ausgegangen, dass durch ein attraktiveres Umfeld im Siedlungsbereich im Vergleich zum Basisjahr die durchschnittliche Länge eines Fuß- und Radweges zunehmen und verstärkt auch für weitere Strecken diese Verkehrsmittel genutzt wird. Auch beim ÖV und beim MIV wird – nachdem angenommen wird, dass es kurzfristig nicht gelingt bisherigen Trends zu brechen – davon ausgegangen, dass die durchschnittlichen Weglängen geringfügig zunehmen.

V- Mittel	< 20.000 Einwohner			20.000 – 100.000 Einwohner			> 100.000 Einwohner		
	2005	2020	2050	2005	2020	2050	2005	2020	2050
Fuß	1,4	1,5	1,6	1,1	1,2	1,4	0,8	0,9	1
Rad	2,5	2,6	2,8	2,95	3	3,2	3,4	3,5	3,8
MIV	15,9	16	16,4	12,95	13	13,2	10	10,2	10,5
ÖV	29,1	29,2	29,3	18,3	18,4	18,5	7,5	7,6	7,7

Tabelle 212: Durchschnittliche Weglänge [km] je Verkehrsmittel nach Gemeindegrößenklasse im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050; Quelle: **Mobilität in NÖ 2003**, **Kontiv 1998-2004**, Annahme

Mobilität an Sonn- und Feiertagen

Es wird angenommen, dass es aufgrund der lebenswerten Siedlungsstrukturen, Freizeitmöglichkeiten im eigenen Wohnumfeld und vor allem der regionalen Konzentration der Freizeitmöglichkeiten gelingt, entgegen dem bisherigen Trend eines geringen Wachstums der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen, diese zu stabilisieren:

Jahr	Wegzahl < 20.000 Einwohner	Wegzahl 20 – 100.000 EW.	Wagzahl > 100.000 EW
2005	2,6	2,45	2,3
2020	2,6	2,45	2,3
2050	2,6	2,45	2,3

Tabelle 213: Wegzahl pro Person an Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#), Annahme

Hinsichtlich des Modal Splits wird auch bei den Freizeitwegen angenommen, dass es bis 2050 gelingt, den Anteil des MIV an der Zahl der Wege zugunsten des Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehrs im Vergleich zum Basisjahr zu reduzieren:

Jahr	< 20.000 Einwohner				> 100.000 Einwohner			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	24	5	3	68	28	3	24	45
2020	24	6	4	66	28	4	25	43
2050	26	10	6	58	31	10	27	32

Tabelle 214: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#), Annahme

Hinsichtlich der durchschnittlichen Weglängen je Verkehrsmittel wird angenommen, dass aufgrund regionaler Freizeitangebote und der verbesserten Siedlungsstrukturen auch längere Wegstrecken zu Fuß bzw. mit dem Rad zurückgelegt werden und daher diese Weglängen steigen. Für den ÖV und den MIV hingegen wird angenommen, dass es aufgrund der regionalen Angebote und der verstärkten Nutzung des ÖV auch für kurze Strecken gelingt, entgegen dem bisherigen Trend steigender Weglängen ab dem Jahr 2020 die Weglänge zu stabilisieren:

	< 20.000 Einwohner				> 100.000 Einwohner			
Jahr	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1,9	6,9	63,6	25,5	1,2	5	8,8	15
2020	2	7	63,7	25,7	1,3	5,2	8,9	15,2
2050	2,1	7,5	63,7	25,7	1,5	5,4	8,9	15,2

Tabelle 215: Durchschnittliche Länge [km] der Wege je Verkehrsmittel an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#), Annahme

Verteilung Werk- und Sonntage

Unverändert im Vergleich zum Basisjahr.

Flugverkehr

Für die Jahre 2020 sowie 2050 galt es Annahmen für die Passagierzahlen zu treffen. Dabei wurde angenommen, dass im Jahr 2020 ein Mal pro Jahr jeder Österreicher eine Flugreise (= Hin- und Rückflug) unternimmt. Für das Jahr 2050 wurde angenommen, dass jeder Österreicher ein Mal alle zwei Jahre eine Flugreise unternimmt. Hierdurch ist ein Rückgang der Passagierzahlen zu verzeichnen, der sich vor allem in den zu erwartenden hohen Kosten für Flugreisen begründet.

Die Annahmen zur durchschnittlichen Entfernung je Flugreise sind in nachstehender Tabelle dargestellt. Die steigenden Entfernungen sind in der Abnahme kurzer Flugreisen (aufgrund der Kosten und der guten Alternative Bahn) begründet; wenn eine Flugreise unternommen wird, dann tatsächlich für größere Entfernungen.

Jahr	Durchschn. Entfernung je Flugreise (in km)
2020	3.000
2050	4.000

Tabelle 216: Durchschnittliche Länge [km] einer Flugreise

Verkehrsleistung des Personenverkehrs

Anhand der oben dargestellten Annahmen konnte – wie in Kapitel 4.7.2 dargestellt – die Verkehrsleistung des Personenverkehrs errechnet werden. Dabei galt es zudem, die beiden Varianten der Bevölkerungsentwicklung zu berücksichtigen. Nachstehend sind die Ergebnisse dargestellt:

Bevölkerungs-Variante 1 – Bevölkerung wächst:

Jahr	< 20.000 Einw.	20.000 – 100.000 EW	> 100.000 Einwohner	Zwischen-Summe	Flugverkehr	Gesamt-Summe
2005	66.182	7.944	18.839	92.965	35.694	128.659
2020	65.166	8.958	21.732	95.856	26.112	121.968
2050	57.999	11.235	24.534	93.768	19.046	112.814

Tabelle 217: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung

Jahr	< 20.000 EW				20.000 – 100.000 EW				> 100.000 EW			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1.294	924	14.834	49.128	171	107	3.054	4.610	593	316	7.313	10.615
2020	1.390	1.110	15.414	47.250	213	151	3.586	5.006	775	491	8.774	11.691
2050	1.457	1.652	16.409	38.480	337	349	5.059	5.489	1.114	1.197	11.264	10.959

Tabelle 218: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2005, 2020 und 2050; eigene Berechnung

Jahr	Absolut (in Mio. Pkm)			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	2.059	1.348	25.201	64.355
2020	2.379	1.753	27.775	63.949
2050	2.909	3.199	32.732	54.928

Tabelle 219: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich im Basisjahr sowie den Jahren 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung

Bevölkerungs-Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab:

Jahr	< 20.000 Einw.	20.000 – 100.000 EW	> 100.000 Einwohner	Zwischen-Summe	Flugverkehr	Gesamt-Summe
2005	66.182	7.944	18.839	92.965	35.694	128.659
2020	59.149	8.131	19.725	87.005	23.701	100.706
2050	45.681	8.848	19.323	73.852	15.002	88.854

Tabelle 220: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung

Jahr	< 20.000 EW				20.000 – 100.000 EW				> 100.000 EW			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1.294	924	14.834	49.128	171	107	3.054	4.610	593	316	7.313	10.615
2020	1.261	1.008	13.991	42.887	194	137	3.255	4.544	703	445	7.963	10.612
2050	1.148	1.301	12.923	30.307	265	275	3.984	4.323	877	942	8.871	8.631

Tabelle 221: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2005, 2020 und 2050; eigene Berechnung

Jahr	Absolut (in Mio. Pkm)			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	2.059	1.348	25.201	64.355
2020	2.159	1.591	25.210	58.044
2050	2.291	2.520	25.780	43.262

Tabelle 222: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich in den Jahren 2005, 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung

Annahmen für den Energiebedarf des Personenverkehrs

Bei der Festlegung der im Mobilitätsbereich eingesetzten Technologien wird auf die derzeit verfügbaren sowie in Entwicklung befindlichen zurückgegriffen. „Zukunftstechnologien“, die möglicherweise in 20 bis 30 Jahren völlig neu entwickelt werden, konnten seriöser Weise keine Berücksichtigung finden. Es wurde daher auch für die Jahre 2020 und 2050 davon ausgegangen, dass derzeit bekannte oder in Entwicklung befindliche Technologien zum Einsatz kommen. Einen Sonderfall stellt dabei der Flugverkehr dar, für den zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie noch keine Technologien zum Einsatz erneuerbarer Energieträger zur Verfügung stehen. Nach Diskussion mit Verfahrenstechnikern wurde angenommen, dass der Einsatz von Gas/Biogas im Bereich des Flugverkehrs als Alternative angesehen werden kann.

Daher werden folgende Technologien und deren Treibstoffe betrachtet:

MIV	ÖV	Flugverkehr
PKW – Benzin/Diesel	Bus – Diesel	Flugzeug – Kerosin
PKW – Biokraftstoff	Bus – Biokraftstoff	Flugzeug – Biogas
PKW – Erdgas	Bus – Erdgas	
PKW – Biogas	Bus – Biogas	
PKW – Elektrisch	Bus – Elektrisch	
	Bahn – Biokraftstoff	
	(U-, Straßen-)Bahn – Elektrisch	

Tabelle 223: Technologien und Treibstoffe im Personenverkehr

Für die Jahre 2020 und 2050 galt es zudem Annahmen hinsichtlich des Energiebedarfs je Personen-Kilometer der einzelnen Technologien zu treffen. Dabei wurde angenommen, dass der spezifische Energiebedarf der einzelnen Technologien bis zum Jahr 2050 aufgrund technischer Weiterentwicklung im Vergleich zum Basisjahr kontinuierlich abnehmen wird. Ein möglicher, steigender Besetzungsgrad der Verkehrsmittel und eine damit einhergehende Effizienzsteigerung konnte aufgrund fehlender Daten für das Basisjahr nicht berücksichtigt werden. Die dargestellten Annahmen sind daher als eher konservativ anzusehen. In nachfolgenden Tabellen sind diese Annahmen dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Spezifischer Energiebedarf (kWh/Pkm)		
	2005	2020	2050
PKW – Benzin/Diesel	0,75	0,7	0,7
PKW – Biokraftstoff	0,75	0,7	0,6
PKW – Erdgas	0,8**	0,75	0,75
PKW – Biogas	0,8**	0,75	0,7
PKW – Elektrisch	0,15	0,15	0,13
Bus – Diesel	0,45	0,43	0,43
Bus – Biokraftstoff	0,45	0,43	0,4
Bus – Erdgas	0,6**	0,55	0,55
Bus – Biogas	0,6**	0,55	0,5
Bus – Elektrisch	0,2***	0,19	0,17
(U-/Straßen-)Bahn – Elektrisch	0,09	0,08	0,07
Flugzeug – Kerosin	0,35	0,33	0,33
Flugzeug – Biogas	0,4**	0,39	0,35

Tabelle 224: Spezifischer Energiebedarf [kWh/Pkm] einzelner Technologien im Personenverkehr; Quellen: IEA (2009)/Lufthansa, 7. Umweltkontrollbericht, VCÖ/VCD, Engel T. (2007),), Annahmen, Mittelwert Bahn/ÖPNV, ** Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen; *** Aufgrund höherer Reibungswiderstände und geringerer Auslastung höherer spez. Bedarf im Vergleich zur Bahn angenommen.

Beim Einsatz der einzelnen Technologien und Treibstoffe in den Jahren 2020 und 2050 sind Änderungen im Vergleich zum Basisjahr zu erwarten. Beim Technologie- und Treibstoffeinsatz wird ab dem Jahr 2050 gänzlich auf fossile Technologien und Treibstoffe verzichtet. Das Jahr 2020 stellt eine Übergangsphase dar.

Es wird angenommen, dass der Anteil von Diesel- und Benzin-PKW – aufgrund des verstärkten Verzichts auf den Einsatz von fossilen Energieträgern – bis zum Jahr 2050 kontinuierlich abnimmt. Die im Gegenzug dazu eingesetzten Technologien nehmen in

Abhängigkeit von der regionalen Verfügbarkeit der Energieträger (z.B. Biotreibstoff in ländlichen Gemeinden, Elektromobilität in der Stadt, etc.) zu.

Auch beim ÖV wird angenommen, dass die fossilen Technologien bis zum Jahr 2050 kontinuierlich abnehmen, hingegen effiziente Technologien an Bedeutung gewinnen.

Beim Flugverkehr wird angenommen, dass die derzeitigen Technologien bis zum Jahr 2050 vollständig durch (Flüssig-)Biogas-Triebwerke ersetzt werden.

Nachfolgend sind die Annahmen zusammenfassend dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Anteil an Pkm in % < 20.000 Einw.			Anteil an Pkm in % 20 – 100.000 Einw.			Anteil an Pkm in % > 100.000 Einw.		
	2005	2020	2050	2005	2020	2050	2005	2020	2050
MIV									
PKW – Benzin/Diesel	100	60	0	100	60	0	100	60	0
PKW – Biokraftstoff	0	10	10	0	7	5	0	5	0
PKW – Erdgas	0	10	0	0	10	0	0	10	0
PKW – Biogas	0	10	30	0	8	25	0	5	20
PKW – Elektrisch	0	10	60	0	15	70	0	20	80
ÖV									
Bus – Diesel	30	15	0	18,5	5	0	4	2	0
Bus – Biokraftstoff	0	7	16	0	4,5	7,5	0	0	0
Bus – Erdgas	0	5	0	3	3	0	10	0	0
Bus – Biogas	0	3	13	0	8	10	0	8	9
Bus – Elektrisch	0	0	1	1	2	5	1	5	6
(U-/Straßen-)Bahn – Elektrisch	70	70	70	77,5	77,5	77,5	85	85	85

Tabelle 225: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie in den einzelnen Gemeindegrößenklassen im Personenverkehr

Technologie/Treibstoff	Anteil an Pkm in %		
	2005	2020	2050
Flugzeug – Kerosin	100	80	0
Flugzeug – Biogas	0	20	100

Tabelle 226: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung des Flugverkehrs

Energiebedarf des Personenverkehrs

Aus oben dargestellten Annahmen lässt sich der Energiebedarf des Personenverkehrs in den Jahren 2020 und 2050, wie in Kapitel 4.7.2.2 dargestellt, berechnen. Dabei gilt es die beiden Varianten der Bevölkerungsentwicklung zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Variante 1 – Bev. wächst:

Energieträger	Bedarf in PJ		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	228	126	0
Biokraftstoff	0	16	13
Erdgas	2	19	0
Biogas	0	26	69
Strom	6	11	24
Summe	236	197	106

Variante 2 – Bev. nimmt ab:

Energieträger	Bedarf in PJ		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	228	114	0
Biokraftstoff	0	15	10
Erdgas	2	17	0
Biogas	0	23	54
Strom	6	10	19
Summe	236	179	83

Tabelle 227: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Personen-Mobilität in den Jahren 2020 und 2050

Güterverkehr

Für die Energiedienstleistung der Zukunft im Bereich des Güterverkehrs wurde – ergänzend zu den bereits dargestellten Annahmen – für dieses Projekt angenommen:

- Die Nahversorgung und regionale Versorgungsstrukturen werden gestärkt. Aus diesem Grund wird der Binnenverkehr, welcher der Nahversorgung dient, zunehmen. Aufgrund der kurzen Strecken sowie der Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur werden diese Transporte auch künftig vorwiegend auf der Straße erfolgen.
- Aufgrund der stärkeren Selbstversorgung und Autarkie der Regionen wird sowohl der Ziel-/Quellverkehr als auch der Transitverkehr an Bedeutung verlieren und daher nur mehr geringer als bisher, ab 2050 vor allem geringer als der Binnenverkehr wachsen. Bei beiden Verkehrsarten gelingt durch ordnungs- und finanzpolitische Maßnahmen zudem eine weitestgehende Verlagerung auf die Schiene.

Daher wurde angenommen, dass die Verkehrsleistung im Ziel/Quell- sowie Transitverkehr bis zu den Jahren 2020 und 2050 gegenüber dem Basisjahr um 4% bzw. 7% wachsen wird. Die Verkehrsleistung im Binnenverkehr wird bis zum Jahr 2020 allerdings um 3%, bis zum Jahr 2050 um 9,4% im Vergleich zum Basisjahr anwachsen.

Verkehrsleistung

Ausgehend von diesen Annahmen lässt sich die Verkehrsleistung im Güterverkehr für die Jahre 2020 und 2050 errechnen. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Kategorie	2005	2020	2050
Binnenverkehr	18.270	18.818	19.987
Ziel-/Quellverkehr	24.270	25.240	25.968
Transitverkehr	28.670	29.816	30.676
Summe	71.210	73.874	76.631

Tabelle 228: Transportleistung [Mio. tkm] im Jahr 2005, 2020 und 2050

Modal Split

Neben der Verkehrsleistung gilt es jene Verkehrsträger festzulegen, die in Zukunft diese Verkehrsleistung erbringen. Dabei wird sowohl im Transit- als auch im Ziel-/Quellverkehr eine Zunahme des Anteils der Schiene an der Verkehrsleistung angenommen. Im Binnenverkehr bleibt allerdings – wie oben erläutert – der LKW-Verkehr dominant.

Kategorie	Schiene			Straße			Rohrleitung			Schifffahrt		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Binnenverkehr	23	23	23	75,9	75,9	75,9	0,9	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2
Ziel-/ /Quellverkehr	34,7	44	63	44,3	34	15	15,7	16	16	5,3	6	6
Transitverkehr	18	28,8	48,8	37,3	25	5	40,2	40,2	40,2	4,5	6	6

Tabelle 229: Anteil [%] der Verkehrsträger an der Transportleistung

Annahmen für den Energiebedarf des Güterverkehrs

Nachdem die Verkehrsleistung im Güterverkehr in den Jahren 2020 und 2050 ermittelt und auch festgelegt wurde, welche Verkehrsträger diese in welchem Umfang erbringen, gilt es – wie beim Personenverkehr – die Technologien und Energieträger, die dabei zum Einsatz kommen, zu betrachten. Bei den diesbezüglichen Annahmen gelten die gleichen Bedingungen wie beim Personenverkehr. Es werden folgende Technologien und Treibstoffe berücksichtigt:

Straße	Schiene	Schiff
LKW – Diesel	Zug – Diesel	Schiff – Öl/Diesel
LKW – Biokraftstoff	Zug – Biokraftstoff	Schiff – Biokraftstoff
LKW – Biogas	Zug – Elektro	Schiff – Biogas
LKW – Elektro		

Tabelle 230: Technologien und Energieträger im Güterverkehr

Es wird davon ausgegangen, dass der spezifische Energiebedarf der einzelnen Technologien bis zum Jahr 2050 infolge technischer Weiterentwicklung kontinuierlich abnehmen wird. In nachfolgender Tabelle sind die diesbezüglichen Annahmen dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Spezifischer Energiebedarf (kWh/tkm)		
	2005	2020	2050
LKW – Diesel	0,67	0,65	0,65
LKW – Biokraftstoff	0,67	0,65	0,6
LKW – Biogas	0,75*	0,73	0,7
LKW – Elektro	0,3	0,29	0,26
Zug – Diesel	0,3	0,29	0,29
Zug – Biokraftstoff	0,3	0,29	0,25
Zug – Elektro	0,09	0,08	0,06
Schiff – Öl/Diesel	0,1	0,09	0,09
Schiff – Biokraftstoff	0,1	0,09	0,08
Schiff – Biogas	0,2*	0,19	0,17

Tabelle 231: Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm] einzelner Technologien im Güterverkehr; Quellen: Annahmen, [Mittelwert Sechster und Siebenter Umweltkontrollbericht](#), [Electric Truck Demonstration Project](#), * Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen

Hinsichtlich der im Straßenverkehr eingesetzten Technologien wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2050 eine vollständige Verlagerung der Verkehrsleistung auf nicht-fossile Technologien erfolgt.

Bis zum Jahr 2050 wird beim Schiffsverkehr ebenfalls eine vollständige Verlagerung der Verkehrsleistung auf nicht-fossile Technologien angenommen.

Beim Schienenverkehr wird davon ausgegangen, dass die Elektrifizierung weiter zunimmt, letzte „Diesel-Lokomotiven“, wie z.B. beim Verschub an Industriestandorten, mit Biotreibstoffen betrieben werden.

Die diesbezüglichen Annahmen sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Anteil an Transportleistung (in %)		
	2005	2020	2050
Straße			
LKW – Diesel	100	30	0
LKW – Biokraftstoff	0	35	47
LKW – Biogas	0	34	48
LKW – Elektro	0	1	5
Schiene			
Zug – Diesel	5	0	0
Zug – Biokraftstoff	0	5	4
Zug – Elektro	95	95	96
Schiff			
Schiff – Öl/Diesel	100	45	0
Schiff – Biokraftstoff	0	45	50
Schiff – Biogas	0	10	50

Tabelle 232: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie im Güterverkehr

Für den Transport der Güter in Rohrleitungen wurden keine Änderungen im Vergleich zum Basisjahr angenommen. Es wurde daher angenommen, dass der Energiebedarf konstant bei 7,2 PJ liegt und dieser mit elektrischem Strom gedeckt wird.

Energiebedarf des Güterverkehrs

Aus oben dargestellten Annahmen lässt sich, wie in Kapitel 4.7.2.4 erörtert, der Energiebedarf des Güterverkehrs für die Jahre 2020 und 2050 errechnen. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)		
	2005	2020	2050
Diesel	87	22	0
Biokraftstoff	0	27	23
Biogas	0	27	26
Elektrischer Strom	13	14	16
Summe	100	90	64

Tabelle 233: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Güter-Mobilität in den Jahren 2005, 2020 und 2050

Off-Road-Verkehr

Wie bereits erläutert, wird der Verbrauch für die Off-Road-Traktion dem verursachenden Sektor zugeordnet. Lediglich die Landwirtschaft weist einen Verbrauch von ca. 10 PJ auf (siehe Kapitel 4.6).

Gesamtbetrachtung

Nachdem nun die Bereiche Personen- und Güterverkehr getrennt betrachtet wurden, werden die erarbeiteten Ergebnisse nachfolgend zusammengefasst und es wird der gesamte Energiebedarf im Sektor Mobilität in den Jahren 2020 und 2050 dargestellt. Auch hier gilt es zwei Varianten der Bevölkerungsentwicklung zu unterscheiden:

Bevölkerungs-Variante 1 – Bevölkerung wächst:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	314	147	0
Biokraftstoff	0	43	36
Erdgas	2	19	0
Biogas	0	53	95
Elektrischer Strom	19	25	39
Summe	335	287	170

Tabelle 234: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 1

Bevölkerungs-Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	314	136	0
Biokraftstoff	0	41	33
Erdgas	2	17	0
Biogas	0	51	80
Elektrischer Strom	19	24	34
Summe	335	269	147

Tabelle 235: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 2

4.7.3.3 Forciertes Szenario

Bei diesem Szenario führen vor allem straffe rechtliche Vorgaben sowie Änderungen bei den ökonomischen Rahmenbedingungen aber auch konkrete Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur bis zur Bewusstseinsbildung zu Änderungen im Mobilitätssystem und seinen Rahmenbedingungen sowie beim Mobilitätsverhalten. Dabei werden die Entwicklungen ähnlich wie beim „Pragmatischen Szenario“ angenommen, jedoch gehen diese viel weiter. Maßnahmen, Verlagerungen beim Modal-Split, etc. erfolgen in viel höherem Ausmaß und auch die Effizienzfortschritte werden deutlich höher angenommen.

Aufgrund der im wesentlichen ähnlichen Überlegungen und Entwicklungen wie beim Pragmatischen Szenario, mit dem Unterschied eines deutlich höheren Umsetzungsgrades, wird nachfolgend auf eine nähere Begründung der Annahmen verzichtet. Jedenfalls dargestellt werden allerdings die Unterschiede in den Annahmen im Vergleich zum Pragmatischen Szenario. Fallweise sind die Annahmen auch ident.

Personenverkehr

Wegzahl an Werktagen

Es wird angenommen, dass Entwicklungen, die die Wegzahl reduzieren (z.B. Online-Shopping, Heimarbeit, etc.) in viel stärkerem Maße als beim Pragmatischen Szenario zum Tragen kommen. Daher wird angenommen, dass die Wegzahl in den Altersklassen bis 15 Jahre und 15 – 60 Jahre im Vergleich zum Basisjahr bis zum Jahr 2050 um 10% abnimmt. Bei der Altersklasse 60+ Jahre wurde – aufgrund der sich bietenden besseren Mobilitätschancen – angenommen, dass die Wegzahl um nur 5% bis zum Jahr 2050 abnimmt. In nachfolgender Tabelle werden die Annahmen zur Wegzahl für die Jahre 2005 und 2050 dargestellt:

Jahre	Gemeinden < 20.000 EW			Gemeinden 20.000 – 100.000 EW			Gemeinde > 100.000 EW		
	bis 15	15-60	60+	bis 15	15-60	60+	Bis 15	15-60	60+
2005	3	3,2	2,4	2,7	3,15	2,55	2,4	3,1	2,7
2020	2,9	3,1	2,4	2,6	3,05	2,53	2,3	3	2,65
2050	2,7	2,9	2,3	2,4	2,85	2,43	2,15	2,8	2,56

Tabelle 236: Wegzahl pro Person an Werktagen in den Jahren 2005, 2020 und 2050, Quellen: Annahmen, [KONTIV 1998-2004](#), [Mobilität in NÖ 2003](#)

Anteil der Wegzwecke an der Zahl der Wege an Werktagen

Der Anteil der Wegzwecke wurde ident wie im Pragmatischen Szenario angenommen.

Modal Split nach Wegzweck an Werktagen

Bei den Annahmen zum Modal Split wurde davon ausgegangen, dass im Vergleich zum Pragmatischen Szenario eine wesentlich stärkere Verlagerung des Verkehrs auf den Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehr gelingt. Nachfolgend sind die Annahmen für die Jahre 2005 und 2050 dargestellt:

V-Mittel	Berufsverkehr			Ausbildung			Dienstlich/geschäftl.			Einkauf, priv. Erledigung			Freizeit			Sonstiges		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Fuß	9	10	15	21	23	25	7	8	10	23	25	35	26	28	40	16	17	20
Rad	6	12	18	6	7	15	2	3	5	7	10	25	11	13	25	5	7	15
MIV	68	56	37	26	19	1	82	74	60	66	60	30	56	51	20	70	64	45
ÖV	17	22	30	47	51	59	9	15	25	4	5	10	7	8	15	9	12	20

Tabelle 237: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quellen: Annahme, [Mobilität in NÖ 2003](#)

V-Mittel	Berufsverkehr			Ausbildung			Dienstlich/geschäftl.			Einkauf, priv. Erledigung			Freizeit			Sonstiges		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Fuß	16	17	20	16	20	25	16	18	20	46	47	50	24	26	35	16	17	25
Rad	3	6	15	3	5	15	3	4	10	2	4	10	5	8	15	3	4	10
MIV	32	27	3	32	25	0	32	28	10	26	22	10	35	29	10	32	29	10
ÖV	49	50	62	49	50	60	49	50	60	26	27	30	36	37	40	49	50	55

Tabelle 238: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quellen: Annahmen, [Kontiv 1998 – 2004 abgeändert](#)

V-Mittel	Berufsverkehr			Ausbildung			Dienstlich/geschäftl.			Einkauf, priv. Erledigung			Freizeit			Sonstiges		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Fuß	12,5	13,5	17,5	18,5	21,5	25	11,5	13	15	34,5	36	42,5	25	27	37,5	16	17,5	22,5
Rad	4,5	9	16,5	4,5	6	15	2,5	3,5	7,5	4,5	7	17,5	8	10,5	20	4	5,5	12,5
MIV	50	41,5	20	29	22	0,5	57	51	35	46	41	20	45,5	40	15	51	47	27,5
ÖV	33	36	46	48	50,5	59,5	29	32,5	42,5	15	16	20	21,5	22,5	27,5	29	31	37,5

Tabelle 239: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner; Quelle: Mittelwert der Werte der beiden anderen Gemeindegrößenklassen

Durchschnittliche Weglänge je Verkehrsmittel an Werktagen

Aufgrund der kompakten, diversifizierten Siedlungsstrukturen die bis zum Jahr 2050 erreicht werden, wird entgegen dem Pragmatischen Szenario hinsichtlich der Weglängen angenommen, dass diese generell um 20% im Vergleich zum Basisjahr abnehmen:

V-Mittel	< 20.000 Einwohner			20.000 – 100.000 Einwohner			> 100.000 Einwohner		
	2005	2020	2050	2005	2020	2050	2005	2020	2050
Fuß	1,4	1,3	1,12	1,1	1,03	0,86	0,8	0,75	0,6
Rad	2,5	2,3	2	2,95	2,75	2,35	3,4	3,2	2,7
MIV	15,9	14	12,7	12,95	11,75	10,35	10	9,5	8
ÖV	29,1	27	23,3	18,3	17	14,65	7,5	7	6

Tabelle 240: Durchschnittliche Weglänge [km] je Verkehrsmittel nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2020 und 2050; Quellen: Annahme, [Mobilität in NÖ 2003](#), [Kontiv 1998-2004](#)

Mobilität an Sonn- und Feiertagen

Es wird angenommen, dass aufgrund der lebenswerten Siedlungsstrukturen und der sich daraus ergebenden Freizeitmöglichkeiten im eigenen Wohnumfeld (z.B. Garten, Plätze, etc.), der regionalen Konzentration von Freizeitangeboten sowie der verstärkten Freizeitgestaltung zu Hause (Online-Spiele, Online-Kino, ...) die Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen abnehmen wird:

Jahr	Wegzahl < 20.000 Einwohner	Wegzahl 20 – 100.000 EW.	Wagzahl > 100.000 EW
2005	2,6	2,45	2,3
2020	2,5	2,35	2,2
2050	2,3	2,15	2,0

Tabelle 241: Wegzahl pro Person an Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Annahme, [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#)

Hinsichtlich des Modal Splits wird angenommen, dass es bis 2050 gelingt, den Anteil des MIV an der Zahl der Wege zugunsten des Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehrs im Vergleich zum Basisjahr noch stärker als im Pragmatischen Szenario zu reduzieren:

	< 20.000 Einwohner				> 100.000 Einwohner			
Jahr	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	24	5	3	68	28	3	24	45
2020	28	10	10	52	30	10	25	35
2050	35	25	20	20	40	25	28	7

Tabelle 242: Anteil der Verkehrsmittel [%] an der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Annahmen, [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#)

Hinsichtlich der durchschnittlichen Weglängen wird – entgegen dem Pragmatischen Szenario – davon ausgegangen, dass diese aufgrund strenger Vorgaben zu kompakten, multifunktionalen Siedlungen sowie regionaler Versorgung und Freizeitgestaltung generell um 20% im Vergleich zum Basisjahr bis 2050 abnehmen:

	< 20.000 Einwohner				> 100.000 Einwohner			
Jahr	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1,9	6,9	63,6	25,5	1,2	5	8,8	15
2020	1,8	6,5	60	23	1,1	4,5	8	14
2050	1,52	5,52	50,9	20,4	0,96	4	7	12

Tabelle 243: Durchschnittliche Länge [km] der Wege je Verkehrsmittel an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Annahme, [Mobilität in NÖ 2000](#), [Kontiv 1998 – 2004](#)

Verteilung Werk- und Sonntage

Unverändert im Vergleich zum Basisjahr.

Flugverkehr

Beim Flugverkehr wird davon ausgegangen, dass die Passagierzahl im Jahr 2050 geringer ist als im Pragmatischen Szenario. Es wird angenommen, dass im Jahr 2020 jeder Österreicher ein Mal alle zwei Jahre eine Flugreise unternimmt. Im Jahr 2050 unternimmt jeder Österreicher alle drei Jahre eine Flugreise.

Die Annahmen zu den dabei zurückgelegten Entfernungen bleiben im Vergleich zum Pragmatischen Szenario unverändert.

Verkehrsleistung des Personenverkehrs

Anhand der oben dargestellten Annahmen wurde die Verkehrsleistung für das Forcierte Szenario errechnet. Dabei galt es zudem die beiden Varianten der Bevölkerungsentwicklung zu berücksichtigen. Nachstehend sind die Ergebnisse dargestellt:

Bevölkerungs-Variante 1 – Bevölkerung wächst:

Jahr	< 20.000 Einw.	20.000 – 100.000 EW	> 100.000 Einwohner	Zwischen-Summe	Flugverkehr	Gesamt-Summe
2005	66.182	7.944	18.839	92.965	35.694	128.659
2020	56.202	7.587	18.135	81.924	13.056	94.980
2050	38.835	6.869	12.985	58.689	12.698	71.387

Tabelle 244: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung

Jahr	< 20.000 EW				20.000 – 100.000 EW				> 100.000 EW			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1.294	924	14.834	49.128	171	107	3.054	4.610	593	316	7.313	10.615
2020	1.275	1.368	19.692	33.865	189	206	3.479	3.711	655	736	7.721	9.021
2050	1.221	2.250	23.099	12.264	245	489	4.614	1.518	749	1.713	8.596	1.925

Tabelle 245: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2020 und 2050; eigene Berechnung

Jahr	Absolut (in Mio. Pkm)			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	2.059	1.348	25.201	64.355
2020	2.120	2.312	30.894	46.597
2050	2.217	4.454	36.310	15.708

Tabelle 246: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich im Basisjahr sowie den Jahren 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung

Bevölkerungs-Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab:

Jahr	< 20.000 Einw.	20.000 – 100.000 EW	> 100.000 Einwohner	Zwischen-Summe	Flugverkehr	Gesamt-Summe
2005	66.182	7.944	18.839	92.965	35.694	128.659
2020	51.012	6.886	16.461	74.359	11.851	86.210
2050	30.587	5.410	10.227	46.224	10.001	56.225

Tabelle 247: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung

Jahr	< 20.000 EW				20.000 – 100.000 EW				> 100.000 EW			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	1.294	924	14.834	49.128	171	107	3.054	4.610	593	316	7.313	10.615
2020	1.157	1.242	17.874	30.738	172	187	3.158	3.368	595	668	7.008	8.188
2050	962	1.772	18.193	9.659	193	385	3.634	1.196	590	1.349	6.770	1.516

Tabelle 248: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2005, 2020 und 2050; eigene Berechnung

Jahr	Absolut (in Mio. Pkm)			
	Fuß	Rad	ÖV	MIV
2005	2.059	1.348	25.201	64.355
2020	1.925	2.098	28.041	42.295
2050	1.746	3.508	28.598	12.372

Tabelle 249: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich in den Jahren 2005, 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung

Annahmen für den Energiebedarf des Personenverkehrs

Bei diesem Szenario finden die gleichen Technologien Berücksichtigung wie beim Pragmatischen Szenario. Es wird allerdings angenommen, dass der spezifische Energiebedarf der einzelnen Technologien in den Jahren 2020 und 2050 geringer ist, als beim Pragmatischen Szenario. Dies soll durch die forcierte Erschließung von Effizienzpotenzialen gelingen. Ein möglicher, steigender Besetzungsgrad der Verkehrsmittel und eine damit einhergehende Effizienzsteigerung konnte aufgrund fehlender Daten für das Basisjahr auch bei diesem Szenario nicht berücksichtigt werden. In nachfolgenden Tabellen sind die Annahmen dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Spezifischer Energiebedarf (kWh/Pkm)		
	2005	2020	2050
PKW – Benzin/Diesel	0,75	0,65	0,65
PKW – Biokraftstoff	0,75	0,65	0,50
PKW – Erdgas	0,8**	0,7	0,7
PKW – Biogas	0,8**	0,7	0,55
PKW – Elektrisch	0,15	0,13	0,10
Bus – Diesel	0,45	0,4	0,4
Bus – Biokraftstoff	0,45	0,4	0,30
Bus – Erdgas	0,6**	0,45	0,45
Bus – Biogas	0,6**	0,45	0,35
Bus – Elektrisch	0,2***	0,18	0,13
(U-/Straßen-)Bahn – Elektrisch	0,09	0,07	0,05
Flugzeug – Kerosin	0,35	0,3	0,3
Flugzeug – Biogas	0,4**	0,35	0,33

Tabelle 250: Spezifischer Energiebedarf [Mio. Pkm] einzelner Technologien im Personenverkehr;
 Quellen: IEA (2009)/Lufthansa, 7. Umweltkontrollbericht, VCÖ/VCD, Engel T. (2007),), Annahmen,
 Mittelwert Bahn/ÖPNV, ** Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer
 spez. E-Verbrauch angenommen; *** Aufgrund höherer Reibungswiderstände und geringerer
 Auslastung höherer spez. Bedarf im Vergleich zur Bahn angenommen.

Beim Einsatz der einzelnen Technologien und Treibstoffe wird im Vergleich zum Pragmatischen Szenario ein verstärkter Einsatz elektrischer Technologien angenommen. Die Annahmen zum Flugverkehr bleiben unverändert:

Technologie/Treibstoff	Anteil an Pkm in % < 20.000 Einw.			Anteil an Pkm in % 20 – 100.000 Einw.			Anteil an Pkm in % > 100.000 Einw.		
	2005	2020	2050	2005	2020	2050	2005	2020	2050
MIV									
PKW – Benzin/Diesel	100	40	0	100	40	0	100	40	0
PKW – Biokraftstoff	0	5	5	0	5	5	0	5	0
PKW – Erdgas	0	15	0	0	10	0	0	5	0
PKW – Biogas	0	20	5	0	15	5	0	10	0
PKW – Elektrisch	0	20	90	0	30	90	0	40	100
ÖV									
Bus – Diesel	30	15	0	18,5	5	0	4	2	0
Bus – Biokraftstoff	0	7	16	0	4,5	5	0	0	0
Bus – Erdgas	0	5	0	3	3	0	10	0	0
Bus – Biogas	0	3	13	0	8	10	0	8	0
Bus – Elektrisch	0	0	1	1	2	5	1	5	10
(U-/Straßen-)Bahn – Elektrisch	70	70	70	77,5	77,5	80	85	85	90

Tabelle 251: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie in den einzelnen Gemeindegrößenklassen im Personenverkehr

Energiebedarf des Personenverkehrs

Aus oben dargestellten Annahmen lässt sich der Energiebedarf des Personenverkehrs in den Jahren 2020 und 2050 berechnen. Dabei gilt es die beiden Varianten der Bevölkerungsentwicklung zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Variante 1 – Bev. wächst:

Energieträger	Bedarf in PJ		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	228	60	0
Biokraftstoff	0	8	5
Erdgas	2	17	0
Biogas	0	26	21
Strom	6	11	11
Summe	236	122	37

Variante 2 – Bev. nimmt ab:

Energieträger	Bedarf in PJ		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	228	54	0
Biokraftstoff	0	7	4
Erdgas	2	15	0
Biogas	0	24	16
Strom	6	10	8
Summe	236	111	29

Tabelle 252: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträger für die Personen-Mobilität 2020 und 2050

Güterverkehr

Beim Güterverkehr wurde – abweichend vom Pragmatischen Szenario – angenommen, dass die Verkehrsleistung im Transitverkehr im Vergleich zum Basisjahr konstant bleibt und nicht weiter zunimmt. Für den Ziel-/Quellverkehr wird angenommen, dass dieser bis 2020 um 1% und bis 2050 um 1,5% gegenüber dem Basisjahr wächst. Die Annahmen für den Binnenverkehr sind ident mit jenen des Pragmatischen Szenarios:

Kategorie	2005	2020	2050
Binnenverkehr	18.270	18.818	19.987
Ziel-/Quellverkehr	24.270	24.512	24.634
Transitverkehr	28.670	28.670	28.670
Summe	71.210	72.000	73.291

Tabelle 253: Transportleistung [Mio. tkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050

Modal Split

Beim Modal Split wurde im Vergleich zum Pragmatischen Szenario eine deutlich höhere Verlagerung hin zum Schienenverkehr (vor allem beim Transit) angenommen. Der Binnenverkehr verbleibt – aus bereits genannten Gründen – in höherem Maße auf der Straße:

Kategorie	Schiene			Straße			Rohrleitung			Schifffahrt		
	05	20	50	05	20	50	05	20	50	05	20	50
Binnenverkehr	23	25	27	75,9	73,9	71,9	0,9	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2
Ziel-/ /Quellverkehr	34,7	45	73	44,3	33	5	15,7	16	16	5,3	6	6
Transitverkehr	18	30	51,8	37,3	24	2	40,2	40	40,2	4,5	6	6

Tabelle 254: Anteil [%] der Verkehrsträger an der Transportleistung

Annahmen für den Energiebedarf des Güterverkehrs

Beim Forcierten Szenario werden die gleichen Technologien für den Güterverkehr wie im Pragmatischen Szenario berücksichtigt. Hinsichtlich des spezifischen Energiebedarfs wird allerdings von einer höheren Ausschöpfung der Effizienzpotenziale ausgegangen:

Technologie/Treibstoff	Spezifischer Energiebedarf (kWh/tkm)		
	2005	2020	2050
LKW – Diesel	0,67	0,6	0,6
LKW – Biokraftstoff	0,67	0,6	0,45
LKW – Biogas	0,75*	0,7	0,55
LKW – Elektro	0,3	0,25	0,20
Zug – Diesel	0,3	0,25	0,25
Zug – Biokraftstoff	0,3	0,25	0,18
Zug – Elektro	0,09	0,07	0,05
Schiff – Öl/Diesel	0,1	0,09	0,09
Schiff – Biokraftstoff	0,1	0,09	0,07
Schiff – Biogas	0,2*	0,18	0,15

Tabelle 255: Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm] einzelner Technologien im Güterverkehr; Quellen: Annahmen, [Mittelwert Sechster und Siebenter Umweltkontrollbericht](#), [Electric Truck Demonstration Project](#), * Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen

Die Annahmen zu den im Güterverkehr eingesetzten Technologien sind in nachfolgender Tabelle für das Forcierte Szenario dargestellt:

Technologie/Treibstoff	Anteil an Transportleistung (in %)		
	2005	2020	2050
Straße			
LKW – Diesel	100	30	0
LKW – Biokraftstoff	0	34	38
LKW – Biogas	0	33	40
LKW – Elektro	0	3	22
Schiene			
Zug – Diesel	5	0	0
Zug – Biokraftstoff	0	5	3
Zug – Elektro	95	95	97
Schiff			
Schiff – Öl/Diesel	100	45	0
Schiff – Biokraftstoff	0	45	50
Schiff – Biogas	0	10	50

Tabelle 256: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie im Güterverkehr

Für den Transport in Rohrleitungen wird angenommen, dass im Gegensatz zum Pragmatischen Szenario der Energiebedarf aufgrund einer steigenden Effizienz bis zum Jahr 2020 auf 7 PJ und bis zum Jahr 2050 auf 6,5 PJ sinkt.

Energiebedarf des Güterverkehrs

Aus oben dargestellten Annahmen lässt sich Energiebedarf des Güterverkehrs für die Jahre 2020 und 2050 errechnen. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)		
	2005	2020	2050
Diesel	87	19	0
Biokraftstoff	0	23	11
Biogas	0	24	14
Elektrischer Strom	13	14	16
Summe	100	80	41

Tabelle 257: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Güter-Mobilität 2020 und 2050

Off-Road-Verkehr

Siehe Sektor Landwirtschaft (Kapitel 4.6).

Gesamtbetrachtung

Nachdem nun die Bereiche Personen- und Güterverkehr getrennt betrachtet wurden, werden die erarbeiteten Ergebnisse nachfolgend zusammengefasst und es wird der gesamte Energiebedarf im Sektor Mobilität in den Jahren 2020 und 2050 dargestellt. Auch hier gilt es zwei Varianten der Bevölkerungsentwicklung zu unterscheiden:

Bevölkerungs-Variante 1 – Bevölkerung wächst:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	314	79	0
Biokraftstoff	0	30	17
Erdgas	2	17	0
Biogas	0	51	34
Elektrischer Strom	19	25	26
Summe	335	202	77

Tabelle 258: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 1

Bevölkerungs-Variante 2 – Bevölkerung nimmt ab:

Energieträger	Energiebedarf (PJ)		
	2005	2020	2050
Benzin/Diesel/Kerosin	314	73	0
Biokraftstoff	0	30	16
Erdgas	2	15	0
Biogas	0	48	30
Elektrischer Strom	19	24	24
Summe	335	190	70

Tabelle 259: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 2

4.7.4 Zusammenfassung

Mobilität ist in der Regel kein Selbstzweck sondern dient der Befriedigung der Bedürfnisse nach Arbeit, Versorgung, Bildung und Freizeit. Eine nachhaltige, zukunftsfähige Mobilitätsentwicklung muss einerseits den Mobilitätsbedürfnissen gerecht werden, muss sicherstellen, dass alle Menschen gleichberechtigt Zugang zur Mobilität erhalten und gleichzeitig eine möglichst umwelt- und ressourcenschonende Abwicklung der Mobilität gewährleisten.

Dabei gilt es den Zwang zur Mobilität zur Befriedigung der Bedürfnisse (z.B. Versorgung für ältere Menschen) durch kompakte, multifunktionale Siedlungen zu reduzieren und damit Verkehr zu vermeiden. Tatsächlich notwendiger und wünschenswerter Verkehr soll mit möglichst umweltfreundlichen Verkehrsmitteln und effizienten Technologien abgewickelt werden.

Die (Energie)Dienstleistungen, die Mobilität erfordern (z.B. Besuch von Verwandten, ...) sind mathematisch schwer zu fassen. Es wurde daher behelfsweise die Verkehrsleistung als Rechenwert verwendet; diese kann aber nicht mit der Energiedienstleistung gleichgesetzt werden. Eine steigende bzw. sinkende Verkehrsleistung ist nicht gleichbedeutend mit einer steigenden bzw. sinkenden Dienstleistung. Dennoch erlaubt diese Kennzahl die Berechnung des künftigen Energiebedarfs für die Mobilität.

Dabei zeigt sich, dass im Basisjahr 128.599 Mio. Personenkilometer im Personenverkehr und 71.210 Mio. Tonnenkilometer im Güterverkehr erbracht wurden. Dafür galt es 236 PJ bzw. 100 PJ an Energie, in Summe also 335 PJ aufzuwenden.

Bei der Betrachtung der Entwicklung bis 2020 bzw. 2050 wurden insgesamt 3 Szenarien berücksichtigt.

Beim Business as usual-Szenario, das einer Extrapolation bisheriger Entwicklungen entspricht, wächst der Energiebedarf für die Mobilität auf 518 PJ im Jahr 2020 und auf 872 PJ im Jahr 2050 an. Dies entspricht Zunahmen von 52% bzw. 156% gegenüber dem Basisjahr.

Beim Pragmatischen Szenario wird davon ausgegangen, dass durch finanzielle Steuerungsmaßnahmen und attraktive Angebote des Umweltverbundes, durch eine ebensolche Gestaltung öffentlicher Räume und die Bewusstseinsbildung die Verkehrsentstehung reduziert wird und die Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundliche Verkehrsträger gelingt. Auch Effizienzpotenziale werden vermehrt genutzt. Hierdurch ist – je nach Bevölkerungsentwicklung (zweite Variante in Klammer) – mit einer Personenverkehrsleistung von 121.968 (100.706) Mio. Kilometern im Jahr 2020 bzw. 112.814 (88.854) Mio. Kilometern im Jahr 2050 zu rechnen. Diese Abnahme an Verkehrsleistung – bei Aufrechterhaltung des Mobilitätszwecks (sh. oben) – sowie Verkehrsverlagerung und Nutzung der Effizienzpotenziale der einzelnen Technologien führen zu einer Reduktion des Energiebedarfs für den Personenverkehr auf 197 PJ (179 PJ) im Jahr 2020 bzw. 106 PJ (83 PJ) im Jahr 2050. Im Güterverkehr ist hingegen mit einer steigenden Verkehrsleistung zu rechnen. Diese beträgt im Jahr 2020 73.874 Tonnenkilometer und im Jahr 2050 76.631 Tonnenkilometer. Dennoch nimmt aufgrund der Verkehrsverlagerung und der Verwendung effizienterer Technologien auch im Güterverkehr der Energiebedarf auf 90 PJ im Jahr 2020 bzw. 64 PJ im Jahr 2050 ab. Für den gesamten Sektor Mobilität werden daher im Jahr 2020 287 PJ (269 PJ) und im Jahr 2050 170 PJ (147 PJ) aufgewandt. Dies entspricht Reduktionen von etwa 50% gegenüber dem Basisjahr.

Beim Forcierten Szenario wird davon ausgegangen, dass die im Pragmatischen Szenario dargestellten Entwicklungen in deutlich größerem Umfang zum Tragen kommen. Durch starke rechtliche Pflichten können Maßnahmen, vor allem auch kompaktere Siedlungsstrukturen, effizienter umgesetzt werden. Effizienzpotenziale werden fast vollständig ausgeschöpft, es gelingt eine nahezu vollständige Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger, etc. Hierdurch ist – je nach Bevölkerungsentwicklung (zweite Variante in Klammer) – mit einer Personenverkehrsleistung von 94.980 (86.210) Mio. Kilometern im Jahr 2020 bzw. 71.387

(56.225) Mio. Kilometern im Jahr 2050 zu rechnen. Auch der Energieverbrauch für den Personenverkehr nimmt deutlich ab. Er liegt im Jahr 2020 bei 122 PJ (111 PJ) und im Jahr 2050 bei 37 PJ (29 PJ). Im Güterverkehr ist auch in diesem Szenario ein leichter Anstieg der Verkehrsleistung auf 72.000 Mio. tkm im Jahr 2020 und auf 73.291 Mio. tkm im Jahr 2050 zu verzeichnen. Der Energiebedarf nimmt allerdings im selben Zeitraum auf 80 bzw. 41 PJ ab. Für den gesamten Sektor Mobilität werden daher im Jahr 2020 202 PJ (190 PJ) aufgewandt. Im Jahr 2050 liegt der Aufwand bei 77 PJ (70 PJ). Dies entspricht Reduktionen von ca. 75% gegenüber dem Basisjahr.

Obige Szenarien zeigen, dass abhängig von eingesetzten politischen Steuerungsinstrumenten, umgesetzten Maßnahmen und geändertem Verkehrsverhalten verschiedenste Entwicklungen im Mobilitätsbereich möglich sind. Wird auf Maßnahmen verzichtet, so kann der Energiebedarf für den Mobilitätsbereich – zumindest theoretisch wohl aber ohne praktische Aussicht auf Realisierung – auf bis zu 872 PJ im Jahr 2050 anwachsen. Werden allerdings beherrzte, entschiedene Maßnahmen ergriffen, so kann der Energiebedarf für den Sektor Mobilität auf bis zu 70 PJ im Jahr 2050 reduziert werden. Dies sogar bei Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der bereitgestellten Mobilitätsdienstleistungen.

Verkehrsleistung		2005	2020	2050
Pragmatisches Szenario	Personen	128.659	121.968 / 100.706	112.814 / 88.854
	Güter	71.210	73.874	76.631
Forciertes Szenario	Personen	128.659	94.980 / 86.210	71.387 / 56.225
	Güter	71.210	72.000	73.291

Tabelle 260: Zusammenfassung: Personen- [Mio. Pkm] und Güterverkehrsleistung [Mio. tkm] der einzelnen Szenarien im Basisjahr sowie in den Jahren 2020 und 2050 (unterschieden nach den Bevölkerungsvarianten Variante 1 / Variante 2)

Energiebedarf		Energiebedarf (PJ)		
		2005	2020	2050
Business as Usual		345	528	882
Pragmatisches Szenario	Personen	236	197 / 179	106 / 83
	Güter	100	90	64
	Summe	335	287 / 269	170 / 147
Forciertes Szenario	Personen	236	122 / 111	37 / 29
	Güter	100	80	41
	Summe	335	202 / 190	77 / 70

Tabelle 261: Zusammenfassung: Energiebedarf für Mobilität in einzelnen Szenarien im Basisjahr sowie in den Jahren 2020, 2050 (unterschieden nach den Bevölkerungsvarianten Variante 1/Variante 2)

4.8 Endenergieverbrauch der Zukunft nach den Szenarien

In den Kapiteln 4.3 bis 4.7 wurden die fünf Sektoren des energetischen Endverbrauchs betrachtet. Die Einzelergebnisse werden jetzt zum energetischen Endverbrauch Österreichs zusammengeführt und – in Anlehnung an das Basisjahr (siehe Tabelle 9) – nach den Sektoren und Nutzenergiekategorien gegliedert dargestellt.

Aufgrund der verwendeten Rechenmodelle ergaben sich in den Sektoren Sachgüterproduktion und Mobilität geringfügige Abweichungen gegenüber dem Basisjahr lt. Kapitel 2. Deshalb wird nachfolgend das Basisjahr – inklusive der angesprochenen Änderungen – nochmals dargestellt.

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	27.499	11.277	1.743	73.390	85.030	111.848	310.787
MOB	335.095	0	0	0	0	0	0	335.095
DL	0	83.597	13.806	3	3.609	21.795	12.775	135.585
HH	0	199.176	7.107	0	0	38.882	28.107	273.272
SUMME	345.000	318.965	33.063	1.756	77.117	147.701	155.510	1.079.112

Tabelle 262: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Basisjahr

Im Sektor Sachgüterproduktion ergaben sich diese Abweichungen durch die zur Untergliederung des energetischen Endverbrauchs nach Nutzenergiekategorien und Sparten herangezogene Matrix (siehe Tabelle 157). Im Sektor Mobilität sind die Abweichungen eine Konsequenz des der Beschreibung zugrunde gelegten Modells (siehe Kapitel 4.7).

Der energetische Endverbrauch des Sektors Landwirtschaft wurde aus den im Kapitel 4.6 erörterten Gründen konstant gehalten, und zwar in beiden Szenarien, für beide Betrachtungszeiträume und beide Bevölkerungsvarianten. Bei den nachfolgenden Betrachtungen wird darauf verzichtet, darauf bei jedem Szenario bzw. bei jeder Variante einzugehen.

Unter den Nutzenergiekategorien ist naturgemäß die der elektrochemischen Zwecke jene mit den geringsten absoluten Verbrauchsreduktionen. Das liegt daran, dass ihr energetischer Endverbrauch im Basisjahr nur 5,31% des energetischen Endverbrauchs der zweitkleinsten Nutzenergiekategorie (Beleuchtung und EDV) ausmacht. Deshalb wird bei der Analyse der berechneten energetischen Endverbrauche nicht weiter darauf hingewiesen.

4.8.1 Bevölkerungsvariante 1

4.8.1.1 Szenario Pragmatisch

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	26.322	3.858	1.591	71.825	82.432	115.763	301.791
MOB	287.095	0	0	0	0	0	0	287.095
DL	0	76.912	7.868	3	3.845	22.816	15.459	126.903
HH	0	155.917	5.630	0	0	39.358	20.807	221.712
SUMME	297.000	267.844	18.229	1.604	75.788	146.600	154.809	961.874

Tabelle 263: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020

Im Szenario Pragmatisch bei Betrachtung der Bevölkerungsvariante 1 kann der energetische Endverbrauch bis 2020 um 117.238 TJ bzw. 10,86% gesenkt werden. Hauptsächlich dafür verantwortlich sind die Verbrauchsreduktionen in den Nutzenergiekategorien „Traktion“ (48.000 TJ bzw. 13,91%), „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ (51.121 TJ bzw. 16,03%) und „Beleuchtung & EDV“ (14.834 TJ bzw. 44,87%). In den anderen Nutzenergiekategorien fallen die Einsparungen eher gering aus. Der Vergleich der Tabelle 263 mit Tabelle 262 zeigt, dass im Sektor Dienstleistungsbereich – wie im Kapitel 4.4 bereits erwähnt – der Verbrauch der Nutzenergiekategorien „Dampferzeugung“, „Industrieöfen“ und „Standmotoren“ sogar leicht zunimmt. Dasselbe gilt für die Nutzenergiekategorie „Standmotoren“ im Sektor Sachgüterproduktion und die Nutzenergiekategorie „Industrieöfen“ im Sektor private Haushalte.

Der Vergleich zeigt aber auch, dass in allen Sektoren eine Verbrauchsreduktion erfolgt. Die relative Abnahme ist im Sektor Sachgüterproduktion mit 2,89% am geringsten, im Sektor private Haushalte mit 18,87% am höchsten. Auch die absolute Reduktion ist im Sektor private Haushalte mit 51.560 TJ am höchsten, am geringsten fällt sie im Sektor Dienstleistungsbereich mit 8.682 TJ aus.

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	25.691	2.392	1.479	71.470	79.672	99.717	280.421
MOB	170.095	0	0	0	0	0	0	170.095
DL	0	48.024	6.442	3	4.032	23.246	20.116	101.863
HH	0	87.586	5.763	0	0	32.332	20.923	146.604
SUMME	180.000	169.994	15.470	1.492	75.620	137.244	143.536	723.356

Tabelle 264: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050

Bis zum Jahr 2050 kann der energetische Endverbrauch um 355.756 TJ gesenkt werden, was einem Minus von 32,97% entspricht. Die höchste absolute Reduktion erfolgt dabei in der Nutzenergiekategorie Traktion (165.000 TJ), die höchste relative in der Nutzenergiekategorie „Beleuchtung & EDV“ (53,21%). Lediglich in der Nutzenergiekategorie „Dampferzeugung“ liegt die relative Einsparung unter 2%, in allen anderen Nutzenergiekategorien liegt sie über 7%. Betrachtet man nochmals die Sektoren, so zeigt sich, dass nur im Sektor Dienstleistungsbereich Zunahmen auftreten, und zwar in den Nutzenergiekategorien „Dampferzeugung“, „Industrieöfen“ und „Standmotoren“, die aber durch Einsparungen in den anderen Nutzenergiekategorien überkompensiert werden. Deshalb ist auch die Einsparung im Sektor Sachgüterproduktion am geringsten (30.366 TJ bzw. 9,77%). Die höchste Einsparung erfolgt im Sektor Mobilität mit 165.000 TJ bzw. 49,24%.

4.8.1.2 Szenario Forciert

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	25.107	2.920	1.590	70.416	79.216	111.744	290.993
MOB	202.095	0	0	0	0	0	0	202.095
DL	0	68.086	6.386	3	3.744	20.912	10.750	109.881
HH	0	130.107	3.881	0	0	35.303	15.755	185.046
SUMME	212.000	231.993	14.060	1.603	74.278	137.425	141.029	812.388

Tabelle 265: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020

Im Szenario Forciert, ebenfalls Bevölkerungsvariante 1, gelingt bis zum Jahr 2020 eine Reduktion des energetischen Endverbrauchs um 266.724 TJ bzw. 24,72%. Die höchste absolute Einsparung liegt mit 133.000 TJ in der Nutzenergiekategorie „Traktion“ vor, die höchste relative in der Nutzenergiekategorie „Beleuchtung & EDV“ (57,48%). Der einzige

Bereich, der eine Verbrauchszunahme aufweist, ist die Nutzenergiekategorie „Dampferzeugung“ im Sektor Dienstleistungsbereich. Es ist auch diese Nutzenergiekategorie, die insgesamt, also über alle Sektoren summiert, die geringste relative Einsparung von 3,68% verzeichnet.

Der Sektor mit der größten Einsparung von 133.000 TJ bzw. 39,69% ist die Mobilität, die kleinsten Einsparungen ergaben sich für den Sektor Sachgüterproduktion mit 19.794 TJ bzw. 6,37%.

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	24.131	2.076	1.354	69.091	73.781	98.054	268.487
MOB	76.095	0	0	0	0	0	0	76.095
DL	0	20.173	4.617	3	3.849	19.161	9.735	57.538
HH	0	31.325	3.192	0	0	28.765	13.667	76.949
SUMME	86.000	84.322	10.758	1.367	73.058	123.701	124.236	503.442

Tabelle 266: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050

Die für das Jahr 2050 berechnete Energieeinsparung beträgt 575.670 TJ bzw. 53,35%. Die größte absolute Einsparung wird in der Nutzenergiekategorie „Traktion“ mit 259.000 TJ erzielt, dicht gefolgt von „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ mit 234.643 TJ. Auch relativ sind die Einsparungen in diesen Nutzenergiekategorien mit 75,07% bzw. 73,56% am höchsten, gefolgt von der Nutzenergiekategorie „Beleuchtung & EDV“ mit 67,46%. Die mit 5,26% geringsten Einspareffekte wurden für die Nutzenergiekategorie „Dampferzeugung“ berechnet. Diese Nutzenergiekategorie zeigt wiederum im Sektor Dienstleistungsbereich eine geringe Verbrauchszunahme.

Unter den Sektoren ist die Sachgüterproduktion jener mit den geringsten Einsparungen (42.300 TJ bzw. 13,61%). Die höchsten Einsparungen können im Sektor Mobilität erzielt werden, und zwar mit 259.000 TJ bzw. 77,29%. Betreffend die relative Einsparung liegen die privaten Haushalte mit 71,84% nur knapp dahinter.

4.8.2 Bevölkerungsvariante 2

4.8.2.1 Szenario Pragmatisch

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	26.322	3.858	1.591	71.825	82.432	115.763	301.791
MOB	269.095	0	0	0	0	0	0	269.095
DL	0	73.996	7.169	3	3.522	20.749	14.129	119.568
HH	0	150.565	4.957	0	0	35.864	17.775	209.161
SUMME	279.000	259.576	16.857	1.604	75.465	141.039	150.447	923.988

Tabelle 267: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020

Betrachtet man im Rahmen des Szenarios Pragmatisch das Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 2, so ergibt sich eine Reduktion des energetischen Endverbrauchs um 155.124 TJ bzw. 14,38%. Die Nutzenergiekategorien mit den höchsten absoluten Einsparungen sind die „Traktion“ mit 66.000 TJ (19,13%) und die „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ mit 59.389 TJ (18,62%). Die mit Abstand größte relative Einsparung kann aber mit 49,02% im Bereich „Beleuchtung & EDV“ erzielt werden. Die Nutzenergiekategorie mit den geringsten Einsparungen ist die Dampferzeugung mit 2,14%. Die einzigen Verbrauchszunahmen finden sich in der Nutzenergiekategorie Standmotoren, und zwar sowohl im Sektor Dienstleistungsbereich als auch im Sektor Sachgüterproduktion.

Der Sektor mit der höchsten Einsparung ist die Mobilität mit 66.000 TJ, dicht gefolgt von den privaten Haushalten mit 64.111 TJ. Die relative Einsparung ist in den Haushalten mit 23,46% sogar größer als in der Mobilität mit 19,70%. Mit 8.996 TJ bzw. 2,89% fällt die Verbrauchsreduktion im Sektor Sachgüterproduktion am geringsten aus.

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	25.691	2.392	1.479	71.470	79.672	99.717	280.421
MOB	147.095	0	0	0	0	0	0	147.095
DL	0	41.768	5.131	3	3.176	19.508	15.844	85.430
HH	0	76.810	4.313	0	0	26.035	15.104	122.262
SUMME	157.000	152.962	12.709	1.492	74.764	127.209	133.445	659.581

Tabelle 268: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050

Im Jahr 2050 beläuft sich die Reduktion des energetischen Endverbrauchs auf 419.531 TJ, was 38,88% entspricht. Die höchsten absoluten Einsparungen finden sich wieder in den Nutzenergiekategorien „Traktion“ und „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“. Sie betragen 188.000 TJ (54,49%) bzw. 166.003 TJ (52,04%). Die höchste relative Reduktion weist die Kategorie „Beleuchtung & EDV“ mit 61,56% auf, die geringste die Kategorie „Dampferzeugung“ mit 3,05%. Der einzige Verbrauch, der eine Zunahme aufweist, ist jener der Nutzenergiekategorie Standmotoren im Sektor Dienstleistungsbereich.

Im Sektor Mobilität wird die größte Reduktion erzielt, und zwar um 188.000 TJ bzw. 56,10%. Die relative Einsparung in den privaten Haushalten liegt mit 55,26% nur knapp dahinter. Die geringsten Einsparungen werden im Sektor Sachgüterproduktion mit 30.366 TJ bzw. 9,77% erzielt.

4.8.2.2 Szenario Forciert

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	25.107	2.920	1.590	70.416	79.216	111.744	290.993
MOB	190.095	0	0	0	0	0	0	190.095
DL	0	65.844	5.838	3	3.436	19.032	9.862	104.015
HH	0	127.611	3.454	0	0	32.145	13.468	176.678
SUMME	200.000	227.255	13.085	1.603	73.970	132.387	137.854	786.154

Tabelle 269: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020

Nach Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 2, können bis zum Jahr 2020 292.958 TJ des energetischen Endverbrauchs eingespart werden. Das entspricht einer Reduktion um 27,15%. Die absolut größte Einsparung erfolgt in der Nutzenergiekategorie Traktion mit 145.000 TJ, die relativ größte in der Nutzenergiekategorie „Beleuchtung & EDV“ mit 60,42%. Schlusslicht bildet wieder die Nutzenergiekategorie Dampferzeugung mit 4,08%. Besonders auffällig ist, dass hier bei sämtlichen Einträgen eine Verbrauchsreduktion festzustellen ist.

Unter den Sektoren weist die Mobilität mit 145.000 TJ bzw. 43,27% die höchste Einsparung auf. Im Sektor Sachgüterproduktion wird mit 19.794 TJ bzw. 6,37% die geringste Reduktion erzielt.

	TRA	RW	BE	ecZ	D	IÖ	SM	SUMME
LW	9.905	8.693	873	10	118	1.994	2.780	24.373
SGP	0	24.131	2.076	1.354	69.091	73.781	98.054	268.487
MOB	69.095	0	0	0	0	0	0	69.095
DL	0	16.709	3.700	3	3.032	16.012	7.667	47.123
HH	0	27.100	2.440	0	0	23.052	9.882	62.474
SUMME	79.000	76.633	9.089	1.367	72.241	114.839	118.383	471.552

Tabelle 270: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050

Im Jahr 2050 werden 607.560 TJ eingespart. Das entspricht 56,30%. Die größten Einsparungen werden in den Nutzenergiekategorien „Traktion“ und „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ erzielt, und zwar mit 266.000 TJ bzw. 242.332 TJ. Innerhalb dieser Nutzenergiekategorien werden also 77,10% bzw. 75,97% eingespart. Beachtlich ist auch, dass die Summe der Einsparungen dieser beiden Nutzenergiekategorien 83,67% der gesamten Einsparung ausmacht, dass sie 47,11% des energetischen Endverbrauchs 2005 entspricht und dass sie größer als der energetische Endverbrauch 2050 ist. Die geringste Einsparung unter den Nutzenergiekategorien wird mit 6,32% wiederum in der Dampferzeugung erzielt.

Der Sektor mit der größten Einsparung ist die Mobilität mit 266.000 TJ bzw. 79,38%. Die relative Einsparung in den privaten Haushalten beträgt ebenfalls sehr hohe 77,14%. Die geringste Einsparung wird im Sektor Sachgüterproduktion erzielt. Sie beträgt 42.300 TJ bzw. 13,61%.

4.8.3 Zusammenschau

Obige Betrachtungen zeigen, dass die größten Einsparungen für den Sektor Mobilität berechnet wurden. Hauptverantwortlich dafür ist der angenommene Umstieg auf Elektromobilität. Ebenfalls hohe Einsparungen wurden für die privaten Haushalte errechnet. Bereits deutlich geringer fallen die Reduktionen im Dienstleistungsbereich aus, am kleinsten sind sie im Sektor Sachgüterproduktion. Auch dafür ist der Grund schnell gefunden: Während in den privaten Haushalten und im Dienstleistungsbereich der Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ aufgrund des Anteils am Verbrauch (72,89% bzw. 61,66%) sehr hohe Bedeutung zukommt, ist sie in der Sachgüterproduktion mit einem Anteil von 8,85% nur die viertgrößte Nutzenergiekategorie. Nun ist es aber eben diese Nutzenergiekategorie, die – aufgrund der Möglichkeiten der thermischen Gebäudesanierung –

ähnliche hohe Potenziale aufweist wie die Traktion. So sind im Sektor private Haushalte im Szenario Forciert, im Jahr 2050 und Bevölkerungsvariante 2 81,63% der Einsparungen auf die Nutzenergiekategorie „Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser“ zurückzuführen. Im Sektor Sachgüterproduktion fallen diese Einsparungen zwangsläufig deutlich geringer aus.

Insgesamt zeigt sich, dass zwar hohe Einsparungen möglich sind, dafür aber auch Zeit zur Umsetzung notwendig ist. Die einzige Nutzenergiekategorie, in der auch innerhalb des relativ kurzen Zeitraums von 15 Jahren Potenziale um 50% erschlossen werden können, ist „Beleuchtung & EDV“.

5 WEITERE BILANZAGGREGATE UND SAISONALITÄTEN

Im Rahmen des gegenständlichen Berichts wurden bisher einerseits die Potenziale erneuerbarer Energieträger und andererseits der energetische Endverbrauch der Sektoren private Haushalte, Dienstleistungsbereich, Mobilität, Sachgüterproduktion und Landwirtschaft dargestellt.

Um nun die Aufkommens- und Verbrauchsseite im Sinne von Energieflussbildern verknüpfen zu können, sind weitere, bislang noch nicht näher betrachtete Aspekte von Bedeutung, auf die in den folgenden Unterkapiteln eingegangen wird.

5.1 Der nicht energetische Verbrauch

Der nicht energetische Verbrauch (neV) beinhaltet jene Mengen an Energieträgern, die nicht energetisch verwertet werden. Das sind beispielsweise Raffinerieprodukte, die in die chemische Industrie fließen und dort als Rohstoffe dienen. Allerdings werden auch jene Mengen an Koks und Heizöl dem neV zugerechnet, deren Einsatz im Hochofen als metallurgisch bedingt gilt.

Im Jahr 2005 betrug der neV laut Gesamtenergiebilanz der Statistik Austria 116.729 TJ. Tabelle 271 zeigt die Aufgliederung auf unterschiedliche Energieträger.

		neV 2005 [TJ]
Öl	Raffinerierestgas	707
	Benzin	192
	Heizöl	9.449
	sonstige Produkte der Erdölverarbeitung	58.867
Kohle	Koks	36.693
	Steinkohle	27
Gas	Naturgas	10.795
Summe		116.729

Tabelle 271: Nicht energetischer Verbrauch [TJ] im Basisjahr

5.1.1 Annahmen zur Entwicklung des nicht energetischen Verbrauchs

Für die Energieträgerklasse Öl werden zwei unterschiedliche Entwicklungen angenommen. Für die Energieträger Raffinerierestgas, Benzin und „sonstige Produkte der Erdölverarbeitung“ wird angenommen, dass sie sich entsprechend dem Industriezweig „Herstellung von Chemikalien und chemischen Erzeugnissen“ (ÖNACE Abteilung 24) entwickeln. Für das Szenario Pragmatisch bedeutet das, dass im Jahr 2020 der Verbrauch um 5% unter jenem von 2005 liegt und im Jahr 2050 um 10%. Im Szenario Forciert wird der Verbrauch im Jahr 2020 um 7% reduziert, im Jahr 2050 um 20%.

Der „nicht energetische Verbrauch“ an Heizöl entstammt den Hochöfen der VOEST. Damit ist es naheliegend, seine Entwicklung an den Industriezweig „Eisen & Stahl“ anzupassen. Im Szenario Pragmatisch bleibt der Verbrauch also unverändert, und zwar sowohl für das Jahr 2020 als auch für das Jahr 2050. Im Szenario Forciert wird der Verbrauch an Heizöl bis zum Jahr 2020 um 2% und bis zum Jahr 2050 um 5% reduziert.

Hinzu kommt, dass im Jahr 2050 der fossile Energieträger Öl durch erneuerbare Energieträger ersetzt wird. Zum Teil geschieht das durch den Holzölausstoß der Köhlerei (4.114 TJ im Szenario Pragmatisch bzw. 3.908 TJ im Szenario Forciert), der Rest wird zu 70% durch Biogas und zu 30% durch feste Biomasse ersetzt.

Der nicht energetische Verbrauch an Kohle setzt sich zusammen aus Koks und Steinkohle. Der Koksverbrauch ist wiederum mit dem Industriezweig „Eisen & Stahl“ korreliert. Folglich bleibt er im Szenario Pragmatisch unverändert, im Szenario Forciert sinkt er bis 2020 um 2%, bis 2050 um 5%.

Der Verbrauch an Steinkohle wird unverändert beibehalten. Im Jahr 2050 werden jedoch sowohl Koks als auch Steinkohle durch Holzkohle ersetzt.

Der nicht energetische Verbrauch an Gas wird in beiden Szenarien beibehalten. Im Jahr 2050 wird er durch Biogas ersetzt.

5.1.2 Ergebnis

Die folgende Tabelle fasst den nicht energetischen Verbrauch beider Szenarien zusammen.

	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
	2020	2050	2020	2050
Öl	66.227	4.114	64.842	3.908
Kohle	36.720	36.720	35.986	34.885
Gas	10.795	52.182	10.795	47.812
Biomasse fest	0	17.737	0	15.865
gesamt	113.742	110.753	111.623	102.470

Tabelle 272: Der nicht energetische Verbrauch [TJ] beider Szenarien

Der neV sinkt also in beiden Szenarien gegenüber 2005.

Etwas sonderbar mutet der Ersatz von Öl durch Biogas an. Das liegt allerdings ausschließlich an der für das Potenzial der landwirtschaftlichen Biomasse gewählten Darstellungsform. Hier wurde im Rahmen dieses Projektes der gesamte Ertrag als Biogas ausgewiesen. Für den Ersatz von Öl ist es aber größtenteils sinnvoller, direkt aus den Pflanzen Stärke, Cellulose und ähnliches zu gewinnen, als später Biomethan „zurückzuwandeln“.

5.2 Der Verbrauch Sektor Energie

Der Sektor Energie setzt sich aus den ÖNACE-Abteilungen 10 (Kohlenbergbau, Torfgewinnung), 11 (Erdöl- und Erdgasbergbau), 12 (Bergbau auf Uran- und Thoriumerze), 23 (Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen) und 40 (Energieversorgung, genauer: 401 Elektrizitätsversorgung, 402 Gasversorgung und 403 Fernwärmeversorgung) zusammen.

Der Verbrauch dieser Abteilungen ist per Definition kein energetischer Endverbrauch (sondern eben der Verbrauch Sektor Energie, VSE), der Verbrauch an Traktionsenergieträgern dieser Abteilungen wird aber sehr wohl dem Mobilitätssektor zugeschrieben.

Datengrundlagen für den Verbrauch Sektor Energie lieferten einerseits die Gesamtenergiebilanz der Statistik Austria, andererseits die Energiegesamtrechnung (energiegesamtrechnung_1999_bis_2008_detailinformation_036361, ebenfalls Statistik Austria). Die Energiegesamtrechnung ist gegliedert nach den ÖNACE-Abteilungen (genauer: nach den NACE-2stellern). Für jede dieser Abteilungen wird der Intermediärverbrauch ausgewiesen, das heißt die Summe aus Energieverbrauch und (eventuellem) Umwandlungseinsatz.

5.2.1 Der Verbrauch Sektor Energie im Basisjahr

Im Jahr 2005 betrug der Verbrauch Sektor Energie (VSE) lt. Gesamtenergiebilanz 79.485 TJ. Davon entfielen 15.956 TJ auf Gas, 22.342 TJ auf Kohle, 20.653 TJ auf Öl und 20.534 TJ auf Strom. Dieser Verbrauch lässt sich noch weiter untergliedern, und zwar gemäß Tabelle 273.

	VSE	Energieträger	VSE
Öl	20.653	Erdöl	1.535
		Sonstiger Raffinerieeinsatz (sRein)	2.025
		Diesel	9
		Heizöl	1.094
		Flüssiggas (Flg)	2.273
		Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung (sPdE)	5.153
		Raffinerierestgas (Rrg)	8.564
Kohle	22.342	Koks	1.881
		Gichtgas (Ggas)	16.290
		Kokereigas (Kgas)	4.171
Gas	15.956	Naturgas	15.956
Strom	20.534	Strom	20.534
Summe	79.485		79.485

Tabelle 273: Der Verbrauch Sektor Energie [TJ] lt. Gesamtenergiebilanz im Jahr 2005

Eine Möglichkeit, den VSE auf die ÖNACE-Abteilungen aufzuteilen, bietet der Quervergleich der Gesamtenergiebilanz mit der Energiegesamtrechnung. Diese weist allerdings auch den Umwandlungseinsatz bei den entsprechenden Abteilungen aus (in der Gesamtenergiebilanz ist der Umwandlungseinsatz ebenso wie der VSE ein eigenes Aggregat). Dadurch ist der Quervergleich teilweise nicht eindeutig.

Grundlage für den Quervergleich der Energieträger der Ölbilanz bildet die folgende Tabelle, die die Einträge der Energiegesamtrechnung (EGR), gegliedert nach den ÖNACE-Abteilungen, dem VSE und dem Umwandlungseinsatz (Uein) lt. Gesamtenergiebilanz (GEB) gegenüberstellt.

	Energiegesamtrechnung		Gesamtenergiebilanz	
	Abteilung	Verbrauch	VSE	Uein
Erdöl	10	0	1.535	374.925
	11	0		
	12	0		
	23	376.461		
	40	0		
	Summe	376.461		
sRein	10	0	2.025	20.077
	11	2.025		
	12	0		
	23	20.077		
	40	0		
	Summe	22.102		
Diesel	10	0	9	11
	11	2		
	12	0		
	23	0		
	40	18		
	Summe	20		
Heizöl	10	0	1.094	14.001
	11	0		
	12	0		
	23	1.094		
	40	13.517		
	Summe	14.611		
Flüssiggas	10	0	2.273	9
	11	0		
	12	0		
	23	2.273		
	40	9		
	Summe	2.283		
sPdE	10	0	5.153	6.255
	11	0		
	12	0		
	23	11.408		
	40	0		
	Summe	11.408		
Raffinerierestgas	10	0	8.564	931
	11	0		
	12	0		
	23	9.495		
	40	0		
	Summe	9.495		

Tabelle 274: Vergleich der EGR mit der GEB, Werte in Terajoule

Für die Energieträger der Ölbilanz liefert dieser Quervergleich folgende Ergebnisse:

- Erdöl wird nur in Abteilung 23 eingesetzt. Die 1.535 TJ VSE sind der Mineralölverarbeitung (Minv) zuzuschreiben, weil in der Kokerei (genauer: im Hochofen) nur Heizöl zum Einsatz kommt, das zudem noch als metallurgisch bedingter Einsatz gewertet wird, also dem „nicht energetischen Verbrauch“ zugeordnet wird.
- Sonstiger Raffinerieeinsatz wird in den Abteilungen 11 und 23 verbraucht. Die Menge der Abteilung 11 (2.025 TJ) entspricht dabei dem VSE, jene der Abteilung 23 (20.077 TJ) dem Umwandlungseinsatz. Daher wurde der VSE an sonstigem Raffinerieeinsatz dem Erdöl- und Erdgasbergbau zugewiesen.
- Der VSE an Diesel betrug 9 TJ, der Umwandlungseinsatz 11 TJ. Für die Abteilung 11 weist die Energiegesamtrechnung einen Verbrauch von 2 TJ aus, für die Abteilung 40 von 18 TJ. Nimmt man an, dass die 11 TJ Umwandlungseinsatz der Abteilung 40 zuzuschreiben sind, so ergibt sich ein VSE von 2 TJ für die Abteilung 11 und einer von 7 TJ für die Abteilung 40.
- Die als VSE ausgewiesene Menge an Heizöl (1.094 TJ) deckt sich exakt mit dem Verbrauch der Abteilung 23 laut Energiegesamtrechnung. Da der Verbrauch an Heizöl im Hochofen dem nicht energetischen Verbrauch zugeteilt ist, ist dieser VSE der Mineralölverarbeitung zuzuschreiben.
- Beim Energieträger Flüssiggas entspricht der VSE in Höhe 2.273 TJ dem Einsatz in der Abteilung 23, der Umwandlungseinsatz in Höhe von 9 TJ dem Verbrauch der Abteilung 40. Deshalb wird angenommen, dass der VSE an Flüssiggas ebenfalls von der Mineralölverarbeitung verursacht wird.
- Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung und Raffinerierestgas wurden nur in Abteilung 23 eingesetzt. Der VSE in Höhe von 5.153 TJ bzw. 8.564 TJ wurde also Abteilung 23 (genauer gesagt der Mineralölverarbeitung) zugewiesen.

Sehr einfach ist die Situation für die Energieträgerklasse Kohle. Einen VSE weisen hier nur Koks (1.881 TJ), Gichtgas (16.290TJ) und Kokereigas (4.171 TJ) auf, einen Verbrauch (lt. EGR) an diesen Energieträgern nur die Abteilung 23. Diese Mengen werden für den Betrieb von Kokerei und Hochofen eingesetzt (und gelten tatsächlich als energetisch bedingt), werden also innerhalb der Abteilung 23 der Kokerei zugeschrieben.

Laut Energiegesamtrechnung weisen die Abteilungen 11, 23 und 40 einen Gasverbrauch auf. Allerdings beträgt laut EGR der Verbrauch der Abteilung 40 104.744 TJ, jener der Abteilung 23 6.738 TJ und jener der Abteilung 11 7.982 TJ. Dem gegenüber stehen der Umwandlungseinsatz in Höhe von 116.303 TJ und der VSE in Höhe von 15.956 TJ laut Gesamtenergiebilanz. Eine mögliche Erklärung liefert die „Standard-Dokumentation Metainformationen zu den Energiebilanzen für Österreich und die Bundesländer“ (Statistik Austria, 26.03.2009), die erklärt, dass Messdifferenzen bei Gas dem VSE zugerechnet werden. Da aber einerseits mögliche Ausmaße der Messdifferenzen nicht bekannt sind und andererseits der VSE nicht zu tief angesetzt werden sollte, wurde der Abteilung 11 ein VSE an Gas in Höhe von 7.982 TJ zugewiesen, der Abteilung 23 einer in Höhe von 6.738 TJ und der Abteilung 40 einer in Höhe von 1.236 TJ. Innerhalb der Abteilung 23 wurde angenommen, dass der Gasverbrauch jeweils zur Hälfte der Mineralölverarbeitung und der Kokerei zugerechnet werden kann.

Da Strom nicht weiter umgewandelt wird, also keinen Umwandlungseinsatz aufweist, ist der Vergleich von Gesamtenergiebilanz und Energiegesamtrechnung hier eindeutig. Innerhalb der Abteilung 23 wird angenommen, dass der Stromverbrauch zu gleichen Teilen auf die Kokerei und die Mineralölverarbeitung (MinV) entfällt. Damit beträgt der Stromverbrauch der Abteilung 10 413 TJ, jener der Abteilung 23 3.344 TJ, wovon jeweils 1.672 TJ der Mineralölverarbeitung bzw. der Kokerei zugeordnet werden, und jener der Abteilung 40 16.777 TJ.

Tabelle 275 fasst den „Verbrauch Sektor Energie“ des Jahres 2005 zusammen.

	10	11	12	Minv.	Kokerei	40	Summe
Erdöl	0	0	0	1.535	0	0	1.535
sRein	0	2.025	0	0	0	0	2.025
Diesel	0	2	0	0	0	7	9
Heizöl	0	0	0	1.094	0	0	1.094
Flg	0	0	0	2.273	0	0	2.273
sPdE	0	0	0	5.153	0	0	5.153
Rrg	0	0	0	8.564	0	0	8.564
Koks	0	0	0	0	1.881	0	1.881
Ggas	0	0	0	0	16.290	0	16.290
Kgas	0	0	0	0	4.171	0	4.171
Gas	0	7.982	0	3369	3369	1236	0
Strom	413	0	0	1672	1672	16777	0
Summe	413	10.009	0	23.660	27.383	18.020	79.485

Tabelle 275: Der VSE [TJ] des Jahres 2005

5.2.2 Die Entwicklung des Verbrauchs Sektor Energie

5.2.2.1 Die Abteilungen 10, 11 und 12

Die Abteilung 10 (Kohlenbergbau, Torfgewinnung) „erzeugte“ 2005 noch 4 TJ Brenntorf bei einem Energieeinsatz von 413 TJ. Diese Relation legt den Schluss nahe, dass es sich bei den 413 TJ um eine Fortschreibung von Verbräuchen der Vorjahre handelt – schließlich betrug die „inländische Erzeugung von Rohenergie“ für Kohle im Jahr 2004 zumindest noch 2.349 TJ. Für die Jahre 2020 und 2050 wurde angenommen, dass auch die Torfgewinnung eingestellt wird und somit der VSE der Abteilung 10 auf null sinkt.

Für den Erdöl- und Erdgasbergbau (Abteilung 11) wurde angenommen, dass er bis 2020 auf 10% von 2005 sinkt und bis 2050 auf null. Der VSE dieser Abteilung wurde daher ebenfalls gesenkt, für das Jahr 2020 allerdings „nur“ auf 15% des Jahres 2005. Im Jahr 2050 beträgt der VSE aber null.

Die Abteilung 12 hat bereits 2005 keinen VSE. Das wird für die Jahre 2020 und 2050 beibehalten.

5.2.2.2 Die Abteilung 23

Innerhalb der Abteilung 23 ist es naheliegend zwischen der Kokerei und der Mineralölverarbeitung zu unterscheiden. Mit den Annahmen des vorigen Kapitels beträgt der VSE der Mineralölverarbeitung im Basisjahr 23.662 TJ, jener der Kokerei 27.383 TJ.

Die Mineralölverarbeitung

Die Mineralölverarbeitung umfasst die „Herstellung“ von unter anderem Motorentreibstoffen, Brennstoffen, Erzeugnissen für die erdölchemische Industrie und Schmierstoffen.

Die Ergebnisse der Szenarien für das Jahr 2020 zeigen erst den Beginn der Energiewende. Folglich spielen hier die fossilen Energieträger noch eine große Rolle. Je nach Szenario und Bevölkerungsvariante beträgt der Verbrauch an Öl (exklusive VSE) noch zwischen 47% und 68% des Ölverbrauchs im Basisjahr. Deutlich anders stellt sich die Situation für den Energieträger „sonstige Produkte der Erdölverarbeitung“ dar. Im Szenario Mittel sinkt der

Verbrauch bis zum Jahr 2020 auf 86,18% des Verbrauchs 2005, im Szenario Extrem auf 84,37%. Überträgt man diese Relationen auf den Raffinerieeinsatz und damit auch auf den VSE, so ergibt sich das Bild gemäß Tabelle 276.

	Szenario Pragmatisch	Szenario Forciert
Öl	16.047	15.709
Kohle	0	0
Gas	2.903	2.842
Strom	1.441	1.411
Summe	20.391	19.962

Tabelle 276: VSE [TJ] der Mineralölverarbeitung im Jahr 2020, beide Szenarien und Varianten

Für das Jahr 2050 muss eine andere Vorgehensweise gewählt werden.

Die Treibstoffe werden bis zum Jahr 2050 durch Biomasse (und Strom) ersetzt. Für die Verflüssigung von Biomasse wurde angenommen, dass der Output an Strom, Wärme und Nebenprodukten ausreicht, um den Prozess am Laufen zu halten. Deshalb wurde darauf verzichtet, einen VSE auszuweisen. Der Prozess hat also nur einen Input an Biomasse und einen Output an flüssigen Treibstoffen.

Auch die Brennstoffe werden bis 2050 ersetzt, und zwar durch Biomasse, Fernwärme, Solarthermie und Wärmepumpe. Hier entfällt also der VSE oder wird (Fernwärme) zur Abteilung 40 verschoben.

Die Erzeugnisse für die erdölchemische Industrie müssen im Jahr 2050 ebenfalls ersetzt werden, ebenso das Heizöl, das im Hochofen zum Einsatz kommt, also der gesamte Ölverbrauch, der in den „nicht energetischen Verbrauch“ fließt.

Die betroffenen Produkte („sonstiger Raffinerieeinsatz“, Benzin, Heizöl und „sonstige Produkte der Erdölverarbeitung“) hatten im Basisjahr einen Anteil von 17,69% am Raffinerieausstoß.

Im Jahr 2050 des Szenarios Pragmatisch beträgt der „nicht energetische Verbrauch“ an Öl 63.238 TJ (Annahmen und Berechnung siehe Kapitel 5.1.1). 4.114 TJ davon können durch den Holzölausstoß der Retortenkühlerei ersetzt werden, der Energieverbrauch dafür steckt im Bereich der Kokerei. Die restliche Menge (mit einem Energieinhalt von 59.124 TJ) wird durch feste und gasförmige Biomasse ersetzt.

Setzt man den Energieverbrauch der Mineralölverarbeitung im Jahr 2005 in Relation zum Raffinerieausstoß, so ergibt sich ein Verbrauch von rund 0,06 TJ pro Terajoule Raffinerieausstoß. Der zu ersetzende „nicht energetische Verbrauch“ an Öl hat einen Energieinhalt von 59.124 TJ, womit dieser „Ersatz“ einen VSE in Höhe 3.575 TJ verursachen würde. Da es sich hier aber um spezielle Ausgangsstoffe für die chemische Industrie handelt, wurde angenommen, dass der tatsächliche Energieeinsatz zu ihrer Herstellung das doppelte, also 7.150 TJ beträgt. Diese Menge wurde zu je 50% auf Gas und Strom aufgeteilt.

Im Szenario Forciert beträgt der „nicht energetische Verbrauch“ an Öl 56.790 TJ. Davon werden 3.908 TJ durch Holzöl aus der Köhlerei ersetzt, der Rest in Höhe von 52.882 TJ durch feste Biomasse und Biogas. Mit derselben Vorgehensweise wie für das Szenario Mittel ergibt sich ein VSE in Höhe von 6.395 TJ, wovon 3.195 TJ auf Gas und 3.200 TJ auf Strom entfallen.

Die Kokerei

Für den VSE der Kokerei (27.383 TJ im Basisjahr) wurden folgende Annahmen getroffen:

- Im Szenario Pragmatisch bleibt der VSE konstant, weil auch die Eisen- und Stahlproduktion konstant bleibt.
- Im Szenario Forciert sinkt der VSE mit der Eisen- und Stahlproduktion gegenüber dem Basisjahr um 2% bis zum Jahr 2020 und um 5% bis zum Jahr 2050.

Den VSE der Kokerei zeigt Tabelle 277.

	Pragmatisch		Forciert	
	2020	2050	2020	2050
Öl	0	0	0	0
Kohle	22.342	22.342	21.895	21.225
Gas	3.369	3.369	3.302	3.201
Strom	1.672	1.672	1.638	1.588
Summe	27.383	27.383	26.835	26.014

Tabelle 277: VSE [TJ] der Kokerei in den Jahren 2020 und 2050, beide Szenarien

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass es sich bei der „Kohle“ im Jahr 2050 um Holzkohle, Holzgas und Gichtgas aus mit Holzkohle betriebenen Hochöfen handelt!

5.2.2.3 Die Abteilung 40

Der VSE der Abteilung 40, also der Energieversorgung, setzt sich zusammen aus dem Eigenbedarf der Kraftwerke, dem Pumpstrom (abzüglich des aus dem gepumpten Wasser gewonnen Stroms) und sonstigem Energieeinsatz der Energieversorgungsunternehmen.

Laut E-Control betrug der Pumpstrom (abzüglich des aus dem gepumpten Wasser gewonnen Stroms) im Jahr 2008 11.768 TJ, der Eigenbedarf 4.681 TJ. An sonstigem Energieeinsatz verbleiben also 1.236 TJ Gas, 7 TJ Öl und 328 TJ Strom.

Der Pumpstrom wird für das Jahr 2020 mit 15.000 TJ angenommen, für das Jahr 2050 mit 20.000 TJ.

Der Eigenbedarf wird für Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik mit 1% der Erzeugung angenommen, für KWK-Anlagen und thermische Kraftwerke mit 3%, wiederum auf den erzeugten Strom bezogen.

Der sonstige Energieeinsatz wird für 2020 beibehalten. Im Jahr 2050 wird jedoch wegen des großen Anteils der Photovoltaik der Öleinsatz auf null reduziert und die Verbräuche an Gas und Strom werden auf 75% gesenkt. Das erscheint gerechtfertigt, weil Photovoltaikkollektoren weder beheizt noch beleuchtet werden.

Den VSE der Abteilung 40 in den Jahren 2020 und 2050 zeigt Tabelle 278.

	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
	2020	2050	2020	2050
Öl	7	0	7	0
Kohle	0	0	0	0
Gas	1.236	927	1.236	927
Strom	19.682	23.924	19.682	23.804
Summe	20.925	24.851	20.925	24.731

Tabelle 278: VSE [TJ] der Abteilung 40 in den Jahren 2020 und 2050

5.2.3 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle fasst den gesamten VSE beider Szenarien für die Jahre 2020 und 2050 sowie für beide Bevölkerungsvarianten (die beim VSE nicht unterschieden werden) zusammen.

	Szenario Pragmatisch		Szenario Forciert	
	2020	2050	2020	2050
Öl	16.358	0	16.020	0
Kohle	22.342	22.342	21.895	21.225
Gas	8.705	7.871	8.577	7.323
Strom	22.795	29.171	22.731	28.592
Summe	70.200	59.384	69.223	57.140

Tabelle 279: Der Verbrauch Sektor Energie [TJ] für beide Szenarien, Bevölkerungsvarianten und die Jahre 2020 und 2050

5.3 Der Umwandlungsbereich

Der Umwandlungsbereich der Gesamtenergiebilanz umfasst Raffinerie, Kokerei, Hochofen, Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik, thermische Kraftwerke, Heizwerke und KWK-Anlagen.

In den Flussbildern im Rahmen des gegenständlichen Projekts wurden Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik unter dem Namen „Umwandlung erneuerbare“ direkt zur Aufkommenseite verschoben. Die Raffinerie wurde durch den Prozess „XTL“ ersetzt. Dieser Prozess umfasst allerdings nur die Herstellung von flüssigen Treibstoffen aus fester oder gasförmiger Biomasse. Die restliche Raffinerie wird nicht explizit dargestellt.

5.3.1 Die Kokerei

Die Kokerei beschreibt die Umwandlung von Kohle in Koks und Kokereigas. Für das Jahr 2020 wird der Prozess gegenüber 2005 nicht geändert, also weiterhin Kohle mit denselben Verlusten in Koks und Kokereigas umgewandelt. Auch der Anteil des importierten Koks wird beibehalten. Eine Änderung liegt allerdings im Szenario Forciert vor. Hier sinkt die

Stahlproduktion um 2%, wodurch auch weniger Koks benötigt wird. Diese Reduktion wurde direkt auf die Kokerei und den Import übertragen.

Im Jahr 2050 wird der Koks durch Holzkohle ersetzt. Für die Herstellung der Holzkohle wurde von Retortenköhlerei ausgegangen, da hier im Gegensatz zur Meilerköhlerei neben der Holzkohle auch die gasförmigen und flüssigen Nebenprodukte gewonnen werden können. Die unerwünschten Emissionen entweichen ebenfalls nicht unkontrolliert.

Im Rahmen der Retortenköhlerei sind die Anteile von Holzkohle, Holzgas und Holzöl am Umwandlungsausstoß gut steuerbar. Da hier hauptsächlich der Koks ersetzt werden soll, wurden folgende (Gewichts-) Prozent angenommen:

	Gewichts-%
Holzkohle	35
Holzgas	15
Holzöl	30

Tabelle 280: Köhlereiausstoß

Im Jahr 2005 betrug der „nicht energetische Verbrauch“ an Kohle 36.720 TJ (davon entfielen 36.693 TJ auf Koks, 27 TJ auf Steinkohle). Der „Verbrauch Sektor Energie“ an Koks betrug 1.881 TJ, der Umwandlungseinsatz im Hochofen 30.012 TJ und der energetische Endverbrauch an Koks für Eisen- und Stahlerzeugung 6.820 TJ. Diese insgesamt 75.433 TJ werden nun durch Holzkohle ersetzt.

Holzkohle hat einen Heizwert von rund 31 GJ/t, Brennholz von 14,4 GJ/t. Bei einem Ausstoß von 35% Holzkohle werden also 100.114 TJ Biomasse als Umwandlungseinsatz benötigt. Diese Abschätzung zeigt, dass knapp die Hälfte des jährlichen Potenzials an fester Biomasse in die Köhlerei gesteckt werden müsste, um die derzeitige Eisen- & Stahlproduktion aufrecht zu erhalten – und das trotz „günstiger“ Annahmen zur Holzkohleausbeute. Allerdings wurden Möglichkeiten wie die Verlagerung zu mehr Recycling (mit vermehrtem Einsatz von Elektrolichtbogenöfen) und der Einsatz von Altkunststoffen als Reduktionsmittel nicht betrachtet.

Das bei der Köhlerei ebenfalls anfallende Holzgas besteht unter anderem aus 34% Kohlenmonoxid, 13% Methan, und je 2% Ethylen und Wasserstoff. Das Holzöl enthält 10% Essigsäure und 2,5% Methanol. Mit den Heizwerten laut Tabelle 281 ergibt sich damit ein Energieinhalt des Holzgases von 13.456 TJ und des Holzöls von 4.114 TJ.

	Heizwert [GJ/t]
Kohlenmonoxid	9,39
Methan	49,66
Ethylen	47,13
Wasserstoff	119,94
Essigsäure	14,4
Methanol	21,29

Tabelle 281: Heizwerte [GJ/t] der Holzgas- und Holzölbestandteile

Da im Szenario Forciert die Eisen- und Stahlproduktion im Jahr 2050 um 5% gegenüber 2005 abnimmt, wurde auch der Holzkohlebedarf (mit Ausnahme der 27 TJ nicht energetischer Verbrauch an Steinkohle) um 5% reduziert.

5.3.2 Hochofen

Gemäß der Methodik der IEA bzw. OECD (Handbuch Energiestatistik, 2005) wird in Energieflussbildern und Energiebilanzen der Hochofen als Umwandlung von Koks in Gichtgas betrachtet. Das soll heißen, dass als Umwandlungseinsatz an Koks nur jene Menge angeführt wird, die den Gichtgasausstoß plus Umwandlungsverluste ergibt. Die restliche Menge wird zum einen dem „nicht energetischen Verbrauch“ und zum anderen dem „Verbrauch Sektor Energie“ zugerechnet. Diese Vorgehensweise wird für die Flussbilder beibehalten. Allerdings sollte man sich stets bewusst sein, dass tatsächlich deutlich mehr als 30 PJ Koks bzw. Holzkohle im Hochofen „umgewandelt“ werden.

Auch der Einsatz von „Heizöl schwer“ im Hochofen ist „metallurgisch bedingt“ („Energiebilanzen 1970 (1988) – 2005: Dokumentation der Methodik“, Statistik Austria, Wien 2007), scheint in den Flussbildern also als „nicht energetischer Verbrauch“ auf und nicht als Umwandlungseinsatz im Hochofen.

Für die Umwandlung von Koks bzw. Holzkohle in Gichtgas wurden die Werte bzw. Wirkungsgrade des Jahres 2005 sowohl für 2020 als auch für 2050 übernommen. Im Szenario Forciert wurde aber wiederum der Umwandlungseinsatz um 2% im Jahr 2020 bzw. um 5% im Jahr 2050 reduziert.

Die folgende Abbildung zeigt den Einsatz von Koks und „Heizöl schwer“ im Hochofen (Hochofen real) und die Zuweisungen lt. Gesamtenergiebilanz (Umwandlungseinsatz zur

„Gewinnung“ von Gichtgas aus Koks (Hochofen GEB), „nicht energetischer Verbrauch“ (neV) und „Verbrauch Sektor Energie“ (VSE)).

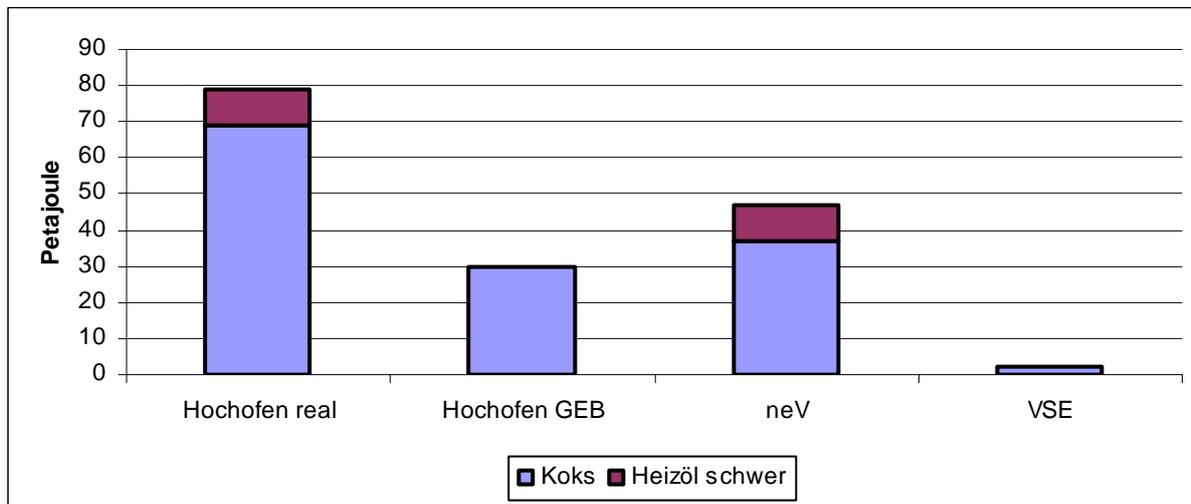


Abbildung 36: Der tatsächliche Einsatz von Koks und „Heizöl schwer“ im Hochofen und seine Aufteilung in der Gesamtenergiebilanz

Zu obiger Graphik muss noch festgehalten werden, dass sowohl der „nicht energetische Verbrauch“ als auch der Umwandlungseinsatz im Hochofen keine energetischen Verbräuche darstellen. Als energetisch bedingt gilt lediglich der dem „Verbrauch Sektor Energie“ zugeschriebene Teil. Von den gesamten 68.586 TJ Koks, die im Hochofen zum Einsatz kommen, gelten „statistisch gesehen“ also nur 1.881 TJ als energetisch bedingter Einsatz. Diese 1.881 TJ werden auch noch dem VSE zugewiesen, werden also bei der Umwandlung von Koks in Gichtgas verbraucht. Man ist versucht zu glauben, dass Eisen & Stahl eher als Nebenprodukte anfallen. Allerdings muss man der Statistik Austria zugute halten, dass sie bei dieser Einteilung lediglich nach dem Handbuch Energiestatistik der IEA/EUROSTAT vorgeht.

5.3.3 Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik

Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde diese Umwandlung im Flussbild direkt zur Aufkommenseite verlagert. Gemäß der Methodik der IEA wird dabei der Umwandlungseinsatz dem Umwandlungsausstoß gleichgesetzt. Diese Umwandlung ist also als verlustfrei definiert.

5.3.4 Thermische Kraftwerke

In thermischen Kraftwerken wird unter Verbrennung fossiler oder auch erneuerbarer Energieträger Strom erzeugt. Nach dem Energieflussbild Österreich 2005 der österreichischen Energieagentur betrug der Wirkungsgrad des österreichischen Kraftwerksparks 42,35%.

In den Flussbildern dieses Projekts wurden Wirkungsgrade von 42% im Basisjahr, 44% im Jahr 2020 und 46% im Jahr 2050 verwendet. Allerdings wurde auch angenommen, dass im Jahr 2050 keine thermischen Kraftwerke mehr in Betrieb sind.

5.3.5 Heizwerke

In Heizwerken wird durch Verbrennung fossiler bzw. erneuerbarer Energieträger (Fern-) Wärme gewonnen. Laut dem bereits erwähnten Energieflussbild betrug der Wirkungsgrad des österreichischen Heizwerksparks 2005 75,68%.

Für die Flussbilder wurden Wirkungsgrade von 76% im Basisjahr, 78% im Jahr 2020 und 80% im Jahr 2050 angenommen.

5.3.6 KWK-Anlagen

In diesen Anlagen wird gleichzeitig Strom und Wärme gewonnen. Im Jahr 2005 betrugen die Wirkungsgrade lt. Energieflussbild 34,61% elektrisch, 38,45% thermisch und damit 73,07% gesamt.

Die folgende Tabelle fasst die im Rahmen von ZEFÖ eingesetzten Wirkungsgrade zusammen:

		Basisjahr	2020	2050
Wirkungsgrade [%]	elektrisch	35	37	40
	thermisch	38	40	43
	gesamt	73	77	83

Tabelle 282: Wirkungsgrade [%] des KWK-Parks im Basisjahr und den Jahren 2020 und 2050

5.3.7 Raffinerie

Im Energieflussbild 2005 der österreichischen Energieagentur ist die Raffinerie ein Prozess mit einem Input von 390.782 TJ Öl und 1.450 TJ erneuerbaren Energieträgern, einem Output von 390.996 TJ Öl und Verlusten in Höhe von 1.236 TJ, also rund 0,3% des gesamten Inputs. Für das Jahr 2020 würde sich daran wenig ändern, selbst wenn der Anteil erneuerbarer Energieträger am Input erhöht wird (Im Rahmen der Gesamtenergiebilanz ist die Statistik Austria dazu übergegangen, dem Input an erneuerbaren Energieträgern einen gleichgroßen Output zuzuordnen, also eine verlustfreie Umwandlung!). Hinzu kommt, dass einerseits der Raffinerieinput im Jahr 2020 über den Verbrauch an „sonstige Produkte der Erdölverarbeitung“ argumentiert wird (siehe Kapitel 5.2.2.2), und andererseits der Prozess XTL zur Erzeugung von flüssigen Biotreibstoffen bereits eingesetzt wird.

Im Jahr 2050 werden die fossilen Brenn- und Treibstoffe durch biogene ersetzt. Im Rahmen der Bioraffinerie müssen also noch „sonstige Produkte der Erdölverarbeitung“ sowie ein Teil des Heizöls (für den Einsatz im Hochofen) ersetzt werden. In diesem Bereich ist derzeit die Datenlage aber so schlecht, dass keine begründeten Abschätzungen betreffend die Umwandlungsverluste möglich sind. Die Annahmen zum Energieverbrauch finden sich in Kapitel 5.2.2.2.

Aus diesen Gründen wurde auf eine Darstellung des Umwandlungsprozesses Raffinerie in den Energieflussbildern verzichtet. Die Annahmen zum Energieverbrauch des Prozesses fließen aber über den „Verbrauch Sektor Energie“ sehr wohl in die Flussbilder ein.

5.3.8 XTL

Dieser Umwandlungsprozess beinhaltet die Herstellung von flüssigen Treibstoffen aus Biomasse. Er ersetzt im Jahr 2050 also einen wesentlichen Teil der Raffinerie. Die Wirkungsgrade für „Biomasse fest“ wurden mit 35% für das Basisjahr und das Jahr 2020 und mit 45% für das Jahr 2050 angenommen. Im Jahr 2050 kommt hier auch Biogas zum Einsatz. Der Wirkungsgrad für Biogas wurde mit 35% angenommen.

5.4 Jahresverläufe

Bei einer etwas näheren Betrachtung der Stromaufbringung aus Wasser- und Windkraft sowie Photovoltaik zeigt sich, dass der Output im zeitlichen Verlauf alles andere als konstant ist. So weisen Wasserkraft und Photovoltaik die höchsten Erträge im Sommer auf, die Windkraft hingegen im Winter. Auch der Stromverbrauch variiert von Monat zu Monat, und zwar mit den höchsten Verbräuchen im Winter. Der Pumpstrom der Speicherkraftkraftwerke ist zeitlich ebenfalls nicht konstant.

Berücksichtigt man diese Verläufe, so zeigt sich, dass trotz eines „Produktionsüberhanges“ im Jahresschnitt in den Wintermonaten durchaus Stromimport nötig sein kann. Ebenso kann es dazu kommen, dass – wie derzeit in Österreich der Fall – im Sommer überschüssiger Strom exportiert wird, obwohl im Jahresmittel zu wenig Strom aufgebracht wird. Die Gründe dafür sind nicht nur wirtschaftlicher Natur, sondern auch durch die schlechte Qualität der Stromspeicher bedingt.

Um die Szenarien in Flussbildern korrekt darstellen zu können, war es folglich nötig, auch die Ergebnisse für die Jahre 2020 und 2050 hinsichtlich der Jahresverläufe zu untersuchen.

5.4.1 Aufbringung

5.4.1.1 Wasserkraft

Für den Jahresverlauf der Erzeugung aus Wasserkraft wurden Daten der E-Control, und zwar die Bilanz der elektrischen Energie in Österreich 2008 (2008_StromOeNBil-12), herangezogen. Damit ergibt sich ein Verlauf gemäß Abbildung 37.

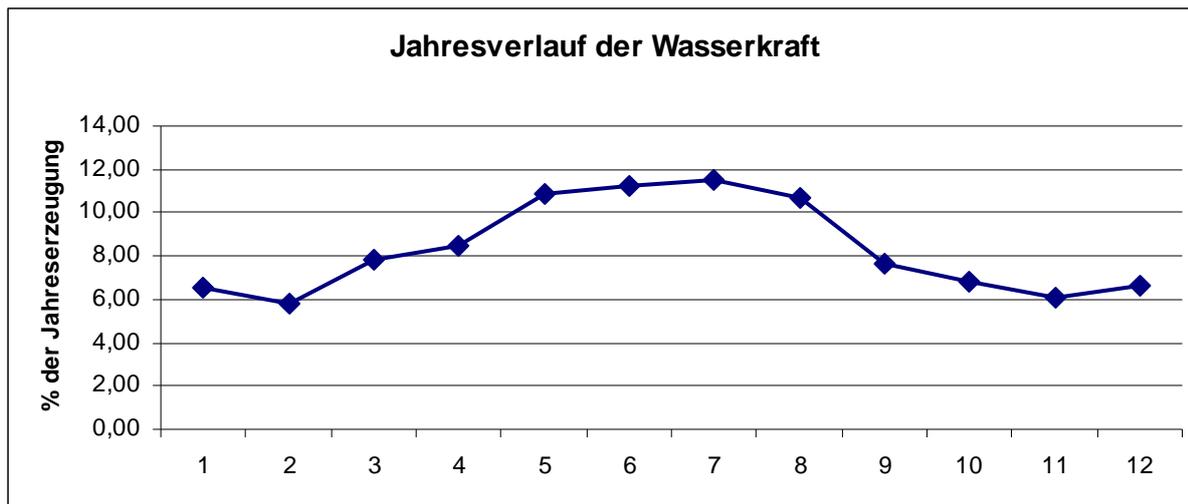


Abbildung 37: Jahresverlauf der Erzeugung aus Wasserkraft

5.4.1.2 Windkraft

Für die Erstellung des Jahresverlaufs der Erzeugung aus Windkraft wurden Daten der OeMAG verwendet. Hier standen die Einspeisemengen, untergliedert in Intervalle von 15 Minuten, für die Jahre 2003 bis 2009 zur Verfügung. Von der Verwendung des Jahres 2003 wurde allerdings abgesehen, da hier der Jahresverlauf deutlich den Zuwachs an installierter Leistung widerspiegelt. Den Jahresverlauf, der sich aus der Netzeinspeisung in den Jahren 2004 bis 2009 ergibt, zeigt Abbildung 38.

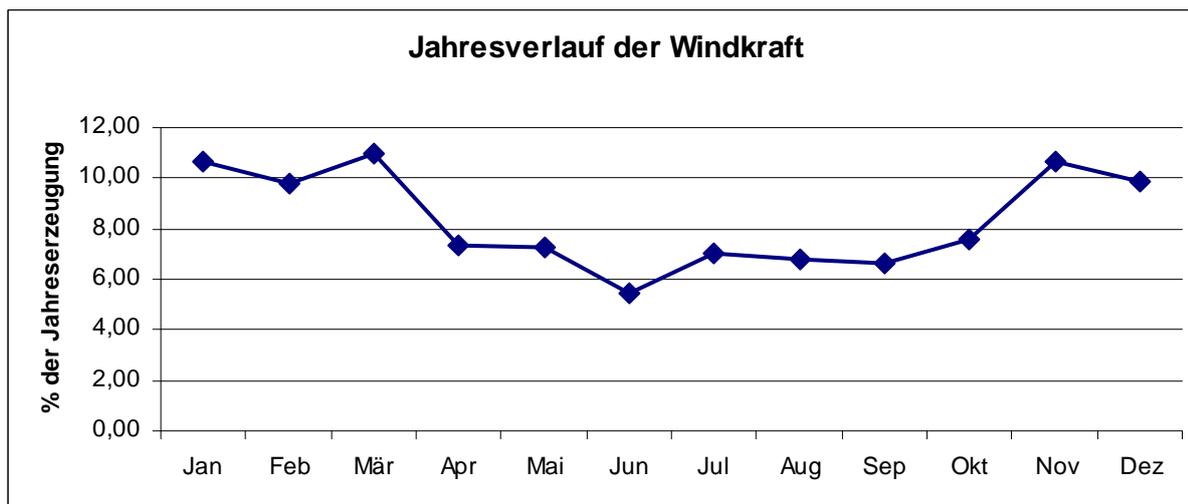


Abbildung 38: Jahresverlauf der Erzeugung aus Windkraft

5.4.1.3 Photovoltaik

Im Bereich der Photovoltaik liegen weniger Daten vor als für die Windkraft. Zusätzlich scheinen sie nicht besonders aussagekräftig zu sein, sondern eher der Interessenspolitik – sei es pro oder auch kontra Photovoltaik – zu dienen. Einigkeit besteht aber über den saisonalen Verlauf (qualitativ) der Sonneneinstrahlung – und damit im Prinzip auch über die Potenziale der Stromproduktion durch Photovoltaik.

Unter der Internetadresse <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php#> findet sich ein Kalkulator, der in Abhängigkeit von Koordinaten die mittlere tägliche Stromproduktion nach Monaten berechnet. Hier wurden die Werte von sechs über ganz Österreich verteilten Orten „berechnet“. Bei der Mittelung wurden allerdings die Werte für Landeck-Zams (genauer: 47°10'47" nördliche Breite, 10°32'48" östliche Länge) vernachlässigt, weil sie als einzige sehr deutlich von den anderen abwichen.

Aus den Werten für Wien, St. Martin (NÖ), Wolfsberg (KTN), Weiz und Steyr ergab sich der in Abbildung 39 dargestellte Verlauf der Jahreserzeugung aus Photovoltaik.

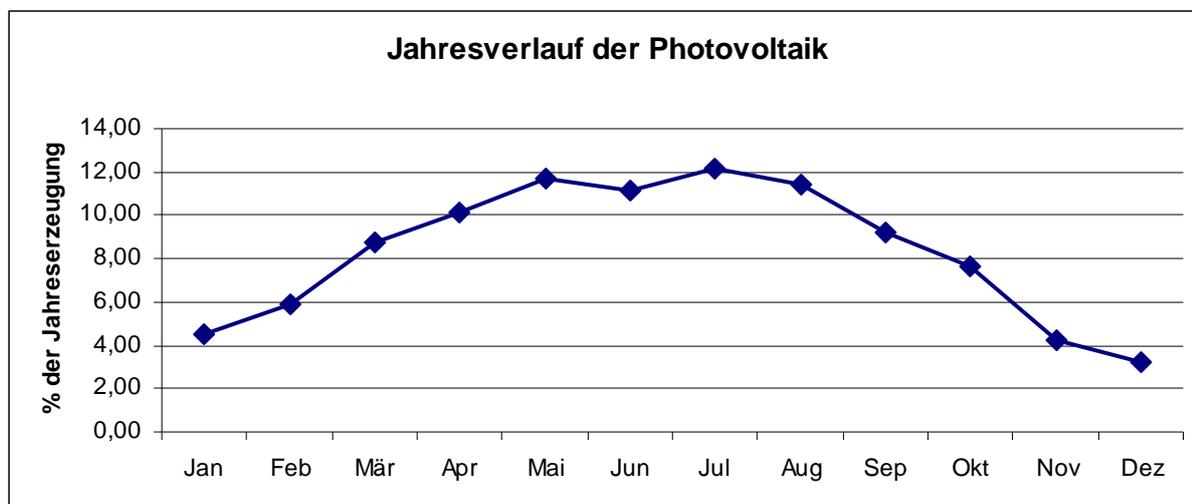


Abbildung 39: Jahresverlauf der Erzeugung aus Photovoltaik

5.4.1.4 KWK-Anlagen

Bei den KWK-Anlagen wurde angenommen, dass sie lediglich während der Heizsaison, genauer von September bis Mai, in Betrieb sein werden. Normiert man den Heizenergieeinsatz dieser Monate auf eins, so ergibt sich der Jahresverlauf für die Stromproduktion in KWK-Anlagen nach Abbildung 40.

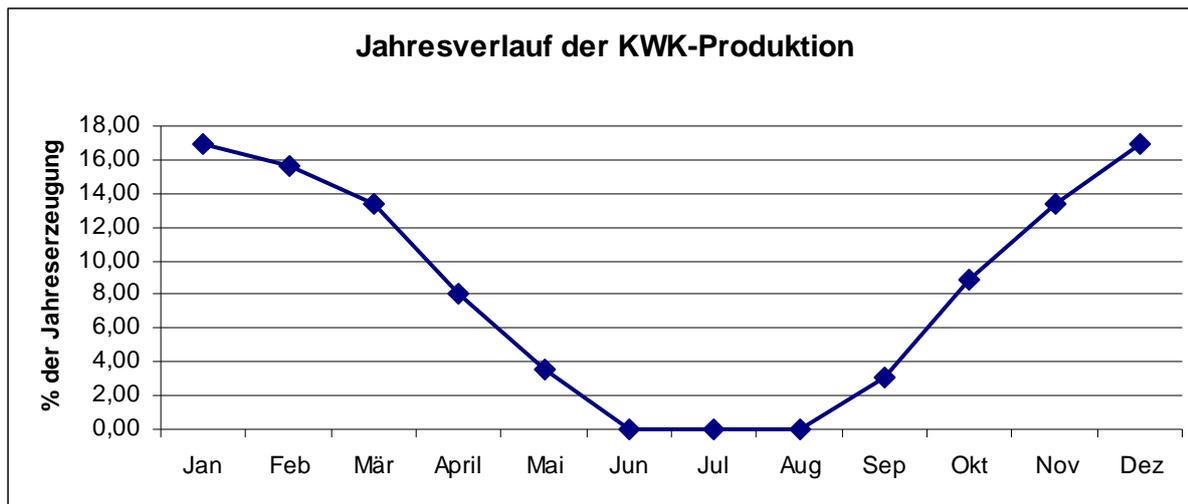


Abbildung 40: Jahresverlauf der Stromproduktion in KWK-Anlagen

5.4.1.5 Thermische Kraftwerke

Wie bereits bei der Wasserkraft wurden auch hier die Daten der E-Control (2008_StromOeNBil-12) verwendet, womit sich der Jahresverlauf gemäß Abbildung 41 ergibt.

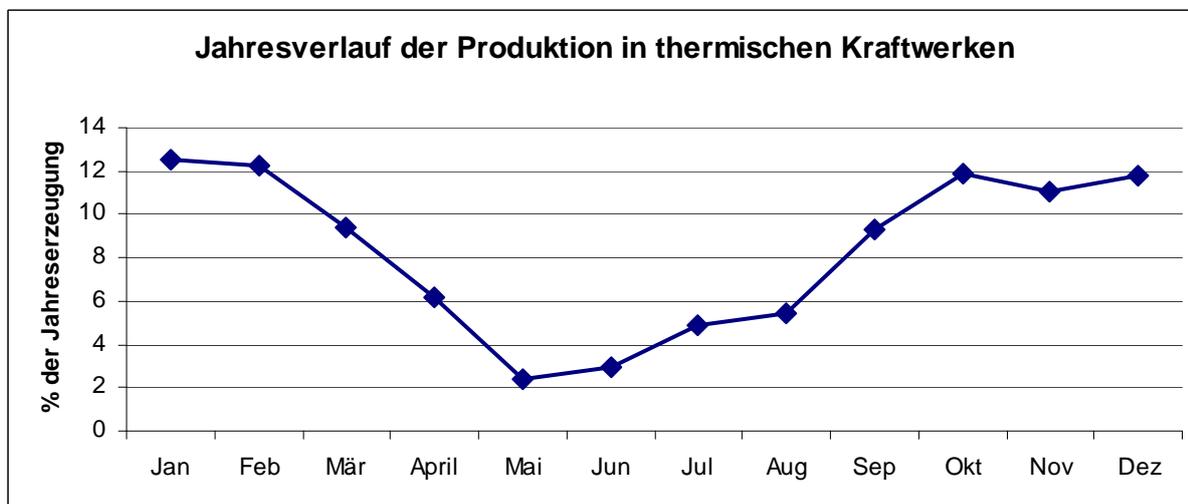


Abbildung 41: Jahresverlauf der Produktion in thermischen Kraftwerken

5.4.2 Verbrauch

Als Grundlage für den Verlauf des Stromverbrauchs diente die Netzabgabe lt. E-Control (Quelle: Bilanz der elektrischen Energie in Österreich 2008, 2008_StromOeNBil-12). Diesen Verlauf stellt Abbildung 42 dar.

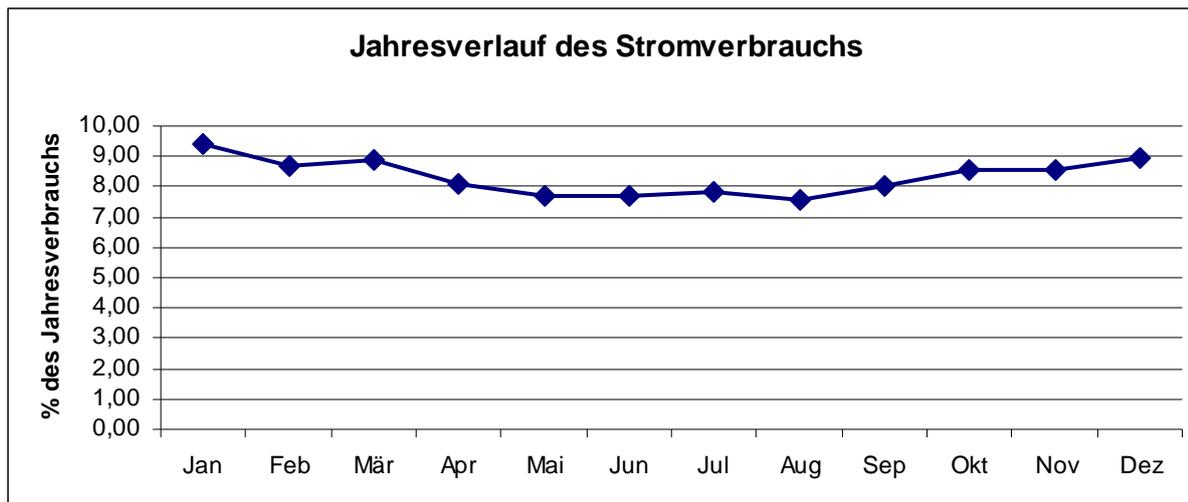


Abbildung 42: Jahresverlauf des Stromverbrauchs

5.4.3 Pumpstrom

Der zeitliche Verlauf des Pumpstroms zeigt keine Korrelation zu den Jahreszeiten. Er ist derzeit primär von wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig. Die Daten für 2008 wurden wiederum der Bilanz der elektrischen Energie in Österreich 2008 (Quelle: E-Control) entnommen. Abbildung 43 zeigt den Jahresverlauf.

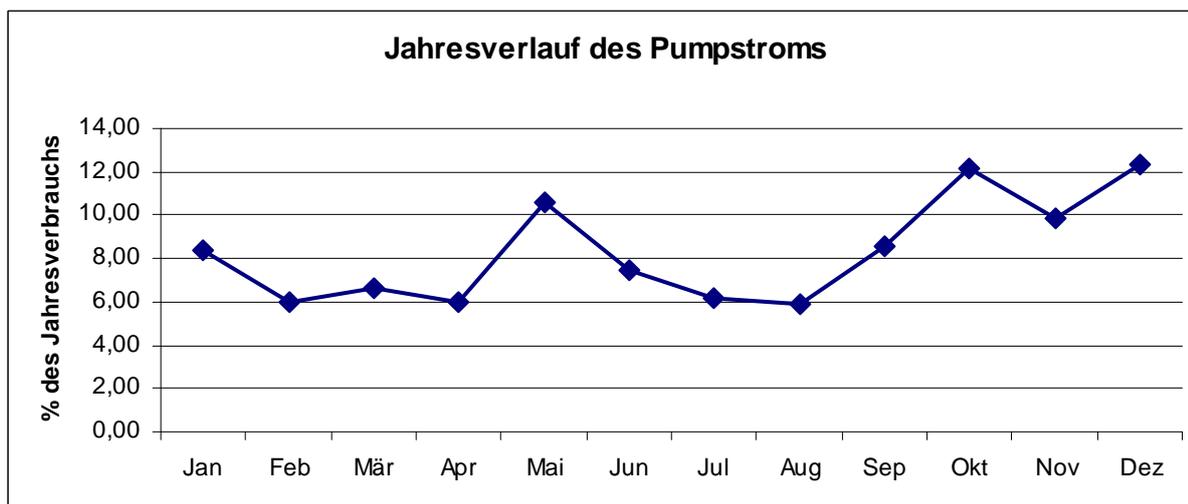


Abbildung 43: Jahresverlauf des Pumpstroms

In Zukunft ist aber zu erwarten, dass die Wasserkraft – vor allem wegen der Möglichkeit der Pumpspeicherung – dem Ausgleich von Produktions- und Verbrauchsspitzen (und zwar auch im Tagesverlauf) dienen wird. Für 2020 wurde diese Annahme noch vernachlässigt, also der Verlauf gemäß Abbildung 43 übernommen. Für 2050 jedoch wurde der Verlauf des

Pumpstroms an den Verlauf der Aufbringung aus Photovoltaik und Windkraft angepasst. Diesen Verlauf zeigt Abbildung 44.

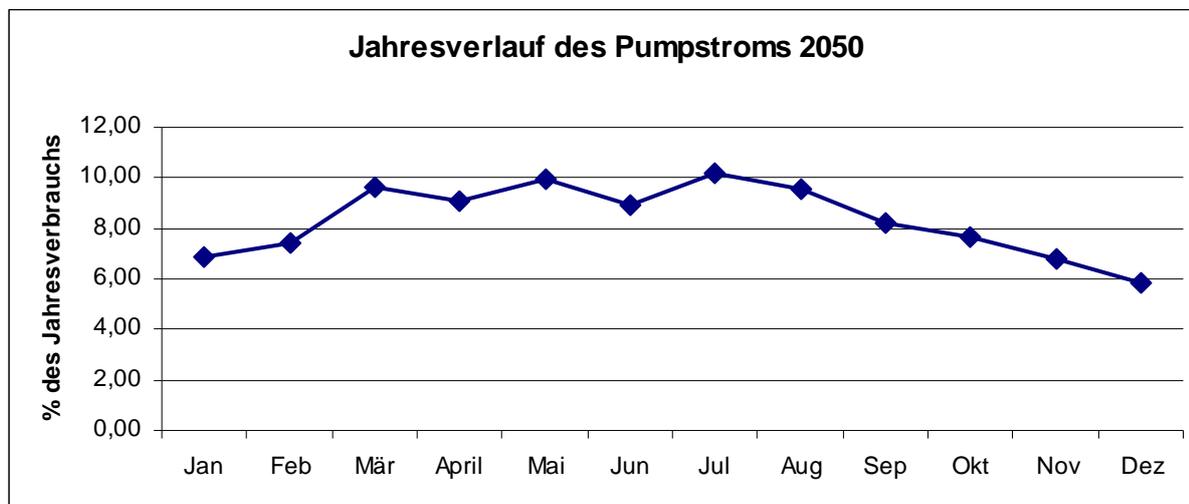


Abbildung 44: Angenommener Jahresverlauf des Pumpstromverbrauchs im Jahr 2050

5.4.4 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle fasst die Zahlenwerte zusammen, auf denen die Abbildung 37 bis Abbildung 44 basieren.

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	PS 20	PS 50
Jan	6,51	10,64	4,47	16,96	12,51	9,41	8,39	6,89
Feb	5,81	9,77	5,88	15,63	12,28	8,69	5,98	7,41
Mär	7,83	10,98	8,77	13,39	9,40	8,86	6,59	9,63
April	8,51	7,38	10,15	8,04	6,18	8,12	5,97	9,06
Mai	10,86	7,25	11,69	3,57	2,42	7,72	10,63	9,95
Jun	11,22	5,41	11,13	0,00	2,98	7,72	7,50	8,88
Jul	11,50	7,05	12,17	0,00	4,88	7,86	6,18	10,16
Aug	10,66	6,78	11,38	0,00	5,41	7,54	5,92	9,57
Sep	7,60	6,63	9,24	3,13	9,27	8,03	8,52	8,21
Okt	6,77	7,57	7,67	8,93	11,86	8,55	12,15	7,63
Nov	6,08	10,69	4,24	13,39	11,02	8,57	9,86	6,77
Dez	6,63	9,86	3,23	16,96	11,81	8,92	12,30	5,83
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabelle 283: Zusammenfassung der angenommenen Jahresverläufe [%]

Die folgenden Tabellen geben die Absolutwerte der Jahresverläufe für die einzelnen Szenarien, Jahre und Bevölkerungsvarianten wieder. Zusätzlich zu den obigen Posten wurden noch die Netzverluste, der „Eigenbedarf aus der Erzeugung“ (EB) und der „restliche“ VSE (also der „Verbrauch Sektor Energie“ exklusive Pumpstrom und Eigenbedarf, VSE_R) hinzugefügt, um auch Importe und Exporte darstellen zu können.

Für den Jahresverlauf der Netzverluste (inkl. Netzeigenbedarf) wurden wiederum Daten der E-Control (Quelle: BstOeN1_Bil-2008) verwendet. Nach dieser Quelle betragen 2008 die Netzverluste 3.449 GWh und der Netzeigenbedarf 159 GWh. Bezogen auf den Endverbrauch in Höhe von 55.359 GWh macht das in Summe etwas über 6,5% aus. Deshalb wurden auch im Rahmen dieses Projekts die Verluste mit rund 6,5% des inländischen Verbrauchs angenommen. Der Eigenbedarf aus der Erzeugung wurde monatlich berechnet (siehe Kapitel „Verbrauch Sektor Energie“), der Verlauf des VSE_R an den Verlauf des inländischen Verbrauchs angepasst. Damit ergeben sich die Exporte (bzw. Importe) als Summe der Aufbringung abzüglich der Summe aus Verbrauch, Verlusten und gesamten VSE.

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSE _R	Importe	Exporte
Jan	9.392	2.765	403	6.277	6.055	23.549	1.258	1.603	496	324	2.338	0
Feb	8.377	2.540	529	5.781	5.944	21.737	897	1.433	466	299	1.660	0
Mär	11.297	2.854	789	4.955	4.549	22.171	989	1.457	434	305	912	0
April	12.278	1.918	914	2.973	2.990	20.318	895	1.285	330	279	2.034	0
Mai	15.660	1.886	1.052	1.322	1.169	19.317	1.595	1.245	261	266	1.595	0
Jun	16.186	1.407	1.001	0	1.441	19.314	1.126	1.216	229	266	2.114	0
Jul	16.579	1.832	1.095	0	2.362	19.659	928	1.287	266	270	543	0
Aug	15.378	1.763	1.024	0	2.617	18.869	889	1.219	260	260	715	0
Sep	10.966	1.723	832	1.156	4.485	20.097	1.278	1.267	304	276	4.062	0
Okt	9.767	1.967	690	3.304	5.739	21.401	1.822	1.330	396	294	3.777	0
Nov	8.765	2.781	381	4.955	5.334	21.435	1.478	1.350	428	295	2.769	0
Dez	9.555	2.564	290	6.277	5.715	22.310	1.845	1.576	484	307	2.121	0
	144.200	26.000	9.000	37.000	48.400	250.177	15.000	16.268	4.354	3.441	24.640	0

Tabelle 284: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2020

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.919	6.487	4.226	3.393	0	24.267	1.378	1.651	308	517	4.096	0
Feb	8.848	5.960	5.557	3.125	0	22.399	1.481	1.476	298	477	2.641	0
Mär	11.931	6.696	8.285	2.679	0	22.846	1.927	1.501	350	487	0	2.480
April	12.968	4.500	9.594	1.607	0	20.937	1.813	1.324	319	446	0	3.830
Mai	16.540	4.424	11.044	714	0	19.905	1.989	1.283	342	424	0	8.779
Jun	17.095	3.302	10.513	0	0	19.902	1.777	1.253	309	424	0	7.245
Jul	17.510	4.298	11.497	0	0	20.258	2.031	1.327	333	432	0	8.924
Aug	16.242	4.137	10.751	0	0	19.444	1.915	1.257	311	414	0	7.789
Sep	11.582	4.042	8.732	625	0	20.709	1.643	1.306	262	441	0	620
Okt	10.316	4.615	7.247	1.786	0	22.053	1.526	1.371	275	470	1.731	0
Nov	9.257	6.524	4.004	2.678	0	22.088	1.354	1.391	278	471	3.119	0
Dez	10.092	6.015	3.050	3.393	0	22.990	1.166	1.624	293	490	4.013	0
	152.300	61.000	94.500	20.000	0	257.798	20.000	16.764	3.678	5.493	15.600	39.667

Tabelle 285: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2050

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.392	2.765	403	6.277	6.055	23.391	1.258	1.592	496	318	2.163	0
Feb	8.377	2.540	529	5.781	5.944	21.591	897	1.423	466	294	1.500	0
Mär	11.297	2.854	789	4.955	4.549	22.022	989	1.447	434	299	747	0
April	12.278	1.918	914	2.973	2.990	20.181	895	1.276	330	274	1.883	0
Mai	15.660	1.886	1.052	1.322	1.169	19.187	1.595	1.237	261	261	1.452	0
Jun	16.186	1.407	1.001	0	1.441	19.184	1.126	1.208	229	261	1.973	0
Jul	16.579	1.832	1.095	0	2.362	19.527	928	1.279	266	265	397	0
Aug	15.378	1.763	1.024	0	2.617	18.743	889	1.211	260	255	576	0
Sep	10.966	1.723	832	1.156	4.485	19.962	1.278	1.259	304	271	3.912	0
Okt	9.767	1.967	690	3.304	5.739	21.258	1.822	1.321	396	289	3.619	0
Nov	8.765	2.781	381	4.955	5.334	21.290	1.478	1.341	428	289	2.610	0
Dez	9.555	2.564	290	6.277	5.715	22.161	1.845	1.565	484	301	1.955	0
	144.200	26.000	9.000	37.000	48.400	248.497	15.000	16.159	4.354	3.377	22.787	0

Tabelle 286: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2020

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.919	6.487	4.226	2.714	0	22.985	1.378	1.564	288	474	3.343	0
Feb	8.848	5.960	5.557	2.500	0	21.216	1.481	1.399	279	437	1.947	0
Mär	11.931	6.696	8.285	2.143	0	21.641	1.927	1.422	333	446	0	3.286
April	12.968	4.500	9.594	1.286	0	19.831	1.813	1.254	309	409	0	4.732
Mai	16.540	4.424	11.044	571	0	18.854	1.989	1.215	337	389	0	9.795
Jun	17.095	3.302	10.513	0	0	18.852	1.777	1.187	309	389	0	8.396
Jul	17.510	4.298	11.497	0	0	19.188	2.031	1.257	333	395	0	10.101
Aug	16.242	4.137	10.751	0	0	18.418	1.915	1.190	311	380	0	8.916
Sep	11.582	4.042	8.732	500	0	19.616	1.643	1.237	259	404	0	1.697
Okt	10.316	4.615	7.247	1.429	0	20.889	1.526	1.298	265	431	802	0
Nov	9.257	6.524	4.004	2.143	0	20.921	1.354	1.318	262	431	2.358	0
Dez	10.092	6.015	3.050	2.714	0	21.776	1.166	1.538	273	449	3.331	0
	152.300	61.000	94.500	16.000	0	244.187	20.000	15.879	3.558	5.034	11.781	46.923

Tabelle 287: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2050

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.392	2.765	403	6.277	6.055	22.618	1.258	1.539	496	324	1.343	0
Feb	8.377	2.540	529	5.781	5.944	20.878	897	1.376	466	299	745	0
Mär	11.297	2.854	789	4.955	4.549	21.295	989	1.399	434	305	0	22
April	12.278	1.918	914	2.973	2.990	19.514	895	1.234	330	279	1.179	0
Mai	15.660	1.886	1.052	1.322	1.169	18.553	1.595	1.196	261	266	782	0
Jun	16.186	1.407	1.001	0	1.441	18.551	1.126	1.168	229	266	1.305	0
Jul	16.579	1.832	1.095	0	2.362	18.882	928	1.237	266	270	0	285
Aug	15.378	1.763	1.024	0	2.617	18.124	889	1.171	260	260	0	78
Sep	10.966	1.723	832	1.156	4.485	19.303	1.278	1.217	304	276	3.216	0
Okt	9.767	1.967	690	3.304	5.739	20.556	1.822	1.278	396	294	2.879	0
Nov	8.765	2.781	381	4.955	5.334	20.587	1.478	1.296	428	295	1.868	0
Dez	9.555	2.564	290	6.277	5.715	21.429	1.845	1.514	484	307	1.178	0
	144.200	26.000	9.000	37.000	48.400	240.290	15.000	15.625	4.354	3.441	14.495	385

Tabelle 288: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2020

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.919	6.487	4.226	3.393	0	22.036	1.378	1.500	308	517	1.714	0
Feb	8.848	5.960	5.557	3.125	0	20.340	1.481	1.340	298	477	446	0
Mär	11.931	6.696	8.285	2.679	0	20.746	1.927	1.363	350	487	0	4.718
April	12.968	4.500	9.594	1.607	0	19.012	1.813	1.202	319	446	0	5.877
Mai	16.540	4.424	11.044	714	0	18.075	1.989	1.165	342	424	0	10.727
Jun	17.095	3.302	10.513	0	0	18.073	1.777	1.138	309	424	0	9.189
Jul	17.510	4.298	11.497	0	0	18.396	2.031	1.205	333	432	0	10.908
Aug	16.242	4.137	10.751	0	0	17.657	1.915	1.141	311	414	0	9.692
Sep	11.582	4.042	8.732	625	0	18.805	1.643	1.186	262	441	0	2.644
Okt	10.316	4.615	7.247	1.786	0	20.026	1.526	1.245	275	470	0	422
Nov	9.257	6.524	4.004	2.678	0	20.057	1.354	1.263	278	471	960	0
Dez	10.092	6.015	3.050	3.393	0	20.877	1.166	1.475	293	490	1.751	0
	152.300	61.000	94.500	20.000	0	234.100	20.000	15.223	3.678	5.493	4.871	54.177

Tabelle 289: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2050

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.392	2.765	403	6.277	6.055	22.621	1.258	1.540	496	318	1.341	0
Feb	8.377	2.540	529	5.781	5.944	20.880	897	1.376	466	294	742	0
Mär	11.297	2.854	789	4.955	4.549	21.297	989	1.399	435	299	0	25
April	12.278	1.918	914	2.973	2.990	19.517	895	1.234	330	274	1.177	0
Mai	15.660	1.886	1.052	1.322	1.169	18.555	1.595	1.196	261	261	779	0
Jun	16.186	1.407	1.001	0	1.441	18.553	1.126	1.168	229	261	1.302	0
Jul	16.579	1.832	1.095	0	2.362	18.884	928	1.237	266	265	0	288
Aug	15.378	1.763	1.024	0	2.617	18.125	889	1.171	260	255	0	82
Sep	10.966	1.723	832	1.156	4.485	19.305	1.278	1.217	304	271	3.213	0
Okt	9.767	1.967	690	3.304	5.739	20.558	1.822	1.278	395	289	2.875	0
Nov	8.765	2.781	381	4.955	5.334	20.590	1.478	1.297	428	289	1.866	0
Dez	9.555	2.564	290	6.277	5.715	21.431	1.845	1.514	484	301	1.174	0
	144.200	26.000	9.000	37.000	48.400	240.316	15.000	15.627	4.354	3.377	14.469	395

Tabelle 290: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2020

	Wasser	Wind	PV	KWK	th. KW	Verbr.	Pump	Verluste	EB	VSER	Importe	Exporte
Jan	9.919	6.487	4.226	2.714	0	21.623	1.378	1.472	288	474	1.889	0
Feb	8.848	5.960	5.557	2.500	0	19.959	1.481	1.316	279	437	607	0
Mär	11.931	6.696	8.285	2.143	0	20.357	1.927	1.338	333	446	0	4.654
April	12.968	4.500	9.594	1.286	0	18.656	1.813	1.180	309	409	0	5.981
Mai	16.540	4.424	11.044	571	0	17.737	1.989	1.143	337	389	0	10.984
Jun	17.095	3.302	10.513	0	0	17.734	1.777	1.116	309	389	0	9.585
Jul	17.510	4.298	11.497	0	0	18.051	2.031	1.182	333	395	0	11.313
Aug	16.242	4.137	10.751	0	0	17.326	1.915	1.120	311	380	0	10.078
Sep	11.582	4.042	8.732	500	0	18.453	1.643	1.164	259	404	0	2.933
Okt	10.316	4.615	7.247	1.429	0	19.651	1.526	1.221	265	431	0	513
Nov	9.257	6.524	4.004	2.143	0	19.681	1.354	1.239	262	431	1.039	0
Dez	10.092	6.015	3.050	2.714	0	20.486	1.166	1.447	273	449	1.950	0
	152.300	61.000	94.500	16.000	0	229.714	20.000	14.938	3.558	5.034	5.485	56.041

Tabelle 291: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2050

5.5 Transportverluste

Auf die Transportverluste (Netzverluste) bei **elektrischer Energie** wurde bereits näher in Kapitel 5.4.4 eingegangen. Sie wurden sowohl für das Jahr 2020 als auch für Jahr 2050 in beiden Szenarien mit 6,5% des energetischen Endverbrauchs an Strom plus Treiberstrom für Wärmepumpen angesetzt.

Im Bereich der **Fernwärme** nimmt die Statistik Austria Transportverluste in Höhe von 8% bezogen auf den Umwandlungsausstoß an (siehe Energiegesamtrechnung). Das entspricht knapp 8,7% bezogen auf den energetischen Endverbrauch (siehe Gesamtenergiebilanz). Meist werden die Transportverluste etwas höher angegeben (9% bis 10%), manchmal aber auch deutlich höher (bis zu 15%). Deshalb wurden die Transportverluste für Fernwärme mit 9% bezogen auf den energetischen Endverbrauch, also etwas höher als lt. Statistik Austria, angesetzt. Mit diesem Wert wurde in beiden Szenarien und Jahren gerechnet.

In den Gesamtenergiebilanzen der Statistik Austria finden sich ab dem Jahr 2002 auch Transportverluste an Kohle, genauer gesagt an Gichtgas und Kokereigas. Die Höhe der Verluste variiert sehr stark von Jahr zu Jahr. Deshalb wurden nur die Werte für 2005 verwendet, und zwar aus der Gesamtenergiebilanz 2008. Damit betragen die Transportverluste für Kokerei- bzw. Holzgas rund 8,56%, für Gichtgas 1,79%, und zwar in beiden Szenarien und Jahren.

6 DIE ENERGIEFLUSSBILDER

6.1 Allgemeine Erläuterungen

Nachdem nun alle Aspekte, die für die Erstellung der Energieflussbilder von Bedeutung sind, betrachtet wurden, können diese in diesem Kapitel dargestellt werden.

Davor sind noch einige Erläuterungen zu ihrer Struktur nötig. Am linken Rand der Energieflussbilder finden sich die Nutzenergiekategorien. Diese sind von oben nach unten:

- Traktion (TRA),
- Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser (RW),
- Beleuchtung & EDV (BE),
- elektrochemische Zwecke (ecZ),
- Dampferzeugung (D),
- Industrieöfen (IÖ) und
- Standmotoren (SM);

Am oberen Rand, etwas nach rechts versetzt findet sich der Export, gekennzeichnet durch Flüsse, die in einem \textcircled{E} enden. Direkt neben dem Export findet sich der „nicht energetische Verbrauch“. Am unteren Rand der Energieflussbilder sind der „Verbrauch Sektor Energie“ und die Transportverluste eingetragen.

In einer weiteren Spalte finden sich die unterschiedlichen Energieträgerklassen. Hier wird der Energieträger-Mix nach dem Umwandlungsbereich dargestellt. Außerdem erfolgte hier die Berechnung der Transportverluste und des Treiberstroms für Wärmepumpen. Die Energieträgerklassen sind von oben nach unten:

- Öl,
- Kohle,
- Gas/Biogas,
- Fernwärme (FW),
- Biomasse fest,
- Biomasse flüssig,
- Strom,

- Solarthermie und
- Wärmepumpe (WP);

Ebenfalls beachtet werden muss, dass hier die Potenziale der Geothermie und der industriellen Abwärme der Fernwärme zugeordnet wurden.

Unterhalb finden sich die beiden Einträge „ungenutzt“ und „Treiberstrom“. Der Eintrag „ungenutzt“ gibt Auskunft über die nicht genutzten Potenziale der Solarthermie und der Wärmepumpe, der Eintrag „Treiberstrom“ war nötig, um eben den Treiberstrom nicht zu den ungenutzten Potenzialen zu addieren.

Weiter rechts findet sich der Umwandlungsbereich. Am oberen Rand sind die Umwandlungsverluste dargestellt. In einer Spalte unterhalb finden sich die Prozesse

- Heizwerke,
- KWK-Anlagen (KWK),
- Herstellung von flüssigen Treibstoffen (XTL) und
- thermische Kraftwerke;

Etwas nach rechts verschoben sind die Prozesse Hochöfen und Kokerei, weil der Output beider Prozesse in andere Umwandlungsprozesse fließt.

Rechts vom Umwandlungsbereich findet sich eine weitere Spalte mit Energieträgerklassen, die der Zusammenfassung von Import und inländischer Aufbringung dient. Die Energieträgerklassen sind von oben nach unten:

- Öl,
- Kohle,
- Gas/Biogas,
- Biomasse fest,
- Biomasse flüssig,
- Strom,
- Geothermie,
- industrielle Abwärme (Abwärme),
- Solarthermie und
- Wärmepumpe.

Zwischen dieser Spalte und der Aufbringung findet sich noch der Prozess „Umwandlung erneuerbare“, der die Potenziale der Wasserkraft, der Windkraft und der Photovoltaik in Strom umwandelt. Bei der Aufbringung wurde schließlich zwischen Import und inländischer Aufbringung unterschieden. Am rechten Rand oben findet sich der Import, gekennzeichnet durch Flüsse, die einem  entspringen. Die Importflüsse sind von oben nach unten:

- Öl,
- Kohle,
- Gas,
- Biogas,
- Biomasse fest,
- Biomasse flüssig und
- Strom.

Darunter folgen die Einträge für die inländische Aufbringung. Diese sind von oben nach unten:

- Öl,
- Kohle,
- Gas,
- Biogas,
- Biomasse fest,
- Wasserkraft (Wasser),
- Windkraft (Wind),
- Photovoltaik,
- Geothermie,
- industrielle Abwärme (Abwärme),
- Solarthermie und
- Wärmepumpe.

All diese Einträge bzw. Prozesse werden durch Flüsse, die den Energieträgerstrom darstellen, verbunden. Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die in den Energieflussbildern verwendete Farbkodierung.

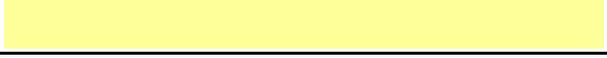
Energieträger	Farbe
Öl	
Kohle	
Gas	
Biogas	
Biomasse fest	
Biomasse flüssig	
Strom	
Wasserkraft	
Windkraft	
Photovoltaik	
Geothermie	
industrielle Abwärme	
Solarthermie	
Wärmepumpen	
Verluste	
Fernwärme	

Tabelle 292: Farbkodierung der Energieträgerklassen in den Energieflussbildern

Die folgenden Kapitel zeigen die Energieflussbilder des Basisjahres und der Szenarien Pragmatisch sowie Forciert, und zwar für die Jahre 2020 und 2050 sowie beide Bevölkerungsvarianten. Dabei wurden der verbesserten Übersichtlichkeit halber Flüsse mit dem Wert 0 ausgeblendet.

6.2 Basisjahr

Als erstes Flussbild ist jenes des Basisjahres dargestellt. Dieses wurde mit den von den Projektarbeitern entwickelten Rechenmodellen erarbeitet und zeigt eine sehr gute Übereinstimmung mit dem publizierten, aus der österreichischen Energiestatistik abgeleiteten Energieflussbild Österreichs, das in Kapitel 2.5 dargestellt ist. Damit scheinen die von den Projektarbeitern erarbeiteten Modellierungen geeignet, um die Energieflüsse in den Jahren 2020 und 2050 in den einzelnen Szenarien zu entwickeln.

Basisjahr

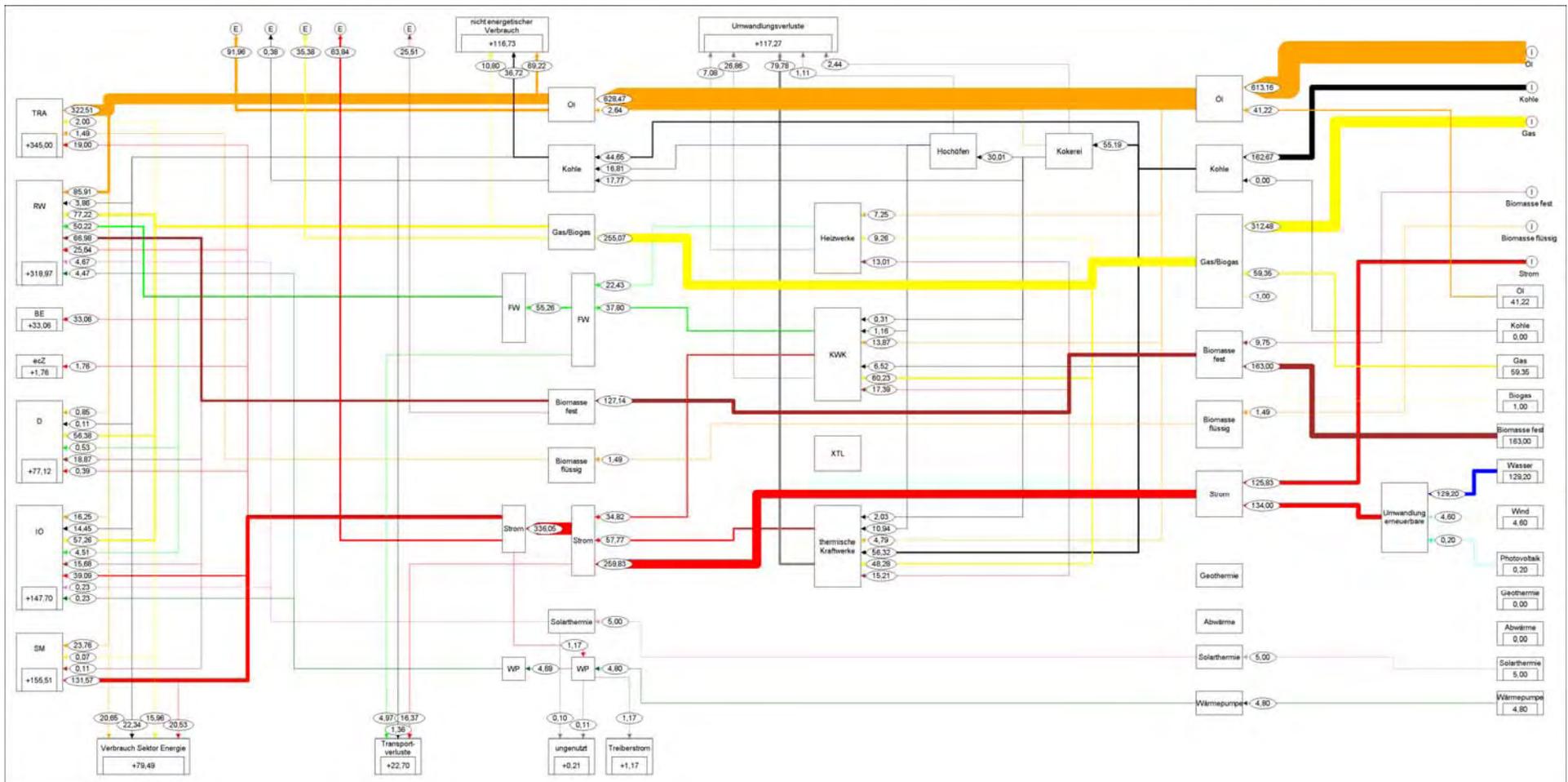


Abbildung 45: Energieflussbild des Basisjahres

Ein wichtiges Aggregat der Gesamtenergiebilanz ist der Bruttoinlandsverbrauch (BIV). Er stellt eine Kennzahl dafür dar, welche Menge Energie im Zeitraum eines Jahres durch das Österreichische Energiesystem fließt. Da im Rahmen dieses Projekts die Lagerhaltung von Energieträgern vernachlässigt wird, berechnet sich der BIV aufkommensseitig aus der inländischen Erzeugung plus Importe minus Exporte. Auf der anderen Seite kann der BIV (verwendungsseitig) auch als Summe des energetischen Endverbrauchs (EE), des nicht energetischen Verbrauchs (neV), des Verbrauchs Sektor Energie (VSE), der Transportverluste (TV), der Umwandlungsverluste (UWV) und des Treiberstroms für Wärmepumpen (TS/WP) berechnet werden. Im Folgenden wird der BIV näher untersucht.

Insgesamt werden 217,07 PJ exportiert, den höchsten Anteil weist die Energieträgerklasse Öl mit 42,36% auf, gefolgt von Strom mit 29,41% und Gas mit 16,30%. Ähnlich ist das Bild bei den Importen in Höhe von 1.225,38 PJ. Auch hier dominiert ganz klar Öl mit 50,04%. Danach folgen allerdings Gas mit 25,50% und Kohle mit 13,28%.

Etwas komplizierter ist die Betrachtung der inländischen Erzeugung. Hier müssen die Potenziale aus Kapitel 3 um die nicht genutzten Anteile reduziert werden. Im Allgemeinen betrifft das die Solarthermie und die Wärmepumpe im Jahr 2050 des Szenarios Forciert aber auch die industrielle Abwärme. Damit beträgt die inländische Erzeugung im Basisjahr 408,16 PJ. Den größten Beitrag liefert die feste Biomasse mit 39,94%, gefolgt von der Wasserkraft mit 31,65% und Gas mit 14,54%. Die folgende Tabelle fasst Exporte, Importe und inländische Erzeugung des Basisjahres zusammen.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	91,96	613,16	41,22
Kohle	0,38	162,67	0,00
Gas	35,38	312,48	59,35
Biogas	0,00	0,00	1,00
Biomasse fest	25,51	9,75	163,00
Biomasse flüssig	0,00	1,49	0,00
Strom	63,84	125,83	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	129,20
Windkraft	0,00	0,00	4,60
Photovoltaik	0,00	0,00	0,20
Geothermie	0,00	0,00	0,00
ind. Abwärme	0,00	0,00	0,00
Solarthermie	0,00	0,00	4,90
Wärmepumpe	0,00	0,00	4,69
SUMME	217,07	1.225,38	408,16

Tabelle 293: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] im Basisjahr

Mit den Zahlen aus Tabelle 293 ergibt sich ein BIV von 1.416,47 PJ. Der Anteil der inländischen Erzeugung am BIV beträgt dabei 28,82%.

Zum Vergleich wird auch der verwendungsseitige BIV betrachtet. Der EE betrug 1.079,13 PJ, der neV 116,74 PJ, der VSE 79,48 PJ, die TV 22,70 PJ, die UWV 117,27 PJ und der TS/WP 1,17 PJ. Damit beträgt der verwendungsseitig berechnete BIV 1.416,49 PJ. Die Differenz von 0,02 PJ erklärt sich durch Rundungsfehler. Das gilt auch für die folgenden Betrachtungen zu den Szenarien Pragmatisch und Forciert.

Laut Kapitel 2 betrug der BIV im Basisjahr 1.420,56 PJ. Die Differenz zum BIV gemäß Tabelle 293 beträgt also 4,09 PJ und damit knapp 0,29% des BIV aus Kapitel 2.

6.3 Szenario Pragmatisch

Im Folgenden sind die Energieflussbilder des Szenarios Pragmatisch dargestellt. Dazu werden wieder die Exporte, die Importe und die inländische Erzeugung betrachtet. Auch der BIV wird aufkommensseitig und verwendungsseitig berechnet. Der erneuerbare Anteil der inländischen Aufbringung wird in Bezug zu den Potenzialen der erneuerbaren Energieträger lt. Kapitel 3 gesetzt. Zudem wird näher auf die eingesetzten Energieträger in den einzelnen Nutzenergiekategorien und die eingesetzten Umwandlungstechnologien eingegangen. Diese Betrachtung beschränkt sich allerdings auf den Ziel-Zeitraum 2050 und auf die Bevölkerungsvariante 1, nachdem sich die Entwicklungstendenzen bei der Bevölkerungsvariante 2 analog abzeichnen.

Bevölkerungsvariante 1, Jahr 2020

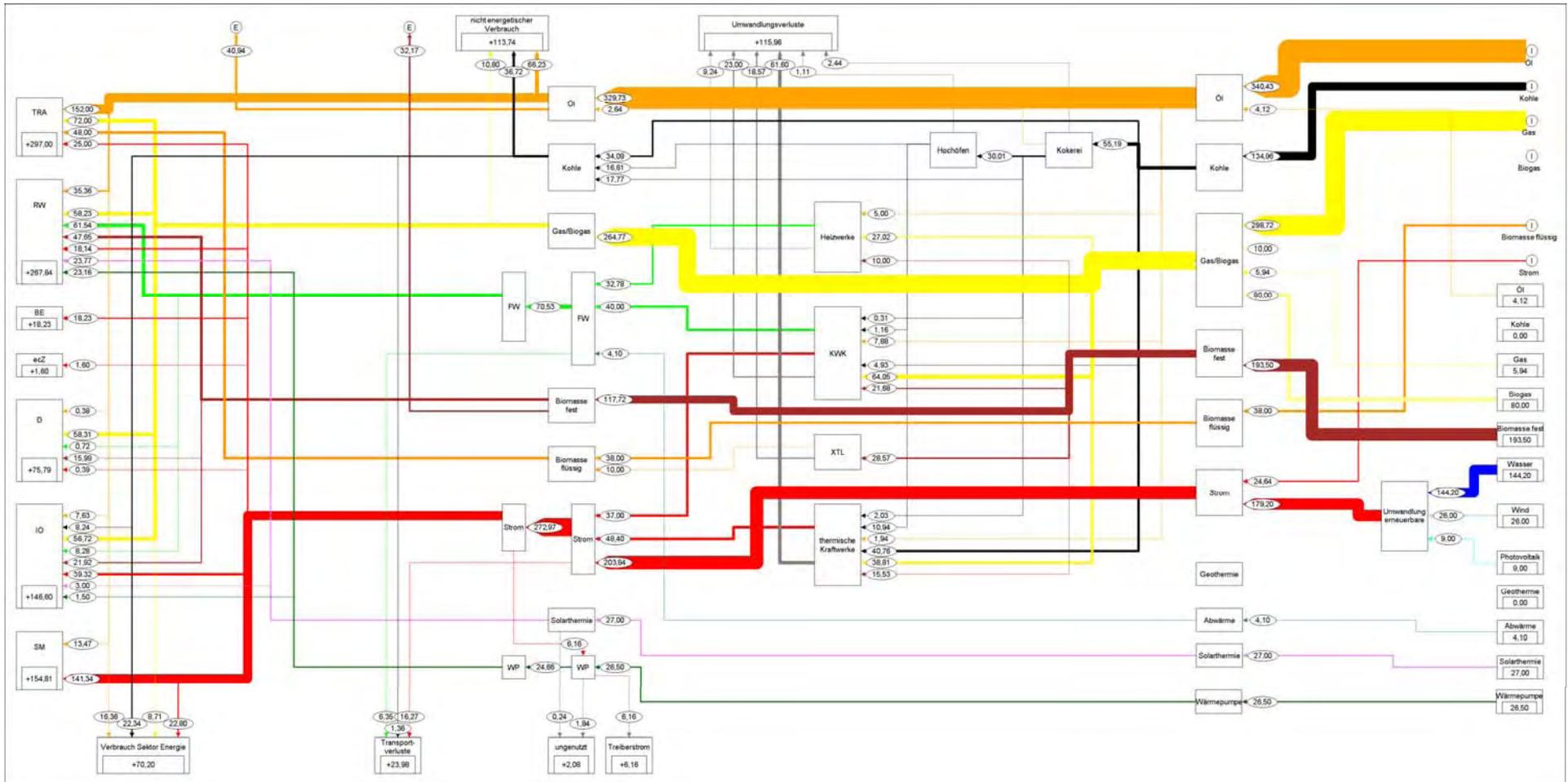


Abbildung 46: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1, im Jahr 2020

Im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 1 betragen die gesamten Exporte 73,11 PJ. Exportiert werden nur Öl (56%) und feste Biomasse (44%). Die Importe belaufen sich auf 846,75 PJ. Den größten Anteil hat Öl (40,20%), dicht gefolgt von Gas (35,28%). An dritter Stelle liegt Kohle mit einem Anteil von 15,94% an den Importen. Ebenfalls importiert werden Biogas, flüssige Biomasse und Strom.

Die inländische Erzeugung beträgt 518,28 PJ. Laut Kapitel 3 beträgt das Potenzial erneuerbarer Energieträger für das Jahr 2020 510,3 PJ. Subtrahiert man von der inländischen Aufbringung die Beiträge von Öl und Gas, so zeigt sich, dass mit 508,22 PJ das Potenzial zu 99,59% ausgeschöpft wird.

Die größten Beiträge zur inländischen Erzeugung liefern die feste Biomasse (37,34%), die Wasserkraft (27,82%) und Biogas (15,44%). Tabelle 294 stellt sämtliche Ex- und Importe sowie die inländische Erzeugung dar.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	40,94	340,43	4,12
Kohle	0,00	134,96	0,00
Gas	0,00	298,72	5,94
Biogas	0,00	10,00	80,00
Biomasse fest	32,17	0,00	193,50
Biomasse flüssig	0,00	38,00	0,00
Strom	0,00	24,64	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	144,20
Windkraft	0,00	0,00	26,00
Photovoltaik	0,00	0,00	9,00
Geothermie	0,00	0,00	0,00
ind. Abwärme	0,00	0,00	4,10
Solarthermie	0,00	0,00	26,76
Wärmepumpe	0,00	0,00	24,66
SUMME	73,11	846,75	518,28

Tabelle 294: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 1

Der aufkommensseitige BIV ergibt sich also zu 1.291,92 PJ, der Anteil der inländischen Erzeugung beträgt 40,12%. Gegenüber dem Basisjahr sinkt der BIV also um 124,55 PJ bzw. 8,79%.

Der verwendungsseitige BIV berechnet sich aus dem EE in Höhe von 961,89 PJ, dem neV von 113,75 PJ, dem VSE von 70,21 PJ, den TV von 23,98 PJ, den UWV von 115,96 PJ und dem TS/WP von 6,16 PJ zu 1.291,95 PJ.

Bevölkerungsvariante 2, Jahr 2020

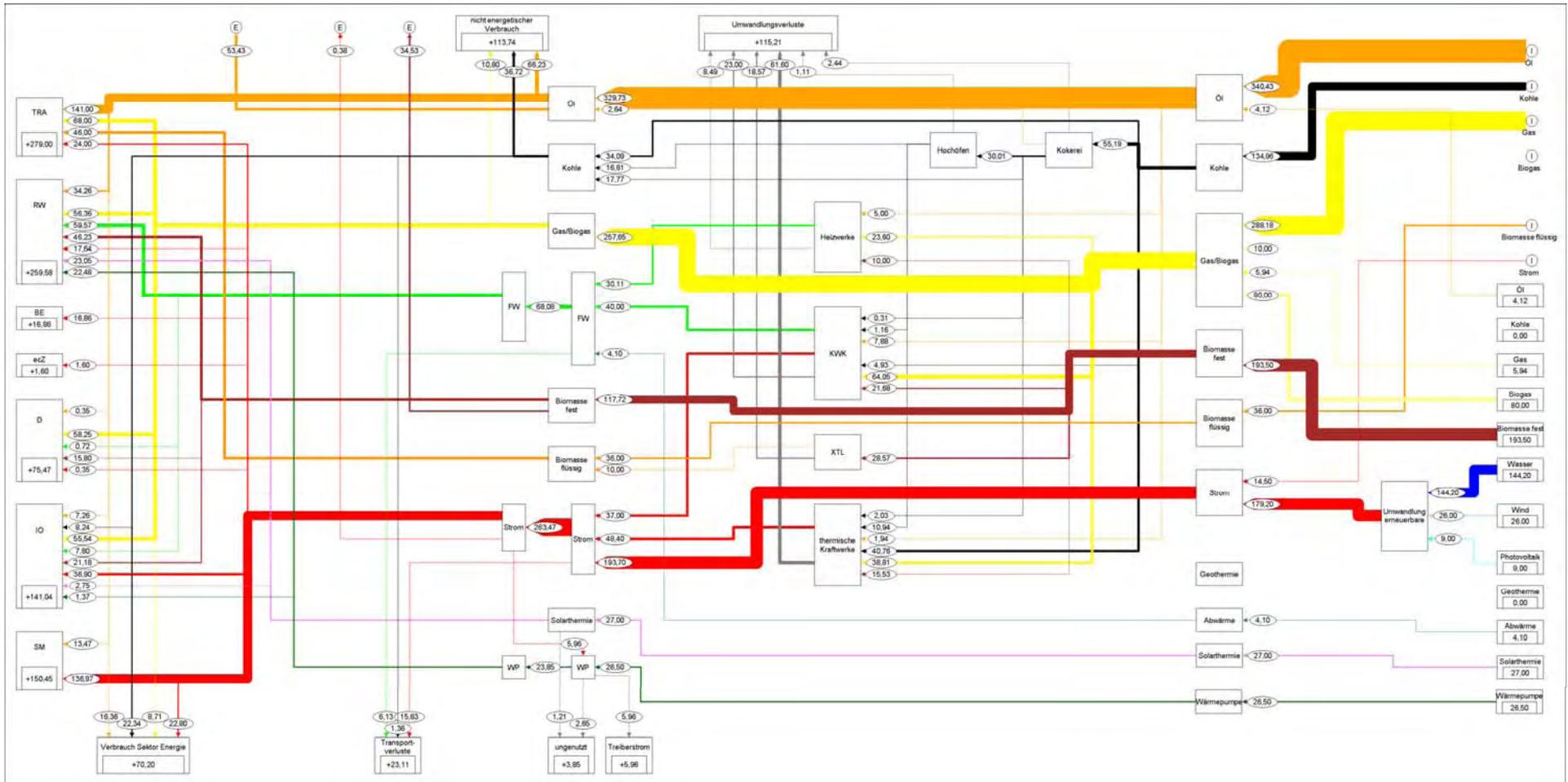


Abbildung 47: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2

Betrachtet man das Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 2 so findet man Exporte in Höhe 88,34 PJ. Davon entfallen 60,48% auf Öl und 39,09% auf feste Biomasse. Der Strom-Export macht 0,43% aus. Die Importe betragen 824,07 PJ. Die größten Anteile haben Öl (41,31%), Gas (34,97%) und Kohle (16,83%). Biogas, flüssige Biomasse und Strom werden ebenfalls importiert.

Die inländische Erzeugung beläuft sich auf 516,5 PJ. Reduziert man auch hier um die Beiträge von Öl und Gas, so zeigt sich, dass auf eine vollständige Ausschöpfung des Potenzials erneuerbarer Energieträger 3,86 PJ fehlen. Es werden also 99,24% des Potenzials realisiert.

Die größten Anteile an der inländischen Erzeugung haben die feste Biomasse (37,46%), die Wasserkraft (27,92%) und Biogas (15,49%). Die Ex- und Importe sowie die inländische Erzeugung im Detail gibt Tabelle 295 wieder.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	53,43	340,43	4,12
Kohle	0,00	134,96	0,00
Gas	0,00	288,18	5,94
Biogas	0,00	10,00	80,00
Biomasse fest	34,53	0,00	193,50
Biomasse flüssig	0,00	36,00	0,00
Strom	0,38	14,50	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	144,20
Windkraft	0,00	0,00	26,00
Photovoltaik	0,00	0,00	9,00
Geothermie	0,00	0,00	0,00
ind. Abwärme	0,00	0,00	4,10
Solarthermie	0,00	0,00	25,79
Wärmepumpe	0,00	0,00	23,85
SUMME	88,34	824,07	516,50

Tabelle 295: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2

Der aufkommensseitige BIV beträgt damit 1.252,23 PJ. Die inländische Erzeugung hat daran einen Anteil in Höhe von 41,25%. Gegenüber dem Basisjahr bedeutet das eine Abnahme in Höhe von 164,24 PJ bzw. 11,60%.

Der EE beträgt 924 PJ, der neV 113,75 PJ, der VSE 70,21 PJ, die TV 23,12 PJ, die UWV 115,21 PJ und der TS/WP 5,96 PJ. Damit beläuft sich der verwendungsseitige BIV auf 1.252,25 PJ.

Bevölkerungsvariante 1, Jahr 2050

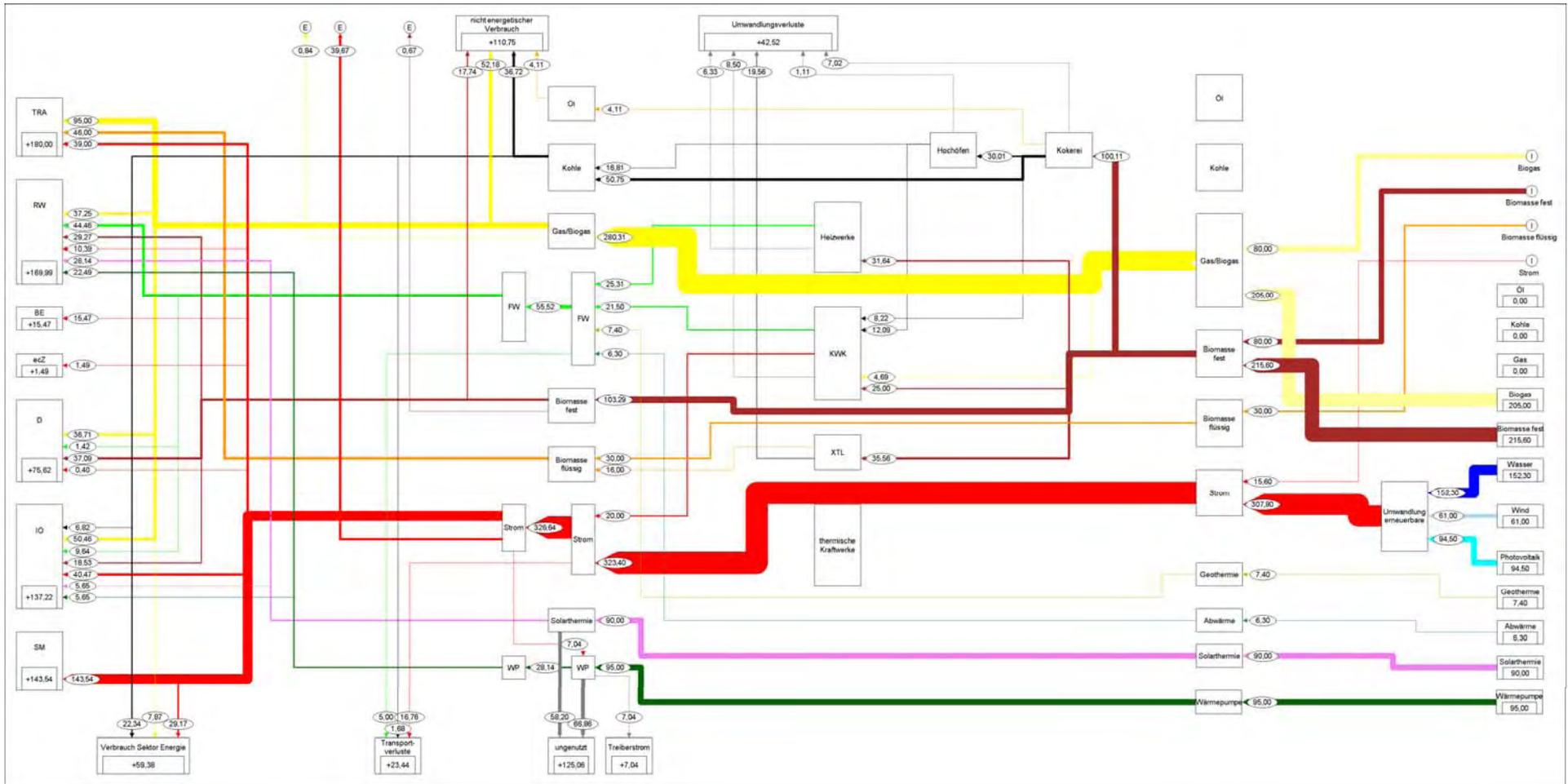


Abbildung 48: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1

Im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 1 betragen die Exporte 41,18 PJ. Es handelt sich dabei beinahe ausschließlich um Strom (96,33%), die Exporte an fester Biomasse (1,63%) und Biogas (2,04%) sind praktisch vernachlässigbar. Importiert werden nur noch 205,6 PJ. Hauptanteile haben Biogas und feste Biomasse (je 38,91%). Ebenfalls importiert werden flüssige Biomasse (14,59%) und Strom (7,59%). Es ist möglich auf Öl- und Kohleimporte völlig zu verzichten.

Ein Vergleich der inländischen Erzeugung in Höhe von 802,04 PJ mit dem Potenzial lt. Kapitel 3 zeigt, dass von den 927,1 PJ 86,51% ausgeschöpft werden. Die fehlenden 125,06 PJ sind ungenutzte Potenziale in den Bereichen der Solarthermie und der Wärmepumpe.

Die größten Anteile an der inländischen Erzeugung haben feste Biomasse (26,88%), Biogas (25,56%) und Wasserkraft (18,99%). Tabelle 296 stellt Exporte, Importe und inländische Erzeugung in gewohnter Weise dar.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	0,00	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00	0,00
Gas	0,00	0,00	0,00
Biogas	0,84	80,00	205,00
Biomasse fest	0,67	80,00	215,60
Biomasse flüssig	0,00	30,00	0,00
Strom	39,67	15,60	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	152,30
Windkraft	0,00	0,00	61,00
Photovoltaik	0,00	0,00	94,50
Geothermie	0,00	0,00	7,40
ind. Abwärme	0,00	0,00	6,30
Solarthermie	0,00	0,00	31,80
Wärmepumpe	0,00	0,00	28,14
SUMME	41,18	205,60	802,04

Tabelle 296: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1

Der aufkommensseitige BIV beträgt 966,46 PJ, der Anteil der inländischen Erzeugung 82,99%. Damit ist der BIV um 450,01 PJ geringer als im Basisjahr. Das entspricht einer Reduktion um 31,77%.

Aus dem EE von 723,34 PJ, dem neV von 110,75 PJ, dem VSE von 59,38 PJ, den TV von 23,44 PJ, den UWV von 42,52 PJ und dem TS/WP von 7,04 PJ errechnet sich der verwendungsseitige BIV zu 966,47 PJ.

Die **Umwandlungsverluste** nehmen im pragmatischen Szenario im Vergleich zum Basisjahr deutlich (75 PJ) ab. Beim **nichtenergetischen Verbrauch** ist beim Energieflussbild des pragmatischen Szenarios für das Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr kaum ein Unterschied feststellbar. Auch die **Transportverluste** bewegen sich auf ähnlichem Niveau.

Der **Verbrauch des Sektors Energie** nimmt beim pragmatischen Szenario bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr um 20 PJ ab.

Bei den **Umwandlungstechnologien** zeigt sich, dass thermische Kraftwerke im Jahr 2050 in diesem Szenario nicht mehr betrieben werden. Heizwerke sind in etwa gleichem Umfang im Einsatz wie im Basisjahr. Eine neu hinzukommende Technologie stellt XTL dar. Der Einsatz der Kraftwärmekopplungsanlagen wurde im Vergleich zum Basisjahr reduziert, jener der Kokerei nimmt deutlich zu. Das liegt allerdings nicht an einem Mehrverbrauch an Koks bzw. Holzkohle, sondern daran, dass der gesamte Verbrauch durch inländische Erzeugung gedeckt wird, also im Gegensatz zu den Jahren 2005 und 2020 kein Koks importiert wird.

Der Energiebedarf zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen der Nutzenenergiekategorie **Standmotoren** ist im Jahr 2050 bei diesem Szenario um 12 PJ geringer als im Basisjahr. Die Energiebereitstellung für diese Nutzenergiekategorie erfolgt auch im Jahr 2050 ausschließlich mit elektrischem Strom.

Der Energieeinsatz in der Nutzenenergiekategorie **Industrieöfen** nimmt bei diesem Szenario im Vergleich zum Basisjahr von 147 PJ auf etwa 137 PJ im Jahr 2050 ab. Dabei zeigt sich, dass in diesem Szenario der Einsatz von Erdöl vermieden werden kann. Der Einsatz des Energieträgers Kohle wird im Vergleich zum Basisjahr halbiert. Der Einsatz von Gas nimmt leicht ab (-7 PJ), jener von Fernwärme nimmt leicht zu (von 4 auf 10 PJ bis 2050). Der Einsatz von fester Biomasse und Strom bleibt nahezu unverändert. Hingegen ist ein Anstieg des Einsatzes der Solarthermie und der Wärmepumpe in dieser Nutzenergiekategorie im Vergleich zum Basisjahr um jeweils etwa 5 PJ bis zum Jahr 2050 zu verzeichnen. Die bedeutendsten Energieträger dieser Nutzenergiekategorie im Basisjahr waren Gas und Strom, im pragmatischen Szenario im 2050 sind es Gas, Strom und feste Biomasse.

Der Gesamtenergieeinsatz in der Nutzenergiekategorie **Dampf** bleibt im Vergleich zum Basisjahr nahezu unverändert. Der Einsatz des Energieträgers Gas in dieser Nutzenergiekategorie konnte von 56 auf 37 PJ reduziert werden, gleichzeitig stieg der Einsatz fester Biomasse von 19 PJ im Basisjahr auf 37 PJ im Jahr 2050 an. Auch der Einsatz von Fernwärme in der Nutzenergiekategorie Dampf nahm im Vergleich zum Basisjahr in diesem Szenario von 0,5 auf 1,5 PJ bis zum Jahr 2050 zu. Der Einsatz des Energieträgers Strom bleibt im Vergleich zum Basisjahr nahezu unverändert. War im Basisjahr in der Nutzenergiekategorie Dampf Gas der bedeutendste Energieträger, so sind es im pragmatischen Szenario im Jahr 2050 nunmehr Gas und feste Biomasse.

Bei der Nutzenergiekategorie **elektrochemische Zwecke** wird der Verbrauch gegenüber dem Basisjahr um ca. 15% reduziert. Strom ist weiterhin der einzige Energieträger.

Bei der Nutzenergiekategorie **Beleuchtung** konnte der Energieeinsatz im Vergleich zum Basisjahr von etwa 33 auf 15 PJ im Jahr 2050 reduziert und somit halbiert werden. Der Energiebedarf in dieser Nutzenergiekategorie wird nach wie vor ausschließlich mit Strom gedeckt.

In der Nutzenergiekategorie **Raumwärme** konnte mit dem pragmatischen Szenario der Gesamtenergieeinsatz von 320 PJ auf 170 PJ bis zum Jahr 2050 gesenkt und somit beinahe halbiert werden. Der frühere Einsatz von 90 PJ Öl und Kohle kann gänzlich vermieden werden. Auch der Einsatz von Gas wurde von 77 PJ im Basisjahr auf 35 PJ bis zum Jahr 2050 reduziert. Bei der Fernwärme ist ebenfalls eine geringe Abnahme des Energieeinsatzes im Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr zu erkennen. Deutliche Reduktionen sind beim Einsatz der festen Biomasse (Reduktion von 67 PJ im Basisjahr auf 29 PJ im Jahr 2050) sowie Strom (eine Reduktion von 26 PJ auf 10 PJ) zu verzeichnen. Hingegen nimmt der Einsatz von Solarthermie und Wärmepumpe im pragmatischen Szenario bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr deutlich zu. Der Anstieg beträgt in beiden Bereichen jeweils 21 bzw. 17 PJ. Wurden früher bei dieser Nutzenergiekategorie hauptsächlich Öl und Gas eingesetzt, so sind es im pragmatischen Szenario im Jahr 2050 vor allem Gas und Fernwärme.

In der Nutzenergiekategorie **Traktion** konnte der Gesamtenergieeinsatz durch das pragmatische Szenario von 345 im Basisjahr auf 180 PJ im Jahr 2050 gesenkt werden. Der Energieträger Öl, der früher 324 PJ beitrug, wird in diesem Szenario im Jahr 2050 nicht mehr eingesetzt. Hingegen wurde der Energieträger Gas von 2 PJ im Basisjahr auf 95 PJ im Jahr 2050 erhöht. Gleiches gilt für flüssige Biomasse, die nunmehr einen Anteil von 46 PJ hat. Auch der Einsatz elektrischer Energie zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen dieser Nutzenergiekategorie wurde vom Basisjahr (19 PJ) bis zum Jahr 2050 deutlich erhöht (39 PJ).

Bevölkerungsvariante 2, Jahr 2050

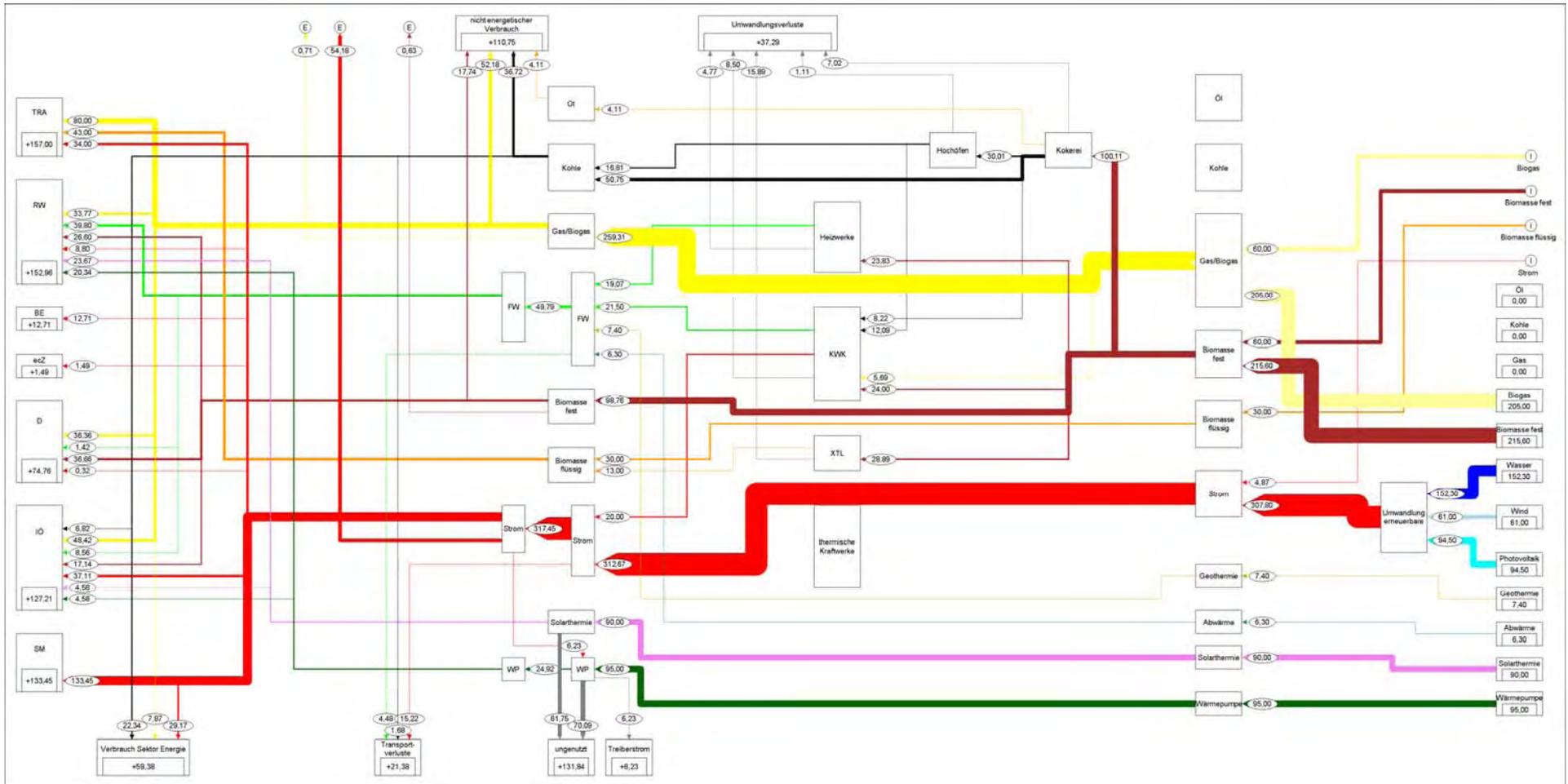


Abbildung 49: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2

Die Exporte im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 2 betragen 55,52 PJ. Auf Strom entfallen 97,59%, auf Biogas 1,28% und auf feste Biomasse 1,13%. Die Importe belaufen sich auf 154,87 PJ. Davon entfallen je 38,74% auf Biogas und feste Biomasse, 19,37% auf flüssige Biomasse und 3,14% auf Strom.

Die inländische Erzeugung beträgt 795,26 PJ, womit das Potenzial erneuerbarer in Höhe von 927,1 PJ zu 85,78% ausgeschöpft wird. Auch hier sind die auf die vollständige Ausschöpfung fehlenden 131,84 PJ nicht genutzte Potenziale der Solarthermie und der Wärmepumpe.

Hauptanteile an der inländischen Erzeugung haben wiederum feste Biomasse (27,11%), Biogas (25,78%) und Wasserkraft (19,15%). Die folgende Tabelle zeigt Exporte, Importe und inländische Erzeugung gegliedert nach Energieträgern.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	0,00	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00	0,00
Gas	0,00	0,00	0,00
Biogas	0,71	60,00	205,00
Biomasse fest	0,63	60,00	215,60
Biomasse flüssig	0,00	30,00	0,00
Strom	54,18	4,87	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	152,30
Windkraft	0,00	0,00	61,00
Photovoltaik	0,00	0,00	94,50
Geothermie	0,00	0,00	7,40
ind. Abwärme	0,00	0,00	6,30
Solarthermie	0,00	0,00	28,25
Wärmepumpe	0,00	0,00	24,91
SUMME	55,52	154,87	795,26

Tabelle 297: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch , im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2

Der aufkommensseitige BIV beträgt 894,61 PJ. Daran hat die inländische Erzeugung einen Anteil in Höhe von 88,89%. Gegenüber dem Basisjahr sinkt der BIV um 521,86 PJ bzw. 36,84%.

Der verwendungsseitige BIV ergibt sich als Summe des EE in Höhe von 659,60 PJ, des neV in Höhe von 110,75 PJ, des VSE in Höhe von 59,38 PJ, der TV in Höhe von 21,38 PJ, der UWV in Höhe von 37,29 PJ und des TS/WP in Höhe von 6,23 PJ zu 894,63 PJ.

6.4 Szenario Forciert

Dieses Unterkapitel zeigt die Energieflussbilder des Szenarios Forciert. Es wurden wieder die vier Bilder für die Jahre 2020 und 2050 sowie die beiden Bevölkerungsvarianten erstellt. Anhand der Energieflussbilder werden Ex- und Importe sowie die inländische Erzeugung untersucht. Damit wird auch der aufkommensseitige BIV berechnet. Dem gegenübergestellt werden die Potenziale erneuerbarer Energieträger lt. Kapitel 3 und der BIV des Basisjahres. Auch der verwendungsseitige BIV wird ausgewiesen. Zudem wird näher auf die eingesetzten Energieträger in den einzelnen Nutzenergiekategorien und die eingesetzten Umwandlungstechnologien eingegangen. Diese Betrachtung beschränkt sich allerdings auf den Ziel-Zeitraum 2050 und auf die Bevölkerungsvariante 1, nachdem sich die Entwicklungstendenzen bei der Bevölkerungsvariante 2 analog abzeichnen.

Bevölkerungsvariante 1, Jahr 2020

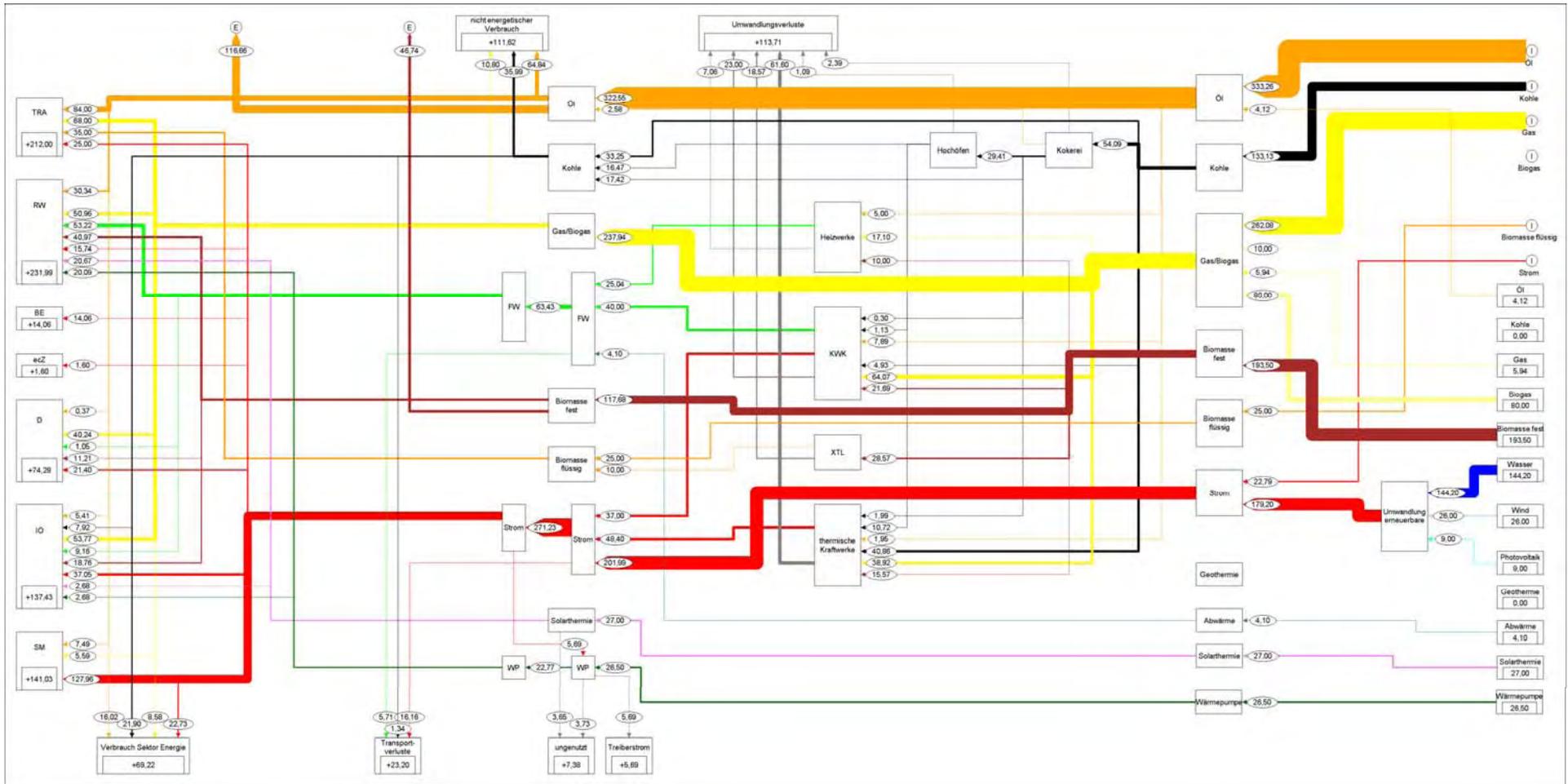


Abbildung 50: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 1

Laut Energieflussbild betragen die Exporte im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 1 163,4 PJ. Der Anteil an Öl liegt bei 71,4%, jener von fester Biomasse bei 28,6%. Andere Energieträger werden nicht exportiert. Die Importe betragen 786,26 PJ. Hauptanteile daran haben Öl mit 42,39%, Gas mit 33,33% und Kohle mit 16,93%. In vergleichsweise geringen Mengen werden aber auch Biogas, flüssige Biomasse und Strom importiert.

Die inländische Erzeugung beträgt 512,98 PJ. Betrachtet man die erneuerbare inländische Aufbringung in Höhe von 502,92 PJ, so zeigt der Vergleich mit Kapitel 3, dass das erneuerbare Potenzial zu 98,55% ausgeschöpft wird. Auf die vollständige Ausschöpfung fehlen 7,38 PJ.

Mit 37,72% hat die feste Biomasse den höchsten Anteil an der inländischen Erzeugung, gefolgt von der Wasserkraft mit 28,11% und Biogas mit 15,6%. Tabelle 298 gibt sämtliche Ex- und Importe sowie die inländische Erzeugung wieder.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	116,66	333,26	4,12
Kohle	0,00	133,13	0,00
Gas	0,00	262,08	5,94
Biogas	0,00	10,00	80,00
Biomasse fest	46,74	0,00	193,50
Biomasse flüssig	0,00	25,00	0,00
Strom	0,00	22,79	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	144,20
Windkraft	0,00	0,00	26,00
Photovoltaik	0,00	0,00	9,00
Geothermie	0,00	0,00	0,00
ind. Abwärme	0,00	0,00	4,10
Solarthermie	0,00	0,00	23,35
Wärmepumpe	0,00	0,00	22,77
SUMME	163,40	786,26	512,98

Tabelle 298: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 1

Der aufkommensseitige BIV beläuft sich auf 1.135,84 PJ, woran die inländische Erzeugung einen Anteil von 45,16% hat. Der BIV ist damit um 280,63 PJ geringer als im Basisjahr, was einer Reduktion um 19,81% entspricht.

Aus dem EE von 812,39 PJ, dem neV von 111,63 PJ, dem VSE von 69,23 PJ, den TV von 23,21 PJ, den UWV von 113,71 PJ und dem TS/WP von 5,69 PJ errechnet sich der verwendungsseitige BIV zu 1.135,86 PJ.

Bevölkerungsvariante 2, Jahr 2020

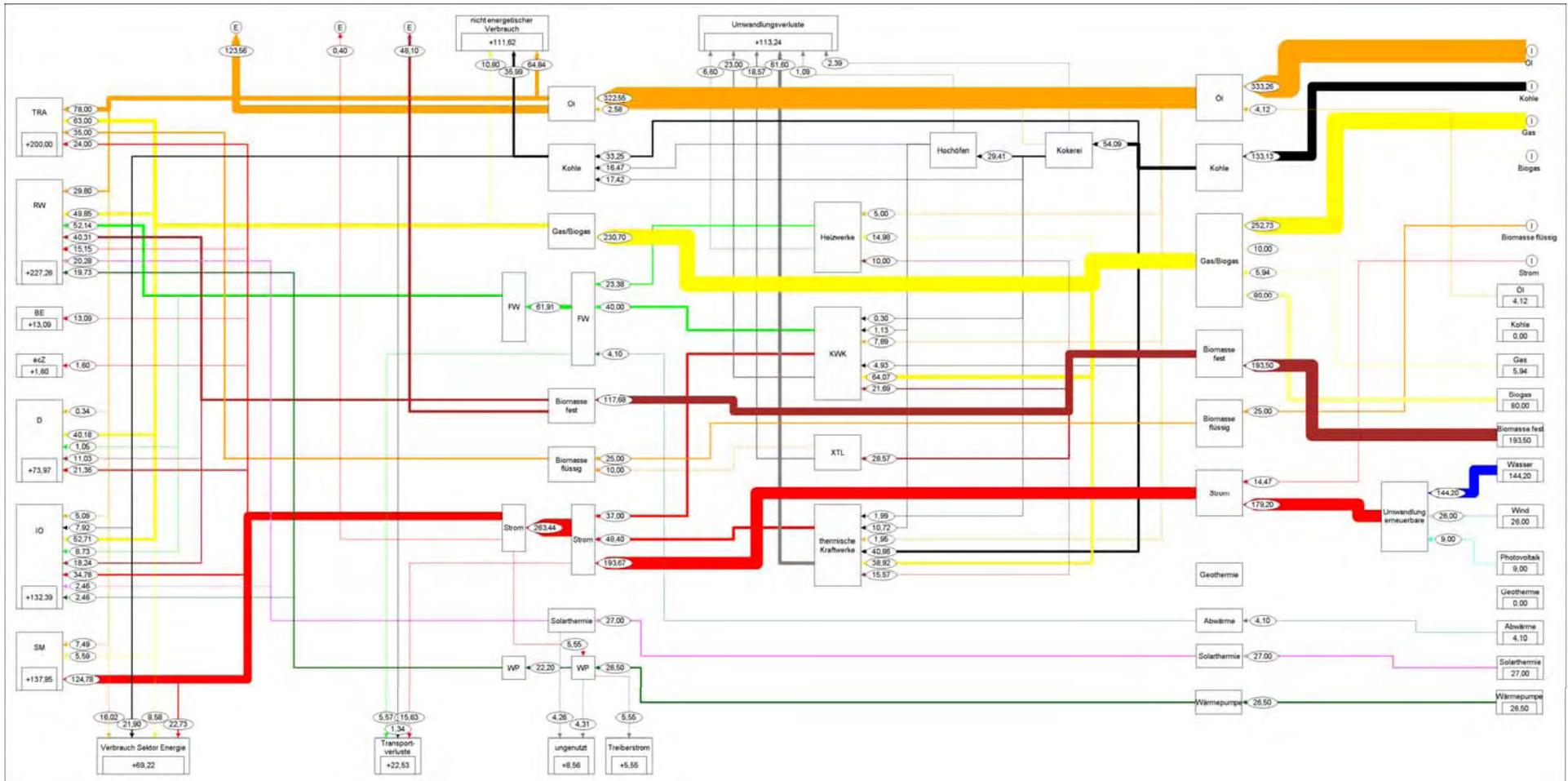


Abbildung 51: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2

Die Exporte des Jahres 2020 bei Bevölkerungsvariante 2 betragen 172,06 PJ. Daran hat Öl einen Anteil von 71,81%, 27,96% entfallen auf feste Biomasse, 0,23% auf Strom. Andere Energieträger werden nicht exportiert. Die Importe betragen 768,59 PJ. Davon entfallen 43,36% auf Öl, 32,88% auf Gas und 17,32% auf Kohle. Biogas, flüssige Biomasse und Strom werden ebenfalls importiert.

Die inländische Aufbringung beläuft sich auf 511,79 PJ, wovon 501,73 PJ erneuerbar sind. Damit wird das Potenzial erneuerbarer Energieträger zu 98,32% ausgeschöpft. Wie bisher sind die nicht genutzten 8,57 PJ Potenziale der Solarthermie und der Wärmepumpe.

Die größten Beiträge zur inländischen Aufbringung liefern feste Biomasse, Wasserkraft und Biogas, mit 37,81%, 28,18% bzw. 15,63%. Tabelle 299 stellt Exporte, Importe und inländische Erzeugung zusammen.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	123,56	333,26	4,12
Kohle	0,00	133,13	0,00
Gas	0,00	252,73	5,94
Biogas	0,00	10,00	80,00
Biomasse fest	48,10	0,00	193,50
Biomasse flüssig	0,00	25,00	0,00
Strom	0,40	14,47	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	144,20
Windkraft	0,00	0,00	26,00
Photovoltaik	0,00	0,00	9,00
Geothermie	0,00	0,00	0,00
ind. Abwärme	0,00	0,00	4,10
Solarthermie	0,00	0,00	22,74
Wärmepumpe	0,00	0,00	22,19
SUMME	172,06	768,59	511,79

Tabelle 299: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2

Der aufkommensseitige BIV ergibt sich zu 1.108,32 PJ. Die inländische Erzeugung ist für einen Anteil in Höhe von 46,18% verantwortlich. Gegenüber dem Basisjahr sinkt der BIV um 308,15 PJ bzw. 21,75%.

Der verwendungsseitige BIV in Höhe von 1.108,35 PJ setzt sich aus dem EE von 786,16 PJ, dem neV von 111,63 PJ, dem VSE von 69,23 PJ, den TV von 22,54 PJ, den UWV von 113,24 PJ und dem TS/WP von 5,55 PJ zusammen.

Bevölkerungsvariante 1, Jahr 2050

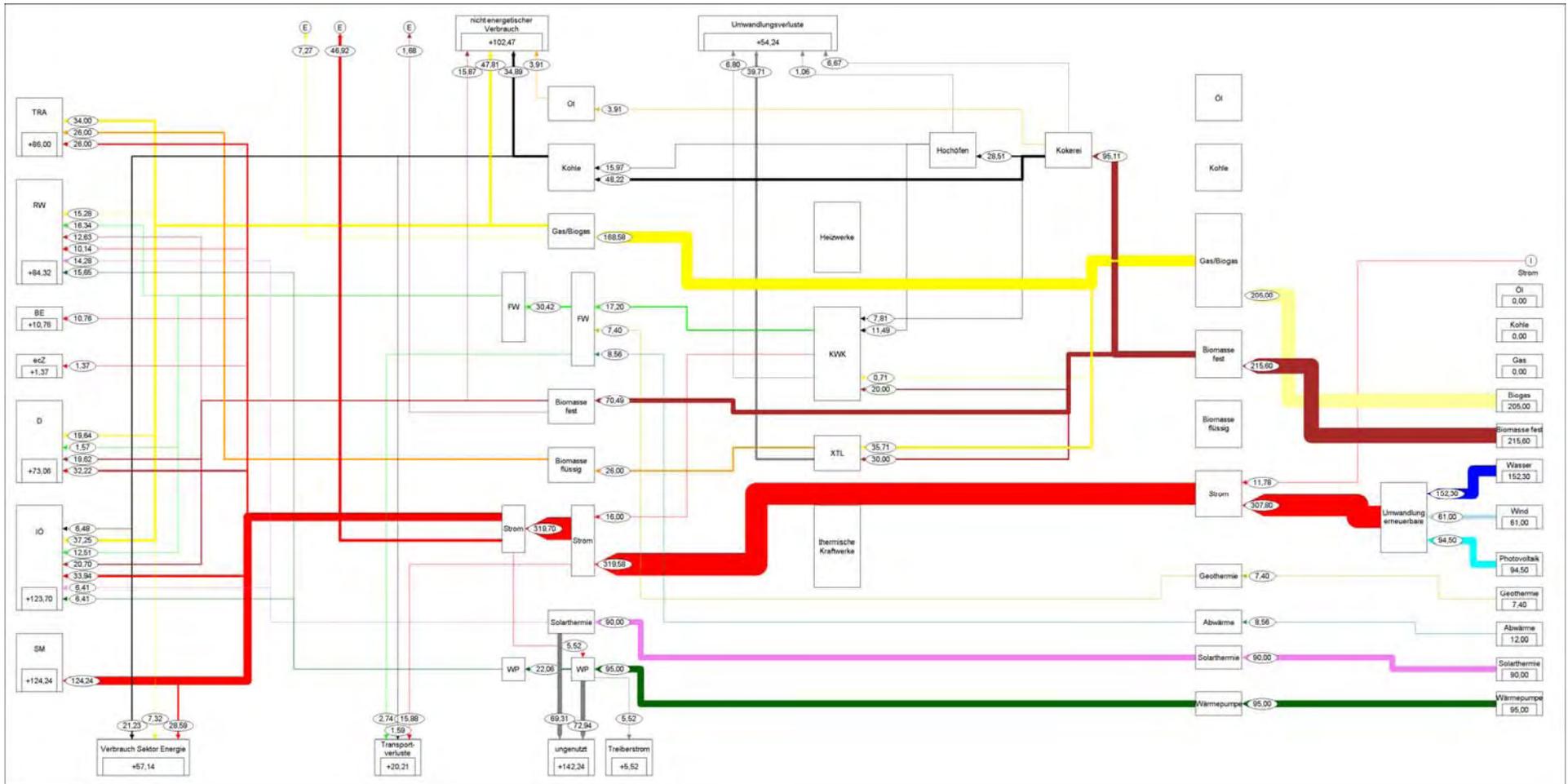


Abbildung 52: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1

Die Exporte des Jahres 2050 betragen bei Bevölkerungsvariante 1 55,87 PJ. Unter den exportierten Energieträgern hat Strom mit 83,98% den größten Anteil. Ebenfalls exportiert werden Biogas mit einem Anteil von 13,01% und feste Biomasse mit einem Anteil von 3,01%. Andere Energieträger werden nicht exportiert. Importiert werden 11,78 PJ, die zur Gänze auf Strom entfallen. Auf einen Import von Öl, Kohle, Gas und Biomasse kann vollständig verzichtet werden.

Die inländische Erzeugung beträgt 787,11 PJ. Das Potenzial erneuerbarer Energieträger, lt. Kapitel 3 932,8 PJ, wird damit zu 84,38% ausgeschöpft. Der Großteil der fehlenden 145,69 PJ entfällt wieder auf Solarthermie und Wärmepumpe, aber auch das Potenzial im Bereich der industriellen Abwärme wird nicht vollständig realisiert.

Die feste Biomasse mit 27,39%, das Biogas mit 26,04% und die Wasserkraft mit 19,35% haben die größten Anteile an der inländischen Aufbringung. Der folgenden Tabelle können alle Daten zu den Exporten, Importen und der inländischen Erzeugung entnommen werden.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	0,00	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00	0,00
Gas	0,00	0,00	0,00
Biogas	7,27	0,00	205,00
Biomasse fest	1,68	0,00	215,60
Biomasse flüssig	0,00	0,00	0,00
Strom	46,92	11,78	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	152,30
Windkraft	0,00	0,00	61,00
Photovoltaik	0,00	0,00	94,50
Geothermie	0,00	0,00	7,40
ind. Abwärme	0,00	0,00	8,56
Solarthermie	0,00	0,00	20,69
Wärmepumpe	0,00	0,00	22,06
SUMME	55,87	11,78	787,11

Tabelle 300: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1

Aufkommensseitig berechnet beträgt der BIV 743,02 PJ, womit der Anteil der inländischen Aufbringung 105,93% beträgt. Die Reduktion gegenüber dem Basisjahr beträgt 673,45 PJ bzw. 47,54%.

Verwendungsseitig berechnet sich der BIV aus dem EE von 503,44 PJ, dem neV von 102,48 PJ, dem VSE von 57,14 PJ, den TV von 20,21 PJ, den UWV von 54,24 PJ und dem TS/WP von 5,52 PJ zu 743,03 PJ.

Der **nichtenergetische Verbrauch** konnte durch das forcierte Szenario von 117 PJ im Basisjahr auf 102 PJ im Jahr 2050, und damit in etwas größerem Umfang als im pragmatischen Szenario (110 PJ) reduziert werden.

Die **Transportverluste** nehmen durch das forcierte Szenario bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr leicht von 23 auf 20 PJ ab. Diese Entwicklung ist nahezu ident mit dem pragmatischen Szenario.

Gleiches gilt für den **Verbrauchssektor Energie**. Wie dem pragmatischen Szenario gelingt es auch dem forcierten Szenario, den Verbrauch in diesem Sektor von 79 PJ im Basisjahr auf 57 PJ bis zum Jahr 2050 zu reduzieren.

Analog zum pragmatischen Szenario werden auch im forcierten bis zum Jahr 2050 thermische Kraftwerke gänzlich geschlossen. Anders als im pragmatischen Szenario wird es im forcierten Szenario im Jahr 2050 auch keine Heizwerke mehr geben. Die XTL-Technologie wird wie im pragmatischen Szenario auch im forcierten Szenario bis zum Jahr 2050 neu eingeführt, ist in diesem Szenario allerdings deutlich bedeutender als im pragmatischen. Der Einsatz der Kraftwärmekopplungsanlagen wird im Vergleich zum Basisjahr durch das forcierte Szenario deutlich reduziert. Der Einsatz der Kokerei wird im forcierten Szenario im Vergleich zum Basisjahr deutlich gesteigert (siehe dazu Seite 347).

In der Nutzenergiekategorie **Standmotoren** beträgt die Verbrauchsreduktion im Forcierten Szenario ca. 30 PJ im Vergleich zum Basisjahr und ist damit etwa doppelt so hoch wie im Szenario Pragmatisch.

In der Nutzenergiekategorie **Industrieöfen** kann der Gesamtenergiebedarf bis zum Jahr 2050 durch das forcierte Szenario von 148 PJ im Basisjahr auf etwa 124 PJ und damit deutlicher als im pragmatischen Szenario, reduziert werden. Der Einsatz des Energieträgers Öl für die Nutzenergiekategorie Industrieöfen kann vollständig entfallen. Der Einsatz des Energieträgers Kohle wird durch das forcierte Szenario bis zum Jahr 2050 von 15 PJ im Basisjahr auf 6,5 PJ reduziert. Diese Reduktionen entsprechen dem Ausmaß der Reduktion im pragmatischen Szenario. Der Einsatz von Gas kann durch das forcierte Szenario von 57 PJ im Basisjahr auf 37 PJ im Jahr 2050 und somit in größerem Umfang als im pragmatischen Szenario reduziert

werden. Der Einsatz von Fernwärme steigt durch das forcierte Szenario von 5 auf 13 PJ im Jahr 2050 und damit deutlicher als im pragmatischen Szenario an. Blieben im pragmatischen Szenario der Einsatz von fester Biomasse und Strom im Vergleich zum Basisjahr konstant, so wird durch das forcierte Szenario eine Erhöhung des Einsatzes fester Biomasse von 16 auf 21 PJ sowie eine Reduktion des Einsatz von Strom von 39 auf 34 PJ bis zum Jahr 2050 erreicht. Analog zum pragmatischen Szenario steigt der Einsatz von Solarthermie und Wärmepumpe durch das forcierte Szenario bis zum Jahr 2050 auf etwa 6 PJ in jeder Energieträgerklasse an. Wie im pragmatischen Szenario sind auch im forcierten Szenario im Jahr 2050 die Energieträger Gas, Strom und feste Biomasse für die Bereitstellung der Energiedienstleistungen in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen am bedeutendsten.

Der Gesamtenergiebedarf zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen der Nutzenergiekategorie **Dampf** ist im Jahr 2050 – wie im pragmatischen Szenario – nahezu unverändert im Vergleich zum Basisjahr. Wie im pragmatischen Szenario kann im forcierten Szenario ebenfalls auf den Einsatz von Öl und Kohle im Jahr 2050 vollständig verzichtet werden. Der Einsatz des Energieträgers Gas wird von 56 PJ im Basisjahr auf 20 PJ im Jahr 2050 durch das forcierte Szenario und somit deutlicher als durch das pragmatische, reduziert. Der Einsatz der Fernwärme steigt im forcierten Szenario bis zum Jahr 2050 von 0,5 PJ im Basisjahr auf 1,5 PJ an. Der Einsatz fester Biomasse zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen ist im Jahr 2050 im Vergleich zu Basisjahr nahezu unverändert. Im pragmatischen Szenario hingegen war hier ein Anstieg festzustellen. Der Einsatz des Energieträgers Strom wird durch das forcierte Szenario bis zum Jahr 2050 deutlich erhöht, und steigt von 0,4 PJ im Basisjahr auf 32 PJ an. Im pragmatischen Szenario bleibt der Einsatz von Strom hingegen konstant im Vergleich zum Basisjahr. Somit ergeben sich im forcierten Szenario für das Jahr 2050 als Hauptenergieträger Strom (der im pragmatischen Szenario kaum vertreten war), Gas und feste Biomasse.

Der Energiebedarf zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen in der Nutzenergiekategorie **elektrochemische Zwecke** nimmt im Vergleich zum Basisjahr bis 2050 um 24% ab und wird auch im forcierten Szenario ausschließlich mit Strom gedeckt.

Der Energiebedarf in der Nutzenergiekategorie **Beleuchtung** nimmt von 33 PJ im Basisjahr durch die Umsetzung des forcierten Szenarios auf 11 PJ im Jahr 2050 und somit deutlicher als im pragmatischen Szenario, ab. Auch im forcierten Szenario kommt im Jahr 2050 ausschließlich der Energieträger Strom in dieser Nutzenergiekategorie zum Einsatz.

Durch die Umsetzung des forcierten Szenarios kann der Energiebedarf in der Nutzenergiekategorie **Raumwärme** von 319 PJ im Basisjahr auf 84 PJ im Jahr 2050 gesenkt werden. Dies bedeutet im Vergleich zum pragmatischen Szenario nochmals eine Halbierung des Energieeinsatzes. In der Nutzenenergiekategorie Raumwärme werden im forcierten Szenario im Jahr 2050 Öl und Kohle nicht mehr zum Einsatz gebracht. Der Einsatz von Gas sinkt von 77 im Basisjahr auf 15 PJ im Jahr 2050 und damit in deutlich größerem Ausmaß als im pragmatischen Szenario. Auch der Einsatz von Fernwärme nimmt von 50 PJ im Basisjahr auf 16 PJ im Jahr 2050 und damit ebenfalls deutlicher als im pragmatischen Szenario ab. Ebenfalls Reduktionen im Vergleich zum Basisjahr sind beim Einsatz der festen Biomasse zu verzeichnen. Dieser wird von 67 PJ im Basisjahr durch das forcierte Szenario auf 13 PJ im Jahr 2050 reduziert. Durch das pragmatische Szenario gelangen die Reduktionen nur auf 29 PJ. Ident wie im pragmatischen Szenario erfolgt durch das forcierte Szenario eine Reduktion des Stromeinsatzes der Nutzenergiekategorie Raumwärme von 26 PJ im Basisjahr auf 10 PJ im Jahr 2050. Hinsichtlich Solarthermie und Wärmepumpe gelingt es durch das forcierte Szenario, deren Einsatz von jeweils etwa 4,5 PJ im Basisjahr auf jeweils etwa 14 bis 16 PJ bis zum Jahr 2050 zu erhöhen. Diese Steigerungen fallen allerdings geringer aus als im pragmatischen Szenario. Im forcierten Szenario können im Jahr 2050 keine Hauptenergieträger für die Nutzenergiekategorie Raumwärme identifiziert werden. Alle genannten Energieträger tragen in etwa gleichem Ausmaß zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen in der Nutzenergiekategorie Raumwärme bei.

In der Nutzenergiekategorie **Traktion** kann durch die Umsetzung des forcierten Szenarios der Energiebedarf von 345 PJ im Basisjahr auf etwa 86 PJ im Jahr 2050 reduziert werden. Damit ermöglicht das forcierte Szenario etwa eine Halbierung des Energieeinsatzes, der im pragmatischen Szenario für das Jahr 2050 für diese Nutzenergiekategorie erforderlich ist. Im forcierten Szenario wird im Jahr 2050 kein Öl mehr zum Einsatz gebracht. Der Einsatz von Gas steigt von 2 PJ im Basisjahr auf etwa 34 PJ im Jahr 2050. Ebenso wird der Einsatz flüssiger Biomasse auf 26 PJ erhöht. Der Einsatz elektrischer Energie steigt von 19 PJ im Basisjahr auf 26 PJ im Jahr 2050 durch das forcierte Szenario an. Somit fällt der Einsatz aller genannten Energieträger im forcierten Szenario deutlich geringer aus als im pragmatischen Szenario. Auch bei der Nutzenergiekategorie Traktion können keine Hauptenergieträger identifiziert werden. Alle genannten Energieträger tragen ausgewogen zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen dieser Nutzenergiekategorie bei.

Bevölkerungsvariante 2, Jahr 2050

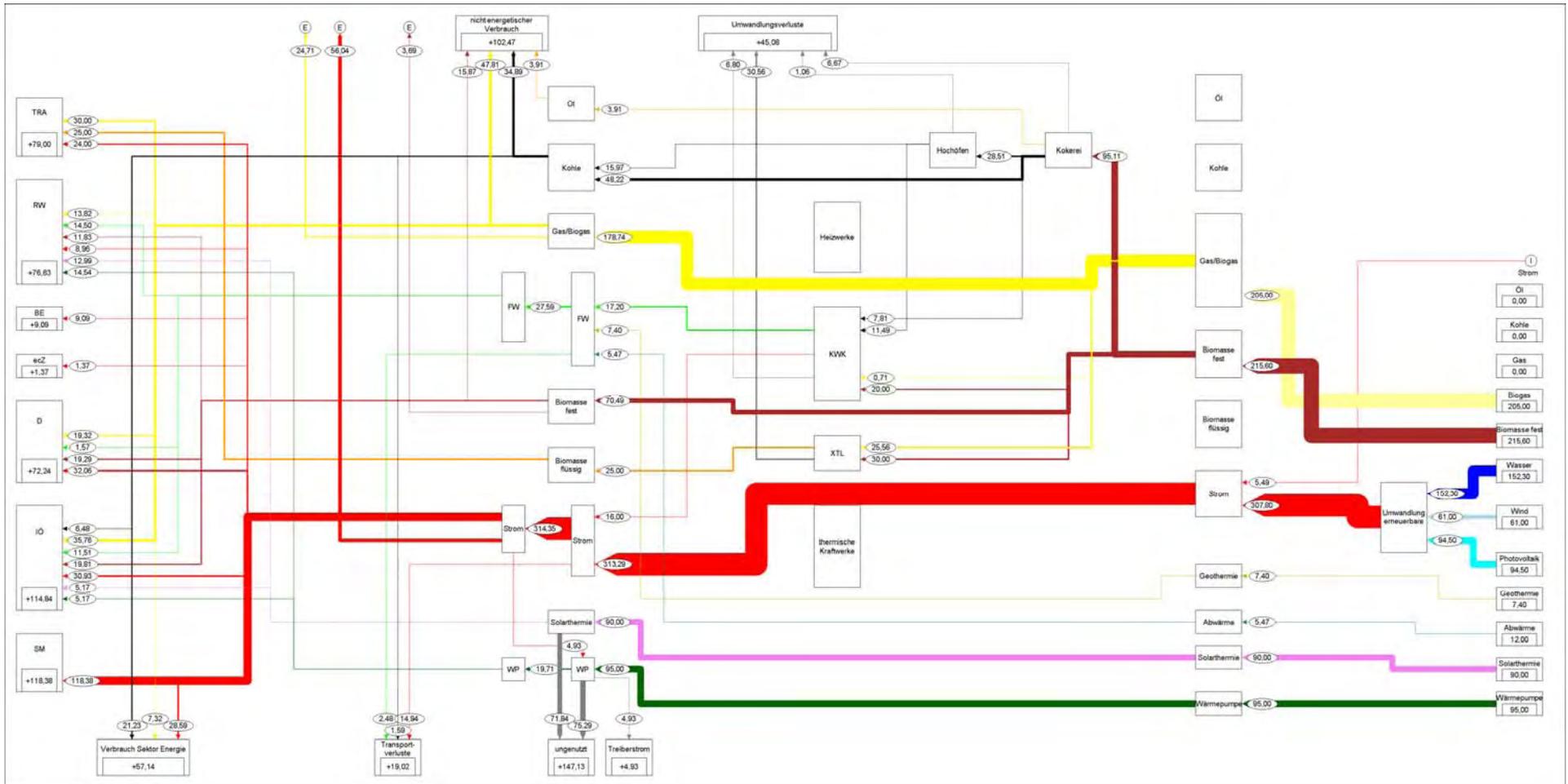


Abbildung 53: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2

Im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 2 werden insgesamt 84,44 PJ exportiert. Strom hat daran einen Anteil von 66,37%, Biogas einen Anteil von 29,26% und feste Biomasse einen Anteil von 4,37%. Andere Energieträger werden nicht exportiert. Importiert wird nur der Energieträger Strom, und zwar in Höhe von 5,49 PJ.

Die inländische Erzeugung beträgt 779,14 PJ. Damit wird das Potenzial erneuerbarer Energieträger zu 83,53% realisiert. Zu nicht einmal 50% werden die Potenziale der Solarthermie, der Wärmepumpe und der industriellen Abwärme, wobei absolut betrachtet die Abwärme eine untergeordnete Rolle spielt, genutzt.

Die größten Beiträge zur inländischen Erzeugung liefern die feste Biomasse mit 27,67%, das Biogas mit 26,31% und die Wasserkraft mit 19,55%. Sämtliche Zahlen zu Exporten, Importen und inländischer Erzeugung finden sich in Tabelle 301.

	Exporte	Importe	inl. Erzeugung
Öl	0,00	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00	0,00
Gas	0,00	0,00	0,00
Biogas	24,71	0,00	205,00
Biomasse fest	3,69	0,00	215,60
Biomasse flüssig	0,00	0,00	0,00
Strom	56,04	5,49	0,00
Wasserkraft	0,00	0,00	152,30
Windkraft	0,00	0,00	61,00
Photovoltaik	0,00	0,00	94,50
Geothermie	0,00	0,00	7,40
ind. Abwärme	0,00	0,00	5,47
Solarthermie	0,00	0,00	18,16
Wärmepumpe	0,00	0,00	19,71
SUMME	84,44	5,49	779,14

Tabelle 301: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2

Der aufkommenseitige BIV beträgt 700,19 PJ, der Anteil der inländischen Erzeugung 111,28%. Gegenüber dem Basisjahr ergibt sich eine Reduktion des BIV um 716,28 PJ. Mit 50,57% ergibt sich also mehr als eine Halbierung.

Aus dem EE in Höhe von 471,52 PJ, dem neV in Höhe von 102,48 PJ, dem VSE in Höhe von 57,14 PJ, den TV in Höhe von 19,01 PJ, den UWV in Höhe von 45,08 PJ und dem TS/WP in Höhe von 4,93 PJ ergibt sich der verwendungsseitige BIV zu 700,16 PJ.

6.5 Zusammenschau

Vergleicht man die Energieflussbilder des Jahres 2020 mit dem des Basisjahres, so sind die optischen Unterschiede – hauptsächlich der gleichen zugrundeliegenden Struktur wegen – gering. Am ehesten auffällig ist der Prozess XTL, also die Bioraffinerie zur Gewinnung flüssiger Biomasse. Aber auch hier sind der Input in Höhe von 28,57 PJ und der Output in Höhe von 10 PJ, die in beiden Szenarien und Bevölkerungsvarianten angenommen wurden, eher bescheiden.

Im Energieträger-Mix zeigen sich erste Veränderungen hin zu erneuerbaren Energieträgern, diese sind allerdings noch nicht sehr deutlich ausgeprägt. Im Bereich des energetischen Endverbrauchs verliert zwar Öl stark an Bedeutung, dafür geht aber auch der Anteil der festen Biomasse – unabhängig von Szenario und Bevölkerungsvariante – leicht zurück. Der Gasverbrauch nimmt zu, und das sogar absolut. Allerdings wird diese Zunahme durch das Biogas-Potenzial in Höhe von 80 PJ mehr als ausgeglichen, der Verbrauch an fossilem Gas kann also reduziert werden. Relativ betrachtet steigt auch der Stromverbrauch. Hinzu kommt, dass in diesem Bereich einerseits bereits im Basisjahr der erneuerbare Anteil recht hoch ist, andererseits aber, hauptsächlich auf Grund des als eher „langsam“ angenommen Ausbaus der Photovoltaik, noch keine weitere Verlagerung zu erneuerbarer Aufbringung zu erkennen ist.

Gemeinsam haben schließlich auch beide Szenarien und Bevölkerungsvarianten, dass zwar die Importe sinken, aber auch die Exporte. Damit verbleibt ein Importüberschuss von rund 600 PJ bis 775 PJ.

Ganz anders stellt sich das Jahr 2050 dar. Hier ist die erneuerbare Strom-Aufbringung so hoch, dass gänzlich auf thermische Kraftwerke verzichtet werden kann. Die jahreszeitlichen Schwankungen dieser Aufbringung bedingen allerdings ein „Winterloch“ in der Stromversorgung. Da weiterhin Fernwärme benötigt wird, wird dieses Loch zum Teil durch Strom aus KWK-Anlagen gestopft, der Umwandlungseinsatz in diesen Anlagen wird gegenüber dem Basisjahr aber ungefähr halbiert. Der Rest des „fehlenden“ Stroms wird importiert. Über das gesamte Jahr betrachtet ergibt sich in jedem Szenario bei jeder

Bevölkerungsvariante ein Exportüberschuss. Im Szenario Forciert sind schließlich auch keine Heizwerke mehr in Betrieb.

Ein großer Unterschied zum Basisjahr liegt auch im Umwandlungseinsatz der Kokerei, die im Jahr 2050 eigentlich Köhlerei heißen müsste. Hier wurde in die Energieflussbilder die Annahme eingearbeitet, dass der fossile Energieträger Kohle ersetzt werden muss. Dass sich der Umwandlungseinsatz beinahe verdoppelt liegt allerdings daran, dass im Gegensatz zum Basisjahr kein Koks importiert wird, dass also der gesamte Koks-Bedarf durch den Kokerei-Ausstoß gedeckt werden muss, und nicht nur knapp die Hälfte. So ergibt es sich aber auch, dass für den Ersatz von Koks durch Holzkohle beinahe 2/3 des Potenzials an forstlicher Biomasse benötigt würden.

Im Szenario Pragmatisch sind auch im Jahr 2050 noch Energieimporte nötig. Diese Importe liegen in Summe bei rund 205 PJ bzw. 155 PJ. Durch die Exporte (hauptsächlich Strom, siehe oben) beträgt der Importüberschuss rund 165 PJ bzw. 100 PJ. Es wurde angenommen, dass hauptsächlich erneuerbare Energieträger importiert werden. Lediglich für den Import von Strom wurde der erneuerbare Anteil mit 50% angenommen. Im Jahr 2050 des Szenarios Pragmatisch bleiben in beiden Bevölkerungsvarianten rund 60 PJ des Potenzials der Solarthermie ungenutzt. Bei entsprechender Verbesserung der Speicher ist hier eine Ausweitung der Nutzung sowohl im Bereich der Raumheizung als auch im Niedertemperaturbereich des Sektors Sachgüterproduktion durchaus wahrscheinlich. Geringfügig größer ist das liegen gelassene Potenzial der Wärmepumpe (~ 70 PJ). Gelingt es, beide Potenziale besser zu nutzen, so kann der Importüberschuss nach Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1 auf rund 100 PJ reduziert werden. Nach Bevölkerungsvariante 2 würden nur noch 40 PJ Importüberschuss verbleiben. Zusätzlich können beide Technologien einen Beitrag dazu leisten, Holz zu sparen, das extrem knapp ist.

Im Szenario Forciert sind schließlich keine Importe mehr nötig. Die Umsetzung des Szenarios Forciert würde zu einem energieautarken Österreich führen. Man muss sich allerdings bewusst sein, dass der Energieträger Holz bzw. forstliche Biomasse hier sehr knapp ist, da – wie bereits erwähnt – für den Ersatz von Koks durch Holzkohle beinahe zwei Drittel der forstlichen Biomasse bereitgestellt werden müssten.

6.6 Anteile erneuerbarer Energieträger

Von großem Interesse – nicht nur im Rahmen dieser Studie – sind die Anteile erneuerbarer Energieträger, und zwar sowohl an Aufbringung als auch am Endverbrauch. Bei einigen Energieträgern ist die Zuordnung zu erneuerbar bzw. nicht erneuerbar einfach. So sind die Energieträger Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik erneuerbar. Auch Geothermie, Solarthermie und Wärmepumpe werden als erneuerbar klassifiziert. Schließlich wird auch die industrielle Abwärme als erneuerbar betrachtet, Öl hingegen als nicht erneuerbar.

Etwas anders mussten Kohle, Gas, Fernwärme und Strom betrachtet werden. Kohle ist natürlich ein fossiler Energieträger, im Jahr 2050 wurde jedoch der Ersatz durch Holzkohle angenommen. Damit ist Kohle im Basisjahr und im Jahr 2020 zu 100% nicht erneuerbar, im Jahr 2050 aber zu 100% erneuerbar. Kokereigas und Gichtgas, beides Subenergieträger der Energieträgerklasse Kohle, treten im Folgenden bei der Befeuerung von KWK-Anlagen und thermischen Kraftwerken explizit auf. Für beide gilt der erneuerbare Anteil, der für Kohle angewandt wird.

Bei dem Energieträger Gas wurde lediglich auf der Aufkommenseite, also sowohl bei den Importen als auch bei der inländischen Erzeugung von Rohenergie, zwischen (fossilem) Gas und Biogas unterschieden. Damit lässt sich allerdings dem Gas ein erneuerbarer Anteil, und zwar gemäß dem Verhältnis von Biogas-Importe plus Biogas-Aufbringung zur Summe der Biogas-Importe, Gas-Importe, Biogas-Aufbringung und Gas-Aufbringung, zuordnen.

Fernwärme wird zwar nicht importiert, aber die Aufbringung an Geothermie und industrieller Abwärme wurden in weiterer Folge als Fernwärme betrachtet. Weitere „Quellen“ stellen die Heizwerke und die KWK-Anlagen dar. Um hier der Fernwärme erneuerbare bzw. nicht erneuerbare Anteile zuweisen zu können, wurde die Befeuerung betrachtet und der Fernwärme die entsprechenden Anteile zugewiesen.

Als deutlich komplexer erwies sich die Situation beim Energieträger Strom. Hier wurden Annahmen zu den erneuerbaren Anteilen des Import-Stroms getroffen. Betreffend den Strom aus KWK-Anlagen und thermischen Kraftwerken wurde dieselbe Vorgehensweise wie für Fernwärme gewählt, also die Unterscheidung in erneuerbare bzw. nicht erneuerbare Anteile auf die Befeuerung zurückgeführt. Schließlich musste aber auch der Export-Strom in die Betrachtungen miteinbezogen werden. Im Basisjahr wurde dem Export-Strom derselbe erneuerbare Anteil zugeschrieben wie dem Import-Strom. Für die Jahre 2020 und 2050 boten jedoch die zu den Jahresverläufen angestellten Überlegungen eine andere Möglichkeit. Hier

wurden – Monat für Monat – die Anteile von Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik, KWK-Anlagen und thermischen Kraftwerken an der inländischen Erzeugung von Rohenergie berechnet. Der Export-Strom wurde entsprechend diesen Anteilen auf die fünf Arten der Stromgewinnung aufgeteilt. Damit können auch dem „exportbereinigten“ Strom die erneuerbaren bzw. nicht erneuerbaren Anteile zugewiesen werden.

Neben den einzelnen Energieträgern werden im Folgenden vor allem die erneuerbaren Anteile am Bruttoinlandsverbrauch und am energetischen Endverbrauch betrachtet.

6.6.1 Basisjahr

Kohle ist im Basisjahr zu 100% fossil, während sich für Gas ein kleiner erneuerbarer Anteil von 0,27% ergibt. Der erneuerbare Anteil von Import- und Export-Strom wurde mit 20% angesetzt.

Aus der Befuerung der Heizwerke mit Öl (7.247 TJ), Gas (9.256 TJ) und fester Biomasse (13.011 TJ) ergibt sich für die Fernwärme aus Heizwerken ein erneuerbarer Anteil in Höhe von 44,17%.

Die Befuerung der KWK-Anlagen erfolgte mit Kokereigas (305 TJ), Gichtgas (1.157 TJ), Öl (13.870 TJ), Kohle (6.524 TJ), Gas (60.226 TJ) und fester Biomasse (17.390 TJ). Damit beträgt der erneuerbare Anteil 17,64%. Dieser Anteil wurde auch zur Einteilung von Fernwärme und Strom aus KWK-Anlagen herangezogen.

Thermische Kraftwerke wurden ebenfalls mit Kokereigas (2.027 TJ), Gichtgas (10.937 TJ), Öl (4.788 TJ), Kohle (56.317 TJ), Gas (48.279 TJ) und fester Biomasse (15.206 TJ) befeuert. Der erneuerbare Anteil für Strom aus thermischen Kraftwerken beträgt damit 11,15%.

Für die gesamte Fernwärme ergibt sich damit ein erneuerbarer Anteil von 27,52%, für den Strom von 55,09%. Dass dieser Wert so deutlich unter den von beispielsweise der E-Control veröffentlichten Werten liegt, erklärt sich durch den vergleichsweise sehr hohen Importstrom (mit dem gering angenommenen erneuerbaren Anteil von 20%).

Mit den oben angestellten Überlegungen und Berechnungen ergibt sich für den BIV ein erneuerbarer Anteil in Höhe von 21,58%, für den EE einer in Höhe von 24,69%.

6.6.2 Szenario Pragmatisch

Kohle ist auch im **Jahr 2020** fossil, der erneuerbare Anteil des Import-Stroms wurde mit 35% angenommen. Im Rahmen der **Bevölkerungsvariante 1** steigt der erneuerbare Anteil von Gas auf 22,80%.

Die Heizwerke werden weiterhin mit Öl (5.000 TJ), Gas (27.021 TJ) und fester Biomasse (10.000 TJ) befeuert. Damit ergibt sich für die gewonnene Fernwärme ein erneuerbarer Anteil von 38,46%.

Die Befeuerung der KWK-Anlagen erfolgt mit Kokereigas (305 TJ), Gichtgas (1.157 TJ), Öl (7.883 TJ), Kohle (4.927 TJ), Gas (64.050 TJ) und fester Biomasse (21.678 TJ). Für Strom und Fernwärme aus KWK-Anlagen ergibt sich damit ein erneuerbarer Anteil in Höhe von 36,28%.

Auch die thermischen Kraftwerke werden nach wie vor mit Kokereigas (2.027 TJ), Gichtgas (10.937 TJ), Öl (1.941 TJ), Kohle (40.755 TJ), Gas (38.814 TJ) und fester Biomasse (15.526 TJ) befeuert. Für den gewonnenen Strom ergibt sich daraus ein erneuerbarer Anteil von 22,16%.

Für die Fernwärme ergibt sich – unter Berücksichtigung der Beiträge von Geothermie und industrieller Abwärme – ein erneuerbarer Anteil von 40,61%. Da Strom nicht exportiert wird, ergibt sich mit oben genannten Daten ein erneuerbarer Anteil in Höhe von 73,29%.

Damit ergibt sich für den BIV ein erneuerbarer Anteil von 41,23%, für den EE von 46,62%.

Auch unter Betrachtung von **Bevölkerungsvariante 2** ist im **Jahr 2020** Kohle nicht erneuerbar. Ebenso wurde der erneuerbare Anteil des Import-Stroms mit 35% angenommen, der erneuerbare Anteil von Gas beträgt allerdings 23,43%.

Die Heizwerke werden auch hier mit Öl (5.000 TJ), Gas (23.599 TJ) und fester Biomasse (10.000 TJ) befeuert. Der erneuerbare Anteil der so gewonnenen Fernwärme ergibt sich folglich zu 40,23%.

In den KWK-Anlagen kommen Kokereigas (305 TJ), Gichtgas (1.157 TJ), Öl (7.883 TJ), Kohle (4.927 TJ), Gas (64.050 TJ) und feste Biomasse (21.678 TJ) zum Einsatz. Der erneuerbare Anteil von Strom und Fernwärme aus KWK-Anlagen ergibt sich damit zu 36,69%.

Die Befeuerung der thermischen Kraftwerke erfolgt mit Kokereigas (2.027 TJ), Gichtgas (10.937 TJ), Öl (1.941 TJ), Kohle (40.755 TJ), Gas (38.814 TJ) und fester Biomasse (15.526 TJ). Für den gewonnenen Strom ergibt sich daraus ein erneuerbarer Anteil von 22,38%.

Für die gesamte Fernwärme errechnet sich damit ein erneuerbarer Anteil von 41,62%.

Betreffend den Strom muss noch der Export betrachtet werden. Es werden 385 TJ exportiert. Davon entfallen 336 TJ auf die inländische Erzeugung (Wasserkraft mit 284 TJ, Windkraft mit 33 TJ, Photovoltaik mit 19 TJ), 4 TJ auf Strom aus KWK und 45 TJ auf Strom aus thermischen Kraftwerken. Nach dieser Exportbereinigung beträgt der erneuerbare Anteil des Stroms 74,75%.

Der erneuerbare Anteil des BIV beläuft sich damit auf 41,74%, jener des EE auf 47,42%.

Im **Jahr 2050** wurde ein Ersatz der fossilen Kohle durch erneuerbare Holzkohle angenommen. Für den Import-Strom wurde ein erneuerbarer Anteil von 50% angesetzt, der erneuerbare Anteil von Gas unter **Bevölkerungsvariante 1** beträgt 100%.

In Heizwerken kommt nur noch feste Biomasse (31.643 TJ) zum Einsatz. Damit ist die Fernwärme zu 100% erneuerbar.

Die KWK-Anlagen werden mit Kokereigas (8.216 TJ), Gichtgas (12.094 TJ), Gas (4.690 TJ) und fester Biomasse (25.000 TJ) befeuert. Somit ergibt sich auch hier ein erneuerbarer Anteil von 100% für Strom und Fernwärme.

Thermische Kraftwerke sind nicht mehr im Einsatz.

Insgesamt werden 39.667 TJ Strom exportiert. Davon entfallen 39.021 TJ auf die inländische Aufbringung (20.220 TJ auf Wasserkraft, 5.410 TJ auf Windkraft, 13.391 auf Photovoltaik), und 646 TJ auf Strom aus KWK-Anlagen. Damit ergibt sich ein erneuerbarer Anteil von Strom in Höhe von 97,43%.

Der Anteil Erneuerbarer am BIV beläuft sich auf 99,19%, jener am EE auf 99,11%.

Im Rahmen der **Bevölkerungsvariante 2** ist (Holz-) Kohle im **Jahr 2050** ebenfalls erneuerbar. Der erneuerbare Anteil des Import-Stroms beläuft sich auch auf 50%, der erneuerbare Anteil von Gas beträgt ebenfalls 100%.

Die Befeuerung von Heizwerken und KWK-Anlagen zeigt leichte Unterschiede zur Bevölkerungsvariante 1. Da die Befeuerung aber wiederum mit ausschließlich erneuerbaren Energieträgern erfolgt, sind Strom- und Fernwärme-Output ebenfalls zu 100% erneuerbar.

Die Fernwärme ist damit insgesamt zu 100% erneuerbar, beim Strom muss allerdings noch der Export berücksichtigt werden. Exportiert werden 54.177 TJ. Die inländische Aufbringung trägt dazu 53.089 TJ (Wasserkraft mit 27.264 TJ, Windkraft mit 7.627 TJ, Photovoltaik mit 18.198 TJ) bei, KWK-Strom die restlichen 1.088 TJ. Damit beträgt der erneuerbare Anteile des Stroms 99,13%.

Für den BIV ergibt sich ein erneuerbarer Anteil in Höhe von 99,73%, für den EE in Höhe von 99,70%.

Die folgende Tabelle vergleicht die Ergebnisse des Szenarios Pragmatisch mit jenen des Basisjahres.

	2005	2020		2050	
		Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2
Öl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Gas	0,27	22,80	23,43	100,00	100,00
Biomasse fest	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Biomasse flüssig	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Strom-Import	20,00	35,00	35,00	50,00	50,00
Strom-Export	20,00	0,00	90,25	100,00	100,00
Strom	55,09	73,29	74,75	97,43	99,13
Wasserkraft	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Windkraft	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Photovoltaik	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Geothermie	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ind. Abwärme	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Solarthermie	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Wärmepumpe	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
BIV	21,58	41,23	41,74	99,19	99,73
EE	24,69	46,62	47,42	99,11	99,70

Tabelle 302: Erneuerbare Anteile [%] im Basisjahr und im Szenario Forciert

Dass im **Jahr 2050** für Strom, BIV und EE die erneuerbaren Anteile knapp unter 100% liegen ist eine Konsequenz der Annahme zum Import-Strom. Andererseits ist aus heutiger Sicht nicht mit Sicherheit zu sagen, ob der restliche Importbedarf (190 PJ in Bevölkerungsvariante 1, 150 PJ in Bevölkerungsvariante 2) wirklich ausschließlich mit Biogas sowie fester und flüssiger Biomasse gedeckt werden kann.

Betrachtet man ein Jahr 2050, in dem erneuerbare Importe nicht in ausreichendem Maß möglich sind, so ergeben sich beinahe zwangsläufig die beiden folgenden Annahmen:

- Kohle wird nicht durch Holzkohle ersetzt, und
- der nicht energetische Verbrauch an Öl wird ebenfalls nicht durch erneuerbare ersetzt;

Ebenfalls angenommen wurde, dass die Importe an Biogas und fester Biomasse mit jeweils 15.000 TJ begrenzt sind und der Import an flüssiger Biomasse mit 10.000 TJ. Die inländische Aufbringung bleibt jedoch unverändert.

Ohne an dieser Stelle auf sämtliche, durch obige Annahmen bedingten Änderungen einzugehen, erhält man für **Bevölkerungsvariante 1** folgendes Bild von Exporten und Importen:

	Exporte	Importe
Öl	0,00	80,60
Kohle	0,00	90,49
Gas	0,07	20,00
Biogas	0,74	15,00
Biomasse fest	32,63	0,00
Biomasse flüssig	0,00	10,00
Strom	39,67	15,60
SUMME	73,11	231,69

Tabelle 303: Exporte [PJ] und Importe [PJ] bei Bevölkerungsvariante 1

Mit der inländischen Erzeugung von Rohenergie gemäß Tabelle 296 ergibt sich der BIV aufkommensseitig zu 960,62 PJ. Das sind einerseits knapp 6 PJ weniger als oben, andererseits sinkt der Anteil erneuerbarer von 99,19% auf 79,32%.

Der EE wird zwar nicht geändert, aber ein Teil der flüssigen Biomasse wird durch Öl ersetzt und die Kohle ist nicht mehr erneuerbar. Hinzu kommt, dass auch Gas und Fernwärme nicht

mehr zu 100% erneuerbar sind. Auch der erneuerbare Anteil des Stroms sinkt leicht. Damit sinkt auch der erneuerbare Anteil des EE, und zwar von 99,11% auf 91,41%.

Mit derselben Vorgehensweise erhält bei **Bevölkerungsvariante 2** für Exporte und Importe das Bild gemäß folgender Tabelle:

	Exporte	Importe
Öl	0,00	80,60
Kohle	0,00	90,49
Gas	0,00	0,00
Biogas	1,67	15,00
Biomasse fest	51,60	0,00
Biomasse flüssig	0,00	10,00
Strom	54,18	4,87
SUMME	107,45	200,96

Tabelle 304: Exporte [PJ] und Importe [PJ] bei Bevölkerungsvariante 2

Die Daten zur inländischen Erzeugung von Rohenergie finden sich in diesem Fall in Tabelle 297. Damit ergibt sich ein BIV aufkommenseitig in Höhe von 888,78 PJ. Es ergibt sich also wiederum eine Reduktion von nicht ganz 6 PJ, aber auch hier sinkt der Anteil erneuerbarer von 99,73% auf 80,51%.

Aus denselben Gründen wie oben sinkt auch hier der Anteil erneuerbarer am EE, und zwar von 99,70% auf 94,09%.

Abschließend ist nochmals festzuhalten, dass auch unter dieser Betrachtung der Anteil erneuerbarer am BIV rund 80% beträgt. Der Anteil am EE liegt sogar deutlich über 90%.

6.6.3 Szenario Forciert

Auch hier ist im **Jahr 2020** Kohle fossil, der erneuerbare Anteil des Import-Stroms beträgt 35%. Innerhalb der **Bevölkerungsvariante 1** beträgt der erneuerbare Anteil von Gas 25,14%.

Die Heizwerke werden mit Öl (5.000 TJ), Gas (17.096 TJ) und fester Biomasse (10.000 TJ) befeuert. Für die Fernwärme ergibt das einen erneuerbaren Anteil in Höhe von 44,55%

Die Befeuerung der KWK-Anlagen erfolgt mit Kokereigas (299 TJ), Gichtgas (1.134 TJ), Öl (7.885 TJ), Kohle (4.928 TJ), Gas (64.069 TJ) und fester Biomasse (21.685 TJ). Damit beträgt der erneuerbare Anteil von Fernwärme und Strom 37,79%.

In thermischen Kraftwerken kommen ebenfalls Kokereigas (1.986 TJ), Gichtgas (10.718 TJ), Öl (1.946 TJ), Kohle (40.864 TJ), Gas (38.919 TJ) und feste Biomasse (15.567 TJ) zum Einsatz, wodurch sich der erneuerbare Anteil des Stroms auf 23,05% beläuft.

Für Fernwärme insgesamt ergibt sich damit ein Anteil erneuerbarer in Höhe von 43,93%. Da kein Strom exportiert wird, beträgt der erneuerbare Anteil 73,88%.

Für den BIV ergibt sich so ein erneuerbarer Anteil von 43,95%, für den EE von 50,99%.

Im **Jahr 2020** bei **Bevölkerungsvariante 2** ist Kohle ebenfalls fossil. Der erneuerbare Anteil des Import-Stroms beträgt 35%, jener von Gas 25,81%.

Die Befeuerung der Heizwerke erfolgt mit Öl (5.000TJ), Gas (14.979 TJ) und fester Biomasse (10.000 TJ). Daraus errechnet sich ein erneuerbarer Anteil der Fernwärme von 46,25%.

Die KWK-Anlagen werden mit Kokereigas (299 TJ), Gichtgas (1.134 TJ), Öl (7.885 TJ), Kohle (4.928 TJ), Gas (64.069 TJ) und fester Biomasse (21.685 TJ) befeuert. Die erneuerbaren Anteile von Fernwärme bzw. Strom betragen damit 38,22%.

In thermischen Kraftwerken kommen Kokereigas (1.986 TJ), Gichtgas (10.718 TJ), Öl (1.946 TJ), Kohle (40.864 TJ), Gas (38.919 TJ) und feste Biomasse (15.567 TJ) zum Einsatz. Der Strom hat einen erneuerbaren Anteil in Höhe von 23,28%.

Die Fernwärme hat damit einen erneuerbaren Anteil von 44,76%. Berücksichtigt man beim Strom wieder den Export (395 TJ, wovon 291 TJ auf Wasserkraft, 34 TJ auf Windkraft, 19 TJ auf Photovoltaik, 5 TJ auf KWK-Strom und 46 TJ auf Strom aus thermischen Kraftwerken entfallen), so beläuft sich der erneuerbare Anteil auf 75,11%.

Damit ergibt sich für den BIV ein erneuerbarer Anteil in Höhe von 44,51%. Der erneuerbare Anteil des EE beträgt 51,91%.

Im **Jahr 2050** ist Kohle zu 100% erneuerbar, der Import-Strom zu 50%. Bei **Bevölkerungsvariante 1** ist auch Gas zu 100% erneuerbar.

Heizwerke und thermische Kraftwerke sind nicht mehr im Einsatz. KWK-Anlagen werden mit Kokereigas (7.805 TJ), Gichtgas (11.489 TJ), Gas (706 TJ) und fester Biomasse (20.000 TJ) befeuert. Damit ergibt sich für Fernwärme und Strom ein erneuerbarer Anteil von 100%, womit auch die gesamte Fernwärme zu 100% erneuerbar ist.

Beim Strom verbleibt noch der Export in Höhe von 46.923 TJ zu betrachten. Auf die inländische Aufbringung entfallen davon 46.260 TJ (23.884 auf Wasserkraft, 6.500 auf Windkraft, 15.877 auf Photovoltaik) und auf den KWK-Strom 663 TJ. Da dieser Export-Strom zu 100% erneuerbar ist, beträgt der erneuerbare Anteil des gesamten Stroms 97,96%.

Für den BIV ergibt sich damit ein erneuerbarer Anteil von 99,21%, für den EE von 99,03%.

Im **Jahr 2050** unter **Bevölkerungsvariante 2** gibt es zwei Unterschiede zur Bevölkerungsvariante 1.

Einerseits wird weniger Strom importiert. Dadurch wirkt sich der nicht erneuerbare Anteil weniger stark aus.

Dem entgegen wirkt der zweite Unterschied. Dieser Unterschied betrifft den Export-Strom, der sich hier auf 56.041 TJ beläuft. Der Export-Strom ist wiederum zu 100% erneuerbar, teilt er sich doch auf die inländische Aufbringung (55.144 TJ, wovon 28.321 TJ auf Wasserkraft, 7.914 TJ auf Windkraft und 18.908 TJ auf Photovoltaik entfallen) und KWK-Strom (897 TJ) auf.

Insgesamt ergibt sich damit ein erneuerbarer Anteil des Stroms von 99,00%.

Die erneuerbaren Anteile von BIV und EE betragen 99,61% bzw. 99,52%.

Die Ergebnisse des Szenarios Forciert werden in folgender Tabelle mit dem Basisjahr verglichen.

	2005	2020		2050	
		Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2
Öl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Gas	0,27	25,14	25,81	100,00	100,00
Biomasse fest	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Biomasse flüssig	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Strom-Import	20,00	35,00	35,00	50,00	50,00
Strom-Export	20,00	0,00	90,26	100,00	100,00
Strom	55,09	73,88	75,11	97,96	99,00
Wasserkraft	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Windkraft	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Photovoltaik	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Geothermie	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ind. Abwärme	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Solarthermie	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Wärmepumpe	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
BIV	21,58	43,95	44,51	99,21	99,61
EE	24,69	50,99	51,91	99,03	99,52

Tabelle 305: Erneuerbare Anteile [%] im Basisjahr und im Szenario Forciert

Da im Szenario Forciert nur Strom importiert wird, und hier bereits ein nicht erneuerbarer Anteil berücksichtigt wurde, entfallen hier Betrachtungen, die den Import an erneuerbaren Energieträgern begrenzen.

7 EVALUIERUNG DER SZENARIEN

Nachdem drei Szenarien (Business as-Usual, Pragmatisch, Forciert) für die künftige Entwicklung des Energiebedarfs und dessen Bereitstellung erarbeitet und dargestellt wurden, wurde eine Evaluierung dieser Szenarien durch ausgewählte Experten durchgeführt. Dabei wurden die Experten nach ihrer Einschätzung hinsichtlich der sich aus der Umsetzung der einzelnen Szenarien ergebenden Wirkungen und hinsichtlich der Umsetzbarkeit der Szenarien befragt.

7.1 Methodik

Die Darstellung der Szenarien und der ihnen zugrunde liegenden Annahmen umfasst über 200 Seiten. Um den Experten die Evaluierung der Szenarien mit vertretbarem Aufwand zu ermöglichen, wurde eine Kurzbeschreibung des Projekts und der Szenarien entwickelt. In dieser wurden neben der Ist-Situation und der Potenziale erneuerbarer Energieträger die einzelnen Szenarien exemplarisch skizziert und der sich aus den Szenarien ergebende Energiebedarf dargestellt. Darüber hinaus wurden die Energieflussbilder der einzelnen Szenarien abgebildet (sh. Anhang 3).

Zur Evaluierung der Szenarien wurden 20 Fragen entwickelt, die möglichst alle wesentlichen Wirkungen der Szenarien abbilden und zudem einen Eindruck von der Umsetzbarkeit der Szenarien geben. Es wurden daher sowohl ökologische und technische als auch wirtschaftliche und soziale Aspekte mit diesen Fragen erhoben. Zudem wurden Fragen zur Akzeptanz und Umsetzbarkeit der Szenarien gestellt. Die Experten wurden gebeten, ihre Einschätzung in einer sechsteiligen Skala (1 – Sehr gut bis 6 – schlecht) mitzuteilen. Die Fragen umfassten:

1. Das Szenario trägt zur erforderlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen in Österreich in ausreichendem Maß / nicht bei.
2. Die Umsetzung des Szenarios sichert bzw. verbessert die Qualität des Naturraums, die Biodiversität und die ökologische Funktionsfähigkeit in Österreich in ausreichendem Maß / nicht.
3. Die Umsetzung des Szenarios führt zu einer nachteiligen Veränderung des Landschaftsbildes in keinem Fall / hohem Maß.
4. Die Umsetzung des Szenarios trägt zur stofflichen Ressourcenschonung in Österreich in hohem Maß / nicht bei.
5. Die Umsetzung des Szenarios trägt zur energetischen Ressourcenschonung in Österreich in hohem Maß / nicht bei.

6. Selbst wenn einzelne Annahmen des Szenarios nicht zutreffend sind oder Maßnahmen nicht vollständig umgesetzt werden erlaubt dieses Szenario die langfristige Sicherung der Energieversorgung in Österreich mit großer Wahrscheinlichkeit / nicht.
7. Mit der Umsetzung des Szenarios kann eine Energieautarkie in Österreich gelingen / nicht gelingen.
8. Die Umsetzung des Szenarios bewirkt hinsichtlich der Energieversorgung in Österreich eine hohe Versorgungssicherheit / keine Versorgungssicherheit.
9. Durch die Umsetzung des Szenarios werden neue Arbeitsplätze in Österreich in hoher Zahl / nicht geschaffen.
10. Die Umsetzung des Szenarios trägt zu einer Steigerung der Wertschöpfung in Österreich in hohem Maß / nicht bei.
11. Die Gefahrenpotenziale im österreichischen Energiesystem nehmen durch die Umsetzung des Szenarios deutlich ab / deutlich zu.
12. Die Umsetzung des Szenarios fördert die Regionalität in Österreich in hohem Maß / nicht.
13. Die Umsetzung des Szenarios fördert die Einbindung und Mitsprachemöglichkeit der Bürger in hohem Maß / nicht.
14. Die Umsetzung des Szenarios erhöht die Kaufkraft der österreichischen Bevölkerung deutlich / nicht.
15. Durch die Umsetzung des Szenarios wird die Handelsbilanz Österreichs verbessert / verschlechtert.
16. Die Akzeptanz der österreichischen Bevölkerung für die Verwirklichung dieses Szenarios ist hoch / nicht gegeben.
17. Die persönliche Entscheidungsfreiheit eines jeden einzelnen Bürgers in Österreich wird durch die Umsetzung des Szenarios deutlich erhöht / deutlich reduziert.
18. Die Umsetzung des Szenarios erhöht die Stabilität des österreichischen Energiesystems in hohem Maße / nicht.
19. Die Umsetzung des Szenarios ist leicht möglich / sehr schwierig.
20. Die Umsetzung des Szenarios ist mit den derzeitigen Interessenslagen in Österreich und den politischen Entscheidungsprozessen leicht vereinbar / unvereinbar.

Der Evaluierungsbogen ist in Anhang 3 dargestellt.

Wie aus obenstehenden Fragen erkennbar ist eine quantitative Bewertung der Wirkungen der Szenarien schwierig, teilweise kaum möglich und würde mehrere Forschungsprojekte für sich bedeuten. Aus diesem Grund wurden die Experten aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung bewusst „nur“ um eine Einschätzung gebeten.

Die Auswahl der Experten erfolgte durch die Projektbearbeiter. Bei der Auswahl wurde größter Wert darauf gelegt, Experten verschiedenster Fachrichtungen (Technik, Wirtschaft, Politik, Unternehmer, Sozialwissenschaften, ...) zu befragen. Insgesamt wurden 41 Experten (siehe Anhang 2) schriftlich gebeten, an der Evaluierung mitzuwirken. Letztlich erklärten sich 10 Experten dazu bereit. Erfreulich war dabei, dass mit diesen Experten die angestrebte Interdisziplinarität der Evaluierung sichergestellt werden konnte. Aufgrund der zugesagten Vertraulichkeit der Bewertung ist eine namentliche Nennung der Experten nicht möglich. Den Experten wurde die Kurzbeschreibung des Projekts und der Szenarien sowie der Evaluierungsbogen mit der Bitte, den ausgefüllten Bogen zu retournieren, übermittelt.

Nachdem alle Evaluierungsbögen eingegangen waren, wurden die Einzelbewertungen der Experten für jede Frage erfasst. Danach wurde der Gesamtmittelwert der Einschätzung der Experten ermittelt. Darüber hinaus wurden die Experten nach „Vertreter eines Unternehmens“ (Mitarbeiter oder Führungskraft eines Unternehmens, der/die mit der unternehmerischen Praxis vertraut ist), „Technischer Experte“ sowie „Wirtschaftsexperte“ (Experte der sich auf wissenschaftlich-theoretischer Ebene mit wirtschaftlichen Fragen beschäftigt) differenziert. Für jede dieser Expertengruppen wurde ebenfalls der Mittelwert der Bewertung einer jeden Frage errechnet.

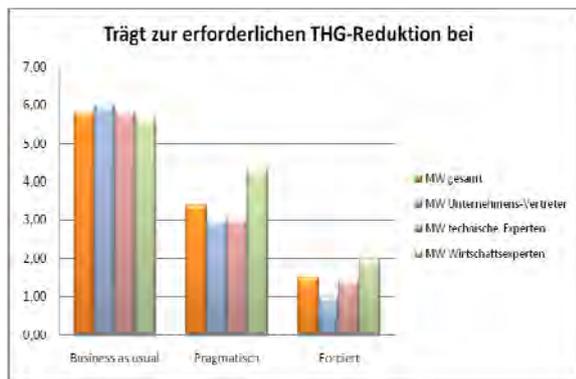
Die Ergebnisse wurden für jede einzelne Frage dargestellt. Darüber hinaus wurde eine zusammenfassende Gesamtbewertung eines jeden Szenarios sowie eine Gesamtschlussfolgerung aus der Expertenevaluierung erarbeitet.

7.2 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Einschätzungen der Experten zu den einzelnen Fragen dargestellt. Dabei wird einerseits nach den Szenarien „Business as Usual“, „Pragmatisch“ und „Forciert“ unterschieden, andererseits nach dem fachlichen Hintergrund der einzelnen Experten. Zu beachten ist dabei, dass die Bewertung umso besser ausgefallen ist, je niedriger der erreichte Zahlenwert ist.

Trägt zur erforderlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen bei

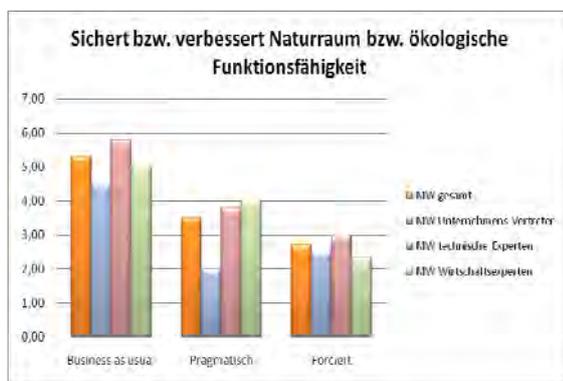
Die Experten sind einhellig der Meinung dass das Business as Usual-Szenario nicht zur erforderlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen in Österreich beiträgt. Für das Pragmatische Szenario schätzen die Experten eine mittlere Einsparung, dem Forcierten



Szenario gestehen sie eine fast ausreichende Einsparung zu. Interessant dabei ist die Tatsache, dass die Unternehmensvertreter die Treibhausgaseinsparung durch das forcierte Szenario als ausreichend betrachten, hingegen die Wirtschaftsexperten hier deutlich skeptischer sind und auch beim pragmatischen Szenario die Einsparungen als geringer

einschätzen als die anderen Experten.

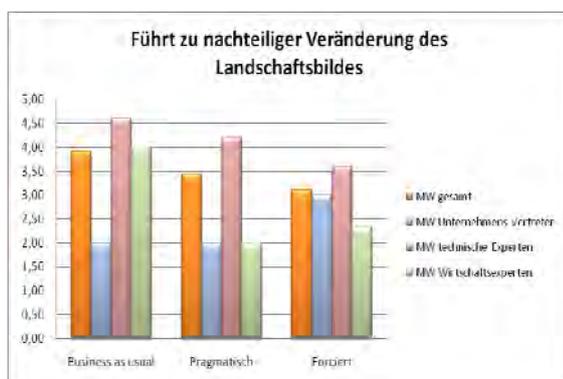
Sicherung bzw. Verbesserung des Naturraums und der ökologischen Funktionsfähigkeit



Die Experten gehen davon aus, dass das Pragmatische Szenario die Qualität des Naturraums, die Biodiversität und die ökologische Funktionsfähigkeit in Österreich besser sichern bzw. verbessern kann als das Business as Usual Szenario. Noch mehr diesbezügliches Potenzial hat nach Ansicht der Experten das Forcierte Szenario. Bei dieser

Fragestellung differieren die Ansichten der unterschiedlichen Expertengruppen hinsichtlich des Pragmatischen Szenarios deutlich. So sind die Vertreter aus Unternehmen der Ansicht, dass das Pragmatische Szenario eher imstande ist, die Qualität des Naturraums, die Biodiversität und die ökologische Funktionsfähigkeit zu erhalten als das Forcierte Szenario. Die Experten der anderen Fachbereiche sind gegenteiliger Auffassung.

Nachteilige Veränderung des Landschaftsbildes

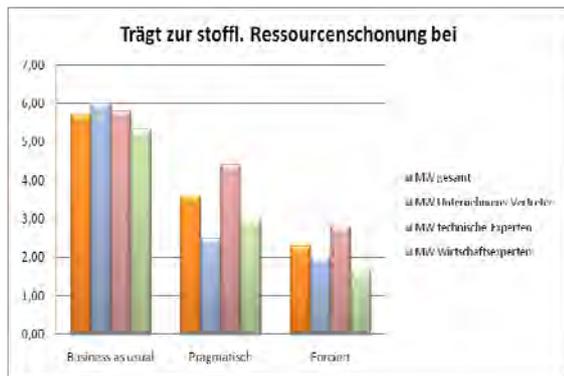


Die Experten sind der Auffassung, dass das Business as Usual Szenario in hohem Maß zu einer nachteiligen Veränderung des Landschaftsbildes führt. Aber auch für die anderen Szenarien wird eine solche nachteilige Veränderung erwartet, wenn auch in geringerem Umfang. Für das Forcierte Szenario werden die geringsten derartigen Wirkungen erwartet. Vor

allem die technischen Experten gehen in allen Szenarien von wesentlich stärkeren nachteiligen Wirkungen aus, als die übrigen Experten. Die Vertreter aus Unternehmen liefern hingegen ein gegenteiliges Bild: sie meinen dass die nachteiligen Wirkungen des Business as

Usual und des Pragmatischen Szenarios in etwa ident sind und unter jenen des Forcierten Szenarios liegen. Dabei werden sie teilweise von den Wirtschaftsexperten gestützt, die ebenfalls beim Forcierten Szenario von höheren nachteiligen Wirkungen ausgehen als beim Pragmatischen Szenario. Bei ihnen liegen diese Wirkungen aber deutlich unter jenen des Business as Usual-Szenarios.

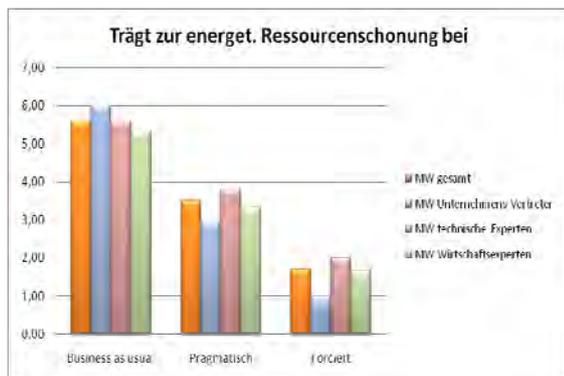
Stoffliche Ressourcenschonung in Österreich



Einigkeit herrscht unter den Experten, dass das Forcierte Szenario ganz wesentlich zur stofflichen Ressourcenschonung in Österreich beiträgt. Bereits in geringerem Maße, aber doch noch deutlich stärker als das Business as Usual Szenario ist auch das Pragmatische hierzu imstande. Auffällig ist, dass die technischen Experten in den Szenarien die

Ressourcenschonung pessimistischer sehen als die übrigen Expertengruppen. Die Wirtschaftsexperten sehen das Potenzial zur stofflichen Ressourcenschonung im Forcierten Szenario besonders optimistisch.

Energetische Ressourcenschonung in Österreich

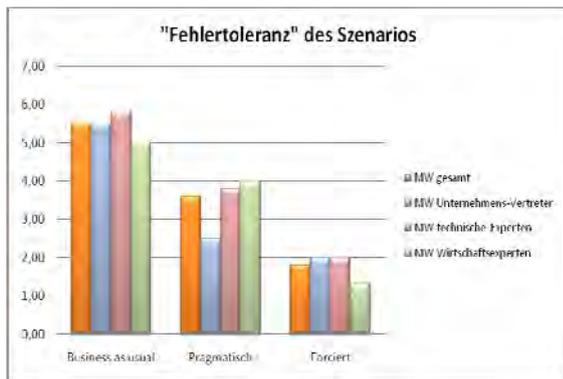


Die Experten gehen davon aus, dass das Forcierte Szenario in hohem Maße zu einer energetischen Ressourcenschonung in Österreich beiträgt. Das Business as Usual Szenario ist hierzu nahezu gar nicht imstande. Das Pragmatische Szenario ist hinsichtlich seines diesbezüglichen Potenzials zwischen den beiden Szenarien angesiedelt. Die technischen

Experten sind hinsichtlich der Potenziale zur energetischen Ressourcenschonung skeptischer, die Vertreter aus Unternehmen optimistischer.

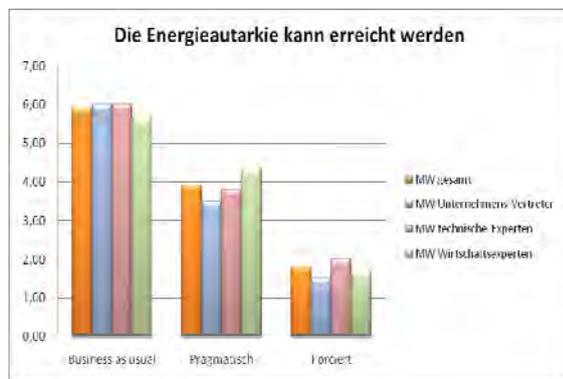
Fehlertoleranz in der Umsetzung

Die Experten stellten fest, dass selbst wenn einzelne Annahmen des Forcierten Szenarios nicht zutreffend sind oder Maßnahmen nicht vollständig umgesetzt werden dieses Szenario am ehesten die langfristige Sicherung der Energieversorgung in Österreich erlaubt. Gefolgt wird dieses Szenario hinsichtlich dieser Frage vom Pragmatischen Szenario. Dem Business as Usual-Szenario wird das geringste diesbezügliche Potenzial zuerkannt. Auffällig bei der



Betrachtung der einzelnen Expertengruppen ist, dass die Vertreter aus Unternehmen dem Pragmatischen Szenario eine deutlich höhere Fehlertoleranz zugestehen als die anderen Experten. Die Wirtschaftsexperten schätzen die Fehlertoleranz des Forcierten Szenarios besonders hoch ein.

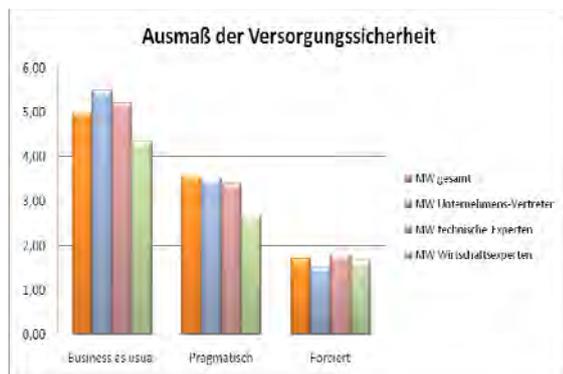
Energieautarkie in Österreich



Einigkeit herrscht unter den Experten, dass am ehesten mit dem Szenario Forciert eine Energieautarkie in Österreich erreicht werden kann. Das Business as Usual-Szenario wird den Anforderungen der Energieautarkie nicht gerecht. Das Pragmatische Szenario trägt dazu in bescheidenem Ausmaß bei. Etwas optimistischer als die übrigen Experten sehen

die Vertreter von Unternehmen das Pragmatische Szenario, beim Forcierten Szenario sind die technischen Experten eine Spur skeptischer als die übrigen.

Beitrag zur Versorgungssicherheit

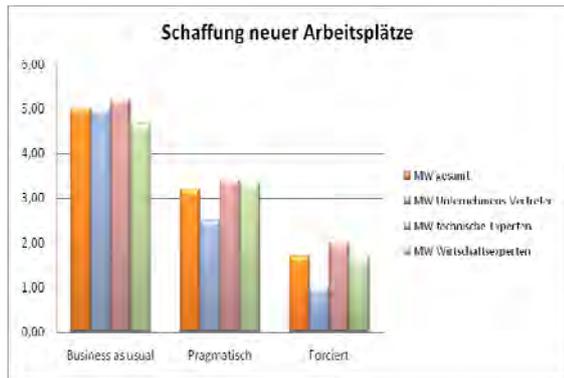


Ebenfalls Einigkeit herrscht unter den Experten darüber, welches Szenario zu einer hohen Versorgungssicherheit der Energieversorgung führt: das Forcierte Szenario. Die Versorgungssicherheit beim Business as Usual Szenario wird als gering eingeschätzt. Das Pragmatische Szenario liegt diesbezüglich besser als das Business as Usual, aber schlechter als das Forcierte.

Interessant dabei ist, dass die Wirtschaftsexperten die Versorgungssicherheit beim Business as Usual und beim Pragmatischen Szenario deutlich besser einschätzen, als die anderen Expertengruppen.

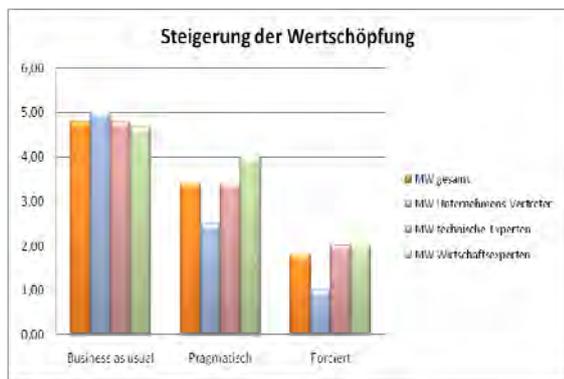
Schaffung neuer Arbeitsplätze

Die größte Zahl neuer Arbeitsplätze wird durch das Forcierte Szenario geschaffen, sind sich die Experten einig. Auch durch das Pragmatische Szenario werden – wenn auch in



geringerem Umfang – neue kreiert. Dem Business as Usual-Szenario werden kaum derartige Potenziale zuerkannt. Auffällig ist, dass die Vertreter aus den Unternehmen sowohl beim Pragmatischen als auch beim Forcierten Szenario optimistischer hinsichtlich der neu geschaffenen Arbeitsplätze sind, als die übrigen Expertengruppen.

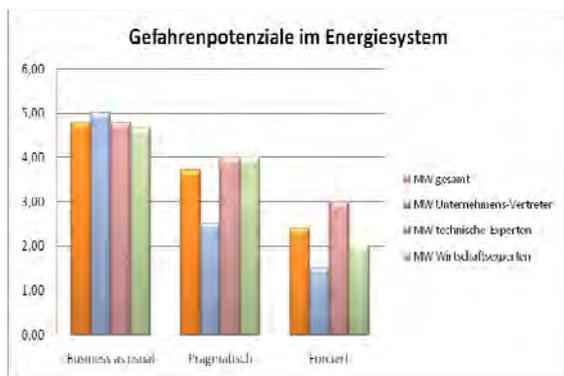
Steigerung der Wertschöpfung in Österreich



Die Experten gehen davon aus, dass das Forcierte Szenario in hohem Maß zu einer gesteigerten Wertschöpfung in Österreich beiträgt, das Business as Usual-Szenario allerdings kaum. Auch dem Pragmatischen Szenario wird eine Steigerung der Wertschöpfung zugestanden, wenn auch in geringem Umfang als dem Forcierten. Deutliche

Unterschiede zeigen zwischen den einzelnen Expertengruppen hinsichtlich des angenommenen Ausmaßes der Steigerung der Wertschöpfung im Vergleich zum Business as Usual-Szenario. Vor allem die Wirtschaftsexperten nehmen diese beim Pragmatischen Szenario nur sehr gering an, hingegen sehen die Experten aus Unternehmen die Wertschöpfungssteigerungen sowohl beim Forcierten als auch beim Pragmatischen Szenario deutlich optimistischer.

Gefahrenpotenziale im Energiesystem

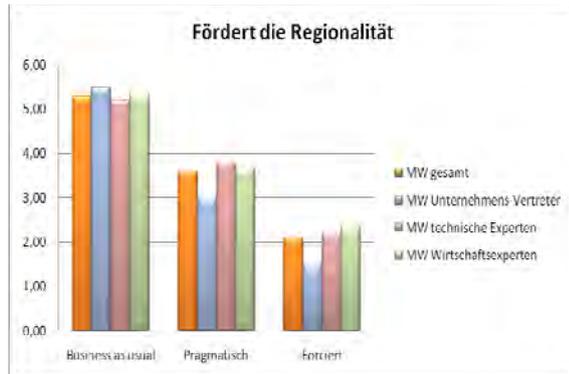


Die Experten gehen davon aus, dass mit der Umsetzung des Business as Usual-Szenarios die Gefahrenpotenziale im österreichischen Energiesystem zunehmen. Für das Pragmatische Szenario gehen sie davon aus, dass das Gefahrenpotenzial im Vergleich zur Ist-Situation in etwa unverändert bleibt. Lediglich für das Forcierte Szenario wird mit einer Abnahme

des Gefahrenpotenzials gerechnet. Auffällig dabei, dass vor allem die Experten aus Unternehmen sowohl beim Pragmatischen als auch beim Forcierten Szenario die Abnahme des Gefahrenpotenzials optimistischer sehen als die anderen Expertengruppen. Vor allem die

technischen Experten sind besonders skeptisch: sie gehen auch beim Pragmatischen Szenario von einer Zunahme des Gefahrenpotenzials aus, dem Forcieren Szenario wird nur eine sehr geringe Abnahme des Gefahrenpotenzials bescheinigt.

Förderung der Regionalität



Die Experten stimmen darin überein, dass das Forcierte Szenario die Regionalität in Österreich am stärksten fördert. Auch dem Pragmatischen Szenario wird eine – wenn auch geringere – Förderung der Regionalität zuerkannt. Beim Business as Usual-Szenario gehen die Experten davon aus, dass eine solche Förderung kaum bis gar nicht gegeben ist. Auffällig ist, dass die

Experten aus Unternehmen sowohl beim Pragmatischen als auch beim Forcierten Szenario von einer stärkeren Förderung der Regionalität ausgehen, als die anderen beiden Expertengruppen.

Einbindung und Mitsprachemöglichkeit der Bürger

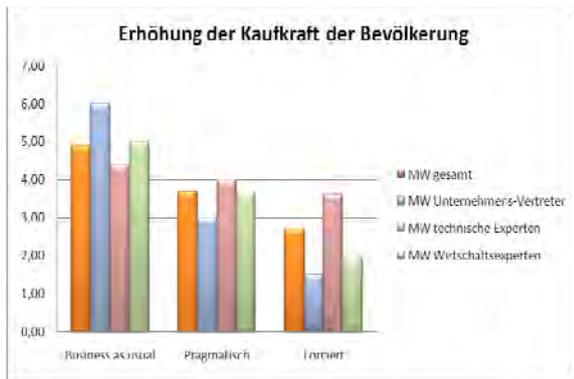


Bei der Einschätzung, welche Szenarien die Einbindung und Mitsprachemöglichkeit der Bürger fördern zeigt sich bei den einzelnen Expertengruppen ein sehr diverses Bild. Alle sind der Meinung, dass das Business as Usual-Szenario diesbezüglich das geringste Potenzial aufweist. Das Pragmatische und Forcierte Szenario werden im Durchschnitt in etwa gleich

bewertet; sie liegen etwas besser als das Business as Usual-Szenario. Die Wirtschaftsexperten meinen, dass das Forcierte Szenario die Mitsprachemöglichkeit in höherem Maße fördert als das Pragmatische Szenario. Die technischen Experten sehen dies umgekehrt. Die Experten aus den Unternehmen sehen das diesbezügliche Potenzial dieser beiden Szenarien als ident an, meinen aber dass dieses höher wäre, als von den anderen Expertengruppen angenommen.

Erhöhung der Kaufkraft

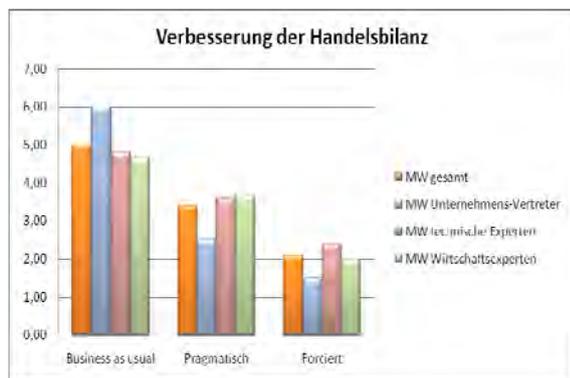
Die Experten gehen davon aus, dass durch die Umsetzung des Forcierten Szenarios die Kaufkraft der österreichischen Bevölkerung deutlich erhöht werden kann. Auch dem Pragmatischen Szenario wird eine derartige Erhöhung, wenn auch in geringerem Umfang



zugestanden. Beim Business as Usual-Szenario gehen die Experten davon aus, dass eine sehr geringe bis keine Erhöhung der Kaufkraft erreicht werden kann. Auffällig ist, dass die Experten aus den Unternehmen dem Business as Usual-Szenario gar keine Erhöhung der Kaufkraft zutrauen, sie hingegen das diesbezügliche Potenzial des Forcierten

Szenarios besonderes hoch einschätzen. Dieser Tendenz folgen auch die Wirtschaftsexperten. Die technischen Experten hingegen gehen davon aus, dass sich die Szenarien hinsichtlich dieses Bewertungskriteriums kaum unterscheiden.

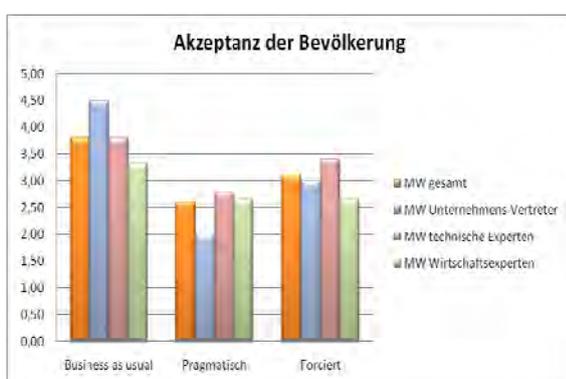
Verbesserung der Handelsbilanz



Die Experten sind sich darin einig, dass das Business as Usual-Szenario zu einer Verschlechterung der Handelsbilanz Österreichs führen wird, wobei besonders die Experten aus den Unternehmen dieses Szenario hinsichtlich dieses Kriteriums besonders schlecht bewerten. Für das Pragmatische Szenario wird angenommen, dass dieses zu keiner

wesentlichen Änderung der Handelsbilanz führt. Das Forcierte Szenario hingegen wird die Handelsbilanz verbessern, so die Experten. Die Experten aus Unternehmen bewerten die diesbezüglichen Potenziale des Pragmatischen und Forcierten Szenarios besonders optimistisch im Vergleich zu den anderen Expertengruppen.

Akzeptanz der Bevölkerung

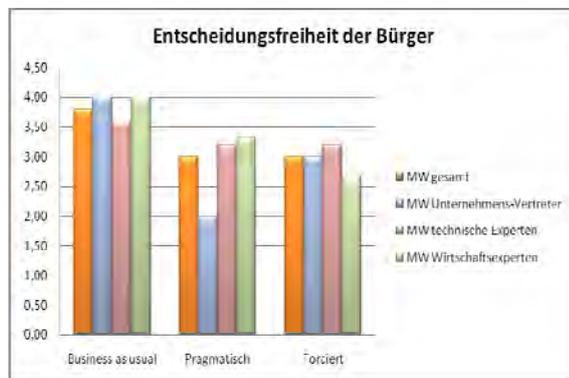


Übereinstimmend meinen die Experten, dass die Verwirklichung des Pragmatischen Szenarios die höchste Akzeptanz in der Bevölkerung finden würde. Die schlechteste Akzeptanz wird dem Business as Usual-Szenario bescheinigt. Das Forcierte Szenario würde nach Ansicht der Experten eine bessere Akzeptanz als das Business as Usual aber eine schlechtere als das

Pragmatische finden. Interessant erscheint, dass die Experten aus den Unternehmen dem Business as Usual-Szenario eine überdurchschnittlich schlechte, dem Pragmatischen

Szenario eine überdurchschnittlich gute Akzeptanz bescheinigen. Die Wirtschaftsexperten beurteilen die Akzeptanz des Forcierten und Pragmatischen Szenarios in etwa ident.

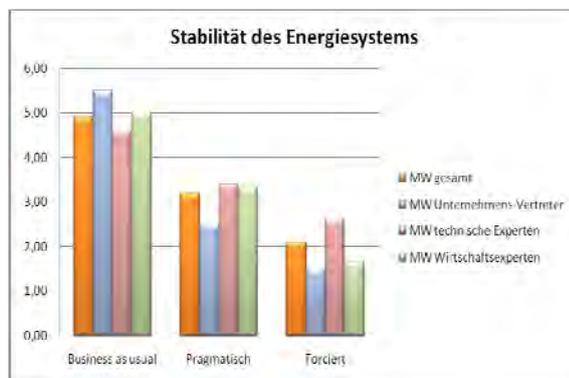
Entscheidungsfreiheit eines einzelnen Bürgers



Die Experten gehen davon aus, dass durch die Umsetzung des Business as Usual-Szenarios die persönliche Entscheidungsfreiheit eines jeden einzelnen Bürgers in Österreich eher reduziert wird. Durch die Umsetzung des Pragmatischen Szenarios wird die Entscheidungsfreiheit kaum geändert. Ebenso wird durch die Umsetzung des Forcierten

Szenarios keine Änderung erwartet. Auffällig ist, dass die Experten aus den Unternehmen davon ausgehen, dass durch die Umsetzung des Pragmatischen Szenarios die Entscheidungsfreiheit der Bürger erhöht wird, dies dem Forcierten Szenario aber nicht zugestehen. Die Wirtschaftsexperten gehen davon aus, dass das Forcierte Szenario etwas besser liegt als das Pragmatische.

Erhöhung der Stabilität des Energiesystems

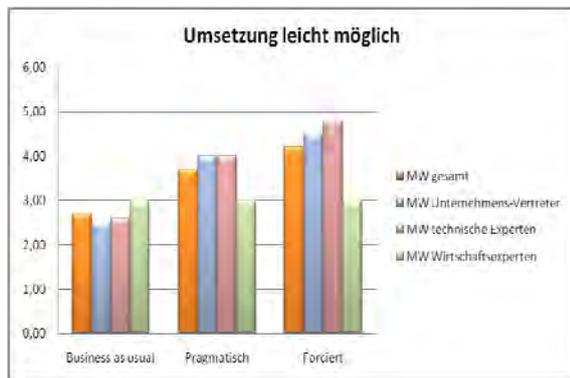


Einigkeit herrscht unter den Experten, dass das Forcierte Szenario am ehesten zu einer Erhöhung der Stabilität des österreichischen Energiesystems beiträgt. Auch das Pragmatische Szenario führt zu einer Erhöhung der Stabilität, wenn auch in geringerem Umfang. Vom Business as Usual-Szenario wird allerdings keine Erhöhung der Stabilität erwartet. Die

Experten aus den Unternehmen sehen die diesbezüglichen Potenziale des Forcierten und Pragmatischen Szenarios überdurchschnittlich positiv, die technischen Experten zeigen sich vor allem hinsichtlich der Potenziale des Forcierten Szenarios zurückhaltender als die anderen Expertengruppen.

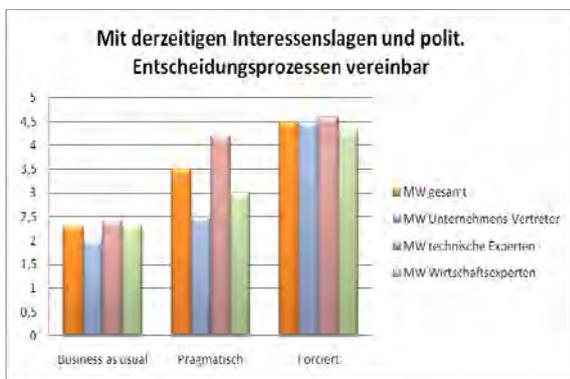
Schwierigkeit der Umsetzung

Das Business as Usual-Szenario ist am einfachsten umzusetzen, so die Einschätzung der Experten. Für das Forcierte Szenario ist die Umsetzung am schwierigsten. Die Umsetzung des Pragmatischen Szenarios ist nach Einschätzung der Experten schwieriger als jene des



Business as Usual aber leichter als jene des Forcierten Szenarios. Diese durchschnittliche Einschätzung teilen die Wirtschaftsexperten nicht. Sie gehen davon aus, dass die Umsetzung aller drei Szenarien in etwa gleich schwierig ist.

Vereinbarkeit mit Interessenslagen und politischen Entscheidungsprozessen



Übereinstimmend gehen die Experten davon aus, die Umsetzung des Forcierten Szenarios mit den derzeitigen Interessenslagen in Österreich und den politischen Entscheidungsprozessen kaum vereinbar ist. Eine Vereinbarkeit des Business as Usual-Szenarios mit den derzeitigen Interessenslagen wird allerdings gesehen. Die Vereinbarkeit des

Pragmatischen Szenarios ist besser als jene des Forcierten allerdings geringer als jene des Business as Usual-Szenarios. Besonders hinsichtlich des Pragmatischen Szenarios divergieren die Einschätzungen der Experten deutlich. Die technischen Experten sehen nur eine geringfügig bessere Vereinbarkeit dieses Szenarios mit den derzeitigen Interessenslagen im Vergleich zum Forcierten. Die Experten aus den Unternehmen sehen allerdings eine deutlich bessere Vereinbarkeit, sich sogar jener des Business as Usual-Szenarios annähernd.

7.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Expertenevaluierung hat hinsichtlich des Business as Usual-Szenarios gezeigt, dass dieses nach Einschätzung der Experten weder das Potenzial hat, die Treibhausgasemissionen im erforderlichen Umfang zu reduzieren, noch zur Ressourcenschonung, zur Stabilität des Energiesystems und zur Energieautarkie in ausreichendem Maß beizutragen. Darüber hinaus haben die Experten auch keine positiven Wirkungen dieses Szenarios auf den Naturraum sowie die Handelsbilanz, die Kaufkraft der Bevölkerung oder die Arbeitsmarktsituation identifiziert. Das Business as Usual-Szenario erscheint jedoch leicht umsetzbar und ist mit den derzeitigen Interessenslagen und politischen Entscheidungsprozessen kompatibel.

Anders verhält es sich mit dem Forcierten Szenario. Diesem werden sowohl hinsichtlich ökologischer Faktoren (Naturraum, ökologische Funktionsfähigkeit, Ressourcenschonung), der Treibhausgasemissionsreduktion, der Erhöhung der Stabilität des Energiesystems, der Fehlertoleranz und dem Beitrag zur Energieautarkie sowie hinsichtlich wirtschaftlicher Aspekte (Arbeitsplätze, Wertschöpfung, Handelsbilanz) und der Regionalität positive Wirkungen in hohem Ausmaß zugebilligt. Die Mitsprachemöglichkeit und die Entscheidungsfreiheit der Bürger ist gegenüber dem Business as Usual-Szenario verbessert. Die Umsetzung dieses Szenarios wird allerdings als schwierig und kaum mit den derzeitigen Interessenlagen und politischen Entscheidungsprozessen vereinbar angesehen.

Die Wirkungen des Pragmatischen Szenarios sind hinsichtlich ökologischer, ökonomischer und energiewirtschaftlicher Aspekte sowie hinsichtlich des Klimaschutzes zwischen den beiden anderen Szenarien anzusiedeln. Die Mitsprachemöglichkeit der Bürger und deren Entscheidungsfreiheit ist nahezu ident ausgeprägt wie beim Forcierten Szenario. Hinsichtlich der Akzeptanz bei der Bevölkerung hat das Pragmatische Szenario allerdings die Nase vorne: die Experten gehen davon aus, dass dieses Szenario die höchste Akzeptanz in der Bevölkerung genießt.

Zusammenfassend lässt sich daher feststellen, dass die Expertenevaluierung gezeigt hat, dass das Forcierte Szenario sowohl im ökologischen als auch im ökonomischen Bereich, hinsichtlich des Klimaschutzes und der Energiewirtschaft die größten Vorteile bringt. Die sozialen Wirkungen sind beim Forcierten und Pragmatischen Szenario ähnlich ausgeprägt. Mangelhaft erscheint derzeit allerdings die Umsetzbarkeit und die Akzeptanz des Forcierten Szenarios.

8 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

8.1 Einführung

Energiepolitik und Energiewirtschaft stehen in engem Zusammenhang mit Klimawandel bzw. Klimaschutz. Diesem Aspekt wurde während der letzten Jahre besonderes Augenmerk geschenkt. Tatsächlich sind Energiesysteme und ihre Zukunftsfähigkeit aber auch an vielen anderen Kriterien zu messen bzw. zu bewerten:

- volkswirtschaftliche Aspekte (Auslandsabhängigkeit, Devisenabflüsse, Umsatz- und Beschäftigungswirkung im Inland, in den Regionen, vermiedene Schäden, Innovationsanreize,...)
- Umwelt- und Naturschutz (Auswirkungen auf Luft, Wasser, Boden, Natur und Landschaft, Fauna und Flora, ... Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung)
- Soziales (Verfügbarkeit, Leistbarkeit – für alle Bevölkerungsschichten mit vertretbarem Aufwand, Mitwirkungs- und Mitsprachemöglichkeit)
- Sicherheit (Gesundheit, Störanfälligkeit und Risiko, Fehlerfreundlichkeit)
- Krisenanfälligkeit und Versorgungssicherheit
- Zuverlässigkeit der Energieversorgung
- Gesellschaftliche Akzeptanz

Beurteilungen von Energiesystemen und Szenarien ist jedenfalls zugrundezulegen, dass es nicht um den Energieverbrauch, sondern primär um die Bereitstellung ganz unterschiedlicher Energiedienstleistungen geht – wie z.B. die Herstellung diverser Produkte und Dienstleistungen, beleuchtete Flächen und Räume, behagliches Raumklima, erledigte Transporte (Arbeitsplatz, Verwandte, Versorgung,...).

Alle diese Dienstleistungen erfordern Energieeinsatz, können aber mit ganz unterschiedlichem Energieverbrauch bereitgestellt werden.

Für die Energiepolitik ergeben sich damit prioritäre Ziele:

1. Effiziente Energienutzung
2. Einsatz erneuerbarer Energieträger
3. Einsatz regional verfügbarer Ressourcen
4. Diversifizierung

Herkömmliche Energieszenarien führen im Allgemeinen zu modifizierten Trendfortschreibungen. Einige Parameter (Ölpreis, Dollarkurs, Elastizitäten,...) werden variiert. Den oben kurz dargestellten Kriterien und technischen Optionen wird dabei kaum oder gar nicht Rechnung getragen. Derartige Prognosen führen im Allgemeinen zu exorbitant steigenden Energieverbräuchen, die keines Falls zur Gänze mit erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden können.

Andererseits ist klar, dass langfristig für die Energieversorgung ausschließlich erneuerbare Energien verfügbar sein werden.

In der gegenständlichen Studie wurde daher der Frage nachgegangen, inwieweit und unter welchen technischen Rahmenbedingungen die Energieversorgung Österreichs langfristig durch die dann ausschließlich verfügbaren erneuerbaren Energieträger gesichert werden kann, und zwar möglichst ohne Einschränkungen der Energiedienstleistungen und sogar mit zunehmenden Diensten in bestimmten Bereichen.

Anstelle der modifizierten Trendfortschreibung wurde dafür ein Backcasting-Modell entwickelt.

Zunächst wurden zu diesem Zweck die Potentiale erneuerbarer Energien die in Österreich ökologisch und sozial verträglich gewonnen werden können untersucht bzw. berechnet – bis 2050 sind dies etwa 930 PJ. Die Energiedienstleistungen des Basisjahrs 2005 wurden recherchiert, unter bestimmten Annahmen (Realisierung von Effizienzpotenzialen, Verbraucherverhalten, ...) weiter entwickelt und dem Potential erneuerbarer Energieträger gegenübergestellt. Der Einsatz effizienter Techniken auch für Umwandlung und Transporte wurde dabei berücksichtigt.

8.2 Die Szenarien im Überblick

Es wurden 3 Szenariengruppen entwickelt und zu zwei Zeithorizonten (2020 und 2050) konkret ausformuliert: Ein Business as usual Szenario, ein forciertes Szenario mit sehr weitgehender Ausnutzung technischer Potentiale und ein pragmatisches mit etwas weniger starken Annahmen bezüglich technischer und gesellschaftlicher Veränderungen. Einen detaillierten Einblick in die Ergebnisse dieser Szenarien bieten die Kapitel 4.8.3 und 6. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Ergebnisse geboten und dabei jeweils die Bevölkerungsvariante 1 (zunehmende Bevölkerung) zugrundegelegt.

8.2.1 Die Zahlenergebnisse

Der Einsatz der Energieträger (Bruttoinlandsverbrauch) zeigt folgendes Bild:

	2005	Pragmatisch		Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	562,42	303,61	0,00	220,72	0,00
Kohle	162,29	134,96	0,00	133,13	0,00
Gas	336,45	304,66	0,00	268,02	0,00
Biogas	1,00	90,00	284,16	90,00	197,73
Biomasse fest	147,24	161,33	294,93	146,76	213,92
Biomasse flüssig	1,49	38,00	30,00	25,00	0,00
Strom - Import	125,83	24,64	15,60	22,79	11,78
Strom - Export	63,84	0,00	39,67	0,00	46,92
Wasserkraft	129,20	144,20	152,30	144,20	152,30
Windkraft	4,60	26,00	61,00	26,00	61,00
Photovoltaik	0,20	9,00	94,50	9,00	94,50
Geothermie	0,00	0,00	7,40	0,00	7,40
ind. Abwärme	0,00	4,10	6,30	4,10	8,56
Solarthermie	4,90	26,76	31,80	23,35	20,69
Wärmepumpe	4,69	24,66	28,14	22,77	22,06
SUMME	1.416,47	1.291,92	966,46	1.135,84	743,02

Tabelle 306: Bruttoinlandsverbrauch [PJ] nach Energieträgern

Die folgende Tabelle zeigt den energetischen Endverbrauch, wiederum gegliedert nach Energieträgern.

	2005	Pragmatisch		Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	449,28	208,84	0,00	127,61	0,00
Kohle	18,42	8,24	6,82	7,92	6,48
Gas	192,93	245,26	219,42	218,56	106,17
Fernwärme	55,26	70,54	55,52	63,43	30,42
Biomasse fest	101,64	85,56	84,89	70,94	52,95
Biomasse flüssig	1,49	48,00	46,00	35,00	26,00
Strom	250,51	244,02	250,76	242,81	238,67
Solarthermie	4,90	26,77	31,79	23,35	20,69
Wärmepumpe	4,70	24,66	28,14	22,77	22,06
SUMME	1.079,13	961,89	723,34	812,39	503,44

Tabelle 307: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Energieträgern

Nach Verbrauchssektoren zeigt sich folgendes Bild:

	2005	Pragmatisch		Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Mob	335,10	287,10	170,10	202,10	76,10
LW	24,37	24,37	24,37	24,37	24,37
SGP	310,79	301,79	280,42	290,99	268,49
DL	135,59	126,90	101,86	109,88	57,54
HH	273,27	221,71	146,60	185,05	76,95
SUMME	1.079,11	961,87	723,36	812,39	503,44

Tabelle 308: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Sektoren

Für die Nutzenergiekategorien ergibt sich:

	2005	Pragmatisch		Forciert	
		2020	2050	2020	2050
TRA	345,00	297,00	180,00	212,00	86,00
RW	318,97	267,84	169,99	231,99	84,32
BE	33,06	18,23	15,47	14,06	10,76
ecZ	1,76	1,60	1,49	1,60	1,37
D	77,12	75,79	75,62	74,28	73,06
IÖ	147,70	146,60	137,22	137,43	123,70
SM	155,51	154,81	143,54	141,03	124,24
SUMME	1.079,12	961,87	723,33	812,39	503,45

Tabelle 309: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Nutzenergiekategorien

8.2.2 Interpretation

Es konnte eindeutig gezeigt werden, dass langfristig tatsächlich eine Versorgung Österreichs mit ausschließlich erneuerbaren Energieträgern möglich ist, und zwar in beiden Szenarien Pragmatisch und Forciert. Tabelle 310 zeigt die Anteile erneuerbarer Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch und am energetischen Endverbrauch.

	Pragmatisch		Forciert	
	Anteil BIV	Anteil EE	Anteil BIV	Anteil EE
Erneuerbare 2020	41,23	46,62	43,95	50,99
Erneuerbare 2050	99,19	99,11	99,21	99,03

Tabelle 310: Anteile [%] erneuerbarer Energie an BIV und EE

Bei der Erstellung von Tabelle 310 wurde Gas gemäß dem Verhältnis von Biogas-Import plus Aufbringung zu Gas-Import plus Aufbringung in erneuerbar/nicht-erneuerbar eingeteilt. Für den Import-Strom 2020 wurde ein erneuerbarer Anteil von 35% angenommen, 2050 von 50%. Sonstige Importe wurden gemäß dem Energieträger als erneuerbar oder nicht-erneuerbar eingestuft. Für Fernwärme und Strom aus Heizwerken, KWK-Anlagen und thermischen Kraftwerken wurde die Befeuerung zur Einteilung in erneuerbar/nicht-erneuerbar herangezogen. Der Exportstrom wurde gemäß dem Verlauf der Erzeugung auf Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik, KWK-Anlagen und thermische Kraftwerke aufgeteilt. Damit ergeben sich die Anteile erneuerbarer bzw. nicht-erneuerbarer Energieträger.

Der Anteil der inländischen Erzeugung von Rohenergie am Bruttoinlandsverbrauch (siehe Kapitel 6) zeigt, dass die Importquote gegenüber den derzeitigen Verhältnissen (rund ¾ des primären Einsatzes muss importiert werden) deutlich sinkt. Im Szenario Forciert kann eine Energieautarkie Österreichs schon 2050 erreicht werden, im Szenario Pragmatisch erst bei konsequenter Weiterverfolgung dieses Weges etliche Jahre oder Jahrzehnte später (2070).

Selbst für den Fall dass im Szenario Pragmatisch im Jahr 2050 der Import erneuerbarer Energieträger nur in geringerem Maße möglich ist, kann der Anteil erneuerbarer Energien am BIV jedenfalls auf 80% gesteigert werden (siehe Kapitel 6.6).

	2005	Pragmatisch		Forciert	
		2020	2050	2020	2050
Öl	521,20	299,49	0,00	216,60	0,00
Kohle	162,29	134,96	0,00	133,13	0,00
Gas	277,10	298,72	0,00	262,08	0,00
Strom	0,00	10,00	79,16	10,00	-7,27
Biomasse flüssig	-15,76	-32,17	79,33	-46,74	-1,68
Biomasse fest	1,49	38,00	30,00	25,00	0,00
Summe	61,99	24,64	-24,07	22,79	-35,14

Tabelle 311: Importtangente [TJ] nach Energieträgern

Bei deutlich sinkendem Energiebedarf konnten im Rahmen der angenommenen Entwicklungen (sh. Kapitel 8.3) Energiedienstleistungen zum Teil wesentlich gesteigert werden. Aus heutiger Sicht erfordern diese Entwicklungen allerdings zum Teil Veränderungen, deren gesellschaftliche Akzeptanz derzeit nicht sehr hoch sein dürfte, etwa beim Übergang vom motorisierten Individualverkehr zum Umweltverbund. Es drängt sich daher die Schlussfolgerung geradezu auf, dass die als sinnvoll erkannten und nach obigen Kriterien positiv zu bewertenden Änderungen des Energiesystems einerseits einer vorbereitenden

Motivationsinitiative bedürfen, andererseits der Umsetzung von Maßnahmen zur Attraktivierung der gewünschten Handlungsalternativen (sh. Kapitel 8.4).

8.3 Annahmen und erforderliche Entwicklungen

Die wichtigsten in der vorliegenden Studie zur Entwicklung der Szenarien getroffenen Annahmen und die für die Erreichbarkeit der energiepolitischen Ziele wesentlichsten Entwicklungen werden im Folgenden überblicksmäßig zusammengefasst.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird dabei in erster Linie auf das Szenario forciert Bezug genommen, fallweise allerdings auch das Szenario pragmatisch dem gegenüber gestellt.

Sowohl im Dienstleistungsbereich als auch in den privaten Haushalten können im Bereich der Raumheizung die größten Einsparungen erzielt werden. Hier wurde angenommen, dass die Wirkungsgrade der Heizungsanlagen gegenüber jenen der NEA 1998 gesteigert werden können. So wurden beispielsweise in beiden Sektoren und beiden Szenarien die Wirkungsgrade von Solarthermie und Wärmepumpe von 90% auf 95% im Jahr 2050 gesteigert.

Von großer Bedeutung für die erzielbaren Einsparungen sind aber vor allem die HWB-Zielwerte und die thermischen Sanierungsraten. Betreffend diese Annahmen unterscheiden sich die Szenarien sehr deutlich. Im Szenario Forciert wurden im Dienstleistungsbereich für die Sanierung HWB-Zielwerte von 40 kWh/m²a bis 2020 und 15 kWh/m²a ab 2021, für den Neubau von 30 kWh/m²a bis 2020 und 10 kWh/m²a ab 2021 angenommen, und zwar bei Sanierungsraten von 1,33%/a bis 2020 und 2,00%/a ab 2021. Die Neubaurate beträgt 0,33%/a und entspricht damit der Abrissrate. Die Fläche pro Beschäftigtem bleibt also unverändert gegenüber 2005, während sie im Szenario Pragmatisch steigt. Auch die HWB-Zielwerte des Szenarios Pragmatisch liegen mit 40 kWh/m²a ab 2021 über jenen des Szenarios Forciert, die Sanierungsrate mit 1% bzw. 1,5% darunter.

Für die privaten Haushalte wurden – ebenfalls im Szenario Forciert – für EFH HWB-Zielwerte von 70 kWh/m²a bis 2014, 45 kWh/m²a ab 2015 und 15 kWh/m²a ab 2021, für MFH von 60 kWh/m²a bis 2014, 30 kWh/m²a ab 2015 und 15 kWh/m²a ab 2021 angenommen. Die Sanierungsrate beträgt 3%/a. Die WNF pro Kopf sinkt von knapp 41 m²/c auf 39 m²/c im Jahr 2050, während sie im Szenario Pragmatisch auf 45 m²/c steigt. Auch die HWB-Zielwerte sind mit 40 kWh/m²a ab 2021 für EFH und MFH deutlich höher als im Szenario Forciert, die Sanierungsrate mit 1,5%/a hingegen kleiner.

Beiden Szenarien gemein ist die Annahme, dass ab einem HWB kleiner gleich 30 kWh/m²a Raumlüftung zum Einsatz kommt, und zwar mit einem spezifischen Verbrauch in Höhe von 2,1 kWh/m²a.

Ebenfalls in beiden Sektoren und Szenarien angenommen wurden hohe Einsparpotenziale im Bereich der Beleuchtung, und zwar von bis zu 80% im Jahr 2050. Unterschiede zwischen den Szenarien ergeben sich hier lediglich aus der Entwicklung der zu beleuchtenden Fläche. So beträgt der in Kapitel 4.3 für die privaten Haushalte eingeführte Flächenfaktor im Szenario Forciert im Jahr 2050 0,95, im Szenario Pragmatisch 1,10. Der Flächenfaktor des Dienstleistungsbereichs beträgt lt. Kapitel 4.4 im Szenario Forciert 1, im Szenario Pragmatisch 1,15.

Im Dienstleistungsbereich wurde im Szenario Forciert nicht nur davon ausgegangen, dass im Bereich der EDV 70% des Verbrauchs durch effizientere Geräte eingespart werden können, sondern auch davon, dass durch den Übergang zu Multifunktionsgeräten die Ausstattung um 15% gesenkt werden kann. Im Szenario Pragmatisch wurde nur eine Einsparung von 50% angenommen.

Im Sektor private Haushalte kann auch der Verbrauch für Haushaltsgeräte deutlich gesenkt werden. Die Annahmen, die zwischen den Szenarien variiert wurden, betreffen einerseits die Ausstattungsgrade, andererseits den durchschnittlichen Verbrauch der Geräte. Obwohl die Einsparungen im Bereich der Weißware in beiden Szenarien am größten sind, zeigen sich hier auch deutliche Unterschiede. So wurde beispielsweise bei den Kühlgeräten im Szenario Forciert der durchschnittliche Verbrauch 2050 mit 70 kWh/a, im Szenario Pragmatisch mit 134 kWh/a angenommen. Beim Wäschetrockner wurde im Szenario Forciert der Ausstattungsgrad des Jahres 2050 gleich 0 gesetzt.

Ebenfalls sehr unterschiedliche Annahmen wurden im Bereich der Kommunikation für Computer inklusive Peripheriegeräte und Internetanschlüsse getroffen. Während der durchschnittliche Verbrauch für Computer im Szenario Forciert mit 50 kWh/a nicht einmal ein Drittel des Verbrauchs im Szenario Pragmatisch (160 kWh/a) beträgt, wurde bei den Internetanschlüssen im Szenario Forciert der Ausstattungsgrad nur auf 65% erhöht, und nicht auf 95% wie im Szenario Pragmatisch.

Im Sektor Sachgüterproduktion würden die Annahmen zur Entwicklung des produktionsbedingten Energieeinsatzes für sich betrachtet zu einem Anstieg des Verbrauchs führen (+3,42% gegenüber 2005 im Szenario Pragmatisch bzw. +5,71% im Szenario Forciert). Dieser Anstieg wird aber durch die angenommenen Entwicklungen der Wirkungs- bzw.

Nutzungsgrade überkompensiert. Die energetischen Endverbrauche des Sektors sinken dadurch gegenüber 2005 auf 90,23% im Szenario Pragmatisch bzw. auf 86,39% im Szenario Forciert.

In Sektor Mobilität wurde angenommen, dass im Forcierten Szenario die durchschnittliche Wegzahl pro Person an Werktagen um 10%, die durchschnittlichen Weglängen um 20% im Vergleich zum Basisjahr abnehmen. Zudem reduziert sich die Zahl der Flugreisen je Österreicher um ca. 75%. Beim Modal Split nimmt der Motorisierte Individualverkehr (MIV) zugunsten des Umweltverbundes um 20 bis 30%-Punkte bis zum Jahr 2050 ab. Zudem wird angenommen, dass der spezifische Energiebedarf der einzelnen Verkehrsträger um ca. 33% bis 2050 reduziert werden kann. Gleichzeitig wird im Jahr 2050 ein großer Anteil der Verkehrsleistung mit energieeffizienten Technologien, wie zum Beispiel 90 bis 100% der MIV-Leistung mit Elektrofahrzeugen erbracht. Beim Güterverkehr wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2050 noch eine geringe Zunahme der Verkehrsleistung erfolgt, durch eine Abnahme des Straßengüterverkehrs zugunsten der Schiene um ca. 30%-Punkte und einer Reduktion des spezifischen Energiebedarfs um ebenfalls 30% können aber auch in diesem Bereich Energieeinsparungen erzielt werden. Betrachtet man das Pragmatische Szenario, so fallen die Einsparungen und Verlagerungen bescheidener aus: die Zahl der Wege steigt noch leicht an, die durchschnittlichen Weglängen nehmen zu und der MIV kann nur um 10%-Punkte gesenkt werden. Die Abnahme des spezifischen Energiebedarfs beläuft sich nur auf 15% und der Anteil der Elektrofahrzeuge 2020 an der MIV-Verkehrsleistung nur auf 60 bis 80%. Ähnliches gilt für den Güterverkehr.

Damit wird aber sehr deutlich, dass auch die Realisierung des Pragmatischen Szenarios eine Energiewende erfordert, ein konsequentes Beschreiten anderer Wege als sie bisher Usus waren. Die große Bandbreite an Möglichkeiten und die großartigen technischen Optionen zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen können vor allem nur dann wirklich genutzt werden, wenn die Veränderungen gesellschaftlich akzeptiert werden, also als nutzenstiftend erkannt werden.

8.4 Empfehlungen

Der gesellschaftliche Nutzen des zukünftigen Energiesystems kann anhand der oben zitierten Kriterien (Kapitel 8.1) abgeschätzt werden. Die Evaluierung der hier entwickelten Szenarien durch Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen hat aufgezeigt, dass solche Vorteile in allen genannten Bereichen in hohem Maße zu erwarten sind. Besonders ausgeprägt wurden

sie für das Szenario Forciert eingeschätzt. Dem gegenüber wurde allerdings die Sorge gestellt, dass durch die gravierenderen Umstellungen die gesellschaftliche Akzeptanz problematisch sein könnte.

Die Autoren empfehlen, eine Energiewende gemäß dem Szenario Forciert einzuleiten. Zumindest als Fernziel sollen die Elemente dieses Szenarios politisch vereinbart und rechtlich verankert werden. Erfahrungsgemäß ist der Zielerreichungsgrad in der Praxis jedoch niemals bei 100% gelegen. Das Beschreiten neuer Wege kann immer wieder an neue und überraschende Hemmnisse stoßen. Wird also das Ziel des Szenarios Forciert angestrebt, ist zu hoffen, dass die Konsequenz der Umsetzung über die vielen Jahre ausreicht, zumindest Verhältnisse ähnlich dem Szenario Pragmatisch auch tatsächlich zu erreichen.

Ein Vergleich der laut dieser Szenarien zu erreichenden Ergebnisse für 2020 zeigt, dass sogar die strengen EU Ziele für 2020 und demgemäß erst recht die Energiestrategie Österreichs nicht ausreichen, um auch nur das Szenario Pragmatisch zu realisieren. Die generellen Ziele gehen zu wenig weit. Die Maßnahmenkataloge der Österreichischen Energiestrategie sind auch deshalb in wesentlichen Punkten zu schärfen und weiters von langfristig kontraproduktiven Maßnahmen zu befreien. Hierzu zählen vor allem langfristig wirksame Investitionen (z.B. in einen Kraftwerkspark, der nur mit fossilen Brennstoffen betrieben werden kann).

Insbesondere die Übersicht in Kapitel 8.3 lässt deutlich erkennen, dass die konsequente und kontinuierliche Umsetzung sehr stringenter Maßnahmen undabdingbar notwendig ist, um auch die Vorteile dieser Energiewende und des Szenarios Forciert oder Pragmatisch lukrieren zu können. Daher wird zur Vorgangsweise vorgeschlagen:

- die Energiestrategie Österreichs wäre sofort zu optimieren und umzusetzen, wobei die langfristigen Ziele der Energiepolitik von Beginn an einfließen müssen.
- Parallel dazu ist für entsprechende Bewusstseinsbildung, Motivation und Information der Bevölkerung – aller zu beteiligender Gruppen – durch gezielte und überzeugende Öffentlichkeitsarbeit, Informations- und Bildungspolitik zu sorgen. Das Ziel muss es sein, einen weitestgehenden gesellschaftlichen Konsens für die neue Energiepolitik herzustellen.
- Bei der Realisierung der erforderlichen Maßnahmen ist darauf zu achten, dass sie kundenorientiert, also attraktiv für den Letztverbraucher bzw. Konsumenten von Energiedienstleistungen gestaltet werden.

Das grundsätzlich verfügbare politische Instrumentarium weist große Vielfalt auf. Von diesen Instrumentarien wird eine ganze Reihe generell wirksam (z.B. eine allgemeine

Primärenergieabgabe, aufkommensneutral, in überschaubaren Zeiträumen und Dimensionen einzuführen).

Zur Erreichung von Teilzielen (z.B. Verbrauchsenkung von Haushaltsgeräten oder Attraktivierung des ÖPNV) wird es spezifischer Kombinationen dieser politischen Instrumente bedürfen, die auf die generelle Wirkung aufsetzen. Solche spezifischen Policy mixes sind für die gemäß Kapitel 8.3 erforderlichen Entwicklungen in adäquater Weise auszuarbeiten und zu implementieren.

Es geht darum, die jeweils fallspezifisch optimale Kombination von ordnungsrechtlichen Instrumenten (Gebote, Verbote, Verbrauchsnormen, Emissionsnormen, Raumordnung ...) mit finanziellen Anreizen im Sinne von Kostenwahrheit und Ökologisierung der sozialen Marktwirtschaft zu entwickeln.

Dabei ist zu beachten, dass ordnungsrechtliche Vorgaben und finanzielle Anreize nur in Zusammenhang mit geeigneten Maßnahmen des Instrumentenbereichs Information wirksam werden können. „Information“ wird dabei sehr breit verstanden (von Bewusstseinsbildung und Motivation bis zur Wissensvermittlung und Qualifikation).

Die Ausarbeitung von energiepolitischen Instrumentarien war ursprünglich als Teil des gegenständlichen Projektes beantragt. Sie ist als vordringlich zu bezeichnen und zwar in wesentlich höherem Detaillierungsgrad als seinerzeit im Vorfeld dieses Projekts beantragt.

Es geht also darum:

- die energiepolitischen Ziele des Szenarios Forciert umgehend in die Energiestrategie zu integrieren und insbesondere kontraproduktive Maßnahmen zu vermeiden
- den gesellschaftlichen Konsens herzustellen bzgl. der wünschenswerten Energiezukunft (moderierte Stakeholder Diskussionen, Nutzenargumentation, generelle Öffentlichkeitsarbeit)
- Policy mixes auszuarbeiten, welche die Zielerreichung in für die Allgemeinheit akzeptabler bzw. positiver Form sichern
- Die neue Energiestrategie Zug um Zug umzusetzen, wo bereits Konsens erzielt werden konnte.

Das Zukunftsbild eines energieautarken Österreich mit mehr Energiedienstleistungen als derzeit, mit attraktiven Lebensräumen in den Siedlungen und in der Natur, unabhängig von Energieimporten, mit regionaler Energieversorgung verbunden mit Arbeit und Einkommen lohnt die notwendigen Anstrengungen!

9 BEGRIFFS- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Δ	Differenz zweier Größen
f_k	Korrekturfaktor
$f_{20,k}^{Bel}$	Korrekturfaktor für Beleuchtung im Jahr 2020
%/a	Prozent pro Jahr
°C	Grad Celsius
05 (Index)	Jahr 2005
a	Jahr
A	Fläche
Abb	Abbildung
ABR	Abrissrate
Anz	Ausstattungsgrad
Aust	Austauschrate
BAU	business as usual
BE	Beleuchtung & EDV
Bel	Beleuchtung
BFW	Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIV	Bruttoinlandsverbrauch
BJ	Basisjahr
c.a.	Kopf und Jahr
cal	Kalorien (1 cal = 0,00000163 kWh) 1 Kalorie ist die Wärmeenergie, welche benötigt wird, um 1 Gramm Wasser um 1 ° Celsius zu erwärmen.
D	Dampferzeugung
d	Tag
DL	Dienstleistungsbereich
E+ZFH	Ein- und Zweifamilienhaus
EB	Eigenbedarf aus der Erzeugung
ecZ	elektrochemische Zwecke
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EE	energetischer Endverbrauch
eE	erneuerbare Energieträger
EEB	Endenergiebedarf
Eel	Stromverbrauch
EFA	Energieflussanalyse
Eff	Effizienzfaktor

EFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
Einrichtungen	Personen in Seniorenzentren oder vergleichbaren Einrichtungen
Einsp	Energieeinsparung
ET	Energieträger
EW	Einwohner
FFH-R	Fauna-Flora-Habitatrichtlinie
Flg	Flüssiggas
Gastro	Gastronomie
Ggas	Gichtgas
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GJ	Gigajoule
Großwasserkraft	größer als 10 MW
GVP	Gemeinschaftsverpflegung
GWh	Gigawattstunden
HEM	Holzeinschlagsmeldung des BFW
HGT	Heizgradtage
HH	private Haushalte
HTEB-RH	Heiztechnikenergiebedarf für Raumheizung
HTEB-WW	Heiztechnikenergiebedarf für Warmwasser
HWB	Heizwärmebedarf
HZ	Hauszentralheizung
IEA	Internationale Energieagentur
IÖ	Industrieöfen
k	korrigiert
Kalina-Prozess	Stromerzeugung aus Niedertemperatur-Wasser (<90°) durch Nutzung von Arbeitsmitteln (Mischung aus Ammoniak und Wasser) mit geringem Siedepunkt
kg/l	Kilogramm pro Liter
Kgas	Kokereigas
kJ/kgK	Kilojoule pro Kilogramm und Kelvin
Kleinwasserkraft	kleiner als 10 MW
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
kV	Kilovolt
kWh	Kilowattstunde
kWh/a	Kilowattstunde pro Jahr
kWh/E+a	Kilowattstunden pro Einwohner und Jahr
kWh/m ² a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
Kwk	Kleinwasserkraft
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt Spitzenleistung bei der Photovoltaik

I/E+d	Liter pro Einwohner und Tag
LED	Light Emitting Diode bzw. Leuchtdiode
LW	Landwirtschaft
m ²	Quadratmeter
m ² /c	Quadratmeter pro Kopf
MFH	Mehrfamilienhaus
MinV	Mineralölverarbeitung
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOB	Mobilität
Mover	Bezeichnung des nachgeführten Photovoltaiksystems der SOLON Aktiengesellschaft
MW	Megawatt
MWh/m ² a	Megawattstunden pro Quadratmeter und Jahr
MWp	Megawatt Spitzenleistung bei der Photovoltaik
MZ	Mahlzeit
NACE	nomenclature générale des activités économiques dans les communautés européennes
NE	Nutzenergieverbrauch
NEA	Nutzenergieanalyse
NEK	Nutzenergiekategorien
NEU	Neubaurate
neV	Nicht energetischer Verbrauch
NWG	Nichtwohngebäude
öBel	öffentliche Beleuchtung
ÖKL	Österreichische Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung
ÖNACE	österreichische Version der NACE
ORC-Prozess	Organic Rankine Cycle Zur Stromerzeugung aus Niedertemperatur-Wasser (<90°) durch Nutzung von Arbeitsmitteln (Kohlenwasserstoffe) mit geringem Siedepunkt
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PC	Personal Computer bzw. persönlicher Computer
PJ	Petajoule
Pkm	Personen-Kilometer
PS	Pumpstrom
PV	Photovoltaik
Rrg	Raffinerierestgas
RW	Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser
S.A.F.E	Schweizerische Agentur für Energieeffizienz
SAN	Sanierungsrate
SEK	Sektor
SGP	Sachgüterproduktion

SM	Standmotoren
sPdE	Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung
sRein	Sonstiger Raffinerieeinsatz
ST	Solarthermie
SW oder SO	Südwest oder Südost
th.KW	Thermisches Kraftwerk
TJ	Terajoule
tkm	Tonnen-Kilometer
TRA	Traktion
TS/WP	Treiberstrom Wärmepumpe
TU	Technische Universität
TV	Transportverluste
UB	unbekannt
UWV	Umwandlungsverluste
Verbr.	Verbrauch
W	Watt
WIFO	Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung
WNF	Wohnnutzfläche
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WW	Warmwasser
WWWB	Warmwasserwärmebedarf
ZEFÖ	Projekt „Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich“
Σ	Summe

10 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

AEA (2008): Work on Preparatory Studies for Eco-Design Requirmentes of EuPs (II) Lot 17 Vacuum Cleaners. Interim Report, Brussels

Amann, W. (2008): Spartenbezogene Entwicklung des Bauwesens/Sanierung, Wien

Amon, T. et al. (2008): Bioenergienutzung in integrierten Systemen in: Wissenschaft & Umwelt interdisziplinär 11/2008, Hrsg. Forum Wissenschaft & Umwelt, Wien

Amt der NÖ Landesregierung (2003): Mobilität in Niederösterreich – Ergebnisse der landesweiten Mobilitätsbefragung, St. Pölten

Amt der NÖ Landesregierung (2007, 2008): NÖ Strategie Verkehr, St. Pölten

Amt der Tiroler Landesregierung (2001): Verkehrsentwicklung in Tirol – Kurzbericht, Innsbruck

Arge Monitoring PV-Anlagen (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

Aubauer H. (2001): Das Energiesparpotenzial des Verkehrs, In: Wissenschaft & Umwelt Interdisziplinär Nr. 3; Hrsg.: Forum Wissenschaft & Umwelt, Wien

BMLFUW (2008): Erneuerbare Energie 2020 – Potenziale in Österreich. Schlussfolgerungen der Task Force „Erneuerbare Energie“, Wien

Bucar, G. et al. (2007): Technisches und wirtschaftliches Marktpotenzial der Wärmeenergienutzung aus dem Abwasser in Österreich, Grazer Energieagentur GmbH, Graz

Bundesanstalt Statistik Österreich (2004): Gebäude- und Wohnungszählung 2001, Hauptergebnisse Österreich, Wien (Übersicht 8)

Bundesanstalt Statistik Österreich (2006a): Anbau auf dem Ackerland 2005, Wien

Bundesanstalt Statistik Österreich (2006b): Wohnungen. Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus Jahresdurchschnitt 2005, Wien

Bundesanstalt Statistik Österreich (2008): Wohnen. Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus Jahresdurchschnitt 2007, Wien

Bundesanstalt Statistik Österreich (2009): Strom- und Gastagebuch 2008. Strom- und Gaseinsatz sowie Energieeffizienz österreichischer Haushalte. Auswertung Gerätebestand und Einsatz. Projektbericht; Energie-Control GmbH sowie Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Wien 2009

Bundesanstalt Statistik Österreich (2009b): Methodendokumentation Nutzenergieanalyse (NEA), Wien

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2000): Nachhaltig umweltverträglicher Verkehr. OECD Projekte Environmentally Sustainable Transport – Pilotstudie Österreich, Wien

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2003): 2. Lebensmittelbericht Österreich, Wien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2007): Verkehr in Zahlen, Wien

Bush, E. et al. (2007): Stromsparpotenzial von Kaffeemaschinen, Bush Energie GmbH und ARENA, Felsberg/Zürich

Clausnitzer, K.D. et. all. (2009): Allgemeinstrom in Wohngebäuden. Dämpfung der Wohn-Nebenkosten durch Innovationen zur Reduktion des Allgemeinstromverbrauchs, Bremer Energie Institut, Bremen

Deutsches Umweltbundesamt (2009): Folgen des demographischen Wandels mildern. Presseinformation 19/2009, Dessau-Roßlau

Energieagentur NRW: Energieeffizienz im Lebensmittel-Einzelhandel

Engel T. (2007): Plug-in Hybris, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Verlag Dr. Hut, München

F.A.T.M. Lighthart (2008): Untersuchung zur Möglichkeit einer Abdeckung von Kühl- und Tiefkühlmobiliar in Supermärkten

Faninger, G. (2005): DER SOLARMARKT IN ÖSTERREICH 2005, Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

Fechner, H. et al. (2007): Photovoltaik Roadmap für Österreich – Wegweisender Fahrplan zur Etablierung der Photovoltaik als energiewirtschaftlich bedeutende Stromerzeugungsart in Österreich, BMVIT, Wien

Federal Statistical Office (2006): Swiss Civil Aviation 2005, Neuchatel

Feist, W. (2001): Energieeffizienz, in: Handbuch Energie, Rebhan, Heidelberg

FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2008a): Biogas Basisdaten Deutschland, Gülzow

FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2008b): Biokraftstoffe Basisdaten Deutschland, Gülzow

FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2008c): Bioenergie Basisdaten Deutschland, Gülzow

foodwatch e.V. (2008): Klimaretter Bio? Der foodwatch-Report über den Treibhauseffekt von konventioneller und ökologischer Landwirtschaft in Deutschland, Berlin

Fraunhofer ISI (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; Karlsruhe

Götze, M. et. all. (2009): Das Energiesparbuch, Stiftung Warentest, Berlin

GOVI GmbH: Energieeinsparung in europäischen Supermärkten

Haas et al. (2008): „Towards sustainability of energy systems: A primer on how to apply the concept of energy services to identify necessary trends and policies,“ Energy Policy, Elsevier

Haas, R. et. al. (2007): Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030, Dachverband Energie und Klima, Wien

Hackstock, R. am 15.05.2008: mündliche Mitteilung, bei Veranstaltung des österreichischen Biomasseverbandes EU-Richtlinie für Erneuerbare Energien. Die österreichische Energiepolitik im Rahmen des Europäischen Energie- und Klimaschutzpakets

Hantsch, S. et al. (2007): Das realisierbare Windkraftpotenzial in Österreich bis 2020, IG Windkraft, St. Pölten

- Hauser, G. et al. (2009): Wärmeschutz für Sonderfälle. Abschlussbericht, deutsches Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung sowie Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumordnung, Berlin/Bonn
- HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. (2000): Grundlagen Haushaltetechnik. Dunstabzugshauben, Berlin
- Herry Consult GmbH (2007): Verkehr in Zahlen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Seite 170
- IEA (2009): Transport Energy and CO₂: Moving towards Sustainability, Paris
- IEA (International Energy Agency) (2002): Potential for Building Integrated Photovoltaics. photovoltaic power systems programme; Report IEA – PVPS T7-4: 2002 (Summary), St. Ursen, Switzerland
- Kälte Klima Aktuell 2/2005: Energiekostenreduzierung in Supermärkten
- Kaltschmitt, M. et al. (2002): Erneuerbare Energien in Österreich, Springer-Verlag Wien
- Kirchner, A. et. al. (2009): Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken; Basel/Berlin
- Kollmann A. (2006): Wie viel sind 9% - Ein Blick auf das österreichische Energie-Effizienz-Einsparziel; In: Energie Info Nr. 6/2006. Hrsg: Energie Institut an der Johannes Kepler Universität, Linz
- Konrad G. (2008): Biokraftstoffproduktion und Kraftstoffeinsparpotenzial bei autarker Lebensmittelversorgung in Österreich im Jahr 2020, Dissertation, Wien
- Kyrer et al (2000): Volkswirtschaftslehre. 6. überarb. Aufl. München, Wien: Oldenburg
- Lang, G (2007): Erhebung CO₂ Emissionen und Energieverbrauch für Wohngebäude im Bestand und Neubau in Österreich für den Berichtszeitraum 2008 – 2020 zur Zielerreichung der EU – Klimastrategie, IG Passivhaus, Wien
- Lang, G. et. al. (2009): CO₂ und Energie im Wohnbau. Erhebung CO₂ Emissionen und Energieverbrauch für Wohngebäude im Bestand und Neubau in Österreich für den Berichtszeitraum 2008-2020 zur Zielerreichung der EU-Klimastrategie inklusive Prognose bis 2050, Wien
- Lutz, G. (2007): Wärmepumpenaktionsplan für Österreich, Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria, Traun
- Mitterer K. (2006a): Demographische Bezirksprognosen bis 2031 – Kärnten, Hrsg: Kundenzentrum für Verwaltungsforschung, Wien
- Mitterer K. (2006b): Demographische Bezirksprognosen bis 2031 – Salzburg, Hrsg: Kundenzentrum für Verwaltungsforschung, Wien
- Mitterer K. (2006c): Demographische Bezirksprognosen bis 2031 – Steiermark, Hrsg: Kundenzentrum für Verwaltungsforschung, Wien
- Müller, A. et. al. (2009): Energieszenarien bis 2020: Wärmebedarf der Kleinverbraucher, Energy Economics Group (EEG) TU Wien, Wien
- Niedrig-Energie-Institut (2009): Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2009/2010, Detmold
- Niedrig-Energie-Institut (NEI) (1995): Besonders sparsame Haushaltsgeräte 1995, Detmold

Niedrig-Energie-Institut (NEI) (2001): Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2001, Detmold

Nipkow, J. et. al. (2003): Stand-by Verbrauch von Haushaltsgeräten, Bundesamt für Energie, Zürich

ÖKL-Merkblatt Nr. 81 (1. Auflage 2007), Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik (PV)-Anlagen auf Dachflächen, Wien

Öko-Test Verlag GmbH (2008): Toast Mahlzeit, in Öko-Test Magazin 02/2008, Frankfurt am Main

OÖ-Energiesparverband et al. (2007): Revitalisierung von Kleinwasserkraftwerken, Linz

Österreichische Energieagentur (2006): Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002, Wien

Österreichische Energieagentur (2006): Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich; BMLFUW, Wien

Perincioli, L. (1994): Energiemanagement in der Hotellerie

Planco (2007): Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Bahn und Wasserstraße, Essen

Pöyry (2008): Wasserkraftpotenzialstudie, Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs, Wien

Quack D. (2008):: Szenarien Nachhaltiger Konsum 2020 – Arbeitspaket I im Projekt EcoTopTen Klimaschutz durch ökoeffizienten Konsum, Öko-Institut e.V., Freiburg

Rauh W. et al. (2003): Mobilität 2020: Trends – Ziele – Visionen; Wissenschaft & Verkehr 3/2003; Hrsg: Verkehrsclub Österreich, Wien

Riess, R. (2007): Gasverbrauch der Haushalte. Ergebnisse der Fallstudie zum Gasverbrauch der Haushalte 2006, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien

Rötser, I. (2009): Dämmen: Investition mit Gewinn, Serie Dämmung, Teil 5 in: lebensART, April/Mai 2009, St. Pölten

Rüdenauer, I. et. al. (2004): PROSA Waschmaschinen. Produkt-Nachhaltigkeitsanalyse von Waschmaschinen und Waschprozessen, Freiburg

S.A.F.E. (2006): Hilfsenergie Haustechnik: Einspar-Potenziale und Umsetzungspfade

Sammer G. et al. (2004): Mobilitäts-Szenarien 2035 – Initiative zur nachhaltigen Verkehrsentwicklung im Raum Wien; Hrsg.: Shell Austria GmbH, Wien

Scharp, M. et. al. (2004): Service Engineering. Entwicklungsverfahren, Praxisbeispiele und Dienstleistungen der Wohnungswirtschaft, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Schleicher S. et al. (2007): Innovation & Klima - Innovative Klimastrategien für die österreichische Wirtschaft; Wien

Schramek, E. R. (2007): Schramek, E. R. (2007): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag München, München

Schramek, E. R. (2007): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag München, München, Seite 1728 bzw. 1729

Schwab, A. (2008): Neue Schaufeln für mehr Energie in: Die Presse forschung. Magazin für Technologie und Innovation, Wien

Sören, S. (2005): Der Flächenrucksack des europäischen Außenhandels mit Agrarprodukten, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal

Stadtforschung Linz (2007): Bevölkerungsprognose für Linz 2007 – 2020, Linz

Statistik Austria (2004): Arbeitsstättenzählung 2001, Wien

Statistik Austria (2005): Methodenbericht zur Stichprobenerhebung Energieeinsatz im Dienstleistungsbereich 2003, Wien

Statistik Austria (2006a): NAMEA 2006, Standard-Dokumentation zur Integrierten NAMEA, Wien

Statistik Austria (2006b): Schienengüterverkehr in- und ausländischer Unternehmen 2005, Wien

Statistik Austria (2007): Energiebilanzen 1970 (1988) – 2005: Dokumentation der Methodik, Wien

Statistik Austria (2008): Energiebilanzen Österreich 1970 – 2006, Wien

Statistik Austria (2008a): NAMEA 2008, Integrierte NAMEA 1995 – 2006, Projektbericht, Wien

Statistik Austria (2008b): Bevölkerung sowie Zahl der Gemeinden nach Gemeindegrößenklassen und Bundesländern, Probezählung 2006, Wien

Statistik Austria (2008c): Bevölkerungsprognose 2008, Wien

Statistik Austria (2008d): Güterverkehr aller Verkehrsträger Jänner – Dezember 2007, Wien

Steininger K. et. al. (2007): Klimaschutz, Infrastruktur und Verkehr; In: Informationen zur Umweltpolitik Nr. 175; Hrsg: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, Wien

Stiftung Warentest (2000f) Abstauber, in test 4/2000, Berlin

Stiftung Warentest (2000g): Schicksal, in test 8/2000, Berlin

Stiftung Warentest (2002): Schwachpunkt Handhabung, in test 10/2002, Berlin

Stiftung Warentest (2002b) Nix für Schnäppchenjäger, in test 4/2002, Berlin

Stiftung Warentest (2002c): Erst vernebelt, dann verduftet, Berlin

Stiftung Warentest (2002c): Erst vernebelt, dann verduftet, Berlin

Stiftung Warentest (2003): Konservierungsmittel, in test 9/2003, Berlin

Stiftung Warentest (2003b): Strom sparen – geht nicht, in test 11/2003, Berlin

Stiftung Warentest (2003c) Aufs Korn genommen, in test 4/2003, Berlin

Stiftung Warentest (2004): Mit Volldampf ausgestiegen, in test 1/2004, Berlin

Stiftung Warentest (2004b) Es gibt noch viel zu tun, in test 4/2004, Berlin

Stiftung Warentest (2006): Gut geröstet, in test 12/2006, Berlin

Stiftung Warentest (2007): Stark und schick, in test 8/2007, Berlin

Stiftung Warentest (2008): Einbaukühlschrank. So sparen Sie Strom, in test 11/2008, Berlin

Stiftung Warentest (2008): Expressomaschinen, in test 12/2008, Berlin

Stiftung Warentest (2008b): Kombi-Mirkowellen, in test 08/2008, Berlin

Stiftung Warentest (2009): Spezial Energie Mai 2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009): Spezial Energie Mai 2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009d): Multitalente, in test 3/2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009e) Scharf wie im Kino, in test 12/2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009e): Das läuft rund, in test 9/2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009g): Angekommen, in test 10/2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009g): Das Herz des Heimkinos, in test 11/2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009h): Ein glattes Ergebnis, in test 1/2009, Berlin

Stiftung Warentest (2009i): Mit weniger Watt zum „Gut“, in test 4/2009

Stiftung Warentest (2009J): Vorsicht, heiß, in test 10/2009, Berlin

Stobbe, L. et. all. (2009): Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin/Karlsruhe

Umweltbundesamt (2001): Umweltsituation in Österreich - Sechster Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, Wien

Umweltbundesamt (2004): Umweltsituation in Österreich - Siebenter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, Wien

Umweltbundesamt (2007): Umweltsituation in Österreich – Achter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, Wien

Umweltbundesamt (2009): Computer, Internet und Co. Geld sparen und Klima schützen, Dessau-Roßlau

VCÖ (2006): Fokus Energieeffizienz im Verkehr; Wien

VEÖ (2009): „Entsetzliche Vergeudung“ in VEÖ JOURNAL SEPT 2009, Wien

Wanke, A (2002): Energieeinsparung in mittelständischen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen - Erfahrungen, Hemmnisse und Chancen, Universität Berlin

Windisch, P. (2005): Prognose für Österreich, Teil II: Haushalte und Wohnbautätigkeit, regionale Trends bis 2031, Österreichischer Sparkassenverband, Wien

Winkler A. (2006): Masterplan Verkehr Wien 2003 (Kurzfassung), Hrsg.: Stadtentwicklung Wien – MA 18, Wien

Wolf G. (2005): Branchenbericht Personentransport, Hrsg: Bank Austria Creditanstalt AG, Wien

Wolf W. (2003): Sturzflug in die Krise. Die Weltwirtschaft, das Öl, der Krieg, Konkret Verlag

Wuppertal Institute (2007): Screening of national energy efficiency action plans, Ecofys, Wuppertal

Zukunftsforum Österreich (2008): Spannungsfeld Energie III. Energiewende zwischen Machbarkeit, Klimaschutz und sozialer Verantwortung, Wien

Quellen aus dem Internet:

http://www.energytransition.wifo.at/docs/co_wifo_steininger_ap1.pdf

<http://www.graz.at/cms/bilder/29559/75/600/255/683becb2/1neu.jpg>

<http://www.economyaustria.at/?url=/?ressort=eca-grundlagen>, 17.09.2008

<http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envsgwza/overview>, 23.11.2009

http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envsgwza/Projektionsbericht_DE_2009.doc/manage_document, 19.05.2009

http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envsgwza/Projektionsbericht_DE_2009.doc, 23.11.2009

http://content.epson.de/fileadmin/prospects/EDG_Product_Brochure_EC01_DE.pdf

http://content.epson.de/product/printer/epson_ec-01/index.htm

http://energiekampagne-gastgewerbe.de/index.php?option=com_printcategory&catid=13
(Adelphi Research gGmbH)

<http://energiesparen.bosch-hausgeraete.de/>, 11.03.2009

<http://notebook.pege.org/2009/fritzbox-fon-wlan.htm>, 24.06.2009

<http://sdb.statistik.at/superwebguest/login.do?guest=guest&db=dbbevstprog>, 28.01.2009

http://tools.professional.electrolux.com/Mirror/Doc/BR/BR_BR-9JEDL_1_5_3_2_9JEDLD.pdf

<http://www.adv.aero/energieverbrauch.html>

http://www.bmwa.gv.at/BMWA/Presse/Aktuelle+Meldungen/20080505_02.htm, 05.05.2008

<http://www.channelpartner.de/green-it/278048/>

http://www.co2-handel.de/article344_11061.html

<http://www.dena.de/> (Homepage der deutschen Energieagentur)

<http://www.enak.ch/M04/Presseberichte.asp> (ENAK)

<http://www.energie.ch/themen/industrie/infel/gastronomie.htm> (Gloor Engineering 1998)

http://www.energieeffizienz.ch/files/Auswertung_Energybox_050507.pdf, 28.08.2009

<http://www.energyagency.at/> (Homepage der österreichischen Energieagentur)

<http://www.energyagency.at/presse/3042009-klimaanlagen.html>, 30.04.2009

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20090422IPR54163+0+DOC+XML+V0//DE&language=DE>, 29.05.2009

<http://www.hausgeraete-plus.de/kochen-backen-braten/herde-backofen/energieverbrauch.php>, 23.11.2009

<http://www.haushaltstechnik.uni-bonn.de/waschtag/spuelrechner.html>, 11.03.2009

<http://www.isr.uc.pt/~remodece/>, 23.11.2009

<http://www.jaegers.net/Strom-sparen-2.839.0.html>, 23.11.2009

<http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/SID-EFF20718-0A58DC81/ooe/energie.zip>, 19.05.2009

<http://www.lebensmittelnet.at>

http://www.leitbetriebe.at/presse/files/medianet_140109_fonds.pdf

http://www.minergie.ch/standard_minergie.html, 06.04.2009

http://www.oebb.at/de/Konzern/Daten_und_Fakten/index.jsp (ÖBB-Homepage)

http://www.oekoenergie-cluster.at/OEC/fileadmin/esv_files/Info_und_Service/BroKleinwasserkraft-fin-9_3.pdf, 25.08.2008

http://www.oekonews.at/index.php?mdoc_id=1039286, 19.04.2009

http://www.ooe.gv.at/cps/rde/xchg/SID-3DCFCFC3-0F57C20D/ooe/hs.xsl/35149_DEU_DRUCK.htm, 19.05.2009

http://www.portoflosangeles.org/DOC/Electric_Truck_Fact_Sheet.pdf

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/LrNo/LRNI_2009042/LRNI_2009042.pdf, 19.05.2009

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/LrStmk/LRST_8200_305/LRST_8200_305.pdf, 19.05.2009

<http://www.solarwaerme.at/Sonne-und-Energie/Warmwasser/>, 04.10.2009

<http://www.solifer.de/4/42/archiv/sonnenfleck.610.html>, 28.08.2009

<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,651792,00.html>, 04.10.2009

http://www.statistik.at/KDBWeb/kdb_Einstieg.do, 7. Juli 2009

http://www.statistik.at/web_de/static/bevoelkerung_oesterreichs_2001-2050_nach_haushaltsgroesse_023535.pdf, 28.01.2009

http://www.statistik.at/web_de/static/ergebnisse_im_ueberblick_ausstattungsgrad_der_haushalte_021850.pdf, 23.11.2009

http://www.statistik.at/web_de/static/ergebnisse_im_ueberblick_bevoelkerungsprognose_-_oesterreich_027308.pdf, 28.01.2009

http://www.statistik.at/web_de/static/gesamtenergiebilanz_1970_bis_2006_detailinformation_029955.xls, 19.09.2008

http://www.statistik.at/web_de/static/tierbestand_2003_bis_2007_023244.xls, 15.09.2008

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/demographische_prognosen/haushaltsprognosen/index.html, 29.04.2009

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/volkszaehlungen/bevoelkerungsstand/034208.html, 28.01.2009

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html, 24.09.2009

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertrage/bodennutzung/023727.html, 12.09.2008

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/020727.html, 19.09.2008

http://www.stromeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/strom-effizienz/downloads/Pressemitteilungen_2009/2009-03_PM_Espresso.pdf

<http://www.test.de>

<http://www.test.de/filestore/t200206041.pdf?path=/protected/84/1a/1d82a985-b8ab-4966-b7d4-b3a945f830f0-protectedfile.pdf&key=060A3B517221B8C47E3CD9957687ECE9AB712EE6>

<http://www.test.de/filestore/t200403032.pdf?path=/protected/d4/51/e608e43f-1fb0-4dbf-96c0-61e271d89c7d-protectedfile.pdf&key=288C379F01F80A3B693EF46A35DB7AA29982E73F>

<http://www.test.de/themen/computer-telefon/test/-Drucker/1758520/1758520/1761138/>

<http://www.test.de/themen/umwelt-energie/test/-Spargeraeete-Schnurlostelefone/1752125/1752125/1754425/>

http://www.topprodukte.at/index.php?cccpage=topprodukte_2&set_topproductscat1=85&set_topproductscat2=385&set_topproductscat3=387&set_topprodukte_sort_listing=x&set_topprodukte_sort_direction=x&set_topprodukte_how_many_ds=1, 27.10.2009

http://www.topprodukte.at/index.php?cccpage=topprodukte_2&set_topproductscat1=23&set_topproductscat2=358&set_topproductscat3=359&set_topprodukte_sort_listing=x&set_topprodukte_sort_direction=x&set_topprodukte_how_many_ds=1, 23.11.2009

http://www.topprodukte.at/index.php?cccpage=topprodukte_2&set_topproductscat1=85&set_topproductscat2=385&set_topproductscat3=387&set_topprodukte_sort_listing=x&set_topprodukte_sort_direction=x&set_topprodukte_how_many_ds=1, 27.10.2009

http://www.topten.ch/index.php?page=ratgeber_kaffeemaschinen&fromid, 23.11.2009

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/presseinfo-aktuell.htm>, 21.04.2009

http://www.vcoe.at/images/doku/Mathematik_Arbeitsblaetter.pdf

http://www.vcoe.at/images/doku/Mathematik_Unterrichtseinheiten.pdf

<http://www.vcoe.at/start.asp?ID=3241&b=1>

<http://www.vet-magazin.com/wissenschaft/meldungen/Tierschutz/AKH-Freilandeier.html> (vet-magazin.com)

<http://www.viessmann.at/>

http://www.walk-space.at/wissen/Daten_Fakten.pdf

<http://www.web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002>, 25.08.2008

<http://www.wko.at/bsv/Spiegel.pdf>

vgl. <http://www.wien.gv.at/statistik/daten/pdf/ikt-ausstattung-haushalte.pdf>, 23.11.2009

vgl. <http://presse.lebensministerium.at/article/articleview/73127/>, 22.01.2009

www.siemens-hausgeraete.de/Files/Siemens/DE/de/AdditionalFiles/highlights/energiesparrechner/index.html, 11.03.2009

Sonstige Quellen:

Biermayr, P. (2009) schriftliche Mitteilung (TU Wien, EEG, CO-Autor der Wärmepumpenmarkt)

Brandstetter, F. (2008) am 02.10.2008: mündliche Mitteilung (Mitarbeiter arsenal research Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H.)

Brauner, G. (2009): mündliche Mitteilung (TU Wien, Fakultät für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft)

Dötzl, M. (2008): mündliche Mitteilung (Mitarbeiterin der Bundesanstalt Statistik Österreich)

Eggl, N. (2009): schriftliche Mitteilung (Ellipson AG)

Engel, D. (2008) am 19.09.2008: schriftliche Mitteilung (Mitarbeiter SOLON AG, SOLON Mover Sales Team)

Gollner, M. (2008) am 18. September: schriftliche Mitteilung (Mitarbeiter des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik und Entwicklung)

Gores, S. (2009): schriftliche Mitteilung (Öko-Institut e.V.)

Hantsch, S. (2008): schriftliche Mitteilung im Rahmen des Projekts ZEFÖ

Janik W. (2008): schriftliche Mitteilungen (Bundesanstalt Statistik Österreich)

Janik W. (2009): schriftliche Mitteilungen (Bundesanstalt Statistik Österreich)

Jetzinger, F. (2009): mündliche/schriftliche Mitteilung (Österreichische Energieagentur)

Kapferer, R. (2009): schriftliche Mitteilung (Energie Tirol)

Kleindienst, B. (2009): mündliche Mitteilung (Landesenergieverein Steiermark)

Koller-Kreimel, V. (2008): schriftliche Mitteilung (Mitarbeiterin des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)

Korus, E. (2009): mündliche Mitteilung (Mitarbeiterin der Bundesanstalt Statistik Österreich)

Lederle, N. (2009): schriftliche Mitteilung (MINERGIE Agentur Bau)

Liener, R. (2006) am 21.09.2006: schriftliche Mitteilung (Mitarbeiterin vom Agrarmarkt Austria)

Liener, R. (2008) am 15.09.2008: schriftliche Mitteilung (Mitarbeiterin vom Agrarmarkt Austria)

Lindorfer, J. (2008): schriftliche Mitteilung im Rahmen des Projekts ZEFÖ

Mair, F. (2009): schriftliche Mitteilung (Amt der Salzburger Landesregierung, Energiewirtschaft)

Meyer, B. (2009): mündliche Mitteilung (Bundesanstalt Statistik Österreich)

Müller von Ißem, G. (2009): schriftliche Mitteilung (Geschäftsführer deutscher Industrieverband Garten (IVG) e.V.)

Ochsner, Karl (2008): mündliche Mitteilung im Rahmen des Projekts ZEFÖ

ODYSSEE-Datenbank mit Stand November 2009

ÖEKV (2004): Energieeffizienz in Großküchen (Workshop des ÖEKV, 28.09.2004)

Pirker, O. (2008) am 15.02.2008: mündliche Mitteilung, 10. Symposium Energieinnovation Energiewende

Posch, T (2008): „Der helle Wahnsinn“ Licht und Lichtverschwendung (Vortrag, Jänner 2008)

Prechtl, M. (2008) am 15.05.2008: mündliche Mitteilung, bei Veranstaltung des österreichischen Biomasseverbandes EU-Richtlinie für Erneuerbare Energien. Die österreichische Energiepolitik im Rahmen des Europäischen Energie- und Klimaschutzpakets

Richter, S. (2008): schriftliche Mitteilung (dt. Umweltbundesamt)

Riess, R. (2007): Gasverbrauch der Haushalte. Ergebnisse der Fallstudie zum Gasverbrauch der Haushalte 2006, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien

Rudat, K. (2009): mündliche Mitteilung (Beuth Hochschule für Technik Berlin, Autor des Kapitels Warmwasserbedarf – siehe Schramek, E. R. (2007))

Rudat, K. (2009): mündliche Mitteilung (Beuth Hochschule für Technik Berlin, Autor des Kapitels Warmwasserbedarf – siehe Schramek, E. R. (2007))

S.A.F.E. (2006): Hilfsenergie Haustechnik: Einspar-Potenziale und Umsetzungspfade, Bundesamt für Energie, Zürich

Schirmer, S. (2009): schriftliche Mitteilung (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena))

Schlomann, B. (2009): mündliche Mitteilung (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI)

Schriefl, E. (2007): Dissertation. Modellierung der Entwicklung von Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser im österreichischen Wohngebäudebestand unter der Annahme verschiedener Optimierungsziele, Wien

Stamminger, R. (2009): schriftliche Mitteilung (Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Sektion Haushaltstechnik)

Stampfl, A. (2008): schriftliche Mitteilung im Rahmen des Projekts ZEFÖ (ENERCON GmbH Vortrag „Technik und Potenziale der Windenergie“ 13.11.2007)

Umweltdachverband (2008): schriftliche Mitteilung „Umweltdachverband: Energieminister Bartenstein versagt - Wirtschaftsprogramm und Masterplan völlig veraltet! 02.09.2008

Vogl, B. (2008) am 10.09.2008: mündliche Mitteilung (Mitarbeiter des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)

Werner Weiss (2008) am 01.10.2008: schriftliche Mitteilung (Mitarbeiter AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE)

Wurm, V. (2008): schriftliche Mitteilung (Mitarbeiter des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Energieträgerklassen und Subenergieträger der Gesamtenergiebilanz.....	16
Tabelle 2: Teil der Gesamtenergiebilanz [Quelle: Statistik Austria].....	18
Tabelle 3: Teil der Bilanz der elektrischen Energie [Quelle: Statistik Austria].....	20
Tabelle 4: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Sachgüterproduktion im Jahr 2005	20
Tabelle 5: Kokseinsatz im Hochofenprozess	21
Tabelle 6: Nutzenergiekategorien der NEA 1998 und der NEA 2005	23
Tabelle 7: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)	31
Tabelle 8: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)	36
Tabelle 9: Korrigierter energetischer Endverbrauch [TJ] 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren	39
Tabelle 10: Ergebnisse der linearen Trendfortschreibung bis 2020 bzw. 2050 (Absolutwerte in PJ) ..	44
Tabelle 11: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)	49
Tabelle 12: Zusammenfassung der Korrekturen (Werte in Terajoule)	54
Tabelle 13: Korrigierter Stromverbrauch [TJ] 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren.....	55
Tabelle 14: Ergebnisse der linearen Trendfortschreibung bis 2020 bzw. 2050 (Absolutwerte in PJ) ..	59
Tabelle 15: Aufkommen 2005 und korrigiertes Aufkommen 2005 (Absolutwerte in Terajoule)	63
Tabelle 16: Energieexporte [TJ] 2005.....	64
Tabelle 17: Bruttoinlandsverbrauch 2005 nach Energieträgerklassen (Absolutwerte in Terajoule).....	64
Tabelle 18: Nutzung der Wasserkraft – Auswertung der Abschätzung der zusätzlich realisierbaren Potenziale mit Bezugsjahr 2005 (Werte in GWh).....	70
Tabelle 19: Zusätzliche Potenziale der Wasserkraft unter Berücksichtigung der Vorgaben der FFH und WRRL (Werte in GWh).....	71
Tabelle 20: Potenziale der Wasserkraft unter Berücksichtigung der Vorgaben der FFH und WRRL (Werte in PJ).....	71
Tabelle 21: Erträge pro Hektar von Energiepflanzenanbau für die Biogasproduktion (vgl. FNR 2008a)73	
Tabelle 22: Kraftstoffträge pro Fläche (vgl. FNR 2008b).....	73
Tabelle 23: Biomasse-Potenziale spezialisierter Systeme im Jahr 2020 (Werte in PJ)	74
Tabelle 24: Gesamtenergieerträge von fünfjährigen Fruchtfolgen (vgl. Zukunftsforum Österreich 2008)	76
Tabelle 25: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen [PJ] Biomasse aus der Landwirtschaft.....	76
Tabelle 26: Potenziale der Biomasse aus der Landwirtschaft aus Sicht der Autoren (Werte in PJ)	77
Tabelle 27: Potenzial aus der Forstwirtschaft 2020 (vgl. BMLFUW 2008 bzw. http://presse.lebensministerium.at/article/articleview/73127/ , eigene Berechnungen)	78
Tabelle 28: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen Biomasse aus der Forstwirtschaft des Lebensministeriums (Werte in PJ)	79
Tabelle 29: Potenzialabschätzung aus der Forstwirtschaft (Werte in PJ)	79
Tabelle 30: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Windenergie (Werte in PJ).....	80
Tabelle 31: Potenziale der Windkraft (Werte in PJ).....	80
Tabelle 32: „Effektive“ Solarerträge nach Ausrichtung und Anbringung der Module	81
Tabelle 33: Übersicht über die für Photovoltaik gut nutzbaren Flächen an und auf Gebäuden (Werte in km ²)	81
Tabelle 34: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Photovoltaik (Werte in PJ)	82
Tabelle 35: Erschließbare Potenziale bis 2050 (Werte in PJ)	83
Tabelle 36: Nutzbare Flächen laut Kaltschmitt (Kaltschmitt, M. et all. 2002)	84

Tabelle 37: Solarthermiefläche pro Kopf – Aufteilung nach Flächen (vgl. Weiss, W. 2008 sowie Brandstetter, F. 2008)	85
Tabelle 38: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Solarthermie (Werte in PJ)	85
Tabelle 39: Potenzialabschätzungen – Solarthermie (Werte in PJ)	85
Tabelle 40: Flächenbedarf Photovoltaik und Solarthermie sowie nutzbare Flächen laut IEA bzw. Kaltschnitt (werte in km ²).....	86
Tabelle 41: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen [PJ] – Wärmepumpe (Umgebungswärme)87	
Tabelle 42: Zusammenfassung Potenzialabschätzungen – Wärmepumpe (Umgebungswärme, Werte in PJ)	88
Tabelle 43: Potenziale der Geothermie (Werte in PJ)	89
Tabelle 44: Potenziale erneuerbarer Energien (Werte in PJ).....	90
Tabelle 45: Bevölkerungsentwicklung in Österreich in 2 Varianten.....	94
Tabelle 46: Bevölkerungsverteilung nach Gemeindegrößenklasse (in % der Gesamtbevölkerung) ...	95
Tabelle 47: Altersverteilung der Bevölkerung nach Gemeindegrößenklassen (in % der Einwohnerzahl der jeweiligen Größenklasse).....	96
Tabelle 48: Energetischer Endverbrauch [TJ] und Stromverbrauch [TJ] der privaten Haushalte im Basisjahr.....	99
Tabelle 49: Anzahl der Haushalte und Personen in diesen Haushalten 2005, 2020 und 2050 bei konstanter Bevölkerungszahl	100
Tabelle 50: Ausstattungsgrade [%] österreichischer Haushalte im Jahr 2005	101
Tabelle 51: Nutzenergiekategorien der Haushaltsgeräte	102
Tabelle 52: Durchschnittliche Verbräuche je Gerät [kWh/a] der Haushalte im Jahr 2005	103
Tabelle 53: Stromverbrauch [TJ] der österreichischen Haushalte für Haushaltsgeräte im Jahr 2005	104
Tabelle 54: WNF [m ²] des österreichischen Wohngebäudebestandes nach Bauperioden und Gebäudeklassen.....	105
Tabelle 55: Umrechnungsfaktoren von WNF auf BGF	106
Tabelle 56: BGF [m ²] des österreichischen Wohngebäudebestandes nach Bauperioden und Gebäudeklasse.....	106
Tabelle 57: Durchschnittlicher HWB [kWh/m ² a] nach Bauperioden und Gebäudeklasse (Lang 2007)	106
Tabelle 58: Energetischer Endverbrauch [TJ] (exklusive Strom) nach Energieträgern der Haushalte im Basisjahr; *HZ = Hauszentralheizungen; ET = UB = Energieträger = unbekannt	108
Tabelle 59: Energetischer Endverbrauch [TJ] (exklusive Strom) in der Kategorie Raumheizung im Basisjahr nach Energieträgern	108
Tabelle 60: Wirkungsgrade [%] lt. NEA 1998 und berechneter Nutzenergiebedarf [TJ]	109
Tabelle 61: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung nach Energieträgern	110
Tabelle 62: Wirkungsgrade [%] lt. NEA 1998 und berechneter Nutzenergiebedarf [TJ]	111
Tabelle 63: Durchschnittliche Wasserverwendung [l] pro Kopf und Tag	111
Tabelle 64: Verbrauch für unterschiedliche Beleuchtungsmittel im Basisjahr	113
Tabelle 65: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050	120
Tabelle 66: Durchschnittliche Verbräuche [kWh/a] der Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050	121
Tabelle 67: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050	122
Tabelle 68: HWB – Zielwerte [kWh/m ² a] für thermische Sanierungen nach Bauperioden.....	124
Tabelle 69: Abrissraten [%/a] nach Bauperioden	124
Tabelle 70: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020	125
Tabelle 71: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050	125
Tabelle 72: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020.....	126

Tabelle 73: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.....	127
Tabelle 74: Einsparpotenziale [%] bei Beleuchtungsmitteln.....	127
Tabelle 75: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050.....	132
Tabelle 76: Durchschnittliche Verbräuche [kWh/a] der Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050.....	133
Tabelle 77: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050.....	134
Tabelle 78: HWB-Zielwerte [kWh/m ² a] für thermische Sanierung nach Bauperioden.....	135
Tabelle 79: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020.....	136
Tabelle 80: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050.....	137
Tabelle 81: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020.....	138
Tabelle 82: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.....	138
Tabelle 83: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien.....	139
Tabelle 84: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Klimatisierung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien.....	139
Tabelle 85: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien.....	140
Tabelle 86: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien.....	140
Tabelle 87: Energetischer Endverbrauch [TJ] für Beleuchtung in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien.....	140
Tabelle 88: Energetischer Endverbrauch [TJ] der Haushalte in den Jahren 2005, 2020 und 2050, beide Szenarien.....	141
Tabelle 89: Bevölkerungsanzahl, Anzahl der Haushalte und Personen in diesen Haushalten 2005, 2020 und 2050 bei steigender Bevölkerungszahl.....	142
Tabelle 90: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050.....	144
Tabelle 91: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050.....	145
Tabelle 92: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020.....	146
Tabelle 93: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050.....	147
Tabelle 94: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020.....	147
Tabelle 95: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.....	148
Tabelle 96: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050.....	149
Tabelle 97: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050.....	150
Tabelle 98: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020.....	151
Tabelle 99: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050.....	152
Tabelle 100: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020.....	152
Tabelle 101: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.....	153
Tabelle 102: Bevölkerungsanzahl, Anzahl der Haushalte und Personen in diesen Haushalten 2005, 2020 und 2050.....	153

Tabelle 103: Ausstattungsgrade [%] im Basisjahr, 2020 und 2050	154
Tabelle 104: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050	155
Tabelle 105: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020	156
Tabelle 106: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050	156
Tabelle 107: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020.....	157
Tabelle 108: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.....	157
Tabelle 109: Ausstattungsgrade [%] der Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050	158
Tabelle 110: Stromverbrauch [TJ] für Haushaltsgeräte im Basisjahr, 2020 und 2050	159
Tabelle 111: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020	160
Tabelle 112: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050	160
Tabelle 113: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2020, alternative Betrachtung	161
Tabelle 114: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrad [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Raumheizung im Jahr 2050, alternative Betrachtung	161
Tabelle 115: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ] für Warmwasserbereitung im Jahr 2020.....	162
Tabelle 116: Nutzenergiebedarf [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch für Warmwasserbereitung im Jahr 2050.....	162
Tabelle 117: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors private Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050, beide Szenarien, Variante 1	163
Tabelle 118: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors private Haushalte im Basisjahr, 2020 und 2050, beide Szenarien, Variante 2	164
Tabelle 119: Energetische Endverbrauche [TJ] im Jahr 2050.....	165
Tabelle 120: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] im Basisjahr auf die Struktur der NEA 1998.....	166
Tabelle 121: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998.....	166
Tabelle 122: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998.....	167
Tabelle 123: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998	167
Tabelle 124: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 1 auf die Struktur der NEA 1998	167
Tabelle 125: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998.....	168
Tabelle 126: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Pragmatisch im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998.....	168
Tabelle 127: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2020 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998	168
Tabelle 128: Überführung des energetischen Endverbrauchs [TJ] lt. Szenario Forciert im Jahr 2050 bei Bevölkerungsvariante 2 auf die Struktur der NEA 1998	169
Tabelle 129: Die ÖNACE-Abschnitte des Dienstleistungsbereichs.....	170
Tabelle 130: Arbeitsstätten nach ÖNACE-Abschnitten	174
Tabelle 131: Flächen im Dienstleistungsbereich lt. Haas et al.	175
Tabelle 132: Energetischer Endverbrauch [TJ] und Stromverbrauch [TJ] des Sektors Dienstleistungsbereich im Basisjahr.....	176

Tabelle 133: Verbräuche [TJ] im Dienstleistungsbereich 2005 und im Basisjahr.....	177
Tabelle 134: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser.....	180
Tabelle 135: Energetischer Endverbrauch [TJ], Wirkungsgrade [%] und Nutzenergie [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Raumheizung im Sektor Dienstleistungsbereich.....	182
Tabelle 136: Energetischer Endverbrauch [TJ], Wirkungsgrade [%] und Nutzenergie [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Warmwasserbereitung im Sektor Dienstleistungsbereich.....	183
Tabelle 137: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und des Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV	184
Tabelle 138: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und des Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen	185
Tabelle 139: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs [TJ] und des Stromverbrauchs [TJ] in der Nutzenergiekategorie Standmotoren.....	185
Tabelle 140: Wirkungsgrade [%] für Dampferzeugung.....	194
Tabelle 141: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Raumheizung im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2020.....	198
Tabelle 142: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Raumheizung im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2050.....	198
Tabelle 143: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Warmwasser im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2020.....	199
Tabelle 144: Nutzenergie [TJ], Wirkungsgrade [%] und energetischer Endverbrauch [TJ], gegliedert nach Energieträgern, für Warmwasser im Sektor Dienstleistungsbereich im Jahr 2050.....	200
Tabelle 145: Energetische Endverbräuche [TJ] 2020 und 2050 im Vergleich mit 2005.....	200
Tabelle 146: Eigenschaften des Zukunftsgerätes EDV	205
Tabelle 147: Energetische Endverbräuche [TJ] 2020 und 2050 im Vergleich mit 2005.....	206
Tabelle 148: Eckdaten der Szenarien.....	207
Tabelle 149: Varianten der Beschäftigtenzahl	208
Tabelle 150: Energetische Endverbräuche [TJ] für Raumheizung und Warmwasser.....	210
Tabelle 151: Verbräuche [TJ] 2020 und 2050 für Bevölkerungsvariante 1 im Vergleich mit 2005.....	212
Tabelle 152: Energetische Endverbräuche [TJ] für Raumheizung und Warmwasser.....	213
Tabelle 153: Verbräuche [TJ] 2020 und 2050 für Bevölkerungsvariante 1 im Vergleich mit 2005.....	214
Tabelle 154: Wirtschaftsbereiche nach ÖNACE - Klassifikation, Abt. 10 bis 37 und 45	216
Tabelle 155: Energetischer Endverbrauch [TJ] lt. Gesamtenergiebilanz und im Basisjahr.....	217
Tabelle 156: Gewählte Struktur der Wirtschaftsbereiche des produzierenden Gewerbes und Entsprechungen in der ÖNACE Klassifikation	219
Tabelle 157: Aufteilung des energetischen Endverbrauchs auf Nutzenergiekategorien.....	222
Tabelle 158: Energetischen Endverbrauch [TJ] nach Sparten und Nutzenergiekategorien.....	222
Tabelle 159: Entwicklung des produktionsbedingten Energieeinsatzes [%].....	226
Tabelle 160: Entwicklung der Wirkungsgrade [%]	228
Tabelle 161: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Sparten	229
Tabelle 162: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Sparten	229
Tabelle 163: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern.....	230
Tabelle 164: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern.....	230
Tabelle 165: Entwicklung der Wirkungsgrade [%]	231
Tabelle 166: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Sparten	231

Tabelle 167: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Sparten	232
Tabelle 168: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2020 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern.....	232
Tabelle 169: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Jahr 2050 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern.....	233
Tabelle 170: Energetischer Endverbrauch [TJ] im Sektor Sachgüterproduktion im Basisjahr und beiden Szenarien, in den Jahren 2020 und 2050	233
Tabelle 171: Verbräuche [TJ] im Sektor Landwirtschaft 2005 und im Basisjahr	234
Tabelle 172: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Landwirtschaft im Basisjahr nach Energieträgerklassen und Nutzenergiekategorien	235
Tabelle 173: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2020 nach Energieträgerklassen und Nutzenergiekategorien	236
Tabelle 174: Energetischer Endverbrauch [TJ] des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2050 nach Energieträgerklassen und Nutzenergiekategorien	236
Tabelle 175: Wegzahl pro Person an Werktagen, Quellen: KONTIV 1998-2004, Mobilität in NÖ 2003, arithmetischer Mittelwert	242
Tabelle 176: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Mobilität in NÖ 2003.....	243
Tabelle 177: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Verkehr in Zahlen – Stadt Salzburg.....	243
Tabelle 178: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner.....	244
Tabelle 179: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Mobilität in NÖ 2003.....	244
Tabelle 180: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Kontiv 1998 – 2004 abgeändert.....	245
Tabelle 181: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner; Quelle: Mittelwert der Werte der beiden anderen Gemeindegrößenklassen	245
Tabelle 182: Durchschnittliche Weglänge [km] je Verkehrsmittel nach Gemeindegrößenklasse im Basisjahr; Quelle: Mobilität in NÖ 2003, Kontiv 1998-2004, atithmetischer Mittelwert.....	245
Tabelle 183: Wegzahl pro Person an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr. Quelle: Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004, arithmetischer Mittelwert	246
Tabelle 184: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr. Quelle: Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004	246
Tabelle 185: Durchschnittliche Länge [km] der Wege je Verkehrsmittel (in km) an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr. Quelle: Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004	246
Tabelle 186: Durchschnittliche Länge [km] einer Flugreise	248
Tabelle 187: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] im Basisjahr in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung	251
Tabelle 188: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse im Basisjahr; eigene Berechnung	251
Tabelle 189: Verkehrsleistung der Verkehrsträger in Österreich im Basisjahr ohne Flugverkehr; eigene Berechnung	252
Tabelle 190: Technologien und Treibstoffe im Personenverkehr	253
Tabelle 191: Spezifischer Energiebedarf [kWh/Pkm] einzelner Technologien im Personenverkehr; Quellen: IEA (2009)/Lufthansa, 7. Umweltkontrollbericht, VCÖ/VCD, Engel T. (2007),), Annahmen, Mittelwert Bahn/ÖPNV, ** Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen; *** Aufgrund höherer Reibungswiderstände und geringerer Auslastung höherer spez. Bedarf im Vergleich zur Bahn angenommen.	254

Tabelle 192: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie in den einzelnen Gemeindegrößenklassen im Personenverkehr	256
Tabelle 193: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung (in %) des Flugverkehrs	256
Tabelle 194: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Personen-Mobilität im Basisjahr	258
Tabelle 195: Anteil der einzelnen Verkehrsträger an der Verkehrsleistung; Quelle: Verkehr in Zahlen 2007	258
Tabelle 196: Technologien und Energieträger im Güterverkehr	259
Tabelle 197: Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm] einzelner Technologien im Güterverkehr; Quellen: Mittelwert Sechster und Siebenter Umweltkontrollbericht, Electric Truck Demonstration Project, Annahmen, * Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen	260
Tabelle 198: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie im Güterverkehr	261
Tabelle 199: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Güter-Mobilität im Basisjahr	262
Tabelle 200: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität im Basisjahr	263
Tabelle 201: Energiebedarf [PJ] für die gesamte Mobilität in den Jahren 2020 und 2050; Business as usual-Szenario	264
Tabelle 202: Wegzahl pro Person an Werktagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050, Quellen: KONTIV 1998-2004, Mobilität in NÖ 2003; Annahmen	265
Tabelle 203: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2020 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Annahme	266
Tabelle 204: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2050 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Annahme	266
Tabelle 205: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2020 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Annahme	267
Tabelle 206: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2050 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Annahme	267
Tabelle 207: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2020 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner	268
Tabelle 208: Anteil [%] der Wegzwecke an der Zahl der Wege je Altersklasse im Jahr 2050 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner	268
Tabelle 209: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quelle: Mobilität in NÖ 2003, Annahmen	268
Tabelle 210: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quelle: Kontiv 1998 – 2004 abgeändert, Annahme	269
Tabelle 211: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner; Quelle: Mittelwert der Werte der beiden anderen Gemeindegrößenklassen	269
Tabelle 212: Durchschnittliche Weglänge [km] je Verkehrsmittel nach Gemeindegrößenklasse im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050; Quelle: Mobilität in NÖ 2003, Kontiv 1998-2004, Annahme	269
Tabelle 213: Wegzahl pro Person an Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004, Annahme	270
Tabelle 214: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004, Annahme	270
Tabelle 215: Durchschnittliche Länge [km] der Wege je Verkehrsmittel an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004, Annahme	271

Tabelle 216: Durchschnittliche Länge [km] einer Flugreise.....	271
Tabelle 217: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung.....	272
Tabelle 218: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2005, 2020 und 2050; eigene Berechnung.....	272
Tabelle 219: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich im Basisjahr sowie den Jahren 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung.....	272
Tabelle 220: Verkehrsleistung[Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung.....	272
Tabelle 221: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2005, 2020 und 2050; eigene Berechnung.....	273
Tabelle 222: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich in den Jahren 2005, 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung.....	273
Tabelle 223: Technologien und Treibstoffe im Personenverkehr	273
Tabelle 224: Spezifischer Energiebedarf [kWh/Pkm] einzelner Technologien im Personenverkehr; Quellen: IEA (2009)/Lufthansa, 7. Umweltkontrollbericht, VCÖ/VCD, Engel T. (2007),), Annahmen, Mittelwert Bahn/ÖPNV, ** Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen; *** Aufgrund höherer Reibungswiderstände und geringerer Auslastung höherer spez. Bedarf im Vergleich zur Bahn angenommen.	274
Tabelle 225: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie in den einzelnen Gemeindegrößenklassen im Personenverkehr	275
Tabelle 226: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung des Flugverkehrs.....	275
Tabelle 227: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Personen-Mobilität in den Jahren 2020 und 2050.....	276
Tabelle 228: Transportleistung [Mio. tkm] im Jahr 2005, 2020 und 2050.....	277
Tabelle 229: Anteil [%] der Verkehrsträger an der Transportleistung.....	277
Tabelle 230: Technologien und Energieträger im Güterverkehr.....	277
Tabelle 231: Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm] einzelner Technologien im Güterverkehr; Quellen: Annahmen, Mittelwert Sechster und Siebenter Umweltkontrollbericht, Electric Truck Demonstration Project, * Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen.....	278
Tabelle 232: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie im Güterverkehr	279
Tabelle 233: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Güter-Mobilität in den Jahren 2005, 2020 und 2050.....	279
Tabelle 234: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 1	280
Tabelle 235: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 2	280
Tabelle 236: Wegzahl pro Person an Werktagen in den Jahren 2005, 2020 und 2050, Quellen: Annahmen, KONTIV 1998-2004, Mobilität in NÖ 2003	281
Tabelle 237: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse < 20.000 Einwohner; Quellen: Annahme, Mobilität in NÖ 2003	282
Tabelle 238: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse > 100.000 Einwohner; Quellen: Annahmen, Kontiv 1998 – 2004 abgeändert	282
Tabelle 239: Anteil [%] der Verkehrsmittel an der Zahl der Wege je Wegzweck in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in der Gemeindegrößenklasse 20.000 – 100.000 Einwohner; Quelle: Mittelwert der Werte der beiden anderen Gemeindegrößenklassen	282

Tabelle 240: Durchschnittliche Weglänge [km] je Verkehrsmittel nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2020 und 2050; Quellen: Annahme, Mobilität in NÖ 2003, Kontiv 1998-2004	283
Tabelle 241: Wegzahl pro Person an Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Annahme, Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004	283
Tabelle 242: Anteil der Verkehrsmittel [%] an der Zahl der Wege an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Annahmen, Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004	284
Tabelle 243: Durchschnittliche Länge [km] der Wege je Verkehrsmittel an Sonn- und Feiertagen im Basisjahr und in den Jahren 2020 und 2050. Quellen: Annahme, Mobilität in NÖ 2000, Kontiv 1998 – 2004.....	284
Tabelle 244: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung.....	285
Tabelle 245: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2020 und 2050; eigene Berechnung	285
Tabelle 246: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich im Basisjahr sowie den Jahren 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung.....	285
Tabelle 247: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050 in den einzelnen Gemeindegrößenklassen sowie des Flugverkehrs; eigene Berechnung.....	286
Tabelle 248: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger nach Gemeindegrößenklasse in den Jahren 2005, 2020 und 2050; eigene Berechnung	286
Tabelle 249: Verkehrsleistung [Mio. Pkm] der Verkehrsträger in Österreich in den Jahren 2005, 2020 und 2050 ohne Flugverkehr; eigene Berechnung	286
Tabelle 250: Spezifischer Energiebedarf [Mio. Pkm] einzelner Technologien im Personenverkehr; Quellen: IEA (2009)/Lufthansa, 7. Umweltkontrollbericht, VCÖ/VCD, Engel T. (2007), Annahmen, Mittelwert Bahn/ÖPNV, ** Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen; *** Aufgrund höherer Reibungswiderstände und geringerer Auslastung höherer spez. Bedarf im Vergleich zur Bahn angenommen.	287
Tabelle 251: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie in den einzelnen Gemeindegrößenklassen im Personenverkehr	288
Tabelle 252: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträger für die Personen-Mobilität 2020 und 2050.....	288
Tabelle 253: Transportleistung [Mio. tkm] in den Jahren 2005, 2020 und 2050.....	289
Tabelle 254: Anteil [%] der Verkehrsträger an der Transportleistung.....	289
Tabelle 255: Spezifischer Energiebedarf [kWh/tkm] einzelner Technologien im Güterverkehr; Quellen: Annahmen, Mittelwert Sechster und Siebenter Umweltkontrollbericht, Electric Truck Demonstration Project, * Aufgrund der Unterschiede bei der Technologiereife wird ein höherer spez. E-Verbrauch angenommen.....	290
Tabelle 256: Anteil [%] der einzelnen Technologien und Energieträger an der Verkehrsleistung der jeweiligen Modal-Split-Kategorie im Güterverkehr	290
Tabelle 257: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die Güter-Mobilität 2020 und 2050	291
Tabelle 258: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 1	291
Tabelle 259: Bedarf [PJ] an einzelnen Energieträgern für die gesamte Mobilität 2005, 2020 und 2050; Bevölkerungsvariante 2.....	292
Tabelle 260: Zusammenfassung: Personen- [Mio. Pkm] und Güterverkehrsleistung [Mio. tkm] der einzelnen Szenarien im Basisjahr sowie in den Jahren 2020 und 2050 (unterschieden nach den Bevölkerungsvarianten Variante 1 / Variante 2).....	294
Tabelle 261: Zusammenfassung: Energiebedarf für Mobilität in einzelnen Szenarien im Basisjahr sowie in den Jahren 2020, 2050 (unterschieden nach den Bevölkerungsvarianten Variante 1/Variante 2)	294
Tabelle 262: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Basisjahr	295
Tabelle 263: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020	296

Tabelle 264: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050	297
Tabelle 265: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020	297
Tabelle 266: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050	298
Tabelle 267: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020	299
Tabelle 268: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050	299
Tabelle 269: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2020	300
Tabelle 270: Energetischer Endverbrauch [TJ] nach Sektoren und Nutzenergiekategorien im Jahr 2050	301
Tabelle 271: Nicht energetischer Verbrauch [TJ] im Basisjahr	303
Tabelle 272: Der nicht energetische Verbrauch [TJ] beider Szenarien	305
Tabelle 273: Der Verbrauch Sektor Energie [TJ] lt. Gesamtenergiebilanz im Jahr 2005	306
Tabelle 274: Vergleich der EGR mit der GEB, Werte in Terajoule	307
Tabelle 275: Der VSE [TJ] des Jahres 2005	309
Tabelle 276: VSE [TJ] der Mineralölverarbeitung im Jahr 2020, beide Szenarien und Varianten	311
Tabelle 277: VSE [TJ] der Kokerei in den Jahren 2020 und 2050, beide Szenarien	312
Tabelle 278: VSE [TJ] der Abteilung 40 in den Jahren 2020 und 2050	313
Tabelle 279: Der Verbrauch Sektor Energie [TJ] für beide Szenarien, Bevölkerungsvarianten und die Jahre 2020 und 2050	314
Tabelle 280: Köhlereiausstoß	315
Tabelle 281: Heizwerte [GJ/t] der Holzgas- und Holzölbestandteile	316
Tabelle 282: Wirkungsgrade [%] des KWK-Parks im Basisjahr und den Jahren 2020 und 2050	318
Tabelle 283: Zusammenfassung der angenommenen Jahresverläufe [%]	325
Tabelle 284: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2020	327
Tabelle 285: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2050	327
Tabelle 286: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2020	328
Tabelle 287: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 1 im Jahr 2050	328
Tabelle 288: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2020	329
Tabelle 289: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2050	329
Tabelle 290: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2020	330
Tabelle 291: Jahresverläufe [TJ] für das Szenario Forciert, Bevölkerungsvariante 2 im Jahr 2050	330
Tabelle 292: Farbkodierung der Energieträgerklassen in den Energieflussbildern	335
Tabelle 293: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] im Basisjahr	337
Tabelle 294: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 1	340
Tabelle 295: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2	343
Tabelle 296: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1	346
Tabelle 297: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2	350

Tabelle 298: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 1	353
Tabelle 299: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2	356
Tabelle 300: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1	359
Tabelle 301: Exporte [PJ], Importe [PJ] und inländische Erzeugung [PJ] lt. Szenario Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2	364
Tabelle 302: Erneuerbare Anteile [%] im Basisjahr und im Szenario Forciert.....	371
Tabelle 303: Exporte [PJ] und Importe [PJ] bei Bevölkerungsvariante 1	372
Tabelle 3: Exporte [PJ] und Importe [PJ] bei Bevölkerungsvariante 2	373
Tabelle 4: Erneuerbare Anteile [%] im Basisjahr und im Szenario Forciert.....	376
Tabelle 302: Bruttoinlandsverbrauch [PJ] nach Energieträgern	391
Tabelle 303: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Energieträgern	391
Tabelle 304: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Sektoren	392
Tabelle 305: Energetischer Endverbrauch [PJ] nach Nutzenergiekategorien.....	392
Tabelle 306: Anteile [%] erneuerbarer Energie an BIV und EE	392
Tabelle 307: Importtangenten [TJ] nach Energieträgern	393

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Energetischer Endverbrauch im Sektor Landwirtschaft von 1970 bis 2006	27
Abbildung 2: Energetischer Endverbrauch im Sektor Sachgüterproduktion von 1970 bis 2006	28
Abbildung 3: Energetischer Endverbrauch im Sektor Mobilität von 1970 bis 2006	29
Abbildung 4: Energetischer Endverbrauch im Sektor Dienstleistungsbereich von 1970 bis 2006	29
Abbildung 5: Energetischer Endverbrauch im Sektor private Haushalte von 1970 bis 2006	30
Abbildung 6: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Traktion von 1995 bis 2006 ..	31
Abbildung 7: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser von 1995 bis 2006	32
Abbildung 8: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV von 1995 bis 2006	33
Abbildung 9: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Dampferzeugung von 1995 bis 2006	33
Abbildung 10: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen von 1995 bis 2006	34
Abbildung 11: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie Standmotoren von 1995 bis 2006	35
Abbildung 12: Energetischer Endverbrauch in der Nutzenergiekategorie elektrochemische Zwecke von 1995 bis 2006	35
Abbildung 13: Korrigierter energetischer Endverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren	40
Abbildung 14: Stromverbrauch im Sektor Landwirtschaft von 1970 bis 2006	45
Abbildung 15: Stromverbrauch im Sektor Sachgüterproduktion von 1970 bis 2006	45
Abbildung 16: Stromverbrauch im Sektor Mobilität von 1970 bis 2006	46
Abbildung 17: Stromverbrauch im Sektor Dienstleistungsbereich von 1970 bis 2006	47
Abbildung 18: Stromverbrauch im Sektor private Haushalte von 1970 bis 2006	48
Abbildung 19: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Traktion von 1995 bis 2006	49
Abbildung 20: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser von 1995 bis 2006	50
Abbildung 21: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Beleuchtung & EDV von 1995 bis 2006 ..	50
Abbildung 22: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Dampferzeugung von 1995 bis 2006	51
Abbildung 23: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Industrieöfen von 1995 bis 2006	52
Abbildung 24: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie Standmotoren von 1995 bis 2006	52
Abbildung 25: Stromverbrauch in der Nutzenergiekategorie elektrochem. Zwecke von 1995 bis 2006	53
Abbildung 26: Korrigierter Stromverbrauch 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren	56
Abbildung 27: Korrigiertes Energieflussbild Österreich 2005 – Basisjahr	62
Abbildung 28: 380 kV und 220 kV Leitungen in Österreich [Quelle: E-Control GmbH]	66
Abbildung 29: Die größten Erdgasleitungen Österreichs [Quelle: OMV]	67
Abbildung 30: Anteil der Beleuchtungsmittel am Verbrauch im Basisjahr (Quelle: Strom- und Gastagebuch)	113
Abbildung 31: Angenommene Wirkungsgrade laut Methodendokumentation NEA (Quelle: Statistik Austria)	172
Abbildung 32: Altersstruktur der Geräte im Dienstleistungsbereich (Quelle: Statistik Austria)	173
Abbildung 33: Schematische Darstellung der Beziehung von Endenergiebedarf zu Heizwärmebedarf, Heiztechnik – Energiebedarf, Hilfsenergie und Verlusten	181
Abbildung 34: Entwicklung des Energieeinsatzes im produzierenden Bereich (Nutzenergieanalyse Statistik Austria)	220

Abbildung 35: Entwicklung der Energieintensität im produzierenden Bereich (Nutzenergieanalyse Statistik Austria).....	220
Abbildung 36: Der tatsächliche Einsatz von Koks und „Heizöl schwer“ im Hochofen und seine Aufteilung in der Gesamtenergiebilanz	317
Abbildung 37: Jahresverlauf der Erzeugung aus Wasserkraft.....	321
Abbildung 38: Jahresverlauf der Erzeugung aus Windkraft.....	321
Abbildung 39: Jahresverlauf der Erzeugung aus Photovoltaik	322
Abbildung 40: Jahresverlauf der Stromproduktion in KWK-Anlagen	323
Abbildung 41: Jahresverlauf der Produktion in thermischen Kraftwerken	323
Abbildung 42: Jahresverlauf des Stromverbrauchs	324
Abbildung 43: Jahresverlauf des Pumpstroms	324
Abbildung 44: Angenommener Jahresverlauf des Pumpstromverbrauchs im Jahr 2050	325
Abbildung 45: Energieflussbild des Basisjahres	336
Abbildung 46: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, Bevölkerungsvariante 1, im Jahr 2020.	339
Abbildung 47: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2	342
Abbildung 48: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1	345
Abbildung 49: Energieflussbild des Szenarios Pragmatisch, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2	349
Abbildung 50: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 1..	352
Abbildung 51: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2020, bei Bevölkerungsvariante 2..	355
Abbildung 52: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 1..	358
Abbildung 53: Energieflussbild des Szenarios Forciert, im Jahr 2050, bei Bevölkerungsvariante 2..	363

Anhang 1: Expertenliste

Expertenliste

Nachfolgende Experten konnten gewonnen werden, ihr Fachwissen im Rahmen des Projekts einzubringen. Diese Experten wurden von **Umwelt Management Austria** und den Projektpartnern konsultiert und deren Expertise wurde im Rahmen des Projekts berücksichtigt.

Name des Experten	Organisation
ao.Univ.-Prof. Dr. Thomas Amon	BOKU Wien (Institut für Landtechnik)
Ing. Friedrich Bauer	Ing. Friedrich Bauer GmbH
Dr. Marcus Biberacher	Research Studios Austria
Dipl.-Ing. Friedrich Brandstetter	Arsenal Research
o.Univ.-Prof. DI Dr. Ing. Günther Brauner	TU-Wien (Elektr. Anlagen und Energiewirtschaft)
Dipl.-Ing. Thomas Bruckner	Wien Energie GmbH
Ing. Gerhard Drexler , MMSc	mondi business paper
Dipl.-Ing. Alfred Einfalt	TU-Wien (Elektr. Anlagen und Energiewirtschaft)
Dipl.-Ing. Hubert Fechner , MAS, MSc	FH Technikum Wien
Mag. Gregor Götzl	Geologische Bundesanstalt
Dipl.-Ing. Roger Hackstock	Austria Solar
Dipl.-Ing. Dietmar Hagauer	Österreichische Energieagentur
Mag. Stefan Hantsch	IG Windkraft
Dipl.-Ing. Eva-Maria Heigl	TU Graz (Institut für Prozess- und Partikeltechnik)
Mag. Manfred Heidegger	Solon Hilber Technologie GmbH
Dipl.-Ing. Friedrich Herzog	Enercon GmbH
Univ.-Prof. Dr. Hermann Hofbauer	TU Wien (Verfahrenstechnik, Umwelttechnik)
Dipl.-Ing. Horst Jauschnegg	Landwirtschaftskammer Steiermark
GF Robert Kanduth	GREENoneTEC Solarindustrie GmbH
Dipl.-Ing. Dr. Lukas Kranzl	TU-Wien (Elektr. Anlagen und Energiewirtschaft)
Dr. Hans Kronberger	Photovoltaik Austria
o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Reinhold W. Lang	Montanuniversität Leoben (Inst. Werkstoffkunde)
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Lindorfer	Johannes Kepler Universität (Energieinstitut)
Ing. Erich Mandl	Mandl & Ostermann GmbH
Dipl.-Ing. Dr. Helmu Matschnig	KWB – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Moitzi	BOKU Wien (Institut für Landtechnik)
Prof. Dr. Nebojsa Nakicenovic	TU-Wien (Elektr. Anlagen und Energiewirtschaft)
ao.Univ.-Prof. DI Dr. Michael Narodoslawsky	TU Graz (Prozess- und Partikeltechnik)
Mag. Nora Niemetz	TU Graz (Institut für Prozess- und Partikeltechnik)
Dipl.-Ing. Karl Ochsner	Ochsner Wärmepumpen GmbH

ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Pelikan	BOKU Wien (Wasserwirtschaft und Hydrologie)
Dipl.-Ing. Otto Pirker	VERBUND-Austrian Hydro Power AG
Mag. Stefan Plha	Mecca Environmental Consulting
Klemens Schadauer	BFW (Institut für Waldinventur)
Univ. Prof. DI Dr. techn. Josef Michael Schopf	TU Wien (Verkehrsplanung und Verkehrstechnik)
ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Schnitzer	TU Graz (Institut für Prozess- und Partikeltechnik)
ao.Univ.-Prof.Dr. Josef Spitzer	Joanneum Research (Inst. für Energieforschung)
Dipl.-Ing. Andreas Stampfl	Enercon GmbH
Mag. Gregori Stanzer	ÖIR (Österreichisches Institut für Raumplanung)
Ao.Univ.-Prof. Karl Steininger	Karl Franzens Uni-Graz (Klima, globaler Wandel)
Dipl.-Ing. Dr. Horst Steinmüller	Josef Kepler Universität Linz (Energieinstitut)
Andrea Stocker	SERI
Johann Taubinger	Kleinwasserkraft Österreich
Michaela Titz , BSc	TU Graz (Institut für Prozess- und Partikeltechnik)
Dipl.-Ing. Dr. Gernot Wallner	Montanuniversität Leoben (Inst. Werkstoffkunde)
Werner Weiss	AEE – Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie

Anhang 2: Zur Evaluierung der Szenarien eingeladene Experten

Titel	Vorname	Nachname	Einrichtung
Ao. Univ.-Prof.Dr.	Roland	Albert	Uni Wien
Ao.Univ.Prof. DI. Dr.	Thomas	Amon	BOKU
Univ.-Prof. Dr.	Hans	Aubauer	Uni-Wien
Dr.	Kurt	Bayer	
Dr.	Markus	Biberacher	Research Studios
O.Univ.Prof. DI. Dr.Ing.	Günther	Brauner	TU-Wien
Dr.	Rudolf	Bretschneider	Fessel-GfK
Ing. Dr.	Karin	Büchl-Krammerstätter	Magistrat der Stadt Wien
Univ.Prof. Dr.	Alexander	Cernusca	Universität Innsbruck
Ing.	Gerhard	Drexler, MSc	mondi business paper
DI	Hubert	Fechner, MAS, MSc	FH Technikum Wien
Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr.	Michael	Getzner	Universität Klagenfurt
Univ.-Prof. Dr.	Herbert	Gottweis	Universität Wien
Dr.	Herbert	Greisberger	ÖGUT
Ao.Univ.-Prof. DI. Dr.	Raimund	Haberl	BOKU
Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr.	Helmut	Haberl	Universität Klagenfurt
Mag.	Stefan	Hantsch	IG Windkraft Österreich
O. Univ.-Prof. Dr.	Markus	Hofreither	BOKU
Mag.	Ulfert	Höhne	
Univ.Doz. Mag. Dr.	Christine	Jasch	Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung
Univ.-Prof.Dr.	Ferdinand	Kerschner	Universität Linz
Mag. Dr.	Angela	Köppl	WIFO
O.Univ.Prof. Dr.	Helga	Kromp-Kolb	BOKU
Ing.	Günter	Lang	IG Passivhaus
Ing. Mag.	Herbert	Lechner	Österr. Energieagentur
Mag.	Stefan	Moidl	IG Windkraft
Univ. Prof. Dr. Dr.h.c.	Nebojsa	Nakicenovic	Technische Universität Wien
Univ.Prof.Dr.	Michael	Narodoslawsky	TU Graz
Dipl.-Ing.	Josef	Plank	RENERGIE
O. Univ.-Prof. Dr.	Bernhard	Raschauer	Universität Wien
o.Univ.-Prof. DI. Dr.	Gerd	Sammer	BOKU
Univ.-Prof. Dr.	Stefan	Schleicher	WIFO
Ao.Univ.-Prof.. Dr.	Hans	Schnitzer	TU Graz
Univ.-Prof. Dr.	Dieter	Segert	Universität Wien

	Christoph	Streissler	AK Wien
Univ.-Prof. Dr.	Gunther	Tichy	WIFO
Dr.	Eva	Waginger	Wirtschaftsuniversität Wien
Ao. Univ.-Prof. i.R. Dr.	Wolfgang	Waitzbauer	Universität Wien
o.Univ.-Prof. DI. Dr.	Gerlind	Weber	BOKU
Univ.Doiz.Dr.	Peter	Weish	
Hon.-Prof. DI. Dr.	Heinrich	Wolhmeyer	

Anhang 3: Unterlagen für Experten und Fragebogen



Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich

Hintergrund, Ziel und Aufbau des Projekts, Expertenevaluierung der Szenarien

Meist beruht die Entwicklung von Szenarien für eine künftige Energieversorgung – unter Variation einzelner Parameter (z.B. Ölpreis, BIP, ...) – im Wesentlichen doch auf einer Fortschreibung bisheriger Entwicklungen. Dies führt zu stark wachsenden Energieverbräuchen, die mit erneuerbaren Ressourcen nicht gedeckt werden können. Aufgrund der Endlichkeit fossiler Ressourcen muss dies allerdings langfristig gelingen, um die Energieversorgung in Österreich sichern. Das Projekt „Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich (ZEFÖ)“ wählt daher einen anderen Ansatz: es werden die langfristig zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energieressourcen ermittelt. Diesen wird sodann der Energiebedarf zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen, die allerdings keinesfalls abnehmen sollen, mit Berücksichtigung von Effizienzpotenzialen gegenübergestellt und daraus ein Energiefluss modelliert.

Im gegenständlichen Projekt werden drei Zeithorizonte betrachtet: 2005 als Basisjahr der Berechnungen und Überlegungen, 2020 als – teilweise schon erschöpfte – Übergangsphase und 2050 als Zielhorizont. Bis zum Jahr 2050 soll es gelingen, die Energieversorgung in Österreich ausschließlich auf erneuerbarer Basis zu sichern.

Für die zukünftige Entwicklung bis zum Jahr 2050, mit dem Zwischenschritt 2020, werden drei Szenarien betrachtet:

- Business as Usual: Fortschreibung bisheriger Trends und Entwicklungen.
- Pragmatisches Szenario: Eine Trendwende wird vor allem durch Förderungen, Anreize, etc. eingeleitet. Effizienzpotenziale werden nicht voll ausgeschöpft, neue Technologien kommen nur bedingt zum Einsatz.
- Forciertes Szenario: Eine Trendwende wird durch strenge regulative Eingriffe erzwungen. Effizienzpotenziale werden voll ausgeschöpft, neue Technologien kommen nahezu flächendeckend zum Einsatz.

All diese Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Annahmen für die Energiedienstleistungen der Zukunft, der realisierbaren Effizienzpotenziale und der eingesetzten Technologien. In allen Szenarien identisch sind allerdings die zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energieträger, deren Potenziale bereits unter Gesichtspunkten der ökologischen und sozialen Verträglichkeit abgeschätzt wurden.

Die Betrachtung der Ist-Situation (erneuerbare Quellen vs. Energieverbrauch) zeigt eine deutliche „Energieschlücke“; möchte man diese schließen, scheinen deutliche Änderungen im Vergleich zu den historischen und gegenwärtigen Entwicklungen erforderlich, die in den Szenarien „Pragmatisch“ und „Forciert“ angenommen wurden.

Die drei erarbeiteten Szenarien sollen hinsichtlich ausgewählter Kriterien durch hochrangige Experten verschiedenster Fachrichtungen bewertet werden. Ziel ist, damit jenes Szenario zu ermitteln, das – an den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung orientiert – am besten geeignet ist die Energieversorgung in Österreich langfristig, ökologisch und sozial verträglich sowie wirtschaftlich sinnvoll zu sichern.

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse des Projekts sowie die drei Szenarien in der gebotenen Kürze beschrieben. Anhand dieser Beschreibung bitten wir Sie, die Szenarien in beiliegenden Formblättern zu bewerten und diese drei Formblätter an **Umwelt Management Austria** zu retournieren.

Basisjahr

Es wurde ein statistisch bereinigtes Basisjahr hinsichtlich des Energieverbrauchs in Österreich errechnet. Basis hierfür waren die Gesamtenergiebilanz (Quelle: Statistik Austria) und Bilanz der elektrischen Energie (Quelle: Statistik Austria) für das Jahr 2005. Der energetische Endverbrauch des Basisjahres ist nachfolgend nach Nutzenergiekategorien und Sektoren dargestellt:

	VER	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	EE	BIV
LW	9.905	8.693	873	118	1.994	2.780	10	24.373	
SGP	-----	25.812	10.875	74.865	85.679	111.757	1.799	310.787	
TRA	341.126	-----	-----	-----	-----	-----	-----	341.126	
DL	-----	83.596	13.806	3.609	21.795	12.775	3	135.584	
HH	-----	199.176	7.107	-----	38.882	28.107	-----	273.272	
Σ	351.031	317.277	32.661	78.592	148.350	155.419	1.812	1.085.142	

Abb. 1: Korrigierter energetischer Endverbrauch (EE) und Bruttoinlandverbrauch (BIV) 2005 nach Nutzenergiekategorien und Sektoren in Terajoule (VER = Verkehr, RW = Raumwärme, Klimaanlage, Warmwasser, BE = Beleuchtung & EDV, D = Dampf, IÖ = Industrieöfen, SM = Standmotoren, ecZ = elektrochemische Zwecke, LW = Landwirtschaft, SGP = Sachgüterproduktion, TRA = Transport, SL = Dienstleistung, HH = Haushalte)

Verfügbare Ressourcen erneuerbarer Energieträger

Durch umfangreiche Literaturlauswertungen, Expertenbefragungen, eigene Abschätzungen und Berechnungen wurde ermittelt, wie hoch die Ressourcen erneuerbarer Energieträger im Jahr 2020 und 2050 unter Beachtung wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Aspekte sind:

		2020	2050
Wasserkraft		144,2	152,3
Biomasse	Landwirtschaft	80,0	160,0
	Forstwirtschaft	193,45	155,6
Windenergie		26,0	61,0
Photovoltaik		9,0	94,5
Solarthermie		27,0	90,0
Wärmepumpe		26,5	95,0
Geothermie			7,4
Summe		506,15	815,8

Abb. 2: Verfügbare erneuerbare Energieträger in den Jahren 2020 und 2050 (Werte in PJ)

Business-as-Usual-Szenario

Beschreibung Grundstruktur und Instrumente

Dieses Szenario beruht auf einer Fortschreibung des Trends der Entwicklung des Energieverbrauchs der letzten Jahre und extrapoliert diesen bis ins Jahr 2050. In diesem Szenario kommt es daher zu keinen Änderungen im Vergleich zur Ist-Situation. Gebäude werden nur in sehr geringem Maß thermisch saniert, effiziente Geräte nur in geringem Umfang eingesetzt. Die Verkehrsleistung steigt kontinuierlich. Der – nur in sehr geringem Umfang erfolgende – Einsatz effizienter Technologien wird durch neue Nutzungen, sorglosen Umgang mit der Ressource Energie, steigenden Konsum, uvam. überkompensiert. Kontinuierlich steigende Energieverbräuche sind die Folge.

Annahmen

Keine wesentlichen Änderungen im Geräteinsatz, Verbraucherverhalten und bei der Ausschöpfung der Effizienz-Potenziale im Vergleich zu den letzten Jahren.

Ergebnis

Die Ergebnisse der Trendfortschreibung sind in nachfolgender Tabelle bzw. Abbildung dargestellt. Es zeigt sich, dass es mit den verfügbaren erneuerbaren Energieressourcen nicht möglich ist, diesen Energiebedarf zu decken.

	2005	2020	2050
EE	1.085,1	1.407,6	2.052,6
LW	24,4	24,4	24,4
SGP	310,8	409,8	607,8
TRA	341,1	518,1	872,1
DL	135,6	170,1	239,1
HH	273,3	318,3	408,3
Σ^{SEK}	1085,1	1.440,7	2.151,7
VER	351,0	528,0	882,0
RW	317,3	365,3	461,3
BE	32,7	41,7	59,7
D	78,6	87,6	105,6
IÖ	148,4	191,9	278,9
SM	155,4	228,9	375,9
ecZ	1,8	2,7	4,5
Σ^{NEK}	1085,1	1.446,1	2.167,9

Abb. 3: Ergebnisse der linearen Trendfortschreibung bis 2020 bzw. 2050 (in PJ)

Pragmatisches Szenario

Beschreibung Grundstruktur und Instrumente

Bei diesem Szenario wird eine Trendwende hinsichtlich der Energieverbrauchsmuster vorwiegend durch finanzielle Anreize, Förderungen, Bewusstseinsbildung, und Ausbildung initiiert. Ordnungsrechtliche Normvorgaben kommen nur in relativ geringem Maß zum Tragen. Damit wird ein Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel angeregt, Siedlungsstrukturen werden belebt, effizientere Geräte eingesetzt, Häuser thermisch saniert. Förderungen im Bereich der Güterproduktion sorgen für effizientere Produktionsmethoden und Knappheit einzelner Ressourcen führen zu alternativem Rohstoffeinsatz. All dies bewirkt allerdings keine Reduktion der Energiedienstleistungen oder eine Verringerung des Wohlstandes, vielmehr gelingt es durch effizienten, intelligenten Energieeinsatz diesen bei geringerem Ressourcenverbrauch noch auszubauen. Mit diesen Entwicklungen einher geht ein – bereits in den letzten Jahren festzustellender – gesellschaftlicher Wandel: das Pensionsalter steigt und damit auch die Dauer der Erwerbstätigkeit. Diese wird aber aufgrund von Telearbeitsplätzen vermehrt von zu Hause ausgeübt; auch bei der Versorgung schaffen Online-Shops die Chance die Bedürfnisse von zu Hause aus zu befriedigen. Siedlungsstrukturen werden wieder lebenswerter und als solche auch genutzt, gleichzeitig kommt es zur Konzentration von spezifischen Freizeitangeboten an einzelnen Orten.

Annahmen

Es wurde angenommen, dass die Rate der thermischen Wohngebäudesanierung bei 1,5% pro Jahr liegt und die Sanierung ab 2020 auf einen Heizwärmebedarf von 40 kWh/m²a erfolgt. Beim Neubau wird bis zum Jahr 2020 ein Heizwärmebedarf von 40 kWh/m²a, ab diesem Zeitpunkt ein Heizwärmebedarf von 25 kWh/m²a angenommen. Zudem wurde angenommen, dass die Wohnnutzfläche pro Person von derzeit knapp unter 41m² bis zum Jahr 2050 auf 45m² anwachsen wird.

Bei den Haushaltsgeräten wurde davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2050 alle Elektrogeräte zumindest einmal getauscht und durch effizientere Geräte ersetzt wurden. Die theoretischen Effizienzpotenziale bei einzelnen Geräten sind beträchtlich; in diesem Szenario wurde allerdings davon ausgegangen, dass sie nur z.T. ausgeschöpft werden (z.B. Durchschnittlicher Verbrauch pro Jahr sinkt bei Kühlgeräten von 357,9 kWh im Basisjahr auf 134 kWh im Jahr 2050, beim PC von 179 auf 160). Darüber hinaus wurde davon ausgegangen, dass mit Ausnahme der Gefriergeräte und der Festnetz-Telefone der Ausstattungsgrad an Geräten steigt. Auch wurde ein „Zukunftsgerät“ in die Überlegungen integriert, das den Verbrauch von „neuen Erfindungen“, die in den Alltag Einzug halten, berücksichtigt.

Hinsichtlich des Warmwasserverbrauchs in Haushalten wird angenommen, dass sich der Verbrauch pro Kopf und Tag von 40 Liter bis 2050 auf 34 Liter reduzieren lässt. Dieser Einsparung wirkt die Annahme entgegen, dass in Zukunft das Wasser auf 60°C erhitzt wird, und nicht mehr auf nur 55°C.

Bei den Beleuchtungsmitteln wurde angenommen, dass bis zum Jahr 2050 der Umstieg auf die LED- oder eine vergleichbare Technologie erfolgt.

Bei der Sachgüterproduktion wird von einer Änderung der Menge und der Art der produzierten Produkte ausgegangen. Es wird eine Zunahme des Leichtbaus und der energiesparenden Technologien, vor allem bei Gebäuden und Fahrzeugen, sowie eine Steigerung der flexiblen Fahrzeugsysteme und der Elektromobilität angenommen. Zudem wurde von einer verstärkten Nutzung von biogenen Materialien, Holz, Naturstoffen, Fasern, etc. ausgegangen. Daneben wird von einer Effizienzsteigerung bei den eingesetzten

Technologien in Form einer Erhöhung der Wirkungsgrade (z. B. Verbrennungsmotoren von 30% auf 33%, Wärmebereitstellung von 70% auf 75%) ausgegangen. All diese Entwicklungen kommen bis 2020 allerdings nur in sehr geringem Umfang bei gleichzeitiger Produktionsausweitung zum Tragen, weshalb der Energiebedarf bis zu diesem Zeitpunkt real ansteigen wird. Erst ab 2020 sind reale Abnahmen gegenüber dem Wert von 2020 zu erwarten.

Im Bereich Dienstleistung wird davon ausgegangen, dass die Gebäude bis zum Jahr 2020 mit einer Rate von 1% pro Jahr auf einen HWB von 70 kWh/m²a thermisch saniert werden, sowie bis zum Jahr 2050 mit einer Rate von 1,5% auf einen HWB von 40kWh/m²a. Die Effizienzpotenziale bei der Warmwasserbereitstellung wurden mit ca. 45%, jene für das Kochen mit 50% und jene für die elektrischen Großgeräte mit 10% angenommen. Zudem wurde angenommen, dass ein Großteil der im Dienstleistungsbereich eingesetzten Geräte bis zum Jahr 2050 zumindest zwei Mal ersetzt wird.

Bei der Landwirtschaft wurden keine Änderungen beim Verbrauch im Laufe der Jahre angenommen.

Bei der Mobilität wird davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Wegzahl leicht ansteigt, es aber zu einer Veränderung des Anteils der Wegzwecke an der Wegzahl kommt. Zudem wird davon ausgegangen, dass sich der Modal-Split zugunsten des Fuß-, Rad- und Öffentlichen Verkehrs verschiebt (von F: 2,2%, R: 1,5%, ÖV: 27%, MIV: 69% zu F: 3,1%, R: 3,4%, ÖV: 35%, MIV: 58,5%, jeweils bezogen auf die Verkehrsleistung im Personen- ohne Flugverkehr). Beim Flugverkehr wird mit deutlichen Abnahmen gerechnet. Es wird zudem von einem steigenden Anteil an Fahrzeugen, die mit Biogas, Biotreibstoff sowie Storm betrieben sind, ausgegangen (z.B. 80% der MIV-Verkehrsleistung in Städten wird 2050 mit Elektroautos erbracht). Zudem wird angenommen, dass der spezifische Energiebedarf der einzelnen Technologien sinkt (z.B. Bahn von 0,09kWh/Pkm auf 0,07kWh/Pkm im Jahr 2050). Beim Güterverkehr wird angenommen, dass die Verkehrsleistung des Transit- sowie Ziel- und Quellverkehr bis 2050 gegenüber dem Basisjahr nur um 7% wächst, jene des Binnenverkehrs um 9,4%.

Ergebnis

Der Energiebedarf dieses Szenarios ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Die daran anschließende Abbildung stellt den Energiefluss 2050 für dieses Szenario dar. Es zeigt sich, dass dieses Szenario mit den im Jahr 2050 zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energieressourcen das Auslangen noch nicht vollständig findet, dies aber absehbar ist.

	VER	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	Σ
LW	9,9	8,3	0,9	0,1	2,0	2,8	0	24,0
SGP	-----	27,4	3,0	72,9	84,5	121,6	1,8	311,2
TRA	170,1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	170,1
DL	-----	45,4	6,4	4,0	23,3	20,1	0	99,2
HH	-----	78,4	5,8	-----	29,5	20,9	-----	134,6
Σ	180,0	159,5	16,1	77,0	139,3	165,4	1,8	739,1

Abb. 5: Energiebedarf Szenario Pragmatisch im Jahr. 2050 (in PJ)

Forciertes Szenario

Beschreibung Grundstruktur und Instrumente

Bei diesem Szenario wird eine Trendwende hinsichtlich der Energieverbrauchsmuster zusätzlich (neben den bereits im pragmatischen Szenario genannten Instrumenten, die z.T. stringenter konzipiert werden) durch strenge gesetzliche Vorschriften, Ver- und Gebote mit Sanktionen und durch einen konsequenten Vollzug der Normen erreicht. Damit wird ein deutlicher Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel bewirkt, kompakte, multifunktionale Siedlungen werden geschaffen, der Einsatz effizienterer Geräte wird ebenso wie die Forcierung der thermischen Gebäudesanierung durchgesetzt. Aufgrund von Auflagen kommen in der Güterproduktion effizientere Produktionsmethoden zum Einsatz. Die Knappheit einzelner Ressourcen und einschlägige Normen führen zu alternativem Rohstoffeinsatz. All dies bewirkt allerdings in Summe ebenfalls keine Reduktion der Energiedienstleistungen oder eine Verringerung des Wohlstandes, vielmehr gelingt es durch effizienten, intelligenten Energieeinsatz die Standards bei geringerem Ressourcenverbrauch zumindest zu halten. Allerdings wurden gewisse geringfügige Einschränkungen wie bspw. die Abnahme der Wohnnutzfläche pro Kopf und ein Verzicht auf einzelne – objektiv entbehrliche – Dienste angenommen. Mit diesen Entwicklungen einher geht ein – auch im pragmatischen Szenario analog angenommener – gesellschaftlicher Wandel: das Pensionsalter steigt und damit auch die Dauer der Erwerbstätigkeit. Diese wird aber aufgrund von Telearbeitsplätzen vermehrt von zu Hause ausgeübt; auch bei der Versorgung schaffen Online-Shops die Chance die Bedürfnisse von zu Hause aus zu befriedigen. Siedlungsstrukturen werden wieder lebenswerter und als solche auch genutzt, gleichzeitig kommt es zur Konzentration von spezifischen Freizeitangeboten an einzelnen Orten.

Annahmen

Es wurde angenommen, dass die Rate der thermischen Wohngebäudesanierung bei 3% pro Jahr liegt und die Sanierung ab 2020 auf einen Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a erfolgt. Beim Neubau wird bis zum Jahr 2020 ein Heizwärmebedarf von 30 kWh/m²a, ab diesem Zeitpunkt ein Heizwärmebedarf von 10 kWh/m²a angenommen. Zudem wurde angenommen, dass die Wohnnutzfläche pro Person von derzeit knapp unter 41m² bis zum Jahr 2050 auf 39m² sinken wird.

Bei den Haushaltsgeräten wurde davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2050 alle Elektrogeräte zumindest einmal getauscht und durch weitaus effizientere Geräte ersetzt wurden. Die theoretischen Effizienzpotenziale bei einzelnen Geräten sind beträchtlich, und werden in diesem Szenario fast vollständig ausgeschöpft (z.B. Durchschnittlicher Verbrauch pro Jahr sinkt bei Kühlgeräten von 357,9 kWh im Basisjahr auf 70 kWh im Jahr 2050, beim PC von 179 auf 50). Es wird von einer größeren Zahl an Gerätegruppen ausgegangen, bei denen der Ausstattungsgrad nicht steigt (z.B. Gefriergeräte, Festnetz-Telefone, Föhn, Mikrowelle). Auch wurde ein „Zukunftsgerät“ in die Überlegungen integriert, das den Verbrauch von „neuen Erfindungen“ die – allerdings in geringerem Umfang als im pragmatischen Szenario – in den Alltag Einzug halten, berücksichtigt.

Hinsichtlich des Warmwasserverbrauchs in Haushalten wird angenommen, dass sich der Verbrauch pro Kopf und Tag von 40 Liter bis 2050 auf 31,5 Liter reduzieren lässt. Dieser Einsparung wirkt die Annahme entgegen, dass in Zukunft das Wasser auf 60°C erhitzt wird, und nicht mehr auf nur 55°C.

Bei den Beleuchtungsmitteln wurde – wie im pragmatischen Szenario – angenommen, dass bis zum Jahr 2050 der Umstieg auf die LED- oder eine vergleichbare Technologie erfolgt.

Bei der Sachgüterproduktion wird von einer Änderung der Menge und der Art der produzierten Produkte ausgegangen. Es wird analog zum pragmatischen Szenario eine Zunahme des Leichtbaus und der energiesparenden Technologien, vor allem bei Gebäuden und Fahrzeugen, sowie eine Steigerung der flexiblen Fahrzeugsysteme und der Elektromobilität angenommen. Zudem wurde von einer verstärkten Nutzung von biogenen Materialien, Holz, Naturstoffen, Fasern, etc. ausgegangen. Daneben wird von einer Effizienzsteigerung bei den eingesetzten Technologien in Form einer Erhöhung der Wirkungsgrade (z. B. Verbrennungsmotoren von 30% auf 40%, Wärmebereitstellung von 70% auf 90%) ausgegangen. All diese Entwicklungen kommen unmittelbar ab dem Basisjahr zum Tragen, weshalb der Energiebedarf nicht erst stark verzögert real zu sinken beginnt.

Im Bereich Dienstleistung wird davon ausgegangen, dass die Gebäude bis zum Jahr 2020 mit einer Rate von 1,33% pro Jahr auf einen HWB von 40 kWh/m²a thermisch saniert werden, sowie bis zum Jahr 2050 mit einer Rate von 2% auf einen HWB von 15 kWh/m²a. Die Effizienzpotenziale bei der Warmwasserbereitstellung wurden mit ca. 60%, jene für das Kochen mit 75% und jene für die elektrischen Großgeräte mit 30% angenommen. Zudem wurde angenommen, dass ein Großteil der im Dienstleistungsbereich eingesetzten Geräte bis zum Jahr 2050 zumindest zwei Mal ersetzt wird.

Bei der Landwirtschaft wurden keine Änderungen beim Verbrauch im Laufe der Jahre angenommen.

Bei der Mobilität wird davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Wegzahl bis 2050 um 10% abnimmt und es zu einer Veränderung des Anteils der Wegzwecke an der Wegzahl kommt. Zudem wird davon ausgegangen, dass sich der Modal-Split zugunsten des Fuß-, Rad- und Öffentlichen Verkehrs verschiebt (von F: 2,2%, R: 1,5%, ÖV: 27%, MIV: 69% zu F: 3,8%, R: 7,6%, ÖV: 61,9%, MIV: 26,8%, jeweils bezogen auf die Verkehrsleistung im Personen- ohne Flugverkehr). Beim Flugverkehr wird mit entschiedenen Abnahmen gerechnet. Es wird zudem von einem steigenden Anteil an Fahrzeugen, die mit Biogas, Biotreibstoff sowie Storm betrieben sind, ausgegangen (z.B. 100% der MIV-Verkehrsleistung in Städten wird 2050 mit Elektroautos erbracht). Zudem wird angenommen, dass der spezifische Energiebedarf der einzelnen Technologien sinkt (z.B. Bahn von 0,09kWh/Pkm auf 0,05kWh/Pkm im Jahr 2050). Beim Güterverkehr wird angenommen, dass die Verkehrsleistung des Transitverkehrs im Vergleich zum Basisjahr stabil bleibt, der Ziel- und Quellverkehr bis 2050 gegenüber dem Basisjahr allerdings um ca. 1,5% wächst, der Binnenverkehr um 9,4%.

Ergebnis

Der Energiebedarf dieses Szenarios ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Die daran anschließende Abbildung stellt den Energiefluss 2050 für dieses Szenario dar. Es zeigt sich, dass dieses Szenario mit den im Jahr 2050 zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energieressourcen das Auslangen findet.

	VER	RW	BE	D	IÖ	SM	ecZ	Σ
LW	9,9	8,3	0,9	0,1	2,0	2,8	0	24,0
SGP	-----	24,8	2,8	66,1	76,6	110,3	1,6	282,2
TRA	77,1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	77,1
DL	-----	18,7	4,0	3,8	19,2	10,3	0	56,0
HH	-----	27,7	3,2	-----	26,7	13,7	-----	71,3
Σ	87,0	79,5	10,9	70,0	124,5	137,1	1,6	510,6

Abb. 7: Energiebedarf Szenario Forciert im Jahr. 2050 (in PJ)

E IMPORTIERTE und NICHT ERNEUERBARE
g^a INLÄNDISCHE Energieträger

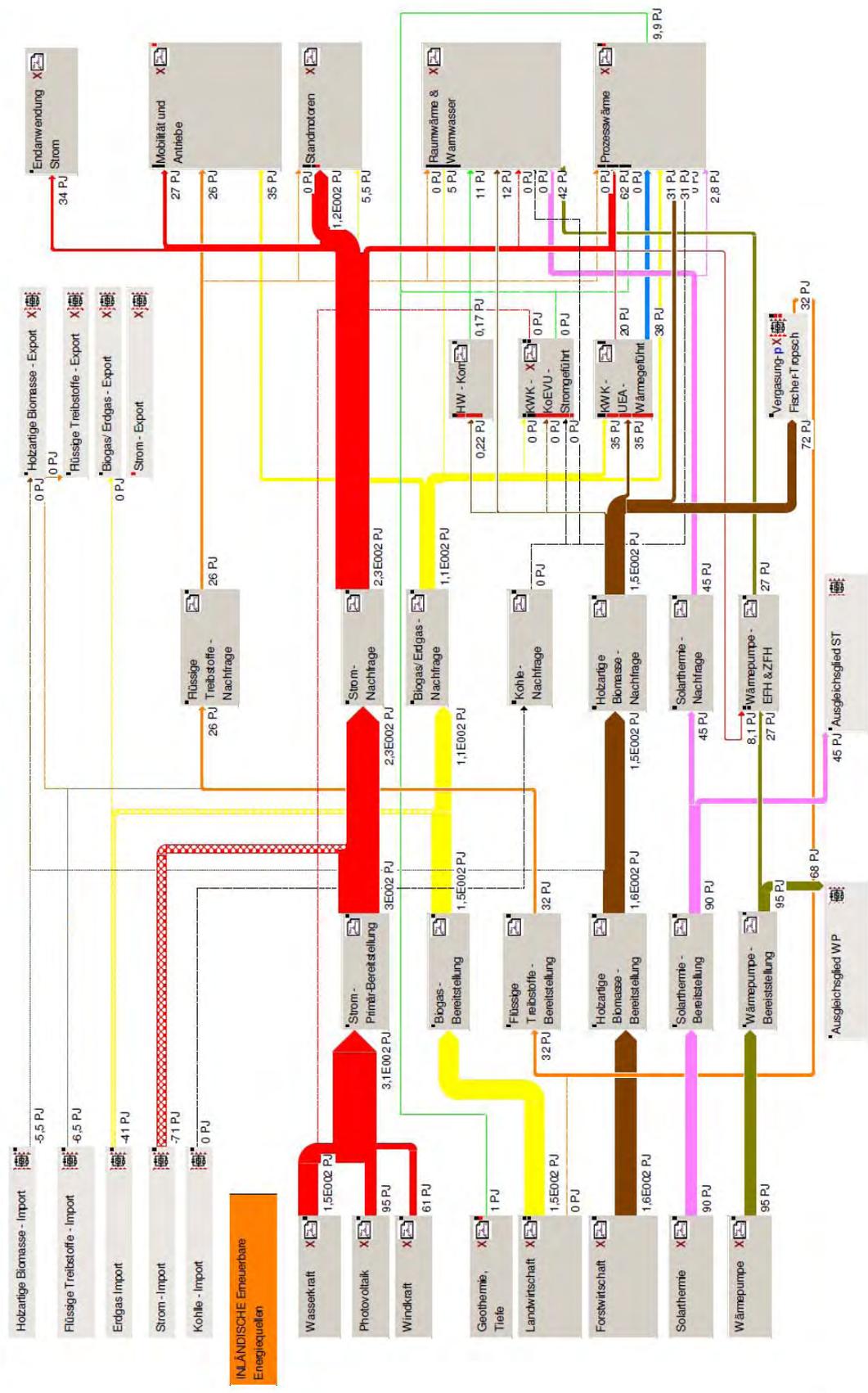
Bereitstellung der Energieträger

Vergleich Bereitstellung - Nachfrage

Nachfrage an Energieträgern

Umwandlung - Export

Anwendung und Bedarf



BEWERTUNG SZENARIO BUSINESS-AS-USUAL

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung des Szenarios hinsichtlich folgender Aspekte bekannt:

-
1. Das Szenario trägt zur erforderlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen in Österreich

1 2 3 4 5 6

in ausreichendem Maß

nicht bei

2. Die Umsetzung des Szenarios sichert bzw. verbessert die Qualität des Naturraums, die Biodiversität und die ökologische Funktionsfähigkeit in Österreich

1 2 3 4 5 6

in ausreichendem Maß

nicht

3. Die Umsetzung des Szenarios führt zu einer nachteiligen Veränderung des Landschaftsbildes in

1 2 3 4 5 6

keinem Fall

hohem Maß

4. Die Umsetzung des Szenarios trägt zur stofflichen Ressourcenschonung in Österreich

1 2 3 4 5 6

in hohem Maß

nicht bei

5. Die Umsetzung des Szenarios trägt zur energetischen Ressourcenschonung in Österreich

1 2 3 4 5 6

in hohem Maß

nicht bei

6. Selbst wenn einzelne Annahmen des Szenarios nicht zutreffend sind oder Maßnahmen nicht vollständig umgesetzt werden erlaubt dieses Szenario die langfristige Sicherung der Energieversorgung in Österreich

1 2 3 4 5 6

mit großer Wahrscheinlichkeit

nicht

7. Mit der Umsetzung des Szenarios kann eine Energieautarkie in Österreich

1
2
3
4
5
6

gelingen

nicht gelungen

8. Die Umsetzung des Szenarios bewirkt hinsichtlich der Energieversorgung in Österreich eine

1
2
3
4
5
6

hohe Versorgungssicherheit

keine Versorgungssicherheit

9. Durch die Umsetzung des Szenarios werden neue Arbeitsplätze in Österreich

1
2
3
4
5
6

in hoher Zahl

nicht geschaffen

10. Die Umsetzung des Szenarios trägt zu einer Steigerung der Wertschöpfung in Österreich

1
2
3
4
5
6

in hohem Maß

nicht bei

11. Die Gefahrenpotenziale im österreichischen Energiesystem nehmen durch die Umsetzung des Szenarios

1
2
3
4
5
6

deutlich ab

deutlich zu

12. Die Umsetzung des Szenarios fördert die Regionalität in Österreich

1
2
3
4
5
6

in hohem Maß

nicht

13. Die Umsetzung des Szenarios fördert die Einbindung und Mitsprachemöglichkeit der Bürger

1
2
3
4
5
6

in hohem Maß

nicht

14. Die Umsetzung des Szenarios erhöht die Kaufkraft der österreichischen Bevölkerung

1
2
3
4
5
6

deutlich

nicht

15. Durch die Umsetzung des Szenarios wird die Handelsbilanz Österreichs

1
2
3
4
5
6

verbessert

verschlechtert

16. Die Akzeptanz der österreichischen Bevölkerung für die Verwirklichung dieses Szenarios ist

1
2
3
4
5
6

hoch

nicht gegeben

17. Die persönliche Entscheidungsfreiheit eines jeden einzelnen Bürgers in Österreich wird durch die Umsetzung des Szenarios

1
2
3
4
5
6

deutlich erhöht

deutlich reduziert

18. Die Umsetzung des Szenarios erhöht die Stabilität des österreichischen Energiesystems

1
2
3
4
5
6

in hohem Maße

nicht

19. Die Umsetzung des Szenarios ist

1
2
3
4
5
6

leicht möglich

sehr schwierig

20. Die Umsetzung des Szenarios ist mit den derzeitigen Interessenslagen in Österreich und den politischen Entscheidungsprozessen

1
2
3
4
5
6

leicht vereinbar

unvereinbar

Bitte per FAX (02742/294-17451) oder Mail (uma@noe-lak.at) bis 19.05.2010 an Umwelt Management Austria retournieren