

KOMEOS – Konzeption von Modellen multifunktionaler Energiezentren für die Ost-Steiermark

M. Mandl, G. Gwehenberger, M. Narodoslawsky,
C. Krotscheck, B. Birnstingl-Gottinger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

55/2010

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>

KOMEOS – Konzeption von Modellen multifunktionaler Energiezentren für die Ost-Steiermark

Bakk. Birgit Birnstingl-Gottinger (Ökocluster)

Christian Luttenberger (EU Regionalmanagement Oststeiermark)

Bakk. Birgit Birnstingl-Gottinger
(ARGE Kreislaufwirtschaften mit Mischkulturen)

Ing. Karl Puchas (LEA Lokale Energieagentur)

Ing. Leo Riebenbauer (TB für erneuerbare Energie Riebenbauer)

Dr. Christian Krotscheck (Natan - Technisches Büro Krotscheck)

Erwin Stubenschrott, Dr. Jauschnegg (KWB Biomasseheizungen)

DI Michael Mandl, Maximilian Lauer
(JOANNEUM RESEARCH Forschungsges. mbH)

Prof. Dr. M. Narodoslowsky, DI Gernot Gwehenberger
(TU Graz, Institut für Prozesstechnik)

Hitzendorf, August 2008

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

August 2008

Gewidmet Dipl.-Ing. Gernot Gwehenberger
In memoriam † Feb. 2008



Inhaltsverzeichnis

Deutsche Kurzfassung	2
Englische Kurzfassung	3
Projektabriss.....	4
Einleitung – Motivation.....	4
Regionale Rahmenbedingungen und konkrete Ausgangslage.....	5
Koppelnutzungsansätze	6
Identifizieren der Optima multifunktionaler Energiezentren	7
Kennzahlen für die optimierten MFZ-Strukturen.....	11
Beurteilung der Nachhaltigkeit der optimierten MFZ-Struktur.....	11
Schlussfolgerungen und übertragbare Aussagen.....	12
Verwertung und Dissemination der Ergebnisse.....	14
Einleitung.....	15
Allgemeine Einführung und Fokus.....	15
Vorarbeiten	15
Einpassung in die Programmlinie	16
Aufbau des Berichts – Thematischer Überblick	17
Ziele des Projekts.....	20
Inhalte und Ergebnisse des Projekts.....	21
Auswahl und Beschreibung der Standorte	21
Standort St. Margarethen an der Raab	22
Gnas.....	23
Sebersdorf.....	24
Friedberg/ Pinggau.....	24
Rahmenbedingungen der Landwirtschaft und Rohstofflogistik.....	26
Beschreibung der landwirtschaftlichen und geographischen Strukturen	26
Flächennutzung der Oststeiermark.....	26
Landwirtschaftliche Einflussfaktoren für multifunktionale Energiezentren	28
Rohstofflogistik.....	30
Konzeption von Modellsituationen und Beschreibung der potentiellen Koppelnutzungsansätze	31
Modellierung und Identifikation von optimalen Lösungen.....	38
Ziel der Modellierung.....	38
Die Methodik der Prozessanalyse.....	39
Allgemeine Grundlagen der Strukturoptimierung multifunktionaler Energiezentren	42
Weitere grundlegende Inputdaten für die Modellierung	46
Ergebnisse der Modellbildung	48
Standort Gnas	49
Standort St. Margarethen.....	57
Standort Sebersdorf	64
Standort Friedberg	71
Wirtschaftliche Kenndaten für MFZ	76

Die Problematik der Kosten und Erlösallokation in MFZ.....	76
Der relative Kooperationsvorteil.....	77
Kooperationseffizienz.....	78
Anwendung der Maßzahlen auf die untersuchten Fallstudien.....	79
Innovationsgehalt und Relevanz der generierten Multifunktionalen Energiezentren.....	80
Beurteilung der Nachhaltigkeit der Modelle.....	82
Zielsetzung und Vorgangsweise der Nachhaltigkeitsbeurteilung.....	82
Beschreibung der Methode des Sustainable Process Index- SPI.....	84
Detailergebnisse zur Nachhaltigkeit der Modelle.....	87
Zusammenfassung der Bewertung ökologischer Nachhaltigkeit.....	91
Dissemination der Projektergebnisse.....	93
Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie.....	95
Beitrag des Projekts zu den Gesamtzielen.....	95
Einbeziehung der Zielgruppen.....	95
Nutzen der Zielgruppen aus den Projektergebnissen.....	96
Beschreibung des Umsetzungs- und Demonstrationspotentials der Projektergebnisse.....	97
Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen.....	100
Ausblick und Empfehlungen.....	103
Literaturverzeichnis.....	104
Abbildungsverzeichnis.....	106
Tabellenverzeichnis.....	107
Anhang A: Die Ausgangssituation aus der Perspektive der Landwirtschaft.....	109
Die Bedeutung der Landwirtschaft und die Frage der Ressourcensicherung.....	109
Übergeordnete Rahmenbedingungen (ÖPUL).....	110
Landwirtschaftliche statistische Daten.....	110
Statistische Daten Gesamtsteiermark.....	112
Situation Oststeiermark.....	116
Landwirtschaft.....	116
Statistische Daten Oststeiermark - Landwirtschaft.....	116
Energiepflanzen.....	118
Stellenwert der Nutztierhaltung in der Oststeiermark.....	119
Forstwirtschaft.....	122
Statistische Daten Oststeiermark – Forstwirtschaft.....	122
Obst und Wein:.....	123
Allgemeine Preissituation der Rohstoffe und ihre Auswirkung auf das Gesamtsystem.....	123
Betriebsgrößen.....	124
Rohstofflogistik.....	125
Anhang B: Standortbeschreibung.....	127
1) Standort St. Margarethen/ Raab.....	127
Ressourcenverfügbarkeit/ Landwirtschaftliche Ausgangssituation.....	127
Beschreibung der Infrastruktur.....	128
Bestehende Strukturen und Wertschöpfung.....	130
Stärken/ Schwächen des Standortes.....	131

Lokale Akteure	132
Optionen für die Zukunft.....	132
2) Standort Gemeinde Gnas und Fa. Franz Pock GmbH	134
Ressourcenverfügbarkeit und landwirtschaftliche Ausgangssituation	134
Beschreibung der Infrastruktur vor Ort.....	135
Lokale Akteure – bestehende Strukturen und gegenwärtige Wertschöpfung	135
Stärken/ Schwächen des Standorts – Optionen für die Zukunft	137
3) Gemeinden Friedberg und Pinggau	140
Ressourcenverfügbarkeit und landwirtschaftliche Ausgangssituation	140
Beschreibung der Infrastruktur vor Ort.....	141
Lokale Akteure – bestehende Strukturen und gegenwärtige Wertschöpfung	141
Stärken/ Schwächen des Standortes – Option für die Zukunft	142
4) Gemeinde Sebersdorf	143
Ressourcenverfügbarkeit und landwirtschaftliche Ausgangssituation	143
Beschreibung der Infrastruktur vor Ort.....	143
Lokale Akteure – bestehende Strukturen und gegenwärtige Wertschöpfung	144
Stärken/ Schwächen des Standortes – Option für die Zukunft	144
Anhang C: Zusammenfassung der Inputdaten für die Modellierung	145
Anhang D: Dissemination	155
Übersicht der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit	155
Präsentation der KOMEOS Ergebnisse am 29. Jänner 2008:.....	156

Abkürzungen

MFZ	Multifunktionale Energiezentren
EDZ	Programmlinie Energie der Zukunft des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften des BMVit
SPI	Sustainable Production Index
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
BHKW	Blockheizkraftwerk
ORC	Organic Rankline Cycle

Deutsche Kurzfassung

Die Entwicklung und Umsetzung erneuerbarer Energien hat in der Oststeiermark einen besonderen Stellenwert. Diese Vorreiterrolle manifestiert sich auch im Ziel, eine EU Demoregion für Erneuerbare Energie – die Energieregion Oststeiermark- zu sein. Die EdZ-Ausschreibung wurde zum Anlass genommen, Modellsituationen für *regionale, multifunktionale Energiesysteme* zu konzipieren. Dabei wurden folgende Ziele verfolgt:

- Das Erstellen von Modellen regionaler, multifunktionaler Energiezentren, welche durch angelagerte Koppelnutzungen einen bestmöglichen Gesamtnutzen generieren.
- Diese Modellsituationen sollen einerseits die regionalen Randbedingungen der Oststeiermark abbilden, andererseits aber auch für andere Regionen Relevanz haben.
- Die Bewertung der erarbeiteten Modelle hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit mittels konkreter Kennzahlen.
- Vorbereitung der Umsetzung, Beitrag zur Positionierung der Oststeiermark als *EU-Demoregion für Erneuerbare Energien* sowie allg. Dissemination der Ergebnisse.

Es wurden für vier ausgewählte Standorte (Gnas, St. Margarethen/ Raab, Friedberg/ Pinguau und Sebersdorf) Modellsituationen so genannter regionaler, multifunktionaler Energiezentren erstellt. Bei der Konzeption dieser Zentren wird davon ausgegangen, dass Energie sowie andere Produkte oder Dienstleistungen gemeinsam generiert werden. Die entwickelten Modelle bauen insbesondere auf Kerntechnologien auf, wie beispielsweise Biogas oder Biomassefeuerungen mit angeschlossener Nahwärmeversorgung, da diese als bestehende Infrastruktur den Ausgangspunkt von Energiezentren bilden können. Ausgehend von der jeweiligen lokalen und regionalen Situation wird eine Verschaltung von Technologien modelliert, um eine Systemlösung mit bestmöglicher regionaler Wertschöpfung zu identifizieren. Für die Lösung dieser Aufgabenstellung wurde die Methodik der Prozesssynthese angewandt, da diese Methode insbesondere das Ressourcenangebot einer Region in Wechselwirkung mit Technologien im Gesamtsystem abbilden und optimieren kann.

Als Ergebnis liegen nun so genannte „Strukturgraphen“ vor, welche jene Nutzungskaskade beschreiben, die die höchste Wertschöpfung an den jeweiligen Standorten generiert. Diese optimierte Struktur wurde für typische Perioden (z.B. Sommer, Winter etc) entwickelt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Frage der Systemintegration von (Ab-)Wärme an den Zentren einen zentralen Stellenwert hat. Die Trocknung landwirtschaftlicher Produkte (z.B. Ölsaaten, Getreide, Mais) aber auch die anschließende weitere Veredelung (z.B. die Gewinnung von Pflanzenölen oder die Produktion von Holzpellets) sind Koppelnutzungen die im regionalen Kontext auch im kleineren Maßstab wirtschaftlich betrieben werden können. Auch die Versorgung von Wirtschaftsbetrieben durch Prozesswärme oder -kälte könnten Teil einer sinnvollen Systemlösung sein. Die Bewertung der Nachhaltigkeit der Modelle durch den *Ökologischen Fußabdruck* (SPI) zeigt, dass Systemlösungen besser bilanzieren als Einzeltechnologien. Die Ergebnisse sind auf andere Regionen grundsätzlich übertragbar, doch wird eine Überprüfung des Strukturoptimums (Anpassung der Standortparameter!) empfohlen.

Englische Kurzfassung

Regional players within East-Styria have been contributing in the development and implementation of renewable energy for a long time. This fact is also indicated in the regional strategic target of East-Styria to become an *EU Demo Region for Renewable Energy (Energierregion Oststeiermark)*. The project team was granted funds to design and evaluate models of regional multifunctional energy centres. The goals of the project were:

- Design of different models for rural multifunctional energy centres which combine the generation of energy with added value (additional services or goods).
- Models were on one hand adapted to the specific situation of East-Styria but on the other hand there was the requirement of transferability to other regions.
- Evaluation of models from an economic and ecologic perspective.
- Preparations of further implementation, contribution to the strategic focus of the region and general dissemination of results.

Four different locations (Gnas, St. Margarethen/ Raab, Friedberg/ Pinguau and Sebersdorf) were selected in East-Styria and the specific local situation and the regional resources availability surveyed. The designed models are linked to already existing infrastructure such as a biogas plant or a wood chip burner supplying a community heating system. Also the integration of local private sector enterprises was done in that way that the energy centre would meet the companies demand. This fact has to be born in mind especially if results are going to be transferred to other regions or boarder conditions.

For identifying the optimal solution of a multifunctional energy centre the methodology of process synthesis was utilised. This tool can model a pool of different resources in interaction with a set of technologies by optimising a target function like operative income.

As a result, there exists a set of optimum technology-pathways for given resources at different periods (e.g. summer, winter etc). The optimised model set-up is presented in a structure-graph which describes that operation mode which generates an optimum of creation of value of the entire chain involved.

Results indicate the key-role of the integration of heat or access heat at such centres which can be the starring point for various added value options. The drying of crops (such as oil seeds, cereals or maize) or the pressing of vegetable oil as well as the production of wood pellets on site are interesting options, which are seen as economical feasible even on smaller scale. Two case studies show the positive integration of local economy into the energy centre by providing process heat or cooling energy.

The evaluation of sustainability was done by using the sustainable production index (SPI). It was shown that all system solutions are characterised by a better “ecological footprint” than a stand alone implementation.

The transfer of results to other regions or location is in principle possible, but a basic check of the optimum is recommended due to different boarder conditions (availability of resources, specific local situation etc.). It is finally mentioned that modelling was done on the price status of Sept. 2007 for various in- and output goods (resources, energy, products etc). Also special national legal conditions like the Austrian Ökostromregelung, which regulates the revenues out of renewable power generation, were incorporated.

Projektabriss

Einleitung – Motivation

Die Bereitstellung von regenerativer Energie im ländlichen Bereich – beispielsweise mittels Biogasanlagen oder Holzhackgutfeuerungen mit angeschlossenem Wärmenetz – wird in den letzten Jahren verstärkt vorangetrieben. Insbesondere in der Oststeiermark ist eine Vielzahl derartiger Anlagen in Betrieb, da die Erzeugung Erneuerbarer Energie in dieser Region bereits in der Vergangenheit einen besonderen Stellenwert hatte.

Die betriebliche Praxis der dezentralen Energiebereitstellung zeigt deutlich auf, dass die existierenden Anlagenkonzeptionen vor allem auf die Produktion eines singulären Produkts bzw. einer Dienstleistung ausgerichtet sind. Bei Biogasanlagen ist dies primär die Generierung von Strom zur Netzeinspeisung, bei Hackgutkesseln die Bereitstellung von Wärme für die Heizperiode. Eine Integration von Biogasanlagen oder Hackgutfeuerungen in ein Koppelnutzungssystem, welches auf die gemeinsame Produktion von mehreren Produkten ausgerichtet ist, ist keinesfalls die gängige Praxis. So besitzen nur ca. 5 % der Biogasanlagen der Oststeiermark eine nennenswerte Abwärmeintegration des BHKWs (BIRNSTINGL 2003). Eine Erweiterung von Biomassefernwärmeversorgungsanlagen durch eine Kraft-Wärme Koppelung ist im kleineren bis mittleren Lastbereich eigentlich die Ausnahme.

Aus der rein technischen Perspektive werden in diesem Zusammenhang nicht unmittelbare Hürden erkannt, vielmehr wird von den involvierten Akteuren die fehlende Wirtschaftlichkeit von sinnvollen Technologiekombinationen als Grund für die geringe Implementierungsrate von Multi-Produktsystemen gesehen.

Im Rahmen des Projekts KOMEOS wird dieses Grunddilemma vom Projektkonsortium aufgegriffen und einer kritischen und anwendungsorientierten Bearbeitung unterzogen. Dem Projektvorhaben liegt die These zugrunde, dass regionale Anlagen, die Erneuerbare Energien generieren, auch zu „multifunktionalen Energiezentren (MFZ)“ ausgebaut werden können, welche das Ziel verfolgen, eine möglichst hohe Wertschöpfung durch Koppelprodukte zu generieren.

Die Bearbeitung der Themenstellung erfolgte unter der speziellen Berücksichtigung der Randbedingungen der Region Oststeiermark. Zusätzlich wurden für die Konzeption dieser MFZ-Modelle vier reale Standorte in der Oststeiermark ausgewählt, um sich den konkreten Anforderungen der Praxis zu stellen und zusätzlich eine bestmögliche Grundlage für eine nachfolgende Implementierung zu schaffen. Bei der Auswahl der vier Modellstandorte wurde insbesondere auch darauf Rücksicht genommen, dass einerseits die Ausgangsbedingungen grundsätzlich variieren, beispielsweise durch unterschiedliche bereits bestehende Infrastruktur, andererseits sollten die generierten Systemlösungen auf andere Regionen übertragbar sein. Ein besonderer Aspekt war außerdem die mögliche Kooperation eines multifunktionalen Energiezentrums mit örtlichen Wirtschaftsbetrieben.

Regionale Rahmenbedingungen und konkrete Ausgangslage

Die Oststeiermark ist eine klimatisch begünstigte Region, welche sich durch eher moderate Winter auszeichnet. Typisch ist die sanft hügelige Geomorphologie, welche im Norden fließend in das Alpenvorland (Wechselgebiet etc.) übergeht. Daraus bedingt ergibt sich eine abwechslungsreiche Kulturlandschaft, die im Norden durch einen großen Waldanteil geprägt ist, im Süden wiederum wird intensiver Ackerbau betrieben. Die klimatische Gunstlage ermöglicht den Anbau von Wein und diversen Obstsorten. Eine dominante Rolle hat im Süden der Maisanbau, welcher insbesondere in der Tiermast unmittelbar verwendet wird. Die landwirtschaftliche Struktur ist mehrheitlich eher kleinräumig und durch einen hohen Nebenerwerbsanteil gekennzeichnet.

Diese Ressourcenausstattung spiegelt sich in der bestehenden Infrastruktur von regenerativen Energien wider. So haben sich im Süden der Oststeiermark einige Biogasanlagen etabliert. Wärmeversorgungssysteme auf Basis von Biomasseheizungen gibt es in der gesamten Region, doch haben diese im forstwirtschaftlich geprägten Norden eine dominante Stellung. Die land- und forstwirtschaftliche Primärproduktion bildet natürlich eine wesentliche Grundlage für die Konzeption von regionalen Energiezentren.

Die Ressourcenausstattung der Region wurde anhand der mittleren Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzungsarten auf Bezirksniveau berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wurde allerdings auch ein Schwellenwert für die Verfügbarkeit der Flächen definiert, welcher die Bereitstellung der Biomasse limitiert. So wurde jener Anteil der Ackerfläche, der ausschließlich zur Produktion von Ressourcen für die energetische Verwertung zur Verfügung steht, mit dem Maximalwert 10 % festgelegt. Dieses Limit sollte verhindern, dass durch die Etablierung eines MZF keine unmittelbare Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion indiziert wird. Ebenso wurde für untersuchte Alternativkulturen (z.B. Ölsaaten) ein Anbaulimit definiert, welches aus dem Blickwinkel einer sinnvollen Fruchtwechselwirtschaft festgelegt wurde. Nachwachsende Rohstoffe verfügen über eine relativ geringe Energiedichte, welche im Produktionsprozess und in der Logistik berücksichtigt werden sollte. Für die Bereitstellung von Silage für den Betrieb einer Biogasanlage wurde deshalb ein Einzugsbereich von 10 km Radius um ein MFZ definiert, damit die Logistikkette einerseits noch von den Landwirten durchgeführt werden kann und andererseits der Transportweg noch in einem sinnvollen Verhältnis zum Gesamtenergiegehalt steht. Die Festlegung dieser Randbedingungen erfolgte insbesondere aufbauend auf bereits durchgeführte Potentialanalysen im landwirtschaftliche Sektor (Projekt Landwirtschaft 2020; EDZ).

Die Erstellung von Modellsituationen für multifunktionale Energiezentren erfolgte ebenso nicht im „konzeptiven Freiraum“ sondern unter realen Ausgangsbedingungen einzelner ausgewählter Standorte der Oststeiermark. Folgend werden die vier ausgewählten Standorte genannt und die jeweilige Situation vor Ort zusammengefasst:

St. Margarethen/ Raab verfügt über eine Biogasanlage (Co-Fermentation Mais und Gülle, ca. 500 kW_e mit geringer Abwärmeintegration), eingebettet in eine landwirtschaftlich intensiv genutzte Tallandschaft. Klimatisch begünstigt, ist der Anbau von Mais für die Schweinemast

dominant. Der Standort wurde als typischer Biogasanlagestandort gewählt. Die anaerobe Vergärung wurde als potentieller Ausgangspunkt für die Koppelung weiterer Wertschöpfungen gesehen.

Die Marktgemeinde **Gnas** liegt in der Südsteiermark in der Nähe der Bezirkshauptstadt Feldbach. Die Region ist intensiv landwirtschaftlich geprägt, der Körnermaisbau hat aufgrund des milden Klimas besonderen Stellenwert. Die Gemeinde verfügt über einige kleinere Wirtschaftsbetriebe.

Friedberg/ Pinggau liegt im nördlichen Teil der Oststeiermark, am südlichen Rande der Voralpen im Wechselgebiet. Besonderen Stellenwert hat die Forstwirtschaft mit darauf aufsetzenden Holz verarbeitenden Betrieben. Beide Ortschaften verfügen über bestehende Fernwärmenetze, welche auf Basis von Holzhackgut betrieben werden. Ein weiterer Ausbau des Systems ist geplant und neue Wertschöpfungspotentiale wären gefragt. Dieser Standort wurde als Archetyp für Biomassefernwärme als möglicher Kristallisationskeim von Koppelnutzungen ausgewählt.

Sebersdorf liegt an der A2 in unmittelbarer Nähe zu Bad Waltersdorf am nördlichen Rand der steirischen Thermenregion. Vor ca. zwei Jahren wurde eine neue Therme eröffnet, welche bereits größtenteils durch erneuerbare Ressourcen mit Energie versorgt wird. Die Errichtung eines örtlichen Wärmenetzes steht in Diskussion, ebenso eine großzügige Erweiterung der Gewerbeflächen mit potentieller Ansiedlung eines Großbetriebes mit nennenswertem Prozesswärmebedarf. Ebenso besteht potentieller Kühlbedarf eines ortsansässigen Unternehmens. Dieser Standort bot sich an, ein MFZ-Modell, speziell die in Diskussion stehende Gewerbeparkentwicklung und Betriebsansiedlung, zu untersuchen. Die jeweilige Ausgangssituation vor Ort, sowie die Ressourcenausstattung der umgebenden Region, wurde unmittelbar in der Modellbildung als Randbedingung übernommen.

Koppelnutzungsansätze

Bei der Konzeption von MFZ-Modellen wurden die genannten Koppelnutzungsansätze identifiziert, welche folgend in die Modellierung integriert wurden:

- konsequente Wärmenutzung von Abwärme von Biogasanlagen
- Steigerung der Volllaststunden durch KWK bei Biomassewärmenetzen z.B. ORC Prozess
- Trocknung saisonaler landwirtschaftlicher Produkte (Ölsaaten, Getreide, Mais)
- Trocknung von Holz,
- Nachtrocknung sowie Größensichtung von Hackgut (Qualitätshackgut)
- Pelletherstellung aus Holz oder landwirtschaftlichen Abfallströmen
- Gewinnung von Pflanzenöl, Integration des Presskuchens in den Biogasprozess und Vermarktung der Öle (Großhandel oder direkt als alternativer Treibstoff für umgerüstete PKW)
- Lagerung und Logistik diverser produzierter Güter

-
- Aufreinigung von Biogas auf Erdgasniveau
 - Errichtung oder weiterer Ausbau von Wärmeversorgungsnetzen
 - Kooperation mit Wirtschaftsbetrieben (Bereitstellung von Prozesswärme bzw. -kälte)

Identifizieren der Optima multifunktionaler Energiezentren

Die Identifizierung optimaler Technologiekombinationen (Strukturen) für multifunktionale Energiezentren erfolgte durch eine Modellierung mittels der Methode der Prozesssynthese. Grundlegende Angaben zu dieser Methode, sowie die Anwendbarkeit auf die gegenständliche Problematik sind im Bericht im Detail dargestellt. Jedenfalls kann die Prozesssynthese komplexere Optimierungsaufgaben, die sich bei der Optimierung von Technologien (betreffend Maßstab, Technologiekombination etc) in Wechselwirkung mit dem Ressourcenpool einer Region ergeben, erfolgreich lösen. Als Optimierungsparameter wurde eine rein monetäre Bezugsgröße verwendet: die regionale Wertschöpfung. Diese stellt gewissermaßen den „regionalen Betriebsgewinn“ der gesamten Sektor übergreifenden Wertschöpfungskette dar und umfasst sowohl die Primärproduktion der Ressourcen seitens der Landwirtschaft, die Energiebereitstellung am Zentrum, sowie sämtliche Koppelnutzungsprozesse. Diese Vorgehensweise garantiert einerseits den integrativen Ansatz der Optimierung und vermeidet die grundsätzliche Problematik der Allokation von Kosten und Erlösen auf Betriebseinheiten, da die gesamte Prozesskette als Gesamtes beurteilt wird.

Als Ergebnis der Modellierung liegt für die vier untersuchten Standorte die *optimale Struktur* eines multifunktionalen Energiezentrums vor. Darunter wird jene Kombination von Grundtechnologien mit angelagerten Koppelproduktionen verstanden, die die größte regionale Wertschöpfung generiert.

Diese Präsentation erfolgt anhand von Strukturgraphen, welche jeweils für verschiedene Saisonen (z.B. Sommer, Winter, Ernteperiode) erarbeitet wurde.

Für die identifizierten Strukturoptima der einzelnen Standorte wurde auch eine Input/ Output-Bilanz erstellt, welche den Ressourcenbedarf des Zentrums sowie den generierten Produktstrom zusammenfasst. In dieser Projektzusammenfassung werden exemplarisch die Ergebnisse für den Standort St. Margarethen/ Raab kurz reflektiert:

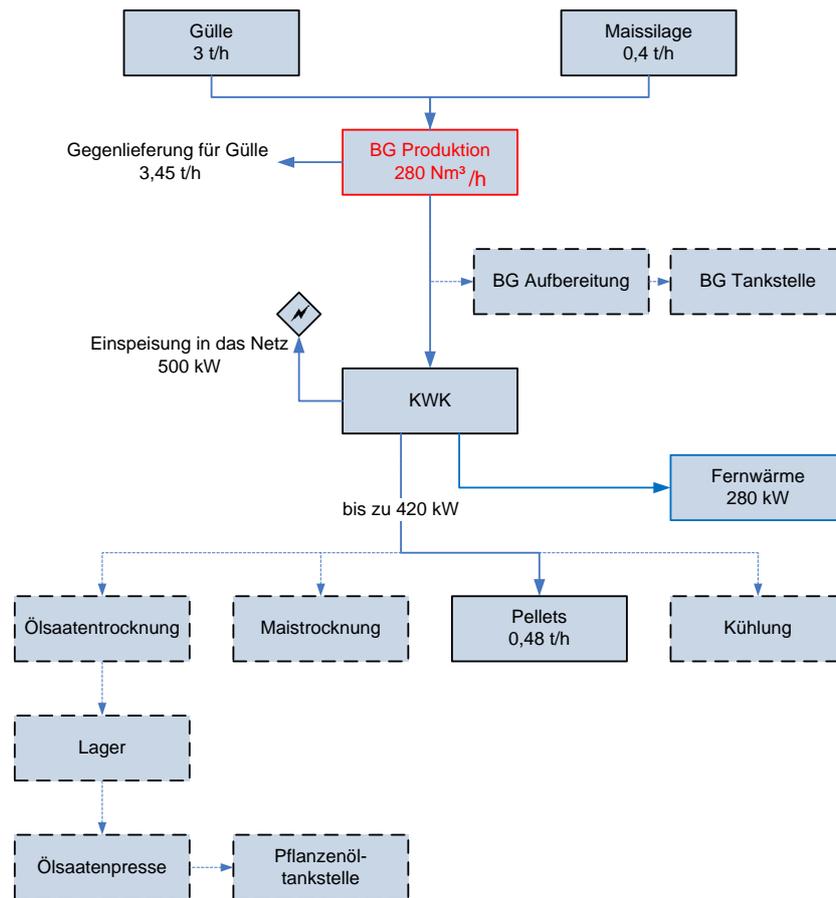


Abbildung 1: Strukturgraph am Beispiel St. Margarethen; Normalperiode

Der dargestellte Strukturgraph zeigt für St. Margarethen in der Normalperiode eine Koppelnutzung mit einer Holz Trocknung und Holzpellet herstellung auf. Der weitere Ausbau des Wärmenetzes, die Aufreinigung des Biogases zur Erdgasqualität sowie etwaige andere Koppelnutzungen sind wirtschaftlich unterlegen.

In der Ernteperiode ändert sich die optimale Struktur. Die Pellet herzeugung fällt weg und die Prozesskette verlagert sich zur Trocknung von Ölsaaten. Die trockene Ölfrucht wird am Zentrum eingelagert und das daraus gewonnene Pflanzenöl an einer Pflanzenöltankstelle als Treibstoff für umgerüstete Diesel-PKW verkauft.

Die durch die Prozesskette erwirtschaftete regionale Wertschöpfung ist in Tabelle 1 ersichtlich, die einzelnen Ressourcen und Produktströme wurden in Tabelle 2 zusammengefasst. Als regionale Wertschöpfung wird der direkte Wirtschaftserfolg (Erlöse – Kosten) der gesamten Wertschöpfungskette (Ressourcenanbau bis hin zu den generierten Produkten) angesetzt.

Tabelle 1: Regionale Wertschöpfung für St. Margarethen

Periode	€/h	h/Periode	€/a
Ernteperiode	839.20	400	335.680
Normalperiode	102.82	7.600	781.432
Summe		8.000	1.117.112

Tabelle 2: Ressourcen/ Produkt-Bilanz für St. Margarethen

INPUT	Normal	Erntezeit	Jahr
Maissilage [kg]	3.040.000	160.000	3.200.000
Gülle [kgTM]	228.000	12.000	240.000
Holz [kgTM]	3.724.000	32.000	3.756.000
Sonnenblumensamen [kg]		1.680.000	1.680.000

OUTPUT	Normal	Erntezeit	Jahr
Nahwärme (kWh/ Periode)	2.128.000	112.000	2.240.000
Elektrizität [kWh/ Period]	4.256.000	224.000	4.480.000
Pellets [kg]	3.724.000	32.000	3.756.000
Presskuchen [kg]		1.120.000	1.120.000
Pflanzenöl/Tankstelle		560.000	560.000
Biogas-Gülle [kg]	5.700.000	300.000	6.000.000

Die präsentierten Zahlen zeigen deutlich, welches Potential eine Integration der Abwärme von Biogasanlagen hat, vor allem auch für den landwirtschaftlichen Dienstleistungsbereich Trocknung. Allein in der sehr kurzen Ernteperiode von ca. 400 h kann über die Trocknung von Ölsaaten und dem daraus gewonnenen Pflanzenöl eine beachtliche Wertschöpfung generiert werden.

Die Produktströme zeigen auf, dass die zusätzlichen am Zentrum produzierten Produkte Holzpellets und Pflanzenöl für die Mobilität einen wesentlichen Beitrag für die Energieversorgung der Ortschaft liefern können.

Wird die Produktion von Pflanzenöl ausschließlich für die Bereitstellung von Pflanzenöl als alternativer Kraftstoff (direkter Einsatz) verwendet, resultiert aus der Jahresproduktion von 560 t Pflanzenöl eine Kilometerleistung von 8,8 Mio. km (Annahme eines durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von 7 L/100 km pro PKW). Diese Treibstoffmenge kann eine auf Pflanzenöl umgerüstete Flotte von 489 PKW mit Treibstoff versorgen¹.

Über den Jahresgang werden am Zentrum 3.756 t/a Holzpellets aus getrocknetem Holz mit einem Gesamtenergiegehalt ca. 18.780 MWh² produziert. Mit der produzierten Pelletmenge könnte eine Brennstoffversorgung von ca. 939 Haushalten³ erfolgen.

Die im BHKW erzeugte Strommenge wäre ausreichend, den Jahresstromverbrauch von 1.120 Haushalten⁴ abzudecken.

Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 1.790.000 € notwendig, um das optimale MFZ zu errichten, wobei die bestehende Biogasanlage nicht in Rechnung gestellt ist.

Folgend wird zusammenfassend die optimierte MFZ-Struktur der weiteren Standorte dargestellt.

¹ Ansatz der Jahreskilometerleistung: 18.000 km/KfZ

² Annahme laut Ö-Norm M7135 Klasse HP1; Schüttgewicht 650 kg/m³; Heizwert 5,0 kWh/kg

³ Ansatz des durchschnittlichen Energieverbrauchs pro Haushalt für Heizzwecke: 20 MWh/a

⁴ Ansatz durchschnittlicher Jahresstromverbrauch pro Haushalt: 4000 kWh/a

Die optimale Struktur des MFZ Gnas

Wie in den jeweiligen Strukturgraphen der einzelnen Perioden dargestellt, verfügt das MFZ Gnas in der optimierten Struktur über eine Biogasanlage, welche mittels Maissilage und Grassilage betrieben wird. Die Auskoppelung der elektrischen Energie erfolgt ans Netz. Die Abwärme des BHKW wird für den Betrieb eines Fernwärmenetzes und die Versorgung einer Lohnsafterei mit Prozesswärme über den gesamten Jahrgang genutzt. Im Winter wird der erhöhte Wärmebedarf durch die Zuschaltung eines Biomassekessels (ca. 925 kW) abgedeckt. Diesem System angelagert, ist die Trocknung von Holz und die folgende Herstellung von Holzpellets im gesamten Jahrgang, wobei vor allem in der Sommerperiode die größten Mengen produziert werden. Im Herbst wird zusätzlich die Trocknung von Sonnenblumen vorgenommen, welche gepresst werden. Das Öl wird über die Vermarktungsschiene Mobilität (direkter Einsatz als Kraftstoff für umgerüstete KFZ) und der Presskuchen als Futtermittel vermarktet. Die Produktion von Holzpellets erfolgt in der Herbstperiode in einem reduzierten Maß, um die anderen Trocknungsprozesse zu bedienen. In der Winterperiode ist die Pelletproduktion aufgrund der Heizlasten sehr eingeschränkt. Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 9.630.000 € notwendig, um die optimale Struktur des MFZ zu implementieren.

Aus der Sicht der regionalen Versorgung ergäbe sich folgende Situation:

- Jahresversorgung von ca. 2086 Haushalten mit Strom ⁴
- Jahresversorgung von ca. 680 Haushalten mit Holzpellets ³
- Betrieb einer Flotte von 359 auf Pflanzenöl umgerüstete KFZ ¹

Die optimale Struktur des MFZ Friedberg

Das bereits bestehende Netz an Fernwärmeversorgung der Gemeinden Pinggau und Friedberg wird durch die Errichtung einer Kraft-Wärme-Kopplung KWK mittels eines ORC-Prozesses (ca. 200 kW_{el}) weiter ausgebaut. Dadurch wird das Biomasseheizwerk in Pinggau auch in den Sommermonaten im Vollastbetrieb gefahren, um die benötigte Wärmeenergie für den ORC-Prozess sowie des angeschlossenen Wärmenetzes bereitzustellen. Zusätzlich entsteht überschüssige Abwärme, welche im Niedertemperaturbereich für die Trocknung von Holz mit angeschlossener Pelletierung bereit gestellt wird. Parallel dazu wird im Sommer auch Hackgut getrocknet, welches als Qualitätshackgut für dezentrale Hackgutheizungen kleinerer Anschlussleistungen zur Verfügung gestellt und über die Sommermonate eingelagert wird. Während der Heizperiode wird der ORC weiterhin betrieben. Die Holztrocknung, welche für die Pelletierung erforderlich ist, wird nur dann betrieben, wenn das Wärmeversorgungsnetz sich im Teillastbetrieb befindet.

Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 3.130.000 € notwendig, um das optimale MFZ zu errichten. Durch den Betrieb des MFZ ergäbe sich in der Region folgende Versorgungssituation:

- Jahresversorgung von ca. 325 Haushalten mit Strom ⁴
- Jahresversorgung von ca. 4.940 Haushalte mit Holzpellets ³

Die optimale Struktur des MFZ Sebersdorf

Die Prozesssynthese hat für den Standort Sebersdorf folgende optimierte Struktur ergeben: Es wird in Sebersdorf eine sehr große Biogasanlage errichtet, welche mit den Substraten Mais- und Grassilage sowie Gülle betrieben wird. Die Nutzung des Biogases erfolgt einerseits in einem BHKW mit einer gesamten elektrischen Leistung von 3,75 MW_{el} zur Bereitstellung von Strom und Prozesswärme. Die Nutzung der Abwärme aus dem BHKW erfolgt primär zur Deckung des Energiebedarfes der angeschlossenen Großabnehmer (Therme, Industriebetrieb mit hohem Prozesswärmebedarf, sowie Versorgung eines angeschlossenen Fernwärmenetzes). Zur Sicherstellung der Wärmeversorgung sind auch ein Biomasseheizwerk, sowie ein Spitzenlastkessel eingebunden, welche beide bereits existieren. Zusätzlich erfolgt die Abwärme zur Bereitstellung von Prozesskälte für einen angeschlossenen Gewerbebetrieb, welcher über den gesamten Jahresgang versorgt wird. An die Energieversorgung angelagert ist die Trocknung von Mais, sowie von Holz- und Maisreststoffen, welche zu Pellets veredelt werden. Am Standort werden Holzpellets sowie „Agropellets“ aus Maiskolben produziert.

Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 24.055.000 € notwendig, um das optimale MFZ zu errichten.

Durch den Betrieb des MFZ ergäbe sich in der Region folgende Versorgungssituation:

- Jahresversorgung von ca. 7.718 Haushalten mit Strom ⁴
- Jahresversorgung von ca. 965 Haushalte mit Holzpellets ³

Kennzahlen für die optimierten MFZ-Strukturen

Für die optimierte MFZ-Struktur der untersuchten Standorte wurden folgende Kennzahlen ermittelt:

- Die **regionale Gesamtwertschöpfung** des Gesamtsystems für typische Perioden z.B. (Sommer, Winter, Ernteperiode) in €/a
- Die **spezifische regionale Wertschöpfung** in €/h für die Perioden
- Eine **Input/ Output Darstellung** der Ressourcen bzw. der Produkte
- Die **Investitionskosten einzelner Prozesse** in dem jeweiligen optimalen Umsetzungsmaßstab
- Die **Gesamtinvestitionskosten für die Implementierung** der Gesamttechnologie
- Die **spezifischen Betriebskosten** in €/h der Einzelprozesse inkl. eines Personalkostenanteils für den Betrieb.
- **Maßzahlen zur Quantifizierung der Vorteile einer integrierten Produktion** mehrere Produkte in MFZ:
 - der *relative Kooperationsvorteil*
 - die *Kooperationseffizienz*

Beurteilung der Nachhaltigkeit der optimierten MFZ-Struktur

Die Ermittlung von konkreten Kennwerten betreffend Nachhaltigkeit zu den ermittelten Strukturen erfolgte anhand der Methodik des SPI Sustainable Production Index. Der

unmittelbare Vergleich des gesamten ökologischen Fußabdrucks der einzelnen Standorte ist methodisch nicht empfehlenswert, da jeweils andere Produktketten zur Anwendung gelangen. Daher wurden spezifische Kenngrößen ermittelt, welche den SPI auf die generierten Produkteinheiten beziehen (z.B. Pflanzenöl oder Pelletproduktion). Dieser Wert zeigt eine verbesserte Nachhaltigkeit bei einer Koppelproduktion in MFZ auf, da der Referenzwert der Datenbank jedenfalls deutlich unterboten werden kann.

Schlussfolgerungen und übertragbare Aussagen

Die Rolle der Strukturoptimierung

Die Grundlage der Prozesssynthese ist, dass ein integraler Prozess in seiner Struktur so optimiert wird, dass die größte Wertschöpfung erreicht wird. Gerade bei regionalen und lokalen Technologienetzwerken ist aber immer eine größere Anzahl von Akteuren beteiligt, die durchaus unterschiedliche Interessen als die Optimierung der Wertschöpfung des gesamten Systems haben. Die Ergebnisse der Strukturoptimierung stellen daher immer einen oberen Grenzwert der erreichbaren Wertschöpfung dar.

Die Ergebnisse einer Strukturoptimierung sind, wie die Ergebnisse jeder Optimierung, von den Randbedingungen abhängig. Diese Randbedingungen (wie etwa die Definition des Einzugsgebietes im vorliegenden Projekt) sind jedoch meist keinesfalls unverrückbar, sie sind vielmehr Teil der „Verhandlungsmasse“ der Akteure.

Diese beiden Aspekte zeigen bereits, dass die hier entwickelten Strukturen für die einzelnen Standorte nicht den Charakter festgefügtter Planvorschriften haben. Sie stellen vielmehr Orientierungshilfen für einen breiten Diskussionsprozess an den Standorten dar.

Es ist daher wichtig, die Rechenmodelle zur Strukturoptimierung für weitere „Einsätze“ in diesem Diskussionsprozess auch nach dem Projekt bereitzuhalten, da davon ausgegangen wird, dass auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse ein „Feinschliff“ gemeinsam mit den Akteuren erfolgen wird.

Strukturoptimierungsprogramme können sehr schnell Auskunft über den Einfluss der Veränderung von Randbedingungen oder aber auch über die Möglichkeiten, die sich aus dem Einsatz neuer Technologien, neuer Produktideen und neuer Rohstoffquellen ergeben, anbieten. Der Vorteil von Strukturoptimierungsprogrammen ist dabei, dass die unterschiedlichen Szenarien untereinander vergleichbar bleiben und immer die optimierte Struktur dargestellt wird.

Wärmenutzung ist der Schlüssel zum Erfolg

Alle Berechnungen haben konsistent ergeben, dass für den Erfolg multifunktionaler Energiezentren die vollständige und hochwertige Nutzung der bereitgestellten Wärme Voraussetzung ist. Es geht also immer darum, die Wärmeproduktion als Rückgrat der Strukturen zu erkennen.

Dabei müssen unterschiedliche Nutzungsstrategien, teilweise auch parallel, verfolgt werden. Dies reicht von der Übernahme von Trocknungslasten oder Kühllasten, der Bereitstellung von Prozesswärme bis hin zur Raumheizung. Die Nutzung der Wärme ist dabei oft zeitabhängig und hängt stark vom zeitlichen Anfall von Rohstoffen für Wärme verbrauchende

Veredelungsprozesse ab. Jede Strukturoptimierung muss daher in solche Perioden gegliedert werden, die den möglichen Lastprofilen für diese Zentren gerecht werden.

Bedeutung von Trocknungsverfahren für multifunktionale Energieträger

Trocknungsverfahren benötigen meist Wärme im unteren Temperaturbereich von 80-120°C. Sie sind daher hervorragende Anslusstechnologien für Energiezentren auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Hinzu kommt, dass viele land- und forstwirtschaftliche Produkte getrocknet werden müssen.

Die Ergebnisse zeigen auf, dass im Zusammenhang mit der Trocknung auf Basis der erzielbaren Wertschöpfung eine klare Reihung möglich ist: Ölsaaten vor Getreide und Mais vor Holz.

Trotzdem spielt Holz in Kombination mit der Herstellung von Pellets eine interessante Rolle im Zusammenhang mit der Auslastung solcher Zentren. Holz muss einerseits zur Pelletproduktion getrocknet werden. Andererseits ist Holz relativ leicht auch im feuchten Zustand lagerfähig. In Erntezeiten tritt Holz meist in Konkurrenz zu Feldfrüchten und deren Weiterveredelung. Trotzdem sind der Preis und der Markt für Pellets von entscheidender Bedeutung für viele Energiezentren, wie die hier dargestellten Strukturoptimierungen eindrucksvoll beweisen.

Wärmeversorgungsnetze sind wenig interessant

Bei der Modellierung wurde ebenfalls eine Option für den Ausbau bzw. den Bau eines Wärmeversorgungsnetzes in die Systemoptimierung eingeführt. In keinem der untersuchten Fallbeispiele ist der Neubau oder die Erweiterung eines Wärmeversorgungsnetzes Teil der optimierten Lösung. Dieser Umstand ist insbesondere nicht überraschend, da die Errichtung eines Wärmenetzes eine große Investition darstellt, die in den wenigsten Fällen über eine nennenswerte Sommerlast verfügen. Aus dem Blickwinkel der vorliegenden Ergebnisse ist im regionalen Kontext die Errichtung einer zentralen auf mehrere Produkte ausgerichtete Infrastruktur (z.B. Trocknung, Pelletierung etc...) weitaus sinnvoller, als die Etablierung von lokalen Wärmeversorgungsnetzen zur Verwertung von Abwärme (z.B. aus der KWK der Biogasanlage). Dieser Umstand wird deswegen hervorgehoben, da vielerorts die Errichtung von lokalen Wärmeversorgungsnetzen als gute Lösung für fehlende Wärmeintegration von Biogasanlagen gesehen wird.

Das örtliche Rohstoffangebot entscheidet über die Struktur des Technologienetzwerkes

Unterschiedliche Rohstoffe lassen sich zu unterschiedlichen Produkten verarbeiten. Sie fallen zu unterschiedlichen Zeiten an und erfordern unterschiedliche Technologien zu ihrer Verarbeitung. Es sind daher die Rohstoffe, die die Struktur multifunktionaler Zentren bestimmen. Sollen solche Zentren auf Basis erneuerbarer Ressourcen eingerichtet werden, so müssen die Rohstoffe in der Nähe gesucht werden, da sonst (bedingt durch die geringe Transportdichte der meisten nachwachsenden Rohstoffe) die Transporterfordernisse zu groß werden. Aus diesem Grund entscheidet das örtliche Ressourcenangebot über die Struktur lokaler multifunktionaler Energiezentren (und auch über ihre Wertschöpfung!).

Dieser Umstand veranschaulicht, dass die erarbeiteten Lösungen nicht unmittelbar sozusagen 1 : 1 von einem Standort oder einer Region auf andere umgelegt werden können.

Vertriebsformen sind kapazitätsabhängig

In einigen Fällen werden Energiezentren durchaus direkt Produkte herstellen, aber die Vertriebswege dieser Produkte werden häufig von der Produktionskapazität beeinflusst. So rentieren sich Biogas- oder Pflanzenöltankstellen erst ab einer gewissen jährlichen Absatzmenge.

Ausbauen geht vor Neubauen von Einzeltechnologien

In allen Berechnungen konnte der wirtschaftliche Nutzen der Integration von Technologien in multifunktionalen Energiezentren nachgewiesen werden. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass Wärme nicht über weite Strecken transportiert werden kann. Das Angebot von Wärme in den Zentren macht ihre Attraktivität aus. Es sollte daher ein grundsätzliches Gebot sein, bestehende Energiezentren mit Wärme nutzenden Produktionstechnologien auszustatten und bei jedem Neubau von Energiezentren die Nutzung der Wärme in solchen Technologien mitzuplanen.

Kombinationsprozesse sind nachhaltiger als Einzeltechnologien

Die Ergebnisse aus der Evaluierung der Nachhaltigkeit der entwickelten Systeme zeigen deutlich, dass der ermittelte ökologische Fußabdruck einzelner Produkte bei der Koppelproduktion in multifunktionalen Energiezentren geringer ist als der jeweilige Referenzwert aus der Datenbank.

Verwertung und Dissemination der Ergebnisse

Die vorliegenden Resultate des Projekts wurden im Rahmen einer Ergebnispräsentation interessierten regionalen Akteuren vorgestellt. Durch die unmittelbare Anbindung an örtliche Randbedingungen haben die erarbeiteten Strukturmodelle eine hohe regionale Relevanz für eine regionale Umsetzung.

Die Ergebnisse können nun im Kreis der lokalen Akteure einer „Feinjustierung“ unterzogen werden. Wesentliche Punkte in diesem Zusammenhang wären die Bildung einer Interessensgemeinschaft für die regionale Umsetzung sowie die Definition von Schnittstellen in der Wertschöpfungskette (Organisationsmodell), welche durch das gegenständliche grundlegende F&E orientierte Projekt nicht behandelt wurden.

Einleitung

Allgemeine Einführung und Fokus

Die Bereitstellung Erneuerbarer Energien für den ländlichen Raum ist das Grundthema des vorliegenden Projektberichts. Die Beschäftigung mit diesem Thema erfolgte aus der Motivation heraus, dass eine Verbesserung bzw. Optimierung des Gesamtsystems durch Koppelnutzungen möglich ist. Es werden Technologieverschaltungen konzipiert, die neben der eigentlichen Energiebereitstellung aus nachwachsenden Rohstoffen auch zusätzliche Produkte und Dienstleistungen erzeugen. So entstehen *multifunktionale Energiezentren*, ein Begriff, der die Weiterentwicklung der reinen Energieproduktion zu einem „Multiprodukt-System“ recht gut beschreibt, und welcher aus der „Energie der Zukunft“ – Ausschreibung übernommen wurde.

Im Zuge der Konzeption multifunktionaler Energiezentren (MFZ) hatten folgende Fragestellungen zentralen Stellenwert:

- Welche Ressourcen stehen in der Oststeiermark für die Generierung Erneuerbarer Energien grundsätzlich zur Verfügung und wie sind diese räumlich verteilt?
- Welche Technologien bieten sich grundsätzlich für MFZ an und welche Rolle spielen bestehende Anlagen, die bereits regenerative Energien erzeugen?
- Welche Koppelnutzungen bieten sich im ländlichen Raum an und ergeben sich Synergien bei einer integralen Produktion?
- Welche Prozessketten können durch MFZ in der Region entstehen und welche Wertschöpfung generieren diese?
- Auf welche Weise können optimale Technologiekombinationen für multifunktionale Energiezentren gefunden werden?
- Gibt es archetypische Ausprägungen für diese Zentren und wie stellt sich die Übertragbarkeit der Lösung auf andere Regionen dar?

Da jede Optimierung ganz wesentlich von den jeweiligen Randbedingungen abhängt, wurde im gegenständlichen Projekt auf eine möglichst konkrete Ausgangssituation (z.B. örtliche Anbindung der Systeme) Wert gelegt. Bei der Auswahl der Standorte wurde darauf Rücksicht genommen, dass die jeweiligen Randbedingungen einerseits regionstypisch sind, andererseits aber auch für andere Regionen Relevanz haben.

Vorarbeiten

Vor allem im Bereich der regionalen Potentiale seitens der Landwirtschaft konnte auf sehr konkrete Vorarbeiten zurückgegriffen werden (Birnstingl et al 2006; Landwirtschaft 2020, EdZ). Dieses Projekt widmete sich vor allem den Wertschöpfungspotentialen, die für die Landwirtschaft durch die Bereitstellung von Ressourcen für die Energieproduktion entstehen.

Es wurden die Hintergründe und Wechselwirkungen mit anderen Funktionen (Versorgungsfunktion) der Landwirtschaft durchleuchtet. Die Ergebnisse zeigen vor allem Ausrichtungen für den landwirtschaftlichen Sektor auf, die unter der Prämisse der Vollkostenrechnung entwickelt wurden. Bei diesem Kostenmodell wird die gegenwärtige landwirtschaftliche Ausgleichszahlung (Förderung) nicht angesetzt. Die im Rahmen des Projekts Landwirtschaft 2020 entwickelten Szenarien zur Ausrichtung der Primärproduktion sind deshalb „visionär“, weil in den nächsten Jahre (zumindest bis 2013) innerhalb der EU am Status quo des landwirtschaftlichen Förderwesens festgehalten werden wird.

2002-2004 wurde in der Oststeiermark das Regionalentwicklungsprogramm „GO BEST“ (Gemeinsame Oststeirische Wirtschafts- und Beschäftigungsstrategie) mit über 400 regionalen Teilnehmern erarbeitet. Ein wesentliches Ergebnis war die Forderung nach einem regionalen Themenschwerpunkt in den Bereichen Erneuerbare Energie, Energieeffizienz und Energiebewusstsein. 2005-2006 konnte daraus abgeleitet, ein sehr breit angelegtes Projekt „Energierregion Oststeiermark“ (www.EnergierregionOststeiermark.at) – Leitung und Trägerschaft durch das Regionalmanagement Oststeiermark – unter Beteiligung einer Vielzahl von regionalen Akteuren, Unternehmen und Gemeinden, durchgeführt werden, das seither als das offizielle oststeirische Programm auf dem Weg zu einer „Europäischen Musterregion für Erneuerbare Energie und Energieeffizienz“ fortgeführt wird. Ein Ergebnis dieser guten Ausgangsbasis war die Erkenntnis, dass regionale Rohstoffdrehscheiben einen wesentlichen Beitrag zur Etablierung von weiteren Erneuerbaren Energien sowie Arbeitsplatzpotentialen liefern können. Unter der Rohstoffdrehscheibe versteht man insbesondere die Funktion von One-Stop-Shops für die Produktion, Lagerung und Vermarktung von erneuerbaren Ressourcen, welche die essentielle regionale Versorgungskette sichern sollen. In diesem Zusammenhang wurde bereits eine sektorenübergreifende Zusammenarbeit als wesentlicher Erfolgsfaktor identifiziert. Aufgrund dessen wurde „KOMEOS“ als eines von fünf so genannten „Leuchtturmprojekten“ der „Energierregion Oststeiermark“ definiert, die Projektvorbereitung finanziert, und aus dem entstandenen oststeirischen Netzwerk wesentlich unterstützt.

Einpassung in die Programmlinie

Die Einpassung des Projekts KOMEOS in die Programmlinie kann auf mehreren Ebenen argumentiert werden.

1. KOMEOS liefert konkrete Konzepte für flexible Nutzungssysteme auf Basis erneuerbarer Energieträger;
2. Das Projekt ist grundsätzlich umsetzungsorientiert; Es liefert wertvolle Ergebnisse, die die Basis für eine spätere Implementierung bilden.
3. Es zielt auf die Steigerung der Gesamteffizienz von Energiebereitstellungssystemen ab. Am Beispiel konkreter Standorte (bestehende Infrastruktur, Lasten etc.) werden exemplarisch Lösungsansätze entwickelt, welche auch für andere Regionen Relevanz haben.

-
4. KOMEOS zielt auf die Steigerung/ Optimierung der regionalen Wertschöpfung ab, die durch Energiebereitstellung in Kombination mit Koppelnutzungen entsteht.
 5. Das Projektvorhaben wurde im besonderen Maß auf die inhaltlichen Vorgaben der 2. EdZ-Ausschreibung ausgerichtet.

Ein zusätzlicher Aspekt war auch die Einbindung regionaler Akteure und die konsequente inhaltliche Fortführung von bisher in der Region durchgeführten inhaltlichen Arbeiten, wie die Positionierung der Region Oststeiermark zur Demoregion für Erneuerbare Energie.

Aufbau des Berichts – Thematischer Überblick

Es wurde versucht, den vorliegenden Bericht einer einfachen Struktur folgend aufzubauen: Einerseits wurden die einzelnen Schritte der Projektarbeit in thematische Kapitel zusammengefasst, andererseits wurden die Vorgaben an das Berichtswesen des Fördergebers in die Struktur aufgenommen.

Zu verschiedenen projektrelevanten Themenbereichen wird die **Ausgangssituation in der Region Oststeiermark** beschrieben, da sich daraus wesentliche Randbedingungen und Vorgaben an die Konzeption multifunktionaler Energiezentren ergeben. Folgend wird die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung der Region kurz zusammengefasst. Weitere Details zur Land- und Forstwirtschaft in der Oststeiermark sind im Anhang A bereitgestellt.

Da die Modellbildung an **vier ausgewählten Standorten in der Oststeiermark** erfolgte, wurde die Auswahl einerseits begründet sowie die spezifische Situation und Randbedingungen vor Ort beschrieben. Die Auswahl der Standorte erfolgte allerdings unter der Prämisse, dass die erarbeiteten Ergebnisse auch auf andere Ausgangssituationen übertragbar sein sollten. Neben der Kurzdarstellung bzw. Vorstellung der Standorte im Hauptteil des Berichts, findet sich im Anhang B eine Detaildarstellung der Standorte.

Eine **Konkretisierung der für die Oststeiermark passenden Modellsituationen und die Beschreibung von interessanten Ansätzen von Koppelnutzungen** sind im anschließenden Kapitel enthalten. Es werden drei grundlegende Typen multifunktionaler Energiezentren beschrieben, welche die Ausgangslage für die weitere Anpassung an einen Standort und die Basis für die Modellierung darstellen.

Die **Modellbildung sowie die Identifizierung der optimalen Struktur** kann als Kernaufgabe des gegenständlichen Projekts betrachtet werden. Damit die gewählte Methodik der Prozesssynthese dem interessierten Leser verständlich und nachvollziehbar wird, wurde dazu eine Einleitung gestaltet. Es wird darauf eingegangen, welche grundsätzlichen Vorteile und Stärken die Prozesssynthese im Kontext zur vorliegenden Problemstellung anbietet. Die jeweiligen Randbedingungen und Spezifikationen, welche der Modellierung zu Grunde gelegt wurden, sind ebenso zusammengefasst. Weitere Details zu

den Inputdaten, vor allem die Spezifikation zu abgebildeten Technologien etc., sind im Anhang C für ein vertiefendes Studium bereitgestellt.

Der Darstellung der Ergebnisse der Modellierung und der Diskussion derselben wurde ein breiter Raum geboten. Es wird für die vier untersuchten Standorte die *optimale Struktur* eines multifunktionalen Energiezentrums dargestellt, unter welcher jene Kombination von Grundtechnologien mit angelagerten Koppelproduktionen verstanden wird, die die größte regionale Wertschöpfung generiert. Diese Präsentation erfolgt anhand von Strukturgraphen, welche jeweils spezifisch für verschiedene saisonale Perioden (z.B. Sommer, Winter, Ernteperiode) erarbeitet wurden.

Danach wird die durch das MFZ initiierte regionale Wertschöpfung dargestellt. Eine Input/ Output Bilanz der benötigten Ressourcen und generierten Produkten rundet die Ergebnispräsentation ab.

Auf Basis der Ergebnisse der Modellierung wurde eine Zusammenstellung wichtiger Aussagen geschaffen, welche insbesondere jene Punkte beschreibt, die generelle Gültigkeit haben, die also über den jeweiligen Standortsbezug hinausgehen.

Wirtschaftliche Kennzahlen

Als wirtschaftliche Kenndaten wurden die Investitionskosten gesamt, die spezifischen Investitionskosten der jeweiligen Einzeltechnologien, die spezifischen Betriebskosten (inkl. des erforderlichen Personals) ausgewiesen.

Wesentliches Augenmerk wurde auf die Quantifizierung der Produktionsvorteile, die sich in einem eigenen Multifunktionszentrum durch eine integrierte Produktion ergeben, gelegt. Dazu wurden zwei Kennzahlen – der rel. Kooperationsvorteil sowie die Kooperationseffizienz – entwickelt.

Der **Bewertung der identifizierten optimalen Strukturen aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit** ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Aufgabenstellung bestand darin, die gefundenen Systemlösungen auch mit einer quantitativen Nachhaltigkeitskennzahl (gewählt wurde der Sustainable Production Index. SPI) zu hinterlegen, um eine Absicherung der Lösung zu generieren. Neben der Einführung und Erläuterung der gewählten Methodik werden spezifische Nachhaltigkeitskennzahlen für die einzelnen Standorte (z.B. Ökologischer Fußabdruck in Bezug auf 1 kWh generierter Energie) präsentiert und auf die Aussagekraft und unmittelbare Vergleichbarkeit der Ergebnisse erläutert.

Bewusst ausgeklammert wurde die Untersuchung der Nachhaltigkeit der Bereitstellung der Ressourcen aus der Region (Primärproduktion), da dies nicht im definierten Projektfokus enthalten war.

Da das gegenständliche Projektvorhaben durch die Programmlinie *Energiesysteme der Zukunft* finanziert wurde, ist der thematische Bezug des Forschungsvorhabens sowie der **Beitrag der Ergebnisse zu den Zielen dieser Programmlinie** in einem eigenen Kapitel dargestellt.

Auf Basis der Projektergebnisse wird eine Reihe von **Schlussfolgerungen und Empfehlungen** erstellt, welche im Besonderen auf die Relevanz der Ergebnisse für die betriebliche Praxis und auf das Umsetzungspotential eingehen.

Details zu gewissen Themen wurden aus dem Hauptteil des Berichts „ausgelagert“ und in entsprechenden **thematischen Anhängen** beigefügt.

- Anhang A Ausgangssituation aus der Perspektive der Landwirtschaft
- Anhang B Standortbeschreibung
- Anhang C Inputdaten für Modellierung
- Anhang D Dissemination

Ziele des Projekts

Im Rahmen des Projektes KOMEOS wurden Ziele definiert, die sich auf zwei verschiedenen Ebenen abbilden lassen:

Konkrete technische Projektziele:

- 1) Erstellen von Modellansätzen für regionale, multifunktionale Energiezentren mit bestmöglichem Gesamtnutzen unter Berücksichtigung der regionalen Ausgangssituation der Oststeiermark.
- 2) Identifikation von Synergie- und Koppelnutzungskonzepten für diese multifunktionalen Energiezentren im konkreten regionalen Kontext.
- 3) Bewertung der erarbeiteten Modellsituationen (Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit).
- 4) Schaffung von Modellsituationen, welche auch in anderen Regionen umsetzbar sind (Prinzip der Übertragbarkeit).

Übergeordnete Ziele

- 5) Generieren wichtiger Grundlagen für zukünftige Errichter und Betreiber von multifunktionalen Energiezentren im ländlichen Raum zur Steigerung der Umsetzungs- und Implementierungsrate von Erneuerbaren Energieformen.
- 6) Einbinden wichtiger weiterer Stakeholder im Bereich der Bereitstellung und Logistik der Rohstoffe für diese Energiezentren. Stärkung der regionalen Wertschöpfung vor allem im Bereich der Land- und Forstwirtschaft.
- 7) Die multifunktionalen Energiezentren sollen regionale Identität schaffen: Die Energiezentren generieren nicht „nur“ Wärmeenergie, sondern können aufgrund ihrer Konzeption auch andere „Dienstleistungen“ abdecken.
- 8) Das Projekt ist ein aktiver Beitrag zur Erreichung des regionalen Ziels, die Oststeiermark als EU-Demoregion für Erneuerbare Energie – die Energieregion Oststeiermark -zu positionieren.

Anhand der erarbeiteten und im Bericht dargestellten Ergebnisse zu den einzelnen Modellen ist unmittelbar nachvollziehbar, dass die konkreten inhaltlichen Ziele auf der technischen Ebene voll erreicht wurden.

Auch auf der übergeordneten Ebene wurden die Zielvorgaben grundsätzlich erfüllt. So ist die Koppelung verschiedener Technologien zu einem innovativen Gesamtsystem durchaus auf andere Standorte übertragbar, auch wenn sie für einen speziellen Standort mit den jeweiligen spezifischen Charakteristiken entwickelt wurde. Aus diesem Grund können die Ergebnisse von KOMEOS auch entscheidend dazu beitragen, die Umsetzungs- und Implementierungsrate von Erneuerbaren Energiesystemen zu erhöhen, indem sie potentiellen zukünftigen Errichtern und Betreiber quasi als „Blueprints“ von multifunktionalen Energiezentren zur Verfügung gestellt werden. Das Projekt KOMEOS ist auch ein sichtbares Zeichen dafür, dass die Oststeiermark auf regionaler Ebene ihr definiertes Ziel, sich als EU-Demoregion für Erneuerbare Energie zu positionieren, aktiv vorantreibt. Eine Stiftung von „Identität“ durch multifunktionale Energiezentren kann eigentlich erst durch den erfolgreichen Betrieb und die daraus resultierende positive Wechselwirkung mit der Region entstehen und

argumentiert werden. Jedenfalls wurden im Rahmen des Projekts maßgeschneiderte Modelle erarbeitet.

Inhalte und Ergebnisse des Projekts

Im Projekt KOMEOS wurde der folgende inhaltliche Querschnitt vom Projektteam bearbeitet:

1. Erstellung der grundlegenden Datenbasis:
 - Finalisierung der Auswahl der Standorte für multifunktionale Energiesysteme;
 - Beschreibung des Standorts: Konkretisierung der Rahmenbedingungen, Festlegung des Rohstoffszenarios für Randbedingungen und Logistik;
2. Konzeption von Modellsituationen und Beschreibung der potentiellen Koppelnutzungsansätze sowie etwaiger Synergiepotentiale:
 - Erstellung von charakteristischen Datensätzen für die eingesetzten Basistechnologien einerseits, sowie für die identifizierten Koppelnutzungen andererseits;
3. Modellbildung und Optimierung von Technologiekoppelungen:
 - Modellierung der Einzelkomponenten und des Gesamtsystems zur Identifizierung von optimalen Technologieverknüpfungen für die jeweiligen Standorte mittels Methodik der Prozesssynthese;
 - Darstellung und Beschreibung der optimalen Lösung und Technologiestruktur für verschiedene Lastspiele (z.B. Sommer/Winter) sowie Darstellung der wirtschaftlichen Gesamtsituation;
 - Interpretation der Ergebnisse für den jeweiligen Standort und die Untersuchung der Sensitivität von Einzelparametern im Zusammenhang mit dem gelieferten Optimum;
4. Ermittlung spezifischer Kennzahlen
5. Untersuchungen und Beurteilung der Nachhaltigkeit der identifizierten Modelle mittels der Methode des SPI Sustainable Production Index;
6. Umsetzungsempfehlungen: Zusammenfassung der Ergebnisse und Konkretisierung wesentlicher Aussagen im Zusammenhang mit der Übertragbarkeit der Energiebereitstellungssysteme;
7. Dissemination durch eine Präsentation der Ergebnisse.

Gemäß dieser Abfolge werden die Ergebnisse in einzelnen Berichtsteilen dargestellt.

Auswahl und Beschreibung der Standorte

Bereits bei der Erstellung des Projektantrags wurden mögliche Standorte für multifunktionale Energiezentren in der Oststeiermark in einer Liste zusammengefasst. All dies Standorte haben gemeinsam, dass vor Ort bereits Infrastruktur zur Bereitstellung von regenerativen Energien existiert (z.B. Biogasanlage, Fern-/ Nahwärmeversorgung durch Biomasseheizwerk, etc.) oder in Planung ist. Ein derartige Situation kann insofern als gute

Ausgangslage für die Etablierung eines multifunktionalen Energiezentrums gesehen werden, als durch eine Erweiterung der Infrastruktur ein Zusatznutzen geschaffen wird, welcher vor allem im Bereich der erforderlichen Investitionen und Betriebskosten Synergiepotentiale erwarten lässt.

Bei der Auswahl der Standorte wurden insbesondere folgende Faktoren berücksichtigt:

- Die Rohstoffsituation sollte eine für die Region Oststeiermark typische Ausgangssituation darstellen.
- Bereits am Standort etablierte Technologien (z.B. Biogas oder Biomasseheizung) sollten als Basis für den Aufbau eines Energiezentrums geeignet sein.
- Der Standort sollte über ein grundsätzliches strategisches Entwicklungspotential verfügen, welches sich vor allem durch ein Interesse der handelnden Akteure vor Ort – sei es auf kommunaler Ebene oder einzelner ansässiger Wirtschaftsbetriebe – manifestiert.
- Die ausgewählten Standorte sollten sich für die Entwicklung verschiedener Modellansätze eignen und daher hinsichtlich ihrer jeweiligen Charakteristiken deutlich unterscheiden.

Für die konkrete Konzeption der Modelle für multifunktionale Energiesysteme wurden folgende Standorte in der Oststeiermark ausgewählt:

- (1) St. Margarethen an der Raab
- (2) Gemeinde Gnas
- (3) Sebersdorf
- (4) Friedberg/ Pinggau

Eine genaue Beschreibung des jeweiligen Standorts ist im Anhang B beigefügt. An dieser Stelle wird eine kurze steckbriefartige Beschreibung der vier Standorte eingefügt, welche die wesentlichen Ausprägungen der vier Standorte beinhaltet und auch die Motivation der Auswahl zusammenfasst.

Standort St. Margarethen an der Raab

In St. Margarethen existiert eine NAWARO Biogasanlage, welche mit den Rohstoffen Maissilage und Gülle im Co-Fermentationsverfahren betrieben wird. Die installierte elektrische Leistung des BHKW beträgt 500 kW_{el}. Die Anlage selbst verfügt nur über eine teilweise Wärmeintegration (saisonbedingt), welche über eine kleine Wärmeversorgungsleitung in ein benachbartes Siedlungsgebiet erfolgt. Die Kommune selbst steht der Implementierung von erneuerbaren Energien sehr aufgeschlossen gegenüber und möchte gerne weitere Schritte zur Implementierung derartiger Technologien setzen.

In St. Margarethen ist auch die Firma KWB (Kraft und Wärme aus Biomasse) ansässig, welche sowohl auf nationalem als auch internationalem Niveau einer der führenden Anbieter an Pellet- und Hackgutheizungen im kleineren Nennleistungsbereich ist.

Diese ist im Gemeindegebiet der größte Arbeitgeber und betreibt neben der Fertigung der Biomassekessel auch eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung.

Die Biogasanlage ist insofern für die Oststeiermark typisch, als sie fast ausschließlich mit dem Rohstoff Maissilage und Gülle betrieben wird, ein Rohstoff, der in der Region besonders hohe Erträge liefern kann. Der Einsatz von Gülle ergibt sich vor allem durch die in der Region sehr verbreitete Veredelungsschiene der Tiermast.

Die Biogasanlage hat im Projektzeitraum eine bewegte Entwicklung erlebt. So musste im Dezember 2006 ein Konkursantrag eingebracht werden, der Konkurs konnte allerdings in Folge vermieden werden. Jedenfalls ist die Biogasanlage St. Margarethen ein gutes Beispiel dafür, dass sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in der Produktion von Biogas stark verändert haben. Vor allem der starke Anstieg der Rohstoffpreise im Jahr 2007 hat viele Biogasbetreiber an die Grenze der Rentabilität herangeführt – ein Umstand der auf nationaler Ebene zu entsprechenden unterstützenden Maßnahmen aus der öffentlichen Hand geführt hat.

Die genannte Entwicklung unterstreicht die Notwendigkeit einer möglichst optimierten Abwärmeintegration des Biogas- BHKW im Allgemeinen, welche in KOMEOS als Chance für die Etablierung eines multifunktionalen Energiezentrums gesehen wird.

Auf Grund der Motivation der Kommune und einzelner wichtiger Schlüsselbetriebe war der Standort von Beginn an einer der Fixstarter im Projekt KOMEOS. Im Zuge der Entwicklungen im Zusammenhang mit der Biogasanlage war die Diskussion innerhalb des Projektkonsortium grundsätzlich heterogen, allerdings wurden die Turbulenzen im Bereich der Biogasanlage durchaus als archetypisch für die Situation von Biogasanlagen mit unzureichender thermischer Integration gesehen. In diesem Punkt ist die Situation in St. Margarethen eher beispielhaft für die Problematiken von NAWARO Biogasanlagebetrieben.

Gnas

Die Gemeinde Gnas, mit dem gleichnamigen Markt als Gemeindezentrum, liegt 40 km südöstlich der Metropole Graz, im oststeirischen Hügelland auf ca. 280 m Seehöhe. Die rund 1.900 EinwohnerInnen bewohnen und bewirtschaften eine Fläche von 1.584 ha inmitten des sanften hügeligen Vulkanlandes, eingebettet in eine abwechslungsreiche Kulturlandschaft.

Gnas und seine Umfeldgemeinden haben eine für die Süd-Oststeiermark typische Flächenverteilung. Im Ackerbau hat der Maisanbau wegen der klimatischen Gunstlage eine dominante Stellung, es existieren ausgeprägte Dauergrünland- und Waldflächen.

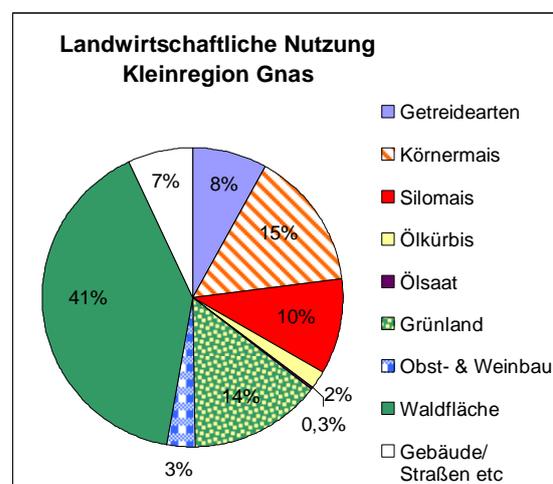


Abbildung 2: Flächenverteilung der Kleinregion Gnas

Die Kleinregion Gnas hat in Summe 6.720 EinwohnerInnen und eine Fläche von 85,8 km². Das ist ungefähr auch jene Fläche und Ressourcenmenge, die dem kleinregionalen Verarbeitungszentrum zur Verfügung stehen würde.

Die Besonderheit am Standort ist die Möglichkeit der Kooperation mit einigen KMUs vor Ort. Insbesondere sind dies eine Baufirma, ein möglicher Betreiber einer Agropelletherstellung auf Basis von Ernterückständen, sowie eine Lohnsafterei. In die Entwicklung geeigneter Konzeptionen wurde die Bedarfssituation der einzelnen Wirtschaftsbetriebe aufgenommen.

Sebersdorf

Sebersdorf liegt ca. 10 km südlich der Bezirkshauptstadt Hartberg und ca. 40 km östlich der Landeshauptstadt Graz am Zusammenfluss von Pöllauer Safen und Hartberger Safen zur Safen. Das Gemeindegebiet gehört zum oststeirischen Hügelland. Die geographische Lage – umgeben von verschiedenen landwirtschaftlichen Kerngebieten wie dem walddreichen Wechselgebiet, dem oststeirischen „Maisgürtel“, dem Apfelgebiet rund um Puch bei Weiz sowie die Nähe zum sonnenreichen Burgenland – spiegelt sich in der Diversität der regionalen Produkte wider.

Zurzeit wird die außerhalb des Ortgebietes liegende Therme über ein Biomasseheizwerk versorgt. Verschiedene Firmen im Ortszentrum stellen aufgrund ihrer Größe und ihres Bedarfs, potentielle Energieabnehmer dar. Während der Projektlaufzeit war auch eine nennenswerte Erweiterung des Gewerbegebietes der Gemeinde geplant und die Ansiedelung eines Betriebes mit relevanten Prozesswärmebedarf in Diskussion.

Friedberg/ Pinggau

Die Stadt Friedberg liegt an den sonnigen Südhängen des Wechselgebirges in einer Seehöhe von 600 m. Die rund 2630 EinwohnerInnen bewohnen und bewirtschaften eine Fläche von 2580 ha. Im Gemeindezentrum siedeln sich durch die verkehrstechnisch gute Lage (Nähe Autobahn) immer mehr Industrie- und Gewerbebetriebe an – Tankstellen, Supermärkte, Autohäuser, Installationsbetrieben, EDV-Firmen, Gastgewerbe, Textilhandel sowie Ärzte.

Das Ortszentrum ist für die Wärmeversorgung mit Nahwärmeversorgungsanlagen aufgrund der konzentrierten Bauweise sehr gut geeignet.

In den letzten Jahren entstanden in Friedberg vier Nahwärmebetriebe, die an die 40 Objekte mit Biowärme versorgen. Diese Betriebe sowie die Nahwärme im benachbarten Pinggau sollen in die Konzeption der multifunktionalen Energiezentralen einfließen.

Es wird in diesem Zusammenhang erwähnt, dass zum Zeitpunkt der Erstellung der Projekteinreichunterlagen auch weitere Ortschaften (Passail und Auersbach bei Feldbach) als favorisierte Standorte genannt wurden, welche sich nun nicht mehr in der endgültigen Auswahl finden.

So wurde das Gemeindegebiet in Friedberg/ Pinggau gegenüber dem Standort Passail bevorzugt, da seitens regionaler Akteure der Wunsch nach einem möglichen Ausbau der bestehenden Infrastruktur der Biomassenahwärmeversorgung kommuniziert wurde. Das KOMEOS Projektteam schätzte die Relevanz und das Umsetzungspotential eines für den Standort Friedberg/ Pinggau entwickelten MFZ-Modells als besonders hoch ein.

Aus ähnlichen Beweggründen wurde die Gemeinde Gnas dem Planungsgebiet Auersbach vorgezogen. Die angestrebte Kooperation mit einem KMU war in Gnas leichter realisierbar.

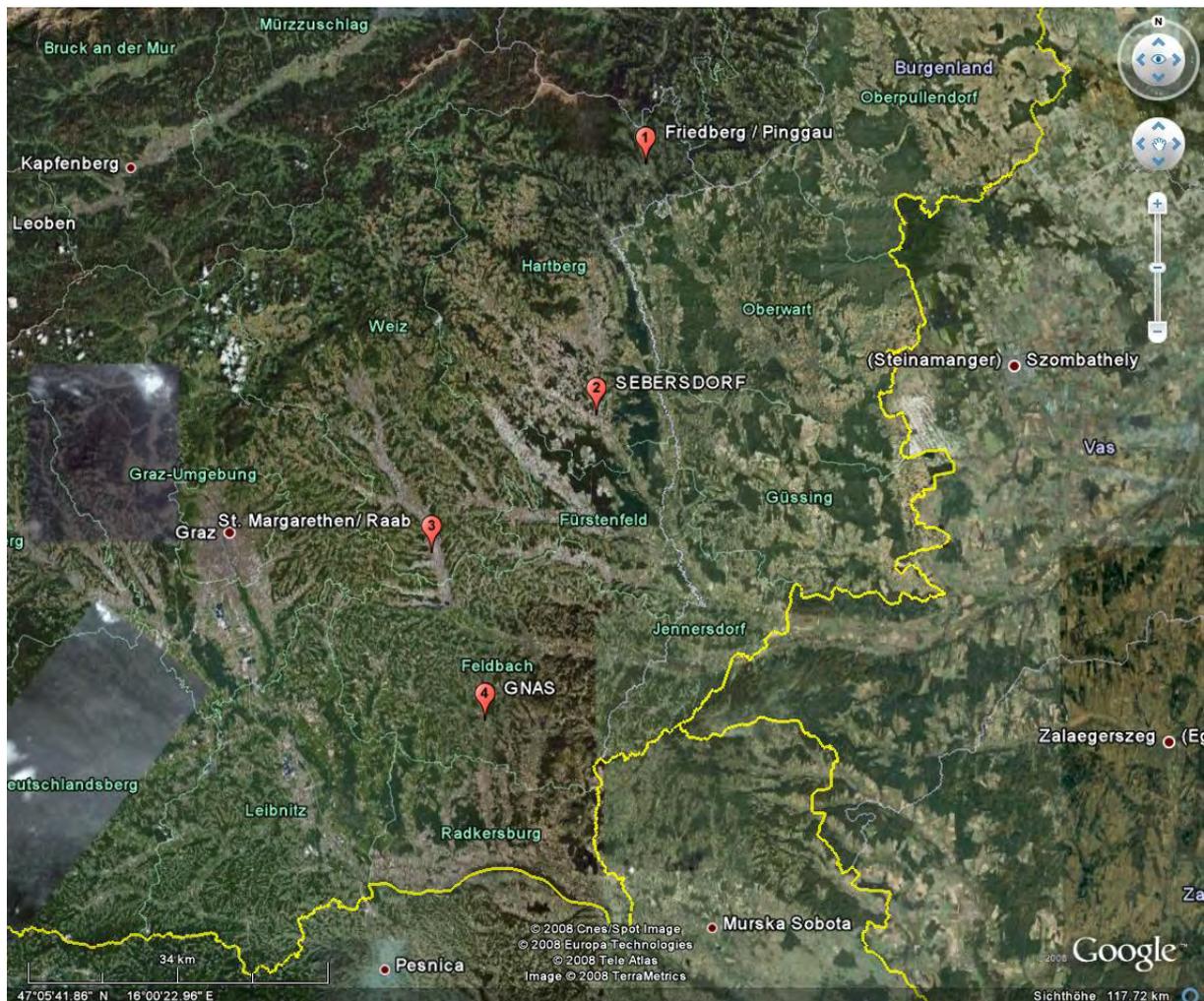


Abbildung 3: Übersicht der vier Standorte der Süd-Oststeiermark

Rahmenbedingungen der Landwirtschaft und Rohstofflogistik

Beschreibung der landwirtschaftlichen und geographischen Strukturen

Die Oststeiermark stellt den südöstlichen Ausläufer des Alpenvorlandes dar. Nach Norden begrenzt von den Fischbacher Alpen und dem Grazer Bergland, begrenzt die Mur den Westen und Süden. Innerhalb der oststeirischen Hügellandschaft ist die Landwirtschaft klein strukturiert und an die Geomorphologie angepasst. Die Oststeiermark spiegelt ein stark ländlich strukturiertes Landschaftsbild wider, das von Streusiedlungen, wenig Industrie und kleinen Ballungsräumen gekennzeichnet ist. Die kleinräumige landwirtschaftliche Struktur erlaubt allerdings eine hohe Biodiversität auf engstem Raum. Lange Zeit war die Oststeiermark aufgrund ihrer geographischen Randlage und ihrer Strukturschwäche eine wirtschaftlich unattraktive Region.

Gerade aus dieser besonderen kleinräumigen Struktur sind sehr innovative kreative Lösungsansätze hervorgegangen. Diese dezentralen Strukturen stellen besondere Herausforderungen an die Wirtschaft und die Landwirtschaft dar, bieten aber andererseits die Möglichkeit für neue nachhaltige Gesamt-Versorgungsstrukturen. Wertschöpfungsketten um dezentrale Versorgung der Gesellschaft mit Lebensmitteln, Erneuerbarer Energie, Futtermitteln und sonstigen stofflichen Nutzungstechnologien wären nun zu definieren.

Land- und Forstwirtschaft ist in der Oststeiermark sehr divers ausgebildet, das ergibt sich aus dem abwechslungsreichen Landschaftsbild vom Norden bis in den Süden. Im nördlichen Teil der Oststeiermark (Weiz und Hartberg) sind Grünland und Forstwirtschaftsbetriebe vorhanden, abwechselnd geht dies in das Oststeirische Apfel- und Weinbaugebiet über und dann in die Ebene von Feldbach und Radkersburg, wo die Schweinemast ein Haupterwerbszweig ist. Die Rohstofflogistik ist daher gerade in dieser Region sehr komplex, dennoch gibt es schon einige gute Vorzeigebispiele in der Biomasselogistik.

Flächennutzung der Oststeiermark

Um repräsentative und gesicherte Projektergebnisse aus den Berechnungsmodellen herleiten zu können, war für das Projekt „KOMEOS“ primär entscheidend, die Raumausstattung der betroffenen Bezirke zu analysieren und fixe Parameter festzusetzen, sowie fixe Abnehmerstrukturen darzustellen. Als Raumausstattung wird die Flächenverteilung in landwirtschaftliche Nutzflächen; Ackerland, Grünland, Waldflächen und Infrastrukturflächen verstanden. Im Anhang A wird eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Flächenverteilungen in den Bezirken dargestellt.

Kurz zusammengefasst stehen Wald- und Grünlandgebiete in den nördlichen Bezirken (Weiz und Hartberg) dominanten Ackergebieten im Süden gegenüber (Fürstenfeld, Radkersburg). Beim Blick auf die Bestellung der Flächen, wie sie in Tabelle 1 dargestellt ist, lässt sich erkennen, dass der Süden – die Bezirke Feldbach, Fürstenfeld und Radkersburg – verstärkt

Ackerbau betreibt, während die nördliche Landwirtschaft stärker im Grünlandbereich und in der Forstwirtschaft tätig ist.

Das Flächenausmaß der landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Bezirken, berechnet auf die Gesamtfläche des Bezirkes, ergibt folgendes Bild:

(Fläche in ha)	Feldbach	Fürstenfeld	Hartberg	Radkersburg	Weiz
Gesamtfläche ha	72.700	26.400	95.600	33.700	107.000
Grünland	11,1 %	5,1 %	13,0 %	5,3 %	16,6 %
Ackerfläche	33,4 %	35,9 %	25,6 %	42,5 %	11,9 %
Waldanteil	37,6 %	37,8 %	46,5 %	32,0 %	54,7 %
Übrige Fläche	18,0 %	21,2 %	14,9 %	20,2 %	16,8 %

Tabelle 3: Flächenverteilung in % für die oststeirischen Bezirke

Anmerkung: Übrige Flächen sind bebaute Flächen, Straßen, Infrastrukturflächen sowie Gewässer; Datengrundlage siehe Anhang A

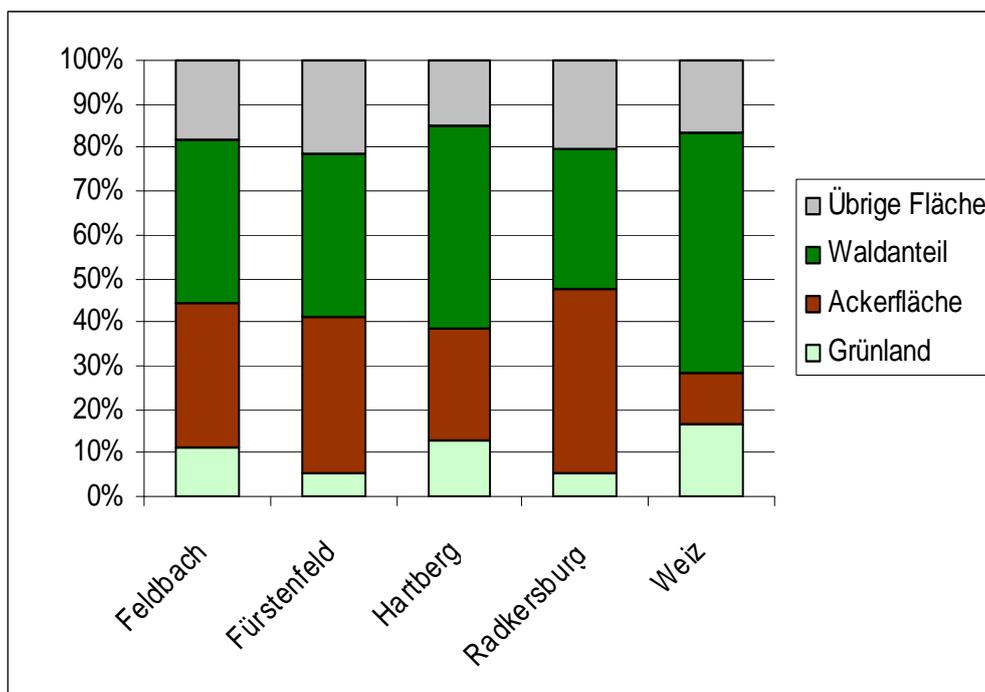


Abbildung 4: Überblick der Flächenanteile für Wald, Ackerflächen, Grünland sowie übriger Flächenanteile für die 5 oststeirischen Bezirke

Folgend wird die landwirtschaftliche Nutzfläche für die fünf oststeirischen Bezirke im Überblick dargestellt. Neben den Acker- und Grünlandflächen wurden die Spezialkulturen, Weinbauflächen und Teichflächen als eigene Kategorie dargestellt.

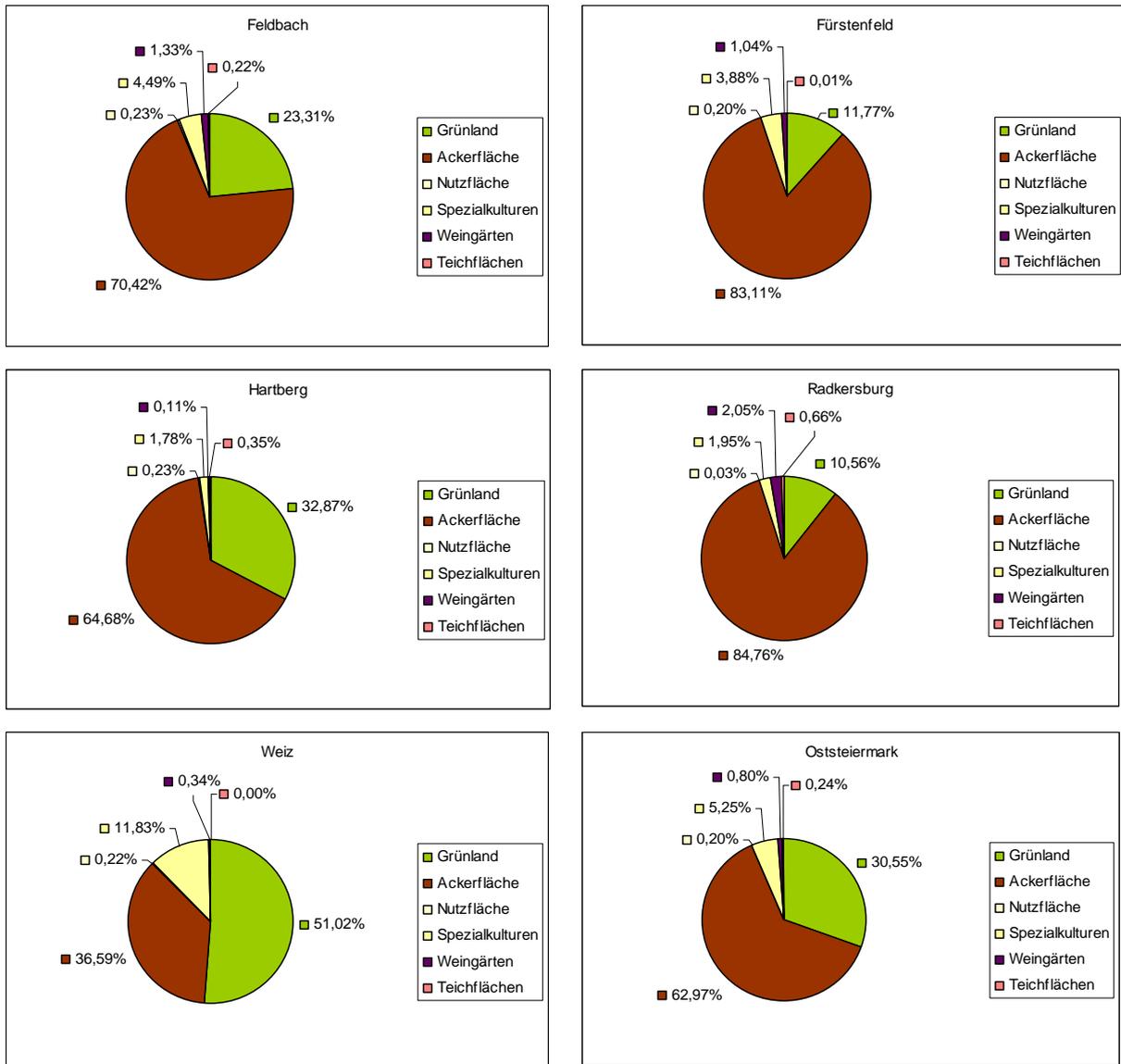


Abbildung 5: Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Bezirken und Gesamt-Oststeiermark (Datenquelle siehe Anhang A)

In Feldbach, Fürstenfeld und Radkersburg sind kaum gemischte landwirtschaftliche Betriebe vorzufinden; diese Gebiete sind geprägt von Ackerbaubetrieben.

Landwirtschaftliche Einflussfaktoren für multifunktionale Energiezentren

Der Betrieb dezentraler Energieversorgungssysteme auf Basis nachwachsender Rohstoffe ist durch die so genannte Ressourcenverfügbarkeit grundlegend beeinflusst bzw. limitiert. Unter diesem Begriff werden verschiedene Faktoren zusammengefasst, welche sich auf folgenden Ebenen abbilden:

- Preis/ Wirtschaftlichkeit des Rohstoffanbaus
- Verfügbarkeit der Anbaufläche
- Logistik und Transport und Lagerhaltung der Ressourcen

Rohstoffpreise

Für die weitere Bearbeitung und Modellierung wurde angenommen, dass die in der Region Oststeiermark produzierten Ressourcen zu den üblichen Marktpreisen zur Verfügung stehen. Diese Annahme ist vor allem eine sehr pragmatische und realitätsnahe, ist doch jeder Landwirt angehalten, zu Marktpreisen seine Primärprodukte zu produzieren.

Die Tabelle 4 (siehe Kapitel Inputdaten Modellierung, Seite 43) listet wichtige Preise von landwirtschaftlichen Rohstoffen und Ressourcen auf, welche in der Modellierung verwendet werden.

In diesem Zusammenhang wird erwähnt, dass die gegenwärtigen Preise diverser landwirtschaftlicher Produkte nicht die tatsächlichen Herstellungskosten (Vollkosten) widerspiegeln, sondern wesentlich durch Transferzahlungen und Förderungen beeinflusst sind. Dieser Umstand hat für Erneuerbare Energien auf Basis nachwachsender Rohstoffe insofern Relevanz, als angenommen werden kann, dass sich dieses System in naher Zukunft (ab 2013) auf EU Niveau ändern wird. Jedenfalls hätte eine maßgebliche Änderung des Systems der Transferzahlungen einen fundamentalen Einfluss auf alle landwirtschaftlichen Produkte, sowohl Nahrungsmittel als auch NAWAROs. Ein Umstand der sowohl als Chance aber auch als Risiko gesehen werden kann.

Verfügbarkeit der Anbaufläche

Die Summe der zur Verfügung stehenden Anbaufläche unterliegt eigentlich keinen wesentlichen Schwankungen (zumindest kurzfristig). Bei der Produktion von Lebensmitteln bzw. Futtermitteln einerseits und beim Anbau von NAWAROs (z.B. für Biogas) andererseits wird im Grunde auf die gleichen Anbauflächen zugegriffen, wodurch eine Konkurrenzsituation entsteht. Diese beiden „Widmungen“ der Anbauflächen in Balance zu halten ist/ wird eine Kernaufgabe für unsere Stoffstromwirtschaft sein.

In diesem Projekt wurde auf bestehende Erfahrungen der landwirtschaftlichen Praxis zurückgegriffen und folgender Grenzwert für die Flächennutzung festgelegt:

→ 10 % der landwirtschaftlichen Ackerflächen können für die Energiebereitstellung verwendet werden, ohne die Lebensmittelproduktion maßgeblich zu stören.

Eine ähnliche Annahme wurde auch im Projekt Landwirtschaft 2020 (Energiesysteme der Zukunft, Birnstingl et al 2006) getroffen.

Flächenausstattung

In Tabelle 3 und Abbildung 4 ist die mittlere Verteilung der Flächenanteile für Wald, Acker und Grünland auf Bezirksniveau für die fünf oststeirischen Bezirke dargestellt. Diese mittlere Flächenausstattung wurde als Randbedingung in der Modellierung übernommen. So wurde für die einzelnen Standorte jeweils die mittlere Flächenausstattung auf Bezirksniveau für die Beschreibung des Ressourceneinzugsgebietes angesetzt.

Für den Anbau von Ölsaaten wurde aus dem Blickwinkel der Fruchtfolge eine maximale Anbaurrate von 20 % der Ackerfläche als Schwellenwert eingezogen.

Es wurde die aktuelle Flächennutzung berücksichtigt, etwaige neue Alternativkulturen wurden nicht eingesetzt.

Aufgabe des Projektes KOMEOS war es, eine Optimierung von Technologien zu erreichen und nicht eine optimierte landwirtschaftliche Produktion zu generieren, wenngleich in diesem Zusammenhang auch ein großes ökologisches und ökonomisches Verbesserungspotenzial geortet wird.

Bei der Berechnung der einzelnen Standorte wurde ein Rohstoffeinzugsradius gesetzt, der im Falle des Biogasanlagenstandortes St. Margarethen 10 km und Sebersdorf 20 km beträgt. Im Falle der Pflanzenölproduktion wurde der Einzugsradius auf 100 km gesetzt, da der Transport von Ölsaaten einfacher zu bewerkstelligen ist.

Rohstofflogistik

Die Logistik von landwirtschaftlichen Rohstoffen ist ein nicht zu vernachlässigender Faktor bei der Konzipierung multifunktionaler Energiezentren. Innerhalb des Projektteams war man der Meinung, dass die Logistik und auch Lagerhaltung der Ressourcen vom Sektor Landwirtschaft übernommen werden soll. Dies vor allem deshalb, weil der Energiegehalt nachwachsender Rohstoffe vor allem unter Berücksichtigung der jeweiligen Dichte sich eher gering darstellt. Bei frischer Biomasse ist auch der relativ hohe Wassergehalt ein Umstand, der längere Transportstrecken unwirtschaftlich macht.

Multifunktionale Energiezentren wurden mit der Maxime entwickelt, dass diese optimal in eine Region integriert werden können. In diesem Zusammenhang spielen auch kurze Transportwege einen zentralen Stellenwert.

Auf Basis bisheriger Erfahrungen wurde das Rohstoffeinzugsgebiet für landwirtschaftliche Produkte des MFZ auf 10 km Radius beschränkt. Für Ölsaaten wurde dieses Limit auf 100 km gesetzt, da diese eine höhere Energiedichte haben.

Konzeption von Modellsituationen und Beschreibung der potentiellen Koppelnutzungsansätze

Die grundlegende Konzeption multifunktionaler Energiezentren wurde gemeinsam im interdisziplinären Projektteam erarbeitet. Diese Modellsysteme sollen im Wesentlichen folgende Anforderungen erfüllen:

- Typisch für die Region: Es sind sozusagen regionale Archetypen, die die spezifische regionale Ausgangslage abbilden (z.B. Ressourcenverfügbarkeit).
- Unterschiedliche Basistechnologien: Sie sind im Ansatz verschieden und setzen auf verschiedene Basistechnologien auf.
- Übertragbarkeit: Die Modellsysteme sind grundsätzlich auf andere Standorte – auch außerhalb der Region Oststeiermark – übertragbar (keine Ausnahmesituationen).

Folgend werden drei typische Modellkonzeptionen (Szenarien) hinsichtlich Grundtechnologie und der möglichen Koppelnutzungsansätze beschrieben.

Diese Szenarien bilden die Grundlage für die weiteren Arbeiten in der Modellierung und Identifizierung einer optimalen Struktur des Energiezentrums.

Die Szenarien bilden folgende thematische Ausrichtungen ab:

- (1) Biogasanlage als Kerntechnologie eines multifunktionalen Energiezentrums
- (2) Biomassekessel als Kerntechnologie
- (3) Energiezentrum kooperiert mit lokalen KMUs

Szenario 1 – Biogas

Der „Kernprozess“ dieses Modells ist der Biogasprozess mit BHKW, eine Ausgangssituation die an einigen Standorten der Oststeiermark bereits vorhanden ist.

Dieses Modell sieht die Biogasanlage mit den Schlüsselprodukten Strom und Wärme als Ausgangspunkt für angelagerte Koppelnutzungen wie Ölsaattrocknung und Pflanzenölgewinnung. Der dabei entstehende Presskuchen wird zusätzlich als wertvolles Substrat in der Biogasanlage verwertet. Die in diesem Szenario eingesetzten Technologien sind alle Stand der Technik und werden zu einem Gesamtnutzungskonzept zusammengeführt. Eine Sonderstellung in diesem Zusammenhang hat die Technologie der Aufbereitung von Biogas zum Zweck der Erhöhung des Methangehalts (z.B. auf das Niveau von Erdgas). Neue Ansätze (z.B. Aufreinigung mittels Membrantechnologie) sind aktuell Gegenstand intensiver F&E Aktivitäten. Die Synergieeffekte – beispielsweise durch gemeinsam benötigte Infrastruktur – sind groß, sodass für eine gesamte Umsetzung grundsätzlich wirtschaftliche Vorteile (Investition, aber auch Betriebskosten) erwartet werden.

-
- Trocknung landwirtschaftlicher Produkte zur Verwertung der Sommerabwärme aus dem BHKW der Biogasanlage;
 - Trocknung von Ölsaaten um diese lagerfähig zu machen;
 - Pressen von Pflanzenölen für die stoffliche Verwertung als Lebensmittel sowie als alternativer Treibstoff für auf Pflanzenölbetrieb umgerüstete KFZ;
 - Verwertung des Öl-Presskuchen als wertvoller Rohstoff für den Biogasprozess;
 - Lieferung von Strom an das elektrische Netz;
 - Nutzung der Abwärme aus dem BHKW in der Heizperiode in ein angeschlossenes Wärmeversorgungsnetz; in diesem Fall wird aus technischer Sicht (Versorgungssicherheit) ein Spitzenlastkessel (z.B. Biomasse) erforderlich sein.
 - Optional: Aufreinigen des Biogases auf Erdgasqualität (Bio-SNG) mit den möglichen Nutzungen Netzeinspeisung oder Treibstoff.

Dieses Szenario wurde für die Modellierung des Standorts St. Margarethen/ Raab verwendet, wobei der Ansatz insofern erweitert wurde, als dass auch die Option eines zusätzlichen Ausbaus der bestehenden Wärmenetze und die Errichtung einer Pelletieranlage für Holz als Module eingeführt wurden.

Szenario 2 – Biomassekessel als Kerntechnologie

Das Szenario 2 hat als energetischen Kernprozess einen *Biomassekessel* (1), welcher mit regionalem Hackgut betrieben wird. Dieses Szenario ist besonders für jene höher gelegenen Gebiete der Oststeiermark gedacht, die sich durch einen besonders hohen Waldanteil auszeichnen. In diesen Gebieten gibt es bereits jetzt eine Reihe von Biomassekesselanlagen, die ein lokales Wärmeversorgungsnetz versorgen und sich grundsätzlich für die Umsetzung dieses Szenarios der MFZ eignen.

Der Biomassekessel wird mit einer *Wärme-Kraft-Kopplung WKK* (2) verschaltet, um aus Wärme auch Strom zu gewinnen. Durch diese Technologieverschaltung ergibt sich der Vorteil, dass die Biomasseheizung auch in den Sommer betrieben wird, da die Erzeugung von Strom (Bandlast) im Vordergrund steht. Der Biomassekessel wird somit von einem saisonalen Heizbetrieb losgelöst und durch die WKK zum „Energiegenerator“ (Wärme und Strom), der ganzjährig in Betrieb ist.

Durch diese Betriebsform steht praktisch auch im Sommer Abwärme zur Verfügung, deren Verwertung durch ein Koppelnutzungskonzept erfolgen soll, was das Projektteam als Rohstoffdrehzscheibe (3) bezeichnet. Die Grundidee der Rohstoffdrehzscheibe Holz ist aus einer Analyse der bisherigen regionalen Schwierigkeiten und Hemmnisse entlang der Prozesskette Holzhackgut entstanden. Die Vermarktung regionaler Holzressourcen soll durch eine bessere Kundenorientierung erfolgen.

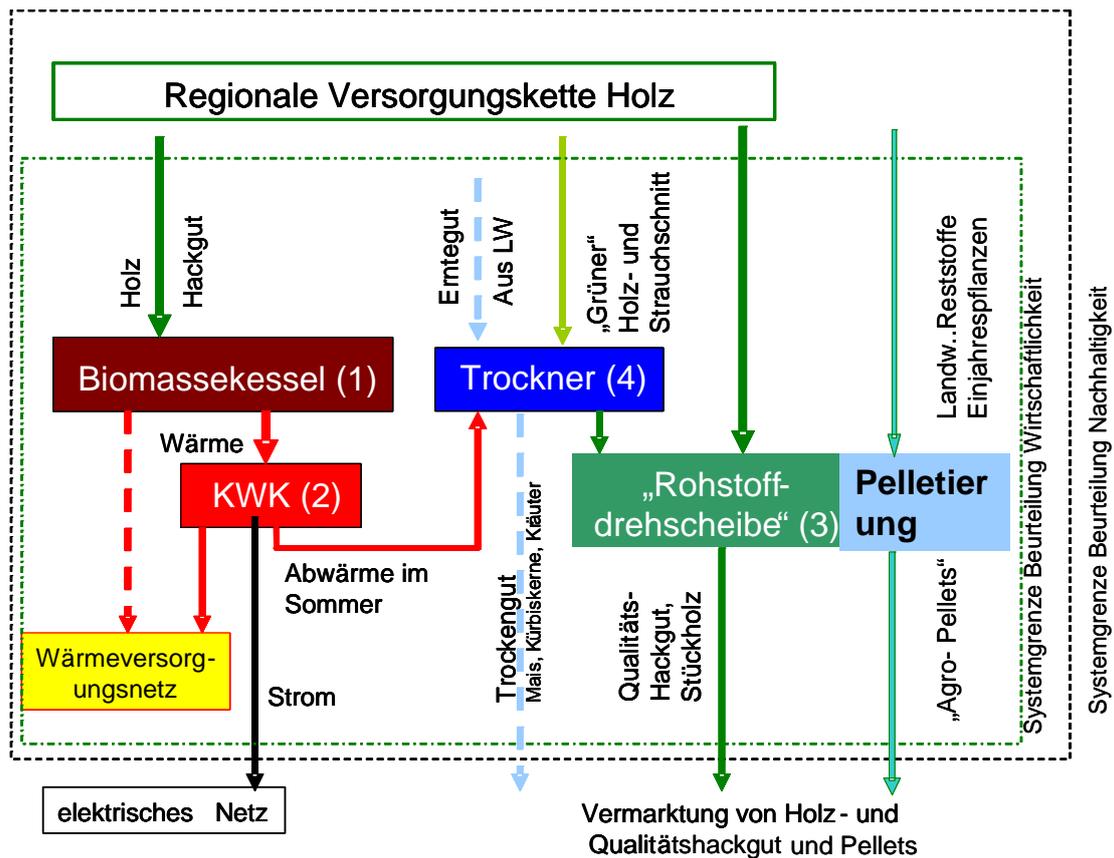


Abbildung 7: Schema des MFZ der Modellsituation 2

Die Rohstoffdreh Scheibe ist ein Nutzungskonzept für Holz das dienstleistungs- und serviceorientiert ist. Im Wesentlichen erfüllt die Rohstoffdreh Scheibe drei grundlegende Aufgaben:

- Rohstofflogistik (vom Wald bis zum Endkunden),
- Zwischenlagerung (ständige Verfügbarkeit regionaler Ressourcen) sowie
- Qualitätssicherung für Hackgut [durch Aufbereitung, Größensortierung, und (Nach-) Trocknung]

Die Rohstoffdreh Scheibe ist nach der Implementierung in der Lage, ihren Kunden folgendes Service anzubieten:

Der Kunde kann zu jeder Jahreszeit den Energieträger Holz beziehen, egal ob es sich um Hackgut, Pellets oder Stückholz handelt. Das Holz kommt aus der Region. Das Holzhackgut zeichnet sich durch eine zertifizierte Qualität aus (Wassergehalt, Größensortierung), sodass mit keinerlei technischen Störungen bei Hackgutheizungen kleinerer Nennleistung zu rechnen ist. Die Rohstoffdreh Scheibe liefert den Energieträger frei Haus, durch ein spezielles Einbringsystem wird Holzhackgut auch staubfrei eingeblasen (Holzpumpe®). Auf Wunsch wird auch die Entsorgung von Baum- und Strauchschnitt angeboten, welcher zu einem biogenen Brennstoff veredelt wird.

Die Trocknungsanlage (4), welche für den Rohstoff Holz benötigt wird, soll so ausgelegt werden, dass auch die Trocknung von anderen landwirtschaftlichen Produkten (z.B. Ölkürbis oder Ölsaaten, Kräuter) möglich ist. Dadurch wird eine weitere Dienstleistung am MFZ angeboten.

Die Trocknungsanlage bietet weiters die Möglichkeit Hackgut nachzutrocknen, falls aufgrund des falschen Erntezeitpunkts oder einer mangelhaften Zwischenlagerung der erforderliche TS Gehalt von mindestens 80 % nicht erreicht wurde.

Zusätzlich verfügt die MFZ über eine Siebe- und Sichtungseinrichtung, die es ermöglicht, ein hinsichtlich der Größenverteilung definiertes Hackgutgemisch herzustellen. Dies ist deswegen bedeutend, weil in der betrieblichen Praxis kleinerer Hackguttheizungen immer wieder Betriebsstillstände auftreten, welche durch zu große Hackgutteile, die z.B. die Fördereinrichtung blockieren, verursacht werden. Die Praxis zeigt derzeit, dass bäuerliche Hackguthersteller diese Qualitätsrichtlinie nur schwer erfüllen und daher die Endkunden keine Qualitätsgarantien betreffend das Hackgut übernehmen.

Durch die Gewährleistung des Trockenmassegehalts von mindestens 80 % (d.h. Wassergehalt <20 %) in Kombination mit der Größenbeschränkung (alle Partikel kleiner 30 mm) ergibt das Qualitätshackgut (G30, W20), welches die Grundlage der Dimensionierung der Hackguttheizungen darstellt.

Die Konzeption beinhaltet weiters die Weiterverarbeitung von getrocknetem Holz oder Sägenebenprodukten zu Holzpellets. Zusätzlich wird für diese Modellsituation die Variante der Produktion von so genannten *Agropellets* untersucht, welche in einer Rohstoffdrehmaschine erfolgen könnte. Die Herstellung von Pellets auf Basis von Einjahrespflanzen oder landwirtschaftlichen Reststoffen (z.B. Maiskolben bei der Körnermaisproduktion) scheint aus verschiedenen Überlegungen viel versprechend.

Die Anbindung des Szenarios 2 an das elektrische Netz zur Einspeisung des generierten Stroms sowie die Anbindung des Biomassekessels an ein Wärmenahversorgungsnetz sind Grundvoraussetzungen für das Szenario 2.

Eine derartige Infrastruktur könnte z.B. eine bäuerliche Produktionsgemeinschaft in die Lage versetzen, regionales Qualitätshackgut zu produzieren. Dadurch kann der direkte Zugang zum „anspruchsvolleren“ Endkunden im kleineren Leistungsbereich wesentlich erleichtert werden. Für das Hackgut sind die Attribute *Betriebsicherheit durch Qualität* und *Versorgungssicherheit durch Regionalität* nachvollziehbar argumentierbar und könnten als strategische Ausrichtung für längerfristige Versorgungsketten dienen. Gerade die Versorgungssicherheit nimmt neben dem Brennstoffpreis bei der Entscheidung zum Umstieg auf Biomasseheizungen eine wichtige Schlüsselposition ein.

Regionale Versorgungsszenarien haben in diesem Zusammenhang ein großes Entwicklungspotential, das es im regionalen Kontext auszubauen gilt.

Bei den Biomassebrennstoffen zeichnet sich der Trend ab, dass sich am Markt vor allem international agierende Großunternehmen etablieren. Diese Produkte stammen meist aus andern Ländern (Osteuropa) und zeichnen sich durch gute Versorgungslogistik, Preis und Qualität aus.

Die Rohstoffdreh Scheibe sollte einerseits die Rohstoffversorgung des Energiezentrums übernehmen, andererseits aber eine zentrale Schlüsselstelle bei der sicheren Versorgung einer Region mit regenerativen Brennstoffen übernehmen.

Neben dem Qualitätshackgut, sollte eine Rohstoffdreh Scheibe auch Holzpellets und Stückholz für Kachelöfen anbieten.

Dieses Konzept wurde für die weitere Modellierung am Standort Friedberg/ Peggau verwendet. Die Idee der Rohstoffdreh Scheibe wurde allerdings auch in die anderen Modellsituationen zumindest gedanklich übernommen.

Szenario 3 – Kooperation mit KMU

Dieses Szenario ist speziell für das „Andocken“ des MFZ an gewerbliche Partner (z.B. eines KMU aus dem Segment Lebensmittel oder Obstverarbeitung) gedacht, welche die Dienstleistung *Kühlen* grundsätzlich benötigen.

Das Szenario 3 baut auf eine ähnliche Ausgangssituation wie das Szenario 1 und Szenario 2 auf, nämlich, dass im Sommer Wärme zur Verfügung steht, welche nicht unmittelbar genutzt werden kann. Diese Wärmeenergie kann in diesem Modellansatz prinzipiell aus Biogas mit BHKW (1a), BHKW, das mit Pflanzenöl betrieben wird (1b), Biomasseheizkessel mit Wärme-Kraft-Kopplung WKK (1c) gewonnen werden.

Aus diesem Grund kann diese Modellsituation sehr gut an verschiedene regionale Ausgangssituationen angepasst werden. Die Abwärme wird in diesem Modell zur Generation von Kälte verwendet wobei grundsätzlich die Möglichkeiten zu einer Klimatisierung (2a) oder die Bereitstellung von Prozesskälte oder Frieren (2b), z.B. Tiefkühlager -20°C ergeben.

Für die Bereitstellung der Kälte zur Klimatisierung bietet sich ein Verdunstungskälteprinzip (Desiccant) oder Adsorptionskühlung an. Im folgenden Schema wurden die zwei Modellvariationen auf Basis der Energieträger Biogas und Pflanzenöl dargestellt.

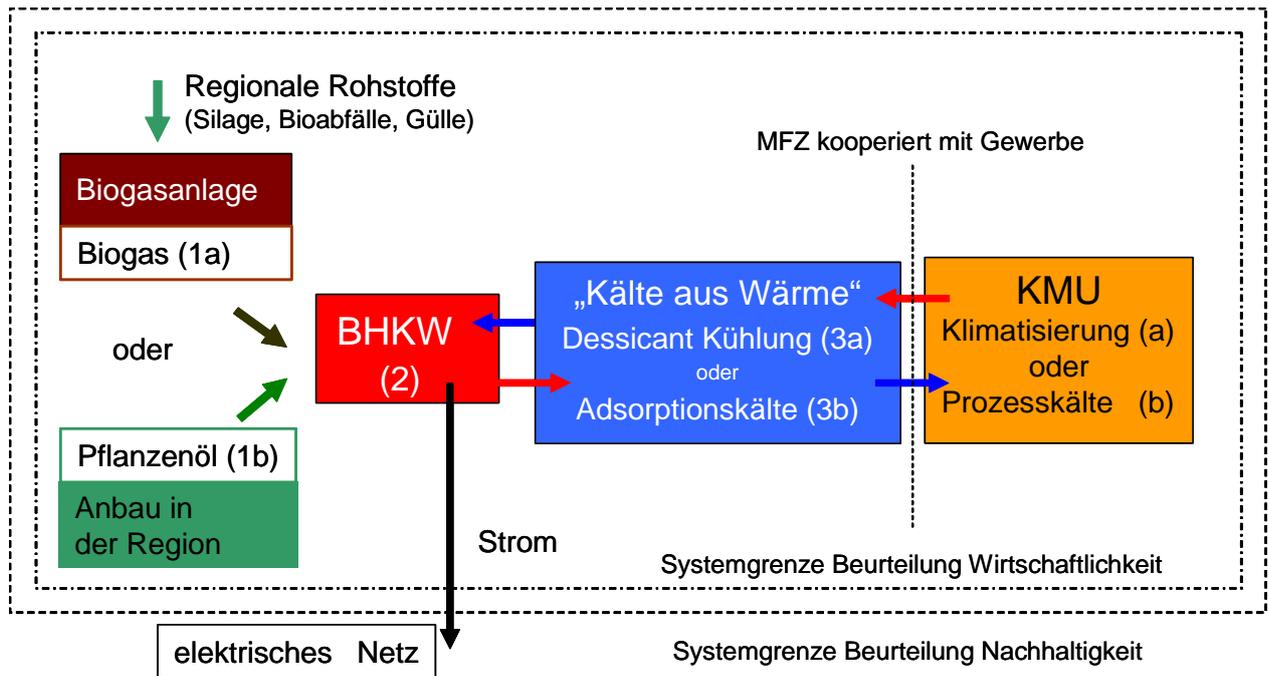


Abbildung 8: MFZ Szenario 3: Gekoppelte Kühlung/ Kältenutzung eines Gewerbebetriebs

Aus Gründen der Hygiene und der Geruchsbelästigung erscheint die unmittelbare Nachbarschaft einer Biogasanlage mit KMU im Bereich Lebensmittel sehr unrealistisch. Der Energieträger Pflanzenöl ist in diesem Anwendungsfall allerdings besonderes interessant, da ein BHKW auf Basis von Pflanzenöl in Kombination mit einem Kältemodul zu einer recht kompakten Anlage kombiniert werden kann. Aufgrund des geringen Platzbedarfs könnte eine derartige Anlage recht leicht an ein Gewerbe angekoppelt werden.

Der Betrieb einer Kältemaschine in Kombination mit einem BHKW auf Basis von Biogas wäre im landwirtschaftlichen Bereich für die Klimatisierung von Ställen, z.B. Geflügelzucht (Legehennen, Puten etc.), eine Option.

An den Standort selbst sowie an die Art der Einbindung des Gewerbetpartners stellt dieses Szenario die größte Herausforderung dar, da es gilt, den entsprechenden Wirtschaftspartner zum genau richtigen Zeitpunkt einzubinden. Dieser ist gerade dann gegeben, wenn eine neue Betriebsansiedelung geplant ist, eine Neuinvestition oder eine wesentliche Erweiterung der Kühlinfrastruktur bevorsteht. Zusätzlich wird bei der Bereitstellung von Kälte, z.B. für Kühlzwecke, auch eine besondere Betriebssicherheit erwartet, da ein Ausfall der Kühlleistung einen großen wirtschaftlichen Schaden verursachen kann. Aus den genannten Punkten ist dieses Szenario mit gekoppelter Klimatisierung (2b) leichter umzusetzen.

Die Konzeption des MFZ als Dienstleister für angelagerte Wirtschaftsbetriebe ist integraler Teil der Modellbildung an den Standorten Gnas und Sebersdorf.

Modellierung und Identifikation von optimalen Lösungen

Ziel der Modellierung

Die Aufgabenstellung des Projektes KOMEOS erfordert die Optimierung von lokalen, multifunktionalen Energiezentren, wobei einerseits vorhandene Infrastruktur als „Kristallisationskerne“ berücksichtigt werden sollen, und andererseits bestehende und zukünftige Verbrauchssituationen abgedeckt werden sollen, und zwar in einer Weise, die zu optimaler Wertschöpfung führen. Die Definition der „optimalen Wertschöpfung“ muss jedoch in diesem Zusammenhang etwas eingehender diskutiert werden. Je nach Annahme der Grenzen des Systems, für das die Wertschöpfung optimiert werden soll, ergeben sich nämlich zwangsweise unterschiedliche Strukturen und auch durchaus unterschiedliche Methodiken, die zum Optimum führen. So sind etwa die Methoden der Betriebswirtschaftslehre ausgezeichnete Mittel, die optimale Wertschöpfung eines Einzelbetriebes zu finden.

Der Projektannahme von KOMEOS liegt jedoch eine etwas anders gestaltete Fragestellung zu Grunde: Es soll das lokal/ regional vorliegende Ressourcenangebot an biogenen Rohstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft bestmöglich verwertet werden, wobei das im Rahmen des hier entwickelten Modells erstellte multifunktionale Energiezentrum die Rolle einer Drehscheibe zur Optimierung der Wertschöpfung des **gesamten** Systems von der land- und forstwirtschaftlichen Produktion bis hin zur Vermarktung der Produkte übernehmen soll.

In diesem Kontext sind insbesondere folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Welche Rohstoffe aus der Region (und in welcher Menge) sollen über ein multifunktionales Energiezentrum geführt werden?
- Welche Art der Flächennutzung optimiert die Wertschöpfung des lokalen/ regionalen Systems?
- Welche Technologien sind in einem solchen multifunktionalen Energiezentrum zusammenzufassen, um die Wertschöpfung zu optimieren?
- Welche zusätzlichen Energiedienstleistungen/ Energieprodukte und Energieträger können im Zuge der Optimierung der Wertschöpfung und der Nutzung des regionalen Rohstoffangebotes durch ein solches Energiezentrum bereitgestellt werden?

Diese Fragestellungen erfordern zu ihrer Lösung eine Methodik, die folgenden Ansprüchen gerecht wird:

- Verknüpfung von Stoff- und Energieflüssen mit unterschiedlichen Technologien unter Einhaltung der Bilanzen;
- Berücksichtigung der Konkurrenzsituationen auf der Ressourcenseite sowie der Kapazitätsgrenzen von Rohstoffeinzugsgebieten rund um ein solches Energiezentrum;

-
- Bildung von konsistenten Lösungsstrukturen (die alle Stoff- und Energiebilanzen erfüllen, Ressourcenkonkurrenzen berücksichtigen und zu sinnvollen Lösungen führen);
 - Systemische Optimierung der Strukturen (Strukturoptimierung gekoppelt mit Parameteroptimierung) zur Erzeugung des Optimums der Wertschöpfung des regionalen Gesamtsystems aus Land- und Forstwirtschaft und Energiezentrum.

Die Methode der Prozesssynthese, wie sie in der Prozesstechnik zur Entwicklung und Optimierung chemischer Prozesse eingesetzt wird, erfüllt diese Anforderungen.

Die Methodik der Prozessanalyse

Die allgemeine Fragestellung der Optimierung einer Zielfunktion, etwa der Wertschöpfung, unter einschränkenden Randbedingungen ist als „Mathematical Programming“ in vielen wissenschaftlichen Disziplinen bekannt. Die Prozesstechnik als jene technische Wissenschaft, die Stoff- und Energieströme in Technologien zu Produktströmen umwandelt, hat diese allgemeine Fragestellung als „Prozesssynthese“ in ihr Forschungsgebiet integriert. Die Prozesssynthese ist seit den Anfangszeiten des Einsatzes von Computern in der Prozesstechnik ein wichtiger Forschungszweig dieser technischen Wissenschaft. Die Grundfragestellung der Prozesssynthese ist die, jenes Netzwerk aus Grundoperationen der Prozesstechnik zu finden, das bestimmte Rohstoffe in gewünschte Produkte überführt. Diese Fragestellung erfordert die Optimierung von Strukturen: Eine bestimmte Grundoperation ist entweder Teil der Lösung oder eben nicht. Gleichzeitig ist auch die Optimierung von kontinuierlichen Parametern, etwa den Stoffströmen in eine bestimmte Prozesseinheit, notwendig.

Im Laufe der Zeit haben sich sehr unterschiedliche Herangehensweisen für die Lösung dieser Grundfragestellung in der Prozesstechnik herauskristallisiert.

- *Heuristische Methoden* verwenden Erfahrungswerte mit unterschiedlichen Grundoperationen, um sinnvolle und optimale Prozessstrukturen zu entwickeln. Diese Methoden sind dann einsetzbar, wenn ausreichend Informationen über die verwendeten Technologien vorhanden sind. Zur Berücksichtigung von Einschränkungen bei den Ressourcen müssen sie jedoch mit anderen Optimierungsmethoden gekoppelt werden.
- *Thermodynamische Methoden* verwenden thermodynamische Grundsätze (teilweise auch Grundsätze der Stoff- und Energiebilanzierung) um Prozessstrukturen zu optimieren. Zu dieser Gruppe zählen unter anderem auch die sogenannten „Pinch“-Methoden, deren Einsatz die Optimierung von Wärmeaustausch-Systemen in der Prozesstechnik revolutioniert hat. Der Einsatz dieser Methoden ist daran gebunden, dass die betrachteten Prozesseinheiten hauptsächlich durch thermodynamische Gesetzmäßigkeiten (etwa den Wärmeaustausch) bestimmt sind oder eine dominante Stoffklasse verarbeiten (wie etwa in der Abwassertechnik).
- *Nonlinear mixed integer programming Methoden (NLMIP)* verwenden mathematische Modelle der einzelnen Prozessschritte, um in einer umfassenden beschränkten

Optimierung auf die optimale Prozessstruktur zu gelangen. Diese Methoden sind mathematisch aufwendig, erlauben aber die Optimierung von Prozessparametern gleichzeitig mit der Prozessstruktur. Sie erfordern ausreichend genaue Modelle zur Simulation der entsprechenden Prozessschritte, ebenso wie ausreichende Rechenkapazität.

- *Kombinatorische Methoden* greifen auf mathematische Theoreme aus der Lehre von den Graphen zurück und verwenden kombinatorische Regeln zum Aufbau von Prozessstrukturen. Diese Methoden garantieren auf der einen Seite, dass die global-optimale Struktur gefunden wird (alle anderen Methoden können auch in „regionale“ Optima laufen ohne das globale Optimum zu erkennen), auf der anderen Seite reichen globale Stoff- und Energieflussinformationen, sowie wirtschaftliche Globalinformationen (wie Invest- und Betriebskosten) der einzelnen Prozessschritte zur Generierung des optimalen Prozesssystems aus.

Für die in KOMEOS gestellte Aufgabe sind daher kombinatorische Methoden am besten geeignet: Sie führen sicher zum Optimum und erfordern Informationen, die für die meisten Technologien auf der Basis nachwachsender Rohstoffe in ausreichender Qualität verfügbar sind. Darüber hinaus können Beschränkungen und Konkurrenzen im Rohstoffbereich einfach in das Modell eingearbeitet werden.

Ausgangspunkt der Prozesssynthese im vorliegenden Projekt ist die „P-Graph Methode“⁵. Diese Methode stellt jeden Prozess durch Graphen dar (siehe Abb. C-1). In dieser Abbildung repräsentieren Punkte bestimmte Ströme (etwa Ressourcen wie Elektrizität, Holz, Gras oder feuchte Maiskörner oder Produkte wie Strom, Pellets, Biogas oder trockene, lagerfähige Maiskörner). Balken repräsentieren Prozesse, etwa die Trocknung oder eine Biogasanlage. Jeder Prozessschritt ist daher durch einen Graphen gegeben, wobei der Fluss durch den Prozess durch die Richtung der Pfeile definiert ist.

Aus diesen Darstellungen wird mit Hilfe der Graph-Theorie und einiger einfacher kombinatorischer Regeln zuerst die Menge aller möglichen Strukturen entwickelt, die sogenannte „Superstruktur“ oder „Maximalstruktur“. Durch diesen ersten Schritt der Entwicklung der Maximalstruktur gelingt eine sehr weit reichende Einengung des Suchraumes für die folgende Strukturoptimierung, ohne dabei die Struktur des globalen Optimums zu verlieren. Damit wird diese Methode auch rechentechnisch außerordentlich effizient.

⁵ Die Grundlagen zu dieser Methode sind in folgenden Literaturstellen zusammengefasst:

Friedler, F. et al 1992, 1993,1995; siehe Literaturverzeichnis

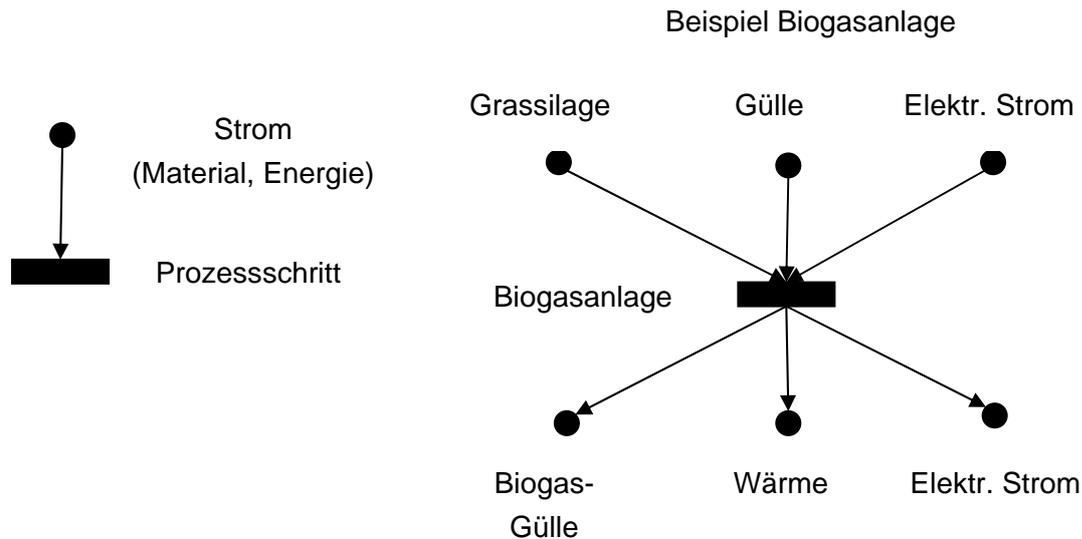


Abbildung 9: Erklärung der Graphen in der P-Graph-Methode

Ausgehend von der Maximalstruktur wird in einem nächsten Schritt mit Hilfe einer Optimierungsroutine jene Struktur (aus der nunmehr relativ geringen Zahl an Kandidaten) gefunden, die die Zielfunktion, in unserem Falle die Wertschöpfung, optimiert. Dabei werden entsprechende Restriktionen (etwa die Tatsache, dass ein und dieselbe Anbaufläche nur eine bestimmte Menge an landwirtschaftlichen Produkten pro Jahr hervorbringt und dass diese Produkte eben nur einmal verwendet werden können) und Anforderungen (etwa die Notwendigkeit, Wärme für eine bereits installierte Ortszentralheizung bereit zu stellen) in der Optimierung berücksichtigt. Die Massen- und Energiebilanzen stellen ebenfalls solche Restriktionen dar, die zwingend in der Optimierung eingehalten werden.

Mit Hilfe dieser Methode ist es möglich, aus folgenden Informationen das optimale Technologie-Netzwerk für ein multifunktionales Energiezentrum zu erstellen:

- Die Ressourcenausstattung der Region, entweder gegeben als Flächenausstattung mit entsprechenden Rahmenbedingungen (Fruchtfolgen, Flächenbeschränkungen im Sinne von möglichen Feldfrüchten) oder als absolute Zahlen verfügbarer Ressourcen pro Jahr;
- Die vorhandene Infrastruktur (bestehende Anlagen wie Biomasseheizwerke, Biogasanlagen, Wärmenetze...);
- Bestehende oder geplante Lastsituationen (Erweiterungen der Wärmenetze, zusätzliche Abnehmer, mögliche Märkte für Agrarprodukte bzw. Veredelungsprodukte);
- Massen- und Energiebilanzen von Technologien zur Verwertung der anfallenden Agrarprodukte bzw. von Abfall- und Nebenprodukten aus den Technologien selbst und der Landwirtschaft;
- Investment- und Betriebskosten der Technologien, die zur Auswahl stehen;

-
- Kosten und Preise für Ressourcen, Produkte und Dienstleistungen, die in ein multifunktionales Zentrum eingesetzt bzw. durch dieses Zentrum bereitgestellt werden.

Das hier verwendete Programm kann von der Web Site des *Center for Advanced Process Optimization* der Pannonia Universität Veszprem/ Ungarn unter <http://www.p-graph.com/pdece/demo/> heruntergeladen werden.

Die Input Files für die optimierten Szenarien für das Projekt KOMEOS werden durch das Projektteam zur Verfügung gehalten, wobei für weitere Szenarienberechnungen durch Akteure an den Standorten weiterhin auch Hilfe angeboten wird.

Allgemeine Grundlagen der Strukturoptimierung multifunktionaler Energiezentren

Die in der Ergebnispräsentation dargestellten Strukturgraphen gehen aus der Anwendung der kombinatorischen Prozesssynthese auf die spezifischen Situationen der einzelnen Standorte hervor. Alle Strukturoptimierungen wurden aber nach gleichen Grundprinzipien und auf der Basis eines für alle Standorte gleichen Satzes von ökonomischen und technologischen Daten durchgeführt.

Im Rahmen der Modellierung werden für das Auffinden der optimalen Struktur folgende grundlegende Prinzipien konsequent angewandt:

Allgemeine und strukturelle Prinzipien

- **Verwendung von bekannten und bewährten Technologien**

Ziel des Projektes KOMEOS ist die Untersuchung der Sinnhaftigkeit von multifunktionalen, lokalen Energiezentren in einem konkreten regionalen Kontext. Die Ergebnisse des Projektes sollen als Grundlage von Entscheidungen an den behandelten Standorten dienen und müssen unmittelbar umsetzbar sein. Aus diesem Grund werden in der Strukturoptimierung nur solche Technologien berücksichtigt, die bereits als Stand der Technik anerkannt sind. Ebenso werden keine Ressourcensysteme berücksichtigt, deren Einsatz in einzelnen Technologien noch nicht technisch erprobt wurde. Es sei an dieser Stelle aber darauf hingewiesen, dass mit Hilfe der Datensammlung, die im Projekt KOMEOS erstellt wurde, auch die Berücksichtigung innovativer Technologien und Ressourcen ohne weiteres möglich ist, sollte sich dies im weiteren Verlauf der Diskussion über die Umsetzung der hier vorgeschlagenen Zentren an konkreten Standorten als wünschenswert erweisen. Die Rechenmodelle stehen den Stakeholdern an den Standorten jederzeit zur Nutzung zur Verfügung.

Grundsätzlich wurde an allen Standorten dieselbe Technologiematrix (Maximalstruktur) eingesetzt (siehe Abb. 8). Diese Abbildung berücksichtigt nicht, dass für verschiedene Modellrechnungen in Folge aber jene Technologien ausgeschlossen wurden, die entweder vor Ort keinen Rohstoff vorfinden oder die aus

Gründen der Größenordnung (zu kleine Mengen des Rohstoffes vor Ort) nicht Teil der Lösung sein können. Zusätzlich wurden in den verschiedenen Standorten auch noch die bereits vorhandenen technischen Einrichtungen in die Modellierung aufgenommen.

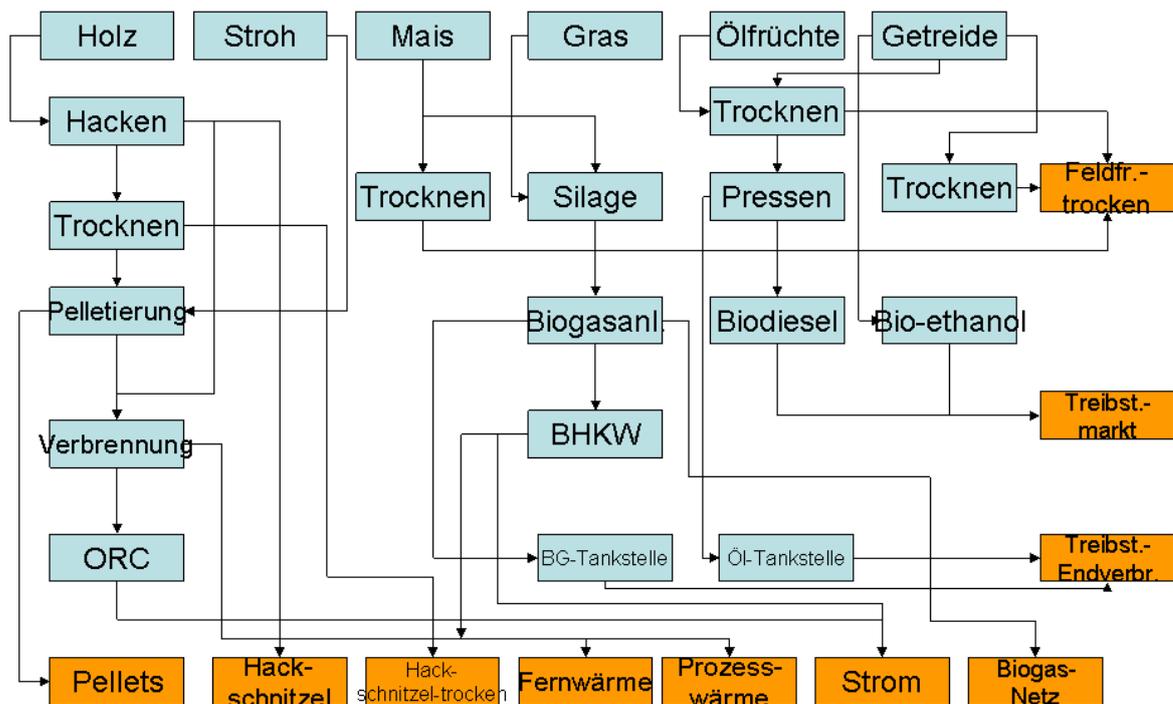


Abbildung 10: Vereinfachte Technologiematrix für alle Standorte (Maximalstruktur)

- **Strikte Regionalität der angestrebten Lösungen**

Die hier entwickelten Strukturen bauen auf dem Grundprinzip auf, dass regionale nachwachsende Rohstoffe auch regional verwertet werden sollen. Aus diesem Grund wurde generell ein Transportweg von 10 km für Ressourcen zu den Zentren als Grenze angenommen. Ausnahmen wurden dabei nur für Holz gemacht, da für diese Ressource die Transportdichte relativ hoch ist und damit ein Transport auch über weitere Distanzen aus ökologischer Sicht vertretbar erscheint. Hier ist es wichtiger, den Rohstoff zum Prozess zu bekommen, insbesondere wenn dadurch lokale Wärmeangebote optimal genutzt werden können. Eine weitere Ausnahme aus dieser Regel musste für den Standort Sebersdorf gemacht werden, da in diesem Fall eine sinnvolle Versorgung der hohen Energielasten mit Ressourcen aus einem 10 km Radius nicht möglich ist.

- ***Anpassung an die regionale Ressourcenausstattung***

Für die Struktur eines multifunktionalen Energiezentrums sind die regionale Ausstattung mit Rohstoffen einerseits und der Aufbau auf bestehende Infrastrukturen andererseits entscheidend. Infrastrukturen, die bereits bestehen, wurden in den Strukturentwicklungen in der Form berücksichtigt, dass für diese Anlagen keine Investitionskosten angesetzt wurden (Annahme vollständig abgeschriebener Anlagen). Die Ausstattung der Region mit nachwachsenden Rohstoffen wurde dadurch berücksichtigt, dass die Aufteilung der Bodennutzung entsprechend der Daten über den jeweiligen politischen Bezirk angenommen wurde. Das Verhältnis von Wald zu Grünland zu Acker wurde für alle Berechnungen an einem bestimmten Standort als konstant angenommen.

- ***Beibehaltung der Funktionen von Landwirtschaft***

Grundsätzlich besteht eine Konkurrenz zwischen den traditionellen Funktionen der Landwirtschaft, insbesondere der Lebensmittelbereitstellung, und den neuen Aufgaben der Bereitstellung von Energie. Dieser Konflikt kann nicht allein den Marktkräften überlassen bleiben. Um der Forderung nach Aufrechterhaltung der Versorgungsfunktion gerecht zu werden, wurde angenommen, dass innerhalb des regionalen Umkreises (10 km, siehe oben) nur 10 % der Ackerflächen für die Energiebereitstellung freigegeben wurden.

- ***Anpassung an zeitliche Lastanforderungen***

An allen Standorten wurden unterschiedliche Perioden definiert, die durch Lastanforderungen bestimmt wurden. Es wird mindestens zwischen Sommer und Winterbetrieb unterschieden, an manchen Standorten wurde auch ein Herbstbetrieb eingerechnet (da zu diesem Zeitpunkt Feldfrüchte getrocknet werden müssen). Für den Standort Gnas wurde ein monatscharfes Profil erstellt, das aber schlussendlich wieder auf ein Dreiperioden-Profil (Sommer-Herbst-Winter) zurückgeführt werden konnte.

- ***Optimierung der Nutzung von Ackerflächen***

Die Nutzung der Ackerflächen für unterschiedliche Feldfrüchte wurde der Strukturoptimierung unterworfen. Dies spiegelt die Grundidee wider, dass multifunktionale Zentren konstitutiv auf die Wirtschaftsstruktur einer Region wirken können. Die hier entwickelten optimalen Lösungen stellen daher globale Optima dar, unter der Voraussetzung, dass sich die Akteure vor Ort über die Einrichtung eines solchen Zentrums (und die gerechte Aufteilung der daraus erwachsenden Wertschöpfung) einigen können. Diese Szenarien sollen die Grundlage der Diskussionen der Akteure bilden. Es ist ohne Schwierigkeiten möglich, weitere Einschränkungen (die etwa durch zusätzliche Wünsche von Akteuren vor Ort oder durch das Ausscheren von Akteuren aus gemeinsamen Lösungen entstehen) abzubilden und ihre Wirkung auf die Wertschöpfung des gesamten Systems darzustellen. Dafür stehen den Akteuren auch weiterhin die Rechenmodelle zur

Verfügung.

Eine Einschränkung in der Nutzung der Ackerflächen ergibt sich allerdings aus grundsätzlichen Fruchtfolge-Anforderungen: Nur 20 % der Ackerfläche werden für den Anbau von Ölfrüchten in einer Vegetationsperiode freigegeben.

Wirtschaftliche Prinzipien

- **Rohstoffe und Ressourcen werden zu Marktpreisen eingekauft und Produkte und Dienstleistungen zu Marktpreisen verkauft**

Grundsätzlich werden alle Ressourcen zu Marktpreisen (Stand Herbst 2007) eingekauft und Produkte entsprechend der Marktsituation verkauft. Eine Liste der eingesetzten Preise kann Tabelle 4 entnommen werden. Für elektrische Energie wurden die Einspeisetarife laut Ökostrom-Einspeiseverordnung 2006 eingesetzt. Eine Änderung der Marktsituation ist ebenfalls mit den vorhandenen Datensätzen leicht abzubilden und kann durch die Akteure im Rahmen ihrer weiteren Diskussionen vorgenommen werden.

- **Kosten für Technologien nach dem Stand der Technik**

Die Kostenstrukturen für die einzelnen Technologien wurden entsprechend dem Stand der Technik von den Projektpartnern erhoben. Die technischen Definitionen können Tabelle C-2 entnommen werden.

- **Berücksichtigung der Abschreibung**

Für die Abschreibung wurde ein Zinssatz von 5 % und eine Abschreibungszeit von zehn Jahren angenommen. Investitionen, die für Apparate und Einrichtungen getätigt werden, die nur über eine bestimmte Zeit im Jahr in Betrieb stehen, werden auch nur über diesen Zeitraum (unter Beibehaltung des generellen Rahmens von zehn Jahren und dem Zinssatz von 5 % pro Jahr) abgeschrieben. Wird somit beispielsweise ein Biomasse-Heizwerk nur im Winter über vier Monate betrieben, so wird die gesamte jährliche Abschreibung dieser Zeitspanne zugeordnet. Damit wird garantiert, dass die Kosten für Produkte und Dienstleistungen aus den dargestellten MFZ korrekt wiedergegeben werden.

- **Keine Berücksichtigung von weiteren Förderungen**

In den Strukturoptimierungen wurden keinerlei Förderungen berücksichtigt. Agrarförderungen sind jedoch implizit in den Preisen für landwirtschaftliche Rohstoffe enthalten.

Technische Prinzipien

- **Wärmegeführte Systeme**

Die Strukturen wurden unter der Randbedingung optimiert, dass die bereitgestellte Wärme vollständig genutzt wird. Für Fernwärme wird dabei die Beschränkung durch die jeweiligen lokalen Anforderungsprofile berücksichtigt.

- **Keine Berücksichtigung zusätzlicher Rohrleitungen**

Gebäude und Installationen im optimierten Zentrum werden als nebeneinander stehend angenommen. Keine Rohrleitungen zwischen diesen Anlagen werden berücksichtigt. Dies gilt natürlich nicht für Fernwärmenetze, deren Leitungsverluste mit eingerechnet werden.

Für das Verständnis der Ergebnisse der Strukturoptimierung sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass es sich dabei um die Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette handelt. Dies entspricht dem Ansatz, die jeweilige Region und ihre Akteure als „Regionsunternehmen“ zu sehen, das seinen Gesamtgewinn zu optimieren trachtet. Die **hier dargestellten Strukturen garantieren nicht, dass einzelne Akteure** (etwa der Betreiber einer Biogasanlage oder einzelne Landwirte, die Rohstoffe bereit stellen) **ihr jeweiliges betriebswirtschaftliches Optimum erwirtschaften!**

Damit werden die hier errechneten Wertschöpfungen zu oberen Grenzen der erreichbaren Wertschöpfung in den einzelnen Regionen. Die errechneten Szenarien verstehen sich daher als Diskussionsgrundlage für lokale Akteure, die darstellt „was möglich wäre, wenn wir optimal kooperieren“.

Weitere grundlegende Inputdaten für die Modellierung

Für die Durchführung der Modellierung und die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Strukturen sind grundlegende Daten betreffend marktüblicher Preise von Rohstoffen bzw. Erlöse für generierte Produkte erforderlich. Diese Daten sind in folgender Tabelle zusammengefasst und wurden innerhalb des Projektteams abgestimmt. Die Tabelle spiegelt den verwendeten Ansatz wider (Stand Herbst 2007).

Tabelle 4: Preise für Rohstoffe und Produkte (Stand Herbst 2007)

Rohstoff	Preis	Einheit	Ertrag	Ertrag 2	Bemerkung
	€		Einheit/ha		
Grassilage	80	t tm	12	550 Nm ³ /t tm	
Maissilage	80	t tm	12	600 Nm ³ /t tm	Ganzmaissilage
Mais feucht	160	t tm	8,9		Maiskörner vor der Trocknung
Maisstroh	68	t tm	14,2		
Maiskolben	40	t tm	0,4		
Getreide feucht	210	t tm	5,6		
Schadholz	80	t tm	3		Holzreste aus Windbruch etc, kein Nutzholz, eventuell Sägewerkreste
Sonneblumen Körner	185	tm	3		
Raps Körner	300	t tm	3		
Topinambur (Silage)	30	t tm	12	500 Nm ³ /t tm	
Sudangras	50	t tm	12	? Nm ³ /t tm	
Diesel	1000	m ³			
Wasser	1	m ³			
Weizen	210	t tm			
Heizöl	500	t			
Sonnenblumen (feucht)	155	t			
Raps (feucht)	270	t			
Produkte					
Wärme	0,055	kWh			
Strom aus BHKW	0,145	KWh			
Kälte	0,069	kWh			
Biodiesel	850	t			
Ethanol	670	t			
Glycerin	250	t			Beiprodukt Biodieselproduktion
Pellets	172	t tm	2,94		
Hackschnitzel (getrocknet)	105	tm	2,94		
Biogas	0,3	€/Nm ³			aus Silage
Biogülle	2,4	t			
Sonnenblumen Öl	640	t	1		
Raps Öl	770	t	1		
Presskuchen	200	t tm	2		
Getreide trocken	250	t tm	5,6		
Mais getrocknet	205	t tm	8,9		Maiskörner nach der Trocknung

Bei der Modellierung wurden verschiedene Technologien angesetzt, welche hinsichtlich ihrer spezifischen Kenndaten konkretisiert wurden.

Die großteils in Tabellen aufbereitete Datenbasis wurde in den ANHANG C übernommen. Es sind dies Tabellen, welche den ausgewählten Technologien anhand spezifischer Kenngrößen für Input/ Output Ströme beschreiben. Ebenso wurden Investitionsvolumina für verschiedene Umsetzungsmaßstäbe für einzelne Technologien angegeben.

Ergebnisse der Modellbildung

Im nun folgenden Berichtskapitel werden die Ergebnisse aus der Modellierung der multifunktionalen Energiezentren für die untersuchten Standorte Gnas, St. Margarethen/ Raab, Sebersdorf und Friedberg/ Pingau präsentiert.

Wie bereits zuvor erwähnt, erfolgt die Identifikation der optimalen Lösung anhand eines rein monetären Parameters: der maximalen Wertschöpfung des gesamten Systems.

Darunter kann das „Betriebsergebnis“ der gesamten Wertschöpfungskette verstanden werden, welches sich nicht mit dem Betriebsergebnis des multifunktionalen Energiezentrums decken muss.

Für die jeweiligen Standorte wird die aus einer großen Anzahl von Szenarien-Rechnungen als optimale Lösung hervorgegangene Struktur eines multifunktionalen Energiezentrums an Hand eines Strukturgraphen, der die Kombination der einzelnen Technologien und Verwertungspfade schematisch darstellt, aufgezeigt.

Die optimalen Strukturen wurden für spezifische Perioden (Sommer, Winter, ggf. Herbst oder Erntezeit) entwickelt, da sowohl das Rohstoffangebot als auch die entsprechende Abnahmesituation (Lastspiel) jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt.

Die Angaben in den Abbildungen beziehen sich entweder auf Leistungen (kW) für Energieflüsse oder aber auf Produktströme pro angegebener Zeiteinheit (meist Stunden).

Zum leichteren Verständnis wurde die spezifische Ausgangssituation an den einzelnen Standorten, insbesondere der Bestand an gegenwärtig vorhandener Infrastruktur, nochmals kurz zusammengefasst.

Für jeden Standort werden für die optimierte Struktur folgende Schlüsseldaten in der Ergebnistabelle zusammengefasst:

- Die maximale Wertschöpfung für die gesamte Wertschöpfungskette;
- Die Ressourcen- bzw. Produktströme, welche in dem konzipierten multifunktionalen Energiezentrum im Jahresgang benötigt bzw. produziert werden.

Standort Gnas

Standortspezifische Annahmen

Der Standort Gnas spiegelt den Typ eines lokalen Gewerbeparks, der mit regionalen erneuerbaren Ressourcen beschickt und mit regenerativer Energie betrieben wird. Der Standort ist inmitten eines landwirtschaftlich geprägten Gebietes mit einem sehr diversen Angebot an land- und forstwirtschaftlichen Produkten. Der Anbau fast aller Feldfrüchte, von Mais, Weizen, Gerste über Ölsaaten, Topinambur und vieler anderer Früchte (etwa Ölkürbis), ist möglich.

Als Lastsituation ist eine ebenso große Vielfalt an diesem Standort in die Berechnungen einbezogen worden. Neben einer (zwingend zu erfüllenden) Fernwärmelast (unterschiedlich in den einzelnen Perioden) ist die Nutzung von Wärme als Prozesswärme (eine geplante Lohnsafterei), zur Trocknung von Feldfrüchten (Ölsaaten wie Raps und Sonnenblume, Mais, Getreide) sowie von Holz (als Vorstufe für eine Pelletproduktion), sowie zur Kühlung von agrarischen Produkten (Absorptionskühlung) möglich.

Zwischenprodukte können weiter veredelt werden, etwa von Biogas zu Methan als Treibstoff (bis hin zu einer Biogas-Tankstelle), getrocknetes Holz zu Pellets, Ölsaaten zu Pflanzenöl und Biodiesel als Treibstoff und schließlich auch Mais zu Bio-Ethanol als Treibstoff (unter Nutzung der Energie des Energiezentrums als Prozesswärme). Für Biogasanlagen ergibt sich die konventionelle Nutzung als KWK (mit Wärme und Strom als Produkte) sowie alternativ die Nutzung nur als Wärmeerzeuger.

Dem sehr differenzierten Lastbild entsprechend wurden drei generelle Perioden (auf der Basis eines monatscharfen Last- und Ressourcenprofils) entwickelt, die folgendermaßen charakterisiert sind:

- **Sommer (4000 h):**
 - Geringer Wärmebedarf Heizung
 - Feldfrüchte noch nicht geerntet (daher keine Trockenlast für diese Einsatzmaterialien möglich)
 - Silage (Mais und Gras) stehen zur Verfügung (als Einsatzstoffe für Biogasanlagen)
 - Holz steht zur Verfügung (sowohl zur Verbrennung als auch zur Verarbeitung zu Pellets)

- **Herbst (2000 h)**
 - Höherer Wärmebedarf Heizung
 - Feldfrüchte geerntet (Trockenlast und Weiterverarbeitung möglich)
 - Silage (Mais und Gras) stehen zur Verfügung (als Einsatzstoffe für Biogasanlagen)
 - Holz steht zur Verfügung (sowohl zur Verbrennung als auch zur Verarbeitung zu Pellets)

- **Winter (2000 h)**

- Höherer Wärmebedarf Heizung
- Feldfrüchte stehen nicht zur Verfügung
- Silage (Mais und Gras) stehen zur Verfügung (als Einsatzstoffe für Biogasanlagen)
- Holz steht zur Verfügung (sowohl zur Verbrennung als auch zur Verarbeitung zu Pellets)

Bestand

Am Standort Gnas befinden sich zurzeit diverse potentielle Verbraucher (ein Betonmischwerk, Hallen, eine Safterei, und eine Fahrzeugflotte). Ebenso existiert auch ein Fernwärmenetz, mit 2,8 km Länge, das von einem Biomassekessel mit 1,7 MW versorgt wird. Letzteres wurde nicht als Bestand am Standort aufgenommen, da es für ein Versorgungsszenario der erwähnten Wirtschaftsbetriebe örtlich zu weit entfernt liegt.

Die Ausstattung der regionalen Landwirte mit diversen Erntemaschinen und Lagerkapazitäten ist vor Ort ebenfalls ausreichend, sodass in diesem Bereich keine Engpässe bestehen, sowie die Schaffung von Lagerflächen nicht ins System einbezogen wurde.

Sämtliche weitere Infrastruktur eines multifunktionalen Energiezentrums, wie die Biogasanlagen mit KWK, Trockner, etwaige Kleinkühlanlagen und die Pelletierung etc., wären neu zu errichten und wurden hinsichtlich Investition voll angesetzt.

Die Modellierung fokussierte vor allem auf ein Kooperationsmodell mit Wirtschaftsbetrieben im Zuge eines neu zu entwickelnden Lösungsansatzes.

Optimalstrukturen für den Standort

Sommer

Die Abbildung 11 zeigt die optimale Lösungsstruktur für die Sommerperiode. Als Energieversorgung dienen dabei Biogasanlagen auf der Basis von Gras und Maissilage, wobei die Hauptlast von Maissilageanlagen getragen wird (750 kW), was eine Folge der Verteilung der Flächen in der Region ist. Die Optimierung ergibt, dass mehrere kleine (à 250 kW oder kleinere) Anlagen wirtschaftlicher seien als eine größere. Dieses an und für sich anachronistische Ergebnis folgt aus den sehr eigenwilligen Einspeisetarifen in Österreich, die kleine (aber unwirtschaftlichere) Anlagen bevorzugt. Diese Biogasanlagen arbeiten als KWK und liefern zusammen 1.000 kW ans Netz.

Insgesamt wird eine Wärmeleistung von 625 kW (mit 110 °C) in dieser Periode bereitgestellt. Die relativ hohe Temperatur erklärt sich aus der Anforderung der gewerblichen Verbraucher (etwa der Lohnsafterei). Die Wärme wird dabei einerseits zur Prozesswärme und Warmwasserbereitstellung (300 kW) und andererseits für die Trockenlast in einer

Holzpelletproduktion (350 kW) eingesetzt. Damit können 410 kg/h Holz von 50 % auf 8 % Feuchte getrocknet und zu Pellets verarbeitet werden.

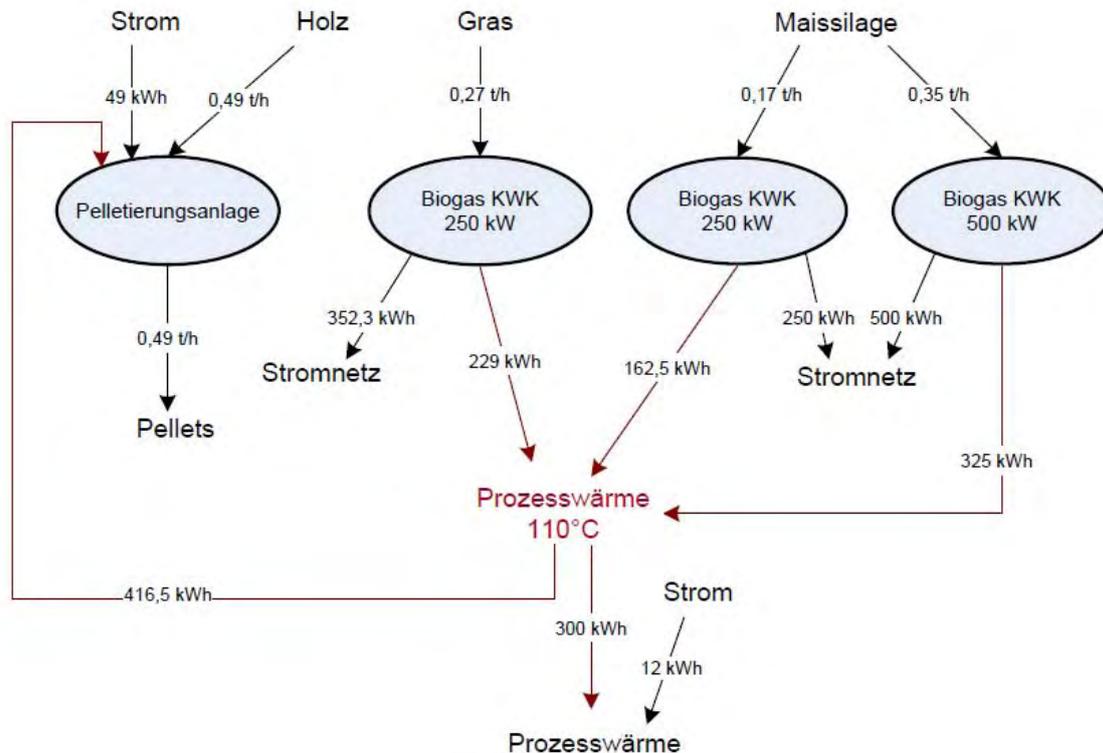


Abbildung 11: Optimalstruktur für Gnas in der Periode Sommer

Herbst

Die Abbildung 12 zeigt die Struktur für die Periode Herbst. Diese Periode zeigt eine stärkere Diversifikation der Energienutzung am Standort, bedingt durch das Faktum, dass zu dieser Zeit die reichhaltige Ernte in der Region eingefahren wird.

Die energetische Grundlage bilden, wie in der Periode Sommer, Biogasanlagen mit einer gesamten elektrischen Leistung von 1.000 kW. Die Nutzung der Wärme, insbesondere der Trockenlast, ist nun jedoch differenzierter: Es werden sowohl Holz (zur Pelletherstellung) als auch Sonnenblumenkerne getrocknet. Die Trockenanlage wird dabei zu 100 % ausgelastet. Es werden allerdings nur 80 % des Holzdurchsatzes (33 kg/h), dafür aber zusätzlich 500 kg/h Sonnenblumenkerne getrocknet. Der Betrieb ist hier natürlich als Kampagne-Betrieb ausgelegt, wobei abwechselnd Holz- und Ölsaantrocknung gefahren wird. Die Durchsätze pro Stunde sind daher als statistische Mittelwerte über die Periode zu verstehen.

Auf Basis der getrockneten Sonnenblumenkerne wird eine Ölpresse betrieben, die Öl zur Verwendung als Treibstoff (vertrieben über eine Pflanzenöl-Tankstelle) herstellt. Der Presskuchen aus der Ölerzeugung wird als Futtermittel verkauft. Weiterhin wird Prozesswärme für die Lohnsafterei und die Fernwärme bedient.

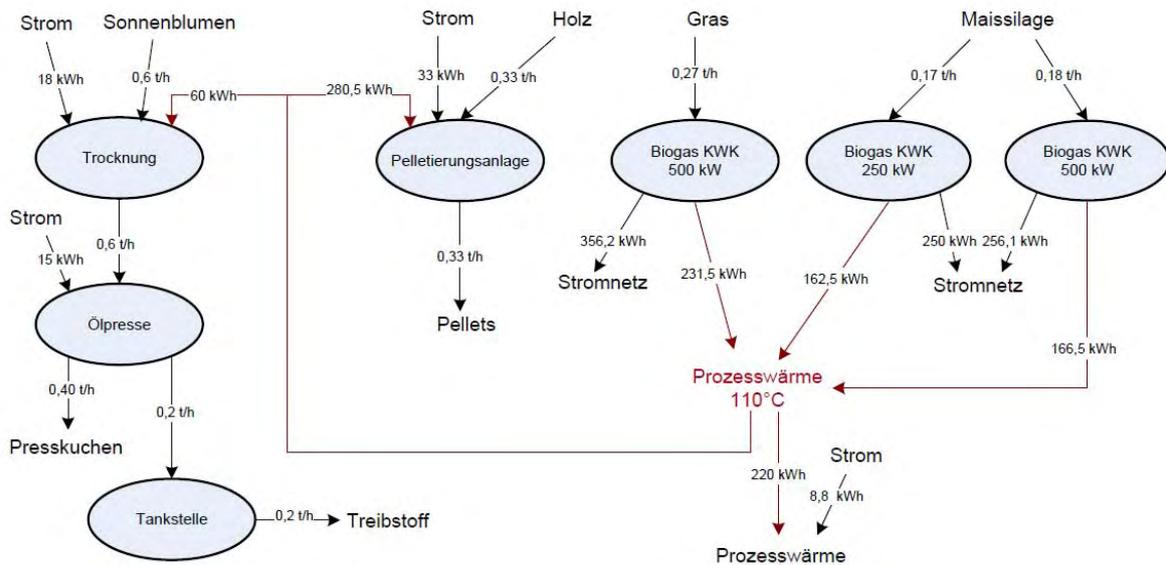


Abbildung 12: Optimalstruktur für Gnas in der Periode Herbst

Winter

Die Abbildung 13 zeigt die Situation am Standort Gnas in der Periode Winter.

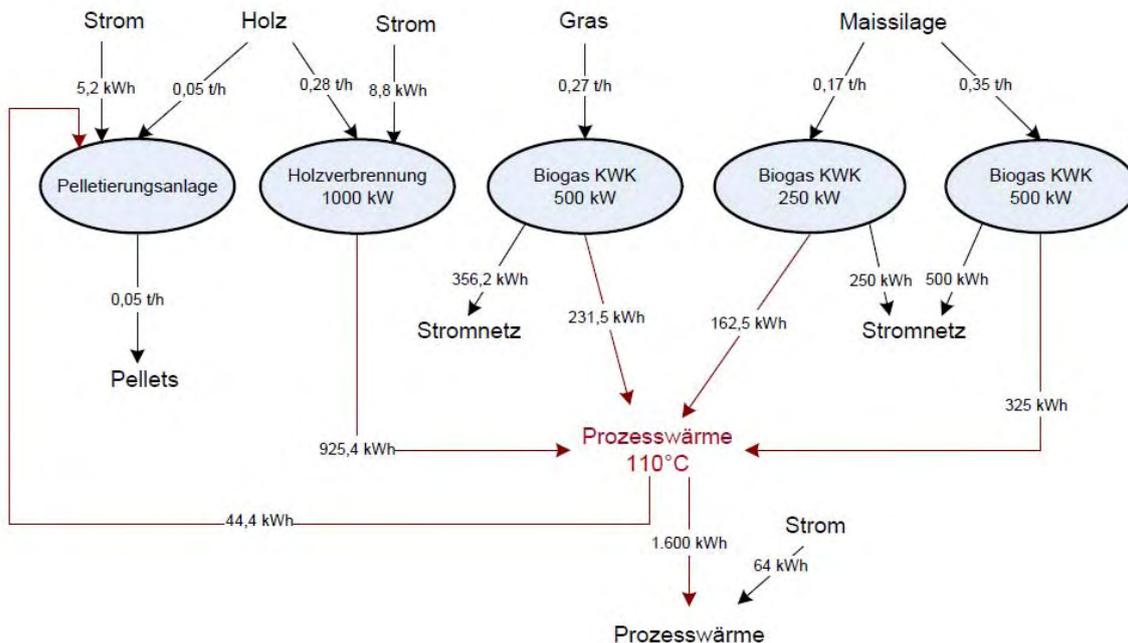


Abbildung 13: Optimalstruktur für Gnas in der Periode Winter

In dieser Periode ist ein zusätzlicher Wärmebedarf für Raumheizung gegeben, so dass der Gesamtwärmebedarf durch Prozess- und Fernwärme auf 1.600 kW ansteigt. Der zusätzliche Wärmebedarf wird durch ein konventionelles 1.000 kW Biomasseheizwerk abgedeckt, wobei ein Verbund mit dem bestehenden Netz sinnvoll erscheint. In dieser Periode wird weiterhin eine Pellettrocknung betrieben, dabei werden hier jedoch im Schnitt nur etwa 12 % des Durchsatzes der Sommerperiode (50 kg/h im Schnitt) erreicht werden. Die Trocknung dient

eher der Verwertung von zeitlich anfallenden Wärme-Überangeboten, wobei die Energiebereitstellungstechnologien Volllast (und damit mit bestem Wirkungsgrad) fahren.

Zusammenfassende Bewertung und Erkenntnisse für den Standort Gnas

Die optimale Struktur des MFZ Gnas

Wie in den jeweiligen Strukturgraphen der einzelnen Perioden dargestellt, verfügt das MFZ Gnas in der optimierten Struktur über eine Biogasanlage, welche mittels Maissilage und Grassilage betrieben wird. Die Auskoppelung der elektrischen Energie erfolgt ans Netz. Die Abwärme des BHKW wird für den Betrieb eines Fernwärmenetzes und die Versorgung einer Lohnsafterei mit Prozesswärme über den gesamten Jahresgang genutzt. Im Winter wird der erhöhte Wärmebedarf durch die Zuschaltung eines Biomassekessels (ca. 925 kW) abgedeckt. Diesem System ist die Trocknung von Holz angelagert und die folgende Herstellung von Holzpellets im gesamten Jahresgang, wobei vor allem in der Sommerperiode die größten Mengen produziert werden. Im Herbst wird zusätzlich die Trocknung von Sonnenblumen vorgenommen, welche gepresst werden. Das Öl wird über die Vermarktungsschiene Mobilität (direkter Einsatz als Kraftstoff für umgerüstete KFZ) und der Presskuchen als Futtermittel vermarktet.

Die Produktion von Holzpellets erfolgt in der Herbstperiode in einem reduzierten Maß, um die anderen Trocknungsprozesse zu bedienen. In der Winterperiode ist die Pelletproduktion aufgrund der Heizlasten sehr eingeschränkt.

Investitionen und Betriebskosten

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht über die Investitionskosten am Standort Gnas. Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 9.630.000 € für das optimale MFZ erforderlich.

Tabelle 5: Invest- und Betriebskosten für den Standort Gnas

	Investitionskosten (€)	Betriebskosten (€/h)
Pelletierungsanlage	215.000	1,03
Biogasanlage 250 kW elektrisch (Maissilage)	1.700.000	2,25
Biogasanlage 500 kW elektrisch (Maissilage)	3.000.000	1,54
Biogasanlage 500 kW elektrisch (Grassilage)	3.000.000	2,14
Trocknungsanlage (Sonnenblumen)	600.000	0,84
Ölpresse (Sonnenblumenöl)	290.000	17,4
Tankstelle (Pflanzenöl)	85.000	
Holzverbrennung 1000 kW	740.000	3,70

Regionale Wertschöpfung

Tabelle 6 stellt die Wertschöpfung der dargestellten Strukturen in den einzelnen Perioden dar. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Wertschöpfung für das Gesamtsystem „Region Gnas“ gilt, sie ist daher keinesfalls mit einem „betriebswirtschaftlichen Gewinn“ des Energiezentrums selbst zu verwechseln. Vielmehr würde dieser Gewinn dann lukriert, wenn alle Akteure im Netzwerk (die Landwirte, die Betreiber der Anlagen) wie eine Firma agieren würden. Es stellt daher eine obere Marke der möglichen Wertschöpfung unter den im Projekt KOMEOS angenommenen Bedingungen dar.

Tabelle 6: Wertschöpfung für den Standort Gnas

Periode	€/h	h/Periode	€/a
Sommer	59,10	4000	236.400,--
Herbst	138,13	2000	276.260,--
Winter	24,67	2000	49.340,--
Summe		8000	562.000,--

Ressourcen- und Produktbilanz

In folgender Tabelle wurde die Input/ Output-Bilanz anhand von Ressourcen- und Produktströmen für die optimale MFZ-Struktur für den Standort Gnas zusammengefasst.

Tabelle 7: Ressourcen- und Produktströme für den Standort Gnas

INPUT	Herbst	Winter	Sommer	Jahr
Maissilage [kg]	700.000	1.040.000	2.080.000	3.820.000
Grassilage [kg]	540.000	540.000	1.080.000	2.160.000
Holz [kg]	660.000	660.000	1.960.000	3.280.000
Sonnenblumensamen[kg]	1.200.000			1.200.000

OUTPUT	Herbst	Winter	Sommer	Jahr
Wärme [kWh/Periode]	440.000	3.200.000	1.200.000	4.840.000
Pellets (Sägereststoffe) [kg]	660.000	100.000	1.960.000	2.720.000
Sonnenblumenöl [kg]	400.000			400.000
Presskuchen [kg]	800.000			800.000
Elektrizität [kWh/Periode]	1.724.600	2.212.400	4.409.200	8.346.200

Werden die produzierten Produktströme auf eine regionale Versorgungssituation umgelegt, ergibt sich folgendes Bild:

- Die produzierten 400 t (440 m³) Pflanzenöl entsprechen im Verwertungsbereich Mobilität (alternativer Kraftstoff für umgerüstete KFZ) einer Jahreskilometerleistung von 6,29 Mio. km. Dadurch könnte ein Flotte von 349 KFZ, welche auf Pflanzenöl umgerüstete wurden, betrieben werden (angesetzter Kraftstoffverbrauch 7 l/100 km).
- Im Jahresgang werden 2.720 t Holzpellets produziert. Dies entspricht einem Gesamtenergiegehalt von 13,6 GWh. Mit dieser Pelletmenge könnten 680 Haushalte mit regional produzierten Pellets versorgt werden (Ansatz 20 MWh/a thermischer Jahresenergiebedarf/ Haushalt)

-
- Mit der erzeugten Strommenge von ca. 8.346 MWh könnte der Jahresstrombedarf von ca. 2086 Haushalten abgedeckt werden (Ansatz 4.000 kWh/ Jahr).

Allgemeine Aussagen

Eine nähere Analyse der Ergebnisse der unterschiedlichen Szenarien ergibt einige interessante Einblicke in die wirtschaftlichen Zusammenhänge, die die Gestaltung des multifunktionalen Zentrums im lokalen Kontext des Standortes Gnas bestimmen:

➤ **Begrenzender Faktor ist die Fläche**

Für einen Standort mit großer Diversität des Rohstoffangebotes ist Fläche fast immer ein begrenzender Faktor. Grundsätzlich könnte ein solches Zentrum immer „größer“ gebaut werden, es könnte mehr Rohstoffe weiter veredeln (und würde damit wirtschaftlicher). Hier sind die Begrenzungen aus dem Transport der Rohstoffe zur Verarbeitung, viel mehr aber die Transporte der Reststoffe (Biogasgülle!) vom Zentrum zurück auf die Felder als Optimierungsparameter zu überprüfen.

➤ **Pflanzenöl aus Sonnenblume**

Im konkreten Fall Gnas ergibt sich die Sonnenblume als bessere Alternative für die Bereitstellung von Ölsaaten zu industriellen Zwecken, zumindest im Vergleich zu Raps.

➤ **Pflanzenöl Tankstelle und Biodiesel**

Für eine Biodiesel-Anlage ist dieses MFZ offensichtlich zu klein. Der Vertrieb des erzeugten Pflanzenöls in einer eigenen Tankstelle hingegen erscheint sinnvoll. Es ist dabei zu beachten, dass der Erlös des Pflanzenöls vollständig der Periode „Herbst“ zugeordnet wurde, obwohl natürlich die Tankstelle das ganze Jahr über in Betrieb ist.

➤ **Ethanol aus Kleinethanolanlagen**

Ein lokales Energiezentrum mit einem Wärmeüberschuss ist naturgemäß auch für die Produktion eines wärmeintensiven Produktes wie Bioethanol (auf der Basis von Mais) attraktiv. Eine solche Produktion würde sich in der Größenordnung des Standortes Gnas ab Einem Ethanolpreis von ca. 1100 €/t rechnen, wobei jedoch der Verkauf der Elektrizität mitentscheidend für die Rentabilität ist. Die Einspeisetarife für Elektrizität aus Biogas entscheiden daher über die Rentabilität von integrierten Bioethanol-Kleinanlagen wesentlich mit!

➤ **Kälteproduktion**

Die Bereitstellung von Kälte ist eine typische „Restnutzung“ von Überschusswärme. Sie rentiert sich nur, wenn aus anderen Begrenzungen Wärme übrig ist (ab ca. 0,07 €/kWh Kälte).

➤ **Konkurrenzsituation zwischen Pellets und Korntrocknung**

Grundsätzlich zählt der Einsatz von Wärme zu Trockenzwecken zu den rentablen Prozessen, vor allem in ländlichen Gebieten, wo Feldfrüchte große Trockenlasten erfordern. Es besteht jedoch eine Konkurrenz zwischen der Trocknung von Feldfrüchten und von Holz (als Vorstufe zur Pelletproduktion), zumindest in jenen

Perioden, wo Feldfrüchte anfallen. Das Ergebnis ist abhängig, ob für Pellets günstige Rohstoffe (Sägereste) zur Verfügung stehen.

➤ **Biogastankstelle**

Eine Biogastankstelle ist unter den Bedingungen des Standortes Gnas nicht rentabel. Es besteht in diesem Fall eine direkte Konkurrenz zur KWK und zu den an Wärme gekoppelten Prozessen (insbesondere der Trocknung und Pelletierung). Würde man eine Biogas-Tankstelle, die etwa 212.500 Nm³ Bio-Methan absetzt (und damit rund ein Drittel des Grases bindet) einsetzen, so würde sich das gesamte Betriebsergebnis des MFZ 10 % verschlechtern. Diese Konfiguration stellt die „optimale“ Struktur unter der Bedingung einer Bio-Methan Herstellung dar. Dieses Ergebnis ist naturgemäß vom Bio-Methan Preis abhängig. Verändert sich der Bio-Methan Preis gegenüber dem Pelletpreis wesentlich, so kann sich die Produktion von Bio-Methan rechnen.

➤ **Biogas in KWK genutzt**

Die Rechnungen zeigen klar, dass eine Biogasanlage (unabhängig vom Rohstoff) nur dann rentabel ist, wenn die Wärme nutzbringend eingesetzt werden kann. Ebenso ist die Nutzung von Biogas zur Bereitstellung von reiner Wärmeenergie nicht wirtschaftlich (Biowärme auf Basis fester erneuerbarer Rohstoffe ist hier überlegen).

➤ **Biogas-Kleinanlagen**

Auf Grund der spezifisch österreichischen Einspeisetarife werden kleinere, landwirtschaftliche Biogasanlagen bevorzugt. Aus wirtschaftlicher Hinsicht ist dies wenig sinnvoll.

Standort St. Margarethen

Standortspezifische Annahmen

St. Margarethen stellt den zweiten stark ackerbaulich geprägten Standort dar. An diesem Standort besteht bereits eine Biogasanlage zur Stromeinspeisung auf Basis von Maissilage, die mit wirtschaftlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, insbesondere wegen weitgehend fehlender Wärmeabnahme bei hohen Rohstoffkosten. Die wesentliche Aufgabe besteht darin, ein Nutzungskonzept zu entwickeln, das diese wirtschaftlichen Schwierigkeiten beseitigt. Das bedeutet, dass dieser Standort einen typischen „Retrofit-Standort“ darstellt, an dem bestehende Infrastruktur optimaler genutzt werden soll.

Die Biogasanlage verwendet auch Schweinegülle, wobei hier der Rücktransport der Biogasgülle zu den Feldern im Gegenfahrprinzip eingerechnet wurde (d.h., dass Bauern, die ihre Schweinegülle anliefern Biogasgülle im Gegenzug zurück nehmen und als Dünger einsetzen). Der Einsatz für die Biogasanlage ist ganzjährig zur Verfügung (als Silage), entsprechende Lagerkapazitäten sind vorhanden. In diesem Fall wird ein Mindestpreis für Biogas von 0,3 €/Nm³ vorgegeben.

Eine Unterstützung der örtlichen Fernwärmeversorgung (die auf der Basis von Hackschnitzel durchgeführt wird) im Ausmaß von 280 kW (zur Warmwasserversorgung des Ortes) wird eingerechnet. Eine Hackschnitzelanlage als „Sicherheitsanlage“ zum Überbrücken von Wärmeausfällen ist angedacht, wird aber nicht in die Berechnung aufgenommen.

Als Produkte aus dem Zentrum sind einerseits Treibstoffe (Biogas, Pflanzenöl) angedacht. Weiters wird die Bereitstellung von Trocknungsleistung für Holz (als Vorstufe zu einer Pelletierung), Ölsaaten und Mais, sowie die Bereitstellung von Kühlleistung mit berücksichtigt. Für diesen Standort sind zwei Perioden angenommen:

- **Normalperiode (7600 h)**
 - Silage und Gülle steht zur Verfügung
 - Holz zur Trocknung steht zur Verfügung
- **Ernteperiode (400 h)**
 - Es stehen zusätzlich noch Feldfrüchte (Ölsaaten und Mais) zur Verfügung

Die lange „Normalperiode“ ist dadurch erklärlich, dass an diesem Standort kein ausgeprägter Winterbetrieb entsteht, da die Abwärme der Biogasanlage nur zu einem kleinen und über das Jahr konstanten Teil in ein Fernwärmenetz eingespeist werden kann.

Die kurze Ernteperiode (ein Monat) ist dabei ebenfalls als Rechenwert anzusehen. Es kann durchaus sein, dass sich die Ernte über einen längeren Zeitraum hinzieht. Dies ändert jedoch nichts an dem notwendigen Investkostenanteil pro Produkteinheit und natürlich auch nicht an den (an die Durchsatzmenge geknüpften) Betriebskosten.

Bestand

Als Bestand wurden in St. Margarethen die Biogasanlage samt BHKW und das daran angeschlossene Nahwärmenetz für einen naheliegenden Ortsteil angenommen. Die Erweiterung des Standorts mit zusätzlichen Technologien (z.B. Trockner, Pelletpresse, Lager etc.) wurde in voller Höhe der Investition bzw. der daraus resultierenden jährlichen Kapitalkosten berücksichtigt.

Optimalstrukturen für den Standort

Normalperiode

Die Abbildung 14 zeigt die Struktur des Technologienetzwerkes für diese Periode. Die Biogasanlage mit der Kraft-Wärme-Kopplung sowie das Nahwärmenetz sind bereits Bestand.

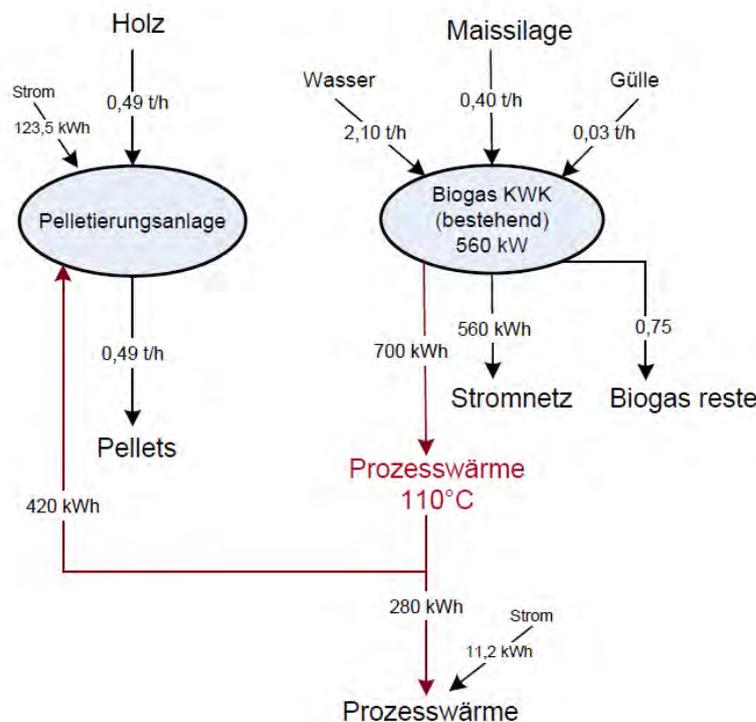


Abbildung 14: Optimalstruktur für St. Margarethen in der Normalperiode

In der Normalperiode wird die überschüssige Abwärme der KWK einerseits für die Abdeckung der Wärmelast des angeschlossenen Nahwärmeversorgungsnetzes und zur Trocknung von Holz und Sägereststoffen für die Pelletproduktion andererseits eingesetzt. Insgesamt werden pro Stunde 400 kg Maissilage und 2,13 t Schweinegülle (mit 30 kg Trockenanteil) eingesetzt. Damit werden 560 kW elektrische und 700 kW thermische Leistung erbracht (Temperaturniveau 110 °C). 420 kW der Wärmeleistung gehen in die Holz Trocknung und trocknen dort 490 kg/h Holz von 50 % auf 8 % Feuchte. 280 kW Wärme werden in das Wärmenetz eingespeist.

Eine Biogasaufbereitung (und in Folge die Bereitstellung von Biogas als Kraftstoff) ist nicht Teil der optimalen Struktur, ebenso wenig wie Option zur die Bereitstellung von Kühlung. In

beiden Fällen gelten die bereits für den Standort Gnas abgeleiteten Aussagen, nach denen Kühlung nur dann sinnvoll ist, wenn keine andere Verwertung der Wärme möglich erscheint und, dass die Konkurrenz zwischen Bio-Methan und Holzpelletpreisen über den Einsatz von Bio-Methan Aufbereitungstechnologien entscheidet.

Ernteperiode

Diese Periode wurde mit einem Monat angesetzt, Investkosten für Anlagen, die nur während der Ernteperiode arbeiten, werden in dieser Zeit abgeschrieben. Für diese Periode ist die optimale Struktur in Abbildung 15 dargestellt.

In dieser Periode werden ebenfalls 56 kW elektrische Leistung durch die Biogas KWK erzeugt. Die Wärme aus dem KWK wird, neben der erzwungenen Bereitstellung für das angeschlossene Wärmeversorgungsnetz (280 kW), nun für die Trocknung von Ölfrüchten, die zu Treibstoff weiterverarbeitet an einer Tankstelle an Endkunden abgegeben wird, eingesetzt. Die Trocknung von Ölsaat wird gegenüber der Maistrocknung bevorzugt, da diese Kultur eine höhere Wertschöpfung aufgrund des Pflanzenöls ermöglicht. In dieser Periode werden 3,5 t/h (gerechnet auf 400 h Betriebsdauer) an Sonnenblumenkernen getrocknet und zu 1,17 t/h Pflanzenöl und 2,33 t/h Presskuchen verarbeitet. Die Restwärme von 7 kW wird zur Trocknung von 80 kg/h Holz eingesetzt. Auch hier gilt natürlich, dass diese Trocknungen im Kampagne-Betrieb erfolgen, so dass der Trockner immer vollständig genutzt wird und die Umrüstzeiten so gering wie möglich gehalten werden. Die Durchsätze pro Stunde sind daher als statistische Mittelwerte über die Periode zu verstehen.

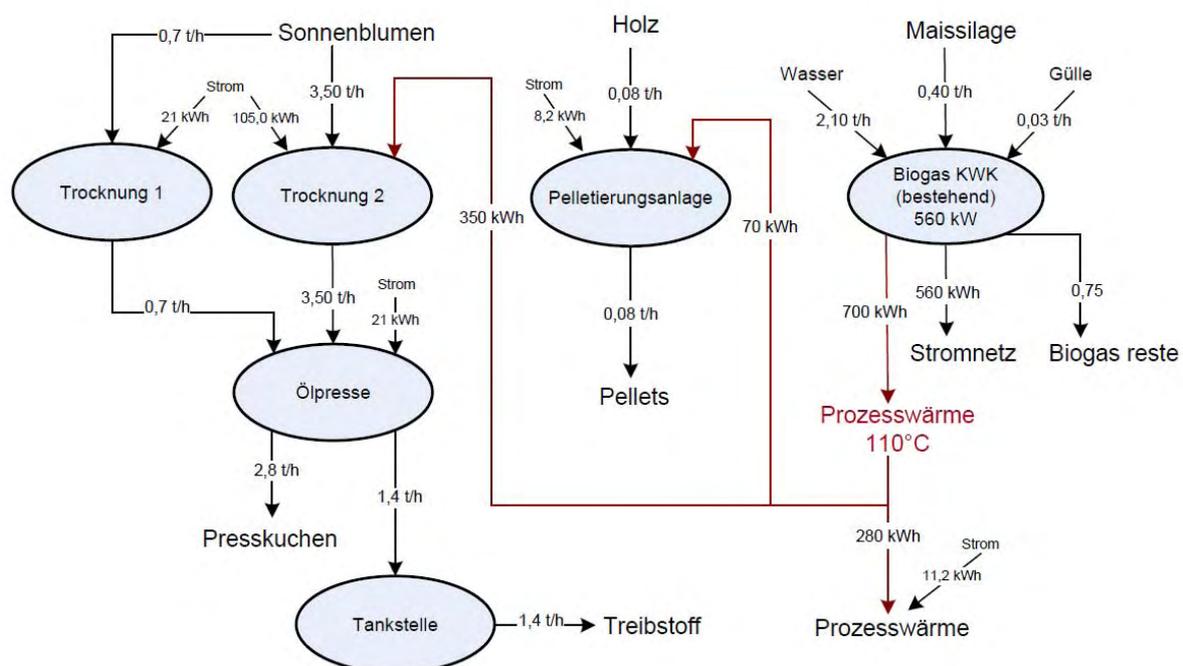


Abbildung 15: Optimalstruktur für St. Margarethen in der Ernteperiode

Zusammenfassende Bewertung und Erkenntnisse für den Standort St. Margarethen

Die optimale Struktur des MFZ St. Margarethen

Der Biogasstandort St. Margarethen wird aus den Rohstoffen Maissilage und Gülle Biogas gewonnen, welches in einem BHKW verstromt wird. Gegenwärtig erfolgt eine teilweise Auskoppelung der Abwärme des BHKW durch ein lokales Fernwärmeversorgungsnetz. Die optimale Struktur sieht vor, dass die zusätzlich am Standort anfallende Wärmemenge des BHKW zur Holz Trocknung und der darauf folgenden Herstellung von Holzpellets verwendet wird. Diese Koppelnutzung erfolgt über den gesamten Jahresgang, außer in einer sehr kurzen Ernteperiode. Zur Erntezeit erfolgt die Trocknung von Ölsaaten, welche zwischengelagert werden, und folgend kontinuierlich zu Pflanzenöl veredelt werden. Die Verwertung des Pflanzenöls ist mittels einer Pflanzenöltankstelle vor Ort vorgesehen, welche Pflanzenöl als alternativen Treibstoff für umgerüstete Diesel-PKW bereitstellt.

Investitions- und Betriebskosten

Die Tabelle 8 zeigt die Übersicht über die Investkosten am Standort St. Margarethen. Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 1.790.000 € notwendig, um das optimale MFZ zu errichten, wobei die bestehende Biogasanlage nicht in Rechnung gestellt ist.

Tabelle 8: Invest- und Betriebskosten für den Standort St. Margarethen

	Investitionskosten (€)	Betriebskosten (€/h)
Pelletierungsanlage	215.000	0,25
Biogasanlage bestehend(Biogaserzeugung)	0	0,02
Trocknungsanlage 1 (Sonnenblumen)	600.000	4,9
Trocknungsanlage 2 (Sonnenblumen)	600.000	0,98
Ölpresse (Sonnenblumenöl)	290.000	121,8
Tankstelle (Pflanzenöl)	85.000	

Generierte regionale Wertschöpfung

Die Tabelle 9 fasst die Wertschöpfung des Standortes St. Margarethen zusammen. Die Zahlen zeigen auch deutlich, welchen Stellenwert die generierte Wertschöpfung in der Ernteperiode hat. So werden ca. 30 % der gesamten jährlichen Wertschöpfung im Zeitraum der Ernteperiode generiert.

Aus den Berechnungen ergeben sich neben der Darstellung der optimalen Struktur des multifunktionalen Zentrums einige weitere Ergebnisse, die für die Diskussion der Akteure vor Ort, aber auch für allgemeine Überlegungen zur Gestaltung solcher Zentren, von Bedeutung sind.

Tabelle 9: Wertschöpfung für den Standort St. Margarethen

Periode	€/h	h/Periode	€/a
Ernteperiode	839.20	400	335.680
Normalperiode	102.82	7.600	781.432
Summe		8.000	1.117.112

Ressourcen und Produktströme

In folgender Tabelle werden die Ressourcen und Produktströme (Input/ Output) des MFZ-Modells St. Margarethen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 10: Ressourcen-/ Produktbilanz für St. Margarethen

INPUT	Normal	Erntezeit	Jahr
Maissilage [kg]	3.040.000	160.000	3.200.000
Gülle [kgTM]	228.000	12.000	240.000
Holz [kgTM]	3.724.000	32.000	3.756.000
Sonnenblumensamen [kg]		1.680.000	1.680.000

OUTPUT	Normal	Erntezeit	Jahr
Nahwärme (kWh/ Periode)	2.128.000	112.000	2.240.000
Elektrizität [kWh/ Period]	4.256.000	224.000	4.480.000
Pellets [kg]	3.724.000	32.000	3.756.000
Presskuchen [kg]		1.120.000	1.120.000
Pflanzenöl/Tankstelle		560.000	560.000
Biogas-Gülle [kg]	5.700.000	300.000	6.000.000

Die für den Standort St. Margarethen optimierte Struktur eines MFZ trocknet in Summe 1680 t Ölsaaten (Sonnenblume). Diese Erntemenge entspricht einer Anbaufläche von ca. 560 ha Ölsaaten.

Die Trocknung erfolgt ausschließlich in einer relativ kurzen Ernteperiode, wodurch sich ein hoher Trocknerdurchsatz von 4,2 t/h Ölsaaten ableitet. Erntefrische Ölsaaten erfordern eine Nachtrocknung, weil sie aufgrund des Wassergehalts nicht unmittelbar dauerhaft lagerfähig sind.

Das dabei gewonnene Pflanzenöl wird ausschließlich für den Bereich Mobilität verwendet. Dabei wird Pflanzenöl als alternativer Kraftstoff direkt in auf Pflanzenöl umgerüstete KFZ eingesetzt. Aus der Jahresproduktion von 560 t (ca. 616 m³) Pflanzenöl resultiert eine Kilometerleistung von 8,8 Mio. km, unter der Annahme eines durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von 7 l/100 km eines umgerüsteten PKW. Diese Treibstoffmenge kann eine auf Pflanzenöl umgerüstete Flotte von 489 PKW mit Treibstoff versorgen (auf Basis einer angesetzten Jahreskilometerleistung von 18.000 km/a). Eine Weiterverarbeitung des Pflanzenöls zu Biodiesel (RME) ist nicht Teil der optimierten Struktur, weil die anfallende Pflanzenölmenge zu klein ist.

Die optimierte Struktur beinhaltet auch eine kleine Pelletpresse mit einem Durchsatz von ca. 490 kg/h in der Normalperiode sowie 80 kg/h in der Ernteperiode. Dies entspricht einer Jahresproduktion von 3.756 t/a Pellets mit einem Gesamtenergiegehalt ca. 18.780 MWh⁶. Mit der produzierten Pelletmenge könnte eine Brennstoffversorgung von ca. 939 Haushalten mit einem durchschnittlichen Jahresheizenergieverbrauch von 20 MWh/a erfolgen.

Die im BHKW erzeugte Strommenge wäre ausreichend den Jahresstromverbrauch von 1.120 Haushalten abzudecken (Ansatz Stromverbrauch pro Haushalt: 4000 kWh/a)

Allgemeine Aussagen

Anhand der der Ergebnisse des Standorts lassen sich einige allgemeine Aussagen ableiten:

➤ **Begrenzender Faktor ist die Leistung der Biogasanlage**

An diesem Standort ist eine wesentliche Begrenzung durch die Leistung der vorhandenen Biogasanlage gegeben. Da in den Modellrechnungen keine weiteren Investitionen in Energieanlagen berücksichtigt wurden (die Aufgabe bestand in einer Optimierung der bestehenden Infrastruktur), ergibt sich hier durchaus noch weiteres Potential, zumal der Standort (ähnlich wie in Gnas) über eine sehr vielfältige Rohstoffbasis verfügt.

➤ **Reihenfolge der Wertschöpfung im Bereich Wärmekopplung**

Gerade an diesem Standort ließ sich, da die Energiebereitstellung fixiert war, eine klare Reihenfolge der Wertschöpfung der Wärmenutzung erstellen:

1. Trocknung von Ölfrüchten, wenn Weiterverarbeitung zu Öl
2. Trocknung von Getreide oder Mais
3. Trocknung von Holz und Pelletproduktion
4. Zusätzliche Fernwärmenutzung.

Im speziellen Fall des MFZ St. Margarethen sticht die Trocknung von Sonnenblumenkernen die Maistrocknung aus. Beide sind direkt konkurrenzierend, da die zur Verfügung stehende Wärmemenge begrenzt ist.

➤ **Limitierung durch enge Grenzen des Einzugsbereiches**

Ähnlich wie im Falle des Standortes Gnas ergibt sich an diesem Standort eine gewisse Limitierung aus der engen Begrenzung des Einzugsbereiches. Der Einsatz von Ölsaaten von außerhalb des hier definierten Einzugsbereiches würde die Wertschöpfung wesentlich beeinflussen (allerdings zu Lasten der Pelletproduktion, bei Beibehaltung der bestehenden Biogasanlage als einzige Wärmequelle). Der Transport von Ölsaaten wäre generell auch über weitere Strecken möglich, hier stellt sich aber die Frage der entsprechenden Logistik, da nicht getrocknete Ölsaaten nur eine beschränkte Haltbarkeit aufweisen.

➤ **Entscheidung zwischen unterschiedlichen Produkten auf Basis einer erweiterten Standortbetrachtung**

⁶ Annahme laut Ö-Norm M7135 Klasse HP1; Schüttgewicht 650 kg/m³; Heizwert 5,0 kWh/kg

Die Strukturoptimierung führt naturgemäß auf die optimale Wertschöpfung für das gewählte Optimierungsvorhaben. Aus diesem Grund geht die Trocknung von Ölsaaten (wegen der höheren Wertschöpfung der Endprodukte) als vorteilhaft gegenüber der Trocknung und Aufbereitung von Holz hervor. Es sind aber auch noch andere Randbedingungen zu beachten. So arbeitet am Standort ein angesehener Hersteller von Pelletöfen. Hier kann es bei Betrachtung der gesamten Wirtschaftssituation der Region zu unterschiedlichen Wertungen der Wirtschaftlichkeit kommen. Wird in die Betrachtung etwa eine Dienstleistungsfunktion dieser Firma miteinbezogen (Bereitstellung der Öfen und langfristige Sicherstellung der Pelletversorgung der Kunden), so können andere Systeme als Gesamtoptimum auftreten. Eine Drehscheibe für Holz (und Pellets) am Standort würde dann durchaus wirtschaftlichen Sinn ergeben, wobei sogar an die Verwendung der Ackerflächen für Kurzumtriebshölzer mit einzubeziehen wäre. Diese Entscheidung kann aber nur durch die Diskussion der Akteure vor Ort vorgenommen werden. Sie ist eine strategische Entscheidung der Positionierung der Region, die nicht mit einer reinen Optimierung des multifunktionalen Energiezentrums allein abgedeckt werden kann.

➤ **Diskrepanz zwischen Einzel- und Systemoptimierung**

An diesem Standort zeigt sich, dass eine Einzeloptimierung NICHT zum Optimum des Gesamtsystems führt! In einigen Fällen würde die Einzeltechnologie durchaus Gewinn abwerfen, sie wäre aber im Gesamtsystem nicht optimal.

Standort Sebersdorf

Standortspezifische Annahmen

Der Standort Sebersdorf stellt einen typischen Wärme orientierten Standort dar, an dem Großabnehmer für Wärme (und Kälte) optimal versorgt werden müssen. Der Standort selbst ist wenig forstwirtschaftlich geprägt, so dass eine Versorgung mit Biogasanlagen sinnvoll erscheint, wobei eine zusätzliche Abdeckung durch Biomasseheizwerke (wegen der Größe der Abnehmer) notwendig wird. Ein Rückgriff auf kleine, landwirtschaftliche Anlagen ist in diesem Fall nicht möglich.

Die Anforderungen an diesen Standort lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Großverbraucher, die *Therme* Sebersdorf benötigt Wärme über das ganze Jahr;
- Jahreszeitliche Schwankungen ergeben sich für die Fernwärme (im Sommer 20 % der Leistung im Winter);
- Kühlleistung ist das ganze Jahr konstant;
- Neue Heizzentrale und Großverbraucher) sollen mit alternativen Energiequellen versorgt werden (Biomasse, Biogas), eine Spitzenabdeckung mit einem Ölkessel soll auf etwa 10 % des Wärmebedarfs eingerechnet werden.

Für diesen Standort wurden zwei Perioden angesetzt, die wie folgt charakterisiert werden:

- **Sommer (5.000 h)**
 - Energierohstoffe (Biomasse, Silage) steht zur Verfügung;
 - Die Basislast (Therme, Kühlung, Großabnehmer für Prozesswärme) muss gedeckt werden;
 - Rohstoffe für die Trocknung (Holz, Feldfrüchte) stehen zur Verfügung;
 - Die Heizlast der Fernwärme ist gering;
- **Winter (1.500 h)**
 - Energierohstoffe (Biomasse, Silage) steht zur Verfügung;
 - Die Basislast (Therme, Kühlung, Großabnehmer für Prozesswärme) muss gedeckt werden;
 - Als Rohstoff für die Trocknung steht nur Holz zur Verfügung;
 - Die Heizlast der Fernwärme ist hoch;
 - Der Ölkessel wird zur Abdeckung von Spitzenwärmebedarf eingesetzt.

Bestand

In der Gemeinde Sebersdorf wird das „H2O-Hotel-Therme-Resort“ mit einer Biomasseanlage versorgt. Der Biomassekessel mit Rauchgaskondensation verfügt über eine thermische Leistung von 2 MW. Zusätzlich kann die Spitzenlast über einen 1 MW Pflanzenölkessel abgedeckt werden. Weiters existiert eine Biogasanlage mit 1000 kW elektrisch, die mit Maissilage und Gülle betrieben wird. Diese Infrastrukturen gehen in die Modellierung ein und werden ohne zusätzliches Investment angesetzt.

Optimalstrukturen für den Standort

Sommer

Abbildung 16 zeigt die Optimalstruktur für den Standort Sebersdorf im Sommer. Neben den bereits existierenden Energietechnologien werden Biogasanlagen auf der Basis von Maissilage mit einer Gesamtleistung von 1750 kW elektrisch und auf der Basis von Grassilage mit einer Gesamtleistung von 2000 kW elektrisch vorgeschlagen. Zusätzlich dazu wird ein zusätzlicher Biomasseheizkessel mit einer Leistung von 1000 kW thermisch eingesetzt. Die Verteilung der Biogas-Gesamtleistungen auf mehrere kleinere Anlagen folgt dabei der bereits vorher diskutierten Verzerrung durch die österreichischen Einspeisetarife für Strom aus erneuerbaren Quellen. Würde diese Regelung verändert, würden größere Anlagen sinnvoll werden.

In dieser Periode können alle Energielasten durch erneuerbare Ressourcen gedeckt werden. Dabei werden insgesamt 1,56 t Maissilage, 0,5 t Gülle, 1,53 t Grassilage und 0,8 t Holz pro Stunde zu Energiebereitstellung aufgewendet. Die Gesamtwärmeleistung (auf einem Temperaturniveau von 110 °C) beträgt dabei 5770 kW, die elektrische Leistung 4750 kW. Allein an den hier dargestellten Mengen erkennt man bereits die Größenordnung des Energiebedarfs an diesem Standort.

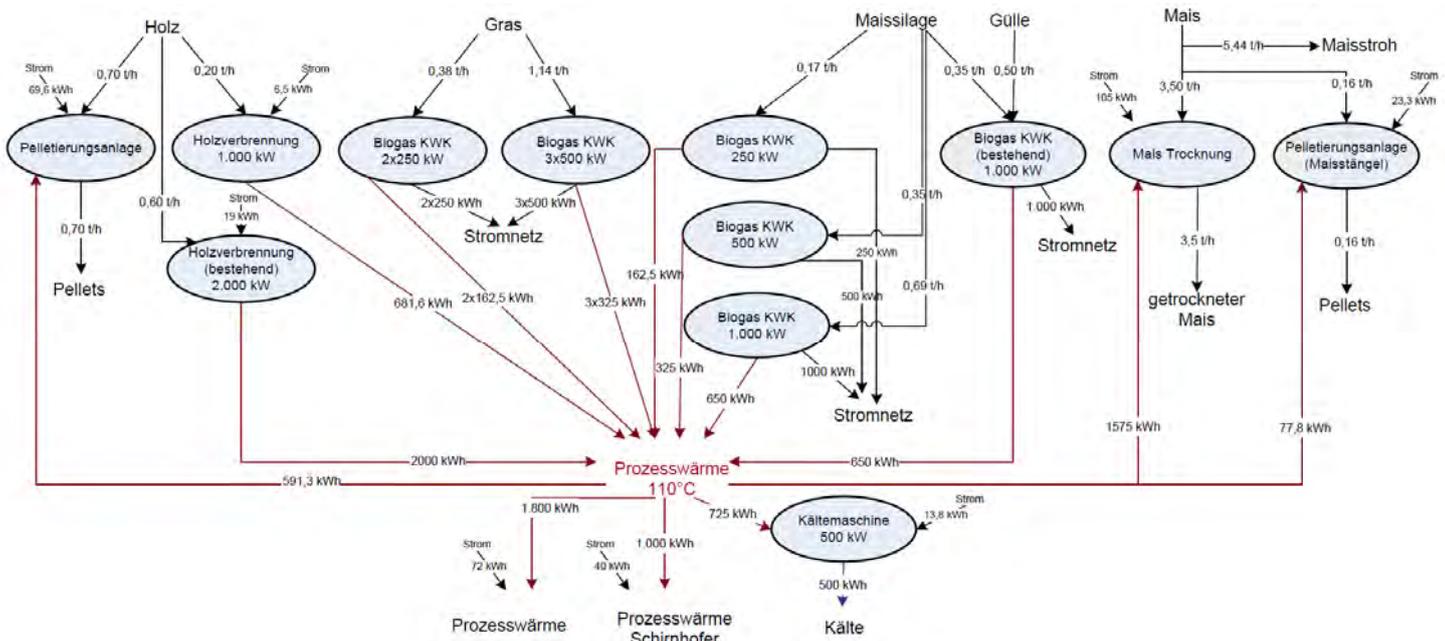


Abbildung 16: Optimalstruktur für Sebersdorf in der Periode Sommer

Die geforderten Lasten der Großabnehmer für Prozesswärme, der Therme und der Kühllast sowie die eingeschränkte Fernwärmeversorgung werden bedient. Eine Trocknung von Feldfrüchten und Maisreststoffen (mit anschließender Verarbeitung zu Pellets) erfolgt ebenso in dieser Periode, da eine eigene Ausweisung der Herbst- (Ernte-)Zeit in diesem Falle nicht sinnvoll erschien. Die Trocknungslasten sind dabei auf die ganze Periode aufgeteilt, wobei die Mais-Reststoffe längere Zeit lagerbar sind und damit die Funktion einer „Grundlast“

übernehmen. Insgesamt werden 3,5 t/h Maiskörner sowie 0,16 t/h Maiskolben und 0,7 t/h Holz zur Pelletierung getrocknet. Die Investkosten für die Trockner für Mais und Maiskolben sind dabei ausschließlich dieser Periode zugeordnet. Am MFZ werden somit Holzpellets aber auch „Agropellets“ aus Maiskolben produziert.

Winter

Die Struktur für die Winterperiode ist in Abbildung 17 dargestellt.

Hier ergibt sich ein Energiedefizit im Spitzenbereich, dass durch den (existierenden) Ölkessel abgedeckt wird. Insgesamt ist nun eine Wärmeleistung von 7729,4 kW abzudecken, insbesondere durch den gesteigerten Raumwärmebedarf und den höheren Wärmebedarf des industriellen Großabnehmers. In Zeiten geringerer Wärmelast durch Fernwärme wird nach wie vor Holz getrocknet und zu Pellets weiterverarbeitet (der Wert von 0,41 t/h in Abbildung 17 ist ein Durchschnittswert). Andere Wärmelasten werden nicht bedient.

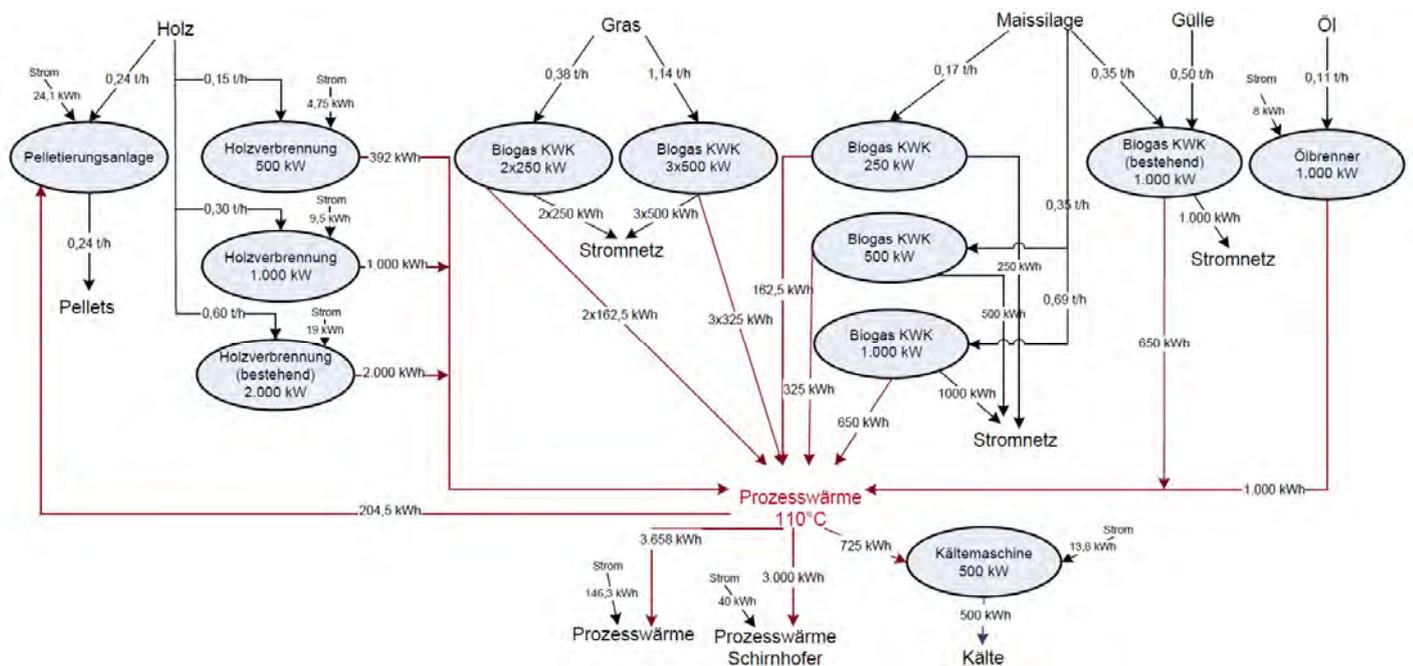


Abbildung 17: Optimalstruktur für Sebersdorf in der Periode Winter

Zusammenfassende Bewertung und Erkenntnisse für den Standort Sebersdorf

Die optimale Struktur des MFZ Sebersdorf

Die Prozesssynthese hat für den Standort Sebersdorf folgende optimierte Struktur ergeben: Es wird in Sebersdorf eine sehr große Biogasanlage errichtet, welche mit den Substraten Mais- und Grassilage sowie Gülle betrieben wird. Die Nutzung des Biogases erfolgt einerseits in einem BHKW mit einer gesamten elektrischen Leistung von 3,75 MW_{el} zur Bereitstellung von Strom und Prozesswärme. Die Nutzung der Abwärme aus dem BHKW erfolgt primär zur Deckung des Energiebedarfes der angeschlossenen Großabnehmer

(Therme, Industriebetrieb mit hohem Prozesswärmebedarf, sowie Versorgung eines angeschlossenen Fernwärmenetzes). Zur Sicherstellung der Wärmeversorgung sind auch ein Biomasseheizwerk, sowie ein Spitzenlastkessel eingebunden, welche beide bereits existieren. Zusätzlich erfolgt die Abwärme zur Bereitstellung von Prozesskälte für einen angeschlossenen Gewerbebetrieb, welcher über den gesamten Jahresgang versorgt wird. An die Energieversorgung angelagert ist die Trocknung von Mais, sowie von Holz- und Maisreststoffen, welche zu Pellets veredelt werden. Am Standort werden Holzpellets sowie „Agropellets“ aus Maiskolben produziert.

Investitions- und Betriebskosten

Die Tabelle 11 zeigt die Übersicht über die Investkosten am Standort Sebersdorf. Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 24.055.000 € notwendig, um das optimale MFZ zu errichten, wobei bestehende Anlagen nicht in Rechnung gestellt wurden.

Tabelle 11: Invest- und Betriebskosten für den Standort Sebersdorf

	Investitionskosten (€)	Betriebskosten (€/h)
Kühlung 500 kW	185.000	2,03
Holzverbrennung 2000 kW bestehend	0	14
Holzverbrennung 1000 kW	740.000	2,72
Biogasanlage 250 kW elektrisch;(Grassilage)	1.700.000	2,25
Biogasanlage 250 kW elektrisch; (Grassilage)	1.700.000	2,25
Biogasanlage 500 kW elektrisch; (Grassilage)	3.000.000	3
Biogasanlage 500 kW elektrisch; (Grassilage)	3.000.000	3
Biogasanlage 500 kW elektrisch; (Grassilage)	3.000.000	3
Biogasanlage 250 kW elektrisch; (Maissilage)	1.700.000	2,25
Biogasanlage 500 kW elektrisch; (Maissilage)	3.000.000	3
Biogasanlage 1000 kW elektrisch; (Maissilage)	5.000.000	5
Biogasanlage bestehend (KWK)	0	5
Trocknungsanlage (Mais)	600.000	4,9
Pelletierungsanlage (Maisstängel)	215.000	0,49
Pelletierungsanlage	215.000	2,175

Regionale Wertschöpfung

Die Tabelle 12 zeigt die Wertschöpfung für den Standort Sebersdorf, aufgeschlüsselt nach Perioden. Für den Vergleich mit anderen Standorten muss festgehalten werden, dass für Sebersdorf das Einzugsgebiet die vierfache Fläche umfasst und eine geringere Arbeitszeit (6500 statt 8000 h) angesetzt wurde. Auffällig ist, gegenüber anderen Standorten, die relativ gleichmäßige Verteilung der Wertschöpfung pro Stunde in den einzelnen Perioden. Dies ist das Resultat der großen Wärmelasten, die über das Jahr gleichbleibend nachgefragt werden.

Tabelle 12: Wertschöpfung für den Standort Sebersdorf

Periode	€/h	h/Periode	€/a
Sommer	433.97	5000	2.169.850
Winter	320.53	1500	480.795
Summe		6500	2.650.645

Ressourcen und Produktströme

In der folgenden Tabelle wurde die Input/ Output Bilanz für das MFZ Sebersdorf zusammengefasst.

Tabelle 13: Ressourcen/ Produkt- Bilanz für Sebersdorf

Input	Winter	Sommer	Jahr
Maissilage [kg]	780.000	7.800.000	8.580.000
Grassilage [kg]	2.280.000	7.600.000	9.880.000
Gülle [kg]	750.000	2.500.000	3.250.000
Holz [kg]	1.938.000	7.500.000	9.438.000

Output	Winter	Sommer	Jahr
Nahwärme [kWh/period]	9.987.000	14.000.000	23.987.000
Ölkessel (Spitzenabdeckung kWh/period)	1.500.000		1.500.000
Mais [kg]		17.500.000	17.500.000
Pellets (Maisreststoffe) [kg]		800.000	800.000
Pellets (Sägereststoffe) [kg]	360.000	3.500.000	3.860.000
Elektrizität [kWh/period]	7.125.000	23.750.000	30.875.000
Prozesswärme [kWh/period]	9.987.000	14.000.000	23.987.000
Kühlung [kWh/period]	750.000	2.500.000	3.250.000

Dieser Output ergäbe für die Region folgende Versorgungssituation:

- Jahresversorgung von ca. 7.718 Haushalten mit Strom (Ansatz 4000 kWh/a Strombedarf)
- Jahresversorgung mit Holzpellets für ca. 965 Haushalte (Ansatz 20 MWh/a therm. Energieverbrauch für Heizung)

Allgemeine Aussagen

Für den Standort Sebersdorf ergeben sich insbesondere standortspezifische Folgerungen aus den Optimierungsrechnungen.

➤ **Zusatzinvestition für zusätzlichen Großabnehmer**

Wenn ein zusätzlicher Großabnehmer für Prozesswärme gewonnen wird, sind Zusatzinvestitionen zu den bestehenden Anlagen sowohl im Bereich Biogasanlagen als auch Biomasseheizanlagen notwendig.

➤ **Erweiterung des Einzugsgebietes notwendig**

Die energetische Versorgung einer größeren industriellen Anlage ist nur dann mit erneuerbaren Rohstoffen möglich, wenn das Einzugsgebiet ausgedehnt wird. Hier muss ein Umkreis von 20 km angenommen werden, um die Lasten adäquat abdecken zu können.

➤ **Grenzsituation für ein regionales Szenario für nachhaltige Energiebereitstellung**

Die präsentierte optimierte Struktur für Sebersdorf zeigt auch die Grenzen für regionale Energiebereitstellungssysteme auf Basis von nachwachsender Ressourcen zumindest für die Region Oststeiermark auf. Die Nennleistungen und erforderlichen Jahresenergiemengen, die im Zusammenhang mit der Erweiterung des Standorts Sebersdorf bzw. eines angeschlossenen Gewerbegebiets, erhoben wurden, sind beträchtlich. Soll ein derartiger Energiebedarf auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen gedeckt werden, sind sehr große Anlagen mit entsprechend großen Einzugsgebieten erforderlich. Im präsentierten Fall würde sich das Einzugsgebiet mit einem Radius von 20 km sich von Hartberg im Norden bis nach Fürstenfeld im Süden erstrecken, wobei allerdings nur eine Nutzung der Ackerfläche von 10 % für Energiezwecke angenommen wurde. Dieses Einzugsgebiet muss wohl als die oberste Grenze regional sinnvoller MFZ angesehen werden. Eine Zulieferung mit Traktoren (und die Abholung etwa der Reststoffe wie Biogasgülle) ist hier gerade noch möglich, wobei der Energieaufwand dazu beträchtlich ist.

Soll ein solches massives MFZ entstehen (was ja aus Hinsicht der regionalen Wirtschaft durchaus wünschenswert sein kann), so muss neben der komplexen Frage der Rohstoffsicherung (hier wären hunderte Betriebe betroffen!) vor allem auch die Frage des optimalen Anteils von Energiepflanzen an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche im Umkreis des MFZ geklärt werden. Nimmt man hier einen größeren Anteil in Kauf, so sinken die notwendigen Transportaufwendungen stark.

➤ **Konkurrenz der Energiepflanzen**

Der Fall Sebersdorf zeigt sehr gut die direkte Konkurrenz der Energiepflanzen in Bezug auf die Flächen auf. Da das MFZ eine sehr große (Wärme-) Last abdecken muss und eine Begrenzung des Flächenanteils für Energiepflanzen eingezogen wurde, sind andere Nutzungen (etwa der Anbau von Ölpflanzen) nicht mehr möglich.

Die Strukturen würden sich bei Aufweichung des Flächenanteils für Energiepflanzen wesentlich verändern.

➤ **Gülletransport problematisch**

Der Einsatz von Co-Fermentations-Biogasanlagen mit Gülle als Co-Ferment kann in dieser Größenordnung durchaus als problematisch beurteilt werden. Hier ist mit großen Transportwegen für das Co-Ferment zu rechnen, die sich bereits in der ökologischen Betrachtung niederschlagen.

➤ **Fossile Spitzenabdeckung erhöht den ökologischen Druck signifikant**

Aus der Berechnung des ökologischen Fußabdrucks wird die Problematik des Einsatzes fossiler Energie in einem solchen multifunktionalen Energiezentrum augenfällig. Etwa 10 % der Energie wird in der Winterperiode durch den Ölkessel bereitgestellt, dies erhöht den ökologischen Fußabdruck in dieser Periode für das Gesamtsystem um fast 30 %.

Standort Friedberg

Standortspezifische Annahmen

Der Standort Friedberg hat mit dem oben behandelten Standort Sebersdorf gemeinsam, dass er einerseits auf ein bereits bestehendes Wärmesystem (von Biomassekesseln) aufbaut und weiters, dass die Hauptdienstleistung des Zentrums Wärme darstellt. Anders als Sebersdorf ist Friedberg jedoch ein stark forstwirtschaftlich geprägter Standort, was die Vielfalt der möglichen Rohstoffe zur Weiterveredelung einschränkt.

Die Herausforderung an diesem Standort besteht in der Versorgung dezentraler Ortsteile. Dies kann einerseits über Pellets und andererseits über getrocknete Hackschnitzel (<25 % Feuchte) erfolgen, wobei die zur Lagerung notwendigen Räume (10.000 srm) bereits derzeit verfügbar sind. Grundsätzlich stehen zwei getrennte Biowärme-Werke zur Verfügung, wobei bei beiden Trocknungsanlagen angeschlossen werden könnten.

Es wurden für diesen Standort zwei Perioden definiert, die folgendermaßen charakterisiert sind:

- **Sommer (5000 h):**
 - Feuchte Hackschnitzel (35 % Feuchte) als Heizmaterial für Biomassekessel vorhanden;
 - Lagerkapazität zur Aufnahme der getrockneten Hackschnitzel (oder Pellets) vorhanden;
 - Dezentrale Wärmeversorgungen stillgelegt;
 - Warmwasserversorgung für Ortsnetze bleibt aufrecht.
- **Winter (1500 h):**
 - Getrocknete Hackschnitzel versorgen dezentrale Heizsysteme;
 - Ortsnetze auf Volllast.

Bestand

Die Gemeinden Friedberg und Pinggau verfügen derzeit über zwei Nahwärmanlagen (2500 bzw. 1500 kW thermische Leistung) und einen überdachten Holzlagerplatz für ca. 10.000 srm. Dieser Infrastruktur geht in die Modellierung ohne Investment ein.

Tabelle 14: Bestehende Nahwärme- Anlagen in Pinggau und Friedberg

Bezeichnung	Baujahr	Kesselleistung	Objektversorgung	Anschlussleistung	Holzbedarf
NW Groller*	2004	80 kW	5EFH	k.A.	ca. 150 srm/a
NW Glatz*	2004	150 kW	1MFH + 5EFH	k.A.	ca. 280 srm/a
NW Friedberg (Schule)	1999	500 kW +(500 kW)	1HS + 1Kloster + 4EFH		ca. 950 srm/a
NW Friedberg (Zentrum)	2008	500 kW +500 kW	41Objekte	1.650 kW	ca. 1.900 srm/a
NW Pinggau	1991	2.500 kW+ 1.500 kW	k.A.	3.500 kW	k.A.

*Werden in Nahwärme Friedberg (Zentrum) integriert.

Optimalstrukturen für den Standort Friedberg / Pinggau

Sommer

Die Abbildung 18 zeigt die optimale Struktur für diese Periode grafisch. Zusätzlich zu den bestehenden Heizzentralen würde ein weiterer Biomasse ORC von 1200 kW thermischer Leistung betrieben. Die gesamte Wärmeleistung würde einerseits den Sommerbetrieb der Heiznetze Pinggau, Friedberg sowie der Hauptschule (insgesamt 2000 kW) bereit stellen. Die restlichen 3200 kW Wärmeleistung würden zur Trocknung von Chips zur Pelletterstellung verwendet. Damit können insgesamt 3,76 t/h Holz in Pellets umgewandelt werden, wobei zwei Pelletieranlagen angesetzt werden. Dies hat rechnerische Gründe, da eine davon das Jahr über läuft (und daher entsprechend abgeschrieben wird) und die andere nur in der Sommerperiode in Betrieb ist (und damit eine verkürzte Abschreibedauer aufweist). Real würde dies einer größeren Pelletieranlage entsprechen, die allerdings im Winter nur kurze Zeit in Betrieb steht. Zusätzlich dazu leistet der ORC 200 kW in das elektrische Netz. Insgesamt werden in dieser Zeit 5,44 t/h Holz verarbeitet, davon 3,76 t/h zu Pellets, 1,68 t/h werden als Hackschnitzel entweder zur Energieerzeugung genutzt (1,52 t/h) oder auf Lager gelegt um im Winter eingesetzt zu werden (0,16 t/h).

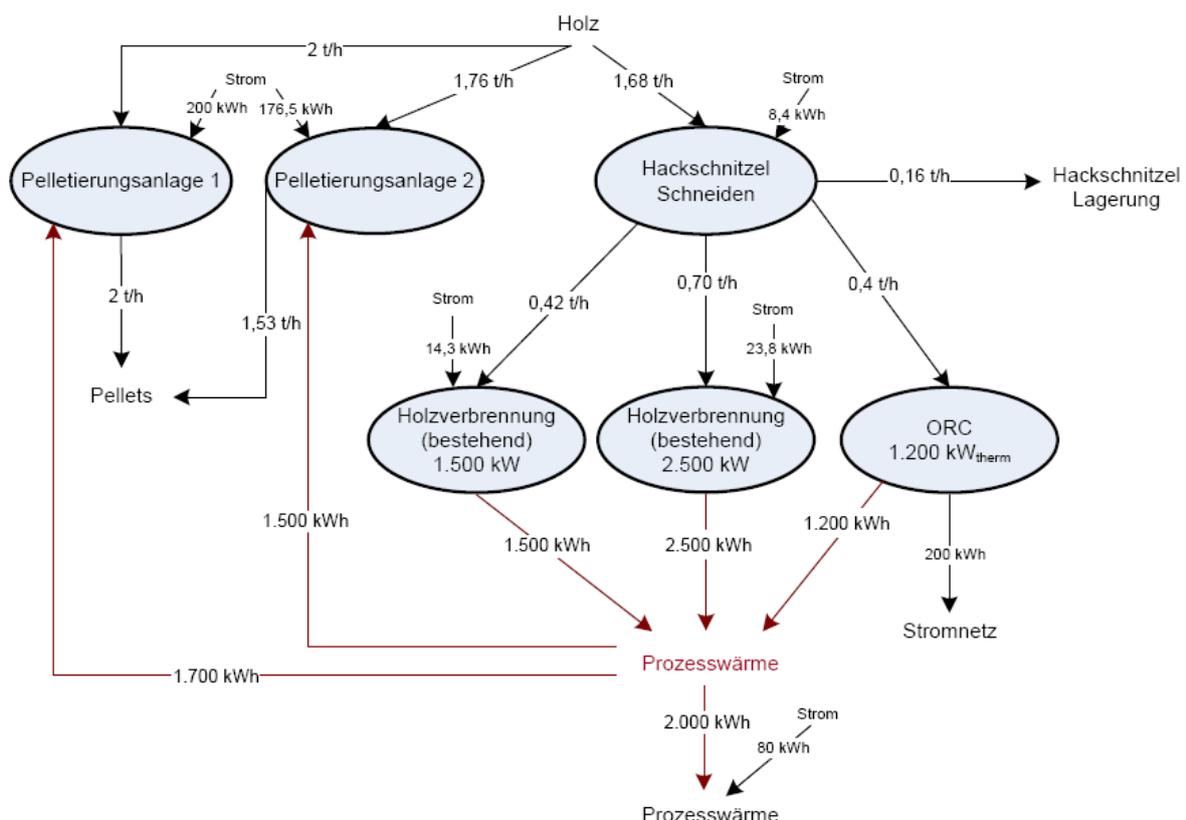


Abbildung 18: Optimalstruktur für Friedberg in der Periode Sommer

Winter

In dieser Periode laufen die Ortsnetze Friedberg, Pingau und die Heizung der Hauptschule im Winterbetrieb. Die dezentralen Heizkessel werden mit den im Sommer getrockneten Hackschnitzeln beheizt. Die im Sommer eingelagerten Hackschnitzel werden nun eingesetzt (Achtung, die Menge pro Stunde ist mit 0,53 t/h höher als die Rate der Einlagerung, da die Winterperiode entsprechend kürzer ist!).

Neben der Heizlast von insgesamt 4000 kW werden weiterhin Pellets hergestellt. Von der in dieser Zeit angelieferten Menge von 2.4 t/h (dies ist ein Durchschnittswert über die Periode) werden 1.41 t/h zu Pellets weiterverarbeitet, 0,99 t werden als Brennstoff (zusammen mit den im Sommer angesparten Hackschnitzel) eingesetzt. Der ORC läuft ebenfalls in dieser Periode und liefert weiterhin 200 kW elektrische Leistung.

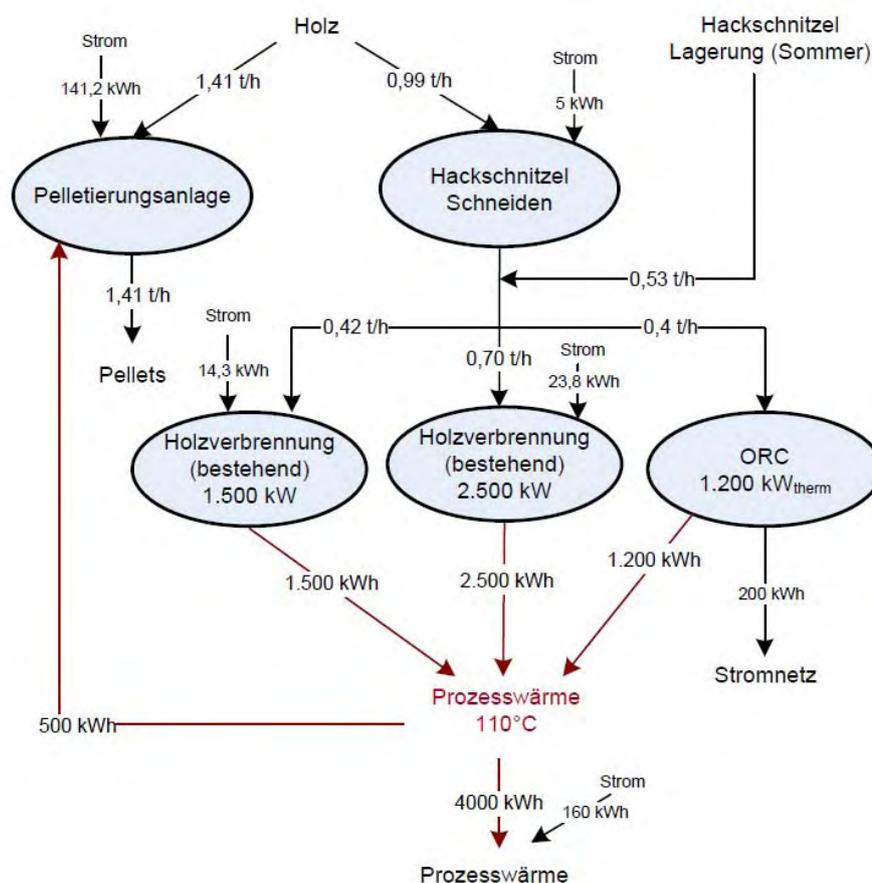


Abbildung 19: Optimalstruktur für Friedberg in der Periode Winter

Zusammenfassende Bewertung und Erkenntnisse für den Standort Friedberg

Die optimale Struktur des MFZ Friedberg

Das bereits bestehende Netz an Fernwärmeversorgung der Gemeinden Pinggau und Friedberg wird durch die Errichtung einer Kraft-Wärme-Kopplung KWK mittels eines ORC-Prozesses (ca. 200 kW_{el}) weiter ausgebaut. Dadurch wird das Biomasseheizwerk in Pinggau

auch in den Sommermonaten im Vollastbetrieb gefahren, um die benötigte Wärmeenergie für den ORC-Prozess, sowie des angeschlossenen Wärmenetzes bereitzustellen. Zusätzlich entsteht überschüssige Abwärme, welche im Niedertemperaturbereich für die Trocknung von Holz mit angeschlossener Pelletierung bereit gestellt wird. Parallel dazu wird im Sommer auch Hackgut getrocknet, welches als Qualitätshackgut für dezentrale Hackgutheizungen kleinerer Anschlussleistungen zur Verfügung gestellt und über die Sommermonate eingelagert wird. Während der Heizperiode wird der ORC weiterhin betrieben. Die Holztrocknung, welche für die Pelletierung erforderlich ist wird nur dann betrieben, wenn das Wärmeversorgungsnetz sich im Teillastbetrieb befindet.

Investitions- und Betriebskosten

Die Tabelle 15 zeigt die Übersicht über die Investkosten am Standort Friedberg. Insgesamt sind für diesen Standort Investitionen von 3.130.000 € notwendig, um das optimale MFZ zu errichten, wobei bestehende Anlagen nicht in Rechnung gestellt wurden.

Tabelle 15: Invest- und Betriebskosten für den Standort Gnas

	Investitionskosten (€)	Betriebskosten (€/h)
Hackschnitzelhäcksler		11,26
Pelletierungsanlage 1	215.000	5,52
Pelletierungsanlage 2	215.000	6,25
Hackschnitzelverbrennung (bestehend) 1.500 kW		6
Hackschnitzelverbrennung (bestehend) 2.500 kW		10
ORC; 1200 kW thermisch; 200 kW elektrisch	2.700.000	

Regionale Wertschöpfung

Die Tabelle 16 zeigt die regionale Wertschöpfung im Fall des Standortes Friedberg. Erneut muss auf die vergleichsweise kurze Zeit des Betriebes dieses MFZ hingewiesen werden, wobei dies aus der Lastsituation heraus bedingt ist. Würde diese Rahmenbedingung aufgeweitet werden, ergäbe sich ein größerer Gewinn, da insbesondere der ORC weiterhin Wertschöpfung erarbeiten würde.

Tabelle 16: Wertschöpfung für den Standort Friedberg

Periode	€/h	h/Periode	€/a
Sommer	356.57	5000	1.782.850
Winter	218.30	1500	327.450
Summe		6500	2.110.300

Ressourcen und Produktströme

In der folgenden Tabelle wurden die Input/ Output Bilanz für das MFZ Friedberg zusammengefasst.

Tabelle 17: Input-Outputströme Friedberg

INPUT	Winter	Summer	Jahr
Holz [kg]	3.600.000	27.200.000	30.800.000

OUTPUT	Winter	Summer	Jahr
Nahwärme [kWh/period]	6.000.000	10.000.000	16.000.000
Elektrizität [kWh/period]	1.000.000	300.000	1.300.000
Pellets [kg]	2.115.000	17.650.000	19.765.000
Hackschnitzel trocken [kg]		900.000	900.000

Für die regionale Stoffwirtschaft hätte das MFZ folgende Relevanz:

- Die Jahresproduktion von Pellets entspricht einem Gesamtenergiegehalt von 98,82 GWh. Damit könnten rund 4.940 Haushalte in der Region mit Holzpellets versorgt werden (Ansatz 20 MWh/a Jahresenergieverbrauch für Raumwärme)
- Die in der KWK erzeugte Strommenge von 1300 MWh könnte rund 325 Haushalte mit Strom versorgen (Ansatz: 4000 kWh/a Stromverbrauch pro Haushalt)

Allgemeine Aussagen

Der Standort Friedberg ist ein reiner „Forststandort“, zumindest was die Vorgaben dieser Optimierung anlangt. Damit fallen in der Betrachtung dieses Standortes alle Hinweise auf Nutzungskonkurrenzen weg. Trotzdem ergeben sich einige interessante allgemein gültige Aspekte:

➤ **Trocknung im Sommer als regionale Wertschöpfungsmöglichkeit**

An diesem Standort kommt wie an keinem anderen Standort die Bedeutung der Trocknung für die regionale Wertschöpfung zum Tragen. Die generelle Aussage ist, dass der Jahresbetrieb von Heizanlagen in Forststandorten dann Sinn macht, wenn im Sommer die Wärme zur Trocknung des Rohstoffes Holz herangezogen werden kann. Die Investkosten der Heizanlagen sind in diesem Fall besser genutzt.

➤ **ORC Anlagen sind wirtschaftlich bei großer Wärmeabnahme über das Jahr**

Bei entsprechend hoher „Wärme-Grundlast“ über das Jahr stellen ORC Anlagen eine Möglichkeit zur Erhöhung der Wertschöpfung dar. Da in einem ORC neben der Wärme auch (wirtschaftlich viel hochwertigere) Elektrizität bereitgestellt wird, sind die höheren Investkosten gerechtfertigt. Die Grenze ist hier durch die Wärme-Grundlast gegeben, da ORC Anlagen erst ab einer thermischen Leistung von etwa 1,2 MW am Markt zu angemessenen Investkosten und mit annehmbarem elektrischen Wirkungsgrad angeboten werden.

Wirtschaftliche Kenndaten für MFZ

Wie bereits diskutiert, erfolgte die Optimierung der Multifunktionszentren anhand einer monetären Größe – der **regionalen Wertschöpfung** der gesamten Wertschöpfungskette. Dieser Wert entspricht dann dem Betriebsergebnis des MFZ, wenn der gesamte Wertschöpfungsprozess (vom Ressourcenanbau bis zu sämtlichen Veredelungsprozessen) nur durch einen Partner durchgeführt würde. Im Allgemeinen werden solche Nutzungsprozesse nachwachsender Rohstoffe durch sektorenübergreifende Kooperation durchgeführt.

Die jeweiligen **Investitionskosten** sowie die **spezifischen Betriebskosten** wurden bereits bei der Ergebnisdarstellung der jeweiligen Standorte präsentiert. Folgend werden zwei wirtschaftliche Kenngrößen erläutert bzw. dargestellt, welche sich für die quantitative Bewertung sowie für den Vergleich von Koppelnutzungs- und Multi-Produktsystemen eignen.

Die Problematik der Kosten und Erlösallokation in MFZ

Es liegt in der Natur von MFZ, dass sie weitgehend verschränkte Produktionsstätten sind. Einige Prozesse in diesen Zentren, insbesondere die Energiebereitstellungsprozesse, erzeugen mehrere Produkte. Diese Produkte stellen sie anderen Prozessen zur Verfügung, so dass eine direkte Berechnung der Kosten zumindest einen normativen Schritt aufweist: Grundsätzlich sind Kosten der Endprodukte nur dann berechenbar, wenn die Kosten jener Prozessschritte, die mehr als ein Produkt bereitstellen, auf diese Produkte allokiert werden. Die Allokation von Prozesskosten auf unterschiedliche Produkte, die zwingend im Prozess anfallen (wie etwa Strom und Wärme in einer KWK), ist jedoch nur normativ möglich.

Als Gesamtsystem betrachtet, weisen MFZ gegenüber einer Gruppe von Einzelanlagen, die dieselben Produkte in derselben Menge erzeugen, intrinsische wirtschaftliche Vorteile auf. Diese Vorteile lassen sich in drei Gruppen teilen:

- Bessere Nutzung von Rohstoffen, da Nebenprodukte vollständig genutzt werden;
- Geringere Investkostenanteile an Produktionskosten, da technische Einrichtungen länger genutzt werden;
- Höhere Effizienz, da Teillastbetrieb von Anlagen vermieden wird.

Diese Vorteile kommen aber allen Produkten, die in einem solchen MFZ hergestellt werden, zugute. Die Zurechnung der Vorteile auf einzelne Produkte ist jedoch, wie bereits oben dargestellt, immer von der gewählten Allokationsmethode für Kosten von „zentralen Technologien“, also solchen die mehrere Produkte erzeugen und sie teilweise anderen Technologien im MFZ zur Verfügung stellen, abhängig.

Wird ein MFZ von mehreren Akteuren betrieben, die die Verantwortung für ganz spezifische Teile dieses Zentrums haben (etwa einen Betreiber einer Biogasanlage, einen Betreiber einer Pelletieranlage, einem Pflanzenöl-Pressen Betreiber, etc.), so ist die Aushandlung der Allokation eine wesentliche Herausforderung. Wie in allen Kooperationsmodellen wird die Zusammenarbeit nur dann langfristig gelingen, wenn alle Akteure ihre individuellen Vorteile

ausreichend gerecht aus der gemeinsamen Aktivität ziehen. Im Folgenden werden daher einige konkrete Kennzahlen entwickelt und anhand der Fallbeispiele durchgerechnet, die diesen Aushandlungsprozess unterstützen können.

Der relative Kooperationsvorteil

Um herauszufinden, welcher Akteur in welchem Maß von der Kooperation profitiert, eignet sich die Berechnung des relativen Kooperationsvorteils V_i . Um diesen Index zu berechnen, müssen zuerst die Kosten aller Produkte des MFZ entsprechend den Marktpreisen allokiert werden. Dazu wird zuerst der relative Anteil eines Produktes i am Gesamterlös des MFZ A_i erhoben. Ist P_i der Einheitspreis des Produktes i und N_i die Menge des Produktes i , die im Jahr im MFZ hergestellt wird, so ist der Anteil eines Produktes i am Gesamterlös des MFZ

$$A_i = \frac{P_i * N_i}{\sum_j P_j * N_j}$$

Die allokierten Kosten der Produktion des Produktes i im MFZ sind dann

$$K_i = A_i * K_{ges}$$

mit K_{ges} den gesamten jährlichen Kosten des Betriebs des MFZ (inklusive Rohstoffkosten), also den Kosten zum Betrieb aller Anlagen ohne interne Zahlungen zwischen den verschiedenen Betreibern im MFZ.

Im nächsten Schritt werden die Teilkosten der Produktion des Produktes i TK_i erhoben. Diese Teilkosten beinhalten all jene Kosten, die für Leistungen von außerhalb des MFZ anfallen. Dies sind die jährliche Abschreibung, die Rohstoffkosten, Kosten für den Betrieb der jeweiligen Produktionsanlage, Halbprodukte und Hilfsstoffe, die nicht aus dem MFZ bezogen werden, sowie Energiekosten, sofern sie an Lieferanten außerhalb des MFZ bezahlt werden. Als Berechnungszeitraum gilt wieder ein Jahr. Sollte eine Anlage mehrere Produkte bereitstellen (etwa eine Biogasanlage, die Strom und Wärme bereitstellt), so sind die Kosten entsprechend den Erlösen aus dem Verkauf der Produkte zu allokiieren. Interne Erlöse (etwa durch Bereitstellung von Wärme für andere Anlagen wie etwa einer Trocknung innerhalb des MFZ) bleiben dabei unberücksichtigt und werden mit 0 € angesetzt.

Der relative Kooperationsvorteil V_i errechnet sich nun aus dem Verhältnis der allokierten Kosten K_i zu den Teilkosten TK_i

$$V_i = \frac{K_i}{TK_i}$$

Ein Wert von 1 bedeutet, dass die Herstellung eines bestimmten Produktes keinen Vorteil aus der Teilnahme am MFZ zieht. Je größer V_i wird, desto größer ist der Kooperationsvorteil, den die Produktion des Produktes i aus dem Betrieb des MFZ generiert.

Der Wert V_i kann zu mehreren Überlegungen herangezogen werden. Will man zu einem vollständigen Ausgleich der Vorteile für alle Akteure kommen, so kann man Ausgleichszahlungen AZ_i zwischen den Akteuren festlegen. Diese Ausgleichszahlungen sind dann durch

$$AZ_i = TK_i * (1 - V_i)$$

festgelegt. Betreiber von Anlagen, die einen Vorteil aus dem MFZ ziehen, zahlen diesen Betrag (AZ ist negativ) an jene Partner, die Leistungen für das MFZ erbringen (AZ ist für sie positiv).

Man kann den Kooperationsvorteil V_i jedoch auch dazu einsetzen, um besonders attraktive Partner für das MFZ zu identifizieren. Ein hoher Wert von V_i bedeutet, dass die Herstellung dieses bestimmten Produktes i die gesamte Wirtschaftlichkeit des MFZ besonders verbessert.

Kooperationseffizienz

Neben der Aushandlung der internen Verteilung des Kooperationsvorteils zwischen verschiedenen Partnern in einem MFZ ist auch die Frage nach dem Gesamtvorteil bzw. der Erhöhung des Gesamtvorteils durch die Aufnahme weiterer Technologien von Bedeutung für die Einschätzung von MFZ.

Wie bereits erwähnt, bietet ein MFZ den Vorteil, einen Teil der Kosten einzusparen, insbesondere durch die bessere Nutzung von Anlagen und die Verwertung ansonsten ungenutzter Nebenprodukte und Dienstleistungen. Dieser Vorteil wird durch den Austausch von Produkten und Dienstleistungen innerhalb des MFZ zwischen den einzelnen Technologien erwirkt. Ein MFZ „lebt“ also von der gemeinschaftlichen Nutzung von Ressourcen und deren optimaler, weitgehend vollständigen Verwertung. Je mehr zwischen den Technologien ausgetauscht wird, desto höher ist der wirtschaftliche Freiraum des MFZ. Dieser Aspekt von MFZ kann durch die Kooperationseffizienz E_k ausgedrückt werden. Sie setzt den Wert der innerhalb des MFZ ausgetauschten Produkte und Dienstleistungen ins Verhältnis zum Gesamterlös des MFZ. Werden innerhalb des MFZ die Produkte und Dienstleistungen j (mit den Marktpreisen P_j und den jährlichen Austauschmengen N_j) ausgetauscht und werden die Produkte und Dienstleistungen i verkauft, so errechnet sich die Kooperationseffizienz E_k zu

$$E_k = \frac{\sum_j N_j * P_j}{\sum_i N_i * P_i}$$

Ein Wert von E_k gleich null bedeutet keinen Austausch innerhalb des MFZ und daher auch keinen Vorteil durch die Zusammenfassung der Technologien im MFZ. Je größer die Kooperationseffizienz ist, desto größer ist der wirtschaftliche Spielraum der Partner im MFZ effizienter als ihre (alleinstehende) Konkurrenz zu produzieren.

Die Kooperationseffizienz kann als Indikator zum Vergleich unterschiedlicher MFZ-Konzepte herangezogen werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nur Konzepte mit denselben Rahmenbedingungen sinnvoll verglichen werden können, da die Strukturen der MFZ kritisch vom Ressourcenangebot und den bereits bestehenden Einrichtungen vor Ort abhängen. Ein weiterer Einsatzbereich der Kooperationseffizienz ist die Entscheidung über die Erweiterung von MFZ. Steht die Aufnahme eines weiteren Partners (und einer weiteren Anlage) im MFZ an, so kann die Kooperationseffizienz für die neue Situation errechnet und mit der bestehenden Kooperationseffizienz verglichen werden. Ergibt die Aufnahme der neuen Anlage eine Steigerung der Kooperationseffizienz, so ist die Erweiterung prinzipiell sinnvoll. Die Entscheidung über die Realisierung der Erweiterung hängt dann nur mehr von der technischen Machbarkeit und dem Verhandlungsergebnis mit dem neuen Werber ab.

Anwendung der Maßzahlen auf die untersuchten Fallstudien

Die Tabelle 18 zeigt die Kooperationsvorteile für die in den jeweiligen Multifunktionszentren bereitgestellten Produkte.

Tabelle 18: Kooperationsvorteil für die Produkte in den Fallstudien

Multifunktionszentrum	Produkt	V_i
Gnas		
	Wärme	0,4391
	Pellets	1,8336
	Strom	0,9623
	Presskuchen	1,4508
Pflanzenöl	1,4507	
St. Margarethen		
	Wärme	0,7508
	Pellets	1,1042
	Strom	2,0327
	Biogülle	1,6532
	Presskuchen	0,6885
Pflanzenöl	0,6885	
Sebersdorf		
	Wärme	0,5596
	Pellets	1,4763
	Strom	0,9119
	Kühlung	3,8380
Mais	0,8153	
Friedberg		
	Wärme	0,5140
	Pellets	1,3250
	Strom	0,8020

Es ist offensichtlich, dass die Wärmeproduktion immer alle anderen Produkte subventioniert. In einigen Fällen (Gnas, Friedberg) hat auch Strom einen Kooperationsnachteil. Dies ist

charakteristisch für MFZ, die einen starken Anteil stofflicher Produkte (etwa Pellets) bereitstellen.

Im Falle von St. Margarethen hat Strom einen besonderen Kooperationsvorteil. Dies deutet darauf hin, dass in diesem Fall das MFZ stark von den Rahmenbedingungen der Stromabnahme (Einspeisetarife) abhängig ist und der Standort auch weiterhin „stromorientiert“ bleibt. Der relativ geringe Kooperationsvorteil von Pellets in dieser Fallstudie untermauert dieses Ergebnis.

Die Tabelle 19 zeigt die Kooperationseffizienzen der einzelnen MFZ.

Tabelle 19: Kooperationseffizienz in den Fallstudien

Fallstudie	Kooperationseffizienz
Gnas	0,1610
St. Margarethen	0,1391
Sebersdorf	0,1819
Friedberg	0,4108

Die höchste Kooperationseffizienz weist hier das MFZ Friedberg auf. Das bedeutet, dass der interne Wert-Austausch (von Wärme) hier besonders stark gegenüber dem Wert der nach außen verkauften Güter (Wärme und Pellets) ist. Im Gegensatz dazu ist St. Margarethen das MFZ mit der geringsten Kooperationseffizienz. Hier ist damit der wertmäßige Austausch innerhalb des Zentrums im Gegensatz zum Wert der verkauften Güter und Dienstleistungen geringer.

Die Aussage aus dieser Maßzahl deutet darauf hin, dass gerade das MFZ Friedberg ökonomisch am stärksten vernetzt ist. Im Gegensatz zur Realisierung der hier zusammengefassten Technologien als „stand-alone“ Anlagen ergibt ein MFZ an diesem Standort einen besonders deutlichen Vorteil. Obwohl weniger ausgeprägt, ist dieser Vorteil durch Zusammenfassung auch an allen anderen Standorten sehr deutlich.

Innovationsgehalt und Relevanz der generierten Multifunktionalen Energiezentren.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, zielte das Projekt KOMEOS nicht auf die Entwicklung von innovativen Technologien für Energiezentren selbst ab, sondern auf eine optimale Auswahl bzw. Kombination von Technologien für einen konkreten Standort.

Die Aufgabe bestand somit darin, ein Gesamtnutzungssystem für eine energetische aber auch stoffliche Nutzung des Ressourcenpotentials einer Region an einem Standort zu konzipieren und zu optimieren.

Dieser Prozess baute auf Prozesse bzw. Technologien auf, die als Stand der Technik bezeichnet werden können. Den Einzelprozessen kann somit kein Innovationscharakter zugeordnet werden, der Technologiekombination und der spezifischen Anpassung an den

Standort bzw. der Wechselwirkung mit der Primärproduktion der umliegenden Region allerdings sehr wohl.

Zur Prozess- bzw. Technologieauswahl wird angemerkt, dass Technologien, welche für multifunktionale Energiesysteme durchaus interessant wären aber gegenwärtig noch nicht Stand der Technik gelten, nicht berücksichtigt wurden.

Dies trifft beispielsweise auf die Technologie der Holzvergasung mit KWK, neue Verfahren zur Aufbereitung von Biogas mittels Membranen oder die Nutzung von Biogas in Brennstoffzellen zu.

Die für die Konzipierung und Optimierung angewandte Methodik der **Prozesssynthese ist innovativ, weil es eine gemeinsame Optimierung der Rohstoffausstattung einer Region sowie der dafür bestmöglich zu verwendenden Technologien ermöglicht.**

Dieser Ansatz ist insofern neu, da das Gesamtsystem bestehend aus Rohstoffbereitstellung und Verarbeitung zu Produkten bzw. zur Gewinnung von Energie gemeinsam optimiert wird. Bei dieser Methodik werden verschiedene Rohstoffmöglichkeiten gemeinsam mit den darauf aufbauenden Technologien (in variablen Umsetzungsmaßstäben) für den jeweiligen Standort (auch zu unterschiedlichen Perioden/ Jahreszeiten) optimiert. Die Bedeutung der gemeinsamen Betrachtung und Optimierung von Ressourcenproduktion sowie der Nutzungstechnologie wird an einem Beispiel veranschaulicht:

Optimiert der Primärproduzent das System Anbau so würde ein Landwirt seinen Anbau auf jene Kulturen konzentrieren, die in der Region den meisten Ertrag bringen bzw. unter Berücksichtigung des landwirtschaftlichen Förderwesens die besten Deckungsbeiträge erzielen. Der Anbau von Ressourcen wäre somit komplett entkoppelt von der Frage der bestmöglichen Veredelung der Ressource bzw. der daraus lukrierbaren Gewinne.

Umgelegt auf den Standort St. Margarethen würde der Landwirt sicherlich Mais anbauen statt einer Ölf Frucht, die laut präsentierter Ergebnisse in der Koppelnutzung Trocknung und Pressung den besten Ertrag bringt.

Nur durch eine gemeinsame Optimierung von Anbau und Verarbeitung wird sichergestellt, dass die aus der Sicht des Wertschöpfungspotentials interessantesten Rohstoffe in einer Region im ausreichenden Maß bereitgestellt werden.

Dieses Beispiel zeigt deutlich einen möglichen Konfliktpunkt auf:

Der am Ende der Wertschöpfungskette genierte Erlös bzw. Gewinn ist auf die einzelnen Akteure entlang der Wertschöpfungskette gerecht aufzuteilen. D.h. der Landwirt müsste an den Erlösen eines Veredlers bzw. eines multifunktionalen Energiezentrums partizipieren, da er ein Anbausystem betreibt, welches aus der Sicht des Rohstofflieferanten wahrscheinlich nicht optimal ist. Diese Konfliktsituation tritt allerdings nicht auf, wenn der Betreiber des multifunktionalen Energiezentrums auch gleichzeitig der Rohstofflieferant ist.

Eine *Bewertung des Innovationsgehalts* der optimalen Modelllösungen, die im Projektantrag erwähnt war, erfolgte nicht, da die Modelloptimierung aus rein monetären Gesichtspunkten unter den bereits dargestellten Prämissen erfolgte.

Beurteilung der Nachhaltigkeit der Modelle

Zielsetzung und Vorgangsweise der Nachhaltigkeitsbeurteilung

Die Prozesssynthese ergibt für die einzelnen Standorte optimale Technologienetzwerke auf der Basis der regional verfügbaren Ressourcen. Die Optimierung der Technologienetzwerke erfolgt dabei nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Wertschöpfung der gesamten Produktionskette. In dieser Optimierung werden zwar Grundsätze der nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen berücksichtigt (etwa Fruchtfolgebedingungen für Ölsaaten). Dies bedeutet jedoch nicht, dass die wirtschaftlich optimalen Lösungen auch generell ökologisch nachhaltig sein müssen.

Hier stößt man auf ein generelles Problem der Messbarkeit von ökologischer Nachhaltigkeit: Im Projekt KOMEOS wird kein umfassender Systemwechsel in den betroffenen Regionen angenommen, weder in der Landwirtschaft noch in der Gesellschaft als Ganzes. Es ist daher auch nicht zu erwarten, dass die hier entwickelten lokalen Nutzungssysteme für erneuerbare Ressourcen einer strengen Prüfung ökologischer Nachhaltigkeit standhalten können. Zu stark wäre hier der Einfluss einer konventionellen Landwirtschaft, wie sie den Berechnungen hier zu Grunde liegt. Die Darstellung der Nachhaltigkeit einzelner Standorte wäre aus dieser Sicht kaum aussagekräftig.

Die Zielsetzung des Projektes KOMEOS ist es, die grundsätzlichen Vorteile multifunktionaler, lokaler Energiezentren, die regionale erneuerbare Ressourcen verwerten, darzustellen. Diese Energiezentren sind dabei nicht allein auf die Bereitstellung von Energie hin ausgerichtet, sondern sollen generell zur Stärkung und Stabilisierung dezentraler Wirtschaftsstrukturen beitragen. Sie sollen helfen mittelfristige Wirtschaftsstrukturen zu entwickeln, die einerseits wesentliche Umweltvorteile (etwa durch Verringerung der Treibhausgas-Emissionen) bieten und andererseits die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen mit ihren immer weiter steigenden Preisen und dem damit verbundenen Kaufkraftverlust und Kapitalabfluss zu verringern. Die These des Projektes ist dabei, dass durch optimale Verschaltung der Technologien und durch sinnvolle Nutzung von regionalen Ressourcen diese Vorteile erreicht werden können. Es ist eine weitere These des Projektes, dass ein Startpunkt für eine umfassendere, langfristige Umstellung der Wirtschaft in landwirtschaftlich geprägten Regionen darstellt. Diese Umstellung betrifft insbesondere auch eine Neuausrichtung der Landwirtschaft in Richtung auf eine weniger invasive Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen.

Aus diesen Grundthesen geht die Aufgabenstellung der hier dargestellten Bewertung der Nachhaltigkeit der einzelnen Varianten hervor: Es soll gezeigt werden, dass die Strategie der Einrichtung von multifunktionalen, lokalen Energiezentren „richtungssicher“ im Hinblick auf eine Verbesserung der ökologischen Situation ist.

Hier ergeben sich zwei weitere methodische Schwierigkeiten:

- Die vorgeschlagenen Technologienetzwerke stellen wesentliche Veränderungen gegenüber dem Status quo dar. Es werden neue Produkte und Dienstleistungen in der jeweiligen Region bereitgestellt und es wird eine andere (höhere) Wertschöpfung erwirtschaftet. Der direkte Vergleich mit dem Status quo ist daher aussagegelos.

-
- Die Standorte wurden im Rahmen des Projektes bewusst so gewählt, dass sie unterschiedliche, für die Oststeiermark typische, Ressourcenlagen darstellen und auch verschiedene Energie-Nutzungsszenarien abdecken. Dies bedeutet, dass die einzelnen Standorte auch ein durchaus unterschiedliches Produkt- und Dienstleistungsprofil aufweisen. Ein direkter Vergleich der absoluten Zahlenwerte des ökologischen Druckes der einzelnen Standorte, egal ob auf die Nutzfläche oder die generierte Energie oder die erzielte Wertschöpfung bezogen, kommt daher immer dem Vergleich von Äpfel mit Birnen gleich, da weder Ressourcen- noch Produktsituation vergleichbar sind.

Einen Weg aus diesen methodischen Schwierigkeiten heraus bietet der Vergleich des Umweltdruckes spezifischer Produkte und Dienstleistungen, die an den Standorten bereitgestellt werden. Der Vergleich zwischen den Standorten ist dabei von geringerem Interesse im Hinblick auf die Richtungssicherheit der vorgeschlagenen Technologienetzwerke. Er ist jedoch durchaus geeignet, allgemeingültige Aussagen über multifunktionale Energiezentren abzuleiten.

Die Richtungssicherheit im Hinblick auf ökologische Nachhaltigkeit kann jedoch aus einem Vergleich des Umweltdruckes der Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen aus multifunktionalen Energiezentren einerseits und „konventionellen“ Technologien andererseits dargestellt werden. Wenn etwa Pflanzenöl oder Biowärme aus einem solchen Zentrum weniger ökologischen Druck erzeugt als aus den Einzeltechnologien einer Pflanzenölpresse oder einer Biomassenahwärmeverorgung, dann ergibt sich ein ökologischer Vorteil durch die Zusammenfassung verschiedener Technologien in multifunktionalen Energiezentren. Dieser Vergleich ist daher die Hauptaufgabe der Nachhaltigkeitsbewertung im vorliegenden Projekt.

Um diesen Vergleich seriös durchführen zu können ist einerseits ein Bewertungsinstrument notwendig, das den ganzen Lebenszyklus eines Produktes oder einer Dienstleistung abdeckt. Andererseits muss dieses Bewertungsinstrument in der Lage sein, den ökologischen Druck konsistent auf verschiedene Produkte und Dienstleistungen, die durch eine multifunktionale Energiezentrale bereitgestellt werden, aufzuteilen. Schließlich muss eine ausreichende Datenbasis „konventioneller“ Prozesse (sowohl auf fossiler als auch auf regenerativer Ressourcenbasis) vorhanden sein.

Zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit wurde der Sustainable Process Index (SPI) gewählt. Dieses Maß erlaubt die konsistente Aggregation unterschiedlicher ökologischer Einflüsse auf eine Zahl und erleichtert damit den Vergleich unterschiedlicher technologischer Lösungen. Für dieses Bewertungsverfahren existiert eine umfangreiche Datensammlung unterschiedlichster Prozesse, insbesondere auch von Prozessen zur Energiebereitstellung auf Basis erneuerbarer Ressourcen⁷. Die Allokation der ökologischen Drücke entlang der

⁷ Die Datengrundlage für den SPI im Bereich regenerativer Technologien entstammt:

Krotscheck, C.; König, F.; Oberberger, I.: *Ecological assessment of integrated bioenergy systems using the sustainable process index*, Biomass and Bioenergy (2000), 18 (4), 341-368, basierend auf IEA (task XIII, Activity 6) basierend auf BEAM (BioEnergy Assessment Model)

jeweiligen Prozessketten wurde entsprechend der erzielbaren Produktpreise (Preisallokations-Methode) durchgeführt.

Beschreibung der Methode des Sustainable Process Index- SPI

Der Sustainable Process Index SPI⁸ ist eine ökologisches Bewertungstool aus der Familie des „Ökologischen Fußabdruckes“ und ist zu den in der Norm EN ISO 14040⁹ beschriebenen Vorgehensweisen der Lebenszyklus-Analysen (life cycle assessment, LCA) kompatibel. Der SPI aggregiert dabei die verschiedenen Umweltdrücke in eine Zahl, diese Zahl entspricht der Fläche, die notwendig ist, um die Bereitstellung eines Produktes bzw. die Serviceeinheit nachhaltig in die Ökosphäre einzubetten. Der SPI ermöglicht dabei Vergleiche zwischen unterschiedlichen Technologien und insbesondere auch zwischen Prozessen auf der Basis fossiler und regenerativer Ressourcen.

Die Grundprinzipien für die nachhaltige Integration jeder menschlichen Aktivität in die Ökosphäre sind dabei die folgenden¹⁰:

- Menschliche Aktivitäten dürfen weder die Qualität noch die Quantität der langfristigen Lager der natürlichen Stoffkreisläufe (etwa des Kohlenstoff- oder Stickstoffzyklus) verändern.
- Die durch den Menschen verursachten Materialflüsse in und aus den Umweltkompartimenten Luft, Wasser und müssen in Qualität und Quantität im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite liegen
- Die Vielfalt der Arten, Landschaften und Lebensbereiche muss erhalten bleiben

Der SPI ist ein Werkzeug, um basierend auf diesen Grundprinzipien mit Hilfe von mathematischen Methoden und auf der Grundlage natürlicher Stoffflüsse und der Qualitäten der Umweltkompartimente folgendes zu bewerkstelligen:

Niederl, A.; Narodoslowsky, M.: *Ecological Evaluation of Processes based on By-products or Waste from Agriculture – Life Cycle Assessment of Biodiesel from Tallow and Used Vegetable Oil*, Feedstocks for the Future, Chapter 18 (2004), Ed: Bozell, J.; Patel, M.; ACS symposium series Vol. 921

⁸ Die Grundlagen des SPI können folgenden Arbeiten und Artikeln im Detail entnommen werden:

Krotscheck C.: *Prozessbewertung in der nachhaltigen Wirtschaft*, Technischen Universität Graz, Dissertation, 1995

Narodoslowsky, M.; A. Niederl, *Sustainable Process Index*, Renewable-Based Technology: Sustainability Assessment, Chapter 10 (2005), Ed: Dewulf, J.; van Langhove, H., John Wiley & Sons

Niederl, A.: *Process Synthesis and Life Cycle Assessment – Tools for Sustainable Technology Development*, Dissertation, Technische Universität Graz, Graz, 2005

Niederl-Schmidinger A.; M. Narodoslowsky: *Life Cycle Assessment as an engineer's tool?*, J. of Cleaner Production, 16- 2, (2008), p. 245-252

⁹ EN ISO 14040, „Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework“, Genf, 1997

¹⁰ Vergleiche: SUSTAIN (1994) Forschungs- und Entwicklungsbedarf für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich, Verein SUSTAIN zur Koordination von Forschung über Nachhaltigkeit, c/o Institut für Verfahrenstechnik, TU Graz

- Berechnung der Fläche, die für die nachhaltige Einbettung eines Prozesses in die Ökosphäre notwendig ist
- Identifikation jener Schritte im Prozess bzw. in der Prozesskette, die den stärksten Umweltdruck hervorrufen
- Identifikation der Stoffflüsse, die für diesen Umweltdruck verantwortlich sind (Ressourcen bzw. Emissionen)
- Vergleich der „Flächenlast“ der Bereitstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung mit der jedem von uns statistisch zustehenden „natürlichen“ Fläche (in Österreich etwa 6 ha, vgl. Krotscheck (1995) siehe Fußnote²)

Berechnung des SPI

Der SPI wurde als Werkzeug für den ökologischen Vergleich von unterschiedlichen Prozessen entwickelt. Die Berechnung beginnt mit der Aufsummierung aller Flächen, die für die Erfüllung des Betrachteten Prozesses notwendig sind.

$$A_{\text{tot}} = A_R + A_E + A_I + A_{\text{st}} + A_P$$

A_{tot}	Gesamtfläche zur Einbettung des Prozesses
A_R	Fläche zu Bereitstellung der Rohstoffe
A_E	Fläche für die Bereitstellung der Energie
A_I	Fläche für Installationen (Infrastruktur, Gebäude, Maschinen)
A_{st}	Fläche, die die Beschäftigten in Anspruch nehmen
A_P	Fläche für die Produkt Dissipation

Der spezifische Einfluss eines Prozesses ergibt sich dann aus der Division der gesamten für die nachhaltige Einbettung des Prozesses in die Ökosphäre notwendigen Fläche A_{tot} durch die Anzahl der durch diesen Prozess „geleisteten“ Dienste, meist bezogen auf ein Jahr n_s

$$a_{\text{tot}} = A_{\text{tot}}/n_s$$

a_{tot} Spezifische Fläche pro Produkt/Dienstleistung

Der eigentliche SPI ist dann das Verhältnis dieser Fläche zu der jedem Einwohner statistisch zustehenden Fläche

$$\text{SPI} = a_{\text{tot}}/a_{\text{in}}$$

a_{in} (statistische) Fläche pro Einwohner

Da die statistisch jedem Einwohner zustehende Fläche schwer exakt zu bestimmen ist und je nach Bevölkerungsdichte regional und zeitlich schwankt, wird für Vergleiche meist nur die spezifische Fläche pro Produkt bzw. Dienstleistung a_{tot} angegeben.

Der SPI eines Produktes, etwa einer kWh Wärmeenergie, beinhaltet auch alle Umweltdrücke der Vorketten. Dies bedeutet, dass der Fußabdruck einer kWh Wärmeenergie aus Holzpellets den ökologischen Druck der Forstwirtschaft, des Transportes des Holzes zur Verarbeitung und schlussendlich auch der Verarbeitung des Holzes zu Pellets beinhaltet.

Das Programm SPionExcel

Für die oft recht umfangreichen Berechnungen wird das Programm SPionExcel verwendet¹¹. Dieses Programm ist ein Modul für MS Excel und basiert auf der Programmiersprache Visual

¹¹ Weiterführende Literatur:

Basic for Applications, die Datenbanken sind im MS Access Format. Der SPI bzw. a_{tot} wird anhand der in den Datenbanken gespeicherten Daten einer umfassenden Stoff- und Energiebilanz (eco inventory) für ein Produkt berechnet. Es besteht die Möglichkeit, diese Datenbanken selbst zu erweitern.

Das Programm zeigt auf, wie sich der berechnete Fußabdruck auf die einzelnen Abschnitte, Rohstoffbereitstellung, Transport, Energieversorgung und den Prozess selber verteilt. Es ermöglicht die Ermittlung des größten Einflussfaktors entlang der Prozesskette.

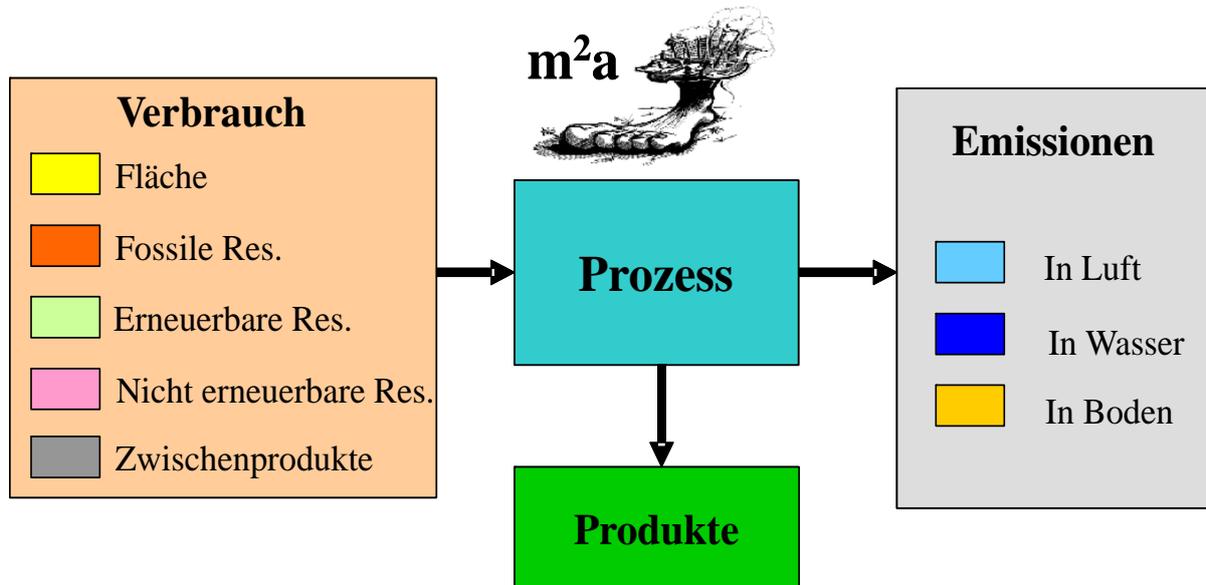


Abbildung 20: Ökologische Einflussfaktoren, die in die Berechnung des SPI im Programm SPionExcel zur Berechnung des ökologischen Fußabdruckes eines Produktes einfließen.

Das Programm sowie die dazugehörigen Basisdatensätze können frei über das Internet unter <http://spionexcel.tugraz.at/> herunter geladen werden.

Detailergebnisse zur Nachhaltigkeit der Modelle

Einen ersten Einblick in die ökologische Situation der hier behandelten multifunktionalen Energiezentren kann aus dem Vergleich des ökologischen Fußabdruckes der einzelnen Standorte bezogen auf die von ihnen bereitgestellte Energie (nur als Energiemenge, nicht in ihrer Qualität gewertet!) gewonnen werden. Dieser Vergleich drängt die Einflüsse der Marktsituation, die ja durch die Preisallokation grundsätzlich immer vorhanden sind, weitgehend zurück, da ja der gesamte Energieinhalt und nicht der am Markt zu erzielende Preis in dieser Berechnung entscheidend ist. Es muss jedoch vorausgeschickt werden, dass dieser Vergleich keinesfalls als „ökologischer Leistungsvergleich“ zwischen den Standorten dienen kann: Zu unterschiedlich sind dafür die Ausgangssituationen und auch die bereitgestellten Produkte und Dienstleistungen. Trotzdem können aus diesem Vergleich einige allgemeingültige Trends abgeleitet werden.

Abbildung 21 zeigt den ökologischen Fußabdruck pro kWh für die einzelnen Standorte. Dabei wurde der gesamte Energieinhalt der bereitgestellten Produkte und Dienstleistungen berücksichtigt, d.h. Pellets gehen mit ihrem Heizwert in die Berechnung ein. Dazu wurde auch der Fußabdruck der gesamten Vorkette für Pellets berücksichtigt, also auch die Bereitstellung der Forst- und Agrarprodukte zu ihrer Produktion.

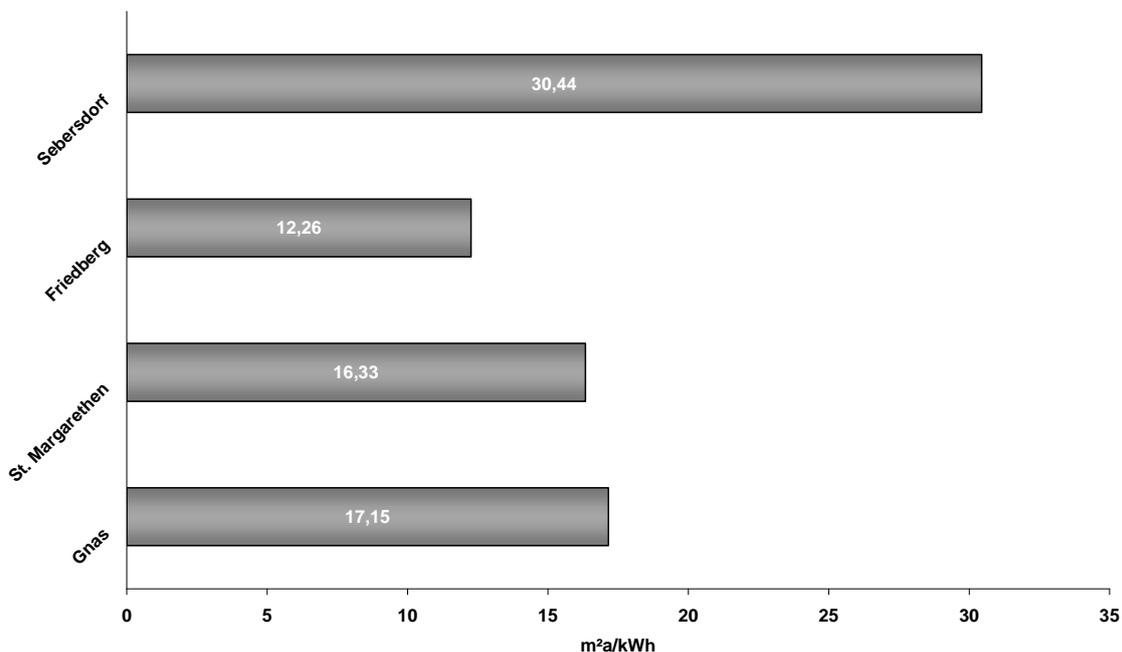


Abbildung 21: Ökologischer Fußabdruck von 1 kWh Gesamtenergie-Bereitstellung an den jeweiligen Zentren

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten stellen sich sehr ausgeprägt dar: Zwischen dem kleinsten (Friedberg) und dem größten (Sebersdorf) besteht ein Faktor von 2,5 im ökologischen Druck pro kWh.

Dieser Unterschied erscheint auf den ersten Blick hoch. Er erklärt sich aber aus der Kombination zwischen den Faktoren der Fertigungstiefe und den verwendeten Rohstoffen, sowie den Technologien.

Der niedrige Wert für den Standort Friedberg etwa reflektiert den geringen Fußabdruck des Rohstoffes (Waldhackgut), der sich aus der geringen Aufwendung für die Bereitstellung von Holz im Allgemeinen ergibt. Zusätzlich dazu ist in der hier berechneten die Tiefe der Wertschöpfungskette gering: Es handelt sich bei dieser Alternative um ein integriertes Wärmebereitstellungssystem, wo überschüssige Wärme zur Optimierung des Rohstoffes (Hackschnitzeltrocknung und Pelleterzeugung zur Versorgung dezentraler Heizungen) verwendet wird. Zusätzlich kommt hier zum Tragen, dass ein Großteil der Infrastruktur (in der Form von Heizwerken und Lagern) bereits vorhanden sind. Die Vorteile der Integration sind hier gegenüber herkömmlichen Biowärmesystemen zu sehen: Eine Verringerung des ökologischen Druckes von über 30 % gegenüber dem direkten Einsatz von Hackschnitzelfeuerungen (Daten aus der Datenbank von SPionExcel) kann damit realisiert werden.

Sowohl der Standort Sebersdorf als auch St. Margarethen weisen deutlich höhere ökologische Fußabdrücke auf. Die Gründe dafür sind teilweise ähnlich, unterscheiden sich aber in interessanten Punkten. Beide Standorte greifen auf andere Rohstoffe und andere Technologien als in Friedberg zurück: Es sind hauptsächlich agrarisch orientierte Energiezentralen mit einem hohen Anteil an Biogasproduktion und einem relativ geringen Anteil an forstlicher Biomasse. Damit wird auch der Sockelbetrag des ökologischen Fußabdrucks höher, da agrarische Rohstoffe generell höheren ökologischen Druck für ihre Bereitstellung aufweisen. Dies ist eine Folge des höheren Einsatzes an Maschinenkraft und Zusatzstoffen (Dünger und in geringerem Maße Pestiziden), der zu Anbau, Pflege und Ernte der Feldfrüchte (insbesondere Mais) notwendig ist.

Beiden Standorten gemeinsam ist auch, dass sie ein relativ breiteres Produkt- und Dienstleistungsangebot bereitstellen. Beide Standorte liefern einen beträchtlichen Teil ihrer Energie als Strom ans Netz. Sie leisten darüber hinaus Trocknungsdienstleistung für Feldfrüchte bzw. bieten Kraftstoff (Pflanzenöl in St. Margarethen). Diese größere Fertigungstiefe und die damit verbundene breitere Wertschöpfungschance gehen ebenfalls mit einem höheren ökologischen Druck einher.

Der Unterschied zwischen Sebersdorf und St. Margarethen ist aber besonders auch wegen des Einsatzes eines Ölkessels bedingt, der zur Abdeckung des (Spitzenbedarfs) notwendig wird. **Der Einsatz fossiler Energie, der nur etwa 10 % der Wärme abdeckt, bedingt eine Erhöhung des ökologischen Fußabdruckes um fast 50 %!**

Der Standort Gnas ist dabei ähnlich gelagert. Er bietet die höchste Integrationsdichte der Wertschöpfungskette aller Standorte bietet. Am Standort werden Pellets erzeugt. Darüber hinaus wird Prozesswärme für eine Lohnsafterei, Trocknung von Feldfrüchten und Kraftstoffe (in Form von Pflanzenöl) bereitgestellt.

Die große Produktvielfalt ergibt sich an diesem Standort aus mehreren Faktoren. Zum einen gibt es geringe vorgegebene Lastsituationen, so dass die vorhandenen Ressourcen flexibel eingesetzt werden können. Damit können optimale Einsatzbedingungen geschaffen werden,

etwa Biomasse zur Wärmeerzeugung im Winter und Biogas zur gekoppelten Wärme und Kraft/Strom Bereitstellung im ganzen Jahr.

Die vergleichenden Berechnungen des ökologischen Fußabdruckes müssen naturgemäß auf Produkte und Dienstleistungen beschränkt bleiben, die an mehreren Standorten bereitgestellt werden und für die belastbare Daten für „Einzeltechnologien“ (also Prozesse, die dieselben Produkte und Dienstleistungen ohne Vernetzung mit anderen Prozessen darstellen) vorhanden sind.

Eine Dienstleistung, die in allen Standorten angeboten wird, ist Wärme. Abbildung 22 vergleicht den Ökologischen Fußabdruck von Fernwärme ab Heizwerk für die einzelnen Standorte. Als Referenz wird der Fußabdruck für Biomassewärme aus der Datenbank des Programms SPionExcel mit Waldhackgut als Energieträger herangezogen. Die Bandbreite reicht dabei von etwa 13 bis 29 m²a/kWh, je nachdem ob große Biomasseheizungen auf Basis von Holzschnittel (minimaler Wert) oder Einzelöfen auf Stückholzbasis (maximaler Wert) zum Vergleich herangezogen werden.

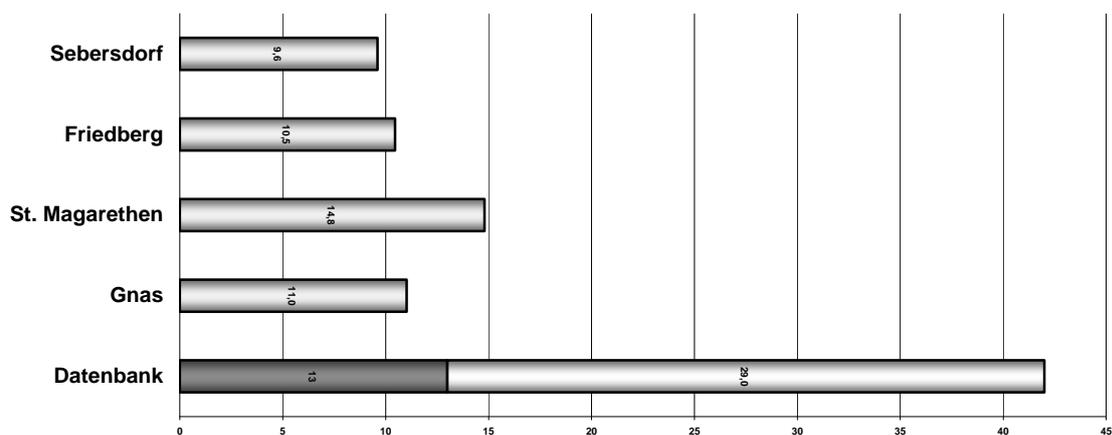


Abbildung 22: Fußabdruck für Fernwärme ab Werk für die verschiedenen Standorte

In dieser Abbildung zeigt sich der Einfluss der Allokation des ökologischen Fußabdruckes bezogen auf Preise besonders stark. Je nach dem Wert der jeweils weiteren angebotenen Produkte und Dienstleistungen verändert sich der zugeordnete Wert für die Wärme stark. Obwohl alle Standorte im unteren Bereich der in der Datenbank vorgegebenen Werte für Biowärme liegen, so ist hier ein deutlicher Vorteil für Standorte mit hoher Produkt- und Dienstleistungsvielfalt, in denen Wärme in der Gesamtwertschöpfung einen geringeren Teil ausmacht (insbesondere Gnas und Sebersdorf, wo ein Teil der Wärme zu einem geringeren Preis verkauft wird) erkennbar: An diesen Standorten ist Fernwärme eindeutig als ein „Nebenprodukt“ in einem hochwertigen Produktportfolio, dem demgemäß auch nur ein geringer Anteil am gesamten ökologischen Fußabdruck zugeordnet werden kann.

Ein ebenfalls an allen Standorten in verschiedenen Varianten auftretendes Produkt ist elektrischer Strom. Hier gilt jedoch dasselbe, was bereits im Bereich der Wärme behandelt worden ist, allerdings noch weiter verstärkt. Durch unterschiedliche, exogen vorgegebene Einspeisetarife ist hier eine sinnvolle Analyse des ökologischen Fußabdruckes unter den Standorten nicht möglich.

Ein besonders interessanter Aspekt betrifft den ökologischen Fußabdruck von Produkten, die multifunktionale Zentren durch ihre Energiedienstleistungen (insbesondere Wärmebereitstellung) weiter veredeln. Dies soll an zwei Beispielen, der Produktion von Holzpellets und von Pflanzenöl (als Treibstoff) dargestellt werden. Abbildung 23 zeigt den ökologischen Druck zur Herstellung von Pellets (bezogen auf 1 kWh Heizleistung der Pellets), Abbildung 24 stellt den ökologischen Druck zur Herstellung von 1 kg Pflanzenöl (z.B. zur Verwendung in Dieselmotoren) dar.

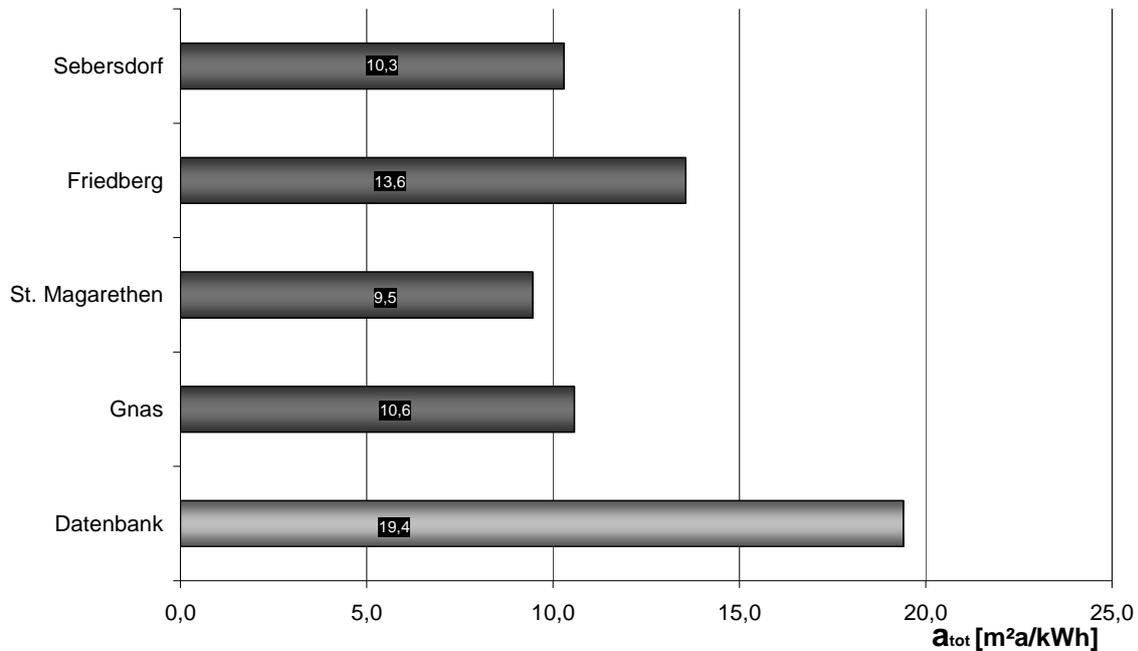


Abbildung 23: Ökologischer Fußabdruck zur Herstellung von Holzpellets an den verschiedenen Standorten (bezogen auf 1 kWh Heizleistung der Pellets)

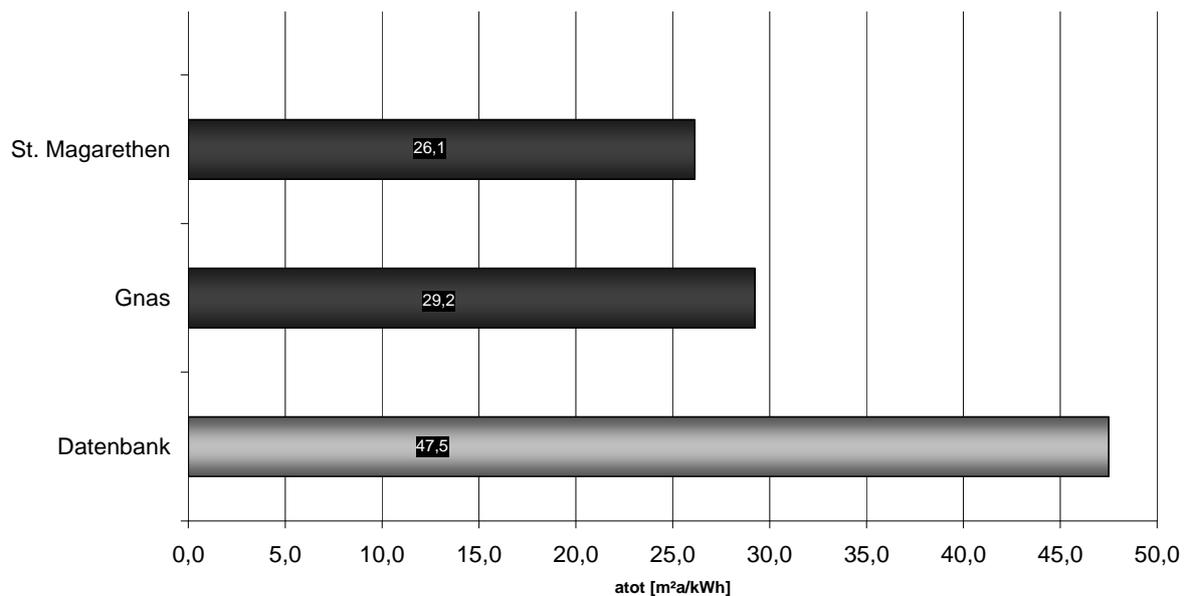


Abbildung 24: Ökologischer Fußabdruck zur Herstellung von Pflanzenöl (bezogen auf 1 kWh) an den verschiedenen Standorten

Beide Abbildungen zeigen einen ökologischen Vorteil für multifunktionelle lokale Energiezentren auf. Der Fußabdruck für die Herstellung von Pflanzennöl ist für alle Standorte etwa 45 % geringer, jener zur Herstellung von Pellets zwischen 30 und 50 % niedriger als für die Herstellung dieser Produkte in Anlagen ohne lokale Integration.

Zusammenfassung der Bewertung ökologischer Nachhaltigkeit

Die ökologische Bewertung multifunktionaler Energiezentren und auch der Vergleich mit Daten für Referenzanlagen ohne lokale Energieintegration zeigen interessante Aspekte im Hinblick auf die Zukunftssicherheit solcher Zentren auf. Es zeigt sich einerseits, dass der ökologische Fußabdruck, den solche Zentren ausüben, differenziert betrachtet werden muss. „Einfache Zentren“, wie sie etwa am Standort Friedberg dargestellt sind und die sich in integrierter Form der Befriedigung einer Dienstleistung (in diesem Beispielfall Raumwärme) widmen, weisen vergleichsweise kleine ökologische Fußabdrücke (bezogen auf die bereitgestellte Energie) auf. Eine Erweiterung der Wertschöpfungskette bringt naturgemäß immer auch einen größeren ökologischen Fußabdruck mit sich, ist aber auch meistens mit einer größeren Nutzenstiftung (ökonomische Vorteile, soziale Vorteile wie etwa mehr Arbeitsplätze und bessere Absicherung lokaler Wirtschaftssektoren und der Landwirtschaft) verbunden.

Generell sind die hier dargestellten MFZ durchaus unterschiedlich in Bezug auf das Profil ihres ökologischen Druckes, wenn man eine Preisallokation zu Grunde legt. Abbildung 25 zeigt dies, basierend auf einer Allokation gemäß den erzielten Erlösen.

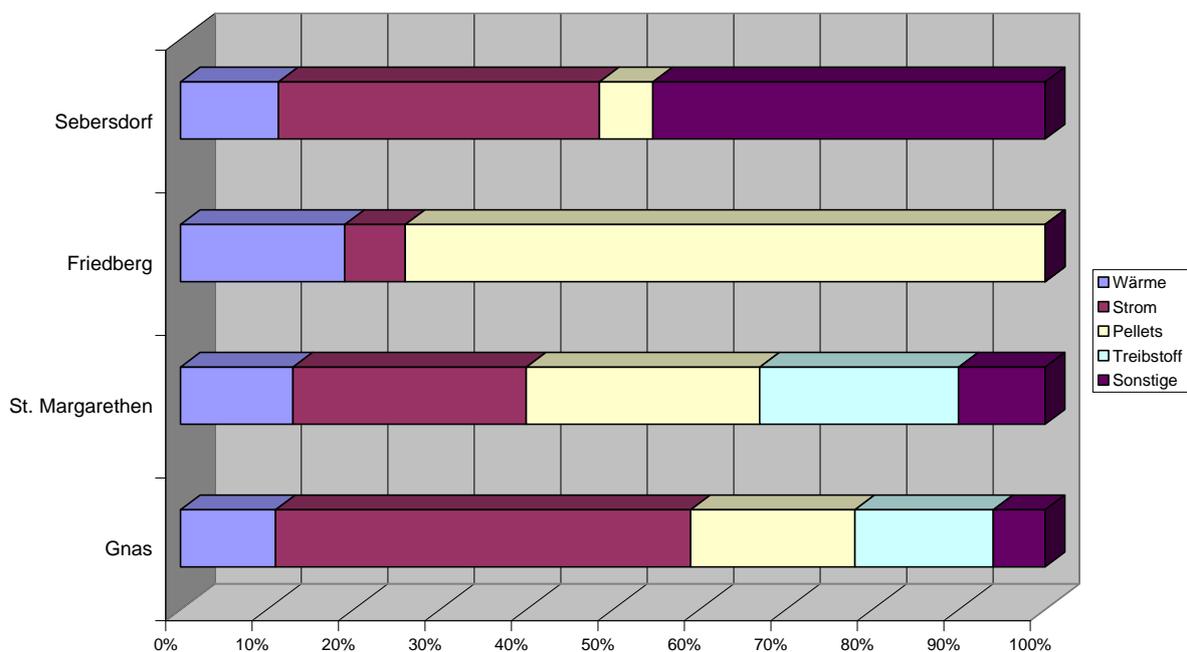


Abbildung 25: Verteilung des ökologischen Fußabdruckes auf die Produkte der untersuchten MFZ

Sebersdorf und Gnas sind dabei Standorte, an denen die Stromproduktion den ökologischen Druck wesentlich bestimmt. In Sebersdorf ist daneben auch noch die Trocknung von Feldfrüchten (und zu einem geringeren Maß Kühlung) für den ökologischen Fußabdruck relevant. Am Forststandort Friedberg ist naturgemäß die Bereitstellung von Pellets für den ökologischen Druck entscheidend. St. Margarethen zeigt von allen Standorten das ausgeglichene Profil in Bezug auf die Verteilung des ökologischen Fußabdruckes auf die Produkte. Der relativ geringe Anteil der Wärme am Ergebnis in Abbildung 26 ist ein Ergebnis des relativ geringen Preises für Wärme pro kWh. Durch die Preisallokation wird diesem Produkt ein unterdurchschnittlicher Anteil am gesamten ökologischen Druck eines MFZ zugeordnet.

Wesentlich ist auch der Einfluss der lokalen Ressourcen. Wieder am Beispiel Friedberg dargestellt haben Standorte mit großem forstwirtschaftlichem Ressourcenangebot auf Grund des geringeren ökologischen Druckes der Vorkette (bezogen auf eine kWh Energieinhalt des Rohstoffes) Vorteile.

Ein weiterer Faktor, der den ökologischen Fußabdruck wesentlich beeinflusst, ist die Tiefe der Integration der Zentren. Wie das Beispiel des Standortes Gnas zeigt, kann der ökologische Druck von multifunktionalen Energiezentren dadurch gesenkt werden, dass Wärme zur Produktion eines möglichst breiten Produktportfolios eingesetzt wird. Wesentlich erscheint hier, dass durch Wahl der Produktionsprozesse richtig gefällt wird: Es sollen Ressourcen Zeit angepasst verwertet werden, so dass Wärme das ganze Jahr über gewinnbringend in den Produktionsprozess eingebracht werden kann.

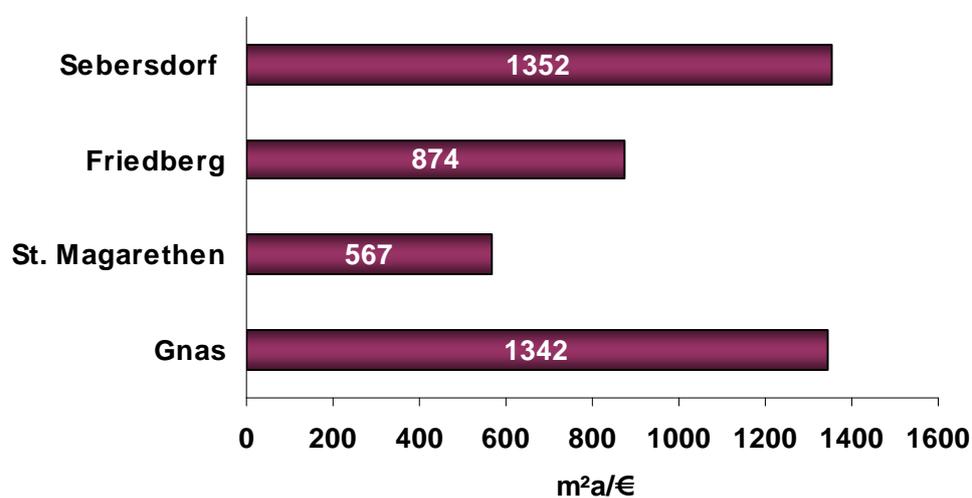


Abbildung 26: Ökologischer Fußabdruck bezogen auf die Wertschöpfung

Die Abbildung 26 zeigt das Verhältnis von € Wertschöpfung zu m² ökologischen Fußabdruck. Hier ist der Einfluss der Rohstoffbasis der einzelnen Zentren augenfällig. Der Einsatz eines Teiles der Energie als fossile Energie macht Sebersdorf hier zum klaren Nachzügler im Hinblick auf die Effizienz des Einsatzes ökologischer Ressourcen zur Erzielung von Wertschöpfung. Die hohe Wertschöpfung auf Basis landwirtschaftlich genutzter Flächen in St. Margarethen macht diesen Standort zu einem besonders nachhaltigen im Hinblick auf die

Wertschöpfung. Gnas hingegen weist einen relativ hohen ökologischen Fußabdruck im Vergleich zur erwirtschafteten Wertschöpfung auf.

Gerade der Vergleich des ökologischen Fußabdrucks der Herstellung unterschiedlicher Produkte (Abbildung 23 und Abbildung 24) ist aus ökologischer Sicht ein gewichtiges Argument für multifunktionale Energiezentren. Es ist dabei noch zusätzlich zu beachten, dass der hier dargestellte Fußabdruck aus zwei Teilen besteht: Dem „Sockelbetrag“ der landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Bereitstellung der Ressourcen und dem zusätzlichen Beitrag aus dem Produktionsprozess. Da der Fußabdruck der Ressourcenbereitstellung sowohl für den nicht integrierten Referenzprozess als auch für die hier bewerteten multifunktionalen Energiezentren gleich hoch ist, muss die Ersparnis im ökologischen Druck, die aus Abbildung 23 und Abbildung 24 hervorgeht, noch höher eingeschätzt werden. Multifunktionale Energiezentren können damit die ökologische Gesamtsituation industrieller Produktion wesentlich verbessern. Damit kann die Hauptfrage, die der Bewertung ökologischer Nachhaltigkeit in diesem Projekt zugrunde liegt, ob nämlich die lokale Integration von Energietechnologien (und ihre Koppelung an lokale Produktionsprozesse) zukunftssicher ist, eindeutig mit ja beantwortet werden.

Dissemination der Projektergebnisse

Da das Projektvorhaben KOMEOS für ausgewählte Standorte der Oststeiermark ein Modell für multifunktionale Energiezentren entwickelt, hatte die Dissemination der Ergebnisse sowie eine darüber hinaus gehende Informationsverbreitung eine besondere regionale Bedeutung. Dies vor allem auch deshalb, weil die Themenstellung von KOMEOS auch als wichtiges regionales Leitprojekt (Leuchtturmprojekt) im Zuge des Projektes EROM Energieregion Oststeiermark identifiziert wurde.

Zum Projekt wurde eine Projektinformation erstellt, welche die Zielsetzungen und im späteren Verlauf auch die Projektergebnisse kurz zusammenfassend darstellen.

Parallel zum Projektablauf wurde primär im regionalen Interessentenkreis eine Reihe von spezifischen Informationen über das Projekt kommuniziert. In diesem Zusammenhang wurden im Speziellen bereits etablierte Informationskanäle wie Infomails (beispielsweise der EROM Newsletter des Regionalmanagement Oststeiermark) oder Berichte in regionalen Zeitschriften oder Printmedien ausgewählt. Eine detaillierte Übersicht dieser Projektkommunikationen wurde im ANHANG D angefügt. Ebenso wurde eine Auswahl von Medienberichten beigelegt.

Wie im Bericht mehrmals erwähnt, ist die durch das Projekt KOMEOS eingeleitete Initiierung multifunktionaler Energiezentren noch nicht abgeschlossen. Der Diskussionsprozess verlagert sich nunmehr von der thematischen Ebene, welche sich primär mit der optimalen technologischen Ausrichtung der Zentren befasste, auf eine organisatorische Ebene. In diesem Zusammenhang gilt es, die konkrete Umsetzung des Modells im Kreis der lokalen Akteure zu erarbeiten.

Aus diesem Grund wird das Projektkonsortium auch weiterhin Unterstützung, vor allem im Bezug auf eine etwaige Nachjustierung der Modelle durch eine etwaige Adaptierung von lokalen Eingangsparametern, zur Verfügung stellen.

Das Einverständnis des Auftraggebers vorausgesetzt, wäre auch es auch möglich, das Downloaden der entwickelten Modelle von einer Web-Seite anzubieten, um eine Nachahmung des systematischen Ansatzes zu initiieren.

Nach Approbation des Endberichts und Abstimmung mit dem Auftraggeber ist eine inhaltliche Erweiterung dieses Folders geplant, mit der Zielsetzung, eine weitere Ausbreitung der Ergebnisse zu erreichen.

Die Projektergebnisse von KOMEOS, welche aus Mitteln der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft finanziert wurden, werden als wesentlicher thematischer Eckstein für die Positionierung der Oststeiermark als EU Demoregion für Erneuerbare Energien gesehen.

Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie

Beitrag des Projekts zu den Gesamtzielen

Das Projekt KOMEOS trägt zu folgenden Zielen der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft bei:

1. KOMEOS liefert konkrete Modelle für die Anwendung erneuerbarer Energieträger, welche im besonderen Maß flexibel ausgerichtet wurden.
2. Die entwickelten optimierten Strukturen für multifunktionale Energiezentren sind durch die konkrete örtliche Anbindung praxisnah und auch auf andere Regionen übertragbar.
3. Das Projekt ist grundsätzlich umsetzungsorientiert; es liefert wertvolle Ergebnisse, die die Basis für eine spätere Implementierung bilden
4. Es zielt auf die Steigerung der Gesamteffizienz von Energiebereitstellungssystemen ab. Beispielweise ist die Integration von Abwärme ein zentrales Thema bei der Entwicklung der Technologiekombinationen.
5. KOMEOS zielt auf die Steigerung/ Optimierung der regionalen Wertschöpfung ab, die durch Energiebereitstellung in Kombination mit Koppelnutzungen entsteht. Die Ergebnisse zeigen deutlich eine bessere Wirtschaftlichkeit von Koppelnutzungskonzepten.
6. Das Projektvorhaben wurde im besonderen Maß auf die inhaltlichen Vorgaben der 2. EdZ-Ausschreibung ausgerichtet und bietet essentielle Beiträge dazu.

Einbeziehung der Zielgruppen

Für das Projekt KOMEOS wurden folgende Zielgruppen identifiziert:

- a) Betreiber von regionalen Energiezentren,
- b) Primärproduzenten – Bereitstellen der Ressourcen für den Betrieb des Zentrums sowie der damit verbundenen Lagerhaltung und Logistik,
- c) Gewerbliche Abnehmer sowie die klass. Endkonsumenten,
- d) Institutionen und Regionalplaner.

Anhand der erarbeiteten optimalen Strukturen für multifunktionale Energiezentren ist leicht nachvollziehbar, dass die Betreiber von bestehender Infrastruktur an den vier ausgewählten Standorten, sowie auch Abnehmer (z.B. Wirtschaftsbetriebe, die Dienstleistungen des Zentrums nutzen wollen) in den Prozess einbezogen wurden. Die Modelle wurden ja für

konkrete lokale Randbedingungen entwickelt und an die Erfordernisse (Lastspiele) möglicher gewerblicher Abnehmer angepasst.

Die Einbeziehung der Primärproduzenten oder der Betreiber der Logistikkette erfolgte ebenso, allerdings nicht auf dem Niveau eines einzelnen Landwirts. Die bestehende Infrastruktur (z.B. eine Biogasanlage oder Biomassewärmerversorgungsanlage) verfügt ja bereits über eine operative Versorgungskette. In den meisten Fällen wird das Ressourcenmanagement auch vom Anlagenbetreiber direkt betrieben bzw. es besteht ein unmittelbares Naheverhältnis zwischen dem Betreiber der Anlagen und der Versorgungskette.

Der klassische Endkonsument wurde nicht in das Projekt einbezogen. Allerdings wurden Ansprüche und Erwartungshaltungen, die der Endkonsument üblicherweise an das Produkt hat (z.B. betreffend Preis und Qualität etc.) miteinbezogen.

Nutzen der Zielgruppen aus den Projektergebnissen

Für die Betreiber an den vier ausgewählten Standorten ergeben sich unmittelbar die größten Nutzeneffekte, da die Ergebnisse konkrete Vorschläge zur Umsetzung und Optimierung der Wertschöpfung an ihren Standorten bieten. Allerdings sind die Projektaussagen auch für andere Anlagenbieter von grundsätzlichem Interesse, weil die Lösungsansätze im gewissen Rahmen übertragbar sind.

Das Gleiche gilt für Vertreter der Landwirtschaft, vor allem deswegen, weil die angelagerten Koppelnutzungen auf eine gewisse Veredelung abzielen (z.B. Trocknung), aber auch größeres Wertschöpfungspotential haben (Pelletierung).

Für die übergeordnete Planungsebene (z.B. Landesregierungen und Regionalplaner) können die nun vorliegenden Ergebnisse wertvolle Wegweiser für eine zukünftige Weichenstellung und strategische Ausrichtung von Regionen in Richtung nachhaltige Entwicklung sein, die durch die Implementierung regionaler Zentren geschaffen wird.

Für Politik im Allgemeinen und die landwirtschaftliche Interessensvertretung im Besondern könnten die Ergebnisse (möglicherweise) neue Ansätze für die Ausrichtung der zukünftigen Strategie im Bereich *Energiebereitstellung aus nachwachsenden Ressourcen* liefern.

Das Projektteam vertritt die Meinung, dass die Implementierung einer sektorenübergreifender Veredelungsschiene landwirtschaftlicher Primärprodukte, beispielsweise für multifunktionelle Energiezentren, einen viel größeren Hebel für das Generieren zusätzlicher Wertschöpfung hat, als dies durch eine weitere Ertragssteigerung der Primärproduktion erreicht werden könnte (z.B. durch den Einsatz neuer gentechnisch veränderter Maissaaten).

Beschreibung des Umsetzungs- und Demonstrationspotentials der Projektergebnisse

Es ist evident, dass die Modellkonzeptionen mit der Absicht durchgeführt wurden, Grundlagen für eine spätere Umsetzung, den Ausbau eines Standorts der Oststeiermark zu einem multifunktionalen Energiezentrum, bereitzustellen. Die Projektphase KOMEOS kann somit als unmittelbare Vorstufe zur Umsetzung gesehen werden.

An dieser Stelle sei, wie bereits mehrfach betont, nochmals auf die überregionale Bedeutung der Projektergebnisse hingewiesen. Die entwickelten Lösungen stellen durchaus Modellkonzeptionen dar, die auch in anderen Regionen Österreichs umgesetzt werden können, da beispielsweise die bestmögliche Integration einer Biogasanlage durch Koppelnutzung der Abwärme ein weit verbreitetes Problem darstellt.

Allerdings sei darauf verwiesen, dass bei der Übertragung eines dargestellten Strukturoptimums der vier Standorte dann eine entsprechende Anpassung an den neuen Standort empfehlenswert ist.

Dies ist auch der Grund dafür, dass die Modelle an sich nach dem Projekt in computerunterstützter Form einem weiteren Interessenskreis zugänglich gemacht werden sollen.

Allgemeine Aussagen hinsichtlich Übertragbarkeit wurden im Zusammenhang mit der Diskussion der einzelnen Standorte bereits zusammengestellt und werden an dieser Stelle nicht nochmals in der Gesamtheit dargestellt.

Allerdings werden einige konkrete Punkte nochmals aufgegriffen und weiter erläutert.

Wärmenutzung – zentrale Aufgabenstellung der Optimierung

Die Ergebnisse aus den Optimierungen zeigen deutlich, dass das Trocknen – auch mehrerer Produkte – wirtschaftlich ein interessanter Wertschöpfungspfad ist, auch wenn dieser nur im kleineren Maßstab implementiert wird. Die Entwicklung der Preise für fossile Brennstoffe in den letzten zwei Jahren haben den Kostendruck in der landwirtschaftlichen Primärproduktion weiter verschärft, sodass die vorgeschlagene Koppelnutzung im Bereich Trocknung in Wahrheit keine Option mehr darstellt, sondern ein *Gebot der Stunde* ist, um den landwirtschaftlichen Sektor etwas zu entlasten.

Die im Rahmen von KOMEOS entwickelten **Modellansätze für Gnas und St. Margarethen** können Archetypen für Biogasanlagenstandorte sein, welche eine unzureichende Verwertung der im BHKW entstehenden Abwärme haben.

Beide optimale Strukturen weisen die Verwertung der Abwärme zur Herstellung von Holzpellets auf. In der Ernteperiode im Herbst ist allerdings die Trocknung von landwirtschaftlichen Früchten, insbesondere Ölsaaten, im Zusammenhang mit der weiteren Veredelung zu Pflanzenöl und Presskuchen wirtschaftlich attraktiver.

Die generierten Ergebnisse zeigen auch deutlich auf, dass MFZ durchaus in der Lage sind, in der Versorgung der umliegenden Region eine wesentliche Rolle zu übernehmen.

Tabelle 20: Zusammenfassung der Versorgungsfunktion der MFZ Modelle Gnas und St. Magarethen

Standort	Leistung Biogas KWK	Pellets für Anzahl Haushalte	Strom für Anzahl Haushalte	Pflanzenöl für Anzahl KfZ	Wärmeversorgung [MWh]
Gnas	1250 kW el	680	2.086	359	4.840
St. Margarethen	500 kW el	939	1.120	489	2.240

Die Ergebnisse der regionalen Wertschöpfung können für diese beiden Standorte nicht verglichen werden, da im Fall Gnas die Errichtung der Biogasanlage berücksichtigt wurde und in St. Margarethen diese als Bestand vorlag (keine Investitionskosten bzw. Kapitalkosten).

Allerdings ist auch im Falle Gnas (mit Errichtung der Biogasanlage) die jährliche regionale Wertschöpfung mit 562.000 € ein beachtliches Ergebnis.

Das **Fallbeispiel Friedberg** zeigt ebenfalls deutlich auf, dass reine Wärmeversorgungsnetze durch eine KWK und die konsequente Veredelung der Prozesswärme außerhalb der Heizperiode durchaus attraktive Lösungsansätze sind. Es resultiert in der optimalen Struktur eine Jahresversorgung von bis zu 4940 Haushalten mit Pellets und die Bereitstellung von Strom für 325 Haushalte.

Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, dass die Ausgangssituation an den genannten Standorten St. Margarethen und Friedberg durchaus vergleichbar mit vielen Biogasanlagen bzw. Hackgut-Nahwärmeheizwerken ist. Die Relevanz und überregionale Verwertbarkeit ist somit eindeutig gegeben.

Ein innerhalb des Projektteams durchaus überraschendes Ergebnis ist die Tatsache, dass sich die Herstellung von Holzpellets (die Trocknung von Holz mit nachgeschalteter Pelletierung) auch im kleinen Maßstab wirtschaftlich betreiben lässt. Dies widerspricht der verbreiteten Auffassung, dass Holzpellets nur „im großen Stil“ wirtschaftlich sinnvoll zu produzieren seien. Für regionale Energiesysteme ist dies insofern relevant, da sich hier eine konkrete Chance für regionale Versorgungssysteme eröffnet. Ein wesentlicher Aspekt bei dieser Koppelnutzung ist vor allem ein verlässlicher Zugang zur Ressource Holz, wobei bei der Pelletproduktion besonders die Verarbeitung von Sägereststoffen interessant ist. Diese Veredelungsschiene wird insofern als lukrativ bewertet, da Erfahrungen aus der Marktwirtschaft den Schluss nahelegen, dass sich in Zukunft das Preisniveau biogener Brennstoffe an dem Preis fossiler Brennstoffe „ankoppeln“ wird. Der Trend des ständig – teilweise sehr stark – steigenden Ölpreises ist allseits bekannt.

Im Rahmen der Optimierung der Modelle war auch die Option eines Ausbaus bzw. eines Neubaus eines Wärmeversorgungsnetzes beinhaltet, jedoch ist in keinem der untersuchten Fallbeispiele der Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes Teil der optimierten Lösung. Dieser Umstand ist insofern nicht überraschend, da die Errichtung eines Wärmenetzes eine große Investition darstellt. Die vorliegenden Ergebnisse im regionalen Kontext zeigen deutlich, dass die Errichtung einer zentralen auf mehrere Produkte ausgerichtete Infrastruktur (z.B. Trocknung, Pelletierung etc...) weitaus sinnvoller ist, als die Etablierung von lokalen Wärmenetzen. Dieser Umstand wird deswegen hervorgehoben, da vielerorts die Errichtung von lokalen Wärmeversorgungsnetzen als Lösung für fehlende Wärmeintegration von Biogasanlagen gesehen wird.

Wird beispielsweise in eine Holz Trocknung und Pelletieranlage investiert anstatt in die Errichtung eines lokalen Wärmeversorgungsnetzes, entstehen zusätzliche strategische Vorteile für die Zukunft: Die überschüssige (Ab-)Wärme, welche ganzjährig anfällt, wird quasi in dem gut lagerfähigen aber saisonal benötigten Produkt Pellet zwischengespeichert. Somit können wesentlich mehr Kunden versorgt werden, als dies mit Wärmenetzen der Fall ist. Zusätzlich ergeben sich auch räumliche Freiheitsgrade, weil die potentiellen Kunden für die Holzpellets eben nicht in unmittelbarer Nähe zum Wärmeproduzenten vorhanden sein müssen, wie dies bei Wärmenetzen zwingend erforderlich ist. Diese Perspektive verdeutlicht einmal mehr, welche nicht genutzten Potentiale sich durch eine konsequente Systemintegration von regionalen Energiesystemen ergeben.

Es wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Integration von Abwärme nicht nur für Biogasanlagen sondern auch für Standorte mit Biomasseheizwerken einen zentralen Stellenwert hat. Ist eine sinnvolle Verwertung von Abwärme außerhalb der eigentlichen Heizperiode möglich, dann ist eine Erweiterung der Infrastruktur mit einer KWK (z.B. ORC; Organic Ranking Cycle) eine wirtschaftlich attraktive Option.

Die genannten Beispiele zeigen deutlich, dass für die präsentierten Ergebnisse durchaus ein Umsetzungspotential auf regionaler und nationaler Ebene existiert. So haben nur ca. 5 % (B. BIRNSTINGL, 2003) aller Biogasanlagen der Oststeiermark eine unmittelbare Wärmeintegration für die Abwärme im Sommer. Bei Biomassefeuerungen und angeschlossenen Wärmenetzen im kleineren Leistungsbereich ist die Integration einer KWK überhaupt die Ausnahme.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse der Strukturoptimierung des **Standortes Sebersdorf** auf andere Standorte oder Regionen ist aufgrund der sehr speziellen Randbedingungen (Versorgungssituation und Lastspiele gewerblicher Großabnehmer) im Vergleich zu den anderen drei Standorten sehr eingeschränkt. Die Strukturoptimierung für Sebersdorf zeigt allerdings sehr deutlich bereits die oberen Grenzen eines multifunktionalen Energiezentrums auf, welches ausschließlich mit regenerativen Ressourcen betrieben werden soll. Eine Versorgung mit Rohstoffen kann eigentlich nur dann sinnvoll erfolgen, wenn eine verstärkte „Widmung“ der Landflächen für die reine Energieerzeugung erfolgt und die Lebensmittelproduktion im Umland des MFZ eine untergeordnete Rolle spielt.

Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Folgend werden die wesentlichen Erkenntnisse der Strukturoptimierung von multifunktionalen Energiezentren nochmals zusammengefasst:

Die Rolle der Strukturoptimierung

Die Grundlage der Prozesssynthese ist, dass ein integraler Prozess in seiner Struktur so optimiert wird, dass die größte Wertschöpfung (oder eine andere Zielfunktion) erreicht wird. Gerade bei regionalen und lokalen Technologienetzwerken ist aber immer eine größere Anzahl von Akteuren beteiligt, die durchaus unterschiedliche Interessen als die Optimierung der Wertschöpfung des gesamten Systems haben. Die Ergebnisse der Strukturoptimierung stellen daher immer einen oberen Grenzwert der erreichbaren Wertschöpfung dar.

Die Ergebnisse einer Strukturoptimierung sind, wie die Ergebnisse jeder Optimierung, von den Randbedingungen abhängig. Diese Randbedingungen (wie etwa die Definition des Einzugsgebietes im vorliegenden Projekt) sind jedoch meist keinesfalls unverrückbar, sie sind vielmehr Teil der „Verhandlungsmasse“ der Akteure.

Diese beiden Aspekte zeigen bereits, dass die hier entwickelten Strukturen für die einzelnen Standorte nicht den Charakter festfügter Planvorschriften haben. Sie stellen vielmehr Orientierungshilfen für einen breiten Diskussionsprozess an den Standorten dar.

Es ist daher wichtig, die Rechenmodelle zur Strukturoptimierung für weitere „Einsätze“ in diesem Diskussionsprozess auch nach dem Projekt bereitzuhalten, da davon ausgegangen wird, dass auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse ein „Feinschliff“ gemeinsam mit den Akteuren erfolgen wird.

Strukturoptimierungsprogramme können sehr schnell Auskunft über den Einfluss der Veränderung von Randbedingungen oder aber auch über die Möglichkeiten, die sich aus dem Einsatz neuer Technologien, neuer Produktideen und neuer Rohstoffquellen ergeben, anbieten. Der Vorteil von Strukturoptimierungsprogrammen ist dabei, dass die unterschiedlichen Szenarien untereinander vergleichbar bleiben und immer die optimierte Struktur dargestellt wird.

Wärmenutzung ist der Schlüssel zum Erfolg

Alle Berechnungen haben konsistent ergeben, dass für den Erfolg multifunktionaler Energiezentren die vollständige und hochwertige Nutzung der bereitgestellten Wärme ausschlaggebend ist. Es geht also immer darum, die Wärmeproduktion als Rückgrat der Strukturen zu erkennen. Dabei darf man sich nicht von der Tatsache täuschen lassen, dass andere Produkte und Dienstleistungen eines solchen Zentrums höhere Gewinne versprechen: Das Gesamtsystem wird nur dann erfolgreich sein, wenn die gesamte Wärme einer sinnvollen Nutzung zugeführt wird.

Dabei müssen unterschiedliche Nutzungsstrategien – teilweise auch parallel – verfolgt werden. Dies reicht von der Übernahme von Trocknungslasten oder Kühllasten, der Bereitstellung von Prozesswärme bis hin zu Raumheizung. Die Nutzung der Wärme ist dabei oft zeitabhängig und hängt stark vom zeitlichen Anfall von Rohstoffen für Wärme

verbrauchende Veredelungsprozesse ab. Jede Strukturoptimierung muss daher in solche Perioden gegliedert werden, die den möglichen Lastprofilen für solche Zentren gerecht werden.

Das örtliche Rohstoffangebot entscheidet über die Struktur des Technologienetzwerkes

Unterschiedliche Rohstoffe lassen sich zu unterschiedlichen Produkten verarbeiten. Sie fallen zu unterschiedlichen Zeiten an und erfordern unterschiedliche Technologien zu ihrer Verarbeitung. Es sind daher die Rohstoffe, die die Struktur multifunktionaler Zentren bestimmen. Sollen solche Zentren auf der Basis erneuerbarer Ressourcen eingerichtet werden, müssen die Rohstoffe in der Nähe gesucht werden, da sonst (bedingt durch die geringe Transportdichte der meisten nachwachsenden Rohstoffe) die Transporterfordernisse zu groß werden. Aus diesem Grund entscheidet das örtliche Ressourcenangebot über die Struktur lokaler multifunktionaler Energiezentren (und auch über ihre Wertschöpfung!).

Dieser Umstand veranschaulicht auch, dass die erarbeiteten Lösungen nicht unmittelbar sozusagen 1 : 1 von einem Standort oder einer Region auf andere umgelegt werden können.

Bedeutung von Trocknungsverfahren für multifunktionale Energieträger

Trocknungsverfahren benötigen meist Wärme im unteren Temperaturbereich von 80-120°C. Sie sind daher hervorragende Anslusstechnologien für Energiezentren auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Hinzu kommt, dass viele land- und forstwirtschaftliche Produkte getrocknet werden müssen. Damit kommt es zu einer gewissen saisonalen örtlichen Kongruenz zwischen Trocknung und anderen (Ab-)Wärmenutzungen an multifunktionalen Energiezentren in ländlichen Regionen. Eine der Schlüsselaufgaben besteht darin, flexible Systemlösungen für die Abwärmenutzung zu schaffen.

Aus diesem Grund spielt die Herstellung von Pellets eine interessante Rolle im Zusammenhang mit der Auslastung solcher Zentren. Holz muss einerseits zur Pelletproduktion getrocknet werden. Andererseits ist Holz relativ leicht auch im feuchten Zustand lagerfähig. In Erntezeiten tritt Holz meist in Konkurrenz zu Feldfrüchten und deren Weiterveredelung. Trotzdem sind der Preis und der Markt für Pellets von entscheidender Bedeutung für viele Energiezentren, wie die hier dargestellten Strukturoptimierungen eindrucksvoll beweisen.

Wärmeversorgungsnetze sind wenig interessant

Bei der Modellierung wurde ebenfalls eine Option für den Ausbau bzw. den Bau eines Wärmeversorgungsnetzes in die Systemoptimierung eingeführt. In keinem der untersuchten Fallbeispiele ist der Neubau oder die Erweiterung eines Wärmeversorgungsnetzes Teil der optimierten Lösung. Dieser Umstand ist deshalb nicht überraschend, da die Errichtung eines Wärmenetzes eine große Investition darstellt, die in den wenigsten Fällen über eine nennenswerte Sommerlast verfügt. Aus dem Blickwinkel der vorliegenden Ergebnisse ist im regionalen Kontext die Errichtung einer zentralen auf mehrere Produkte ausgerichtete Infrastruktur (z.B. Trocknung, Pelletierung etc...) weitaus sinnvoller als die Etablierung von lokalen Wärmeversorgungsnetzen zur Verwertung von Abwärme (z.B. aus der KWK der Biogasanlage). Dieser Umstand wird deswegen hervorgehoben, da vielerorts die Errichtung

von lokalen Wärmeversorgungsnetzen als gute Lösung für fehlende Wärmeintegration von Biogasanlagen gesehen wird.

Vertriebsformen sind kapazitätsabhängig

In einigen Fällen werden Energiezentren durchaus gleich Produkte herstellen, aber die Vertriebswege dieser Produkte werden häufig von der Produktionskapazität beeinflusst. So rentieren sich Biogas- oder Pflanzenöltankstellen erst ab einer gewissen jährlichen Absatzmenge. Je kleiner ein solches Zentrum ist oder je kleiner die von einem bestimmten Produkt hergestellte Menge pro Jahr ist, desto eingeschränkter werden die Vertriebswege. Für kleine Mengen ist der direkte Verkauf an Großhändler sinnvoll, bei größeren Mengen kann durchaus im lokalen Bereich die Wertschöpfungskette bis direkt an die Kunden herangeführt werden.

Ausbauen geht vor Neubauen von Einzeltechnologien

In allen Berechnungen konnte der wirtschaftliche Nutzen der Integration von Technologien in multifunktionalen Energiezentren nachgewiesen werden. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass Wärme nicht über weite Strecken transportiert werden kann. Das Angebot von Wärme in den Zentren macht ihre Attraktivität aus. Es sollte daher ein grundsätzliches Gebot sein, bestehende Energiezentren mit Wärme nutzenden Produktionstechnologien auszustatten und bei jedem Neubau von Energiezentren die Nutzung der Wärme in solchen Technologien mitzuplanen.

Sektorenübergreifende Akteure für die Umsetzung

Eine weitere Verfeinerung der identifizierten optimalen Struktur ist mit den jeweiligen lokalen Akteuren zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang ist die Bildung einer regionalen Interessensgemeinschaft, welche sich vom Anbau bis hin zu den Produkten des MFZ erstreckt, erforderlich. Eine Nachjustierung des Gesamtsystems ist nach Erhebung des tatsächlich lokal verfügbaren Ressourcenpools durchzuführen.

Ausblick und Empfehlungen

Die im Rahmen von KOMEOS erarbeiteten Modelllösungen für multifunktionale Energiezentren zeigen, dass Systemlösungen, d.h. Technologiekombinationen, welche einen Pool an Produkten bereitstellen, eine deutlich höhere Wertschöpfung generieren als Einzeltechnologien. Auch in punkto Nachhaltigkeit – bewertet wurde der Ökologische Fußabdruck (SPI) – schneiden Technologiekombinationen deutlich besser ab.

Die durchgeführten Arbeiten zeigen klar, dass es keinen Standardfall für ein *optimiertes regionales Energiezentrum* gibt, sondern dass sich die Struktur eines solchen Zentrums aus der speziellen regionalen Situation ableitet.

Die für vier oststeirische Standorte erarbeiteten optimierten Modelle sind Lösungsansätze, die grundsätzlich übertragbar sind, allerdings hinsichtlich ihres Optimums am neuen Standort zu überprüfen wären bzw. an die gegebenen Bedingungen angepasst werden sollten.

Die im Rahmen von KOMEOS entwickelte computerunterstützte Modellierungsmethodik auf Basis der Grundsätze der Prozesssynthese kann in diesem Zusammenhang auch in Zukunft wertvolle Unterstützung leisten. Aus diesem Grund empfiehlt das Projektteam – eine Zustimmung der Förderstelle vorausgesetzt – dieses Rechenmodell zu veröffentlichen und einem weiteren Interessenskreis zugänglich zu machen.

Die Chancen für zukünftige Umsetzungsprojekte liegen vor allem im Bereich des Ausbaus bestehender Infrastrukturen zur Bereitstellung von regenerativen Energien (z.B. Biogasanlagen, Biomasseheizungen) zu multifunktionalen Energiezentren.

Die Kernaufgabe für zukünftige Umsetzungsprojekte wird weniger auf einer technologischen sondern auf einer organisatorischen Ebene gesehen. Die Herausforderung liegt vielmehr darin, eine sektorenübergreifende Wertschöpfungskette zu initiieren und die verschiedenen regionalen Akteure, die wahrscheinlich unterschiedliche Erwartungshaltungen und Ziele einbringen, zu einer gemeinsamen Herangehensweise und Umsetzung anzuleiten.

Weitere Potentiale für Entwicklungsarbeiten zu diesem Themenkomplex werden in folgenden Themenbereichen gesehen:

- Hilfestellung und Beratungsdienstleistung für regionale Akteure, die Umsetzungsprojekte planen und implementieren möchten, durch Experten, sowohl auf technischer als auch organisatorischer Ebene;
- Entwicklung eines Anreizsystems für eine nachhaltige regionale Energieproduktion;
- Fortführung bestehender F&E Aktivitäten, welche das Ziel haben, Biogas günstig auf Erdgasniveau aufzureinigen (Membranverfahren). Derartige Technologien scheinen für zukünftige regionale Energiesysteme wichtige Verwertungsoptionen anzubieten, werden gegenwärtig als nicht wirtschaftlich eingestuft;
- Optimierung der Nachhaltigkeit von Biogasanlagen. Der ökologische Fußabdruck einer Biogasanlage wird größtenteils durch die konventionelle Produktion landwirtschaftlicher Rohstoffe generiert. Aus dieser Perspektive sind grundlegende Untersuchungen hinsichtlich anderer Anbausysteme für Biogasrohstoffe zu empfehlen.

Literaturverzeichnis

- Birnstingl, B., Riebenbauer, L., Narodoslowsky, M., Zachhuber, Ch., Krotscheck, Ch., Lauber, V.: *Landwirtschaft 2020, Grundlage einer nachhaltigen, energietechnischen Gesellschaftsentwicklung*, Endbericht, Energie systeme der Zukunft, 2006.
- Birnstingl, B; Lokale Energieagentur Oststeiermark (2003) *Biogasfeasibility Study Oststeiermark*
- EN ISO 14040, „Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework“, Genf, 1997
- Friedler, F., J. B. Varga, and L. T. Fan: Decision-mapping: a tool for consistent and complete decisions in process synthesis, *Chem. Engng Sci.* Vol 50, 1755-1768, 1995.
- Friedler, F., K. Tarjan, Y. W. Huang, and L. T. Fan: Combinatorial algorithms for process synthesis, *Computers Chem. Engng.* Vol. 16, 313-320, 1992.
- Friedler, F., K. Tarjan, Y. W. Huang, and L. T. Fan: Graph-theoretic approach to process synthesis: axioms and theorems, *Chemical Engineering Science*, Vol. 47, 1973-1988, 1992.
- Friedler, F., K. Tarjan, Y. W. Huang, and L. T. Fan: Graph-theoretic approach to process synthesis: polynomial algorithm for maximal structure generation, *Computers Chem. Engng.* Vol 17, 929-942, 1993.
- Krotscheck C.: *Prozessbewertung in der nachhaltigen Wirtschaft*, Technischen Universität Graz, Dissertation, 1995
- Krotscheck, C.; König, F.; Obernberger, I.: *Ecological assessment of integrated bioenergy systems using the sustainable process index*, *Biomass and Bioenergy* (2000), 18 (4), 341-368, basierend auf IEA (task XIII, Activity 6) basierend auf BEAM (BioEnergy Assessment Model)
- Nagy, A. B, F. Friedler, and L. T. Fan: Combinatorial Acceleration of Separable Concave Programming for Process Synthesis, presented at the AIChE Annual Meeting, Miami Beach, FL, U.S.A., November 15-20, 1998.
- Narodoslowsky, M.: *Biotreibstoff Enquete*, 23.04.2008, Parlament Wien
- Narodoslowsky, M.; A. Niederl, *Sustainable Process Index, Renewable-Based Technology: Sustainability Assessment*, Chapter 10 (2005), Ed: Dewulf, J.; van Langhove, H., John Wiley & Sons
- Niederl A., Halasz L., Narodoslowsky M.: *Process Synthesis for Renewable Resources; in Feedstocks for the Future: Renewables for the Production of Chemicals and Materials; proceedings, Cell 061, ACS National Meeting 227, 2004*
- Niederl, A.: *Process Synthesis and Life Cycle Assessment – Tools for Sustainable Technology Development*, Dissertation, Technische Universität Graz, Graz, 2005
- Niederl, A.; Narodoslowsky, M.: *Ecological Evaluation of Processes based on By-products or Waste from Agriculture – Life Cycle Assessment of Biodiesel from Tallow and Used Vegetable Oil, Feedstocks for the Future, Chapter 18 (2004)*, Ed: Bozell, J.; Patel, M.; ACS symposium series Vol. 921
- Niederl-Schmidinger A.; M. Narodoslowsky: *Life Cycle Assessment as an engineer's tool?*; *J. of Cleaner Production*, 16- 2, (2008), p. 245-252
- P-Graph, Homepage: <http://www.p-graph.com>
- SUSTAIN (1994) *Forschungs- und Entwicklungsbedarf für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich*, Verein SUSTAIN zur Koordination von Forschung über Nachhaltigkeit, c/o Institut für Verfahrenstechnik, TU Graz
- Wachter B, Mandl M, Berghold H, Reinhofer M, Stuhlbacher A, Trinkaus P, Schwendt A, Böchzelt H, Schnitzer H;: *Grasfaser – Ein potentieller Rohstoff für die Industrie*,

Projektbericht 2002

Quellen m Bereich landwirtschaftliche Urproduktion

Agrar Markt Austria, Mehrfachantragsdaten (Flächen, und Bewirtschaftungssystem)
2004, 2005, 2006,

Akreml, Jahreshauptversammlungsprotokolle und Versuchsberichte, 2003, 2004

Biomasseverband Österreich, Waldinventurdaten 2000

Statistik Austria: www.statistik.at

Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung, Lebensministerium;
2002/2003

GIS- Steiermark

Gemeindeserver: www.gemeinde.steiermark.at

Internet-Recherchen und telefonische Auskünfte:

Bundesanstalt für Agrarwirtschaft

Lebensministerium Abteilung II/5

Agrarmarkt Austria Rinderdatenbank

Landesstatistik Steiermark

Institut für Waldinventur: Waldinventur 2000/2002, <http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002>
Crutzen, P. J., Mosier, A. R., Smith, K. A., and Winiwarter, W.: N₂O release from agro-
biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels, Atmos.
Chem. Phys. Discuss., 7, 11191-11205, 2007.

Raupp, J.: UN fordern radikale Reform der Landwirtschaft, Süddeutsche Zeitung, 89,
16.04.2008

Landwirtschaftskammer Steiermark: Kulturpflanzen auf BBK-Ebene 2006

AVZ 99 Agrovollzählung 1999

AGRAR PLUS

www.energie-schweiz.ch

Broschüre "Der Bauer als Energiewirt", LFS Tulln; Getreide beinhaltet: Gerste, Weizen,
Roggen, Triticale

http://www.donnensberg.de/verwalt/abt_7/energie/biomasse/berechn.htm

Brennstoffvergleiche: www.heizung-direkt.de

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strukturgraph am Beispiel St. Margarethen; Normalperiode.....	8
Abbildung 2: Flächenverteilung der Kleinregion Gnas	23
Abbildung 3: Übersicht der vier Standorte der Süd-Oststeiermark	25
Abbildung 4: Überblick der Flächenanteile für Wald, Ackerflächen, Grünland sowie übriger Flächenanteile für die 5 oststeirischen Bezirke	27
Abbildung 5: Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Bezirken und Gesamt-Oststeiermark (Datenquelle siehe Anhang A)	28
Abbildung 6: Schema MFZ-Modell 1	32
Abbildung 7: Schema des MFZ der Modellsituation 2.....	34
Abbildung 8: MFZ Szenario 3: Gekoppelte Kühlung/ Kältenutzung eines Gewerbebetriebs .	37
Abbildung 9: Erklärung der Graphen in der P-Graph-Methode	41
Abbildung 10: Vereinfachte Technologiematrix für alle Standorte (Maximalstruktur).....	43
Abbildung 11: Optimalstruktur für Gnas in der Periode Sommer	51
Abbildung 12: Optimalstruktur für Gnas in der Periode Herbst	52
Abbildung 13: Optimalstruktur für Gnas in der Periode Winter	52
Abbildung 14: Optimalstruktur für St. Margarethen in der Normalperiode	58
Abbildung 15: Optimalstruktur für St. Margarethen in der Ernteperiode	59
Abbildung 16: Optimalstruktur für Sebersdorf in der Periode Sommer	65
Abbildung 17: Optimalstruktur für Sebersdorf in der Periode Winter	66
Abbildung 18: Optimalstruktur für Friedberg in der Periode Sommer	72
Abbildung 19: Optimalstruktur für Friedberg in der Periode Winter.....	73
Abbildung 20: Ökologische Einflussfaktoren, die in die Berechnung des SPI im Programm SPIONExcel zur Berechnung des ökologischen Fußabdruckes eines Produktes einfließen. .	86
Abbildung 21: Ökologischer Fußabdruck von 1 kWh Gesamtenergie-Bereitstellung an den jeweiligen Zentren	87
Abbildung 22: Fußabdruck für Fernwärme ab Werk für die verschiedenen Standorte	89
Abbildung 23: Ökologischer Fußabdruck zur Herstellung von Holzpellets an den verschiedenen Standorten (bezogen auf 1 kWh Heizleistung der Pellets)	90
Abbildung 24: Ökologischer Fußabdruck zur Herstellung von Pflanzenöl (bezogen auf 1 kWh) an den verschiedenen Standorten	90
Abbildung 25: Verteilung des ökologischen Fußabdruckes auf die Produkte der untersuchten MFZ.....	91
Abbildung 26: Ökologischer Fußabdruck bezogen auf die Wertschöpfung	92
Abbildung 27: Verteilung des Ackerlandes 2006 in den Bundesländern (Q: Statistik Austria):	111
Abbildung 28: Agrarstrukturentwicklung 1960-2007 in der Steiermark (Q: Statistik Austria)	113
Abbildung 29: Entwicklung der Nutzflächen in der Steiermark 1960-2005 (Q: Statistik Austria)	113
Abbildung 30: Flächennutzung im Vergleich 2003-2006 (Q: Landesstatistik Steiermark) ...	114

Abbildung 31: Waldinventur 2000/2002 – Waldanteil Steiermark gesamt 61,1 % [Hektarwerte in Vorratsfestmeter (Vfm), Flächenwerte in Hektar (ha)], (Q: Institut für Waldinventur)	115
Abbildung 32: Flächenauswertung Oststeiermark Landwirtschaftliche Nutzflächen in %	117
Abbildung 33: Grünflächenauswertung in ha/ Bezirk: Einteilung in mehrmähdig und restl. Grünflächen.....	117
Abbildung 34: Feldfrüchte Verteilung Oststeiermark 2006.....	118
Abbildung 35: Land- und forstwirtschaftliche Betriebe in der Oststeiermark 1970-1999 (Q: Landwirtschaftskammer Steiermark, Statistik Austria, BMLFUW):	118
Abbildung 36: Rinderbestand 2007: konzentrierte Rinderhaltung in den nördlichen Bezirken der Oststeiermark (rote Ellipse).....	120
Abbildung 37: Schweinebestand 2007: Schweinehaltung überwiegend in den südlichen Bezirken der Oststeiermark.....	120
Abbildung 38: Rinderbestand in Korrelation mit der Flächenbewirtschaftung.....	121
Abbildung 39: Verteilung der Festmeter Holz auf die Nutzungsarten in der Steiermark	122
Abbildung 40: Dichtevergleich unterschiedlicher Energieträger.....	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Regionale Wertschöpfung für St. Margarethen	8
Tabelle 2: Ressourcen/ Produkt-Bilanz für St. Margarethen	9
Tabelle 3: Flächenverteilung in % für die oststeirischen Bezirke	27
Tabelle 4: Preise für Rohstoffe und Produkte (Stand Herbst 2007)	47
Tabelle 5: Invest- und Betriebskosten für den Standort Gnas.....	53
Tabelle 6: Wertschöpfung für den Standort Gnas	54
Tabelle 7: Ressourcen- und Produktströme für den Standort Gnas	54
Tabelle 8: Invest- und Betriebskosten für den Standort St. Margarethen	60
Tabelle 9: Wertschöpfung für den Standort St. Margarethen.....	60
Tabelle 10: Ressourcen-/ Produktbilanz für St. Margarethen	61
Tabelle 11: Invest- und Betriebskosten für den Standort Sebersdorf.....	67
Tabelle 12: Wertschöpfung für den Standort Sebersdorf	68
Tabelle 13: Ressourcen/ Produkt- Bilanz für Sebersdorf	68
Tabelle 14: Bestehende Nahwärme- Anlagen in Pinggau und Friedberg	71
Tabelle 15: Invest- und Betriebskosten für den Standort Gnas.....	74
Tabelle 16: Wertschöpfung für den Standort Friedberg	74
Tabelle 17: Input-Outputströme Friedberg	75
Tabelle 18: Kooperationsvorteil für die Produkte in den Fallstudien	79
Tabelle 19: Kooperationseffizienz in den Fallstudien.....	80
Tabelle 20: Zusammenfassung der Versorgungsfunktion der MFZ Modelle Gnas und St. Magarethen.....	98
Tabelle 21: Agrarstrukturerhebung 2005 (Stichprobe) (Q: Statistik Austria):	112
Tabelle 22: Strukturdaten Steiermark 1960-2007	114

Tabelle 23: Pflanzliche Produktion in der Steiermark 1970-2007 (Q: Landwirtschaftskammer Steiermark, Statistik Austria, BMLFUW)	115
Tabelle 24: Flächenauswertung Oststeiermark nach Bezirken 2006 (Q: Kulturpflanzen BBK)	116
Tabelle 25: Rinderbestandsentwicklung 1999-2006 nach Bezirken aufgliedert.....	121
Tabelle 26: Schweinestatistik für die oststeirischen Bezirke	121
Tabelle 27: Grunddaten Waldflächen Oststeiermark (Waldinventur 2000/2002)	122
Tabelle 28: Trocknungspreise für Mais (Information Lagerhaus Hartberg – 20 % Preisaufschlag in der Hauptsaison).....	124
Tabelle 29: Landwirtschaftliche Strukturdaten der oststeirischen Bezirke nach Mehrfachanträgen 2005.	124
Tabelle 30: Energiedichten unterschiedlicher Energieträger im Vergleich (Q: Agraplus)	125
Tabelle 31: Bestehende NW Anlagen in Pinggau und Friedberg.....	141
Tabelle 32: Übersicht der begleitenden Kommunikation nach außen.....	156

Anhang A: Die Ausgangssituation aus der Perspektive der Landwirtschaft

Die Bedeutung der Landwirtschaft und die Frage der Ressourcensicherung

Grundsätzlich ist zur Ressourcensicherung zu sagen, dass zukunftsfähige regenerative Energieversorgungssysteme an die jeweilige regionale Flächenausstattung, bzw. an das regionale Potential anzupassen sind. Zudem muss die Landwirtschaft ihre landwirtschaftliche Produktionsweise (Energiepflanzenproduktion) neu überdenken, da über 70 % des ökologischen Fußabdrucks (der Gesamtanlagenbewertung) z.B. sämtlicher Biogasanlagen durch die Rohstoffproduktion verursacht wird. Andererseits sind bereits extensive Alternativkulturen und Alternativenbausysteme bekannt und auch etabliert. Diese neue Herangehensweise der Landwirte an die Rohstoffproduktion bringt eine ökonomische und ökologische Verbesserung, wobei die Kulturführung, die Wahl der Kulturen, der Anbau- und Erntezeitpunkt neu und zweckgemäß überdacht werden müssen. Der verstärkte Bedarf an landwirtschaftlichen Rohstoffflächen verleitet zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Kulturführung, was parallel zur negativen ökologischen Bilanz führt, wie es an dem Beispiel der Lachgasemissionen bekannt ist. Lachgas ist als Treibhausgas 300-mal so wirksam wie CO₂ und daher bereits in geringen Mengen bedeutend. Es wird besonders beim Einsatz von Handelsdüngern von Mikroorganismen in Böden gebildet. (siehe Lit. Crutzen). Daher ist eine nachhaltige und ökologische Rohstoffproduktion, die das synergetische Potential der Natur nutzt, unumgänglich und notwendig. Die Ressource Boden bekommt einen ganz neuen Stellenwert und die Humuswirtschaft ist die große Herausforderung für die Landwirtschaft der Zukunft. Der Direktor des Weltnährerates Robert Watson (UN) sowie die Weltbank fordern eine radikale Reform der globalen Landwirtschaft hin zur Ökologisierung. Die Landwirtschaft habe sich zu stark auf hohe Produktivität und Monokulturen verlegt, heißt es in dem Bericht, den die Weltbank und die UN-Welternährungsorganisation (FAO) im Auftrag gegeben hatten (Lit. Raupp).

Die Frage der Ressourcensicherung ist also auf lokaler und überregionaler Ebene neu zu diskutieren: Die Energieversorgung (regional und überregional) erfordert ein neues integratives Planungskonzept und sollte parallel zum „Flächenwidmungsplan“ mit entwickelt werden. Darauf aufbauend müsste ein integrativer Diskussionsprozess starten, um die Ressourcensicherung aufgrund der lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse abzustimmen. So könnte sich ein Ressourcenkataster entwickeln, der notwendig ist, um regionale Wertschöpfungsketten zu etablieren und landwirtschaftliche Nutzungsformen aufeinander abgestimmt zu sichern.

Übergeordnete Rahmenbedingungen (ÖPUL)

Die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Österreich wird wesentlich von dem „Österreichischen Programm für Umwelt und Landwirtschaft“ geprägt. Dazu zählen in erster Linie die ÖPUL Richtlinien und die Cross Compliance, die die Förderungslandschaft für die Landwirtschaft darstellen. Das ÖPUL wurde auf nationaler Ebene ausgearbeitet und berücksichtigt EU Rahmenbedingungen die im Zuge der EU Agrarreform erarbeitet wurden.

Das ÖPUL 2007-2013 möchte Landwirte zu einer umweltfreundlichen Flächenbewirtschaftung, zu einer artgerechten Nutztierhaltung sowie zu einer Weidewirtschaft mit geringer Intensität ermutigen, wenn auch die Prämien für diese Bereiche nicht sehr ausgeprägt sind. Durch Förderung von Vertragsnaturschutz, Gewässerschutz-, Bodenschutz- und Grundwasserschutzmaßnahmen sowie anderer umweltschonender Bewirtschaftungsweisen soll das ÖPUL 2007 einen wichtigen Beitrag zur Agrar- und Umweltpolitik liefern und Landwirten eine angemessene Abgeltung für die im Dienste der gesamten Gesellschaft erbrachten Leistungen sichern.

Die Cross Compliance (Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen) erweitert das ÖPUL 2007 und beinhaltet im Wesentlichen die Grundanforderungen an die Düngung, die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und die Tierkennzeichnung.

Beide Richtlinien geben den Landwirten bestimmte Kenngrößen, Anbauvarianten vor, die für die Gewährung von Förderungen vorausgesetzt werden.

Landwirtschaftliche statistische Daten

Die Statistik Austria erhebt jährlich in Zusammenarbeit mit der Agrarmarkt Austria die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Österreich. Grundlage der Daten liefern die Mehrfachanträge der landwirtschaftlichen Betriebe. Daher ändern sich diese Daten von Jahr zu Jahr, da sie keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sondern lediglich die Flächen darstellen, die für die Teilnahme an ÖPUL-Maßnahmen erfasst werden.

Für das Jahr 2006 ergab sich – basierend auf den Angaben der EU-Förderanträge (Stand September 2006) – eine Ackerlandfläche in Österreich von 1,38 Mio. ha, was 16,4 % der österreichischen Staatsfläche entsprach. Den größten Anteil des Ackerlandes nahm der Getreideanbau mit 776.783 ha (56,3 %) ein. Feldfutterbau wurde auf einer Fläche von 248.796 ha (18,1 %) betrieben, und auf Ölfrüchte entfielen 129.762 ha (9,4 %). Während Hackfrüchte auf einer Fläche von 61.394 ha (4,5 %) angebaut wurden, machten Körnerleguminosen mit 40.950 ha 3,0 % des gesamten Ackerlandes aus. Schließlich lagen im Jahr 2006 93.203 ha oder 6,8 % des Ackerlandes brach; nur rund 26.360 ha (1,9 %) entfielen auf sonstige Ackerlandflächen, bzw. wurden für den Anbau von Spezialkulturen, wie z.B. Gemüse, Blumen, Erdbeeren sowie Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen genutzt.

Die Getreideanbaufläche war 2006 im Vergleich zum Vorjahr mit 776.783 ha um 19.366 ha (-2,4 %) abermals leicht rückläufig. 2007 konnte dieser Trend jedoch unterbrochen werden und es kam wieder zu einem Zuwachs der Getreideanbauflächen von +4,4 %.

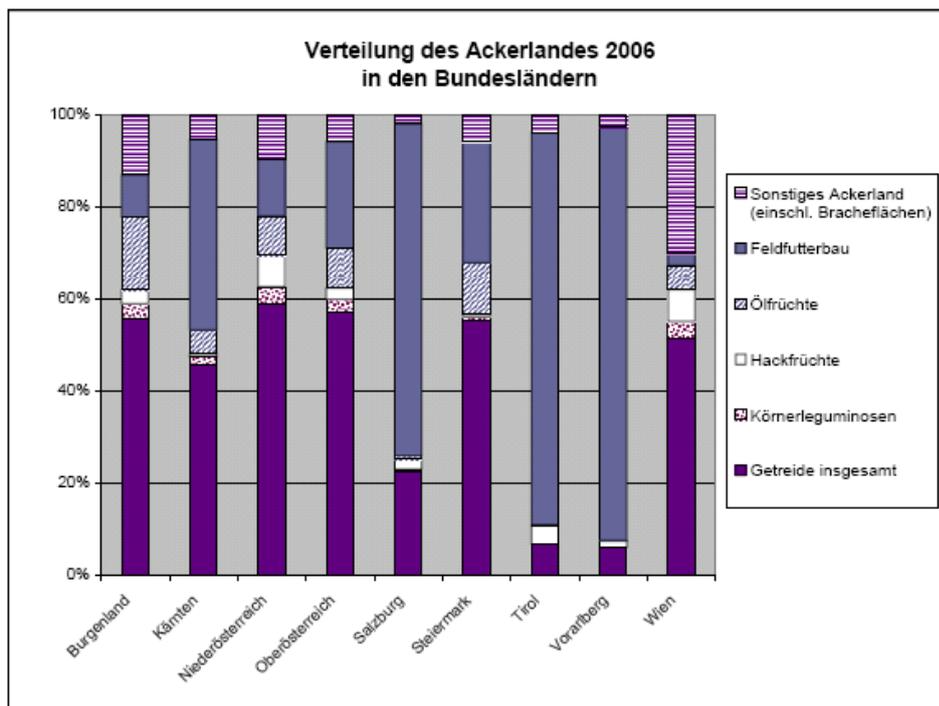


Abbildung 27: Verteilung des Ackerlandes 2006 in den Bundesländern (Q: Statistik Austria):

Wenn man die Verteilung Ackerlandes in der Steiermark mit den übrigen Bundesländern vergleicht, zeigt die Steiermark einen prozentuell hohen Anteil an Getreide gesamt und an Ölfürchten. Hackfrüchte sind von untergeordneter Bedeutung, abgesehen vom steirischen Ölkürbis.

Statistische Daten Gesamtsteiermark

Die Gesamtsteiermark spiegelt bei der Agrarstrukturhebung (Stichprobe) 2003 und 2005 deutliche Trends wider: Die Gesamtbetriebsanzahl (Land- und Forstwirtschaft) sinkt, parallel dazu sinken auch die genutzten Flächen. Betrachtet man einen längeren Zeitraum (1960-2005) ergibt sich ein noch stärkerer Trend.

Agrarstrukturhebung 2005 - STEIERMARK

Betriebe und Gesamtfläche in Gegenüberstellung zu 2003

Bezeichnung				Zahl der Betriebe		Fläche in Hektar	
				2003	2005	2003	2005
Größenstufen nach der Gesamtfläche							
ohne Fläche				(19)	38	-	-
	unter	5	ha	11.317	11.046	35.761	35.663
5	bis unter	10	ha	9.772	10.472	69.646	74.931
10	bis unter	20	ha	9.228	8.905	131.314	128.224
20	bis unter	30	ha	4.695	4.653	115.210	114.678
30	bis unter	50	ha	4.469	4.233	171.779	162.254
50	bis unter	100	ha	2.648	2.711	176.845	182.897
100	bis unter	200	ha	928	1.090	129.424	150.573
200	ha und mehr			669	588	720.556	603.819
	zusammen			43.745	43.735	1.550.535	1.453.039
Größenstufen nach der Kulturfläche							
ohne Fläche				(19)	38	-	-
	unter	5	ha	11.974	11.899	39.538	41.171
5	bis unter	10	ha	9.715	10.075	72.446	74.963
10	bis unter	20	ha	9.011	8.879	144.353	135.757
20	bis unter	30	ha	4.616	4.492	122.783	113.410
30	bis unter	50	ha	4.308	4.193	169.658	166.095
50	bis unter	100	ha	2.607	2.563	191.835	200.321
100	bis unter	200	ha	929	1.071	157.491	164.012
200	ha und mehr			567	525	652.431	557.311
	zusammen			43.745	43.735	1.550.535	1.453.039
Erwerbsarten							
Haupterwerbsbetriebe				16.158	15.431	660.074	596.193
Nebenerwerbsbetriebe				26.453	26.991	360.183	383.377
Personengemeinschaften				(241)	(358)	(139.572)	(141.221)
Betr. jurist. Personen				(893)	(955)	390.705	332.247

Tabelle 21: Agrarstrukturhebung 2005 (Stichprobe) (Q: Statistik Austria):

Auffällig sind die sinkenden Betriebszahlen und die sinkende Flächennutzung. Die Erwerbstätigkeit zeigt ebenfalls den Wandel vom Haupterwerb zum Nebenerwerb.

Die Land- und Forstwirtschaft ist in den letzten Jahrzehnten einem starken Konkurrenz- und Kostendruck ausgeliefert, aufgrund der Angleichung an die Welthandelspreise. Waren 1960 noch über 70.000 Betriebe aktiv, so waren es 2007 nur mehr knapp über 40.000. Diese

Entwicklung erklärt die Handlungsnotwendigkeit zur Neuorganisation sämtlicher landwirtschaftlicher Strukturen.

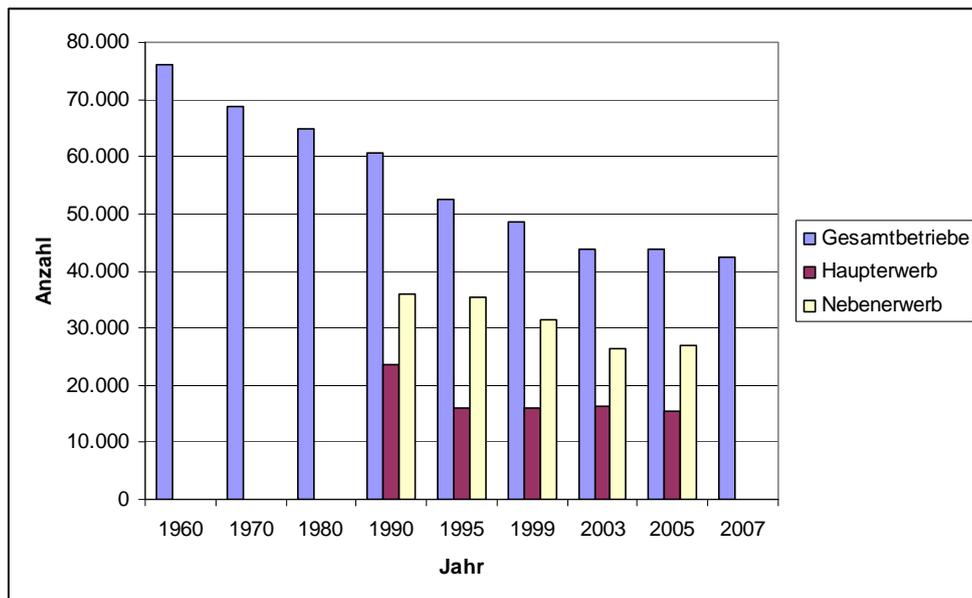


Abbildung 28: Agrarstrukturentwicklung 1960-2007 in der Steiermark (Q: Statistik Austria)

Die Entwicklung zeigt eine nahezu Halbierung der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe in der Steiermark innerhalb von 4 Jahrzehnten.

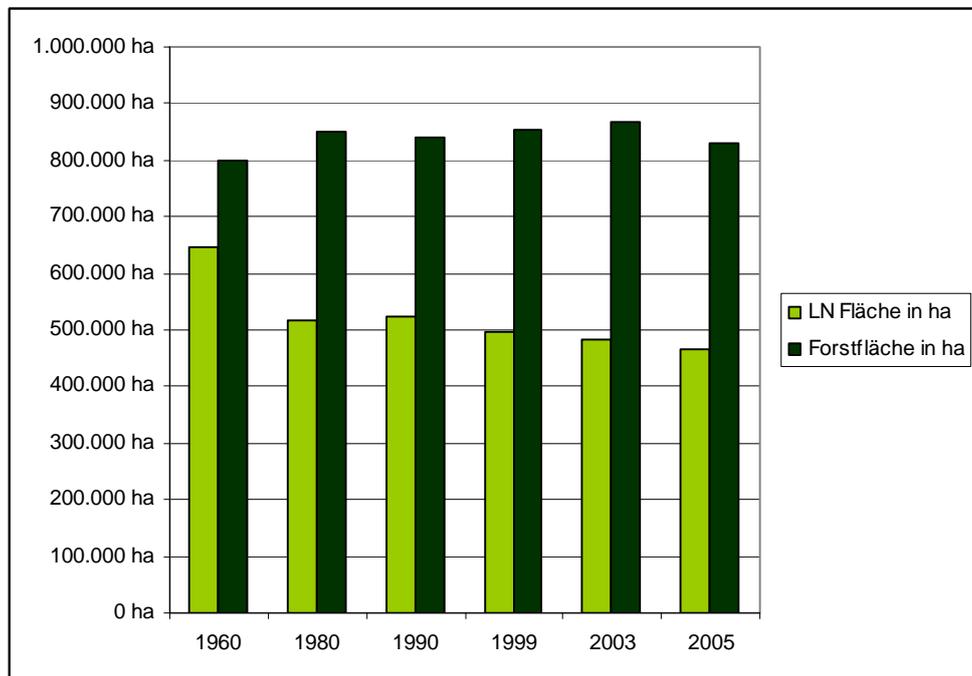


Abbildung 29: Entwicklung der Nutzflächen in der Steiermark 1960-2005 (Q: Statistik Austria)

Deutlich zeigt sich die Reduktion der landwirtschaftlichen Nutzflächen von 650.000 ha auf 450.000 ha. Die Forstflächen blieben nahezu konstant.

	1960	1970	1980	1990	1995	1999	2003	2005	2007
Gesamtbetriebe	76.121	68.780	64.909	60.669	52.624	48.582	43.745	43.735	42.370
Forstbetriebe							(8.312)	9.210	
Haupterwerb				23.504	16.100	15.945	16.158	15.431	
Nebenerwerb				35.890	35.373	31.516	26.453	26.991	
LN Fläche in ha	647.000*		518.000*	525.000*		495.058	482.057	464.304	
Forstfläche in ha	800.000*		851.000*	839.000*		852.277	866.521	831.556	
Gesamtfläche ha	1.616.000*		1.625.000*	1.502.362*	1.499.644	1.502.505	1.453.039	1.451.912	

Quelle: Statistik Austria, BMLFUW, * LK Steiermark

Tabelle 22: Strukturdaten Steiermark 1960-2007

© Landesstatistik Steiermark

Kulturarten und sonstige Flächen	2003	2005 Hektar	2006
Ackerland	144.756	143.929 ¹⁾	142.404 ³⁾
Hausgärten	1.146	1.146	1.130
Weingärten	3.912	3.912	4.019
Obstanlagen, Baumschulen und Forstschulen	10.682	10.682	10.966
Obstanlagen einschl. Beerenobst (ohne Erdbeeren)	10.364	10.364	10.384
Reb- und Baumschulen	173	173	524
Forstbaumschulen	145	145	58
Wiesen	166.918	166.918	153.332
Einmähdige Wiesen	9.871	9.871	8.440
Mehrmähdige Wiesen	153.664	153.664	143.629
Streuwiesen	3.383	3.383	1.263
Weiden	48.578	48.578	54.930
Kulturweiden	26.092	26.092	34.126
Hutweiden	22.486	22.486	20.804
Almen und Bergmäher	104.504	104.504	90.644
GLÖZ G-Flächen ²⁾	.	.	964
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	490.150	479.670¹⁾	458.388³⁾
Wald	865.508	865.508	831.556
Energieholzflächen	586	586	429
Christbaumkulturen	395	395	870
Forstgärten	31	31	22
Forstwirtschaftlich genutzte Fläche	866.520	866.520	832.878
Kulturfläche	1.342.427	1.346.190¹⁾	1.291.266³⁾
Sonstige Flächen	201.958	201.958	155.858
Nicht mehr genutztes Grünland	8.203	8.203	4.218
Fließende und stehende Gewässer	3.044	3.044	2.097
Unkultivierte Moorflächen	677	677	731
Gebäude- und Hofflächen	8.418	8.418	8.532
Sonstige unproduktive Flächen	181.616	181.616	140.280
GESAMTFLÄCHE	1.497.599	1.548.148¹⁾	1.447.123³⁾

¹⁾Nur die Summen des Ackerlandes, der landwirtschaftlich genutzten Fläche, der Kulturfläche und der Gesamtfläche entsprechen dem Stand 2005. Sie wurden aufgrund der Ergebnisse des Anbaues auf dem Ackerland 2005 revidiert. Alle anderen Zahlen stellen den Stand des Jahres 2003 (Agrarstrukturerhebung) dar. ²⁾Aus der Produktion genommene Dauergrünlandflächen; ³⁾Nur die Summen des Ackerlandes, der landwirtschaftlich genutzten Fläche, der Kulturfläche und der Gesamtfläche entsprechen dem Stand 2006. Sie wurden aufgrund der Ergebnisse des Anbaues auf dem Ackerland 2006 revidiert. Alle anderen Zahlen stellen den Stand des Jahres 2005 (Agrarstrukturerhebung) dar; Rundungsdifferenzen technisch bedingt.

Quelle: Statistik Austria, Statistik der Landwirtschaft, Bearbeitung: LASTAT Steiermark

Abbildung 30: Flächennutzung im Vergleich 2003-2006 (Q: Landesstatistik Steiermark)

Die Daten der Landesstatistik zeigen neben der Reduktion der LN Flächen weiters eine detaillierte Aufschlüsselung der LN Flächen. Somit ist ersichtlich, dass sowohl im Ackerland als auch im Grünland eine Reduktion auftritt, Wein- und Obstflächen hingegen zunehmend sind.

PFLANZLICHE PRODUKTION (in ha)	1970	1980	1990	2000	2007
Weizen	15.828	12.618	9.475	7.572	6.748
Roggen	10.985	8.210	4.999	2.783	2.307
Gerste	15.399	24.099	23.624	16.023	10.987
Hafer	6.636	5.930	3.171	2.016	1.634
Triticale	-	-	-	1.909	2.518
Körnermais	49.697	66.850	64.465	57.917	57.012
Silo-/Grünmais	5.026	13.816	16.281	10.187	11.150
Kartoffeln	11.438	5.063	1.580	687	608
Zuckerrüben	6.410	312	298	258	225
Chinakohl	10	2.750	750	350	290
Feldgemüse ¹⁾	1.761	5.375	1.595	1.331	1.370
Ölkürbis	2.085	5.154	3.900	10.500	12.000
Klee und Klee gras	17.568	7.991	5.375	8.133	10.109
Raps, zur Ölgewinnung	98	142	510	674	898
Tabak ²⁾	130	181	162	49	-
Hopfen ³⁾	65	70	86	114	80
Pferdebohne	-	-	4.081	1.547	431
Körnererbse	-	-	316	346	462
Sojabohne	-	-	1.045	1.189	777
Flachs ²⁾	-	-	198	97	-
Sonnenblumen	-	-	9	86	309
Grünbrache (Flächenstilllegung) ³⁾	-	-	2.513	7.000	5.346
Äpfel (Erwerbsobstbau)	2.883	2.937	4.228	4.577	4.760
Pflirsiche (Erwerbsobstbau)	220	452	430	278	143
Schwarze Johannisbeeren (Erwerbsobstbau)	325	748	163	103	169
Wein, Ertragsfläche	1.721	2.280	3.235	3.529	4.300 ²⁾

1) ohne Mehrfachnutzung, ohne sonstiges Gemüse, 2) Erhebung LK, 3) AMA Flächen lt. MFA

Tabelle 23: Pflanzliche Produktion in der Steiermark 1970-2007 (Q: Landwirtschaftskammer Steiermark, Statistik Austria, BMLFUW)

Die letzte Waldinventur wurde 2000-2002 in Österreich vom Institut für Waldinventur (BFW) durchgeführt. Die Steiermark ist ein walddominiertes Bundesland; 61 % der Gesamtfläche werden von Wald eingenommen, lediglich 24 % werden landwirtschaftlich genutzt.

Derzeit nimmt die Gesamtwaldfläche in der Steiermark zu.



Abbildung 31: Waldinventur 2000/2002 – Waldanteil Steiermark gesamt 61,1 % [Hektarwerte in Vorratsfestmeter (Vfm), Flächenwerte in Hektar (ha)], (Q: Institut für Waldinventur)

Situation Oststeiermark

Landwirtschaft

Die Region der Oststeiermark stellt die Basis für dieses Projekt dar. Wenn man über Region spricht, hat man eine Vorstellung von einem geographischen Bereich der Gemeinsamkeiten aufweist. Gerade aber an den Gemeinsamkeiten mangelt es. Wider Erwarten ist die Region von starken Unterschieden geprägt, die vor allem von ausgeprägten Nord – Süd Differenzen. Im Norden der Oststeiermark (südliches Alpenvorland) findet man Grünlandbewirtschaftung mit Rinderhaltung und kombinierter Forstwirtschaft (Kleinwald-Besitzer). Diese Strukturen münden ins oststeirische Hügelland, wo Obst- und Weinanbau betrieben wird. Der Süden ist gekennzeichnet vom Ackerbau mit ausgeprägter Schweinemast.

Statistische Daten Oststeiermark - Landwirtschaft

(Fläche in ha)	FB	FF	HB	RA	WZ	Oststeiermark
Grünland	8.036,59	1.344,09	12.431,81	1.782,42	17.788,52	41.383,43
Ackerfläche	24.278,39	9.487,60	24.463,51	14.311,34	12.755,32	85.296,16
Σ Ackerfutterfläche	1.150,33	461,54	7.677,17	291,56	3.692,03	13.272,63
Σ Alternativkulturen	1.784,75	1.173,75	1.082,34	2.073,53	826,73	6.941,10
<i>davon Ölkürbis</i>	<i>1.783,74</i>	<i>1.167,80</i>	<i>1.055,84</i>	<i>2.046,13</i>	<i>813,97</i>	<i>6.867,48</i>
Σ Brotgetreide	1.175,67	829,37	2.251,59	623,60	764,12	5.644,35
Σ Eiweißpflanzen	144,19	198,34	223,41	54,59	174,67	795,20
<i>davon Erbsen</i>	<i>21,96</i>	<i>89,53</i>	<i>150,90</i>	<i>21,90</i>	<i>93,89</i>	<i>378,18</i>
Σ Futtergetreide	2.316,85	880,99	4.467,43	763,98	1.899,88	10.329,13
Σ Hanf	0,68	0,00	0,00	0,00	0,70	1,38
Σ Kartoffel	1,37	4,58	108,70	6,00	33,42	154,07
Σ Körnerhülsenfrüchte	0,00	0,00	4,16	0,32	0,00	4,48
Σ Mais	15.539,86	4.411,85	6.872,79	9.278,25	3.910,70	40.013,45
<i>davon Körnermais</i>	<i>9.065,29</i>	<i>2.986,41</i>	<i>3.422,09</i>	<i>6.420,79</i>	<i>2.683,82</i>	<i>24.578,40</i>
<i>davon Mais Corn-Cob Mix</i>	<i>5.177,94</i>	<i>832,05</i>	<i>1.480,41</i>	<i>2.008,31</i>	<i>402,25</i>	<i>9.900,96</i>
<i>davon Silomais</i>	<i>1.296,43</i>	<i>593,39</i>	<i>1.956,16</i>	<i>847,45</i>	<i>824,16</i>	<i>5.517,59</i>
<i>davon Zuckermis</i>	<i>0,20</i>	<i>0,00</i>	<i>13,79</i>	<i>1,70</i>	<i>0,06</i>	<i>15,75</i>
Σ Öllein	3,08	37,51	19,07	38,55	14,65	112,86
Σ Ölsaaten	172,60	497,24	429,43	270,62	142,34	1.512,23
<i>davon Ölsonnenblume</i>	<i>61,62</i>	<i>110,56</i>	<i>84,60</i>	<i>38,40</i>	<i>60,47</i>	<i>355,65</i>
<i>davon Sojabohne</i>	<i>59,41</i>	<i>379,81</i>	<i>271,37</i>	<i>114,24</i>	<i>65,51</i>	<i>890,34</i>
<i>davon Raps</i>	<i>51,57</i>	<i>6,87</i>	<i>73,46</i>	<i>117,98</i>	<i>16,36</i>	<i>266,24</i>
Σ Stilllegungsflächen	1.302,49	800,33	884,88	542,06	772,48	4.302,24
<i>davon Elefantengras</i>	<i>0,80</i>	<i>1,31</i>	<i>1,80</i>	<i>0,00</i>	<i>1,00</i>	<i>4,91</i>
<i>davon Energieholz</i>	<i>10,17</i>	<i>4,54</i>	<i>13,36</i>	<i>1,19</i>	<i>8,49</i>	<i>37,75</i>
<i>davon Raps</i>	<i>35,62</i>	<i>12,54</i>	<i>12,02</i>	<i>66,37</i>	<i>1,30</i>	<i>127,85</i>
Σ sonst. Ackerflächen	612,26	188,65	430,64	334,49	509,35	2.075,39
Σ sonst. Sämereien	0,00	0,95	11,90	3,79	14,25	30,89
Nutzfläche	78,10	22,46	85,74	4,34	76,51	267,15
Spezialkulturen	1546,72	442,78	672,03	328,62	4.122,89	7.113,04
Weingärten	459,04	118,72	39,90	346,60	120,03	1.084,29
Teichflächen	77,40	0,75	131,09	110,78	0,90	320,92
gesamte landwirt. Fläche	34.476,24	11.416,40	37.824,08	16.884,10	34.864,17	135.464,99

(FB – Feldbach, FF – Fürstenfeld, HB – Hartberg, RA – Radkersburg, WZ – Weiz)

Tabelle 24: Flächenauswertung Oststeiermark nach Bezirken 2006 (Q: Kulturpflanzen BBK)

An dem Verhältnis Grünland zu Ackerfläche lässt sich die Viehzucht als primärer Abnehmer der landwirtschaftlichen Erzeugnisse erkennen. Da man sowohl in der Milchkuhhaltung wie auch in der Rinderzucht primär mit Gras – Silage oder Heu – füttert, sind die großen Grünlandbewirtschafteter auch dort angesiedelt, wo die Verwertung stattfindet. Hartberg und Weiz sind geprägt von der Rinderhaltung.

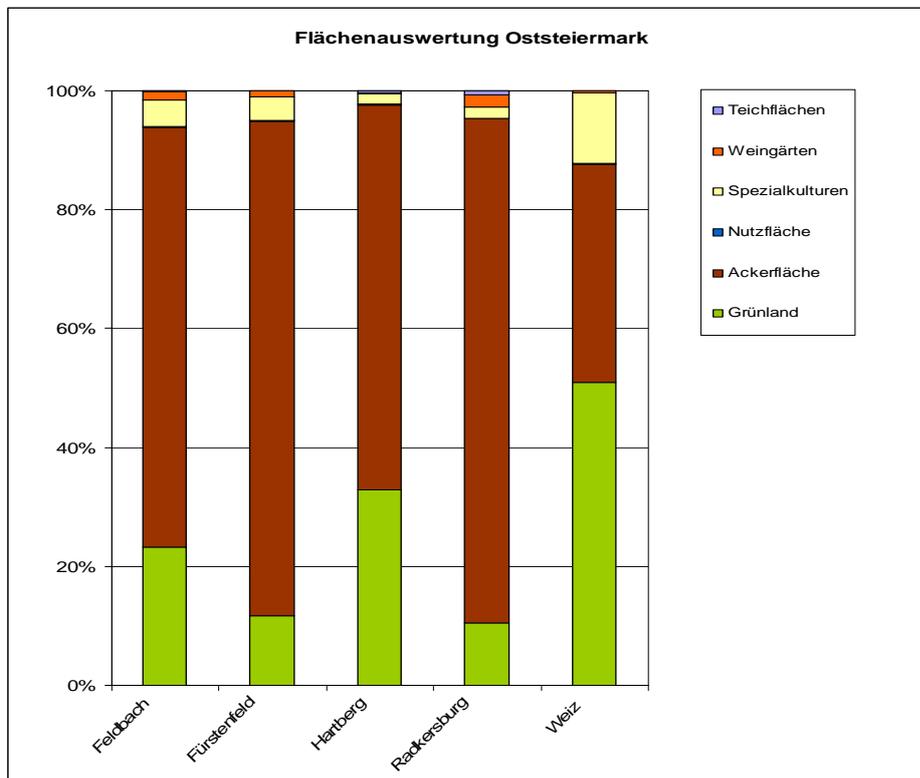


Abbildung 32: Flächenauswertung Oststeiermark Landwirtschaftliche Nutzflächen in %

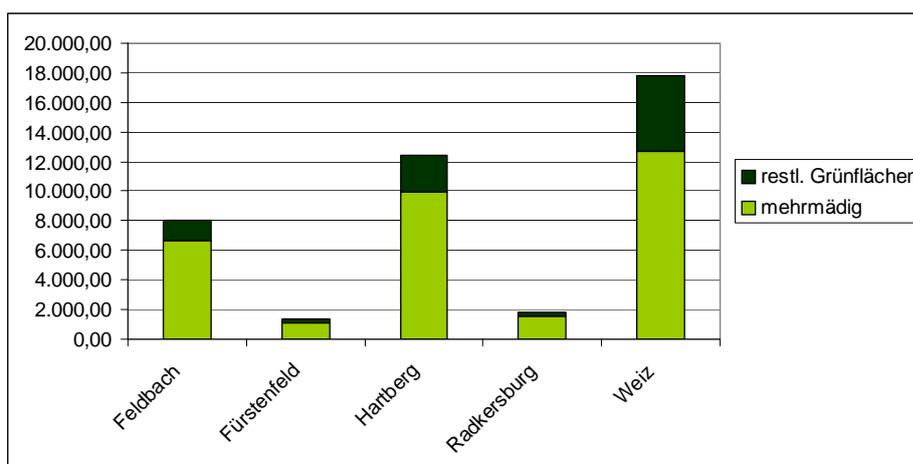


Abbildung 33: Grünflächenauswertung in ha/Bezirk: Einteilung in mehrmädig und restl. Grünflächen

Zu den restlichen Grünlandflächen zählen Almbewirtschaftungsflächen. Weiz ist mit seinen Almflächen und seiner Veredelung der Almochsen durchaus vorbildlich organisiert.

Die große Anzahl der Schweine (mehr als 500.000 Stück) und deren Hauptnahrungsquelle führen zu einem weiteren Charakteristikum und gleichzeitig auch zu einem Problemfeld. In der Ackerflächennutzung als Körnermais und Silomais, macht der Mais fast zwei Drittel der gesamten Anbaufläche im Bezirk Feldbach und Radkersburg aus. Auf die Oststeiermark bezogen sind es beinahe 50 %.

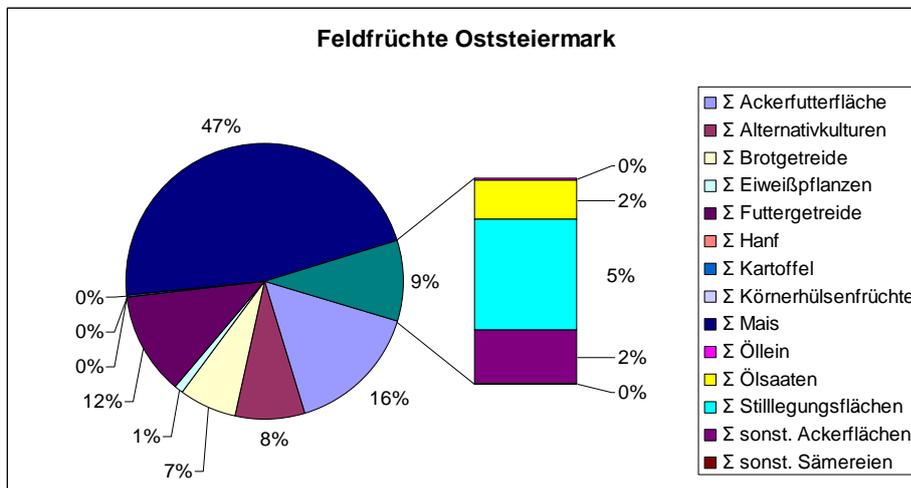


Abbildung 34: Feldfrüchte Verteilung Oststeiermark 2006

In der Oststeiermark dominiert unter den Feldfrüchten der Mais (47 %), gefolgt von Ackerfutterflächen mit 16 % und Alternativ-Kulturen mit 12 %.

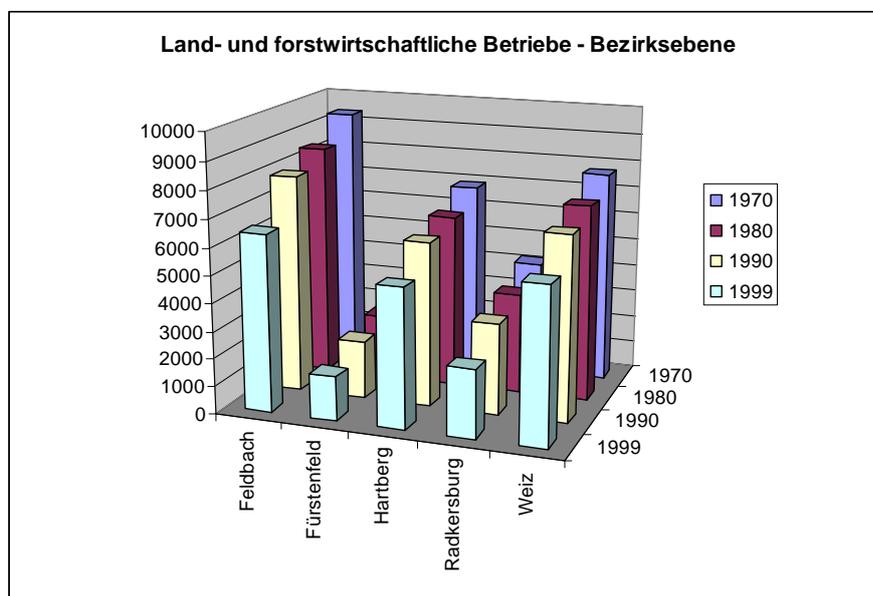


Abbildung 35: Land- und forstwirtschaftliche Betriebe in der Oststeiermark 1970-1999 (Q: Landwirtschaftskammer Steiermark, Statistik Austria, BMLFUW):

In den 5 oststeirischen Bezirken ist eine deutliche Abnahme der Betriebsanzahl festzustellen.

Energiepflanzen

Neben den Pflanzen, die heute schon zur Produktion von Energieträgern verwendet werden, ist aus zukünftiger Sicht die Produktion von verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen, die teilweise in Vergessenheit geraten sind, interessant, wie z.B. Ölziest, Leindotter, oder

Topinambur. Miscanthus und Energieholz wird aufgrund der hohen Energieerträge zunehmend diskutiert. Allerdings sei angemerkt, dass der Miscanthusanbau ebenso gute Böden wie der Mais für sich beansprucht und über viele Jahre hindurch bindet. Miscanthus kann theoretisch in Hackgutheizungen verfeuert werden, jedoch muss die Anlage für den niedrigeren Ascheschmelzpunkt ausgelegt sein. Eine Alternative zur Hackgutheizung stellt die Komprimierung oder Pelletierung dar, da es Pelletkessel gibt, die diesen Rohstoff bereits verfeuern.

Energieholz wird meist erst ab einer Bewirtschaftungsdauer von 25 Jahren wirtschaftlich sinnvoll. Für Energieholz werden Setzlinge mit schnell wachsenden Hölzern, wie Pappel oder Weiden, auf einem Feld eingepflanzt und alle 3-4 Jahre können mit Hilfe einer Erntemaschine Hackschnitzel erzeugt werden. Der finanzielle und maschinelle Aufwand bei einer auf 25 Jahre ausgelegten Fläche ist gering und durch die hohen Energieerträge ist die Bewirtschaftung wirtschaftlich interessant. Ackerland, das mit Energieholz bepflanzt ist, wird erst nach 30 Jahren umgewidmet, denn Energieholz wird als Ackerkultur angesehen. Ein Rückbau auf eine konventionelle landwirtschaftliche Fläche ist zudem zu bewältigen. Neben der vollständigen Nutzung einer Fläche mit Energieholz hat sich auch das Anpflanzen von Energieholzstreifen zwischen den Feldfrüchten als vorteilhaft herausgestellt.

Miscanthus ist ebenfalls eine mehrjährige Kultur, die erst nach einer Vorlaufzeit von 3-4 Jahren große Trockenmasseerträge pro Jahr auf einem Hektar bringt. Ab dem 3. bis 4. Jahr kann man über 20 Jahre ernten. Der Erntezeitpunkt liegt wie beim Energieholz im Winter (Februar). Dies hat den Vorteil, dass der Feuchtigkeitsgehalt gering und eine Trocknung meist nicht notwendig ist.

Stellenwert der Nutztierhaltung in der Oststeiermark

Diese Flächenverteilung spiegelt im Wesentlichen die Bewirtschaftungsform wieder. Die Rinderhaltung ist fast zur Gänze im Norden und die Schweinemast in den südlichen Ackerproduktionsgebieten zu finden. Im Norden der Oststeiermark gehen die Grünlandflächen häufig in die Milchviehhaltung ein. Die Erwerbszweige Forstwirtschaft und Milchviehhaltung treten hier häufig in Kombination auf. Die Rindermastbetriebe sind in den Grünlandgebieten, die bereits integrativ Ackerbaustrukturen beinhalten, vorzufinden. Hartberg und Weiz sind stark geprägt von der Rinderhaltung, wobei hier oft die Kombination aus den Erwerbszweigen Rinderhaltung (Milchviehhaltung), Veredelungsbetriebe (Milch oder Fleisch) und Forstwirtschaft zu finden ist.

Bestand von Rindern 2007 nach Gemeinden

Anzahl der Rinder
pro Gemeinde

- 500 - 2.500
- 2.501 - 10.000
- 10.001 - 11.084

Durchschnittliche Zahl
der Rinder pro Halter

- bis 30*
- 31 - 135

■ Gemeinden mit weniger
als 500 Rinder

* Mittelwert der Gemeinden: 30

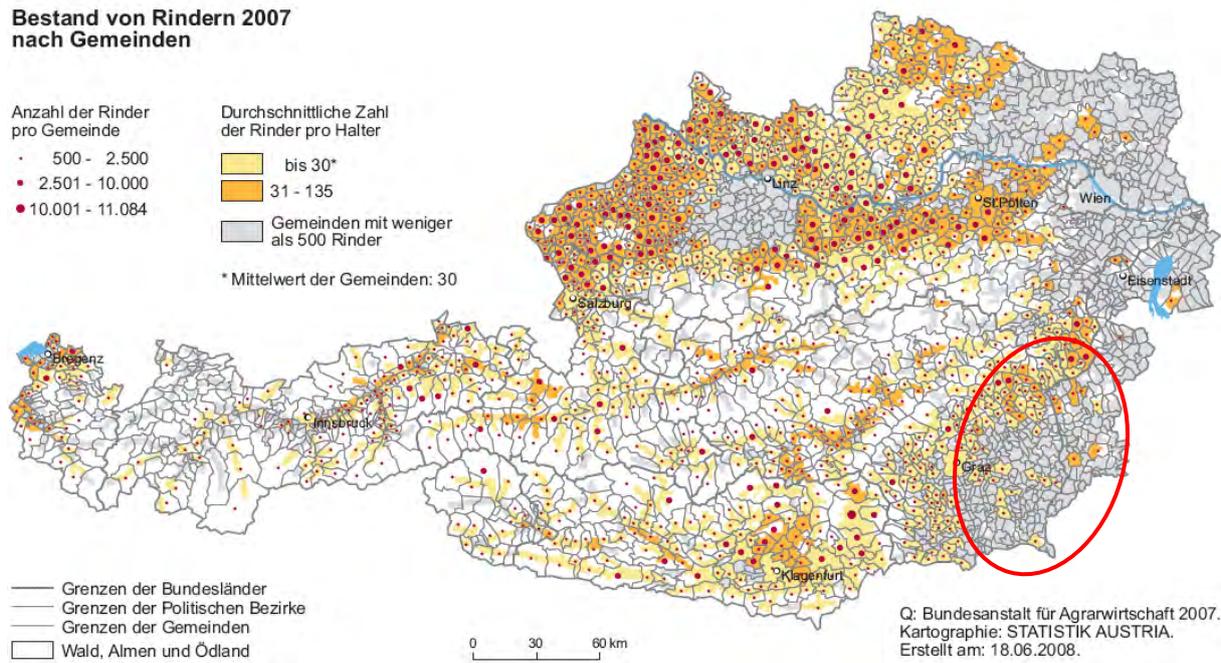


Abbildung 36: Rinderbestand 2007: konzentrierte Rinderhaltung in den nördlichen Bezirken der Oststeiermark (rote Ellipse)

Bestand von Schweinen 2007 nach Gemeinden

Anzahl der Schweine
pro Gemeinde

- 500 - 2.500
- 2.501 - 10.000
- 10.001 - 25.000
- 25.001 - 35.301

Durchschnittliche Zahl
der Schweine pro Halter

- bis 172*
- 173 - 4.351

■ Gemeinden mit weniger
als 500 Schweinen

* Mittelwert der Gemeinden: 172

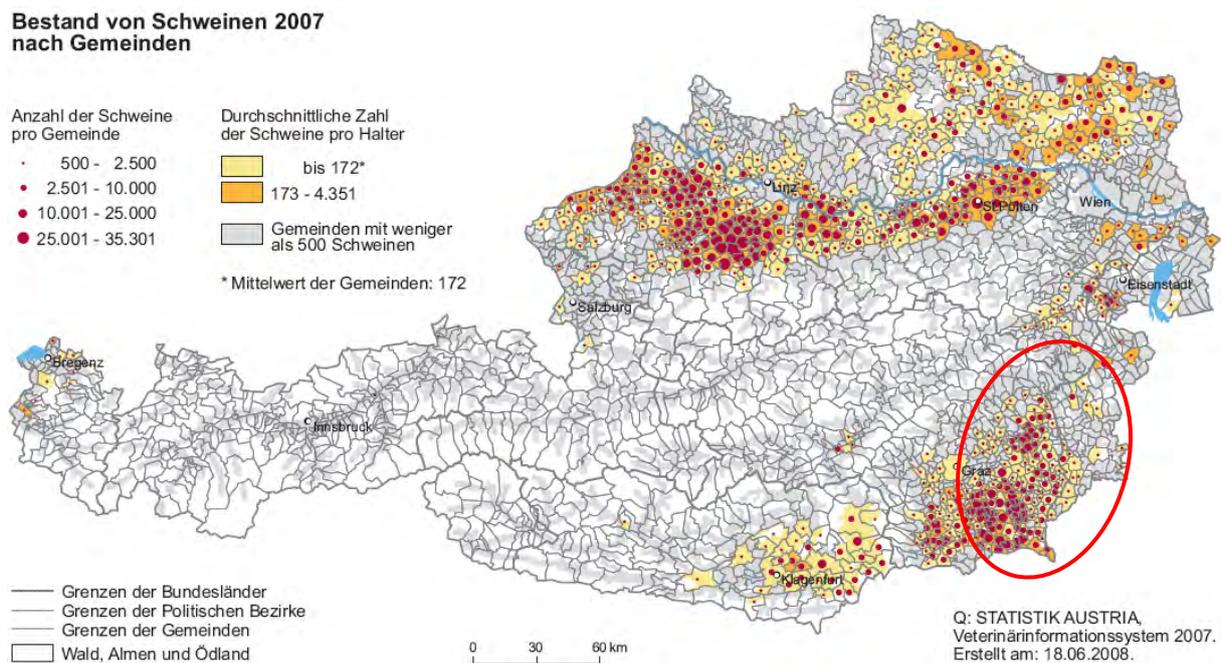
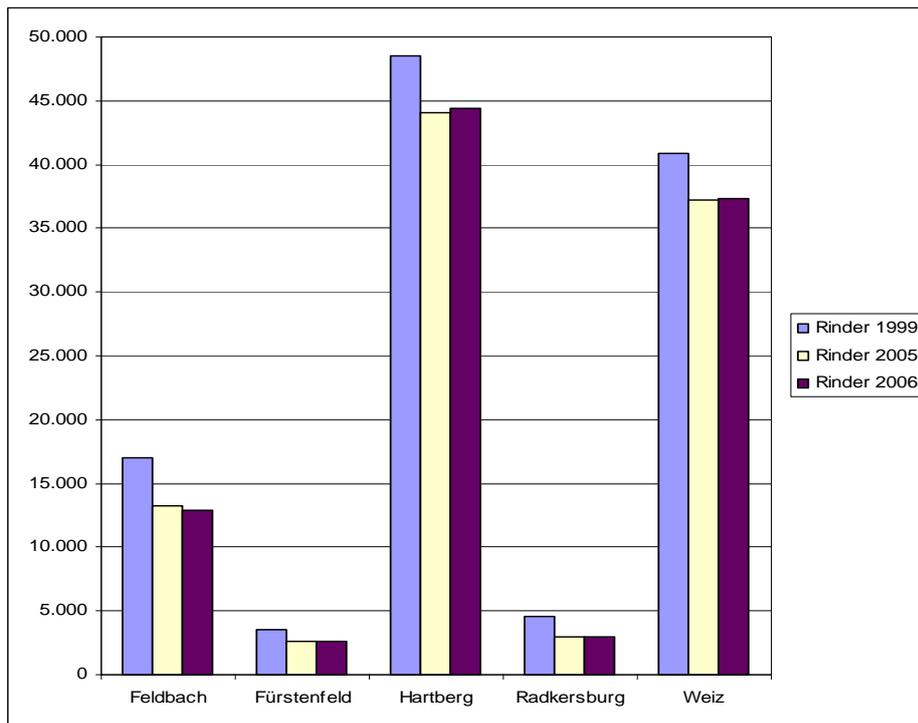


Abbildung 37: Schweinebestand 2007: Schweinehaltung überwiegend in den südlichen Bezirken der Oststeiermark.



Rinderbestandsentwicklung und Statistik in den oststeirischen Bezirken
Abbildung 38: Rinderbestand in Korrelation mit der Flächenbewirtschaftung

Der Rinderbestand hat in der Oststeiermark von 1999 bis 2006 im Ausmaß von 12 % deutlich abgenommen.

Tabelle 25: Rinderbestandsentwicklung 1999-2006 nach Bezirken aufgliedert

Bezirk	Rinderanzahl		
	1999	2005	2006
Feldbach	16.964	13.221	12.905
Fürstenfeld	3.505	2.656	2.638
Hartberg	48.510	44.060	44.362
Radkersburg	4.592	2.924	2.936
Weiz	40.838	37.247	37.372

(Quelle: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Lebensministerium Abteilung II/5, Agrarmarkt Austria Rinderdatenbank, Lastat Steiermark, eigene Bearbeitung)

Tabelle 26: Schweinestatistik für die oststeirischen Bezirke

	Feldbach	Fürstenfeld	Hartberg	Radkersburg	Weiz
Schweine MFA 2005	255.117	38.838	78.613	111.115	43.826
Schweine AVZ 1999	281.344	48.902	86.696	120.325	50.349

(Quelle: MFA 2005, AVZ 99)

Die Statistik zeigt einen deutlichen Rückgang bei der Schweinehaltung in der Oststeiermark. Wurden 1999 noch 587.616 Schweine gezählt, waren es 2005 nur noch 527.509. Dies entspricht einer 10 %-igen Reduktion.

Forstwirtschaft

Die forstwirtschaftliche Nutzung der Wälder ist in der Region schwächer ausgeprägt als in weiten Teilen Österreichs. So werden etwa nur 60 % des jährlichen Zuwachses tatsächlich genutzt. Die kleinbäuerliche Struktur ist der Grund hierfür, sowie das Fehlen einer gut organisierten Rohstofflogistik. Der Wald in der Region ist mehrheitlich in der Hand von Bauern und die Nutzung durch diese geringer als jene der forstlichen Verwertungsbetriebe, wie z.B. der österreichischen Bundesforste. Die eingeschlagenen Festmeter Holz werden zu einem Großteil an Sägewerke verkauft, der Rest geht in den Stückholz- und Hackschnitzelbereich.

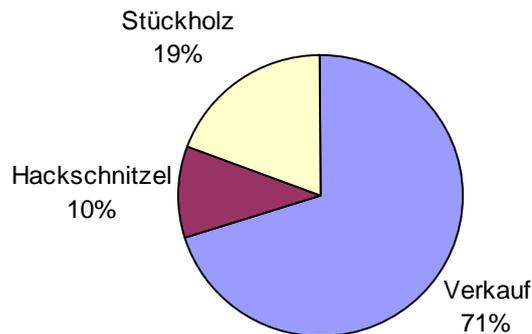


Abbildung 39: Verteilung der Festmeter Holz auf die Nutzungsarten in der Steiermark

Ein Ansatz, der oft in Bezug auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Forstwirtschaft genannt wird, ist die vermehrte Nutzung des Zuwachses. Laut Analyse der österreichischen Waldinventur wächst jährlich mehr Wald zu, als genutzt wird. In der Region sind es 60 % des jährlichen Zuwachses, die eingeschlagen werden.

Statistische Daten Oststeiermark – Forstwirtschaft

Sowohl Hartberg als auch Weiz sind von Forstwirtschaft geprägt, daher spielt hier in Zukunft die Biomassegewinnung und Rohstofflogistik aus den Forstbetrieben eine entscheidende Rolle.

Die Waldflächen in den oststeirischen Bezirken sind geprägt von einem überwiegenden Anteil an Kleinwaldbesitzer (<200 ha). Im Durchschnitt sind laut Waldinventur 2000/2002 ca. 90 % der Waldbesitzer Kleinwaldbesitzer, ca. 10 % des bewirtschafteten Waldes sind größer als 200 ha, wobei Weiz hier mit 17 % die mengenmäßig größte Anzahl an Großwaldbesitzern aufweist.

Die Baumartenverteilung setzt sich wie folgt zusammen:

1. Südliche Bezirke weisen einen Mischwald mit durchschnittlichem Nadelholz zu Laubholzverhältnis von 1:1 auf.
2. In den Nördlichen Bezirken dominieren die Nadelhölzer im Verhältnis 3:1.

	Feldbach	Fürstenfeld	Hartberg	Radkersburg	Weiz	Oststeiermark
Waldanteil [ha]	27.300	9.983	44.427	10.800	58.500	151.010

Tabelle 27: Grunddaten Waldflächen Oststeiermark (Waldinventur 2000/2002)

Die Bezirke Hartberg und Weiz weisen die größten Waldflächen in ha auf.

Obwohl Holz ein nachwachsender Rohstoff ist, lässt sich die wirtschaftliche und ökologische Bilanz in manchen Regionen noch verbessern, wenngleich auch das verwendet wird, was als Abfall bezeichnet wird. Bei der Holzernte fallen pro Festmeter Holz 0,77 Festmeter Schlagabraum an. Dieser wird in der Regel im Wald zurückgelassen und nicht weiter verwertet. Aus ökologischer Sicht (hohes Nährstoffpotenzial der Nadeln und dünnen Äste) soll der Wipfel im Wald verbleiben. Aus diesem Grund und der schwer abzuschätzenden bereits bestehenden Nutzung von Schlagabraum wurde ein Wert von 0,5 Festmeter pro Festmeter Holz als zusätzliches Potenzial angenommen. Das Hacken mit einem kleineren Hacker im Wald und der Transport der Hackschnitzel stellten sich als wirtschaftlichste Methode heraus.

Obst und Wein:

Der überwiegende Teil des Obstes das als „frisch, saftig, steirisch“ in die Lebensmittelregale kommt, stammt aus der Region Oststeiermark. Die Obstproduktion ist auch eine der wichtigen Einnahmequellen der Region, da sie, auch aufgrund des guten Marketings und der Qualität, profitabel ist. Auch der oststeirische Wein, der zusammen mit dem südsteirischen Wein eine hohe Qualität aufweist, ist zu einem profitablen Wirtschaftszweig geworden.

Zudem stellen die Genussartikel, die in der Region hergestellt werden, die wirtschaftlich erfolgreichen Bereiche dar. Darunter fallen Obst, Wein und das Kürbiskernöl.

Die Produktion von Kürbiskernöl ist ein Bestandteil dieser Region. Nicht erst seit „Steirisches Kürbiskernöl“ die Kriterien, die in einer EU-Verordnung zum Schutz „*agrarischer Erzeugnisse und Lebensmittel mit Herkunftsangaben*“ festgelegt wurden, erfüllt hat, und sich damit mit dem Gütesiegel „*geschützte geographische Angabe*“ schmücken darf, ist Kürbiskernöl eine wichtige Einnahmequelle für die Bauern in der Region.

Die Weinanbaugebiete der Oststeiermark haben in den letzten Jahrzehnten ebenso einen Aufschwung erlebt. Durch das milde Klima gedeihen die Weinreben an den Hängen des Hügellandes hervorragend.

Allgemeine Preissituation der Rohstoffe und ihre Auswirkung auf das Gesamtsystem

Die Rohstoffpreise bestimmen in überragendem Ausmaß Einzelheiten der Strukturen, jedoch ist das Systemmodell „Stromerzeugung“ und „Trocknung“ stabil; bei Änderung der Rohstoffpreise ändert sich nur die Art der Kultur die getrocknet wird, nicht aber die Technologie.

Die Umweltbelastung kommt zu einem weitaus überwiegenden Teil aus der Erzeugung der Rohstoffe (z.B. bei Biogas KWK aus Maissilage; der Anteil an der Umweltbelastung durch den Maisanbau beträgt in allen Fällen >70 %). Die Preise, die den Berechnungen zugrunde liegen, sind aktuelle Marktpreise. Die Logistikkosten sind in den Kosten der Rohstoffe bereits enthalten und werden in den Berechnungen der Modelle für die multifunktionale Energieversorgung nicht extra eingerechnet.

Richtpreise für Maistrocknung (lt. Landwirtschaftlicher Mitteilung 1.10.06)

Erntefeuchte	Trocknungskosten je t Feuchtmais
25%	€ 23,60
26%	€ 24,82
27%	€ 26,04
28%	€ 27,27
29%	€ 28,49
30%	€ 29,71
31%	€ 30,93
32%	€ 32,15
33%	€ 33,17
34%	€ 34,59
35%	€ 35,81
40%	€ 40,69
45%	€ 46,80

Tabelle 28: Trocknungspreise für Mais (Information Lagerhaus Hartberg – 20 % Preisaufschlag in der Hauptsaison)

Aufgabe des Projektes KOMEOS war es, eine Optimierung von Technologien zu erreichen und nicht eine optimierte landwirtschaftliche Produktion zu bewerten, obwohl hier auch ein sehr großes ökologisches und ökonomisches Verbesserungspotenzial vorhanden ist.

In den Berechnungen sind nur konventionelle Kulturen aufgenommen worden, da diese zurzeit die übliche Verwendung in der Region darstellen. Bei gewünschten weiterführenden Anwendungen dieser erarbeiteten Rechenmodelle (beispielsweise durch Anlagenbetreiber) wäre es jedoch einfach realisierbar, Sonderkulturen oder neue Technologien in die Berechnungsmodelle aufzunehmen.

Betriebsgrößen

Die durchschnittliche Betriebsgröße der steirischen landwirtschaftlichen Betriebe lag 2005 bei 11,95 ha, das ergab eine Auswertung der Mehrfachtträge 2005 (Landwirtschaftskammer Steiermark).

Bezirk	Anzahl Betriebe	Fläche [ha]	Durchschnittsfläche/Betrieb [ha]
Feldbach	4875	36.900	7,57
Fürstenfeld	1068	11.126	10,42
Hartberg	3712	39.589	10,67
Radkersburg	1725	16.372	9,49
Weiz	3939	35.764	9,08

Tabelle 29: Landwirtschaftliche Strukturdaten der oststeirischen Bezirke nach Mehrfachtträgen 2005.

Rohstofflogistik

Der Aufbau einer effizienten Rohstofflogistik wird künftig eine entscheidende Rolle in einer nachhaltigen Versorgung der Gesellschaft spielen. Zurzeit fehlen hier noch geeignete Logistikstrukturen, die eine wirtschaftliche und versorgungstechnisch gesicherte Betriebsweise mit NAWAROS regional gewährleisten. Um das Stoffstrommanagement für erneuerbare Energietechnologien in Zukunft nachhaltig, koordiniert und so effizient wie möglich sicherzustellen, erscheint es notwendig, dezentrale Rohstoffdrehscheiben zu implementieren. Aus diesem gemeinsamen Rohstoffmanagement gehen optimale Synergien hervor, die sich in multifunktionalen Energiezentren in einer Kostenreduktion widerspiegeln werden.

Die Logistikkette fehlt im Wesentlichen in 4 Bereichen:

- Rohstofflogistik für Biogas (Input)
- Biogas-Gülle-Logistik, z.B. eine Biogasbörse
- Ölsaaten-Logistik
- Holz-Logistik; die Holz-Logistik ist hier bereits am weitesten gediehen. Biomassehöfe, Hackgutlieferungspumpe und weitere Entwicklungen sind in Umsetzung.

Logistik verfolgt die allgemeinen Ziele der Warensicherstellung, quantitativ und qualitativ in einem zeitlichen Rahmen. Die Sicherstellung von Inputströmen für NAWARO-Anlagen aber auch die Sicherstellung der Outputströme ist das oberste Ziel von Rohstoffdrehscheiben. Die Zusammenfassung regionaler Energiemittel in mehreren dezentralen Lagern, die Distributionskette mit möglichst kurzen Transportstrecken und die Schaffung von Folgeeffekten, wie Arbeitsplatzsicherung im landwirtschaftlichen Sektor, sind die Hauptargumente für diese Überlegungen.

Bei rohstoffgeführten Energietechnologien sind die Transportkosten ein wirtschaftliches Entscheidungskriterium. Die Energiedichte der Biomasse ist geringer als die der fossilen Energieträger, wodurch die Einzugsbereiche der Rohstoffe limitiert sind. Daher ist für die regionale Wertschöpfung die Schaffung kleinräumiger Versorgungsketten nötig.

Energieträger	Energieinhalt
Heizöl	11,40 kWh/kg
Flüssiggas Propan (kg)	12,9 kWh/kg
1 kg Steinkohle	8,06 kWh/kg
1 kg Braunkohle	4,17 kWh/kg
Stroh (W = 15 %)	3,6 – 4 kWh/kg
Getreide	4,20 - 4,80 kWh/kg
Ölsaaten	6,50 - 7,00 kWh/kg
Presskuchen	6,50 kWh/kg
Rapskörner (Öl- und Faseranteil)	6,8 kWh/kg
Energieholz/HS	4,3 kWh/kg
Hackgut	3,4 kWh/kg
1 kg Holz-Pellets	5,00 kWh/kg
Klärgas	6,0 - 7,0 kWh/m ³
Biogas aus landwirt. Reststoffen	5,5 - 7,5 kWh/m ³
Deponiegas	5,0 - 6,0 kWh/m ³
Rapsöl	10,0 kWh/kg
RME (Rapsmethylester)	10,3 kWh/kg

Tabelle 30: Energiedichten unterschiedlicher Energieträger im Vergleich (Q: Agraplus)

Diese Tabelle zeigt die deutlich höheren Energieinhalte der fossilen Brennstoffe im Vergleich zu den NAWAROS.

Aufgrund der geringen Dichten und Energiedichten einiger NAWAROS, vor allem bei Stroh, sind diese Energieträger für Transportstrecken über 30 km für den Einsatz in NAWARO-Anlagen bereits wirtschaftlich unrentabel. Die Komprimierung dieser Rohstoffe ist gerade für den Transport ein wesentlicher wirtschaftlicher Ansatz.

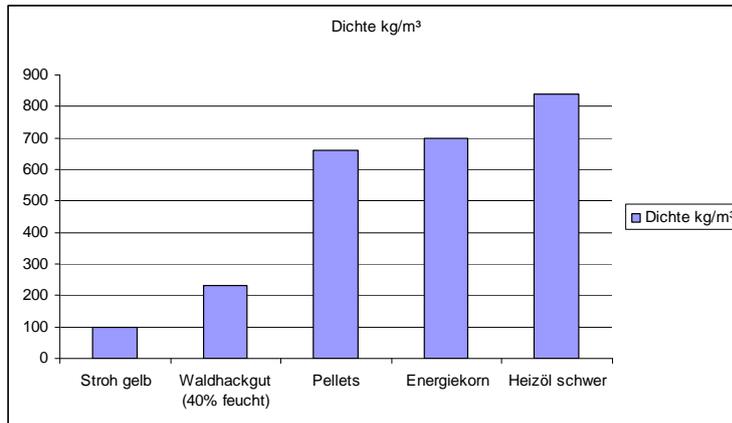


Abbildung 40: Dichtevergleich unterschiedlicher Energieträger

Berücksichtigt man die Transportdichten, so entsprechen 30 km Traktortransport von Stroh oder 150 km Transport von Holz auf der Straße oder 2.500 km Öltransport auf Schiff oder in Pipeline 1 % der transportierten Energie (M. Narodoslowsky, 2008).

Speziell in der land- und forstwirtschaftlich geprägten Region Oststeiermark spielt eine enge Verschaltung der lokalen Produzenten eine entscheidende Rolle in der Wirtschaftlichkeit von multifunktionalen Energiezentren. Deshalb ist neben der garantierten Verfügbarkeit der Ressourcen vor allem die Optimierung der regionalen Versorgungsketten essentiell. Dafür ist allerdings eine sektorenübergreifende Kooperation verschiedener Akteure erforderlich. Die Rohstofflogistik am Biomassesektor ist eine künftige Herausforderung, da aufgrund der geringen Energiedichte/ Volumeneinheit Transportstrecken überregional ineffizient und unwirtschaftlich sind.

Anhang B: Standortbeschreibung

Im Folgenden werden die einzelnen Standorte, welche im Rahmen von KOMEOS für die Etablierung eines multifunktionalen Energiezentrums untersucht wurden, beschrieben.

In diesem Kontext wird insbesondere auf die bereits bestehende Infrastruktur an den einzelnen Orten eingegangen, sowie die generelle Charakteristik dieses Standorts (die lokalen Akteure, Optionen für die Zukunft, Stärken/ Schwächen etc.) beschrieben.

1) Standort St. Margarethen/ Raab

Ressourcenverfügbarkeit/ Landwirtschaftliche Ausgangssituation

Die Biogasanlage St. Margarethen a.d. Raab befindet sich im Maisanbaugürtel des Raabtales. Im Umkreis von nur wenigen Kilometern liegen mehrere hundert Hektar landwirtschaftlicher Ackerflächen (v.a. Mais). Schweinezucht und Schweinemast ist in dieser Region, neben Maisanbau die Haupterwerbstätigkeit der Landwirte.

Produktionstechnische Fragen wie Standweite, Erntetermin, Sortenwahl (v.a. bei Mais), und Düngung, aber auch die Gestaltung einer „Energiefruchtfolge“ sind derzeit Inhalt **zahlreicher Forschungsprojekte**. Mais ist aufgrund seiner hohen Ertragsfähigkeit, der bewährten Produktionstechnik und der relativ einfachen Konservierbarkeit ideal für die Verwertung in Biogasanlagen und anderen Feldfrüchten bislang deutlich überlegen. Ein Hauptkriterium für die Auswahl eines nachwachsenden Rohstoffs für die Nutzung in einer Biogasanlage ist, neben den Kosten der Produktion, der Methanhektarertrag.

Traditionell wird in der Oststeiermark schon seit vielen Jahrzehnten Mais angebaut, dementsprechend ist auch das Know-how und die Infrastruktur bestens ausgebaut.

Zahlreiche Forschungsprojekte haben sich in der Vergangenheit mit Mais beschäftigt, weshalb diese Energiepflanze als sehr gut erforscht gilt.

Durch die **intensiven Forschungsaktivitäten** hinsichtlich produktionstechnischer Fragestellungen konnten in letzter Zeit höhere Hektarerträge für Feldfrüchte, wie z.B. Mais, erzielt werden.

Auf Grund der klimatischen Gunstlage des Raabtales bieten sich v.a. für den Maisanbau nahezu ideale Bedingungen. Frischmasseerträge von über 70 Tonnen pro Hektar sind durchaus üblich, in guten Erntejahren sind auch 80 Tonnen möglich.

Durch die intensive Schweinehaltung und Gunstlage für Ackerbau bieten sich auch für Biogasanlagen im Raabtal gute Standortvoraussetzungen hinsichtlich der Ressourcenverfügbarkeit. Nicht zuletzt befinden sich entlang des Raabtales einige weitere Biogasanlagen, welche primär mit Maissilage und Schweinegülle betrieben werden. Darüber hinaus sind die beiden pol. Bezirke Feldbach und Radkersburg (Steirisches Vulkanland), jene Region mit der Österreich weit höchsten Biogasanlagendichte. Das Steirische Vulkanland im Südosten der Steiermark ist ein Zusammenschluss von Gemeinden der beiden politischen Bezirke Radkersburg und Feldbach, die eine gemeinsame

Regionalentwicklung betreiben. In dieser Region leben auf einer Gesamtfläche von 106.000 ha etwa 95.000 Menschen.

Die landwirtschaftliche Struktur der Region ist geprägt durch intensive Schweinezucht (ca. 440.000 Schweine) und v.a. Maisanbau. 39.000 ha sind als Ackerflächen deklariert, davon sind etwa 2.200 ha Stilllegungsflächen. Je Biogasanlage stehen somit etwa 3.000 ha Ackerflächen (bzw. 169 ha Stilllegungsfläche) zur Verfügung. Das Gesamtbio­gaspotenzial des Steirischen Vulkanlandes beträgt 447.800 MWh/a¹².

13 Biogasanlagen mit einer gesamt installierten elektrischen Leistung von ca. 6 MW (die durchschnittliche Anlagengröße beträgt im Steirischen Vulkanland 461 kW_{el}.) befinden sich im Steirischen Vulkanland. Die Biogasanlage St. Margarethen befindet sich im Bezirk Weiz, am Rande des Steirischen Vulkanlandes.

Beschreibung der Infrastruktur

Das technische Konzept der 500 kW_{el} Biogasanlage beinhaltet die Implementierung einer automatisierten Substrataufbereitungs- und Substrataufgabereinheit, als auch einen Fermenter, welcher nach dem Hydrojet-Funktionsprinzip der Firma Ostendorf Biogasanlagen GmbH arbeitet. Diese innovativen Elemente werden erstmalig in die Praxis umgesetzt, wobei der Gärprozess durch ein zweijähriges Monitoring von der TU Graz beaufsichtigt wird. Zu den Zielsetzungen des Pilotprojekts gehören die Optimierung der Biogasausbeute, die Risikominimierung hinsichtlich des Prozessverhaltens als auch die Verbesserung der Anlagenleistung.

Die Gärsubstrate Maissilage und Schweinegülle werden in die Vorgrube (700 m³) gebracht, im darauf folgenden Anmischbehälter vermengt, vorgewärmt und **flüssig** in den ersten Fermenter (Füllvolumen 2.350 m³) **einggebracht**.

Die Maissilage (ca. 3300 Tonnen Trockenmasse) wird aus landwirtschaftlichen Kooperationsbetrieben aus einem Umkreis von 4 km zugekauft und an der Biogasanlage in einem Fahrsilo gelagert. Die Schweinegülle (ca. 5.000 m³) wird aus einem Umkreis von durchschnittlich 2 km mittels Traktor und Gülle­fass zur Anlage transportiert.

Zur Durchmischung der Gärprodukte werden im ersten Fermenter Bodendüsen aktiviert, der zweite Fermenter (Füllvolumen 2.350 m³) ist mit einem Paddelrührwerk ausgestattet.

Nach etwa 30 Tagen wird das Substrat vom ersten Fermenter über eine Pumpstation in den zweiten Fermenter befördert, die Fermentationszeit beträgt wiederum 30 Tage. Es befinden sich zwei Gashauben (zu je 2.500 m³) über den in Serie betriebenen Fermentern. Der Gärrest (Fermentationsrückstand) wird mit einer Pumpe in das offene Endlager befördert.

Der Fermentationsrückstand wird als wertvoller Dünger wieder auf den umliegenden landwirtschaftlichen Flächen (ca. 250 ha) ausgebracht.

Der produzierte Strom (ca. 3.800 MWh/a) wird zur Gänze in das Netz des Energieversorgungsunternehmens Eicher eingespeist.

¹² Biogaspotenzialstudie Steiermark (LandesEnergieVerein Steiermark, 01/2006)

Auf dem Standort der Biogasanlage befindet sich neben der Biogasanlage auch noch ein kleines Biomasseheizwerk (Biomassekessel KWB 150 kW th) der Firma HESTIA GmbH. Überschusswärme (ca. 600 kW th) aus der Biogasanlage wird über einen 6.000 Liter fassenden Pufferspeicher in das Nahwärmenetz des Biomasseheizwerks eingespeist. Das Nahwärmenetz verfügt über eine Gesamtanschlussleistung von 280 kW th.

Durch die derzeitige Anschlussleistung des Nahwärmenetzes kann nur ein geringer Teil der zur Verfügung stehenden Abwärme aus der Biogasanlage in das Nahwärmenetz eingespeist werden.

Details zu der bestehenden Biogasanlage St. Margarethen/ Raab

Jahr der Inbetriebnahme	Juni 2004
Gesellschaftsform	GmbH & Co KG
Gasertrag (Biogas)	280 m ³ /h, = 2.420 km ³ /a
Investitionskosten gesamt	2 Mio. € (inkl. Technik- Traktor, Hänger...) 1,7 Mio. € Anlagenkosten

Gärsubstrate

Gülle (Schweine), <4 % TS	5.000 m ³ /a, (15-20 Tonnen/ d), keine nennenswerten jahreszeitlichen Schwankungen! wird aus einer Entfernung von etwa 2 km mit Traktor (18 m ³ Güllefass zutransportiert
Gülle (Schweine) - Kosten	Keine Kosten (da im Gegenfuhrprinzip Gülle hin transportiert wird und Gärrest abgeholt wird)
Maissilage, durchschnittlich 29%TS (23-38 %TS), 24-26 Tonnen TS/ha	3.120-3.400 Tonnen TS/a (wird aus einem Umkreis von max. 4 km zugekauft, Durchschnitt: 2 km), keine nennenswerten jahreszeitlichen Schwankungen, da der Ganzjahresbedarf im Silo gelagert ist!
Maissilage - Kosten	€ 54,--/Tonne TS (2006), ohne UST, Lieferung frei Silo für 2007 sind Kosten in der Höhe von €70,--/Tonne TS , ohne UST
dungbare Flächen (Ausbringung des Gärrestes) gesamt	~250 ha → Güllelieferverträge mit Anbauflächen Kosten für Gülle + Transport (max. 3 km Transportweg): € 2,4 /m ³ <u>Anmerkung:</u> Wenn Gärrest von Landwirten auf eigene Kosten abgeholt wird, werden keine Gülle-Kosten verrechnet!

Energieverwertung/ KWK:

thermische Nennleistung	max. 625 kW
erzeugte thermische Energie	derzeit: ca. 300 kW th (ohne Abgas WT), Abgas WT für 2007 geplant (zus. 300 kW th)
Wärmenutzung	Eigenbedarf der Anlage (im Durchschnitt 60 kW (ca. 8 Monate) ~150 kW, bei <0°C Außentemp., max. 12 Std. Tag

(Eigenwärmebedarf):	(6 Monate),
Pufferspeicher (6.000 Liter vorhanden)	= 320-350 MWh/a (= 14 % der derzeit prod. Wärmeenergie); keine Erlöse für die Eigenwärmenutzung
Wärmenutzung (Verkauf extern):	<u>Derzeit in Betrieb:</u>
Fernwärmesystem Biogasabwärme - Biomasse St. Margarethen a.d. Raab (HESTIA GmbH)	Kesselanlage: 150 kW Hackschnitzel-Spitzenlastkessel (Standort: Biogasanlage), + Abwärme aus der Biogasanlage (max. 600 kW) Nahwärmenetz, ca. 500 lfm. Trasse, Anschlussleistung ca. 280 kW (220 kW, 35 kW, 25 kW) Wärmeverkaufskosten: 1,5-2,0 Cent/kWh (ohne Betrieb des Wärmeverteilnetzes!)
Pufferspeicher (6.000 Liter vorhanden)	<u>In Zukunft geplant:</u> Innerhalb von 2 Jahren (Gesamt 400 kW th)Endausbau: Gesamt 800 kW th
elektrische Nennleistung des Aggregates	500 kW, tatsächlich im Durchschnitt 450 kWel (2006)
erzeugte elektrische Energie	~3.800 MWh/a
jährlicher Stromverbrauch der Biogasanlage	Derzeit ~10-12 % der elektr. Energie, (sehr intensiv aufgrund Aufbereitung), = 380-450 MWh/a
jährliche Stromlieferung an EVU	100 %, Eigenbedarf wird wieder vom EVU zurückgekauft
Einspeisetarif elektrischer Strom	14,50 Cent/kWh (Ökostromgesetz 2003), 13 Jahre garantiert

Weitere Eckdaten zur Biogasanlage

3 Kammer-Fahrsilo	gesamt: 10.000 m ³
Fermenter	2.350 m ³
Nachfermenter	2.350 m ³
Vorgrube	700 m ³
2 Gashauben	je 2.500 m ³
Verweildauer im Fermenter	~30 Tg. je Fermenter, = 60 Tg. gesamt
Gärtemperatur	38°C
Durchschnittlicher Arbeitsaufwand pro Tag	derzeit ~6h
Dungbare Flächen	250 ha

Bestehende Strukturen und Wertschöpfung

Die Biogasanlage wurde von der Betreibergesellschaft ursprünglich aus rein betriebswirtschaftlichen Überlegungen vorrangig für die Produktion von elektrischem Strom ausgelegt. Der Ökostromeinspeisetarif beträgt 14,5 Cent/ kWh.

Für die eingespeiste Wärmeenergie erzielt die Biogasanlage einen Erlös von 1,5-2,0 Cent/ kWh. Der Biogasanlagenbetreiber trägt keine Kosten für den Betrieb der Fernwärmeleitung, dadurch ist der oben angeführte Wärmeverkaufstarif begründet.

Die Kosten nur für das Biogas selbst, vor (Konversionstechnologie) liegen separat nicht vor und können für das Projekt nur geschätzt werden. Zur Abschätzung des Biogaswertes wird folgende Methode angewandt:

Aus der Umwandlung des Biogases mittels KWK zu elektrischem Strom und Wärme entsteht eine theoretisch mögliche Wertschöpfung für das erzeugte Biogas.

Dazu werden folgende Annahmen getroffen:

- ✓ Heizwert Biogas: 6,5 kWh/Nm³ Biogas
- ✓ Stromproduktion: 2,0 kWh /Nm³ Biogas, 14,5 Cent/ kWh_{el}
- ✓ Wärme (Abwärme): 2,5 kWh/ Nm³ Biogas, 2,0 Cent/ kWh_{th}

Abgeleitet aus den getroffenen Annahmen ergeben sich folgende Berechnungsergebnisse:

Wertschöpfung aus der Stromproduktion: 29 Cent/ Nm³ Biogas

Wertschöpfung aus der Wärmeproduktion: 5 Cent/ Nm³ Biogas

Ergebnis: Für die konkrete 500 kW_{el} Biogasanlage (Mais und Gülle) entsteht eine Wertschöpfung von insgesamt 34 Cent/ Nm³ Biogas.

Stärken/ Schwächen des Standortes

Die Produktion von Ökostrom und garantierte Verwertungsmöglichkeit durch die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz ist eine attraktive Alternative für die Landwirtschaft.

Durch die Nähe des Standortes der Biogasanlage zur Nahwärme besteht eine gute Möglichkeit zur Verwertung der anfallenden Abwärme. Allerdings ist die derzeitige Netzanschlussleistung des Nahwärmenetzes (280 kW) deutlich kleiner als die verfügbare Abwärme aus der Biogasanlage (600 kW). Diese verfügbare Wärmeleistung steht außerdem quasi rund um die Uhr, 365 Tage pro Jahr, zur Verfügung. Der Betrieb einer Nahwärmanlage verfügt bekannterweise nur in dem Wintertagen über einen entsprechenden Bedarf, weshalb die Versorgung der Nahwärmanlage mit der Abwärme aus Biogas bestenfalls nur einen Teil der verfügbaren Wärmenergie nutzen kann. Eine zusätzliche oder andere Wärmenutzung ist aus ökologischer und auch ökonomischer Sicht jedenfalls erforderlich.

Da die Biogasanlage St. Margarethen im Wesentlichen mit Maissilage (Ganzpflanzensilage) betrieben wird, besteht eine sehr starke betriebswirtschaftliche Abhängigkeit von aktuellen Nahrungsmittelpreisen. Wie die massive Preiserhöhung der Nahrungsmittelpreise in den letzten beiden Jahren gezeigt hat, sind die rohstoffabhängigen Ausgaben für Biogasanlagen teilweise Existenz bedrohend. V.a. jene Biogasanlage, welche Maissilage fast zur Gänze zukaufen müssen, sind von dieser Preissituation besonders betroffen.

Andererseits bestehen ethnische Bedenken durch die Vergärung von am Weltmarkt stark nachgefragten Lebensmitteln (wie z.B. Mais).

Bezüglich der Zubringung der Rohstoffe zur Biogasanlage besteht auf diesem Standort eine günstige Situation durch die Lage am Ortsrand in direkter Nähe zur Bundesstraße und am Rand des Industriegebietes der Gemeinde St. Margarethen.

Als besonders günstig erweist sich auch die direkte Nähe zur Firma KWB Biomasseheizungen mit seinem Biomasse Kompetenz- und Forschungszentrum. Zahlreiche Synergien könnten sich durch eine intensive Zusammenarbeit der beiden Firmen ergeben.

Lokale Akteure

Wie bereits oben beschrieben, ist die Biogasanlage mit einer kleinen Biomasseheizung der landwirtschaftlichen Betreibergruppe HESTIA GmbH über eine Wärmeauskopplung verbunden. Die Firma HESTIA betreibt in der Gemeinde St. Margarethen noch weitere kleine Biomasse Nahwärmenetze. Die Gemeinde St. Margarethen a.d. Raab, vertreten durch den Bürgermeister, zählt zu jenen steirischen Gemeinden, welche im Bereich Innovationen, und speziell bei der Nutzung Erneuerbarer Energie, immer eine Vorreiterrolle einnehmen.

Durch die Firma KWB Biomasseheizungen verfügt die Gemeinde über ein international sehr erfolgreiches Unternehmen und ist für die Region einer der wichtigsten Arbeitgeber. Die Firma KWB befindet sich in direkter Nähe zur Biogasanlage St. Margarethen.

Optionen für die Zukunft

Die Landwirtschaft verfügt über das deutlich größte Potenzial an energetisch nutzbarer Biomasse. Daher wird der Anbau von Energiepflanzen eine immer wichtigere Rolle erlangen.

Da Pflanzen in Biogasanlagen aber erst seit den letzten Jahren verwertet werden, beginnt jetzt auch die Forschung und Entwicklung der Saatzuchtfirmen mit der Züchtung von weiteren Energiepflanzen für Biogasanlagen.

Kulturarten, welche bislang vorwiegend für die menschliche Ernährung und Tierfutter gezüchtet wurden, werden zunehmend zur Biogaserzeugung genutzt. Die Biogaserzeugung stellt andere Anforderungen an die Qualität und Zusammensetzung der Pflanzen. Generell eignen sich für die Biogasproduktion alle pflanzlichen Ausgangsstoffe mit geringem Verholzungsgrad und Pflanzen welche viel Trockenmasse bilden, wie beispielsweise: Grünschnitt, Klee, Luzerne, Sonnenblume, Sudangras, Mais und Getreideganzpflanzen.

Die Entwicklung von vielfältigen Fruchtfolgesystemen kann dabei die Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln sicherstellen. Gleichzeitig kann eine optimale Stoff- und Energieproduktion pro Flächeneinheit erreicht werden. Darüber hinaus wird die Erhaltung, Förderung und die Nutzung vielfältiger Kulturlandschaften berücksichtigt.

Vor allem für Landwirte, die an Begrünungsmaßnahmen im Rahmen des ÖPUL¹³ teilnehmen und nachwachsende Rohstoffe für die Biogasproduktion produzieren, ist es nahe liegend, Zwischenfrüchte mit einem möglichst hohen Biomassebildungsvermögen anzubauen (z.B. der Anbau von Winterroggen vor Mais). Derzeit bleiben Flächen nach der Ernte der Hauptfrucht oftmals unbestellt.

Durch eine nachhaltige Fruchtfolge wird aber auch der Boden „entlastet“ und die Monokultur einer speziellen Energiepflanze vermieden. Durch einen Fruchtfolgewechsel verbessern sich auch die Bodeneigenschaften, beispielsweise die Durchlüftung, Nährstoffverfügbarkeit, als

¹³ ÖPUL-Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft

auch die Beständigkeit gegen Erosion. Entwicklungspotential besteht – vor allem in den intensiven Maisanbaugebieten – in der Entwicklung von geeigneten Fruchtfolgen, um beispielsweise Fruchtfolgeschädlinge zu vermeiden.

Eine interessante Möglichkeit Substrate für Biogasanlagen in der Landwirtschaft zu produzieren, ist der **Anbau von Mischkulturen**. Mit dem gemeinsamen Anbau von beispielsweise Sonnenblumen und Erbsen, Sonnenblumen und Wicken, oder Erbsen und Leindotter können „zwei Fliegen auf einen Streich“ gefasst werden: Anbau einer Ackerfrucht (z.B. Erbsen), bei gleichzeitigem Anbau einer Ölpflanze (z.B. Leindotter). Je Hektar können so etwa 2.000 kg Erbsen und 1.000 kg Leindotter geerntet werden. Der Rückstand aus der Pflanzenölgewinnung kann als Leindotterpresskuchen in die Biogasanlage als wertvoller Rohstoff eingebracht werden¹⁴.

Auch der Energiepflanzenanbau in einem **Zweikulturen-Nutzungssystem**, wie derzeit in Deutschland in Erprobung, bietet große Chancen. Auf Basis des Anbaus winterfester Pflanzen im Herbst, der Ernte der nicht ausgereiften Pflanzen zwischen Mai und Juni, dem direkten Nachbau von Wärme liebenden Kulturarten und deren Ernte im Herbst, werden bis jetzt noch nicht da gewesene Erträge erzielt. Nebenbei werden auch keine Pestizide benötigt. Durch dieses spezielle Anbaukonzept und geeignete Konservierung sind jährliche Ernteerträge an Trockenmasse, bei ausreichenden Niederschlägen und guter Bodenqualität, um bis zu 50 % höher als beim konventionellen Anbau von Energiepflanzen wie Triticale. Ernteerträge auf Versuchsfeldern in Deutschland liegen bei 20-28 Tonnen Trockenmasse je Hektar¹⁵.

Das derzeit an die Biogasanlage gekoppelte Nahwärmenetz soll in den nächsten Jahren in einzelnen Ausbaustufen auf eine gesamt installierte Anschlussleistung von etwa 800 kW th ausgebaut werden.

¹⁴ AKREMI Arge Kreislaufwirtschaften mit Mischkulturen [B. Birnstingl]

¹⁵ Universität Kassel [Prof.Dr. Konrad Scheffer]

2) Standort Gemeinde Gnas und Fa. Franz Pock GmbH

Die Gemeinde Gnas, mit dem gleichnamigen Markt als Gemeindezentrum, liegt 40 km südöstlich der Murmetropole Graz, im oststeirischen Hügelland auf ca. 280 m Seehöhe. Die rund 1.900 EinwohnerInnen bewohnen und bewirtschaften eine Fläche von 1.584 ha. Inmitten des Vulkanlandes, eingebettet in eine Landschaft der sanften Hügel, schattigen Wälder und fruchtbarer Felder ist die Gnaser Region der Inbegriff einer vielfältigen Landschaft im Südosten Österreichs.



Der Markt Gnas selbst ist ein reges Zentrum mit einem reichhaltigen Angebot an Einkaufsmöglichkeiten, einer kräftigen Regionalwirtschaft, einem lebhaften Kulturleben und vielfältigen Freizeitangebot.

Ressourcenverfügbarkeit und landwirtschaftliche Ausgangssituation

Gnas und seine Umfeldgemeinden (diese werden als Kleinregion Gnas bezeichnet) haben eine typische Flächenverteilung für das agrarisch orientierte Vulkanland. Die Tabelle zeigt die heutige Flächenausstattung, sowie eine Prognose für das Jahr 2025 (konservative Nutzungsänderung). Diese wurde unter der Annahme erstellt, dass zu diesem Zeitpunkt ein Großteil der Energieträger und Rohstoffe (NAWARO) regional gewonnen, verarbeitet und genutzt werden. Das hat einen vermehrten Mischkulturanbau (Getreide, Erbsen) und eine Reduktion der Körnermaisflächen zur Folge. Der Rapsanbau wird leicht verstärkt und vor allem werden fast alle Agrarreststoffe weiterverarbeitet. Die Berechnung der Flächenverschiebungen wurde auf Basis des Projektes „Landwirtschaft 2020“ und den örtlichen Flächenverhältnissen vorgenommen.



Kleinregion Gnas	Jahr 2005	Prognose 2025
konventionelle Getreidearten	8 %	7 %
Getreide in Mischkulturen	0 %	11 %
Körnermais	15 %	0 %

Silomais	10 %	8 %
Erbsen in Mischkulturen	0 %	5 %
Ölkürbis	2 %	2 %
Raps	0,1 %	1 %
Sojabohnen und Sonnenblumen	0,2 %	0,2 %
Grünland	14 %	14 %
Obst- & Weinbau	3 %	3 %
Waldfläche	40 %	41 %
Bauten/Verkehr/Gewässer..	7 %	8 %

Die Kleinregion Gnas hat in Summe 6.720 EinwohnerInnen und eine Fläche von 85,8 km². Das ist ungefähr auch jene Fläche und Ressourcenmenge, die dem kleinregionalen Verarbeitungszentrum zur Verfügung stehen würde.

Beschreibung der Infrastruktur vor Ort

Kommt man von Norden her nach Gnas, durchfährt man ein kleines Industrie- und Gewerbegebiet, in dem ca. ein Dutzend unterschiedlicher Unternehmen (KMU) angesiedelt sind: von der Tankstelle und dem Supermarkt (Handel), bis zum Tischler, Steinmetz und Baumeister (Industrie & Gewerbe) aber auch Verarbeiter von Futter- und Nahrungsmitteln. Es ist das in der Kleinregion Gnas am stärksten ausgeprägte Gewerbegebiet, auf dem jedoch bis dato keine Aktivitäten zur Unternehmensvernetzung oder gemeinsamen Energieversorgung gestartet wurden.

In dieser Agglomeration haben ca. 4 Unternehmen Betriebsgebäude mit einer Fläche über 1.000 m². Energie wird auf unterschiedliche Weise benötigt: von normaler Raumwärme & Warmwasser, über Trocknung, Mischwasservorwärmung und Treibstoff für den Fuhrpark bis zum Strom für diverse Anwendungen (Beleuchtung, Mischer, Maschinen, Pressen, u.Ä.).

Lokale Akteure – bestehende Strukturen und gegenwärtige Wertschöpfung

Anlass zur Aufnahme des Standortes für die Anwendung eines multifunktionalen Energiezentrums waren einerseits die hohen Treibstoffkosten der Fa. Pock GmbH sowie eine regionale Initiative zur Erzeugung von Brennstoffpellets (rund um die Landwirtschaft Urban).

Die **Pock Franz GmbH** hat am Standort fünf Gewerke angemeldet: Baumeister, Dachdeckerei, Spenglerei, Zimmerei und Baumarkt (Handel). Die Kontaktdaten der Firma sind:

Burgfried 145, 8342 Gnas

Telefon: 03151-82 21-0; Fax: 03151-8221-34

E-Mail: office@pockbau.at; Web: <http://www.pockdach.at>

Im Jahre 1969 meldeten Franz & Berta Pock den Baustoff- und Landesprodukthandel mit Sitz im Hof ihres Gasthauses an, zu dem 2 Jahre danach, im Jahre 1972, eine Dachdeckerei und Spenglerei dazukamen. Dieses erste Firmengebäude ist heute vermietet und dient einer Bank als Geschäftslokal, sowie der Gendarmerie als Büro. Aufgrund der beschränkten Aus- und Zubaumöglichkeiten übersiedelte der Geschäftssitz der Firma Pock GmbH im Jahre 1988 nach Burgfried 145 und beschäftigt derzeit 66 Mitarbeiter am Standort. Zusätzlich wurden seit 1993 zwei Filialen (in der Nähe von Graz und Ilz) aufgebaut.



Durch das 1998 fertig gestellte Transportbetonwerk und die Mischanlage kann die Firma Pock auch jede gewünschte Betonqualität rund um die Uhr aus dem eigenen Haus liefern. Die Flotte von über 50 Eigenfahrzeugen garantiert absolute Lieferpünktlichkeit – auch in geringen Mengen.

Seit 2001 zählen zur Firma Pock auch 10 kleinere Kieswerke, in denen jährlich 1,5 Mio. Tonnen Kies abgebaut und klassiert werden. Im Jahr 2005 wurde die Abbundhalle fertig gestellt und in Betrieb genommen. Und im Jahr 2006 die Nagelplattenpresse am selben Standort. Damit können diverse Fertigteile vorgeformt und hergestellt werden. Durch dieses breite Angebot ist die Fa. Pock heute in der Lage, Fertigteilhäuser fast zur Gänze selber herzustellen.



Zum Fuhrpark zählen derzeit:

- 5 LKW-Züge mit Kränen von 14 m bis 30 m
- 4 LKW-Züge; 32 Klein-LKW
- 11 LKW-Betonmischwagen

Die Geschäftsführung besteht aus dem Firmenchef Herrn Manfred Pock und Herrn Alois Hütter, wobei die Filialen auch jeweils durch einen Filialleiter betreut werden. Die Firma gliedert sich auf in die 4 Hauptbereiche

- Dachdeckerei, Spenglerei, Baugewerbe und Transportbeton,
- sowie in die Unterbereiche: Transporte, Baumarkt (Baustoffe, Landesprodukte) und Fertighäuser.

Insbesondere der Bau von Fertighäusern hat in den letzten Jahren zugenommen, weil sich die Fa. Pock als verlässlicher Partner für Wohnerlebnis zu einem fairen Preis bei bester Qualitäts- und Fertigstellungsgarantie etabliert hat. Es wird zeitgemäße Wohnqualität für die moderne Jungfamilie, praktische und moderne Wohnlösungen, die auch optisch dem aktuellen Trend entsprechen, in drei verschiedenen Ausbaustufen angeboten.



Die Vorteile, die die Fa. Pock unter ihrem Dach vereint, sind für Bauträger:

- Qualitätsmanagement & -garantie
- Fairer Preis
- Niedrigenergiebauweise
- Geringere Heizkosten
- Persönliche Planung
- Flexibel bei späterem Aus- und Umbau
- erfahrene Mitarbeiter
- optimale Wärmedämmung
- hochwertige Bauausführung
- moderne Fertigungstechnik
- energiesparend und umweltfreundlich
- Qualitätsprodukt

Der zweite wesentliche, potenzielle Partner für den multifunktionalen Standort ist die Familie Urban. Die **Vollerwerbs-Landwirtschaft Anton Urban** in 8324 Oberstorcha 30 (Tel. 03115-2583) erwirtschaftet heute im Ackerbau die Haupteinkünfte, möchte jedoch auch die derzeit minderwertig genutzten Forstflächen in Zukunft veredeln. Ausgelöst durch den starken Preisanstieg der Holzpellets im Jahre 2006/2007 beschäftigte sich die Betriebsführung intensiv mit der Frage einer eigenen integrierten Produktion.

Die Idee ist, verschiedene Pelletqualitäten am Standort aus Holz & Agrarreststoffen zu produzieren. Dabei sollen vor allem Maisspindeln aus der Körnermaisproduktion, sowie untergeordnet Landschaftspflegeheu und Miscanthus (seit 15 Jahren hat die Familie Urban Anbauerfahrung mit Miscanthus vor Ort) in den Großpellets eingesetzt werden. Für Kleinkunden sollen dann hochqualitative Holzpellets produziert und teilweise auch abgesackt werden. Die Kombination dieser „Vulkanlandpellets“-Produktion mit dem Standort in Gnas, Burgfried, ergibt direkte Synergien.

Stärken/ Schwächen des Standorts – Optionen für die Zukunft

Die bedeutendste Schwäche des Standortes ist die Inhomogenität der Betriebe und deren fehlende Vernetzung. Die Themen „eigene Energie und Rohstoffe“ am Standort zu

kommunizieren, ins Bewusstsein zu bringen und erste gemeinsame Lösungen zu suchen, (die ein ordentliches Expansionspotenzial bieten) wird nur über einen langfristigen Prozess mit den Führungspersonen der ansässigen Firmen erzielt werden können.

Die Stärken des Standortes und die gute Eignung für ein multifunktionales Energiezentrum beruhen auf der hohen Dichte an gewerblich-industriellen Betrieben, der Bereitschaft erster Akteure neue Wege im hohen Energieverbrauch und in der zentralen Lage für den Bezug agrarischer Rohstoffe zu suchen.

Nach ersten groben Auslegungen besteht folgender Energiebedarf bei den untersuchten Unternehmen, wobei teilweise auch der saisonale Schwerpunkt angegeben ist, da dies für die Auslegung entscheidend ist.

Franz Pock GmbH	kWh/a	saisonaler Schwerpunkt
Wärmebedarf, Warmwasser	224.000	Nov.-Apr.
Mischwasser	83.000	März; Okt.-Nov.
Strombedarf gesamt	1.590.000	Apr.-Nov.
Treibstoff: derzeit Diesel	3.100.000	März-Nov.

Das Unternehmen Pock ist insbesondere durch den hohen Treibstoffbedarf und Stromverbrauch charakterisiert. Die Wärmelasten sind dagegen gering und werden zudem in einer anderen Saison benötigt. Daher ist die Pelletproduktion eine ideale Ergänzung, die hohe Wärmelasten und eine durchgängige Produktion über das Jahr verlangt.

Vulkanlandpellets Urban	kWh/a	Verbraucher
Strombedarf	48.000	Basislast, Grundversorgung
mechanische Energie	915.000	Hacker
mechanische Energie	1.380.000	Pressen, Pelletierung
Treibstoff: Biogas oder Pflanzenöl	1.540.000	Logistik, inkl. Zulieferung
Wärme	10.080.000	Trockner

Die hier in ihren Energieverbräuchen charakterisierte Herstellung ergibt ca. 23.000 Jahrestonnen (= t/a) Produkt an Misch-/Pellets mit 10 % Trockensubstanz (TS). Dazu werden folgende Rohstoffmengen aus der Region benötigt:

Rohstoff (Frischsubstanz „FS“)	t/a
Holz (FS)	25.103
Maisspindeln, Miscanthus (FS)	12.162
Mais bzw. Stärketräger	2.300
Ölpflanzensaat bzw. Pressreste	338



Die Ernte von Maisspindeln erfolgt direkt am Feld beim Drusch von Körnermais. Es wird ein Ertrag von ca. 4,7 t TS pro ha Spindelmenge erzielt, bei einem unzerkleinerten Lager-Volumen von 29,31 m³/ha. Die Spindeln können frei Trockenanlage zu einem Preis von ca. 33,90 €/t TS geliefert werden, was einen Zusatzertrag für den Landwirt von 159 €/ha bedeutet. Gleichzeitig werden durch den Zusatz von Miscanthus (Hohertragsbiomasse) und Agrarreststoffen (Maisspindeln, Landschaftspflegeheu) die Produktionskosten reduziert, um die Pellets gegenüber den aus Sägenebenprodukten produzierten, konkurrenzfähig zu halten (vgl. die Anlagen bei den großen Sägeindustrien).

3) Gemeinden Friedberg und Pinggau

Die Stadt Friedberg liegt an den sonnigen Südhängen des Wechselgebirges in einer Seehöhe von 600 m. Die rund 2630 Einwohner/innen bewohnen und bewirtschaften eine Fläche von 2580 ha. Die planmäßig angelegte Innenstadt mit der markanten Stadtpfarrkirche liegt auf einem Hangrücken und ist schon von weitem sichtbar. Friedberg wurde bereits 1194 aus dem Lösegeld des englischen Königs Richard Löwenherz als Grenzfeste errichtet. Bereits im Mittelalter war Friedberg eine blühende Handwerksstadt. Die Stadt Friedberg hat einen der schönsten quadratischen Hauptplätze weit und breit. Bis 1976 war Friedberg ein eigener Gerichtsbezirk mit dem Sitz des Bezirksgerichtes in Friedberg. Aus diesem Grund war und ist Friedberg das Zentrum der Wechselregion und beherbergt noch heute viele öffentliche Einrichtungen wie z.B. Notariat, Apotheke, Standesamt, Polizeiinspektion, Postamt, Sozialzentrum (Rotes Kreuz, Hauskrankenpflege, Sozialarbeiter, Forstaufsicht), öffentliche Bücherei.



Pinggau liegt ca. 20 km nördlich der Bezirkshauptstadt Hartberg im Nordosten des Bezirks und hat ca. 3.100 EinwohnerInnen. Die Gemeinde wird von der Pinka durchflossen, einem Nebenfluss der Raab. Die Pinka entspringt im äußersten Nordwesten des Gemeindegebietes, das von zahlreichen Zuflüssen entwässert wird. Pinggau wird im Norden durch den Wechsel begrenzt und hat dort mit dem Niederwechsel (1.669 m), dem Irrbühel (1.423 m), dem Windhag (1.395 m) und dem Hochkogel (1.314 m) seine höchsten Erhebungen. Nach Osten hin fällt das Gemeindegebiet zur Pinka hin ab. Pinggau ist mit seiner Nachbarstadt Friedberg zusammengewachsen. Das Gemeindegebiet grenzt im Norden an Niederösterreich (Mönichkirchen) und im Süden an das Burgenland (Pinkafeld).

Ressourcenverfügbarkeit und landwirtschaftliche Ausgangssituation

Zentrum des Wechsellandes sind die beiden nebeneinander liegenden Ortszentren der Stadt Friedberg und der Marktgemeinde Pinggau.

Aufgrund des hohen Waldanteils (ca. 60 % der jeweiligen Gemeindeflächen) gibt es in beiden Gemeinden eine hohe Anzahl an landwirtschaftlichen Haupteinwerbungsbetrieben.

Zu den weiteren wirtschaftlichen Schwerpunkten der Region zählen vor allem die Sachgütererzeugung, der Handel, sowie das Bauwesen.

Beschreibung der Infrastruktur vor Ort

Rund um die beiden Gemeindegebiete erstrecken sich die land- und forstwirtschaftlichen Flächen. In den Gemeindezentren siedeln sich durch die verkehrstechnisch gute Lage (Nähe Autobahn) immer mehr Industrie- und Gewerbebetriebe an – Tankstellen, Supermärkte, Autohäuser, Installationsbetrieben, EDV-Firmen, Gastgewerbe, Textilhandel sowie sämtliche Ärzte.

Von Warmwasser über normale Raumwärme bis hin zur Trocknung wird hier jegliche Art der Energie benötigt, die durch die Nahwärmeversorgungsanlage bereitgestellt werden soll.

Friedberg und Pinggau sind, wie vorhin kurz angedeutet, verkehrstechnisch sehr gut angeschlossen. Durch die Gemeindegebiete führt die Südautobahn (A2) von Wien nach Graz, die über die Anschlussstelle Friedberg/ Pinggau (95) erreicht wird. Zudem kreuzen sich in den beiden Ortszentren die gut ausgebaute Wechsel Bundesstraße (B54) von Wiener Neustadt nach Hartberg und die Steinamangerer Bundesstraße (B63) nach Pinkafeld und Oberwart. Auch an das Eisenbahnnetz sind Friedberg und Pinggau für ländliche Gemeinden gut angeschlossen.

Die Ortszentren sind für die Wärmeversorgung mit Nahwärmeversorgungsanlagen aufgrund der konzentrierten Bauweise sehr gut geeignet.

Lokale Akteure – bestehende Strukturen und gegenwärtige Wertschöpfung

Die seit 2000 bestehende Wärmelieferungsgenossenschaft Friedberg versorgt derzeit das Schulzentrum mit Erneuerbarer Energie, in Form eines 500 kW – Heizkessels. Im Zuge der Stadtkernsanierung im Jahr 2008 sollen im Bereich der Infrastruktur nicht nur Kanal, Schmutzwasser- und Regenwasserentsorgung sowie die Wasserversorgung saniert, sondern auch eine Nahwärmeversorgung des Stadtzentrums mit implementiert werden. Im Bereich Hackgutlogistik wurde im Jahr 1999 eine überdachte Lagerstätte für ca. 10.000 srm Hackgut und ein Vorplatz zur Lagerung von Rundholz errichtet. Das Hacken der Biomasse erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen direkt vor Ort.

Die seit 1991 bestehende Wärmelieferungsgenossenschaft Pinggau dient zur Wärmeversorgung des Ortszentrums.

Tabelle 31: Bestehende NW Anlagen in Pinggau und Friedberg

Bezeichnung	Baujahr	Kesselleistung	Objektversorgung	Anschlussleistung	Holzbedarf
NW Groller*	2004	80 kW	5EFH	k.A.	ca. 150 srm/a
NW Glatz*	2004	150 kW	1MFH + 5EFH	k.A.	ca. 280 srm/a
NWFriedberg (Schule)	1999	500 kW + (500 kW)	1HS + 1Kloster + 4EFH		ca. 950 srm/a
NW Friedberg (Zentrum)	2008	500 kW + 500 kW	41Objekte	1.650 kW	ca. 1.900 srm/a
NW Pinggau	1991	2.500 kW+ 1.500 kW	k.A.	3.500 kW	k.A.

*Werden in NW Friedberg (Zentrum) integriert.

Stärken/ Schwächen des Standortes – Option für die Zukunft

Durch die geplante Nahwärmeversorgungsanlage sollen in Friedberg in Zukunft auch die dazugehörigen Ortsteile Ehenschachen, Schwaighof, Stögersbach, Hüttersiedlung, Hochstraße Dorf und Hochstraße Zentrum versorgt werden. Zurzeit gibt es in diesen Gebieten nur Einzelheizungen, es werden jedoch Mikronetze angedacht, welche mit hochwertigem Hackgut vom Hackgutlager/ der Trocknungsanlage Friedberg versorgt werden sollen. Ziel muss es sein, die ansässige Bevölkerung von der ökologischen und ökonomischen Sinnhaftigkeit dieser Mikronetze zu überzeugen. Bei weiter abgelegenen Gehöften und Wohnhäusern kann die direkte Versorgung mit Biomasse über das System Holzpumpe© erfolgen.

Für die genannten Ortsteile wurden folgende Leistungen berechnet: Ehenschachen 1500 kW, Schwaighof 1000 kW, Stögersbach 500 kW, Hüttersiedlung 1000 kW, Hochstraße Dorf 500 kW und Hochstraße Zentrum 1500 kW.

Durch eine bestehende Nahwärmeversorgungsanlage in Pinggau mit 4000 kW Kesselleistung erfolgt derzeit die Wärmeerzeugung. Die Versorgung mit Hackgut und Rinde sowie Sägenebenprodukten erfolgt zurzeit durch 21 Landwirte sowie durch zwei Sägewerke in Pinggau und Waldbach. Es muss jedoch damit gerechnet werden, dass die Sägewerke zukünftig ihre Sägenebenprodukte selbst in einer KWK-Anlage verwerten. Daher soll der Brennstoffbedarf zukünftig über die Land- und Forstwirte direkt gedeckt werden.

Die gestiegene Attraktivität des Energielieferanten Holz führt zu einer hohen Bereitschaft der Landwirte in die Modernisierung und Erweiterung ihrer forstwirtschaftlichen Spezialausrüstung. Dadurch kommt es zu einer Bündelung von Know-how und damit zu einer höchst effizienten und dezentralen Nutzung und Verwertung von Biomasse. Die Regionen Pinggau und Friedberg werden ihre Stellung als Vorzeigegebiete im Bereich Biomassebereitstellung und -verarbeitung weiter ausbauen.

4) Gemeinde Sebersdorf

Sebersdorf liegt ca. 10 km südlich der Bezirkshauptstadt Hartberg und ca. 40 km östlich der Landeshauptstadt Graz am Zusammenfluss von Pöllauer Safen und Hartberger Safen zur Safen. Das Gemeindegebiet gehört zum oststeirischen Hügelland. Neben den bereits genannten Flüssen wird der Osten des Gemeindegebiets vom Rohrbach entwässert. Ihren höchsten Punkt hat die Gemeinde Sebersdorf mit 397 Metern Am Berner.

Die Gemeinde Sebersdorf besteht aus drei Katastralgemeinden (KG). Die KG Neustift bei Sebersdorf (3,25 km², 150 EinwohnerInnen) besteht nur aus der gleichnamigen Ortschaft und liegt im Westen des Gemeindegebiets. Im Osten der Gemeinde befindet sich die KG Rohrbach bei Waltersdorf (5,47 km², 467 EinwohnerInnen), die neben der gleichnamigen Ortschaft noch die Rotte Geier umfasst. Die größte Katastralgemeinde ist Sebersdorf (7,40 km², 738 EinwohnerInnen), die neben Sebersdorf die Rotten Edelsberg, Großhaide, Sebersdorfberg, Steinfeld und Untermayerhofen umfasst, und die die Mitte der Gemeinde bildet.

Ressourcenverfügbarkeit und landwirtschaftliche Ausgangssituation

In der Region um Sebersdorf trifft man eine Vielzahl unterschiedlicher land- und forstwirtschaftlicher Erwerbsmöglichkeiten an. Die geographische Lage, umgeben von verschiedenen landwirtschaftlichen Kerngebieten, wie dem waldreichen Wechselgebiet, dem oststeirischen „Maisgürtel“, dem Apfelgebiet rund um Puch bei Weiz sowie die Nähe zum sonnenreichen Burgenland, spiegelt sich in der Diversität der regionalen Produkte wider.

Beschreibung der Infrastruktur vor Ort

Nahe der Autobahnabfahrt Sebersdorf befindet sich die 2005 errichtete H₂O-Therme mit Thermenhotel. Die Therme ist nicht nur ein bedeutender Arbeitgeber in dieser Region, sondern auch ein Anziehungspunkt für viele Erholungssuchende.

Zur Energieversorgung der Therme wurde 2005 auch eine Biomasseheizzentrale mit Spitzenlastabdeckung miterrichtet. Die Biowärme Sebersdorf GmbH besteht aus 5 land- und forstwirtschaftlichen Betrieben und einem technischen Büro, welche sich in einer GmbH zusammengeschlossen haben. Die Versorgung der Therme erfolgt über einen 2MW Biomassekessel mit Rauchgaskondensation und einen 1MW Pflanzenöl-Spitzenlastkessel.



Lokale Akteure – bestehende Strukturen und gegenwärtige Wertschöpfung

Die Art der Betriebe sowie die räumlichen Konstellationen in und um Sebersdorf ergeben gute Voraussetzungen für die Konzeption eines multifunktionalen Energiezentrums. Neben dem Wärmebedarf im Winter ist vor allem die Versorgung mit Kühlenergie im Sommer ein Schlüsselpunkt in der Systemanalyse.

Die Fa. Kröpfl ObsthandelsgesmbH benötigt zur Kühlung ihrer Produkte eine Leistung von 500 kW über das gesamte Jahr. Durch einen Absorptionskälteprozess kann die vorhandene Wärme im Sommer in Kühlenergie umgewandelt werden.

Ein weiterer Wärmegroßabnehmer, die Fa. Herz Feuerungstechnik, hat momentan einen Wärmebedarf von ca. 1.000 MWh pro Jahr. Beide Betriebe liegen in unmittelbarer Nachbarschaft und auch Mitten im Ortszentrum.

Ein drittes Unternehmen möchte an diesem Standort eine Produktionsschiene für verschiedene Bioprodukte errichten. Der gesamte Kühl- und Wärmebedarf soll über die Energiezentralen abgedeckt werden.

Stärken/ Schwächen des Standortes – Option für die Zukunft

Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten ist der Betrieb von zwei Heizzentralen(Ortszentrum und H₂O-Therme) notwendig. Eine Verbindungsleitung dieser Heizzentralen ermöglicht einen höheren Nutzungsgrad und vor allem auch die Errichtung von nur einer kostenintensiven Ausfallsreserve. Demgegenüber stehen aber die hohen Investitionskosten für eine Wärmeleitung.

Die Implementierung einer Biogasanlage in dieses Konzept wird in einer touristisch geprägten Region eine hohe Bereitschaft an sachlicher Öffentlichkeitsarbeit benötigen. Die Risiken, Ängste und Vorstellungen beider Parteien müssen im Vorfeld klar erörtert werden. Insbesondere die Geruchs- und Verkehrsbelastung durch die Biogasanlage müssen in die Standortwahl mit einfließen.

Anhang C: Zusammenfassung der Inputdaten für die Modellierung

Dieser Anhang fasst in tabellarischer Form die Eingangsparameter für die Modellierung zusammen.

Diese Daten beschreiben die in der Modellierung verwendeten Einzeltechnologien anhand spezifischer Kenngrößen für die jeweiligen Mengenströme (Input und Output).

Spezifischer Energiebedarf

Die jeweils benötigte Energie (elektrisch und thermisch), welche für die Produktion einer Einheit (z.B. 1 Tonne Produkt) benötigt wird, wurde anhand diverser Quellen als Berechnungsannahme festgelegt.

Investition

Zu den einzelnen Technologien sind die erforderlichen Investitionen ebenso wie spezifische Personalkosten (€/ Einheit) für angenommene Kapazitäten enthalten.

Variable Kosten

Zu den Einzeltechnologien wurden spezifische Personalkosten (€/ Einheit) für eine angenommene Kapazität festgelegt. Dieser Ansatz enthält ebenso eine Pauschale für Wartung und Instandhaltung.

Für die Investitionen und variable Kosten sind für verschiedene Kapazitäten Datensets aufgenommen worden (economy of scale), auf Basis derer das Programm eine Iterationsermittlung durchführt.

Technology Units											
Standards per year	8000	h	per								
	10	year	years	depreciation							
	5	%	capital	cost							
	in	unit	name	out	unit	name	Invest (fix)	Unit	Persons etc (var)	Unit	Capacity
woodchips zp_woodchips	480	kWh	ip_heat_110	1	t tm	p_woodchips	675000	€ (10yr 5%)	1,417	€/t	30000 t tm/a
	30	kWh	e_electricity								
	1	t tm	ip_wood								
pellets wood p_pellets_wood	850	kWh	ip_heat_110	1	t tm	p_pellets_wood	215000	€/yr	3,125	€/t	2t/h
	100	kWh	e_electricity								
	1	t tm	ip_wood								
pellets cornstalks p_pellets_cornstalks	500	kWh	ip_heat_110	1	t tm	p_pellets_straw	215000	€/yr	3,125	€/t	2t/h
	150	kWh	e_electricity								
	1	t tm	ip_cornstalks								
biogas corn silage heat zp_c_sil_BG_unit_1	0,000327	t tm	ip_corn_silage	1	kWh	ip_heat_110					250 kW therm
	0,01	kWh	e_electricity	0,02	t	ip_digestate	950000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	500 kW therm
zp_c_sil_BG_unit_2							1600000	€ (10yr 5%)	0,003	€/kWh	1000 kW therm
zp_c_sil_BG_unit_3							2800000	€ (10yr 5%)	0,002	€/kWh	
biogas corn silage CHP zp_c_sil_BG_unit_e1	0,000694	t tm	ip_corn_silage	0,65	kWh	ip_heat_110					250 kW el
				1	kWh	e_electricity	1700000	€ (10yr 5%)	0,009	€/kWh	500 kW el
zp_c_sil_BG_unit_e2				0,04	t	ip_digestate	3000000	€ (10yr 5%)	0,006	€/kWh	1000 kW el
zp_c_sil_BG_unit_e3							5000000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	5000 kW el
zp_c_sil_BG_unit_e4							17500000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	
biogas corn silage biogas zp_c_sil_BG_fuel_1	1	t tm	ip_corn_silage	600	m³	ip_biogas					46 m³/h
	130	kWh	e_electricity	6	t	ip_digestate	800000	€ (10yr 5%)	0,028	€/m³	

zp_c_sil_BG_fuel_2						1400000	€ (10yr 5%)	0,022	€/m³	92 m³/h	
zp_c_sil_BG_fuel_3						2300000	€ (10yr 5%)	0,020	€/m³	184 m³/h	
biogas grass silage heat	0,000357	t tm	ip_grass_silage	1	kWh	ip_heat_110					
zp_g_sil_BG_unit_1	0,01	kWh	e_electricity	0,02	t	ip_digestate	950000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	250 kW therm
zp_g_sil_BG_unit_2							1600000	€ (10yr 5%)	0,003	€/kWh	500 kW therm
zp_g_sil_BG_unit_3							2800000	€ (10yr 5%)	0,002	€/kWh	1000 kW therm
biogas grass silage CHP	0,000758	t tm	ip_grass_silage	0,65	kWh	ip_heat_110					
zp_g_sil_BG_unit_e1				1	kWh	e_electricity	1700000	€ (10yr 5%)	0,009	€/kWh	250 kW el
zp_g_sil_BG_unit_e2				0,04	t	ip_digestate	3000000	€ (10yr 5%)	0,006	€/kWh	500 kW el
zp_g_sil_BG_unit_e3							5000000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	1000 kW el
zp_g_sil_BG_unit_e4							17500000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	5000 kW el
biogas gras silage biogas	1	t tm	ip_grass_silage	550	m³	ip_biogas					
zp_g_sil_BG_fuel_1	130	kWh	e_electricity	6	t	ip_digestate	800000	€ (10yr 5%)	0,028	€/Nm³	46 m³/h
zp_g_sil_BG_fuel_2							1400000	€ (10yr 5%)	0,022	€/Nm³	92 m³/h
zp_g_sil_BG_fuel_3							2300000	€ (10yr 5%)	0,020	€/Nm³	184 m³/h
biogas topinambur silage heat	0,000327	t tm	ip_corn_silage	1	kWh	ip_heat_110					
zp_t_sil_BG_unit_1	0,01	kWh	e_electricity	0,02	t	ip_digestate	950000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	250 kW therm
zp_t_sil_BG_unit_2							1600000	€ (10yr 5%)	0,003	€/kWh	500 kW therm
zp_t_sil_BG_unit_3							2800000	€ (10yr 5%)	0,002	€/kWh	1000 kW therm
biogas topinambur silage CHP	0,000694	t tm	ip_corn_silage	0,65	kWh	ip_heat_110					
zp_t_sil_BG_unit_e1				1	kWh	e_electricity	1700000	€ (10yr 5%)	0,009	€/kWh	250 kW el
zp_t_sil_BG_unit_e2				0,04	t	ip_digestate	3000000	€ (10yr 5%)	0,006	€/kWh	500 kW el
zp_t_sil_BG_unit_e3							5000000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	1000 kW el
zp_t_sil_BG_unit_e4							17500000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	5000 kW el

biogas topinambur silage biogas	1	t tm	ip_corn_silage	600	m³	ip_biogas						
zp_t_sil_BG_fuel_1	130	kWh	e_electricity	6	t	ip_digestate	800000	€ (10yr 5%)	0,028	€/m³	46 m³/h	
zp_t_sil_BG_fuel_2							1400000	€ (10yr 5%)	0,022	€/m³	92 m³/h	
zp_t_sil_BG_fuel_3							2300000	€ (10yr 5%)	0,020	€/m³	184 m³/h	
biogas fuelstation	1	m³	ip_biogas	0,6	m³	p_fuel_gas	720000	€ (10yr 5%)	0,049	€/Nm³	250 Nm³/h	
p_BG_fuel_station	1,5	kWh	e_electricity									
cooling	1	kWh	ip_heat_110	0,69	kWh	p_cooling	185000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	500 kW cold	
p_cooling	0,019	kWh	e_electricity									
heating wood	0,0003	t tm	ip_wood	1	kWh	ip_heat_110						
zp_heating_wood_1	0,0095	kWh	e_electricity				330000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	250 kW therm	
zp_heating_wood_2							490000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	500 kW therm	
zp_heating_wood_3							740000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	1000 kW therm	
zp_heating_wood_4							3300000	€ (10yr 5%)	0,003	€/kWh	5000 kW therm	
heating woodchips	0,00028	t tm	ip_woodchips	1	kWh	ip_heat_110						
zp_heating_wood_1_c	0,0095	kWh	e_electricity				330000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	250 kW therm	
zp_heating_wood_2_c							490000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	500 kW therm	
zp_heating_wood_3_c							740000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	1000 kW therm	
heating pellets	0,00025	t tm	ip_pellets	1	kWh	ip_heat_110						
zp_heating_wood_1_p	0,0095	kWh	e_electricity				330000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	250 kW therm	
zp_heating_wood_2_p							490000	€ (10yr 5%)	0,005	€/kWh	500 kW therm	
zp_heating_wood_3_p							740000	€ (10yr 5%)	0,004	€/kWh	1000 kW therm	

corn drying p_dried_corn	1 450 30	t tm kWh kWh	ip_corn_wet ip_heat_110 e_electricity	1	t tm	ip_corn	600000	€ (10yr 5%)	1,4	€/t	3,5 t/h
oil seed drying zp_dried_rapeseeds zp_dried_sunflower_seeds	100 30 1 1	kWh kWh t tm t tm	ip_heat_110 e_electricity ip_rapeseed_wet ip_sunflower_seeds_wet	1 1 1	tm tm	ip_rapeseeds ip_sunflower_seeds	600000	€ (10yr 5%)	1,4	€/t	3,5 t/h
oil press zp_oil_press_rapeseed zp_oil_press_sunflower	75 3 3	kWh t tm t tm	e_electricity ip_rapeseeds ip_sunflower_seeds	2 1 1	t tm t t	ip_press_cake ip_oil_rapeseed ip_oil_sunflower	290000	€ (10yr 5%)	87	€/t	550 t/yr
biodiesel p_biodiesel	0,01 0,1 1	kWh t t	e_electricity r_methanol ip_veg_oil	1 0,1 0,001	t t t	p_biodiesel p_glycerin p_K3PO4	1000000	€ (10yr 5%)	0,06	€/t	60000 t/yr
bio ethanol p_ethanol_1	55 4 7,4 1 3,315	t t tm t tm t t tm	r_water ip_corn_straw ip_grass_silage r_utilities_EtOH ip_corn	1 13 6820	t t tm kWh	p_ethanol ip_digestate p_electricity_EtOH_1	2300000	€ (10yr 5%)	0,06	€/t	1000 t/yr
vegetable oil fuel station p_veg_oil_fuel_station	1	t	ip_veg_oil	1	t	p_fuel_oil	85000	€ (10yr 5%)			30000 tank
biogas cofermentation St. Magarethen	0,03 0,4 2,1	t tm t tm t	Gülle Silage H2O	280 4,5	m³ t	biogas digestate					
biogas CHP St. Magarethen	1	m³	biogas	2,5 2	kWh kWh	heat 90 electricity					
Agriculture Units											

	in			out			Invest (fix)	Persons etc (var)	Capacity
	unit	name	unit	name	Unit	Unit			
grassland zp_ha_grass	1 12	ha r_ha_grassland b_dummy_grass	12	t tm	ip_grass_silage				
wood zp_ha_wood	1 3	ha woods b_dummy_wood	3	t tm	ip_wood				
field distribution dp_ha_fields_corn dp_ha_fields_cornsilage dp_ha_fields_sunflower dp_ha_fields_rapeseed dp_ha_fields_cereals dp_ha_fields_topinambur	1	ha r_ha_fields	1 1 1 1 1 1	ha ha ha ha ha ha	d_ha_fields_corn d_ha_fields_cornsilage d_ha_fields_sunflower d_ha_fields_rapeseed d_ha_fields_cereals d_ha_fields_topinambur				
corn zp_ha_corn	1 9 0,4 14	ha d_ha_corn b_dummy_corn b_dummy_cornstalks b_dummy_straw	9 14 0,4	t tm t tm t tm	ip_corn_wet ip_straw ip_cornstalks				
sunflower zp_ha_sunflower	1 3	ha d_ha_fields_sunflower b_dummy_sunflower	3	t tm	ip_sunflower_seeds_wet				
rape zp_ha_rapeseed	1 3	ha d_ha_fields_rapeseed b_dummy_rape	3	t tm	ip_rapeseed_wet				
corn silage zp_ha_cornsilage	1 12	ha d_ha_fields_cornsilage b_dummy_corn_silage	12	t tm	ip_corn_silage				
cereals zp_ha_cereals	1	ha d_ha_fields_cereals b_dummy_cereals b_dummy_straw		t tm t tm	ip_cereals_wet ip_straw				
topinambur zp_ha_topinambur	1	ha d_ha_fields_topinambur		t tm	ip_topinambur				

Distribution and operational Units							Invest (fix)	Persons etc (var)	Capacity
in			out			Unit	Unit		
	unit	name	unit	name					
heat conversion zp_heat_110	1 kWh	ip_heat_110	1 kWh	ip_heat_60					
district heating p_warm_water	1 kWh 0,04 kWh	ip_heat_110 e_electricity	1 kWh	ip_heat_60					
heat distribution p_process_heat	0,04 kWh 1 kWh	e_electricity ip_heat_110	2 kWh	p_process_heat					
sunflower oil zp_sunflower_to_veg_oil	1 t	ip_oil_sunflower	1 t	ip_veg_oil					
rapeseed oil zp_rapeseed_to_veg_oil	1 t	ip_oil_rapeseed	1 t	ip_veg_oil					
Marketing Units							Invest (fix)	Persons etc (var)	Capacity
in			out			Unit	Unit		
	unit	name	unit	name					
corn zp_corn_to_market	1 t tm	ip_corn	1 t tm	p_corn					
sunflower oil zp_sunflower_oil_to_market	1 t	ip_oil_sunflower	1 t	p_sunflower_oil					
rapeseed oil zp_rapeseedoil_to_market	1 t	ip_oil_rapeseed	1 t	p_rapeseed_oil					

sunflower seeds
zp_sunflower_to_market

1 t ip_sunflower_seeds

1 t p_sunflower_seeds

rapeseeds
zp_rapeseed_to_market

1 t ip_rapeseeds

1 t p_rapeseeds

woodchips
zp_woodchips_to_market

1 t ip_woodchips

1 t p_woodchips

pellets
zp_pellets_to_market

1 t ip_pellets

1 t p_pellets

Anlagentypen	in			out		
	Hackschnitzel Holz	300 50 1	kWh kWh t tm	Wärme Strom Holz	0,98	t tm
Pelletproduktion Holz	850 100 1	kWh kWh t tm	Wärme Strom Holz	0,98	t tm	Pellets
Pelletproduktion Stroh	500 100 1	kWh kWh t tm	Wärme Strom Holz	0,98	t tm	Pellets
Biogas Maissilage Wärme	0,000327 0,01	t tm kWh	Maissilage Strom	1 0,02	kWh t	Wärme 110 BG Gärrest
Biogas Maissilage KWK	0,000694	t tm	Maissilage	0,65 1 0,04	kWh kWh t	Wärme 110 Strom BG Gärrest
Biogas Maissilage Biogas	1 130	t tm kWh	Maissilage Strom	600 6	m³ t	Biogas BG Gärrest
Biogas Grassilage Wärme	0,000357 0,01	t tm kWh	Maissilage Strom	1 0,02	kWh t	Wärme 110 BG Gärrest
Biogas Grassilage KWK	0,000758	t tm	Maissilage	0,65 1 0,04	kWh kWh t	Wärme 110 Strom BG Gärrest
Biogas Grassilage Biogas	1 130	t tm kWh	Maissilage Strom	550 6	m³ t	Biogas BG Gärrest
Biogas Coferment Biogas	0,03 0,4	t tm t tm	Gülle Silage	280 1,5	m³ t	Biogas BG Gärrest
Biogas KWK	1	m³	Biogas	2,5 2	kWh kWh	Wärme 90 Strom
Kühlung	1 0,019	kWh kWh	Wärme 90 Strom	0,69	kWh	Kälte
Biogas Tankstelle mit Aufbereitung	1 1,5	m³ kWh	Biogas Strom	0,6	m³	auf. Biogas
Heizung Holz	0,0003 0,0095	t tm kWh	Holz Strom	1	kWh	Wärme 110
Heizung Hackschnitzel	0,00028 0,0095	t tm kWh	Holz Strom	1	kWh	Wärme 110
Heizung Pellets	0,00025 0,0095	t tm kWh	Holz Strom	1	kWh	Wärme 110
Maistrocknung	1 450 30	t tm kWh kWh	Mais Wärme Strom	1	t tm	Mais (trocken)

Ölfruchttrocknung	1 100 30	t tm kWh kWh	Ölfrucht Wärme Strom	1	t tm	Ölfrucht (trocken)
Ölpresse	3 75	t tm kWh	Ölfrucht Strom	1 2	t t tm	Öl Ölpressekuchen
Biodiesel	0,01 0,1 1	kWh t t	Strom Methanol Rapsöl	1 0,1 0,001	t t t	Biodiesel Glycerin K3PO4
Bioethanol	55 4 7,4 1 3,315	t t tm t tm t t tm	Wasser Stroh Grassilage Hilfstoffe Mais	1 13 6820	t t tm kWh	Ethanol Schlempe Strom

Anhang D: Dissemination

Übersicht der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit

Die Kommunikation der Projektaktivität nach außen und die Mobilisierung interessierter Akteure und Stakeholder wurden während der Projektlaufzeit durch diverse Berichtsbeiträge durchgeführt. Eine Auflistung der Medien, die berichtet haben (samt Erscheinungsdatum und Angaben der Zielgruppe/ Verteiler) wurde in folgender Tabelle zusammengefasst.

Medium und Erscheinungshäufigkeit	Erscheinung eines Berichtes zu KOMEOS	Verteiler
„EU Regionalentwicklung“, Informationszeitschrift des Regionalmanagements Oststeiermark, erscheint 2 mal pro Jahr (Juni, November)	1. Halbjahr 2006 2. Halbjahr 2006 1. Halbjahr 2007 2. Halbjahr 2007 1. Halbjahr 2008	Auflage 1.900 Stück ergeht an: alle oststeirischen Gemeinden, Bürgermeister/innen und Ortsparteiobleute Projekt- und Förderprogramm-partner/innen Kammern, Bezirkshauptmannschaften, AMS-Stellen Landesstellen sowie an alle interessierte Personen
„Regionsmitteilung“, Informations-E-Mail des Regionalmanagements Oststeiermark zu Themen der Regionalentwicklung in der Oststeiermark, unregelmäßig	Mai 2007 November 2007	unregelmäßig an 420 Personen: oststeirische Gemeinden Vorstand des Regionalmanagement Oststeiermark: Landtags- und Nationalratsabgeordnete der Oststeiermark Weitere interessierte Personen
Internetplattform des Ökoclusters: www.oeko-cluster.at	Laufende Berichterstattung und Informationen zum Projekt	
Internetplattform der Energieregion Oststeiermark: www.EnergieregionOststeiermark.at	Ständige Nennung als Leuchtturmprojekt der Energieregion Oststeiermark Aktuelle Berichterstattung zur Endpräsentation (29.01.2008) Endbericht und Infomaterial wird online gestellt sobald freigegeben	
Internetplattform des Regionalmanagement Oststeiermark: www.regionalmanagement.at	Aktuelle Berichterstattung zur Endpräsentation	
EROM INFO MAIL, Informations-E-Mail der Energieregion Oststeiermark (EROM), aktuelle Berichterstattung zu Themen der Erneuerbaren Energie, Energieeffizienz, Projekten und Aktivitäten dazu in der Energieregion Oststeiermark	4/2007 1/2008 2/2008 4/2008	Erschien unregelmäßig bis 2008, seither etwa monatlich. Geht an rund 1750 verschiedene Personen im Themenbereich Erneuerbare Energie und Energieeffizienz aus den einzelnen Bereichen: Biogas, Biomasse, Energieoptimiertes Bauen, Pflanzenöl und Mobilität, Solarthermie und Photovoltaik; EROM PartnerInnen, Wasserverteiler, Wirtschaft-Initiative-Nachhaltigkeit-Bau;

		Vertreter des Regionalen Beschäftigungspaktes Oststeiermark 173 Oststeirische Gemeinden RMO Vorstandsmitglieder und Mitarbeiter 1471 oststeirische Unternehmen mit Direktbezug oder Naheverhältnis zum Tätigkeitsfeld Erneuerbare Energie und Energieeffizienz allgemein Interessierte zum Thema Erneuerbare Energie/Energieregion Oststeiermark
Homepages der Projektpartner		

Tabelle 32: Übersicht der begleitenden Kommunikation nach außen

Präsentation der KOMEOS Ergebnisse am 29. Jänner 2008:

Unter dem Titel „*Optimierte Nutzung erneuerbarer Energieanlagen*“ fand die Endpräsentation des Projektes KOMEOS am Nachmittag des 29.1.2008 bei der Firma KWB in St. Margarethen an der Raab statt. Die Vertreter der Förderstelle (FFG) bzw. das Schirmmanagement der Programmlinie waren dazu ebenfalls eingeladen.

Die Bewerbung dieser Veranstaltung erfolgte in den oben genannten Medien, über die Verteiler aller Projektpartner und speziell durch das Regionalmanagement Oststeiermark in einem Vorfeldartikel der Tageszeitung „Kleine Zeitung“ am 26.2.2008, sowie an einem 2-tägigen Informationsstand der Energieregion Oststeiermark (Regionalmanagement Oststeiermark) am Tag der offenen Tür der Firma KWB (26./27.1.2008).

So gelang es, rund 50 sehr interessierte TeilnehmerInnen aus den Zielgruppen Landwirte, Gemeinden, bestehende und potentielle Anlagenbetreiber, Planer, sowie 5 MedienvertreterInnen begrüßen zu dürfen.

Folgende Medien haben über die Ergebnispräsentation berichtet:

- „Nachwachsende Rohstoffe“ Nr. 47, März 2008, Seite 17HBLFA – FJ-BLT Wieselburg
- Süd-Ost-Journal, 13.2.2008
- Kleine Zeitung Hartbergerland, 25012008 (auch Internet)
- Kleine Zeitung Südoststeiermark, 28012008 (auch Internet)
- Kleine Zeitung Weiz, 31012008 (auch Internet)
- Newsletter Eco World Styria, Februar 2008
- Woche, 6.2.2008 (auch Internet)
- Oekonews, 12022008
- Klimabündnis Österreich Homepage, <http://www.klimabuendnis.at/root/detailprint.asp?ID=120381>