

Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2021

Biomasse Brennstoffe, Kessel und Öfen, Photovoltaik, Photovoltaik-
Batteriespeicher, Solarthermie, Großwärmespeicher, Wärmepumpen,
Gebäudeaktivierung und Windkraft

P. Biermayr, C. Dißauer, M. Eberl,
M. Enigl, H. Fechner, B. Fürnsinn,
M. Jaksch-Fliegenschnee, K. Leonhartsberger,
S. Moidl, E. Prem, S. Savic, C. Schmidl, C. Strasser,
W. Weiss, M. Wittmann, P. Wonisch, E. Wopienka

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

21b/2022



Danksagung:

Am vorliegenden Marktbericht haben zahlreiche Personen in Firmen, Verbänden, den Landesregierungen, den Institutionen zur Abwicklung von Förderungen auf Landes- und Bundesebene, sowie in den beteiligten Forschungseinrichtungen mitgewirkt. Ihnen sei für die konstruktive Kooperation während der Projektarbeit herzlich gedankt!

Unser Dank gebührt weiters Herrn Professor Gerhard Faninger, der die Marktentwicklung der Technologien Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen vom Beginn der Marktdiffusion in den 1970er Jahren bis zum Jahr 2006 erhoben, analysiert und dokumentiert hat. Die vorliegende Studie baut auf diesen historischen Zeitreihen auf und führt diese auf konsistente Art fort.

Für das Projektteam: Peter Biermayr

Die Marktberichte im Internet:

Die Kurz- und Langfassung, sowie Präsentationsfolien und Videos der Markterhebungen werden unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/markterhebungen.php> und <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/veranstaltungen/2022/20220620-markterhebung-energietechnologien.php> zum Download bzw. als Nachschau angeboten.

Impressum:

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Theodor Zillner

Quellennachweis Titelbilder:
Holzpellets und Photovoltaikmodul: Peter Biermayr
Solarthermische Kollektoren: Bernhard Baumann
Erdkollektor: Firma Ochsner Wärmepumpen
Windkraftanlagen: IG Windkraft/Tag des Windes/Markus Axnix

Der auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorinnen/der Autoren ausgeschlossen ist.

Nutzungsbestimmungen: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Innovative Energietechnologien in Österreich

Marktentwicklung 2021

Biomasse Brennstoffe, Kessel und Öfen, Photovoltaik, Photovoltaik-Batteriespeicher, Solarthermie, Großwärmespeicher, Wärmepumpen, Bauteilaktivierung in Gebäuden und Windkraft

Auftragnehmerin, Gesamtkoordination Berichtsteile Photovoltaik und Photovoltaik-Batteriespeicher:
Technikum Wien GmbH
Kurt Leonhartsberger, MSc.
Maximilian Wittmann, BSc.
Stefan Savic, BSc.



Wissenschaftliche Projektleitung, Editor und Berichtsteile Wärmepumpen und Bauteilaktivierung in Gebäuden:
ENFOS e.U.
Dipl.-Ing. Dr. Peter Biermayr
Mag. Evelyne Prem



Beiträge zum Berichtsteil Photovoltaik:
Österreichische Technologieplattform PHOTOVOLTAIK
FH-Prof. Dipl.-Ing. Hubert Fechner, MSc., MAS



Berichtsteile Biomasse Brennstoffe und Biomassekessel und -öfen:
BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH
Dipl.-Ing. Dr. Christa Dißauer
Dipl.-Ing. Dr. Monika Enigl
Dipl.-Ing. (FH) Dr. Christoph Schmidl
Dipl.-Ing. Dr. Christoph Strasser
Dipl.-Ing. Dr. Elisabeth Wopienka



Berichtsteile Solarthermie und Großwärmespeicher:
AEE INTEC
Dipl.-Päd. Ing. Werner Weiß
Ing. Christian Fink
Manuela Eberl



Berichtsteil Windkraft:
IG Windkraft
Bernhard Fürnsinn, MSc.
Mag. Stefan Moidl
Mag. Martin Jaksch-Fliegenschnee
Patrik Wonisch



Wien, Mai 2022

Im Auftrag des Bundesministeriums für
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorwort



Das Monitoring der Marktentwicklungen von Energietechnologien ermöglicht die Evaluierung von energie- und forschungspolitischen Steuerungsmaßnahmen und stellt die Grundlage zur weiteren Planung dar. Deshalb erhebt das Klimaschutzministerium jährlich die Entwicklungen von Windenergie, Solarthermie, Photovoltaik, fester Biomasse und Wärmepumpen. Diese Erhebungen werden seit 1994 jährlich durchgeführt, wobei die erstellten Zeitreihen teilweise bis in die 1970er Jahre zurückreichen.

Darüber hinaus stellen innovative Strom- und Wärmespeicher eine wichtige Säule künftiger nachhaltiger Energiesysteme dar. Daher untersucht das BMK seit 2020 auch die Marktentwicklungen der Energiespeicher. Erstmals werden in diesem Bericht - Kurzfassung Nr. 21a/2022 und Langfassung Nr. 21b/2022 - die Markterhebungen sowohl von erneuerbaren Energietechnologien als auch von Energiespeichern wie PV-Batteriespeicher, Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen und Speicherung mit thermisch aktivierten Bauteilen von Gebäuden gemeinsam dargestellt.

Die Ergebnisse für das Datenjahr 2021 sind sehr erfreulich: die Energiewende nimmt Fahrt auf! Die Maßnahmen der Bundesregierung wie „Raus aus Öl und Gas“ und Förderungen für Photovoltaik und Wind greifen. Gemeinsam umgesetzte Klimaschutzmaßnahmen in Österreich zeigen nach vielen Jahren erstmals eine Entwicklungsdynamik, die einem möglichst raschen Ausstieg aus der Erdöl- und Erdgasnutzung entsprechen: Die Verkaufszahlen wuchsen von 2020 auf 2021 bei Biomasse-Brennstoffen um 10,6 %, bei Biomassekesseln um 40,0 %, bei Biomasseöfen um 28,2 %, bei Photovoltaik um 117 %, bei PV-Batteriespeichern um 131 % und bei Wärmepumpen um 21,6 %. Im Bereich der Bauteilaktivierung in Gebäuden konnte das netzdienliche Lastverlagerungspotenzial um 15,6 % gesteigert werden, bei Windkraft wurden Neuanlagen im Umfang von 292 MW errichtet.

Diese signifikanten Erfolge basieren auf jahrelange Pionierarbeit: Energieforschung und Innovation denken die Wege der Energiewende visionär und demonstrativ voraus. Sie waren und sind Treiber dieser Marktentwicklungen. Diese Ergebnisse zeigen auch, dass die Menschen bereit sind zu handeln und in erneuerbare Energien und Strom- und Wärmespeicher investieren. Diese Daten und daraus ableitbare Schlussfolgerungen sind eine wichtige Grundlage für Bund und Bundesländer, um weitere konkrete Maßnahmen zu setzen und geeignete Rahmenbedingungen für eine forcierte Strom- und Wärmewende zu schaffen. Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

Leonore Gewessler

Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	19
1.1 Motivation, Methode und Inhalt.....	19
1.2 Einleitung.....	19
1.3 Feste Biomasse – Brennstoffe.....	20
1.4 Feste Biomasse – Kessel und Öfen.....	21
1.5 Photovoltaik.....	22
1.6 Photovoltaik Batteriespeichersysteme.....	23
1.7 Solarthermie.....	24
1.8 Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen.....	25
1.9 Wärmepumpen.....	26
1.10 Bauteilaktivierung in Gebäuden.....	27
1.11 Windkraft.....	28
1.12 Schlussfolgerungen.....	29
1.13 Tabellarische Zusammenfassung der Projektergebnisse.....	31
2 Summary.....	32
2.1 Motivation, method and content.....	32
2.2 Introduction.....	32
2.3 Solid biomass - fuels.....	33
2.4 Solid biomass – boilers and stoves.....	34
2.5 Photovoltaics.....	35
2.6 PV battery storage systems.....	36
2.7 Solar thermal collectors.....	37
2.8 Large-scale heat storage in local and district heating systems.....	38
2.9 Heat pumps.....	39
2.10 Thermal activated building parts.....	40
2.11 Wind power.....	41
2.12 Conclusions.....	42
2.13 Tabular summary of the project results.....	44
3 Methode und Daten.....	45
3.1 Methoden und Daten Bereitstellungstechnologien.....	46
3.1.1 Feste Biomasse – Brennstoffe.....	46
3.1.2 Feste Biomasse – Kessel und Öfen.....	46
3.1.3 Photovoltaik.....	46
3.1.4 Solarthermie.....	47
3.1.5 Wärmepumpen.....	48
3.1.6 Windkraft.....	49
3.2 Methoden und Daten Speichertechnologien.....	50
3.2.1 Methodische Einleitung.....	50
3.2.2 Methodische Aspekte zu Photovoltaik-Batteriespeichersystemen.....	52
3.2.3 Methodische Aspekte zu Großwärmespeichern in Nah- und Fernwärme.....	53
3.2.4 Methodische Aspekte zur thermischen Bauteilaktivierung in Gebäuden.....	54
3.3 Grundlagen zur Berechnung der Treibhausgaseinsparungen.....	55
3.3.1 Wärme aus Erneuerbaren.....	55
3.3.2 Produktion von Strom aus Erneuerbaren und Stromverbrauch.....	55
3.3.3 Zusammenfassung der Emissionskoeffizienten.....	56

3.4	Grundlagen zur Berechnung der volkswirtschaftlichen Effekte.....	57
3.5	Abkürzungen, Definitionen.....	59
4	Rahmenbedingungen der Marktentwicklung 2021	62
4.1	Die Klima- und Energieziele	62
4.2	Der Marktpreis fossiler Energie	63
4.3	Die Witterung	64
4.4	Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung.....	65
4.5	Die Beschäftigungssituation	65
4.6	Energiepolitische Instrumente	66
4.7	Der Heizungsmarkt	68
5	Marktentwicklung feste Biomasse – Brennstoffe	71
5.1	Marktentwicklung in Österreich.....	71
5.1.1	Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe.....	71
5.1.2	Entwicklung des Pelletsmarktes.....	72
5.1.3	Entwicklung des Hackgutmarktes	73
5.1.4	Entwicklung des Stückholzmarktes	75
5.1.5	Entwicklung der agrarischen Brennstoffe.....	75
5.2	Marktentwicklung im Ausland.....	76
5.3	Produktion, Import und Export	79
5.4	Genutzte erneuerbare Energie.....	82
5.5	Treibhausgaseinsparungen.....	85
5.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	86
5.7	Beschäftigungseffekte	87
5.8	Innovationen.....	87
5.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	88
5.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld.....	90
5.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	90
5.10.2	Akteure und treibende Kräfte	91
5.10.3	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	91
5.10.4	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	91
5.10.5	Vision für 2050	92
5.10.6	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	93
6	Marktentwicklung feste Biomasse – Kessel und Öfen.....	94
6.1	Marktentwicklung in Österreich.....	94
6.1.1	Entwicklung der Verkaufszahlen von Biomassekesseln	94
6.1.2	Erfasste Produzenten von Biomassekesseln, -öfen und -herden	101
6.1.3	Entwicklung der Biomasse Kraft-Wärme-Kopplung.....	102
6.1.4	Entwicklung biomassebefuerter Öfen und Herde.....	104
6.2	Marktentwicklung im Ausland.....	105
6.2.1	Italienischer und deutscher Kesselmarkt	105
6.2.2	Italienischer und deutscher Ofenmarkt	107
6.3	Produktion, Import und Export	109
6.4	Genutzte erneuerbare Energie.....	110
6.5	Treibhausgaseinsparungen.....	110
6.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	110
6.7	Beschäftigungseffekte	112

6.8	Innovationen.....	113
6.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	114
6.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld.....	115
6.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	115
6.10.2	Akteure und treibende Kräfte	116
6.10.3	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	116
6.10.4	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	116
6.10.5	Vision für 2050	117
6.10.6	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	118
7	Marktentwicklung Photovoltaik	119
7.1	Marktentwicklung in Österreich.....	119
7.1.1	Entwicklung der Verkaufszahlen	119
7.1.2	In Betrieb befindliche Anlagen	121
7.1.3	Installierte Solarzellentypen.....	123
7.1.4	Anlagen- und Montageart.....	124
7.1.5	Mittlere PV-Modul- und Anlagenpreise	125
7.1.6	Förderinstrumente	128
7.1.7	Dokumentation der Datenquellen	136
7.2	Marktentwicklung im Ausland.....	138
7.3	Produktion, Import und Export	140
7.4	Genutzte erneuerbare Energie.....	142
7.5	Treibhausgaseinsparungen.....	142
7.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	143
7.7	Beschäftigungseffekte	145
7.8	Innovationen.....	147
7.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	149
7.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld.....	152
7.10.1	Voraussichtliche Entwicklung des Marktes.....	153
7.10.2	Akteure und treibende Kräfte	153
7.10.3	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	154
7.10.4	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	154
7.10.5	Vision für 2050	155
7.10.6	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	156
8	Marktentwicklung PV-Batteriespeichersysteme.....	157
8.1	Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden	157
8.2	Marktentwicklung.....	158
8.2.1	Rahmenbedingungen	158
8.2.2	Entwicklung der Verkaufszahlen	158
8.2.3	In Betrieb befindliche Anlagen	160
8.2.4	Entwicklung der Einkaufs- und Systempreise	160
8.2.5	Förderinstrumente	162
8.3	Großspeicher für energietechnische und -wirtschaftliche Anwendungen	166
8.4	Technische Systemeigenschaften der geförderten PV-Speichersysteme.....	167
8.4.1	Durchschnittliche Speicherkapazität.....	167
8.4.2	Batterietechnologie.....	168
8.4.3	Art der Speicherinstallation und Systemdesign	168
8.5	Dokumentation der Datenquellen	170

9	Marktentwicklung Solarthermie	171
9.1	Marktentwicklung in Österreich.....	171
9.1.1	Jährliche Verkaufszahlen im Inlandsmarkt.....	171
9.1.2	In Betrieb befindliche Anlagen	175
9.1.3	PVT-Kollektoren.....	175
9.1.4	Einsatzbereiche von thermischen Solaranlagen	177
9.1.5	Bundesländerzuordnung.....	179
9.1.6	Förderungen für thermische Solaranlagen	180
9.1.7	Erfasste Solarthermiefirmen	183
9.2	Marktentwicklung weltweit.....	184
9.2.1	Entwicklungen im Jahr 2021.....	184
9.2.2	Solare Fernwärme und Großanlagen für Mehrfamilienhäuser	185
9.2.3	Solare Prozesswärme	186
9.2.4	Weltweit führende Länder	187
9.3	Produktion, Import und Export	188
9.3.1	Thermische Kollektoren	188
9.3.2	PVT-Kollektoren.....	191
9.4	Genutzte erneuerbare Energie.....	192
9.5	Treibhausgaseinsparungen.....	192
9.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	193
9.7	Beschäftigungseffekte	194
9.8	Innovationen.....	195
9.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	195
9.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld.....	199
9.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	199
9.10.2	Akteure und treibende Kräfte	201
9.10.3	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	202
9.10.4	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	202
9.10.5	Vision für 2050	203
9.10.6	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	203
10	Marktentwicklung Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen.....	205
10.1	Marktentwicklung in Österreich	206
10.1.1	Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze	206
10.1.2	Entwicklung der Verkaufszahlen	209
10.1.3	In Betrieb befindliche Anlagen	210
10.1.4	Preise (Einkaufspreise, Systempreise).....	215
10.1.5	Förderungen.....	215
10.1.6	Größter im Jahr 2021 neu errichteter Behälterspeicher	217
10.2	Dokumentation der Datenquellen.....	218
11	Marktentwicklung Wärmepumpen	219
11.1	Marktentwicklung in Österreich	219
11.1.1	Verkaufszahlen nach Typ und Leistungsklasse.....	219
11.1.2	Thermische Leistung, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen.....	223
11.1.3	In Betrieb befindliche Anlagen	225
11.1.4	Verteilung nach Wärmequellensystemen.....	230
11.1.5	Förderungen und Bundesländerstatistiken.....	234

11.1.6	Erfasste Wärmepumpenfirmen.....	237
11.2	Marktentwicklung im Ausland	238
11.3	Produktion, Import und Exportmarkt	240
11.4	Genutzte erneuerbare Energie	242
11.5	Treibhausgaseinsparungen	243
11.6	Umsatz und Wertschöpfung	244
11.7	Beschäftigungseffekte.....	245
11.8	Innovationen	246
11.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps	248
11.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld.....	253
11.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	253
11.10.2	Akteure und treibende Kräfte	253
11.10.3	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	254
11.10.4	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	255
11.10.5	Vision für 2050	256
11.10.6	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	257
12	Thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden	258
12.1	Definition des Untersuchungsgegenstandes	258
12.2	Smart Grid Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie	259
12.3	Marktentwicklung	260
12.3.1	Zukünftige Marktentwicklung	263
12.3.2	Kosten der Bauteilaktivierung	264
12.3.3	Förderungen	265
12.4	Technologiespezifische Informationen.....	267
12.5	Dokumentation von Datenquellen	268
13	Marktentwicklung Windkraft.....	269
13.1	Marktentwicklung in Österreich	269
13.1.1	Errichtung neuer Anlagen	269
13.1.1	Hersteller und Leistungsklassen	270
13.1.2	Marktentwicklung Kleinwindkraft.....	273
13.2	Marktentwicklung im Ausland	275
13.2.1	Marktentwicklung der Windkraft weltweit.....	275
13.2.2	Marktentwicklung der Windkraft in Europa	276
13.3	Produktion, Import und Export.....	279
13.4	Genutzte erneuerbare Energie	281
13.5	Treibhausgaseinsparungen	281
13.6	Umsatz und Wertschöpfung	282
13.6.1	Entwicklung des Windkraft Zuliefer- und Dienstleistungssektors	282
13.7	Beschäftigungseffekte.....	283
13.8	Innovationen	284
13.8.1	Innovationen im Bereich der Windkraft	284
13.8.2	Forschungsaktivitäten der Windkraftunternehmen	284
13.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps	286
13.10	Zehn-Jahre-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld	287
13.10.1	Akteure und treibende Kräfte	288
13.10.2	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	289
13.10.3	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	291

13.10.4 Vision für 2050	291
13.10.5 Österreich im Europa-Vergleich	293
14 Literaturverzeichnis.....	294

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Basisdaten und Nutzwärmeertrag der Solarthermie-Referenzanlagen.....	48
Tabelle 2 – Emissionskoeffizienten auf Basis der Endenergie für das Datenjahr 2021	56
Tabelle 3 – Jahresumsatz pro Beschäftigtem für die relevanten Wirtschaftsbereiche.....	58
Tabelle 4 – Vielfache und Teile von Einheiten	59
Tabelle 5 – Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten	59
Tabelle 6 – Zusammenfassung wesentlicher Klima- und Energieziele nach Region	62
Tabelle 7 - Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2016 bis 2021 in Tonnen.....	71
Tabelle 8 – Bruttoinlandsverbrauch agrarischer Biobrennstoffe 2018 bis 2020.....	76
Tabelle 9 – Produktionskapazitäten der österr. Pelletsproduzenten im In- und Ausland	80
Tabelle 10 – Außenhandel Österreichs mit Hackgut, Stückholz und Pellets 2021	81
Tabelle 11 – Spezifikationen zur Ermittlung des Energiegehalts von Biobrennstoffen	83
Tabelle 12 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2016 bis 2021 in PJ	84
Tabelle 13 – CO _{2äqu} -Einsparung durch Biomassefeuerungen in Österreich im Jahr 2021.....	85
Tabelle 14 – Durchschnittliche Marktpreise für gehandelte Biobrennstoffe im Jahr 2021	86
Tabelle 15 – Umsätze und Arbeitsplätze im Inlandsmarkt für Biobrennstoffe 2020	87
Tabelle 16 – Roadmaps für den österreichischen Biomassebrennstoffmarkt	89
Tabelle 17 – Ausbaupotential des Sektors erneuerbare Wärme in Europa	92
Tabelle 18 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW _{th}	96
Tabelle 19 – Jährlich installierte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung	100
Tabelle 20 – Kennzahlen von Biomasse Kraft-Wärme-Kopplungen von 2014 bis 2021.....	103
Tabelle 21 – Produktion von Biomassefeuerungen in Stück in Österreich 2018 bis 2021	109
Tabelle 22 – Durchschnittliche Marktpreise für verschiedene Biomassefeuerungen.....	111
Tabelle 23 – Umsatz und Arbeitsplätze aus Biomasseöfen, -herde und -kessel 2021	112
Tabelle 24 – Roadmaps für Biomasetechnologien.....	114
Tabelle 25 – Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung von 1992 bis 2021	120
Tabelle 26 – Kumulierte installierte PV-Leistung von 1992 bis 2021	122
Tabelle 27 – Vergleich der installierten PV Leistung in Österreich.....	123
Tabelle 28 – PV Investitions- und Tarifförderung des Bundes und der Länder.....	130
Tabelle 29 – Geförderte PV-Leistung des Klima- und Energiefonds je Bundesland	134
Tabelle 30 – PV-Fördersumme des Klima- und Energiefonds je Bundesland.....	134
Tabelle 31 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012	135
Tabelle 32 – Aktive OeMAG- Verträge der Jahre 2019 bis 2021	136
Tabelle 33 – PV Modul-Fertigung in Österreich 2017 bis 2021	140
Tabelle 34 – Wechselrichterproduktion in Österreich 2018 bis 2021	141
Tabelle 35 – CO _{2äqu} -Einsparungen durch Photovoltaik in Österreich im Jahr 2021	142
Tabelle 36 – Umsatz und Wertschöpfung durch PV-Systeme in Österreich 2021	144
Tabelle 37 – Erlöse aus dem Verkauf von PV-Strom in Österreich im Jahr 2021	145
Tabelle 38 – Arbeitsplätze des österreichischen PV-Marktes von 2015 bis 2021.....	146
Tabelle 39 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2021.....	159
Tabelle 40 – Anzahl und nutzbare Speicherkapazität von PV-Speichersystemen.....	160
Tabelle 41 – Investitionsförderungen für PV Speichersysteme im Jahr 2021 in Österreich .	162
Tabelle 42 – Investitionsförderung des Bundes und der Länder 2020 und 2021.....	163
Tabelle 43 – Anzahl der geförderten PV-Speichersysteme in den Bundesländern.....	164
Tabelle 44 – Geförderte Speicherkapazität in kWh nutzbare Speicherkapazität.....	164
Tabelle 45 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012	165
Tabelle 46 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:.....	166
Tabelle 47 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:.....	166

Tabelle 48	– Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in m ²	173
Tabelle 49	– Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in MW _{th}	174
Tabelle 50	– Jährlich installierte PVT Kollektorfläche in Österreich in m ²	176
Tabelle 51	– Verglaste Kollektorfläche 2021 nach Bundesländern	179
Tabelle 52	– Landesförderungen für solarthermische Anlagen 2021	181
Tabelle 53	– Umweltförderung der KPC im Gewerbe- und Industriebereich 2021.....	182
Tabelle 54	– Produktion, Export und Inlandsinstallation von PVT-Kollektoren	191
Tabelle 55	– Nutzwärmeertrag von thermischen Solaranlagen im Jahr 2021	192
Tabelle 56	– Treibhausgaseinsparungen durch thermische Solaranlagen im Jahr 2021	192
Tabelle 57	– Umsätze der Solarthermiebranche im Jahr 2021.....	193
Tabelle 58	– Absatz von Wärmepumpen im Jahr 2020 und 2021	222
Tabelle 59	– Leistung, Smart Grid, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen	224
Tabelle 60	– Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes in Österreich	228
Tabelle 61	– Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Österreich.....	229
Tabelle 62	– Marktanteile unterschiedlicher Wärmequellsysteme 2020 und 2021	230
Tabelle 63	– Wärmepumpen-Inlandsmarkt nach Wärmequellsystemen	231
Tabelle 64	– Wärmepumpenförderungen im Jahr 2021 nach Bundesländern	234
Tabelle 65	– Exportquote Wärmepumpen in den Jahren 2020 und 2021	240
Tabelle 66	– Beispielhafte Modellparameter des Wärmepumpen-Bestandsmodells	242
Tabelle 67	– Ergebnisse aus dem Wärmepumpen-Bestandsmodell für das Jahr 2021	243
Tabelle 68	– Umsatz der österreichischen Wärmepumpenbranche 2021.....	244
Tabelle 69	– Arbeitsplätze in der österreichischen Wärmepumpenbranche 2021.....	245
Tabelle 70	– Arbeitsplätze nach Geschlecht und Führungsebene 2021.....	245
Tabelle 71	– Verfügbare Roadmaps zum Thema Wärmepumpe in Österreich.....	249
Tabelle 72	– Heizungswärmepumpen-Verkaufszahlen und Anlagenbestand.....	251
Tabelle 73	– Trendszenarios für die Marktanteile der Wärmequellsysteme bis 2030	252
Tabelle 74	– Kumulierte Windkraftleistung in den Bundesländern in 2020 und 2021	272
Tabelle 75	– Zubau der 4- und 5-MW-Leistungsklasse im Jahr 2021	272
Tabelle 76	– Zubau an Windkraftanlagen nach Leistungsklassen im Jahr 2021.....	272
Tabelle 77	– Bestand an Windkraftanlagen Ende 2021 nach Leistungsklassen	272
Tabelle 78	– Einsparung von CO _{2äqu} -Emissionen durch Windstrom.....	281
Tabelle 79	– Flächenbedarf der Windkraft in Österreich	293

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich von 2007 bis 2021	20
Abbildung 2 – Die Marktentwicklung von Biomassekesseln in Österreich bis 2021	21
Abbildung 3 – Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2021	22
Abbildung 4 – PV-Batteriespeicherkapazität in MWh von 2014 bis 2021.....	23
Abbildung 5 – Marktentwicklung der Solarthermie in Österreich bis 2021.....	24
Abbildung 6 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens.....	25
Abbildung 7 – Die Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich bis 2021	26
Abbildung 8 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials	27
Abbildung 9 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2021	28
Figure 10 – Market development of biomass fuel in Austria from 2007 to 2021	33
Figure 11 – Market development of biomass boilers in Austria from 1994 to 2021	34
Figure 12 – Market development of photovoltaic systems in Austria until 2021	35
Figure 13 – Market development of PV battery storage systems in Austria until 2021	36
Figure 14 – Market development of solar thermal collectors in Austria until 2021	37
Figure 15 – Distribution of the total volume of tank water storage.....	38
Figure 16 – Market development of heat pumps in Austria until 2021	39
Figure 17 – Development of the grid-beneficial load shift potential	40
Figure 18 – Market development of wind power in Austria until 2021	41
Abbildung 19 – Systemgrenzen bei der Ermittlung der Wärmemengen aus Solarthermie	47
Abbildung 20 – Systemgrenzen der erfassten Wertschöpfungsbereiche	57
Abbildung 21 – Nominaler Rohölpreis von Jänner 2007 bis April 2021	63
Abbildung 22 – Jahres-Heizgradsummen 12/20 für Österreich von 1980 bis 2021.....	64
Abbildung 23 – Wachstumsbeiträge zum realen BIP in Österreich 2014 bis 2021	65
Abbildung 24 – Arbeitslosenquote und Beschäftigungswachstum in Österreich bis 2021	66
Abbildung 25 – Bestandsentwicklung der Haupt-Heizsysteme.....	68
Abbildung 26 – Jährlich in Österreich verkaufte Heizungssysteme von 2008 bis 2021	69
Abbildung 27 – Anteile der in Österreich verkauften Heizungssysteme 2008 bis 2021	69
Abbildung 28 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2007 bis 2021	72
Abbildung 29 – Entwicklung des österreichischen Pelletsmarktes von 1999 bis 2021.....	73
Abbildung 30 – Marktentwicklung des Hackgutes in Österreich von 2000 bis 2021	74
Abbildung 31 – Preisentwicklung für Hackgut mit und ohne Rinde sowie Sägespäne	75
Abbildung 32 – Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie in den EU27 Staaten	77
Abbildung 33 – Pelletsproduktion und –verbrauch in Deutschland und Österreich 2021	78
Abbildung 34 – Pelletsproduktion, -kapazität und -inlandsbedarf in Deutschland	78
Abbildung 35 – Jährlicher Holzeinschlag in Österreich in Mio. Efm von 2006 bis 2020.....	79
Abbildung 36 – Österreichs Außenhandel – Brennholz, Hackgut und Sägespäne lose.....	81
Abbildung 37 – Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsverbrauches	82
Abbildung 38 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe von 2007 bis 2021 in PJ	83
Abbildung 39 – Bruttoinlandsverbrauch von Biomasse im Jahr 2019.....	93
Abbildung 40 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW _{th}	95
Abbildung 41 – Verkaufte Biomassekessel im Leistungsbereich bis 100 kW _{th} im Jahr 2021 ..	97
Abbildung 42 – Jährlich installierte Pelletkessel < 100 kW _{th}	97
Abbildung 43 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel großer Leistung	98
Abbildung 44 – Verkaufte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung 2021	101
Abbildung 45 – Einspeisemengen und Vergütung für Strom aus fester Biomasse	102
Abbildung 46 – Bestandsentwicklung Ökostromanlagen mit Brennstoff feste Biomasse	103
Abbildung 47 – In Österreich verkaufte Biomasseöfen und -herde von 2008 bis 2021.....	104

Abbildung 48	– Pelletkessel < 50 kW in Deutschland, Italien und Österreich.....	105
Abbildung 49	– Gesamtbestand an Pelletsheizungen (-kesseln) in Deutschland	106
Abbildung 50	– Jährlich geförderte Biomassekessel bis 100 kW _{th} in Deutschland	106
Abbildung 51	– Verkaufte Pelletöfen in Deutschland und Italien von 2010 bis 2021.....	107
Abbildung 52	– Pelletöfen, Pelletsverbrauch und -produktion in Italien 2010 bis 2021	108
Abbildung 53	– Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung der Jahre 1992 bis 2021	119
Abbildung 54	– Kumulierte installierte PV-Leistung in kW _{peak} von 1992 bis 2021	121
Abbildung 55	– Installierte Solarzellentypen in Österreich 2010 bis 2021	124
Abbildung 56	– Montageart der in Österreich installierten Photovoltaikanlagen 2021	124
Abbildung 57	– Modulverkaufspreise österreichischer Modulhersteller 2011 bis 2021	126
Abbildung 58	– Moduleinkaufspreise von Anlagenerrichtern und Planern 2011 bis 2021	126
Abbildung 59	– Systempreise für 5 kW _{peak} netzgekoppelte Anlagen 2011 bis 2021.....	127
Abbildung 60	– Systempreise für ≥10 kW _{peak} netzgekoppelte Anlagen 2011 bis 2021.....	127
Abbildung 61	– Geförderte Anlagenleistung je Bundesland	129
Abbildung 62	– Fördersumme je Bundesland: Tarif- und Investitionsförderung.....	129
Abbildung 63	– Geförderte PV-Anlagenleistung je Bundesland.....	131
Abbildung 64	– Fördersumme für PV-Investitionsförderungen je Bundesland	131
Abbildung 65	– Österreichische Photovoltaik-Modulfertigung der Jahre 2009 bis 2021	141
Abbildung 66	– Arbeitsplätze und installierte PV-Anlagenleistung 2007-2021	146
Abbildung 67	– Tatsächliche PV-Marktentwicklung und Roadmap-Szenario	150
Abbildung 68	– Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2021.....	159
Abbildung 69	– Entwicklung der Einkaufspreise für PV-Speichersysteme in Österreich	161
Abbildung 70	– Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich	161
Abbildung 71	– Geförderte PV-Speichersysteme je Bundesland	163
Abbildung 72	– Entwicklung der durchschnittlichen Speichernutzkapazität in kWh.....	167
Abbildung 73	– Installierte Speichersysteme nach Technologie von 2016 bis 2021.....	168
Abbildung 74	– Installationstyp und Systemdesign der PV-Speichersysteme	169
Abbildung 75	– Jährlich installierte Kollektorfläche und Leistung in Österreich.....	172
Abbildung 76	– In Betrieb befindliche thermische Kollektoren in Österreich.....	175
Abbildung 77	– Neu installierte thermische Solaranlagen 2021 nach Einsatzbereichen	177
Abbildung 78	– Neu installierte thermische Solaranlagen 2021 nach Baumaßnahmen.....	178
Abbildung 79	– Installierte Kollektorfläche 2021 nach Anwendungsbereichen	179
Abbildung 80	– Installierte verglaste Kollektoren im Jahr 2021 nach Bundesländern.....	180
Abbildung 81	– Weltweit installierte Leistung und Energieerträge 2000-2021	184
Abbildung 82	– Die Länder mit den größten Marktzuwächsen im Jahr 2021	185
Abbildung 83	– Solare Fernwärmesysteme	186
Abbildung 84	– Solare Prozesswärmeanlagen weltweit im Jahr 2021	187
Abbildung 85	– Produktion, Export und Import von Sonnenkollektoren in Österreich.....	188
Abbildung 86	– Exportländer österreichischer Solartechnikunternehmen 2021.....	189
Abbildung 87	– Produktion von verglasten Flachkollektoren in Österreich.....	189
Abbildung 88	– Produktion von thermischen Solarkollektoren in Österreich	190
Abbildung 89	– Marktanteile der wesentlichen Kollektorproduzenten in Österreich	190
Abbildung 90	– Preise für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Österreich.....	193
Abbildung 91	– Arbeitsplätze und Gesamtumsatz in den Jahren 2010 – 2021.....	194
Abbildung 92	– Jährliche Kollektorfläche: “Business as Usual“ Szenario und Realität	197
Abbildung 93	– Jährliche Kollektorfläche: “Forcierte Aktivitäten“ Szenario und Realität	198
Abbildung 94	– Historischer Verlauf der jährlich neu installierten Solaranlagen	200
Abbildung 95	– Tätigkeitsfelder der Unternehmen in der Solarthermie Branche	202

Abbildung 96	– Bestand thermischer Solaranlagen in den EU27 Ländern im Jahr 2021	204
Abbildung 97	– Nah- und Fernwärmeverkauf im Jahr 2020.....	205
Abbildung 98	– Kategorisierung der 200 größten erhobenen Wärmenetze.....	207
Abbildung 99	– Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze	207
Abbildung 100	– Prozentuelle Verteilung der für die größten 200 Wärmenetze	208
Abbildung 101	– Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen	209
Abbildung 102	– Prozentuelle Verteilung der Speichererrichtungsjahre.....	210
Abbildung 103	– Volumen von Behälterwasserspeichern über Errichtungsjahr	210
Abbildung 104	– Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens.....	211
Abbildung 105	– Die jährlich verkaufte Wärmemenge je erhobenem Wärmenetz.....	212
Abbildung 106	– Nutzung der installierten Speicherkapazitäten	213
Abbildung 107	– Zuteilung der Wärmespeicher nach Speicherdauer.....	213
Abbildung 108	– Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz.....	214
Abbildung 109	– Verteilung der Preisangaben von 57 Behälterwasserspeichern	215
Abbildung 110	– Ansicht des 1.000 m ³ umfassenden Großwärmespeichers.....	217
Abbildung 111	– Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich bis 2021	219
Abbildung 112	– Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen in Österreich bis 2021	220
Abbildung 113	– Jährliche Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich 2000 bis 2021....	221
Abbildung 114	– Wärmepumpen-Bestandsentwicklung in Österreich bis 2021	227
Abbildung 115	– Bestandsentwicklung Brauchwasser- u. Heizungswärmepumpen	227
Abbildung 116	– Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt 2021.....	232
Abbildung 117	– Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt.....	232
Abbildung 118	– In Betrieb befindlicher Wärmepumpenbestand	233
Abbildung 119	– Aus Mitteln der Länder und der KPC geförderte Wärmepumpen 2021 ...	235
Abbildung 120	– Wärmepumpenbestand in den EU 27 Ländern im Jahr 2020	238
Abbildung 121	– Wärmepumpenmarkt in EU27-Ländern im Jahr 2020	239
Abbildung 122	– Umweltwärme aus Wärmepumpen in den EU28 in ktoe	239
Abbildung 123	– Inlandsmarkt und Exportmarkt für Wärmepumpen 2008 bis 2021.....	241
Abbildung 124	– Marktentwicklung und Szenarien Heizungswärmepumpen bis 2030.....	250
Abbildung 125	– Wärmepumpen-Anlagenbestand und Szenarien bis 2030	250
Abbildung 126	– Trendszenario Marktanteile Wärmequellsysteme bis 2030	251
Abbildung 127	– Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich.....	260
Abbildung 128	– Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen.....	261
Abbildung 129	– Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen	262
Abbildung 130	– Lastverlagerungspotenzial Gang- und Dauerlinie über ein Jahr	262
Abbildung 131	– Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt.....	263
Abbildung 132	– Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung	265
Abbildung 133	– Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2021	269
Abbildung 134	– Entwicklung des Netto-Ausbaus der Windkraft in Österreich	270
Abbildung 135	– Marktanteile der Windkraft-Anlagenhersteller am Zubau 2021	270
Abbildung 136	– Marktanteile am Bestand Ende 2021	271
Abbildung 137	– Durchschnittliche Anlagenleistung der Neuinstallationen.....	273
Abbildung 138	– Durchschnittlicher Rotordurchmesser der Neuinstallationen	273
Abbildung 139	– Prognose des Windkraftausbaus weltweit.....	275
Abbildung 140	– Marktentwicklung weltweiter Gesamtzubau 2021.....	275
Abbildung 141	– Historische Neuinstallationen Onshore und Offshore in Europa.....	276
Abbildung 142	– Windkraftausbau EU-27 und Abschätzung des nötigen Ausbaus	277
Abbildung 143	– Windkraft-Neuinstallation in Deutschland von 2010 bis 2021	278

Abbildung 144	– Exportanteile der österreichischen Windkraft-Unternehmen 2021.....	279
Abbildung 145	– Export nach Kontinenten im Jahr 2021	280
Abbildung 146	– Erwartung zukünftiger Entwicklung der Windkraft.....	280
Abbildung 147	– Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energie weltweit.....	283
Abbildung 148	– Aktuelle Forschungsprojekte in der Windkraftbranche	284
Abbildung 149	– Forschungspartner der Windkraftindustrie	285
Abbildung 150	– Investitionsvolumen EAG sowie Forecast 2022	287
Abbildung 151	– Zielanpassungsbedarf zwischen Bundes- und Länderzielen 2030	288
Abbildung 152	– Neuinstallationen von Windkraftanlagen in Europa 2021.....	293

1. Zusammenfassung

1.1 Motivation, Methode und Inhalt

Die Dokumentation und Analyse der Marktentwicklung der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie schafft eine Daten-, Planungs- und Entscheidungsgrundlage für zahlreiche Akteursgruppen in der Politik, der Wirtschaft und im Bereich der Forschung und Entwicklung. Die vorliegende Marktstudie "Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021" schafft diese Grundlagen für die Bereiche feste Biomasse, Photovoltaik, Photovoltaik-Batteriespeicher, Solarthermie, Wärmepumpen, Bauteilaktivierung in Gebäuden und Windkraft.

Zur Ermittlung der Marktentwicklung werden technologiespezifische Methoden angewandt, wobei fragebogenbasierte Erhebungen bei Technologieproduzenten, Handelsunternehmen und Installationsfirmen sowie bei den Förderstellen der Länder und des Bundes den zentralen Ansatz darstellen. Weiters werden Literaturanalysen, Auswertungen verfügbarer Statistiken und Internetrecherchen zur Informationsbereitstellung durchgeführt. Die generierten Daten werden in konsistenten Zeitreihen dargestellt.

Neben der Darstellung der Marktentwicklung in Stückzahlen oder Leistungseinheiten auf Jahresbasis erfolgt die Ermittlung des in Betrieb befindlichen Anlagenbestandes und des Energieertrages aus dem Anlagenbestand unter der Berücksichtigung der technischen Lebensdauer. Die erforderliche Hilfsenergie für Antriebe und Hilfsaggregate wird berücksichtigt und Nettoeinsparungen von Treibhausgasemissionen werden ausgewiesen. Die dargestellten Branchenumsätze und die Beschäftigungseffekte veranschaulichen die wirtschaftlichen Auswirkungen der unterschiedlichen Technologien in Österreich.

1.2 Einleitung

Die Einflussfaktoren auf die Marktdiffusion der Erneuerbaren im Jahr 2021 waren breit gestreut. Die Auswirkungen der Coronakrise waren generell geringer als im Jahr 2020. Die Preise fossiler Energie waren moderat und blieben in einem ähnlichen Bereich wie in den Jahren vor der Coronakrise. Probleme in den Lieferketten waren punktuell zu beobachten und in der Vergesellschaftung mit der stark steigenden Nachfrage nach Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie mancherorts ein hemmender Faktor. Der energiepolitische Rahmen schaffte in einigen Bereichen neue Anreize. Vor diesem Hintergrund konnte ein deutliches Wachstum des Inlandsmarktes in den Bereichen Biomassekessel und -öfen, Photovoltaik, Windkraft und Wärmepumpen verzeichnet werden. Rückläufige Verkaufszahlen konnten 2021 alleine im Bereich der Solarthermie beobachtet werden.

Die Marktentwicklung 2021 zeigt damit im Bereich der untersuchten Technologien nach zahlreichen Jahren mit diskontinuierlicher und teils stark rückläufiger Entwicklung über weite Bereiche ein deutliches Wachstum. Ein längerfristig kontinuierliches Wachstum des Inlandsmarktes kann in den Bereichen Wärmepumpen, Photovoltaik und Biomassekessel bestätigt werden. Aber auch im Bereich der Windkraft gab es nach dem Stillstand des Ausbaues im Jahr 2020 wieder ein starkes Lebenszeichen. In Hinblick auf die Erreichung der nationalen Energie- und Klimaziele für 2030 bzw. 2040 liefert die Marktentwicklung 2021 einen positiven Impuls. Für eine Zielerreichung muss die nun eingeleitete Marktdynamik jedoch weiter ausgebaut und mittelfristig stabilisiert werden. Darüber hinaus ist besonderes Augenmerk auf die Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren und eine Reduktion des Energiedienstleistungskonsums zu legen.

1.3 Feste Biomasse – Brennstoffe

Die energetische Nutzung fester Biomasse stellt in Österreich traditionell eine der tragenden Säulen erneuerbarer Energienutzung dar. Der Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe ist von 142 PJ im Jahr 2007 auf rund 179 PJ im Jahr 2013 gestiegen. 2014 kam es aufgrund der außergewöhnlich milden Witterung zu einem Rückgang, um in den Folgejahren wieder anzusteigen – siehe **Abbildung 1**. 2018 und 2019 sind bedingt durch eine milde Witterung wieder etwas geringere Verbrauchsdaten zu beobachten. Ab 2020 stieg der Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe aufgrund der Witterungsbedingungen und stärkerer Absätze von Biomasetechnologien wieder an und erreicht im Jahr 2021 204,89 PJ. Der Hackgutverbrauch stieg seit Beginn der 1980er Jahre, mit Ausnahme 2014, kontinuierlich an und erreichte im Jahr 2021 ein Maximum von rund 95,2 PJ. Der Pelletsmarkt entwickelte sich bis zum Jahr 2006 mit einem jährlichen Wachstum von 30 % bis 40 % pro Jahr. Diese Entwicklung wurde im Jahr 2006 durch eine temporäre Pelletsverknappung und -verteuerung gebremst und erholte sich anschließend wieder. Im Vergleich zu 2020 stieg der nationale Pelletsverbrauch im Jahr 2021 um 17,2 % auf rund 20,3 PJ (1.190.000 t) Pellets. Zur Sicherung der Pelletsversorgung haben rund 30 aktive österreichische Pelletsproduzenten eine Produktionskapazität von rund 1,82 Mio.t/a aufgebaut.

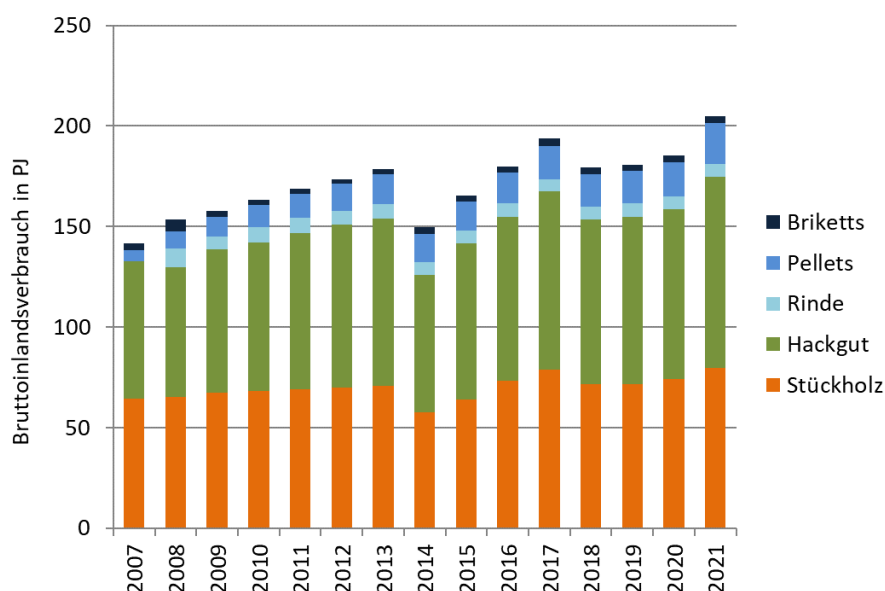


Abbildung 1 – Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich von 2007 bis 2021

Quelle: BEST (2022)

Mittels fester biogener Brennstoffe konnten im Jahr 2021 rund 10,19 Mio. t CO_{2äqu} eingespart werden. Die Biobrennstoffbranche konnte 2021 einen Gesamtumsatz von 1,567 Mrd. € erwirtschaften, was in dieser Branche einem Beschäftigungseffekt von 17.932 Vollzeitarbeitsplätzen entspricht. Der Erfolg der Bioenergie hängt maßgeblich von der Verfügbarkeit geeigneter Rohstoffe zu wettbewerbsfähigen Preisen ab. Aktuell ist die Rohstoffverfügbarkeit aufgrund von Kalamitäten in Österreich und den Nachbarländern sehr hoch. Neben der klassischen Nutzung zur Raumwärmebereitstellung rückt zunehmend auch die Rolle der Bioenergie als Teil eines Gesamtsystems in Kombination mit anderen Erneuerbaren in den Fokus. Hier können Biomassebrennstoffe vor allem als leicht speicherbare Energieträger punkten. Im Sinne einer möglichst effizienten Ressourcennutzung ist in diesem Zusammenhang auch die Co-Produktion von Strom und/oder stofflichen Produkten wie z. B. Pflanzenkohle von großem Interesse.

1.4 Feste Biomasse – Kessel und Öfen

Der Markt für Biomassekessel wuchs in Österreich im Zeitraum von 2000 bis 2006 kontinuierlich mit hohen Wachstumsraten. 2007 reduzierte sich der Absatz aller Kesseltypen aufgrund der niedrigen Ölpreise, siehe **Abbildung 2**. Im Jahr 2007 kamen die Auswirkungen einer Verknappung des Handelsgutes Holzpellets hinzu, wodurch die Pelletspreise signifikant stiegen und der Pelletskesselmarkt in der Größenordnung von 60 % eingebrochen ist. 2009 kam es aufgrund der Wirtschafts- und Finanzkrise neuerlich zu einem Rückgang der Verkaufszahlen um 24 %. Dieser Trend setzte sich in den folgenden Jahren fort, mit Ausnahme der Pelletkessel, welche in den Jahren 2011 und 2012 steigende Verkaufszahlen verzeichnen konnten. Gründe für die sinkenden Verkaufszahlen waren steigende Biomassebrennstoffpreise und vorgezogene Investitionen in den Jahren nach der Wirtschafts- und Finanzkrise sowie niedrige Ölpreise und hohe Durchschnittstemperaturen. Seit 2019 steigen die Absatzzahlen wieder deutlich an. Die Verkaufszahlen der Pelletsfeuerungen erhöhten sich im Jahr 2021 sogar um 51,8 %, jene der Stückholz-Pellets-Kombikessel um 26 %. Die Verkaufszahlen der Hackgutkessel (<100 kW) legten um 28,2 % zu, jene der Stückholzkessel um 14,8 %.

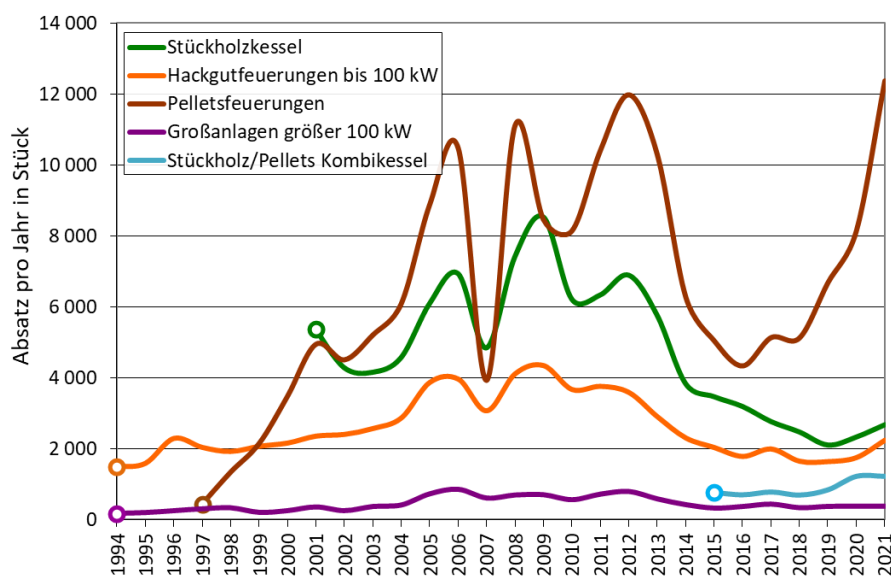


Abbildung 2 – Die Marktentwicklung von Biomassekesseln in Österreich bis 2021

Quelle: LK NÖ (2022a)

Im Jahr 2021 wurden auf dem österreichischen Markt 12.344 Pelletkessel, 2.657 typengeprüfte Stückholzkessel, 1.531 Stückholz-Pellets Kombikessel sowie 2.753 Hackschnitzelkessel – jeweils alle Leistungsklassen – abgesetzt. Zusätzlich konnten mindestens 2.400 Pelletöfen, 5.500 Herde und 8.000 Kaminöfen verkauft werden. Österreichische Biomassekesselhersteller setzen typischer Weise ca. 80 % - 85 % ihrer Produktion im Ausland ab. Durch die Wirtschaftstätigkeit im Biomassekessel- und -ofenmarkt konnte 2021 ein Umsatz von 1.712 Mio. Euro erwirtschaftet werden, was einen Beschäftigungseffekt von 7.006 Arbeitsplätzen mit sich brachte. Forschungsanstrengungen bei Biomassekesseln fokussieren auf die weitere Reduktion der Emissionen und den Einsatz von Biomasse als Energieträger in industriellen und gewerblichen Prozessen mit hohem Wärmebedarf. Um weiterhin Erfolge auf internationalen Märkten erzielen zu können, ist möglichst eine Kostensenkung der Anlagentechnik unter Beibehaltung der hohen technischen Qualität förderlich.

1.5 Photovoltaik

Der Photovoltaikmarkt erlebte in Österreich nach einer frühen Phase der Innovatoren und autarken Anlagen ab den 1980er Jahren mit dem Ökostromgesetz 2003 seinen ersten Aufschwung, brach aber bald danach im Jahr 2004 durch die Deckelung der Tarifförderung auf 15 MW_{peak} wieder ein. Nach einem durch eine Förderanomalie ausgelösten Rekordzuwachs im Jahr 2013 hat sich der PV-Markt in den Folgejahren bei jährlichen Zubauraten zwischen 150 MW_{peak} und 190 MW_{peak} eingependelt. Nach einer Steigerung der neu installierten Leistung in den Folgejahren (2019: 247 MW_{peak}, 2020: 340,8 MW_{peak}), konnte auch im Jahr 2021 ein deutlicher Zuwachs erreicht werden: Wie in **Abbildung 3** ersichtlich, wurden Photovoltaik-anlagen mit einer Gesamtleistung von 739,7 MW_{peak} neu installiert, was einem Zuwachs von ca. 117 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. In Österreich waren damit Ende 2021 Photovoltaikanlagen mit einer kumulierten Gesamtleistung von 2.782,6 MW_{peak} in Betrieb. Das entspricht einem Anstieg von 36,2 %. Die in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen führten 2021 zu einer Stromproduktion von mindestens 2.782,6 GWh und damit zu einer Reduktion der CO_{2äqu}-Emissionen im Umfang von 953.598 Tonnen.

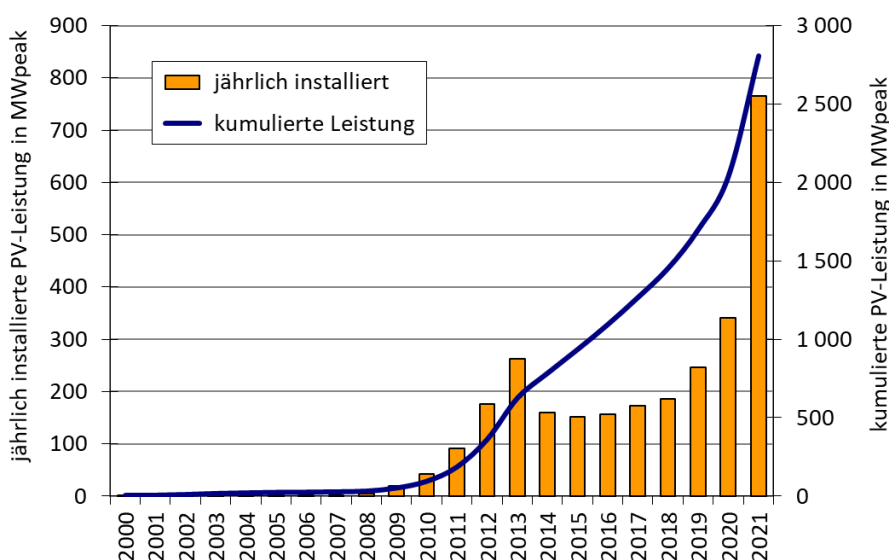


Abbildung 3 – Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2021
 Quelle: Technikum Wien (2022)

Die österreichische Photovoltaikindustrie beschäftigt sich mit der Herstellung von Modulen, Wechselrichtern und weiteren Komponenten, der Planung, Installation, dem Monitoring und der Wartung von Anlagen sowie mit Forschung und Entwicklung. In diesem Wirtschaftssektor waren im Jahr 2021 4.529 Vollzeit Arbeitsplätze zu verbuchen. Der mittlere Systempreis einer netzgekoppelten 5 kW_{peak} Photovoltaikanlage in Österreich ist im Vergleich zum Vorjahr von 1.506 Euro/kW_{peak} exkl. MwSt. auf 1.543 Euro/kW_{peak} exkl. MwSt. gestiegen. Für Österreich ist besonders die Entwicklung von photovoltaischen Systemen zur Gebäudeintegration von strategischer Bedeutung, da genau in dieser Sparte eine besonders hohe nationale Wertschöpfung erreichbar scheint. Mit einem BIPV (Bauwerkintegrierte PV) Forschungs- und Innovationschwerpunkt könnte die Chance für Österreichs Industrie bestehen, eine Nische zu besetzen, die weltweit Chancen für bedeutende Exportmärkte eröffnet. Dabei betrifft die Integration nicht nur architektonische, sondern auch systemische Aspekte der optimalen Nutzung des lokal erzeugten Stromes.

1.6 Photovoltaik Batteriespeichersysteme

Sinkende Preise und öffentliche Förderungen, in Verbindung mit dem wachsenden Wunsch privater Haushalte und Gewerbebetriebe nach Energieautonomie (Hampl et al. 2015), treiben eine Entwicklung an, die dezentrale Erzeugungs- und Speichertechnologien in den letzten Jahren sowohl in Österreich als auch in Deutschland zu einer Massenapplication haben werden lassen. Um die Entwicklung von stationären Batteriespeichersystemen, die gemeinsam mit einer PV-Anlage betrieben werden („PV-Speichersysteme“), auch in Österreich zu dokumentieren, ermittelt die FH Technikum Wien seit 2014 jährlich relevante technische und wirtschaftliche Kennzahlen. Dazu werden neben Bundes- und Landesförderstellen, die im jeweiligen Jahr eine Förderung für PV-Speichersysteme angeboten haben, auch österreichische Unternehmen, die im jeweiligen Jahr zum PV-Speichermarkt in Österreich beigetragen haben, mit Hilfe von unterschiedlichen Erhebungsbögen befragt bzw. fallweise auch direkt per E-Mail oder telefonisch kontaktiert.

Für das Jahr 2021 ergab die Erhebung einen Zubau von ca. 8.755 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 131,13 MWh. Davon wurden ca. 72,8 % mit Hilfe einer Förderung und 27,2 % ohne Fördermittel errichtet. Insgesamt wurden damit in Österreich seit 2014 20.662 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 251.723 kWh errichtet, siehe **Abbildung 4**.

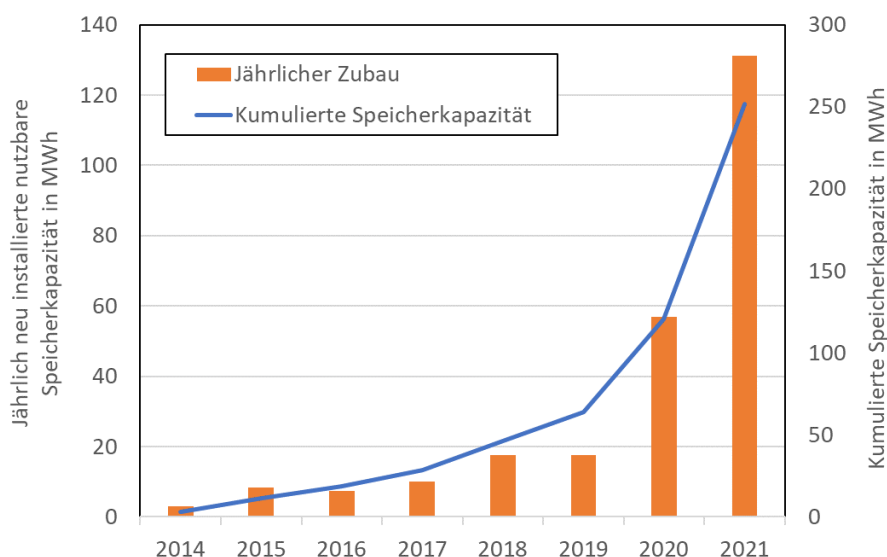


Abbildung 4 – PV-Batteriespeicherkapazität in MWh von 2014 bis 2021

Quelle: Technikum Wien (2022)

Für das Jahr 2021 wurde für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme ein Preis von rund 1.030 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. MwSt. erhoben. Das bedeutet einen Anstieg um rund 12,7 % im Vergleich zu 2020 (914 EUR/kWh_{nutz}). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den Einkaufspreisen für PV-Speichersysteme. Im Jahr 2021 stieg der Mittelwert der genannten Einkaufspreise um 13,3 % und betrug 611 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität (2020: 539 EUR/kWh_{nutz}).

1.7 Solarthermie

Bereits in den 1980er Jahren erlebte die thermische Solarenergienutzung einen ersten Boom im Bereich der Warmwasserbereitung und der Erwärmung von Schwimmbädern. Zu Beginn der 1990er Jahre gelang es, den Anwendungsbereich der Raumheizung für die thermische Solarenergie zu erschließen. Zwischen dem Jahr 2002 und 2009 stiegen die Verkaufszahlen rasant und erreichten im Jahr 2009 mit einer installierten Kollektorfläche von 364.887 m², entsprechend einer Leistung von 255 MW_{th} den historischen Höchstwert.

Nach der Phase des massiven Wachstums bis zum Jahr 2009 ist der Inlandsmarkt nun seit 12 Jahren rückläufig. Diese Entwicklung ist nicht nur in Österreich, sondern bis auf wenige Ausnahmen auch in den meisten europäischen Ländern ähnlich. Im Jahr 2021 verzeichnete der österreichische Inlandsmarkt im Vergleich zum Jahr 2020 wieder einen Rückgang von 7 %.

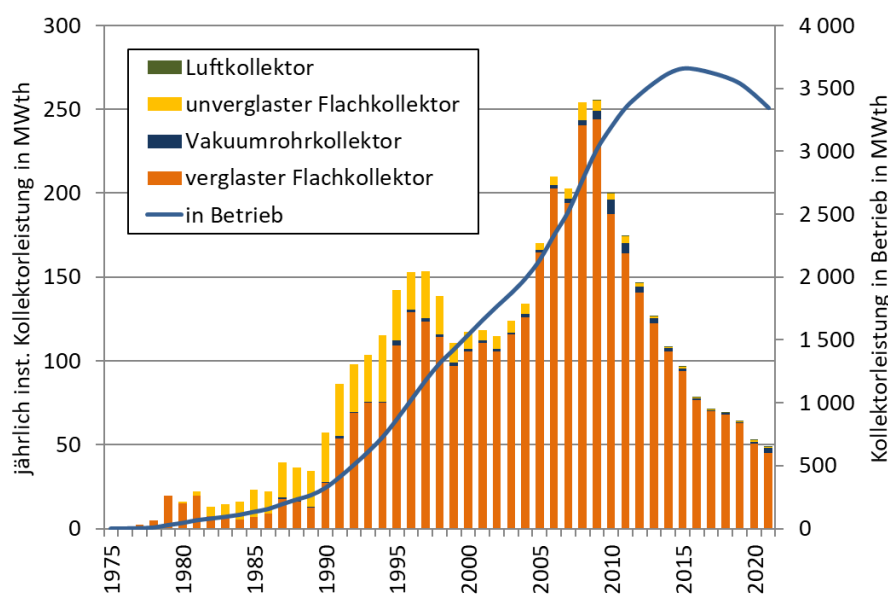


Abbildung 5 – Marktentwicklung der Solarthermie in Österreich bis 2021

Quelle: AEE INTEC (2022)

Mit Ende des Jahres 2021 waren in Österreich 4,8 Millionen Quadratmeter thermische Kollektoren in Betrieb, was einer installierten Leistung von 3,3 GW_{th} entspricht. Im weltweiten Vergleich liegt Österreich damit unter den Top 10 Ländern. Bezogen auf die installierte verglaste Kollektorfläche liegt Österreich auf Platz 9; bezogen auf installierter Kollektorfläche pro Einwohner auf Platz 4.

Der Nutzwärmeertrag dieser Anlagen lag bei 2.131 GWh_{th}. Damit werden unter Zugrundelegung des österreichischen Wärmemixes 369.917 Tonnen an CO_{2äqu}-Emissionen vermieden. Im Jahr 2021 wurden 70.410 m² thermische Sonnenkollektoren, entsprechend einer Leistung von 49,3 MW_{th} neu installiert, siehe **Abbildung 5**.

Der Exportanteil thermischer Kollektoren stieg von 84 % im Jahr 2020 auf 92 % im Jahr 2021. Nach 12 Jahren Rückgang stieg 2021 erstmals auch wieder die Fläche der exportierten Kollektoren von 344.844 m² im Jahr 2020 auf 462.223 m² im Jahr 2021. Dabei ist zu beachten, dass der Export rund 660 % des Inlandsmarktes entspricht und österreichische Unternehmen damit einer der größten Zulieferer auf dem Weltmarkt sind. Der Umsatz der Solarthermiebranche wurde für das Jahr 2021 mit 147,6 Mio. Euro abgeschätzt und die Anzahl der Vollzeitarbeitsplätze kann mit ca. 1.200 beziffert werden.

1.8 Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen

In Österreich besitzt die leitungsgebundene Wärmeversorgung eine lange Tradition. Wurden vor 50 bis 70 Jahren Fernwärmeversorgungen auf Basis fossiler Energieträger und KWK-Anlagen in großen österreichischen Städten umgesetzt, startete ab ca. 1990 die Umsetzung sogenannter Nahwärmenetze auf Basis fester Biomasse in kleineren Städten und Dörfern. Im Jahr 2020 betrug die insgesamt in diesem Sektor verkaufte Wärmemenge rund 20 TWh und der Zuwachs konnte seit dem Jahr 2000 um 73 % gesteigert werden (Statistik Austria, 2021). Die Datenbasis für die gegenständlichen Analysen bildeten 1.056 erhobene Wärmenetze.

Gemein haben der Großteil dieser sowohl größeren städtischen Fernwärmenetze als auch der kleineren Nahwärmenetze, dass für eine Betriebsweise nach techno-ökonomischen Kriterien bzw. für eine verstärkte Integration fluktuierender Erneuerbarer und sonstiger Abwärmen Flexibilitätselemente benötigt werden. Eine Möglichkeit derartige Flexibilität in Nah- und Fernwärmenetzen bereitzustellen bilden Wärmespeicher.

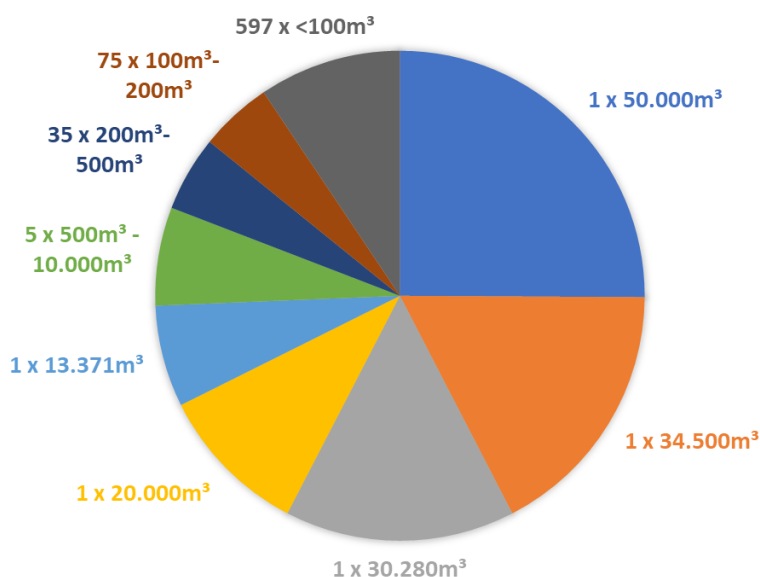


Abbildung 6 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenem Wärmenetz. Datenbasis: 717 Wärmenetze
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Von den insgesamt 1.056 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 717 Wärmenetzen bereits Wärmespeicher als Flexibilitätselement installiert. In diesen Wärmenetzen wurde eine Gesamtanzahl von 951 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von rund 199.262 m³ erhoben. Die Verteilung des Behälterspeichervolumens ist in **Abbildung 6** ersichtlich. Der größte Behälterwasserspeicher hat ein Volumen von 50.000 m³. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlich nutzbaren Temperaturdifferenz von 35 K bilden die installierten Behälterwasserspeicher eine gesamte Wärmespeicherkapazität von rund 8,1 GWh.

Im Jahr 2021 wurden 53 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von 4.280 m³ errichtet, was eine Steigerung der insgesamt installierten Speicherkapazität um rund 2,2 % bedeutet. Der größte im Jahr 2021 installierte Speicher hat ein Volumen von 1.000 m³ und dient als Flexibilitätsoption für eine solarthermische Großanlage sowie für Lastmanagement.

1.9 Wärmepumpen

Die historische Entwicklung des Wärmepumpenmarktes in Österreich ist von einer ersten Phase einer starker Marktdiffusion von Brauchwasserwärmepumpen in den 1980er Jahren, einem deutlichen Markteinbruch in den 1990er Jahren und einer zweiten Phase einer starken Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen ab dem Jahr 2001 gekennzeichnet – siehe **Abbildung 7**. Die Verbreitung von Heizungswärmepumpen fand ab dem Jahr 2001 parallel zur Marktdiffusion von energieeffizienten Gebäuden statt, die durch einen geringen Heizwärmebedarf und geringe Heizungsvorlauftemperaturen gute Bedingungen für den energieeffizienten und wirtschaftlich attraktiven Einsatz von Wärmepumpen boten.

Der Gesamtabsatz von Wärmepumpen (Inlandsmarkt plus Exportmarkt für alle Anwendungen und Leistungsklassen) steigerte sich von 50.210 Anlagen im Jahr 2020 auf 57.399 Anlagen im Jahr 2021. Dies entspricht einem Wachstum von 14,3 %. Ein starkes Wachstum von 21,6 % war dabei vor allem im Inlandsmarkt zu beobachten, wo alle Leistungsklassen bis 350 kW profitierten. Der Exportmarkt wuchs im selben Zeitraum um 1,9 %. Die Verkaufszahlen für Brauchwasserwärmepumpen steigerten sich im Inlandsmarkt um 9,3 % und im Exportmarkt um 23,4 %.

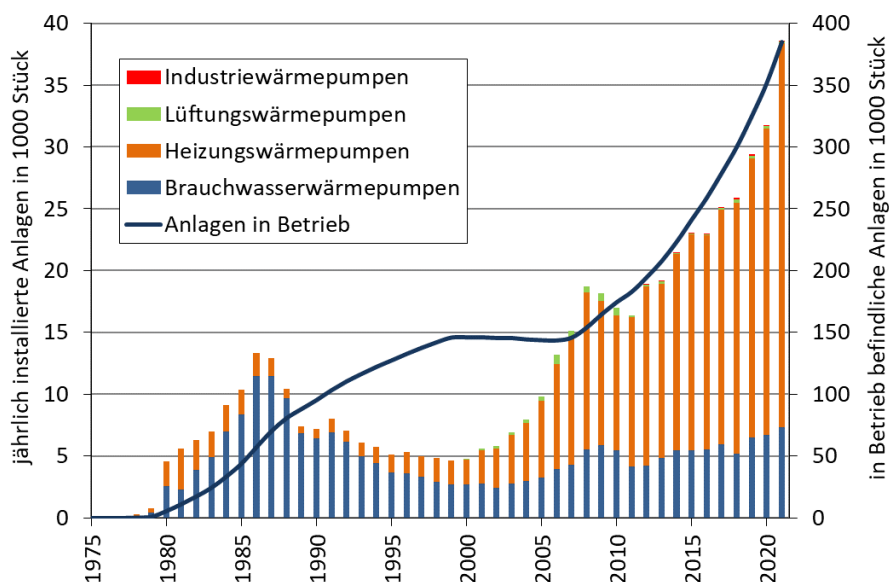


Abbildung 7 – Die Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich bis 2021
 Quelle: ENFOS (2022)

Der Anteil des Exportmarktes am Gesamtabsatz betrug im Jahr 2021 nach Stückzahlen 32,8 % und war damit etwas geringer als 2020. Der Wirtschaftsbereich Wärmepumpe (Produktion, Handel, Installation und monetarisierte Umweltwärme) erzielte im Jahr 2021 einen Gesamtumsatz von 1.015 Mio. Euro und einen Beschäftigungseffekt von 2.160 Vollzeit-arbeitsplätzen. Weiters konnten im Jahr 2021 durch den Einsatz von Wärmepumpen netto 872.384 Tonnen CO_{2äqu} Emissionen vermieden werden.

Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen fokussieren bei Wärmepumpensystemen zurzeit auf Kombinationsanlagen mit anderen Technologien wie z. B. mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaikanlagen, auf die Erschließung weiterer Energiedienstleistungen wie die Raumkühlung- und Klimatisierung oder auch die Gebäudetrockenlegung im Sanierungsbereich. Der Einsatz von Großwärmepumpen in Fernwärmenetzen und Anergienetzen ergänzt das Innovationsspektrum.

1.10 Bauteilaktivierung in Gebäuden

In Gebäuden und Gebäudeteilen kann Wärme und Kälte gespeichert werden. Haben Gebäude eine große Masse und eine gute Wärmedämmung, so resultiert daraus eine thermische Trägheit, die zur Lastverlagerung genutzt werden kann. In massive Gebäudeteile werden dafür Kunststoffschläuche eingebaut, durch die ein Wärmeträgermedium strömt. Für das übergeordnete Energiesystem dienlich ist eine Lastverlagerung dann, wenn z. B. ein Netzbetreiber die Möglichkeit hat, die Last über eine Schnittstelle in einem gewissen Rahmen zu steuern. Aktivierte Bauteile und Gebäude werden in der Regel mit Wärmepumpenanlagen geheizt und/oder gekühlt. Die in Österreich installierten Wärmepumpen lassen sich ab 2005 in der Regel fernschalten und sind ab 2015 mit einer Smart Grid Schnittstelle ausgestattet. Ende des Jahres 2021 waren in Österreich ca. 152.200 Gebäude mit Smart Grid Wärmepumpen ausgestattet, was einem Lastverlagerungspotenzial von ca. 0,54 GW_{el} entspricht. Dieses Potenzial wuchs von 2020 auf 2021 dabei um 20 %, siehe **Abbildung 8**.

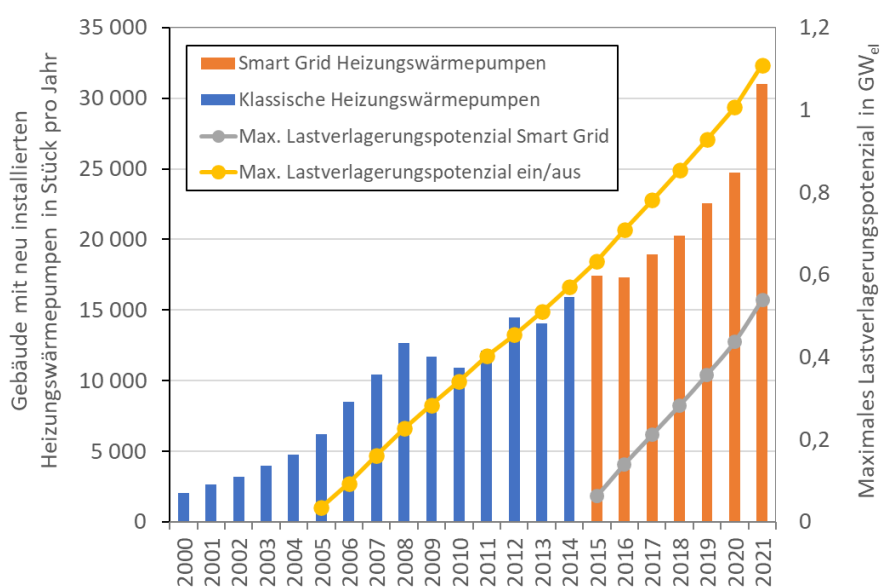


Abbildung 8 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials durch thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude. Quelle: ENFOS (2022)

Werden Gebäude mit fernschaltbaren Wärmepumpen in das Lastverlagerungspotenzial eingerechnet, so resultiert daraus im Jahr 2021 ein Bestand von 285.720 Gebäuden mit einem maximalen Lastverlagerungspotenzial von 1,11 GW_{el}. Das maximale Lastverlagerungspotenzial kann dabei jedoch nur bei temperaturbedingt hohen Heiz- oder Kühlleistungsanforderungen abgerufen werden und ist entsprechend der Temperaturverteilung über das Jahr verteilt.

Die nationale Wertschöpfung aus der thermischen Aktivierung von Gebäudeteilen und Gebäuden ist schwer separierbar. Streng technologiespezifisch ist dabei nur eine zusätzliche Planungsleistung, ggf. ein zusätzlicher Einsatz von Kunststoff-Wärmetauscherrohren, sowie die Smart Grid Schnittstelle an der Wärmepumpenanlage bzw. der Smart Meter des Netzbetreibers, welcher die Kommunikation im System ermöglicht. Das Lastverlagerungspotenzial aus der thermischen Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden wird in den kommenden Jahren rasch anwachsen und mit der flächendeckenden Verfügbarkeit von Smart Metern ist dann auch die rasche Entwicklung von Geschäftsmodellen seitens der Netzbetreiber bzw. der Energieversorger zu erwarten.

1.11 Windkraft

Die historische Marktentwicklung der Windkraft in Österreich ist in **Abbildung 9** dargestellt. Während im Jahr 2020 der Ausbau der Windkraft fast zum Erliegen gekommen ist, konnte der Ausbau im Jahr 2021 auf mittlerem Niveau weitergehen. So wurden in Österreich insgesamt 292 MW neu errichtet. Von den insgesamt 67 Anlagen entfielen 20 Anlagen mit 68 MW auf Niederösterreich und 47 Anlagen mit 224 MW auf das Burgenland. Gleichzeitig wurden rund 103 MW an Windkraftleistung abgebaut und durch moderne Anlagen ersetzt. Ende des Jahres 2021 waren damit 1.305 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von 3.294 MW am Netz. Diese Leistung ermöglichte eine durchschnittliche jährliche Stromproduktion von 7,6 TWh, was mehr als 11 % des österreichischen Stromverbrauchs, beziehungsweise 2,2 Mio. Haushalten entspricht. Verglichen mit dem Bestand Ende 2020 erhöhte sich damit das Stromerzeugungspotential aus Windkraft geringfügig.

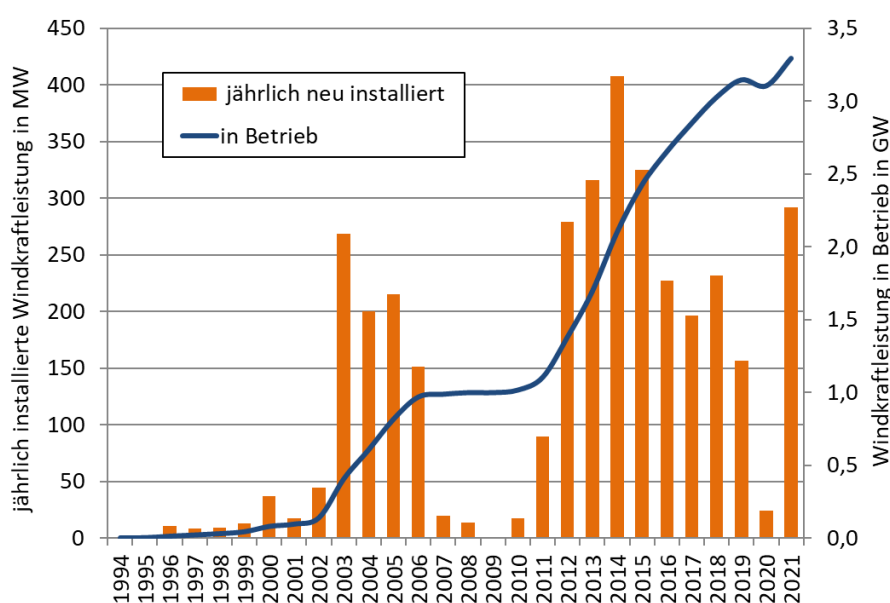


Abbildung 9 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2021
 Quelle: IG Windkraft (2022)

Insgesamt wurde im Jahr 2021 ein Gesamtumsatz der Windkraftbranche – darunter Windenergiebetreiber sowie Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen – von 1.298 Mio. Euro also über 1 Milliarde Euro erwirtschaftet. Das bedeutet eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr, vor allem aufgrund der gestiegenen Strompreise.

In der österreichischen Windbranche waren Ende 2021 rund 5.631 Personen beschäftigt. Davon 2.354 in den Bereichen Errichtung, Rückbau, Wartung und Service, davon 490 bei Betreibern von Windkraftanlagen. Aus der zuliefernden Industrie wurden rund 3.277 Beschäftigte gemeldet.

Durch die Ökostromnovelle 2019 wurden 320 fertig genehmigte Anlagen mit einer Leistung von 1.185 MW mit Förderverträgen ausgestattet. Diese seit 2015 auf die Realisierung wartenden Projekte können erst in den Jahren 2021 bis 2025 realisiert werden. Durch die 2021 errichteten Projekte konnte ein Investitionsvolumen von 435 Mio. Euro sowie 122 Vollzeit Arbeitsplätze geschaffen werden. Neue Projekte warten aktuell auf die kommenden Ausschreibungsrunden und den Start des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (EAG), welches bis 2030 den Förderrahmen für den Windkraftausbau darstellen wird.

1.12 Schlussfolgerungen

Die Entwicklung des österreichischen Inlandsmarktes zeigte im Bereich der untersuchten Technologien¹ im Jahr 2021 eine neue Dynamik. Die Verkaufszahlen wuchsen von 2020 auf 2021 bei den Biomasse-Brennstoffen um 10,6 %, bei den Biomassekesseln um 40,0 %, bei den Biomasseöfen um 28,2 %, bei der Photovoltaik um 117 %, bei den PV-Batteriespeichern um 131 % und bei den Wärmepumpen um 21,6 %. Im Bereich der Bauteilaktivierung in Gebäuden konnte das netzdienliche Lastverlagerungspotenzial um 15,6 % gesteigert werden und bei der Windkraft wurden nach dem negativen Nettoausbau im Jahr 2020 Neuanlagen im Umfang von 292 MW errichtet. Alleine im Bereich der Solarthermie war ein weiterer Rückgang der Verkaufszahlen in der Höhe von 7,0 % zu beobachten.

Dieses Gesamtbild weicht markant von der heterogenen und zögerlichen Marktentwicklung der vergangenen Jahre ab. Die deutliche Steigerung der Absatzzahlen im Inlandsmarkt ist der Erreichung der nationalen Klima- und Energieziele in hohem Maße zuträglich, auch wenn 2021 das erste Jahr war, in dem eine solche Dynamik beobachtet werden konnte. Für eine tatsächliche Erreichung der nationalen Klima- und Energieziele geht es in der Folge darum, die im Jahr 2021 beobachtete Entwicklung für die kommenden Jahre bis zum Zielhorizont 2030 bzw. 2040 abzusichern und weiter zu beschleunigen. Wissenschaftliche Studien wie die "Stromzukunft 2030" von Resch et al. (2016) und die "Wärmezukunft 2050" von Kranzl et al. (2018) führen dabei den Umfang des erforderlichen Ausbaus von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und den Umfang der gleichzeitig erforderlichen Maßnahmen zur generellen Reduktion des Energieverbrauchs in allen Sektoren vor Augen.

Die Hintergründe des deutlichen Marktwachstums im Jahr 2021 sind vielfältig und konnten in der vorliegenden Studie nur qualitativ erfasst werden. Wesentliche fördernde Faktoren waren die verbesserten energiepolitischen Rahmenbedingungen, vorrangig im Bereich der anreizorientierten Instrumente, die bereits etablierten "Raus aus dem Öl" und die neuen "Raus aus dem Erdgas" Kampagnen, sowie die Erwartung bzw. die bereits einsetzende Teuerung fossiler Energieträger. Weitere fördernde Effekte werden den Auswirkungen der Coronakrise beigemessen, wobei ähnlich gelagerte Mechanismen bereits im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 beobachtet werden konnten. Wachsende Unsicherheiten bezüglich der Versorgungssicherheit, der Stabilität der Energiepreise sowie der Geldentwertung bzw. Währungsstabilität gaben einen großen Anreiz für private Investitionen in Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeichertechnologien.

Eine neue Dimension der Herausforderungen erwächst ab dem Jahr 2022 durch den Krieg Russlands gegen die Ukraine. In diesem Zusammenhang wurde die systemische Abhängigkeit zahlreicher europäischer Staaten – darunter auch Österreich – von billigem russischem Erdgas mit einem Schlag evident. Die betroffenen Staaten streben nun unabhängig vom weiteren Verlauf des Krieges einen möglichst raschen Ausstieg aus dem Bezug von russischem Erdgas an. Für Österreich bedeutet dies einen massiven Paradigmenwechsel, da sich Erdgas bislang als hochenergetischer, bequemer und billiger Energieträger großer Beliebtheit in vielen Sektoren erfreute. Bereits längere Zeit dominierten deshalb Erdgasheizungen den Heizungsmarkt, wobei sich der Absatz von Erdgasheizungen im Jahr 2021 im Vergleich zum Vorjahr weiter um 7 % steigerte. Fast jedes zweite in Österreich neu installierte Heizsystem war 2021 damit eine Erdgasheizung.

¹ Die Technologiebereiche Biogas, Biotreibstoffe, tiefe Geothermie und Wasserkraft sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Die Anreize zur Investition in Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeichertechnologien erreichen damit im Jahr 2022 einen historischen Höhepunkt. Die daraus resultierende großflächige Nachfrage nach entsprechenden Technologien und den damit in Zusammenhang stehenden Dienstleistungen führt mittlerweile in vielen Bereichen zu Lieferengpässen und deutlichen Preisanstiegen. Die Geschwindigkeit der Energiewende scheint nun kurzfristig durch die vorhandene Produktionskapazität, die Verfügbarkeit von Dienstleistungen und die Leistungsfähigkeit der Lieferketten begrenzt. Die kurzfristig abrufbare Leistungsreserve der Erneuerbaren-Branche könnte dadurch im Jahr 2022 vielerorts erreicht werden. Eine vollständige Kompensation durch vermehrten Import von Technologien und Dienstleistungen scheint dabei wegen der gesamteuropäischen Nachfragesteigerung und der weiterhin bestehenden Lieferkettenproblematik unrealistisch.

Doch die mögliche Geschwindigkeit eines kurzfristigen Systemwechsels wird nicht nur durch die Leistungs- und Wachstumsfähigkeit der relevanten Branchen begrenzt. Die langen technischen Lebensdauern und Abschreibungsdauern von Energietechnologien, strukturelle Rahmenbedingungen und sozio-ökonomische Faktoren sind gleichermaßen zu berücksichtigen. Gewachsene urbane Strukturen mit einem hohen Versorgungsanteil von Erdgas stellen dabei eine besondere Herausforderung dar. Für eine flächendeckende Umrüstung kommen in der nun zur Verfügung stehenden Zeit nur noch Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie sowie Energiespeichertechnologien in Frage, die am Massenmarkt etabliert und verfügbar sind. Energietechnische Innovationen im strengeren Sinn können zur Bewältigung der kurzfristigen und möglicher Weise krisenhaften Herausforderungen aufgrund der langen Zeitkonstanten von der Entwicklung über die Markteinführung bis zur Massenproduktion keinen nennenswerten Beitrag leisten.

Vor den genannten Hintergründen erscheinen jene verfügbaren und etablierten Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie, die bisher aus unterschiedlichen Gründen eine geringe oder eine rückläufige Beachtung fanden, in einem neuen Licht. Dies sind vor allem die Solarthermie und die tiefe Geothermie im Wärmebereich sowie Biogas und flüssige Biotreibstoffe im Strom-, Wärme- und Mobilitätsbereich. Das sich nun rasch ändernde Preisgefüge bei Technologien und Energieträgern, die Frage der kurz- bis mittelfristigen Verfügbarkeit der technologischen Komponenten und die Kompatibilität der Technologien mit den vorhandenen Infrastrukturen attraktiviert nun diese erneuerbaren Optionen.

Die Politik ist nun ab dem Jahr 2022 sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene mit den Auswirkungen der Klimakrise, der Coronakrise und des russischen Überfalls auf die Ukraine konfrontiert. Jede Maßnahme und jedes eingesetzte energiepolitische Instrument wird in Zukunft diesen unterschiedlichen und unabhängig voneinander bestehenden Herausforderungen genügen müssen. Die spätestens seit der Liberalisierung der europäischen Energiemärkte ab den 2000er Jahren aus kurzfristigen betriebswirtschaftlichen Gründen in Bedrängnis geratenen Aspekte der nationalen Versorgungssicherheit, der Bevorratung mit Energie und der Agenden des Zivilschutzes sind dabei essentielle Punkte. Glücklicher Weise sind die dringend erforderlichen Maßnahmen jedoch keineswegs diametral. Maßnahmen, welche zu einem resilienten, nachhaltigen Energie- und Gesellschaftssystem führen, werden seit Jahrzehnten diskutiert und sind geeignet, vielgestaltigen Krisen zu begegnen. Spätestens jetzt ist es jedoch an der Zeit zu handeln.

Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021

1.13 Tabellarische Zusammenfassung der Projektergebnisse

Ergebnisse	Biomasse Brennstoffe	Biomassekessel	Biomasseöfen	Photovoltaik	Solarthermie	Wärmepumpen	Windkraft
Inlandsmarkt 2021	205 PJ	19.285 Stk.	15.900 Stk.	739,7 MW _{peak}	49,3 MW _{th}	38.583 Stk.	292 MW _{el}
Veränderung 2020→2021	+10,6 %	+40,0 %	+28,2%	+117 %	-7,0 %	+21,6 %	+1.168 %
Anlagen in Betrieb 2021	n.r.	ca. 670.000 Stk.	n.v.	2.782,6 MW _{peak}	3.342 MW _{th}	385.171 Stk.	3.294 MW _{el}
Exportquote im Technologie-Produktionsbereich 2021	Handelsbilanz: 64.534 Tonnen ⁴ Nettoimporte	79 %		48 % ²	92 %	33 %	87 %
Energieertrag 2021 ³	205 PJ oder 56.944 GWh			2.782,6 GWh	2.131 GWh	5.131 GWh	7.600 GWh
CO ₂ – Einsparungen (netto) ¹	10,190 Mio. t			0,954 Mio. t	0,370 Mio. t	0,872 Mio. t	2,604 Mio. t
Branchenumsatz 2021 ⁵	1.567 Mio.€	1.580 Mio.€	361 Mio.€	1.484,8 Mio.€	361 Mio.€	1.015 Mio.€	1.298 Mio. €
Beschäftigung 2021	17.932 VZÄ	6.574 VZÄ	1.200 VZÄ	4.529 VZÄ	1.200 VZÄ	2.160 VZÄ	5.631 VZÄ

¹ Ausgewiesen werden Nettoeinsparungen, d.h. die Emissionen aus der benötigten Antriebsenergie (elektrischer Strom) für Pumpen, Steuerungen, Kompressoren etc. werden in der Kalkulation berücksichtigt.

² bezieht sich auf die Inlandsproduktion von Modulen; die Exportquote im Bereich Wechselrichter betrug 2021 ca. 89 %.

³ ausgewiesen wird der Anteil direkt gewonnener erneuerbarer Energie im Gesamtenergieertrag.

⁴ erfasst sind hier Stückholz, Hackgut und Pellets, Datenbasis 2021.

⁵ inklusive der monetär bewerteten bereitgestellten erneuerbaren Energie

n.r.: Rubrik ist für diesen Sektor nicht relevant.

n.v.: Rubrik konnte für diesen Sektor nicht verifiziert werden.

VZÄ: Vollzeitäquivalente

AutorInnen der Studie:

Peter Biermayr, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Bernhard Fürnsinn, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Stefan Savic, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Maximilian Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Verantwortung und Koordination: Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien, Leiter: Dipl.-Ing. Theodor Zillner

2 Summary

2.1 Motivation, method and content

The documentation and market research in the field of technologies for the use of renewable energy sources creates a basis for the planning and decision-making in politics, economy, research and development. The present market study “Innovative energy technologies in Austria – market development 2021” brings about these foundations for the areas biomass, photovoltaics, photovoltaic battery storage device, solarthermics, heat pumps, component activation in buildings and wind power. For the evaluation of the market development technology-specific methods are applied whereby surveys based on questionnaires for technology producers, commercial enterprises and installation companies as well as for the funding agencies of the federal states and the federal government are the main focus. Furthermore, literature analysis, evaluations of available statistics and internet research for the provision of information are carried out. The generated data are illustrated in consistent time series.

Apart from the illustration of the market development of quantities or power units on an annual basis, the evaluation of the existing operating plants and the energy output of the plants considering the technical lifespan is made. The necessary auxiliary power for drives and auxiliary units is taken into account and net savings of greenhouse gas emissions are shown. The depicted sales figures of lines of business and the effects on employment illustrate the economic consequences of the various technologies in Austria.

2.2 Introduction

The influencing factors on the market diffusion of the renewables were wide spread in 2021. In general, there were less consequences of the Corona crisis than in 2020. The prices of fossil energy were moderate and remained in an area as was the case in the years before the Corona crisis. Problems in the supply chain could be observed here and there and they were together with the highly increasing demand for the technologies for the use of renewable energy a limiting factor in some places. The energy-political framework created new incentives in some areas. Against this background a significant growth of the domestic market in the areas biomass boilers and stoves, photovoltaics, wind power and heat pumps could be registered. Declining sales figures were merely observed in the area of solarthermics in 2021.

Thus the market development 2021 shows a clear growth over a wide range in the area of the investigated technologies after numerous years with a discontinuous and a partly sharply declining development. A long-term continuous growth of the domestic market can be confirmed in the areas heat pumps, photovoltaics and biomass boilers. Even in the area of wind power there was again a strong sign of life after the stagnation in 2020. In regard to the achievement of the national energy- and climate targets for 2030 respectively 2040 the market development 2021 provides a positive signal. However, in order to attain the targets the presently introduced market dynamics have to be further established and stabilized in the medium-term. Furthermore the increase of energy efficiency in all sectors as well as the reduction of the consumption of energy services has to be particularly taken into account.

2.3 Solid biomass - fuels

The energetic utilization of solid biomass has a long tradition in Austria and is still a very important factor within the renewable energy sector. The consumption of final energy from solid biofuels increased from 142 PJ in 2007 to 179 PJ in 2013. In 2014 the consumption of solid biofuels decreased to 150 PJ due to relatively high average temperatures see **Figure 10**. In the following years the consumption of solid biofuels increased again, in 2017 up to 193.6 PJ. However, due to high temperatures the consumption of solid biofuels decreased to 179.4 PJ in 2018 and to 180.5 PJ in 2019. In the following years the consumption of solid biofuels increased to 185.25 PJ in 2020 and to 204.89 PJ in 2021 due to low temperatures and increased sales of biomass technologies. The consumption of wood chips has been increasing since the beginning of the 1980s. In 2021 the wood chips consumption was 95.2 PJ and thus exceeded the consumption of wood logs with 79.6 PJ. The very well documented wood pellet market developed with an annual growth rate between 30 % and 40 % until 2006. This development was then stopped 2006 due to a supply shortage which resulted in a substantive price rise. The market recovered and the production capacity of 30 Austrian pellet manufacturers has been extended to 1.82 million tons a year. In 2021 the national pellet consumption amounts to 20.3 PJ (1,190,000 t).

Fuels from solid biomass contributed to a CO₂ reduction of about 10.19 million tons in 2021. The whole sector of solid biofuels made a total turnover of 1.567 billion Euros thus creating 17,932 jobs.

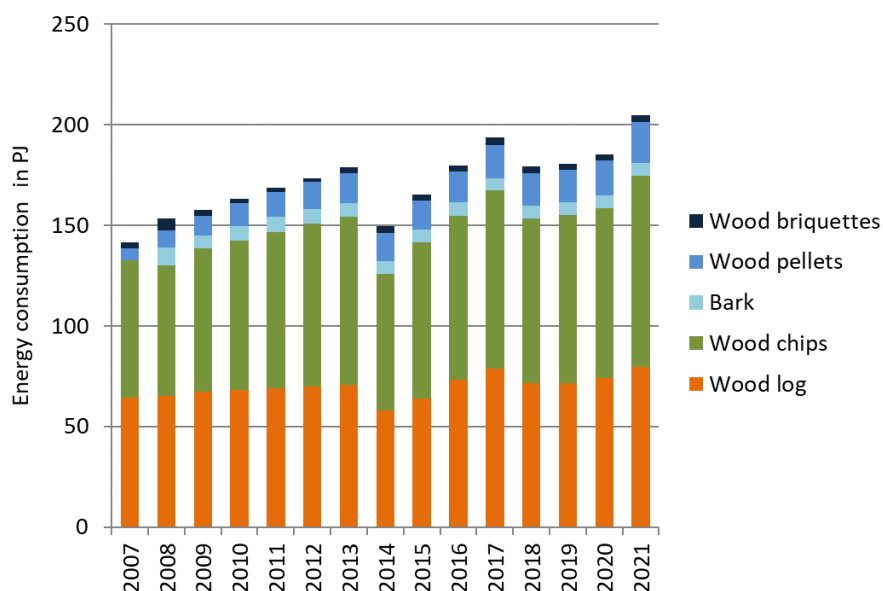


Figure 10 – Market development of biomass fuel in Austria from 2007 to 2021

Source: BEST (2022)

The success of bioenergy highly depends on the availability of suitable biomasses in sufficient volumes and at competitive prices. The availability of biomass feedstock is currently very good. In addition to the traditional use of biomass in the heating sector, the importance of bioenergy as part of a sustainable energy system in combination with other renewables is increasing: biomass fuels are weather-independent energy suppliers. In this context the co-production of electricity and/or material products such as biochar is of great interest in order to ensure the most efficient use of resources.

2.4 Solid biomass – boilers and stoves

The market for biomass boilers steadily increased in Austria from 2000 until 2006 with a constantly high market growth. A market break of more than 40 % occurred 2007 for all types of biomass boilers due to low prices for heating oil and the mentioned supply shortage of pellets see [Figure 11](#). The installation of additional pellet production capacities has eliminated the risk of shortage. In 2009 the sales figures declined again essentially by 24 % due to lower oil prices caused by the global finance and economic crisis. In the years 2011 and 2012 the sales of pellet boilers increased strongly facilitated by rather high heating oil prices and moderate pellet prices. In 2012 the market for pellet boilers was growing again with 15 % increase of sales. In 2013 the biomass boiler sales declined due to higher biofuel prices and the effect of investments in advance in the years after the economic crisis. This trend also continued in the following years due to low oil prices and warm weather. Since 2019 the sale figures have been increasing again. In 2021, the sales of pellet boilers (<100 kW) even increased by 51.8 %, those of wood log/pellets combi by 26 %. The sales of small-scale (<100 kW) wood chip boilers increased by 28.2 % and the sales of wood log boilers by 14.8 %.

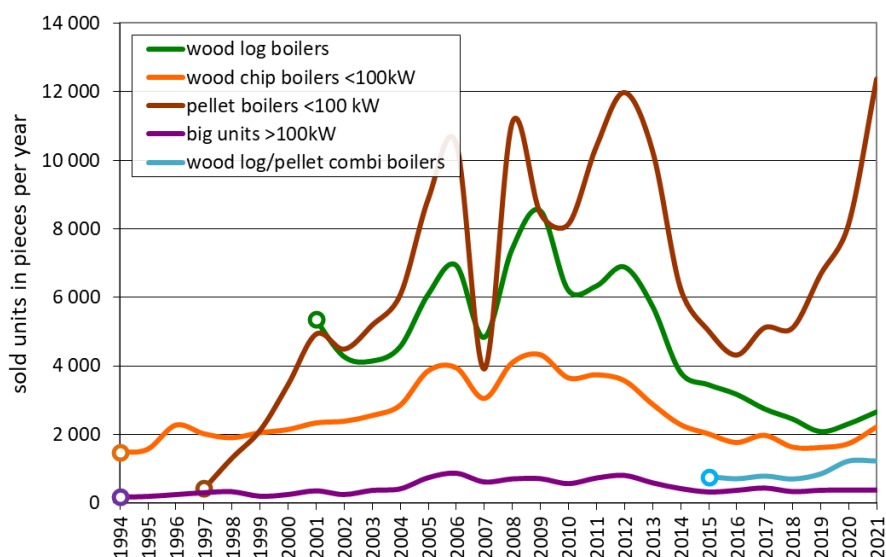


Figure 11 – Market development of biomass boilers in Austria from 1994 to 2021

Source: LK NÖ (2022a)

In 2021 12,344 pellet boilers, 2,657 wood log boilers, 1,531 wood log-pellet combi-boilers and 2,753 wood chip boilers were sold on the Austrian market, all boilers concerning the whole range of power. Furthermore at least 2,400 pellet stoves, 5,500 cooking stoves and 8,000 wood log stoves were sold. Austrian biomass boiler manufacturers typically export approximately 80 % of their production. The biomass boiler and stoves sector obtained a turnover of 1,712 million euro in 2021. This resulted in a total number of 7,006 jobs in Austria. Currently and in next future research efforts are focused on the extension of the power range, further reduction of emissions and the use of biomass as an energy carrier in industrial and commercial processes with high heat demand. In addition to the technological quality, a further reduction of capital costs is decisive for achieving success in international markets.

2.5 Photovoltaics

For the first time after the early phase of innovators and stand-alone systems the Austrian photovoltaic market in 2003 experienced an upsurge as the green electricity bill (Ökostromgesetz) was passed before collapsing again due to the 15 MW_{peak} capping of feed-in tariffs in 2004. After the absolute highest market diffusion of photovoltaic systems in Austria in 2013 due to an extra funding process, the PV market stabilized from 2014 to 2018. After an increase in the following years (2019: 247 MW_{peak}, 2020: 340.8 MW_{peak}), also in 2021 a substantial increase was generated: As shown in **Figure 12**, PV plants with a total capacity of 739.7 MW_{peak} were installed in 2021, which represents a significant increase of 117 %.

Hence, in 2021 the total amount of installed PV capacity in Austria was 2,782.6 MW_{peak}. This represents an increase of 36.2 %. As a consequence, the sum of produced electricity by PV plants in operation amounted to at least 2,782.6 GWh in 2021 and lead to a reduction in CO_{2equ} - emissions by 953,598 tons.

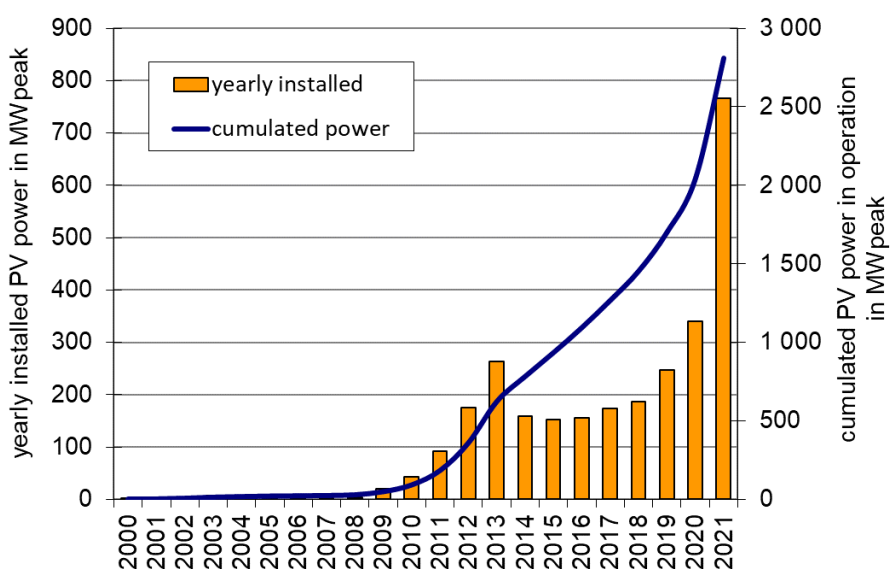


Figure 12 – Market development of photovoltaic systems in Austria until 2021
 Source: Technikum Wien (2022)

The Austrian photovoltaic industry is covering the production of PV modules and inverters as well as other PV components and devices. Furthermore, there is a high density of planning and installation companies for PV systems as well as specialized institutions and universities, which play an important role in international photovoltaic research & development (R&D). Within those economic sectors 4,529 persons are employed full-time, which raises solar technology to an overall substantial market. The average system price of a grid-connected 5 kW_{peak} photovoltaic system in Austria has increased slightly compared to 2020 (1,506 EUR/kW_{peak} excl. VAT) to 1,543 EUR/kW_{peak} excl. VAT in 2021.

Especially the development of building integrated photovoltaic systems is of high importance for Austria. High added value seems to be achievable in this market branch. The integration does not only concern architectural aspects, but also systemic aspects of the optimal use of the locally generated electricity.

2.6 PV battery storage systems

A growing desire for energy autonomy amongst private households and commercial enterprises combined with both public subsidies and falling prices is driving a massive expansion of distributed generation and storage technologies in both Austria and Germany, see Hampl et al. (2015).

FH Technikum Wien has tracked the annual installed capacity and market price of battery storage systems in combination with PV (“PV storage systems”) since 2014. These statistics combine data from local and state governmental agencies (responsible for funding PV + storage) as well as Austrian companies (selling and installing such systems) in order to track the expansion of this market. Various surveys, e-mails, and telephone calls are used to collect this data.

8,755 PV storage systems were installed in 2021, representing an installed capacity of 131.13 MWh (net capacity) of storage. Of these, 72.8 % received a subsidy and 27.2 % were installed without subsidies. Since 2014, a total of 20,662 PV storage systems with a net capacity of 251.7 MWh were installed see **Figure 13**.

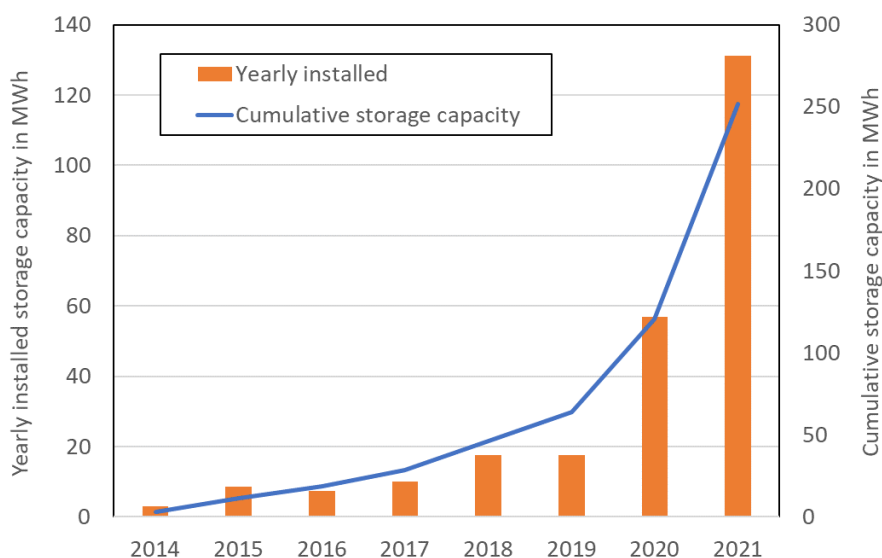


Figure 13 – Market development of PV battery storage systems in Austria until 2021
 Source: Technikum Wien (2022)

The average system price for a PV battery storage system increased 12.7 % from 914 EUR/kWh net capacity to 1,030 EUR/kWh net capacity excl. VAT. A look at the purchasing prices shows a similar pattern. Also the average purchasing price for a PV battery storage system increased by 13.3 % from 539 EUR/kWh net capacity to 611 EUR/kWh net capacity.

2.7 Solar thermal collectors

As early as the 1980s, the use of thermal solar energy experienced a first boom in the area of water heating and the heating of swimming pools. At the beginning of the 1990ies it was possible to develop a considerable market in the field of solar combi systems for hot water and space heating. In the period between the year 2002 and 2009 the solar thermal market grew significantly and reached the peak in 2009 due to rising oil prices but also due to new applications in the multifamily house sector, the tourism sector as well as new applications in solar assisted district heating and industrial process heat.

After the phase of massive growth until 2009, the domestic market has been declining for more than twelve years. This development is not only observed in Austria, but with a few exceptions also in most European countries. In 2021, the Austrian domestic market again recorded a decline of 7 % compared to 2020.

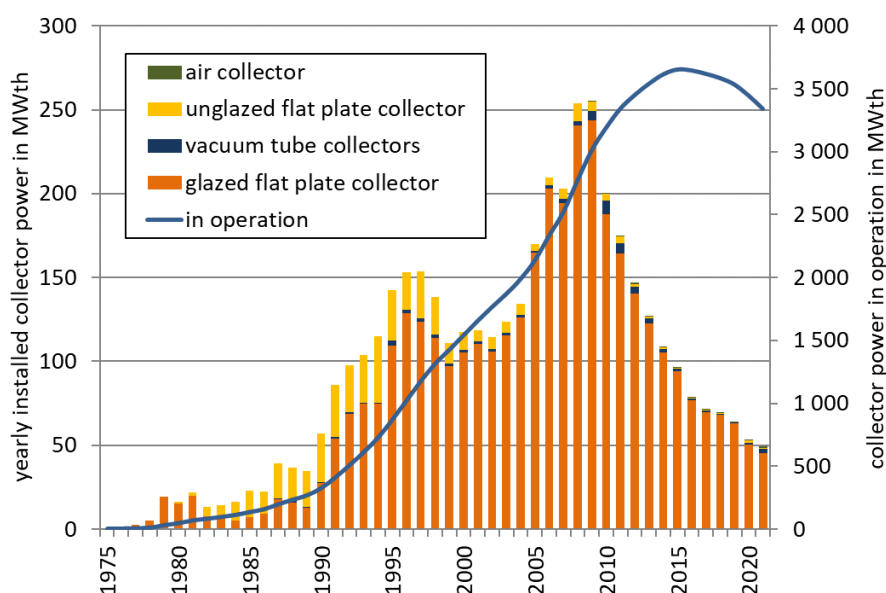


Figure 14 – Market development of solar thermal collectors in Austria until 2021

Source: AEE INTEC (2022)

By the end of the year 2021 approx. 4.8 million m² of solar thermal collectors were in operation. This corresponds to an installed thermal capacity of 3.3 GW_{th}. In a global comparison, Austria is thus among the top 10 countries. In terms of installed glazed collector area, Austria is in 9th place; in terms of installed collector area per inhabitant, it is in 4th place.

The solar yield of the solar thermal systems in operation is equal to 2,131 GWh_{th}. The avoided CO₂-emissions are 369,917 tons. In 2021 a total of 70,410 m² solar thermal collectors were installed, which corresponds to an installed thermal capacity of 49.3 MW_{th} as **Figure 14** shows.

The export share of thermal collectors increased from 84 % in 2020 to 92 % in 2021. In 2021, after 12 years of decline, the area of exported collectors also increased for the first time, from 344,844 m² in 2020 to 462,223 m² in 2021. It should be noted that exports represent about 660% of the domestic market, making Austrian companies one of the largest suppliers on the world market. The turnover of the Austrian solar thermal industry was estimated at 147,6 million Euros for the year 2021. Therefore approx. 1,200 full-time jobs can be numbered in the solar thermal business.

2.8 Large-scale heat storage in local and district heating systems

Austria has a long tradition of piped heat supply. Whereas 50 to 70 years ago district heating supplies based on fossil fuels and CHP plants were implemented in large Austrian cities, the implementation of so-called local heating networks based on solid biomass in smaller towns and villages started around 1990. In 2020, the total amount of heat sold in this sector was around 20 TWh and the growth has increased by 73 % since 2000 (Statistik Austria, 2021). The data basis for the present analyses was formed by 1,056 surveyed heating networks.

What most of these larger urban district heating networks as well as the smaller local heating networks have in common is that flexibility elements are needed for an operation according to techno-economic criteria or for an increased integration of fluctuating renewables and other waste heat. One possibility to provide such flexibility in local and district heating networks is heat storage.

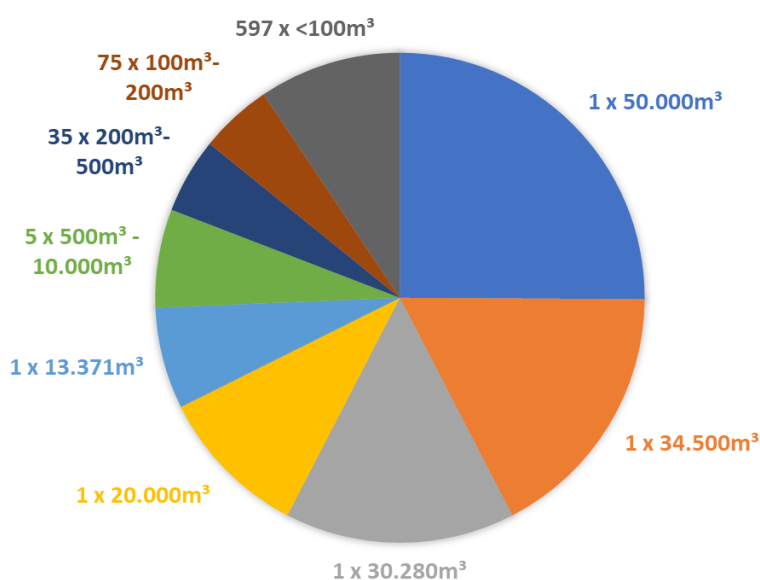


Figure 15 – Distribution of the total volume of tank water storage per surveyed heating network. Data basis: 717 heating networks
 Source: AEE INTEC (2022)

Of the total of 1,056 local and district heating networks surveyed, heat storage systems have already been installed as a flexibility element in 717 heating networks over the last 20 years. In these heating networks, a total number of 951 tank water storage systems with a total volume of around 199,262 m³ were surveyed. The distribution of the tank storage volume can be seen in **Figure 15**. The largest tank water storage has a volume of 50,000 m³. Taking into account an average usable temperature difference of 35 K, the installed water storage tanks form a total heat storage capacity of around 8.1 GWh.

In 2021, 53 tank water storage facilities with a total volume of 4,280 m³ were installed, which represents an increase in the total installed storage capacity of around 2.2 %. The largest storage facility installed in 2021 has a volume of 1,000 m³ and serves as a flexibility option for a large-scale solar thermal plant as well as for load management.

2.9 Heat pumps

The historical development of the heat pump market shows an early phase of technology diffusion in the 1980's (mainly heat pumps for water heating), followed by a significant market decrease in the 1990's and a strong market diffusion starting from the year 2001 (now mainly heat pumps for space heating) see **Figure 16**. From 2001 onwards the diffusion of heat pumps for space heating coincided with the introduction of energy efficient buildings with low heating energy demand which offered good conditions for an energy efficient and economically attractive operation of heat pumps. This is due to low temperature needs in heating systems and low specific energy consumption for space heating.

The total sales volume of heat pumps (domestic market plus export market for all uses and power classes) increased in 2021 from 50,210 units sold in the previous year to 57,399 units. This corresponds to a growth of 14.3 %. Growth was observed mainly in the domestic market (+21.6 %) but also in the export market (+1.9 %). Strong growth was particularly noticeable for heat pumps for space heating in the domestic market in all power classes up to 350 kW. Domestic hot water heat pumps showed an increase of 9.3 % in the home market and an increase of 23.4 % in the export market.

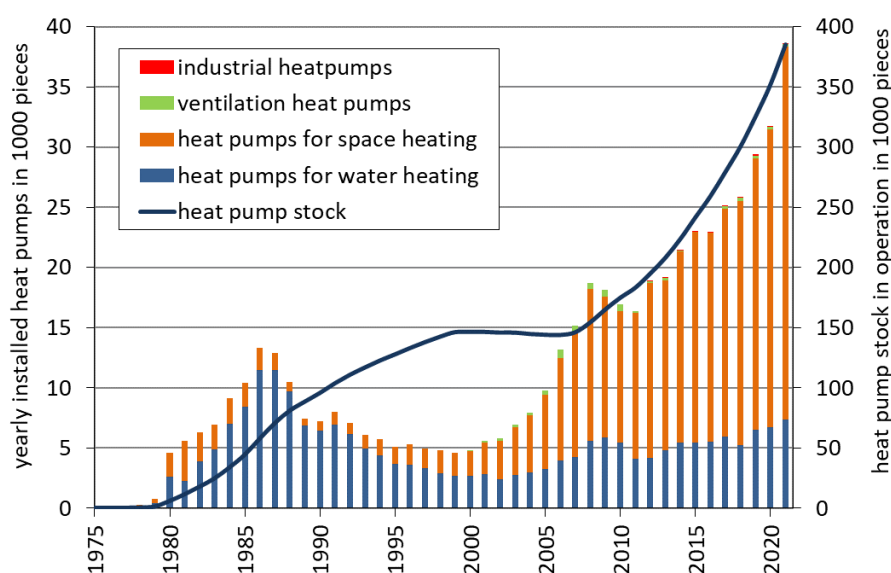


Figure 16 – Market development of heat pumps in Austria until 2021

Source: ENFOS (2022)

The percentage of the export market was 32.8 % in quantity of the total sales in 2021 and therefore a little lower than in the previous year. In 2021 the Austrian heat pump sector (production, trade, installation and monetary value of heat) had an amount of total sales of 1,015 million Euro and 2,160 full time jobs. Thanks to the existing heat pump stock in Austria about 872,384 tons CO_{2e} of net emissions could be avoided in 2021.

Presently research and development of heat pump systems focus on innovative installations combined with other technologies: e.g. solar thermal systems or photovoltaic systems, new energy-services as air-conditioning, space cooling or applications in the context of renovating buildings in regard to humidity problems. The range of innovations is completed with the use of the heat pump technology in smart grids.

2.10 Thermal activated building parts

Heat and cold can be stored in buildings and building components. If buildings have a great mass and a good heat insulation this leads to thermal inertia which can be used for load transfer. Plastic tubes are built into massive building components through which a heat carrier medium flows. The load transfer is useful for the overriding energy system if for instance a grid operator has the possibility to control the load via an interface to a certain extent. Activated building components and buildings are generally heated and/or cooled with heat pump installations. Heat pumps installed in Austria can generally be switched remotely since 2005 and have been equipped with a Smart Grid interface since 2015. At the end of 2021 approximately 152,000 buildings have been equipped with Smart Grid heat pumps in Austria which corresponds to a load transfer potential of approximately 0.54 GW_{el}. This potential has increased from 2020 to 2021 by 20 % see **Figure 17**.

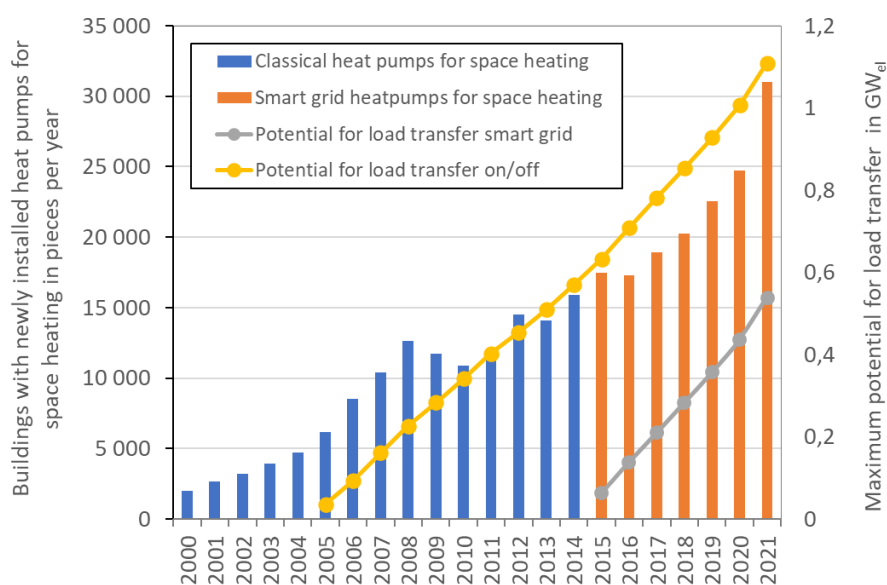


Figure 17 – Development of the grid-beneficial load shift potential
New buildings with classic and Smart Grid heat pumps in pieces and the resulting load shift potential in GW_{el}. Source: ENFOS (2022)

If buildings with remotely switched heat pumps are taken into account for the load transfer potential this results in a stock of 285,720 buildings with a maximum load transfer potential of 1.11 GW_{el} in 2021. However, the maximum load transfer potential can only be accessed when there is a high cooling or heating demand due to temperature and is according to the temperature distribution spread over the whole year. The national added value from the thermal activation of building components and buildings can hardly be separated. Only an additional planning service is strictly technologically specific as may be an additional use of plastic heat exchanger tubes as well as the Smart Grid interface of the heat pump installation respectively the Smart Meter of the grid provider that makes the communication in the system possible. The load transfer potential from thermal activation of building components and buildings will rapidly grow in the upcoming years and with the comprehensive availability of Smart Meters the rapid development of business models on the part of grid operators respectively energy suppliers can be expected.

2.11 Wind power

The historical market development of wind power in Austria is shown in **Figure 18**. While the expansion of wind power almost came to a standstill in 2020, the expansion continued at a medium level in 2021. A total of 292 MW were newly installed in Austria. Of the total of 67 systems, 20 systems with 68 MW were in Lower Austria and 47 systems with 224 MW in Burgenland. At the same time, around 103 MW of wind power capacity was decommissioned. At the end of 2021, 1,305 wind turbines with a nominal output of 3,294 MW were connected to the grid. This output enabled an average annual electricity production of 7.6 TWh, which corresponds to more than 11 % of Austrian electricity consumption or 2.2 million households. Compared to the stock at the end of 2020, the electricity generation potential from wind power increased slightly.

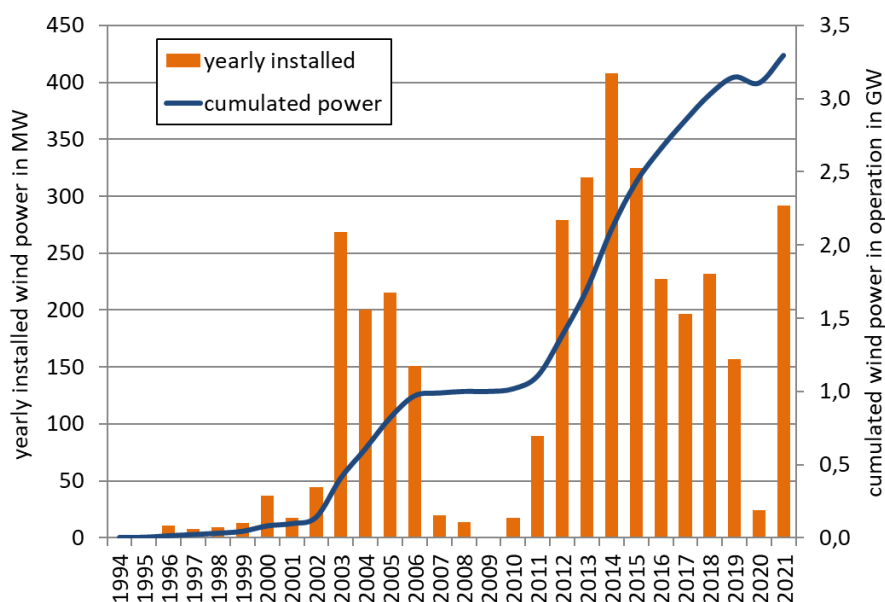


Figure 18 – Market development of wind power in Austria until 2021

Source: IG Windkraft (2022)

Around 5,631 people were employed in the Austrian wind industry at the end of 2021. 2,354 of them in the areas of construction, dismantling, maintenance and service, and 490 with operators of wind turbines. Around 3,277 employees were reported from the supplying industry.

The 320 projects with an output of 1,185 MW that have been fully approved by the green electricity amendment in 2017 and 2019 and have been waiting for implementation since 2015 will probably be implemented until 2021 to 2025. The projects built in 2021 enabled an investment volume of 435 million euros and 122 permanent jobs to be created. New projects are currently waiting for the upcoming rounds of tenders and the start of the EAG, which represents the funding framework for wind power expansion up to 2030.

2.12 Conclusions

The development of the Austrian domestic market showed new dynamics in the field of the investigated technologies² in 2021. From 2020 to 2021 the sales figures increased by 10.6 % for biomass fuels, 40.0 % for biomass boilers, 28.2 % for biomass stoves, 117 % for photovoltaics, 131 % for photovoltaic battery storages and 21.6 % for heat pumps. In the field of thermal component activation of buildings the load transfer potential beneficial to the grid could be increased by 15.6 % and after a negative net expansion of wind power in 2020 new installations to the extent of 292 MW were built. A further decrease of sales figures by 7.0 % could only be observed in the field of solarthermics.

This overall picture deviates strongly from the heterogeneous and hesitant market development of the past years. The distinct increase of the sales figures in the domestic market is highly advantageous for attaining the climate and energy targets even if 2021 was the first year where such dynamics could be observed. In order to actually reach the national climate and energy targets it will subsequently be the question of securing and further accelerating the observed development of 2021 for the upcoming years until the target horizon of 2030 respectively 2040. Scientific studies as “Stromzukunft 2030“ by Resch et al. (2016) and “Wärmezukunft 2050“ by Kranzl et al. (2018) show plainly the extent of the necessary expansion of technologies for the use of renewable energy and simultaneously the extent of the necessary measures for a general reduction of the energy consumption in all sectors.

The backgrounds of the distinct market growth in 2021 are diverse and could only be qualitatively evaluated in the present study. Essential promoting factors were the improved energy-political framework conditions mostly in the area of incentive oriented instruments, the already established “Raus aus dem Öl“ and the new “Raus aus dem Erdgas“ campaigns as well as the expectation respectively the already rising prices of fossil energy sources. Further promoting effects are contributed to the consequences of the Corona crisis whereby similar mechanisms could already be observed in the course of the financial and economic crisis in 2008. Growing uncertainties in regard to security of supply, the stability of energy prices as well as inflation respectively currency stability were a great incentive for private investments in technologies for the use of renewable energy and energy storage technologies.

Since 2022 a new level of challenges arises due to the war of Russia against the Ukraine. In this context the systemic dependency of numerous European countries – among them Austria – of cheap Russian natural gas became evident all at once. Presently the affected states strive for a withdrawal of the purchase of Russian natural gas as soon as possible independent of the further course of the war. For Austria this means a massive paradigm change as natural gas has so far been favoured as a highly exergetic, comfortable and cheap source of energy in many sectors. Consequently natural gas heating systems have dominated the heating market for already a longer period whereas the sale of natural gas heatings increased in 2021 by 7 % compared to the previous year. Thus, almost every second newly installed heating system in Austria was a natural gas heating in 2021.

As a result the incentives for investments in technologies for the use of renewable energy and energy storage technologies reach a historical peak in 2022. Meanwhile the resulting widespread demand for corresponding technologies and the related services lead to supply

² The technological fields biogas, biofuels, deep geothermics and hydropower are not subject of the present study.

shortages and considerable price rises in many areas. In the short term the speed of the energy transition seems to be limited due to the existing productivity capacity, the availability of services and the supply chain performance. As a consequence the short term available reserve capacity of the renewable sector could be reached in many places in 2022. However, a complete compensation through additional import of technologies and services seems unrealistic because of the overall European increase in demand and the further existing problems with the supply chains.

Anyhow, the possible speed of a short term system transition is not only limited by the productivity capacity and the growth capacity of the relevant sectors. The long technical life cycles and amortization periods of energy technologies, structural framework conditions and the socio-economic factors have to be equally taken into consideration. Grown urban structures with a high supply rate of natural gas are an especial challenge. For the now available time limit and for a comprehensive conversion only technologies for the use of renewable energy as well as energy storage technologies are a possibility which are established on the mass market and are available. Energy technical innovations as such cannot make a significant contribution to the mastering of the short term or possibly critical challenges because of the long periods from the development via the introduction on the market to the mass production.

Against the described background those available and established technologies for the use of renewable energy which have up to now had due to various reasons little or declining attention, now appear in another light. These are most of all solarthermics and deep geothermics in the heating field as well as biogas and liquid biofuels in the electricity, heat and mobility field. The rapidly changing price structure of the technologies and the energy sources, the question of short term to medium term availability of the technological components and the compatibility of the technologies with the existing infrastructures makes these renewable options attractive.

Since 2022 politics are now confronted with the consequences of the climate crisis, the Corona crisis and the Russian attack on the Ukraine on a national level as well as on a European level. Each measure and each implemented energy political instrument will have to adapt to these differing and independently existing challenges in the future. The aspects of national supply security, the provisioning of energy and the tasks of civil defence which had been affected at the latest since the liberalisation of the European market since the 2000s due to short term economic reasons are essential points. However, the urgently necessary measures are luckily not at all diametral. Measures which lead to a resilient, sustainable energy and social system have been discussed for decades and are suitable for meeting diverse crisis. However, now it is about time to act.

Innovative Energy Technologies in Austria – Market Development 2021

2.13 Tabular summary of the project results

Results	Solid biomass fuels	Biomass boilers	Biomass stoves	Photovoltaics	Solar thermal	Heatpumps	Wind power
Home market 2021	205 PJ	19,285 pieces	15,900 pieces	739.7 MW _{peak}	49.3 MW _{th}	38,583 pieces	292 MW _{el}
Change 2020→2021	+10.6 %	+40.0%	+28.2 %	+117 %	-7.0 %	+21.6 %	+1,168 %
In operation 2021	n.r.	670,000 pieces	n.v.	2,782.6 MW _{peak}	3,342 MW _{th}	385,171 pieces	3,294 MW _{el}
Export rate of technology production 2021	Trade balance: 64,534 Tonnes ⁴ net-import	79 %		48 % ²	92 %	33 %	87 %
Energy production 2021 ³	205 PJ or 56,944 GWh			2,782.6 GWh	2,131 GWh	5,131 GWh	7,600 GWh
CO _{2eq} – net savings ¹	10.190 Mio. t			0.954 Mio. t	0.370 Mio. t	0.872 Mio. t	2.604 Mio. t
Sector turnover 2021 ⁵	1,567 Mio.€	1,580 Mio.€	132 Mio.€	1,485 Mio.€	361 Mio.€	1,015 Mio.€	1,298 Mio. €
Jobs 2021	17,932 FTE	6,574 FTE	432 FTE	4,529 FTE	1,200 FTE	2,160 FTE	5,631 FTE

¹ Net savings are reported, i.e. the emissions from the required drive energy (electricity) for pumps, controls, compressors etc. are taken into account in the calculation.

² This figure refers to the domestic production of modules; the export rate for inverters in 2021 was approx. 89 %.

³ Only the share of renewable energy in the total energy yield is reported.

⁴ Logs, wood chips and pellets are included here, database 2021.

⁵ Including the monetary value of renewable energy provided.

n.r.: Heading is not relevant to this sector.

n.v.: Category could not be verified for this sector.

FTE: Full time equivalent

Authors of the study:

Peter Biermayr, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Bernhard Fürnsinn, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Stefan Savic, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Maximilian Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka

Imprint:

Owner, publisher and media owner: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Responsibility and coordination: Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien, Leiter: Dipl.-Ing. Theodor Zillner

3 Methode und Daten

In diesem Kapitel erfolgt die Dokumentation der im Weiteren angewandten Methoden und die Beschreibung der verwendeten Daten. In der vorliegenden Arbeit werden folgende Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie bzw. Themen untersucht und dokumentiert:

- **Feste Biomasse – Brennstoffe**
- **Feste Biomasse – Kessel und Öfen** (inkl. Biomasse-KWK)
- **Photovoltaik** (inklusive Wechselrichter)
- **Photovoltaik-Batteriespeicher**
- **Solarthermie** (verglaste und unverglaste Kollektoren, Vakuum-Rohrkollektoren und Luftkollektoren)
- **Wärmepumpen** (für die Raumheizung, Brauchwassererwärmung, Wohnraumlüftung und Industrieanwendungen)
- **Bauteilaktivierung in Gebäuden**
- **Windkraftanlagen**

Die Marktentwicklung dieser Technologien (Verkaufszahlen im Inlands- und Exportmarkt) wird für das **Datenjahr 2021** dokumentiert. Die Darstellung der historischen Entwicklung der Technologiediffusion erfolgt auf Basis der Arbeiten von Faninger (2007) bzw. der vorangegangenen Arbeiten von Professor Faninger und der Arbeit von Biermayr et al. (2021a) und der vorangegangenen Arbeiten von Biermayr et al.

Folgende inhaltliche Aspekte werden in Abhängigkeit von der spezifischen Datenverfügbarkeit für die oben genannten Technologien zur Bereitstellung erneuerbarer Energie ausgeführt:

- Marktentwicklung in Österreich
- Marktentwicklung im Ausland
- Produktion, Import und Export
- Genutzte erneuerbare Energie
- Treibhausgaseinsparungen
- Umsatz und Wertschöpfung
- Beschäftigungseffekte
- Innovationen
- Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps
- Zehn-Jahres-Vorschau auf Markt und Marktumfeld
- Verwendete Materialien und Literatur

Für die Darstellung der Speichertechnologien wurde eine abweichende Struktur gewählt, welche auf die jeweils spezifischen relevanten Themenbereiche fokussiert.

Die Marktentwicklung der Energiespeichertechnologien wurde erstmals in der Studie Biermayr et al. (2021b) systematisch erhoben und dokumentiert. Im Rahmen der zitierten Studie erfolgte auch die Entwicklung und erstmalige Erprobung der technologiespezifischen Erhebungs- und Berechnungsmethoden, die teilweise von den Methoden bei der Erhebung der Bereitstellungstechnologien abweichen. Die Darstellung der Methoden wird aus diesem Grund im Folgenden in die Abschnitte "Bereitstellungstechnologien" und "Speichertechnologien" gegliedert.

3.1 Methoden und Daten Bereitstellungstechnologien

3.1.1 Feste Biomasse – Brennstoffe

Die Erhebung der Marktentwicklung der festen Biobrennstoffe erfolgt auf Basis einer eingehenden Statistik- und Literaturrecherche. Hierzu wurden die Daten der Statistik Austria, insbesondere die Energiestatistik, Mikrozensusdaten zum Energieeinsatz in Haushalten und die Konjunkturstatistik herangezogen. Der Verband proPellets Austria lieferte die jährlichen Daten zum Pelletsmarkt von derzeit 30 in Österreich aktiven Pelletsproduzenten. Hinsichtlich der Marktdaten von Holzbriketts wurde die Brennstoff-handelsgesellschaft Genol befragt.

Der Markt für feste Biobrennstoffe ist schwer erfassbar, da zahlreiche Akteure vorhanden sind und insbesondere die Stückholzmengen aus dem privaten Kleinwald in keiner Statistik aufscheinen.

Wie schon in den letzten Jahren enthält die vorliegende Analyse einen kurzen Exkurs zum europäischen Markt der Biobrennstoffe.

Eigene Erhebungen von Primärdaten wurden im Zuge der vorliegenden Studie zum Thema Brennstoffe nicht durchgeführt.

3.1.2 Feste Biomasse – Kessel und Öfen

Der Untersuchungsgegenstand im Bereich feste Biomasse – Kessel und Öfen ist durch seriengefertigte Biomassefeuerungstechnologien gegeben. Die Ergebnisse basieren auf einer eingehenden Literatur- und Statistikkrecherche zu Biomasetechnologien sowie einer eigenen Erhebung bei österreichischen Herstellern und Importeuren von Biomasseöfen und –herden. Aufgrund des nicht quantifizierbaren Verkaufs von Öfen und Herden über Baumärkte handelt es sich dabei um eine nicht repräsentative Stichprobe. Der im Zuge der Erhebungen eingesetzte Erhebungsbogen ist im Anhang dokumentiert.

Die quantitative Erhebung der automatisierten biogenen Biomassefeuerungen wurde von der niederösterreichischen Landwirtschaftskammer durchgeführt, siehe LK NÖ (2022a). Diese erhebt seit 1980 die Entwicklung des österreichischen Marktes für moderne Biomassefeuerungen durch eine jährliche Befragung aller bekannten Firmen am österreichischen Markt. Die Erhebung erstreckte sich historisch zunächst auf automatische Feuerungen für Hackgut und Rinde. Im Jahr 1996 wurde die Erhebung auf Pelletsfeuerungen ausgeweitet, im Jahr 2001 kamen auch typengeprüfte Stückholz-Zentralheizungskessel dazu. Für 2015 wurde erstmals die Anzahl von installierten Stückholz-Pellets Kombikesseln erhoben. Derzeit stellen ca. 30 Hersteller- und Vertriebsfirmen die für die Erhebung erforderlichen Daten zur Verfügung. Diese umfassende und qualitativ hochwertige Erhebung ist Grundlage zahlreicher Berichte und Studien. Sie dient den Kesselfirmen zur Abschätzung ihrer Marktposition und schafft die Möglichkeit, die eingesetzten Brennstoffmengen abzuschätzen. Abgerundet wird die Analyse durch eine qualitative Befragung ausgewählter Kesselhersteller in Österreich.

3.1.3 Photovoltaik

Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich wird seit Beginn der 1990er – also seit dem Beginn der Marktdiffusion in Österreich – erhoben und dokumentiert. Die Erhebung wurde auch 2021 im Bereich der inländischen Photovoltaik Produktion und im Bereich der inländischen Photovoltaik-Installation mit Hilfe von unterschiedlichen Erhebungsformularen durchgeführt. Die Erhebungsformulare für Anlagenplaner und -errichter sowie für Produzenten von Modulen sind in Anhang B dokumentiert. Die Betriebe, die nicht in die

Kategorie der Fragebögen fallen, wurden direkt per E-Mail oder telefonisch kontaktiert und befragt. Da die starke Marktdiffusion der Photovoltaik im österreichischen Inlandsmarkt seit dem Jahr 2009 eine Abbildung des Marktes ausschließlich über die Befragung ausgewählter PV Anlagenplaner und -errichter (Stichprobe) und Produktionsfirmen nicht mehr ermöglicht, wird jedes Jahr eine zusätzliche Befragung bzw. Recherche bei den Landesförderstellen, der Abwicklungsstelle für Ökostrom (OeMAG) sowie dem Klima- und Energiefonds (KLIEN) und der Kommunalkredit Public Consulting (KPC) durchgeführt. Die Inlandsproduktion sowie unterschiedliche Strukturinformationen (z. B. installierte Zellentypen) werden im Folgenden aus den Unternehmensbefragungen gewonnen, das quantitative Marktvolumen des Inlandsmarktes wird aus den Befragungen der Förderstellen abgeleitet. Insgesamt wurden 2021 ca. 250 Unternehmen, F&E Institutionen, Landes- und Bundesförderstellen, usw. befragt.

Die nachfolgend dargestellte Marktentwicklung der Photovoltaik (PV) für das Jahr 2021 in Österreich wurde über Daten von Investitionsförderungen der Bundesländer und des Klima- und Energiefonds (abgewickelt durch die Kommunalkredit Public Consulting GesmbH) sowie der Einspeiseförderungen (abgewickelt durch die OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG) ermittelt. Darüber hinaus wurden Datenmeldungen von österreichischen Unternehmen im Bereich der Photovoltaik eingearbeitet, die 2021 zum PV-Markt in Österreich beigetragen haben, wie z. B. Produzenten von PV-Modulen, Anlagenplaner und -errichter sowie Hersteller von Wechselrichtern und PV-Zusatzkomponenten. Die detaillierten Datenquellen sind am Ende dieses Kapitels dokumentiert.

3.1.4 Solarthermie

Die Marktentwicklung der thermischen Solaranlagen in Österreich wird seit dem Jahr 1975 erhoben und dokumentiert. Die Erhebung der Daten erfolgte 2021 bei den in Österreich tätigen Hersteller- und Vertriebsfirmen mit spezifischen standardisierten Erhebungsfomularen. Weitere Erhebungen wurden bei den Förderstellen der Bundesländer und bei der Kommunalkredit Public Consulting (KPC) durchgeführt. Bei diesen Stellen werden jährlich die Produktions- und Verkaufszahlen sowie die im jeweiligen Jahr ausbezahlten Förderungen erhoben.

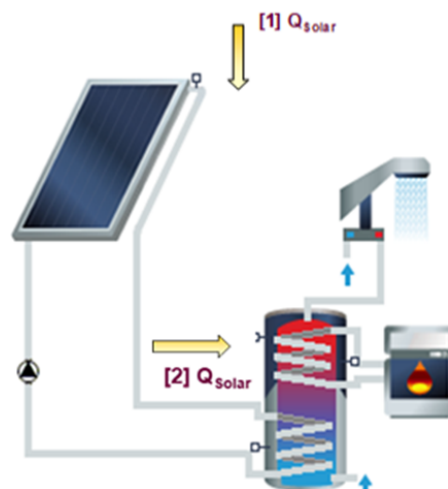


Abbildung 19 – Systemgrenzen bei der Ermittlung der Wärmemengen aus Solarthermie
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Der Nutzwärmeertrag der Solaranlagen ist das Ergebnis von Anlagensimulationen mit dem Simulationsprogramm T-Sol (Valentin (2018), Version R4). Der Nutzwärmeertrag wurde in Übereinstimmung mit EUROSTAT und dem IEA Solar Heating and Cooling Programm als Energiemenge am Kollektorausstritt definiert [1] QSolar. Diese Definition kommt seit 2010 zur Anwendung. Die ausgewiesenen Nutzwärmeerträge in den Markterhebungen bis 2009 waren als Energieeintrag in den jeweiligen Speicher definiert [2] QSolar, siehe **Abbildung 19**.

Für die Simulation wurden vier Referenzanlagen definiert:

- Eine Anlage zur Schwimmbaderwärmung
- Eine Anlage zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern (EFH)
- Eine Anlage zur Warmwasserbereitung in Mehrfamilienhäusern (MFH), Hotels und Gewerbebetrieben
- Eine Anlage zur kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung in Einfamilienhäusern

Die durchschnittliche Anlagengröße dieser vier Referenzanlagen wurde auf Basis von typischen Durchschnittsgrößen aus den Förderanträgen ermittelt und durch Zuordnung der jeweiligen Kollektorflächen zu den Anlagentypen die Anzahl der bestehenden und neu installierten Anlagen berechnet. Als Referenzklima für die Simulationen wurden Wetterdaten von Graz zugrunde gelegt (jährliche horizontale Globalstrahlungssumme: 1.206 kWh/m²). Dabei ist zu beachten, dass die Globalstrahlungssumme im Jahr 2020 an den im 10-Jahresmittel gestiegenen Wert angepasst wurde und damit die Nutzwärmeerträge der Solaranlagen im Vergleich zu früheren Ausgaben dieses Berichts entsprechend gestiegen sind.

Die Nutzwärmeerträge für die vier Referenzanlagen sind in **Tabelle 1** dokumentiert.

Tabelle 1 – Basisdaten und Nutzwärmeertrag der Solarthermie-Referenzanlagen
Quelle: AEE INTEC (2022)

Referenzsystem	Kollektorfläche [m ²]	Speichervolumen [Liter]	Nutzwärmeertrag [kWh/(m ² a)]
Schwimmbaderwärmung	200	-	327
Warmwasserbereitung Einfamilienhäuser	6	300	499
Warmwasserbereitung in Mehrfamilienhäusern, Hotels und Gewerbebetrieben	50	2.500	523
Kombianlage Warmwasserbereitung und Raumheizung in Einfamilienhäusern	16	1.000	369

3.1.5 Wärmepumpen

Zur Untersuchung der Marktentwicklung im Bereich Wärmepumpen wurden Erhebungen bei österreichischen Wärmepumpenherstellern, bei Wärmepumpenlieferanten und bei den Förderstellen des Bundes und der Länder durchgeführt. Die Erhebung im Bereich der

Wärmepumpenhersteller und –lieferanten wurde mittels elektronisch versandtem standardisiertem Fragebogen durchgeführt. Die Erhebung wurde in diesem Bereich mit Hilfe des österreichischen Wärmepumpenverbandes “Wärmepumpe Austria“ (WPA) sowie der “Vereinigung Österreichischer Kessellieferanten“ (VÖK) im Zeitraum von Jänner bis März 2022 durchgeführt. Die ausgefüllten Erhebungsformulare wurden von einem Notariat gesammelt, anonymisiert und teilaggregiert. Dabei wurde eine Plausibilitätskontrolle in Bezug auf die jährliche Entwicklung auf Firmenebene durchgeführt. Die anonymisierten und voraggregierten Rohdaten wurden in der Folge von ENFOS e.U. weiter verarbeitet und ausgewertet. In Summe konnten für das Datenjahr 2020 die Daten von 43 Firmen ausgewertet werden. Weitere Informationen wurden durch qualitative Interviews mit Firmenvertretern der Wärmepumpenhersteller und –lieferanten sowie mit Vertretern des Vereins Wärmepumpe Austria gewonnen.

Um Informationen über die Bundesländerverteilung sowie über die Förderungssituation im Jahr 2021 zu erhalten, wurden Erhebungen im Bereich der Förderstellen der Länder (hauptsächlich Energiereferate und Wohnbauförderstellen) und des Bundes (Kommunalkredit Public Consulting, KPC) durchgeführt.

Die Vorgehensweise bei der Berechnung des Nutzwärmeertrages bzw. der CO₂-Emissionsreduktion durch den Einsatz der Wärmepumpentechnologie wird an entsprechender Stelle direkt im Technologiekapitel dargestellt.

3.1.6 Windkraft

Für die vorliegende Auswertung wurden 180 Unternehmen aus dem Zuliefer- und Dienstleistungsbereich sowie 49 Windkraftbetreiber befragt. Die Informationssammlung erfolgte primär über den standardisierten Onlinefragebogen im Anhang, Telefoninterviews, Daten der Abwicklungsstelle für Ökostrom OeMAG und Daten aus dem Firmenbuch. Im Bereich der Zuliefer- und Dienstleistungsindustrie wurde eine Rücklaufquote von 28 %, also rund einem Drittel der befragten Unternehmen, erreicht. Von den derzeit existierenden Betreibergesellschaften mit über 3.000 MW installierter Leistung in Österreich wurden Rückmeldungen von Betreibern, die in Summe rund 2,4 GW betreiben, eingeholt. Dementsprechend wurde eine Abdeckung von rund 80 % der heimischen Erzeugungsleistung erzielt. Die Erhebung wurde durch die nach wie vor anhaltende Corona-Pandemie im Bezug auf die Rücklaufquote negativ beeinflusst.

Die Abfrage der Zulieferindustrie orientierte sich vor allem an wirtschaftlichen Kennzahlen wie Umsatz und Mitarbeiterstand. Hinsichtlich der Marktentwicklung wurden außerdem Informationen zu den Exportmärkten und den erwarteten Zukunftsmärkten (nach Regionen) sowie Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten abgefragt. Zur Berücksichtigung der direkten und indirekten Beschäftigungseffekte wie auch der Investitions- und Wertschöpfungseffekte wurden die Berechnungen der Studie “Wirtschaftsfaktor Windenergie“ (Österreichische Energieagentur / IG Windkraft (2011)) sowie der “Windkraft Outlook 2024“ der IG Windkraft als Grundlage herangezogen. Als Roadmaps zur Einschätzung der zukünftigen Marktentwicklung dienten fallweise das Regierungsprogramm 2020-2024 sowie die Studie „Stromzukunft Österreich 2030“ der TU-Wien sowie die Studie der österreichischen Energieagentur „Klima- und Energiestrategien der Länder“.

3.2 Methoden und Daten Speichertechnologien

3.2.1 Methodische Einleitung

Energiespeicher stellen in einem nachhaltigen Energiesystem wesentliche Komponenten dar. Das Aufkommen erneuerbarer Energie wie z. B. Strom aus Windkraft, Photovoltaik und Wasserkraft oder Wärme aus solarthermischen Anlagen fluktuiert räumlich und zeitlich. Um dieses erneuerbare Energieaufkommen der Energienachfrage zuzuführen, sind bei einem steigenden Anteil erneuerbarer und einem sinkenden Anteil fossiler Energie auch wachsende Kapazitäten an Energiespeichern erforderlich. Die erforderlichen Merkmale dieser Speicher können je nach Konstellation des Gesamt-Energiesystems, der Charakteristiken der Nachfrage nach Energiedienstleistungen und den regional verfügbaren erneuerbaren Ressourcen und deren Aufkommensstochastik stark variieren. Merkmale sind in diesem Sinne die Art der Speicherung (z. B. stofflich als Endenergie vs. energetisch als Nutzenergie), der Energieinhalt des Speichers, die Lade- und Entladeleistung des Speichers, die mögliche Speicherdauer, der Wirkungsgrad oder die erforderlichen Wandlungsprozesse (z. B. bei Power to X).

Bezüglich Speicherung von erneuerbarer Energie konnte Österreich aufgrund seiner klimatischen und geomorphologischen Gegebenheiten bereits historisch eine große Speicherkapazität aufbauen. Zur Speicherung von elektrischem Strom standen im Jahr 2020 laut E-Control (2021) hydraulische Speicherkraftwerke mit einer Brutto-Engpassleistung von 8,8 GW und einer Brutto-Stromerzeugung von 14,7 TWh zur Verfügung. Diese Speicherkapazität spielte bereits in der Vergangenheit bei der Optimierung des Kraftwerkseinsatzes und der Netzregelung eine zentrale Rolle. Der überwiegende Teil dieses Anlagenbestandes wurde in den 1970er und 1980er Jahren und ab dem Jahr 2007 errichtet.

Im Wärmebereich kann Österreich auf einen ebenfalls historisch gewachsenen Anlagenbestand zur Nutzung fester Biomasse verweisen. Im Sinne der Speicherung erneuerbarer Energie stellt Biomasse stofflich gespeicherte Energie dar, welche – vergleichbar mit stofflich speicherbarer fossiler Energie – als Primärenergie (z. B. Gehölze am Wuchsstandort), als Sekundärenergie (z. B. eingeschlagene Gehölze im Waldlager) oder als Endenergie (Scheitholz, Hackgut oder Holzpellets in unmittelbarer Nähe zum Kessel oder Ofen) mit geringem Aufwand, höchstem Wirkungsgrad und über lange Zeiträume gespeichert werden kann.

Die technischen Möglichkeiten zur Speicherung von Energie sind vielfältig. Sowohl bei den am Markt etablierten Speichersystemen als auch im innovativen Bereich gibt es zahlreiche unterschiedliche Ansätze, die ein weites Feld der bereits oben genannten Speichermerkmale abdecken. Sterner und Stadler (2017) schufen hierzu in ihrem umfassenden Werk eine weitreichende und aktuelle Übersicht. Zahlreiche weitere Werke fokussieren auf einzelne Anwendungsbereiche von Energiespeichern, wie etwa jenes von Goeke (2021), das detailliert auf thermische Energiespeicher in der Gebäudetechnik eingeht und auch das Gebäude als Wärmespeicher darstellt. Angesichts der in Zukunft voraussichtlich stark steigenden Elektrifizierung weiterer Bereiche der Energiewirtschaft (Elektromobilität, Raumwärme) befassen sich zahlreiche Publikationen mit Energiespeichern in elektrischen Netzen, wie dies beispielsweise Beier et al. (2017) für Deutschland untersucht haben.

Angesichts der Entwicklung und Häufigkeit entsprechender Publikationen wird augenscheinlich, dass das Thema der Energiespeicherung nicht zuletzt durch die Liberalisierung der Energiemärkte ab den 2000er Jahren und vermehrt noch durch die Konkretisierung der Energiewende in der vergangenen Dekade an Attraktivität gewonnen hat. Thematisiert wurden "Nichtkonventionelle Energiespeicher" jedoch bereits deutlich früher,

beispielsweise von Rummich (1988). Hierbei standen dieselben Speicherprinzipien und Ansätze zur Diskussion wie dies aktuell der Fall ist. Ein Indiz dafür, dass unter den Rahmenbedingungen klassischer Energiesysteme auf Basis billiger und leicht stofflich speicherbarer fossiler Energie innovative Energiespeicher bisher nicht wettbewerbsfähig waren.

Den aktuellen Stand und einen Ausblick in Sachen innovativer Energiespeicher in Österreich fassen Friedl und Kathan (2018) zusammen. In dieser Publikation findet sich auch eine kompakte Energiespeicher-Systematik, welche an dieser Stelle zitiert werden soll:

Stromspeicher:

- **Mechanische Speicher:** Dabei wird Energie durch potenzielle Energie, kinetische Energie oder auch Druck gespeichert. Wesentliche Vertreter sind Pumpspeicher, Druckluftspeicher und Schwungräder.
- **Elektrochemische Speicher:** Dies umfasst sämtliche Speichertechnologien, die unter dem Begriff Batterie zusammengefasst werden. Die Speicherung erfolgt durch den Austausch von Ionen zwischen zwei Elektroden. Die bekanntesten Technologien sind Lithium-Ionen-, Blei-, Natrium-Schwefel- und Redox-Flow-Batterien.
- **Chemische Speicher:** Energie wird durch die Erzeugung neuer chemischer Produkte gespeichert. Relevante Vertreter sind Wasserstoff und Methan.
- **Elektrische Speicher:** Die Speicherung erfolgt im elektrischen oder magnetischen Feld einer Komponente. Dazu zählen Kondensatoren und Ultrakondensatoren sowie supraleitende Magnetspulen.

Wärme- und Kältespeicher:

- **Sensible Wärme (Nassdampf/Flüssigkeit/Feststoff):** nutzt die Wärmekapazität des Speichermediums. Der Speicherbetrieb (Be-/Entladen) ändert die Temperatur bzw. den Druck des Speichermediums, es findet jedoch keine Änderung des Aggregatzustands statt.
- **Latentwärme (anorganisch/organisch):** nutzt die Energie, die das Speichermedium beim Schmelzen aufnimmt bzw. beim Erstarren abgibt. Beim Phasenwechsel ändert sich die Temperatur des Speichermediums kaum, was einen Speicherbetrieb bei annähernd konstanter Temperatur ermöglicht.
- **Thermochemische Enthalpie (Sorption/chemische Reaktion):** nutzen Sorptionsprozesse oder chemische Reaktionen. Letztere nutzen Energie, die beim Ablauf chemischer Reaktionen aufgenommen bzw. abgegeben wird. Beim Sorptionspeicher werden hingegen physikalische Wechselwirkungen genutzt, bei denen sich ein Stoff in einem anderen Stoff oder an der Oberfläche eines anderen Stoffes anreichert.

Friedl et al. (2018) dokumentieren weiters in der "Technologie-Roadmap Energiespeichersysteme in und aus Österreich" die Ergebnisse eines thematisch fokussierten Diskussionsprozesses in Hinblick auf Forschung, Technologie und Innovation (FTI). Einen darüberhinausgehenden Rahmenprozess stellt die "Speicherinitiative"³ des Klima- und Energiefonds dar, dessen Intention es ist, relevante Themen zur Weiterentwicklung

³ <https://speicherinitiative.at/>

unterschiedlicher Speichertechnologien und deren effektive Integration ins Energiesystem aufzuzeigen.

Für Österreich nicht verfügbar ist bisher eine Energiespeicher-Marktroadmap, in der Diffusionsverläufe bis zu den Zielhorizonten 2030 bzw. 2040 diskutiert und quantifiziert werden. Zur Ausgestaltung einer Mittel- bis Langfriststrategie und zur optimalen Ausgestaltung von energie- und forschungspolitischen Instrumenten wäre eine solche Marktroadmap jedenfalls erforderlich. Die Erstellung von entsprechenden Entwicklungs- und Ausbauszenarien müsste mit einer Betrachtung der zeitgleichen Entwicklung des Gesamtenergiesystems einhergehen, da starke Trends wie die fortschreitende Elektrifizierung und Vernetzung vieler Sektoren eine dynamische Systemanalyse erforderlich machen. Zur Zeitachse kommen auch noch räumliche Aspekte hinzu, welche die Entwicklung von Energienetzen auf nationaler Ebene, aber auch im europäischen Kontext thematisieren müssen.

Unter dieser Prämisse sind die in den folgenden Abschnitten des vorliegenden Berichts dokumentierten Marktentwicklungen als Beitrag zu einem umfassenden Monitoring für Energiespeicher in Österreich zu sehen. Ein solches Monitoring ist als energie- und forschungspolitische Basisinformation erforderlich, um den Gesamtprozess gezielt beeinflussen zu können. Idealerweise sollten hier in Zukunft Roadmapping, Monitoring und Steuerung in einem dynamischen Prozess zusammenspielen, um einen volkswirtschaftlich günstigen Pfad zur Zielerreichung 2030 bzw. 2040 beschreiten zu können.

3.2.2 Methodische Aspekte zu Photovoltaik-Batteriespeichersystemen

Um die Entwicklung von stationären Batteriespeichern, die gemeinsam mit einer PV-Anlage betrieben werden („PV-Speichersysteme“), auch in Österreich zu dokumentieren, ermittelt die FH Technikum Wien seit 2014 – also seit dem Beginn einer nennenswerten Marktdiffusion in Österreich – jährlich relevante technische und wirtschaftliche Kennzahlen wie z. B. Anzahl und Leistung der jährlich neu installierten Speichersysteme, eingesetzte Technologien oder auch Systempreise.

Dazu werden neben Bundes- und Landesförderstellen, die im jeweiligen Jahr eine Förderung für PV-Speichersysteme angeboten haben, auch österreichische Unternehmen, die im jeweiligen Jahr zum PV-Speichermarkt in Österreich beigetragen haben, mit Hilfe von unterschiedlichen Erhebungsbögen befragt bzw. fallweise auch direkt per E-Mail oder telefonisch kontaktiert. Neben dem quantitativen Marktvolumen des Inlandsmarktes werden aus diesen Erhebungen auch unterschiedliche Strukturinformationen ermittelt bzw. abgeleitet. Insgesamt wurden 2021 ca. 250 Unternehmen sowie Landes- und Bundesförderstellen befragt. Die detaillierten Datenquellen sind am Ende dieses Kapitels dokumentiert.

Die nachfolgend dargestellte Marktentwicklung der PV-Speichersysteme für das Jahr 2021 in Österreich wurde über Daten von Investitionsförderungen der Bundesländer, des Klima- und Energiefonds sowie der OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG ermittelt. Darüber hinaus wurden Datenmeldungen von österreichischen Unternehmen eingearbeitet, die 2021 zum PV-Speichermarkt in Österreich beigetragen haben, wie z. B. PV-Anlagenplaner und -errichter.

Dokumentiert wurden geförderte und nicht geförderte stationäre Batteriespeichersysteme mit einer nutzbaren Kapazität von bis zu 50 kWh, die mit einer PV-Anlage betrieben werden und im jeweiligen Erhebungsjahr in Österreich errichtet wurden. Mitunter werden jedoch vereinzelt auch PV-Speichersysteme mit mehr als 50 kWh erfasst, da bei einzelnen Förderprogrammen auch größere Stromspeicher eingereicht werden konnten, diese jedoch

aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten nicht gezielt erfasst und herausgerechnet werden konnten.

3.2.3 Methodische Aspekte zu Großwärmespeichern in Nah- und Fernwärme

Der Markt der Wärmenetzbetreiber ist grundsätzlich heterogen und nur vereinzelt durch gewartete, aktuelle Datenbasen geprägt. Sind für die übergeordnete Beurteilung des Sektors Nah- und Fernwärme basierend auf Summenzahlen (beispielsweise zur generierten Wärmemenge, zur verkauften Wärmemenge, zur Zusammensetzung des Energieträgermix, der Netzlänge, etc.) ausgezeichnete Daten öffentlich verfügbar (Statistik Austria, 2020), (Statistik Austria, 2021), (FGW, 2021), (Strimitzer, 2022), liegen auf Ebene des jeweiligen Wärmenetzes und Heizwerks praktisch keine öffentlich verfügbaren Informationen vor. Auch die genaue Anzahl an Wärmenetzen liegt nicht exakt vor. Eigene Rechercheergebnisse führten zum Ergebnis, dass die Anzahl an Nah- und Fernwärmenetzen in Österreich im Bereich 2.500 bis 3.000 liegen dürfte.

Genauso lückenhaft stellte sich die Daten-Situation auch bei der Erhebung der in Nah- und Fernwärmenetzen installierten Energieflexibilitäten durch Wärmespeicher dar. Erschwert wurde dieser Umstand, dass für eine sinnvolle Analyse der installierten Speicherkapazität auch ergänzende Daten zum jeweiligen Wärmenetz (z.B. verkaufte Wärmengen, installierte Wärmeerzeugungsanlagen, Art der Speichernutzung, Speichertemperatur, Speicherkosten, etc.) hilfreich, aber ebenfalls nicht öffentlich zugänglich sind. Aus diesem Grund wurde ein mehrstufiger Ansatz gewählt, Daten zu generieren und zu analysieren.

Datenerhebung mittels Stakeholder-Kooperationen, Fragebögen und Telefoninterviews:

Wie bereits für die Markterhebung 2020 wurden die Mitglieder der nachfolgend angeführten Interessensvertretungen bzw. ergänzende einschlägige Stakeholder kontaktiert.

- Nah- und Fernwärmenetze >5 MW bzw. fossil versorgte Wärmenetze (315 Unternehmen mit entsprechender Gewerbeberechtigung):
Organisiert über den „Fachverband Gas Wärme“, der innerhalb der Wirtschaftskammer Österreich die Nah- und Fernwärmenetzbetreiber mit Leistungen >5MW repräsentiert.
- Nah- und Fernwärmenetze <5 MW und <5 km Leitungsnetz (545 Unternehmen mit der Berechtigung Nah- und Fernwärmenetze zu betreiben):
Organisiert über den „Fachverband der gewerblichen Dienstleister“, der innerhalb der Wirtschaftskammer Österreich die Nah- und Fernwärmenetz-betreiber mit Leistungen <5MW und <5 km Leitungsnetz repräsentiert.
- Genossenschaftliche Betreiber von Nah- und Fernwärmenetzen:
Acht Genossenschafts-Revisionsverbände, denen Energie-genossenschaften, größtenteils bäuerliche Genossenschaften, angehören.
- Datenbank „qm-heizwerke“:
Kontaktaufnahme mit dem Management des klimaaktiv-Programms „qm-heizwerke“, welches im Zuge der Durchführung des Qualitätsmanagements von mit Mitteln der UFI (Umweltförderung im Inland) geförderten Wärmenetzen auf Basis Biomasse eine Datenbank mit aktuell rund 600 Datensätzen betreibt. Das Programm-Management hat in anonymisierter Form Daten bereitgestellt.
- Umweltförderung im Inland:
Kontaktaufnahme mit den für die relevanten Förderprogramme zuständigen Personen innerhalb der Kommunalkredit Public Consulting. Bis auf die in der „qm-Heizwerke“

Datenbank enthaltenen nutzbaren Datensätze konnten keine weiterführenden Informationen bereitgestellt werden, da die Komponente Wärmespeicher zwar in unterschiedlichen Förderprogrammen förderbar ist, aber bei der Bearbeitung des Förderaktes die Daten zum Wärmespeicher nicht in automatisch auslesbarer Form digital erfasst werden.

- Kontaktaufnahme mit österreichischen Wärmespeicherherstellern:
Die Kontaktaufnahme mit einschlägig bekannten österreichischen Herstellern von Behälterspeichern führte zum Ergebnis, dass der Speichermarkt in diesem Segment einem internationalen Wettbewerb unterliegt und über die österreichischen Speicherhersteller nur ein Teil der Wärmenetze mit Speichern beliefert wird. Punktuell konnten Informationen für die Markterhebung genutzt werden.

Für die Ansprache der oben genannten Akteure wurden einerseits Kontaktdaten und Ansprechpersonen aus der Markterhebung 2020 genutzt sowie andererseits durch umfangreiche Rechercharbeiten weitere Kontaktdaten generiert. Die Ansprache der Akteure erfolgte mittels Fragebogen (per Mail) und der Durchführung von ergänzenden Telefoninterviews. Dabei hatte die telefonische Kontaktaufnahme einerseits den Zweck die Netzbetreiber auf das Ausfüllen des Fragebogens erneut aufmerksam zu machen und andererseits zur direkten Datengenerierung bei gleichzeitiger Dokumentation der dadurch in Erfahrung gebrachten Informationen.

3.2.4 Methodische Aspekte zur thermischen Bauteilaktivierung in Gebäuden

Im Rahmen der erstmaligen Bearbeitung des Themas “thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden“ im Zuge der Studie Biermayr et al. (2021b) wurden unterschiedliche Ansätze zur Erhebung entsprechender Marktzahlen geprüft. In Erwägung gezogen wurden die Erhebung von Planungsdienstleistungen, die Erhebung von technologiespezifischen Baustoffmengen sowie die Modellierung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials auf Basis von Wärmepumpendaten.

Schlussendlich wurde ein durchführbarer und aussagekräftiger Ansatz gefunden, der das netzdienliche Lastverlagerungspotenzial über die Verteilung und Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen ermittelt. Es wurde hierfür der Umstand genutzt, dass Bauteilaktivierungen in Gebäuden in der Regel den Einsatz von Wärmepumpen implizieren. Weiters weisen neu errichtete oder generalsanierte Gebäude ab dem Baujahr 2000 durch den Einsatz von Wärmeschutzmaßnahmen zumeist hinreichende thermische Trägheiten auf. Heizungswärmepumpen mit Baujahr ab 2005 können in der Regel aus rein technischer Sicht durch z. B. Rundsteueranlagen als schaltbare Lasten verwendet werden. Ab dem Jahr 2015 verfügen Heizungswärmepumpen über eine Smart Grid Schnittstelle, welche weitere Möglichkeiten eröffnet. Die flächendeckende Verfügbarkeit dieser Schnittstelle konnte in der Markterhebung zum Datenjahr 2021 auch empirisch bestätigt werden. Eine Weiterentwicklung des in der Marktstatistik Wärmepumpe eingesetzten Bestandsmodells ermöglichte schlussendlich die Berechnung des Lastverlagerungspotenzials. Weitere Details zur Erhebungs- und Berechnungsmethode finden sich direkt im entsprechenden Technologiekapitel.

3.3 Grundlagen zur Berechnung der Treibhausgasemissionseinsparungen

In der vorliegenden Studie werden die Treibhausgasemissionseinsparungen durch den Einsatz erneuerbarer Energie in Bezug auf die untersuchten Technologien berechnet und dokumentiert. Die Berechnung basiert dabei auf der Kalkulation der umgesetzten erneuerbaren Energie, wobei angenommen wird, dass diese erneuerbare Energiemenge jeweils den aktuellen energiedienstleistungsspezifischen Mix an Energieträgern substituiert. Der energiedienstleistungsspezifische Mix an Energieträgern wird durch den spezifischen Emissionskoeffizienten in $\text{gCO}_2\text{äqu}/\text{kWh}$ dargestellt. Der Hilfsstrombedarf der unterschiedlichen Technologien (Antriebe, Steuerungen, Regelungen) wird in Form des entsprechenden Stromverbrauches in der Kalkulation mit berücksichtigt und bewertet. Die Graue Energie der Technologien (energetischer Herstellungsaufwand z. B. der Biomassekessel oder der Wärmepumpen etc.) wird in der vorliegenden Studie weder bei den Technologien zur Nutzung Erneuerbarer noch bei den substituierten Technologien berücksichtigt. Die Systemgrenzen sind bei Technologien, die dem Wärmebereich zuzuordnen sind, jeweils durch die Schnittstellen zum Wärmeverteilsystem bzw. zum Wärmespeicher gegeben, das heißt, das jeweilige Wärmeverteilsystem und dessen Aggregate sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Bei Technologien, die dem Strombereich zuzuordnen sind, sind die Systemgrenzen durch die Netzeinspeisung in die jeweils relevante Netzebene gegeben.

3.3.1 Wärme aus Erneuerbaren

Es wird im Weiteren angenommen, dass Wärme aus Erneuerbaren den Mix an Endenergie für die Wärmebereitstellung in Österreich substituiert. Datenbasis hierfür ist die aktuellste verfügbare Nutzenergieanalyse der Statistik Austria für das Datenjahr 2020. Da ein Strukturwandel im Wärmebereich lange Zeitkonstanten aufweist, können die Daten von 2020 mit einem geringen Fehler auch für die Berechnung des Datenjahrs 2021 herangezogen werden. Wärme aus erneuerbarer Energie substituiert in der Folge Wärme aus dem österreichischen Wärmegegungsmix mit einem Emissionskoeffizienten auf Endenergiebasis von $179,8 \text{ gCO}_2\text{äqu}/\text{kWh}$. Dieser mittlere Emissionskoeffizient berücksichtigt auch den im Energieträgermix enthaltenen Anteil erneuerbarer Energie, da in der Praxis neue Heizsysteme auf Basis Erneuerbarer auch alte Heizkessel auf Basis Erneuerbarer ersetzen und nicht notwendiger Weise eine Reduktion von Systemen auf Basis fossiler Energie bewirken. Dieser Emissionskoeffizient wird im Folgenden im Bereich der Biomasse, der Solarthermie und der Umweltwärme angesetzt.

3.3.2 Produktion von Strom aus Erneuerbaren und Stromverbrauch

Bei der Bereitstellung von Strom aus Erneuerbaren wird angenommen, dass eine Substitution von österreichischen Stromimporten erfolgt. Für das Datenjahr 2021 wurde hierfür der tatsächlich nach Österreich importierte Strom nach Importländern auf Monatsbasis herangezogen. Als Datenbasis dient hierbei die Betriebsstatistik über die gesamte Elektrizitätsversorgung in Österreich für 2021 der E-Control (2022). Die Importmengen werden dabei mit den jeweiligen nationalen Treibhausgas-Emissionskoeffizienten der Stromgestehung der Importländer bewertet. Der mittlere Emissionskoeffizient des importierten Stroms betrug im Datenjahr 2021 dabei $342,7 \text{ gCO}_2\text{äqu}/\text{kWh}$.

Beim Verbrauch von elektrischem Strom werden in der vorliegenden Studie zwei Lastprofile unterschieden. Stromverbraucher, die über das Jahr betrachtet eine Bandlast repräsentieren (z. B. Strom für Brauchwasser-Wärmepumpen, Strom für die Hilfsaggregate von Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung), werden mit dem Emissionskoeffizienten der mittleren

österreichischen Stromaufbringung 2021 mit 167,3 gCO_{2äqu}/kWh_{el} bewertet. Stromverbraucher, die eine starke Korrelation mit den monatlichen Heizgradtagssummen (HGS_{12/20}) aufweisen (z. B. Strom für Heizungswärmepumpen, Strom für Hilfsantriebe in Heizkesseln), werden mit dem HGS-gewichteten Emissionskoeffizienten für die österreichische Stromgestehung im Jahr 2021 von 202,7 gCO_{2äqu}/kWh_{el} bewertet.

Die dargestellten Emissionskoeffizienten wurden aus Basisdaten der E-Control (2022a,b) und Berechnungen von ENFOS (2022) ermittelt. Die Grundannahmen für die Emissionskoeffizienten für Strom aus nicht erneuerbarer Produktion lauten: Strom aus Fossilen (allgemein, nicht differenziert): 840 gCO_{2äqu}/kWh_{el}, aus Steinkohle: 882 gCO_{2äqu}/kWh_{el}, aus Heizöl: 645 gCO_{2äqu}/kWh_{el}, aus Erdgas: 440 gCO_{2äqu}/kWh_{el}, aus sonstiger, nicht zuordenbarer Produktion: 650 gCO_{2äqu}/kWh_{el}, siehe E-Control (2022c).

3.3.3 Zusammenfassung der Emissionskoeffizienten

In **Tabelle 2** sind die zur Berechnung der Treibhausgasemissionsreduktion herangezogenen Emissionskoeffizienten zusammenfassend dokumentiert.

Tabelle 2 – Emissionskoeffizienten auf Basis der Endenergie für das Datenjahr 2021
 Quellen: E-Control (2022a,b,c), Statistik Austria (2021g), ENFOS (2022)

Sektor	Koeffizient [gCO _{2äqu} /kWh]	Anwendungsbereiche
Substitution von Wärme (Wärmemix Österreich)	179,8	Feste Biomasse Kessel und Öfen (Brauchwasser und Raumwärme) Solarthermie (Brauchwasser und Raumwärme) Umweltwärme (Brauchwasser und Raumwärme)
Substitution von Strom (Importmix Österreich)	342,7	Photovoltaik, Windkraft
Stromverbrauch Charakteristik Bandlast	167,3	Feste Biomasse Kessel Solaranlagen Wärmepumpen Brauchwasser
Stromverbrauch Charakteristik HGT- korrelierte Last	202,7	Feste Biomasse Kessel und Öfen Solaranlagen Wärmepumpen Raumwärme Heizung

3.4 Grundlagen zur Berechnung der volkswirtschaftlichen Effekte

Volkswirtschaftliche Kenngrößen wie etwa der Jahresumsatz einer Branche oder die Anzahl der Beschäftigten stellen speziell für strategische und gesellschaftliche Überlegungen wichtige Grundlagen dar. Im Zuge der Durchführung der Marktuntersuchungen seit dem Datenjahr 2007 hat sich jedoch gezeigt, dass empirische Erhebungen mittels Fragebogen nur bedingt geeignet sind, diese Zahlen zu ermitteln. Einerseits machen zahlreiche Betriebe bei den Erhebungen keine Angaben bezüglich Umsätze und Mitarbeiterzahlen und andererseits ist eine scharfe sektorale Abtrennung z. B. bei Betrieben, die unterschiedliche Produkte fertigen oder vertreiben, oftmals gar nicht möglich. Weiters decken die durchgeführten Erhebungen auch nicht die gesamte Wertschöpfungskette ab, sondern befassen sich nur mit einzelnen Abschnitten der Wertschöpfungskette wie z. B. mit der Produktion der Technologie.

Vor diesem Hintergrund erfolgt eine kombinierte Abschätzung der Umsätze und Arbeitsplätze aus den gewonnenen empirischen Daten und über die im Inlands- und Exportmarkt verkauften Einheiten einer Technologie über die Endkundenpreise bzw. die Handelspreise der Anlagen. Die Umsätze über die gesamte Wertschöpfungskette werden nach Möglichkeit mittels eines einfachen Marktmodells auf die wesentlichen Wertschöpfungsbereiche aufgeteilt und mittels entsprechender Multiplikatoren in Beschäftigte umgelegt. Plausibilitätskontrollen über die empirisch ermittelten Daten werden dabei durchgeführt. **Abbildung 20** veranschaulicht das verwendete Marktmodell bzw. die Systemgrenzen, wobei der Fokus der Betrachtungen in der vorliegenden Studie auf die Technologieproduktion gerichtet ist.

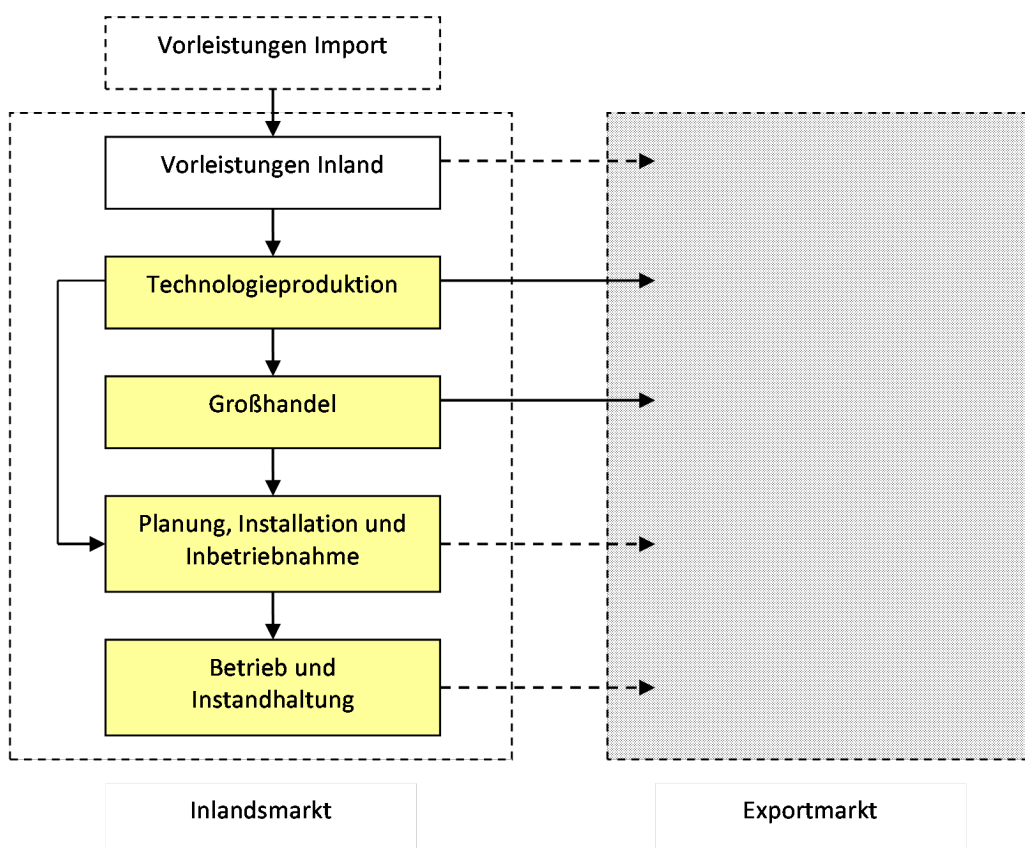


Abbildung 20 – Systemgrenzen der erfassten Wertschöpfungsbereiche
 Quelle: ENFOS (2022)

Weitere wesentliche Bereiche sind der Großhandel sowie die Planung, Installation und Inbetriebnahme. Der Exportmarkt wird dabei im Wesentlichen direkt von den Technologieproduzenten und vom Großhandel bewirtschaftet. **Tabelle 3** fasst die wesentlichen Multiplikatoren für den Umsatz pro Beschäftigten der relevanten Wirtschaftsbereiche zusammen. Weitere technologiespezifische Annahmen werden an geeigneter Stelle in den Technologiekapiteln dokumentiert.

Abgesehen von den bereits genannten Wirtschaftsbereichen erfolgt eine monetäre Bewertung der bereitgestellten erneuerbaren Energie. Die hierbei angewandte Methode ist technologiespezifisch und wird in den jeweiligen Technologiekapiteln dargestellt. Die Umsatzkomponenten werden im Weiteren jeweils separat und in Summe dokumentiert.

Im Bereich der volkswirtschaftlichen Kenngrößen werden generell primäre Bruttoeffekte berechnet. Die primären Effekte bestehen dabei aus direkten Effekten, welche die Technologieproduktion an sich betreffen und indirekten Effekten, welche mit der Produktion der Technologie und deren Verkauf in engem Zusammenhang stehen. Sekundäre Effekte, die durch das Einkommen der in diesem Wirtschaftsbereich Beschäftigten entstehen, werden nicht berechnet. Bruttoeffekte betrachten jeweils die Effekte in einem bestimmten Wirtschaftsbereich, ohne die Auswirkungen auf andere Wirtschaftsbereiche zu betrachten. So kann z. B. der Mehrverkauf eines Pelletskessels den Verkauf eines Ölkessels verhindern, was jedoch laut der gegenständlichen Definition in den Berechnungen nicht berücksichtigt wird.

Tabelle 3 – Jahresumsatz pro Beschäftigtem für die relevanten Wirtschaftsbereiche

Quelle: siehe Angaben in der Tabelle

Wirtschaftsbereich	Umsatz pro Beschäftigtem in Euro/VZÄ	Quelle
KWK und Anlagentechnik	470.000	Köppl et al. (2013)
Energieeffizienztechnologien	460.000	Köppl et al. (2013)
Wasserkraft	408.000	Köppl et al. (2013)
Solarthermie und -speicher	202.000	Köppl et al. (2013)
Biomasseheizsysteme und -anlagen	225.000	Köppl et al. (2013)
Photovoltaik	297.000	Köppl et al. (2013)
Wärmepumpen	208.000	Köppl et al. (2013)
Biogasanlagen	451.000	Köppl et al. (2013)
Sonstige Energietechnologien	276.000	Köppl et al. (2013)
Produzierender Bereich	285.000	Statistik Austria (2017)
Reparatur/Installation v. Maschinen	185.000	Statistik Austria (2017)
Hoch- und Tiefbau	150.000	Statistik Austria (2017)
Handel	375.000	Statistik Austria (2017)
Verkehr	204.000	Statistik Austria (2017)
F&E Dienstleistungen	147.000	Statistik Austria (2017)
Landwirtschaft (Biobetriebe und Umweltleistungen)	31.000	Wegscheider-Pichler (2010)
Forstwirtschaft und Holzeinschlag (nur Umweltleistungen)	45.000	Wegscheider-Pichler (2010)
Forstwirtschaft und Holzeinschlag Österreich	134.000	Eurostat (2016)
Forstwirtschaft und Holzeinschlag Deutschland	102.000	Eurostat (2016)

3.5 Abkürzungen, Definitionen

Vielfache und Teile von Einheiten

Tabelle 4 – Vielfache und Teile von Einheiten

Quelle: DIN 1301

Vielfache			Teile		
da	Deka	10 ¹	d	dezi	10 ⁻¹
h	hekto	10 ²	c	centi	10 ⁻²
k	kilo	10 ³	m	milli	10 ⁻³
M	Mega	10 ⁶	μ	mikro	10 ⁻⁶
G	Giga	10 ⁹	n	nano	10 ⁻⁹
T	Tera	10 ¹²	p	piko	10 ⁻¹²
P	Peta	10 ¹⁵	f	femto	10 ⁻¹⁵
E	Exa	10 ¹⁸	a	atto	10 ⁻¹⁸

Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten

Tabelle 5 – Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten

Quelle: ENFOS (2022)

Einheit	=	MJ	kWh	kg SKE	kg ÖE	Mcal
MJ	}	1	0,278	0,034	0,024	0,239
kWh		3,6	1	0,123	0,0859	0,86
kg SKE		29,31	8,14	1	0,7	7,0
kg ÖE		41,868	11,63	1,43	1	10,0
Mcal		4,187	1,163	0,143	0,1	1

Glossar

Endenergie: Der Energieinhalt von Energieträgern oder Energieströmen, die vom energetischen Endverbraucher bezogen werden (elektrischer Strom am Hausanschluss, Heizöl im Haus-Heizöltank, Hackschnitzel im Lagerraum, Erdgas am Hausanschluss, Fernwärme an der Haus-Übergabestation,...). Endenergie resultiert aus der Umwandlung und dem Transport von *Sekundärenergie* oder *Primärenergie*, wobei hierbei in der Regel *Umwandlungsverluste* auftreten.

Energiedienstleistung: Vom Konsumenten nachgefragte Dienstleistung (z. B. Behaglichkeit in einem Wohnraum, Lichtstärke auf einer Arbeitsfläche, Bewältigen einer räumlichen Distanz), welche mittels Energieeinsatz bereitgestellt wird.

Energiebedarf: Bezeichnet eine theoretisch berechnete Energiemenge; z. B. weist ein bestimmtes Gebäude einen (errechneten, simulierten) Jahresheizendenergiebedarf von 12 MWh auf.

Energiequelle: Energievorräte, welche nach menschlichen Zeitmaßstäben unerschöpfliche Energieströme ermöglichen. Es stehen dabei als primäre Energiequellen ausschließlich die Solarenergie (=solare Strahlung), die Erdwärme und die Gravitation zur Verfügung.

Energieverbrauch: Nach den Gesetzen der Thermodynamik kann Energie nicht "verbraucht" sondern nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt werden. Der Begriff "Energieverbrauch" wird in der vorliegenden Arbeit dennoch für eine bestimmte tatsächlich umgesetzte (gemessene) Energiemenge verwendet. Z. B. weist ein gewisses Gebäude einen (gemessenen) Jahresheizendenergieverbrauch von 10 MWh auf.

Energie(wandlungs)kette: Bezeichnet alle oder ausgewählte Stufen in der schematischen Abfolge der Energieumwandlung von *Primärenergie* über *Sekundärenergie*, *Endenergie*, *Nutzenergie* zur *Energiedienstleistung*.

Erneuerbare Energie: Energieformen und Energieflüsse, welche sich von den Energiequellen solare Strahlung, Erdwärme und Gravitation ableiten und deren Nutzungszyklen innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe ablaufen.

Fossile Energieträger: Im Laufe der Erdgeschichte in geologischen Zeitperioden kumulierte und konservierte Kohlenstoffe und Kohlenwasserstoffe (biogene fossile Energieträger) sowie Uranlagerstätten und Vorräte an Kernfusionsausgangsstoffen.

Graue Energie: Jene Energie, die zur Herstellung eines Produktes aufgewendet werden musste und als kumulierter Energieaufwand quasi in diesem Produkt gespeichert ist.

Niedertemperaturwärme: Eine Energieform, welche durch Wärme in einem niedrigen Temperaturbereich bis ca. 100 °C gegeben ist. Typische Bereiche der Niedertemperatur-wärme sind die Raumwärme (zur Raumkonditionierung) und die Brauchwassererwärmung.

Nutzenergie: Jene Energie, welche nach der Umwandlung von *Endenergie* in Anlagen des Endverbrauchers zur Deckung der Energiedienstleistungsnachfrage des selbigen zur Nutzung zur Verfügung steht (Wärmeabgabe des Heizradiators, Warmwasser, Lichtemission eines Leuchtmittels, Bewegung eines Fahrzeuges). Bei der Umwandlung von *Endenergie* in Nutzenergie treten in der Regel *Umwandlungsverluste* auf.

Primäre Effekte (Umsatz, Wertschöpfung, Arbeitsplätze) werden durch die Wirtschaftstätigkeit in einem technologischen Wirtschaftsbereich durch die Produktion, den Handel und die Installation und Inbetriebnahme (=direkte Effekte) sowie der Vorleistungen (=indirekte Effekte) einer Technologie bewirkt (primäre Effekte = direkte Effekte + indirekte Effekte). Die primäre Wertschöpfung bzw. die primären Arbeitsplätze sind in den technologiespezifisch beteiligten Betrieben angesiedelt.

Primärenergie: Der Energieinhalt von Energieträgern oder Energieströmen, die noch keine technische Umwandlung erfahren haben (z. B. Kohle im Bergwerk, Rohöl am Bohrloch, Holz im Wald, Wind, Solarstrahlung, Erdwärme,...).

Prozesswärme: Eine Energieform, welche durch Wärme in einem hohen Temperaturbereich ab ca. 100 °C gegeben ist. Typische Bereiche der Anwendung von Prozesswärme sind industrielle und gewerbliche betriebliche Prozesse, welche hohe Temperaturen oder/und Wasserdampf erfordern (Papierindustrie, Reinigungsverfahren, Sterilisation,...).

Qualitativ: (in Bezug auf Daten oder Interviews): Daten oder Aussagen, welche Umstände oder Zusammenhänge auf Grund von epischen Beschreibungen darstellen, ohne diese Umstände zwingend mit Zahlen zu hinterlegen.

Quantitativ: (in Bezug auf Daten): In Zahlen ausgedrückte Daten.

Sekundäre Effekte (Umsatz, Wertschöpfung, Arbeitsplätze) entstehen durch das gesteigerte Einkommen der Beschäftigten bzw. der Beteiligten der Betriebe und werden durch die erhöhte Konsumation durch das gestiegene Einkommen bewirkt. Die sekundäre Wertschöpfung bzw. die sekundären Arbeitsplätze entstehen (zum größten Teil) in anderen Wirtschaftsbereichen (z. B. Konsumgüterindustrie).

Sekundärenergie: Der Energieinhalt von Energieträgern oder Energieströmen, welche aus einer oder mehrerer technologischen Umwandlung(en) aus *Primärenergieträgern* hervorgehen (z. B. Koks, Heizöl, Benzin, Biodiesel, Holzpellets,...). Bei den Umwandlungen treten in der Regel *Umwandlungsverluste* auf.

Umwandlungsverluste: Entstehen durch die Umwandlung von einer Energieform in eine andere (z. B. Übergänge in der *Energiewandlungskette*) und sind durch das Umwandlungs-konzept, die Umwandlungsprozesse und Umwandlungstechnologien gegeben. Umwandlungsverluste stellen Energiemengen dar, welche in einem konkreten Prozess nicht weiter genutzt werden können und z. B. in Form von Abwärme verloren gehen.

Abkürzungen

a	Jahr
BHKW	Blockheizkraftwerk
°C	Grad Celsius
CO ₂ äqu	Kohlendioxid-Äquivalente
EFH	Einfamilienhaus
Efm	Einschlagsfestmeter (Holz)
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity
et al.	(Literatur) und andere
EUR, €	Euro
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
ha	Hektar
HGT	Heizgradtage
J	Joule (Einheit der Arbeit, Energie, 1 J = 1Ws)
K	Kelvin (Einheit der Temperatur)
kg	Kilogramm (Einheit der Masse)
k€	1000 Euro
KPC	Kommunalkredit Public Consulting GmbH
kWh	Kilowattstunde
kWh _{el}	Kilowattstunde elektrisch
kWh _{th}	Kilowattstunde thermisch
kW _{peak}	Kilowatt peak (Nennleistung einer PV Anlagen)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Million
MWh	Megawattstunden
MWSt.	Mehrwertsteuer
m	Meter
n	Nennungen, Anzahl
OeMAG	Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
ÖE	Öläquivalent
peak	(tiefgestellt z. B. kW _{peak}) Maximal(leistung)
PV	Photovoltaik
RM	Raummeter (Biomasse)
s	Sekunde (Einheit der Zeit)
SKE	Steinkohleeinheiten
SRM	Schüttraummeter (Biomasse)
Stk.	Stück
t-atro	Tonnen absolut trocken (Biomasse)
t-lutro	Tonnen lufttrocken (Biomasse)
TWh	Terawattstunden
usw.	und so weiter
Vfm	Voratsfestmeter (Holz)
VZÄ	Vollzeitäquivalent
W	Watt (Leistung)
WP	Wärmepumpe
WW	Warmwasser

4 Rahmenbedingungen der Marktentwicklung 2021

Die Marktdiffusion der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger wird von zahlreichen exogenen Faktoren beeinflusst. Dies sind Umstände oder Rahmenbedingungen, welche die Marktdiffusion der untersuchten Technologien wesentlich beeinflussen können, die jedoch in erster Näherung unabhängig von diesen Technologien existieren. Im Jahr 2021 waren dies die globalen, internationalen und nationalen Klima- und Energieziele, die Preise fossiler Energie, die allgemeine Entwicklung der Wirtschaft, die Witterung, die Beschäftigungssituation sowie der nationale energie- und umweltpolitische Rahmen. Auf wichtige exogene Faktoren wird im Weiteren kurz eingegangen.

4.1 Die Klima- und Energieziele

In der vergangenen Dekade wurden auf globaler, europäischer und nationaler Ebene Klima- und Energieziele definiert, um die absehbare globale Erwärmung auf ein gesellschaftlich verkraftbares Maß einzudämmen – siehe **Tabelle 6**. Der zentrale Meilenstein war dabei das Klimaschutzabkommen von Paris aus dem Jahr 2015, in dem sich die Vereinten Nationen auf eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf maximal 2 °C verständigten. Mit Ende 2017 erkannten quasi alle Staaten der Erde das Übereinkommen von Paris an. In einem Sonderbericht der IPCC (2018) wurde darüber hinaus eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 C gefordert.

Tabelle 6 – Zusammenfassung wesentlicher Klima- und Energieziele nach Region
 Quellen: IPCC (2018), EC (2022), BMK (2021), ENFOS (2022)

Region/ Horizont	2020	2030	2050
Global	Klimaschutzabkommen von Paris 2015: max. +2,0°C (+1,5°C)		
EU	-20 % THG Emission vs. 1990 (EH: -21 %, NEH: -10 % vs. 2005) 20 % erneuerbare Energie 20 % Effizienzsteigerung	-40 % THG Emission vs. 1990 (EH: -43 %, NEH: -30 % vs. 2005) 32 % erneuerbare Energie 32,5 % Effizienzsteigerung	-80 % ... -95 % THG Emissionen (entspricht +2°C ... +1,5°C)
AT	-16 % THG Emissionen (NEH, vs. 2005) 34 % erneuerbare Energie max. 1050 PJ EEV	-36 % THG Emissionen (NEH, vs. 2005) >45 % erneuerbare Energie 100 % erneuerbarer Strom -25 % PE-Intensität (vs. 2015)	weitgehende Dekarbonisierung
Abkürzungen: THG...Treibhausgas, EH...Emissionshandel, NEH...Nicht-Emissionshandel, EEV...Endenergieverbrauch			

Die Nationalstaaten haben sich im Pariser Klimaschutzabkommen verpflichtet, jeweils einen nationalen Klimaaktionsplan zu definieren, der die Erreichung der gesteckten Ziele ermöglicht. Die Europäische Kommission (2020) hat im Jahr 2020 im Rahmen des “Green Deals“ die bisher definierten Ziele hinterfragt und diskutiert, die aktuell gültigen Treibhausgas-Einsparungsziele für 2030 von -40 % auf mindestens -55 % gegenüber dem Stand von 1990 anzuheben. Österreich hat seine ambitionierten Klima- und Energieziele (100 % erneuerbarer Strom bis 2030, weitgehende Dekarbonisierung bis 2040) auch im Regierungsprogramm der österreichischen Bundesregierung verankert.

Die im Jahr 2020 vorhandenen globalen, europäischen und nationalen Klima- und Energieziele waren konkret und verbindlich. Die Verfügbarkeit dieser Ziele war und ist die zentrale Grundlage für den weiteren Ausbau der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und stellt einen wesentlichen fördernden Faktor zur Steigerung der Marktdiffusion dar.

4.2 Der Marktpreis fossiler Energie

Die Entwicklung des nominalen Rohölpreises als Indikator für den Preis fossiler Energie ist in **Abbildung 21** für den Zeitraum von Jänner 2007 bis März 2022 dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die Hochpreisphase im Sommer 2008 und der mit der Finanz- und Wirtschaftskrise einhergehende Zusammenbruch des Ölpreises im Herbst und Winter 2008. Gemeinsam mit den Auswirkungen der Krise auf den Finanzsektor und auf die gesamte Wirtschaft war der niedrige Ölpreis in den Jahren 2009 und 2010 ein stark hemmender Faktor für die Marktdiffusion von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie. Im Jahr 2011 stieg der Ölpreis jedoch wieder rasch über die 100 US-Dollar Grenze, wo er im Wesentlichen bis August 2014 angesiedelt war. Der relativ hohe und stabile Ölpreis war in dieser Periode für die Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie ein fördernder Faktor.

Ab September 2014 sank der Rohölpreis rasant und unterschritt zum Jahreswechsel die 50 US-Dollar Marke, was KonsumentInnen in ihren Investitionsentscheidungen beeinflusste und auch einen Anreiz zum Auftanken vorhandener Heizöltanks ergab. Der Ölpreis blieb auch in den darauf folgenden Jahren stets auf einem niedrigen Niveau und wurde von KonsumentInnen zunehmend als verlässlich und kalkulierbar niedrig wahrgenommen.

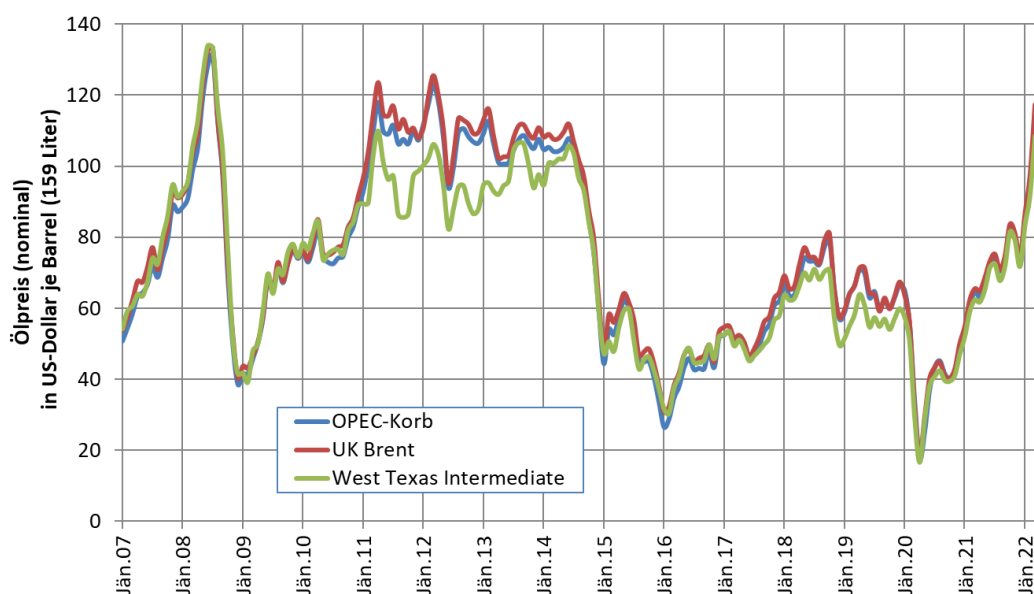


Abbildung 21 – Nominaler Rohölpreis von Jänner 2007 bis April 2021
 Quelle: Mineralölwirtschaftsverband (2022)

Im Jahr 2021 betrug der mittlere Rohölpreis 69,50 US-Dollar pro Barrel und war damit im Vergleich zu den Vorjahren noch immer als niedrig bis moderat anzusehen. Auf den Energiemärkten zeichneten sich im Jahresverlauf bei den meisten Energieträgern jedoch bereits weitere Teuerungen und ein Trend zu deutlich steigenden Preisen ab. Dies beeinflusste Investitionen in Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeicher aber nur auf moderate Weise, zumal signifikante Preissteigerungen erst gegen Ende des Jahres absehbar wurden.

4.3 Die Witterung

Wie in **Abbildung 22** dargestellt, war in jüngster Vergangenheit vor allem das Jahr 2014, aber auch die Jahre 2018, 2019 und 2020 durch eine sehr milde Witterung geprägt. Die Heizgradsumme 12/20 für Österreich lag im Jahr 2014 um 19,2 % unter dem Mittelwert der Periode von 1980 bis 2021. Die Heizgradsummen der Jahre 2018, 2019 und 2020 lagen dann, nach 3 Jahren mit etwas geringerer Abweichung, um 14,2 %, 13,0 % und 11,4 % unter dem langjährigen Schnitt. Dies hatte laut ExpertInnen aus der Heizkesselindustrie zwei Effekte: einerseits wurde die technische Lebensdauer zahlreicher Kessel durch die geringere Einsatzdauer in diesen Jahren verlängert und andererseits waren die privaten Öltanks nach den sehr milden Wintern in vielen Fällen nicht leer. Die statistische Erhöhung der technischen Lebensdauer konnte in dieser Phase auch anhand des rückläufigen Absatzes von Heizkessel-Ersatzteilen bestätigt werden. Das Jahr 2021 schlussendlich lag mit einer Heizgradsumme von 3.289 Kd nur um 0,4 % unter dem langjährigen Mittel. Damit ist in diesem konkreten Jahr kein besonderer Einfluss der Witterung auf das Diffusionsgeschehen von Heizungstechnologien zu erwarten.

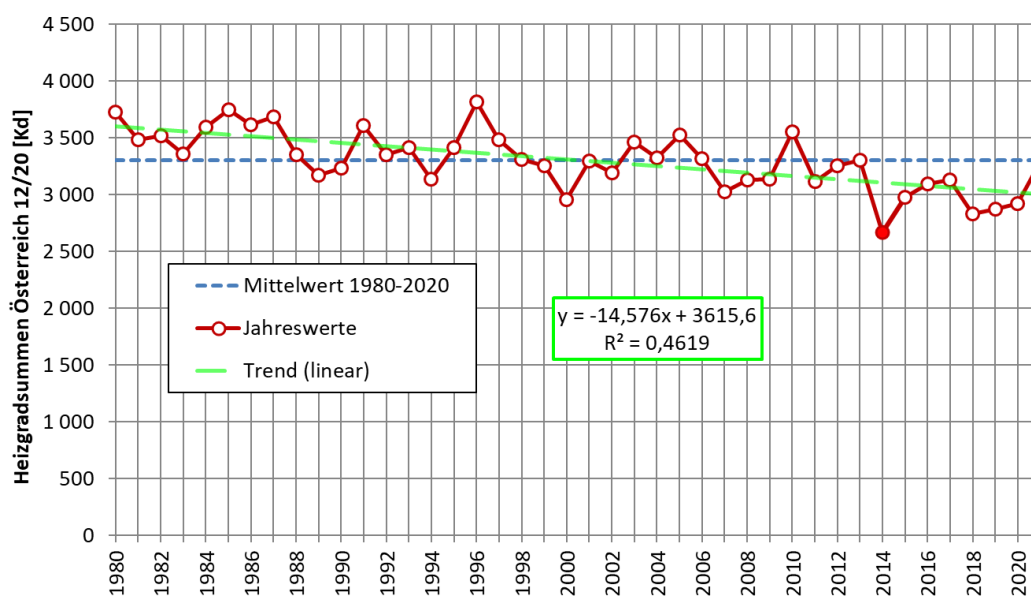


Abbildung 22 – Jahres-Heizgradsummen 12/20 für Österreich von 1980 bis 2021
 Quelle: Statistik Austria (2022a)

Aus statistischer Sicht waren somit in den Jahren 2014 bis 2020 weniger Kessel zu dekommissionieren, als dies in den vorangegangenen Jahren der Fall war, was sich direkt auf die Verkaufszahlen von Heizkesseln auswirkte. Weiters bestand aufgrund des geringen Brennstoffverbrauchs durch milde Winter und durch den niedrigen Ölpreis ein zweifacher ökonomischer Anreiz zur Verlängerung der Nutzungsdauer von Bestands-Ölkessel.

Die geringen Heizgradsummen in der vergangenen Dekade spiegeln sich auch in den Zeitreihen zum Biomasse-Brennstoffverbrauch wider (siehe Kapitel Biomasse Brennstoffe). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass auch Verbrauchsanteile existieren, die keine Korrelation mit den Heizgradsummen aufweisen, wie dies z. B. beim Brennstoffverbrauch für die Brauchwassererwärmung oder bei der Wärmebereitstellung für gewerbliche oder industrielle Prozesse der Fall sein kann.

4.4 Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung

Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung in Österreich war im Jahr 2021 durch die Erholung vom ersten Coronajahr 2020 geprägt, wobei auch 2021 neuerliche Einschränkungen der Wirtschaft durch Coronamaßnahmen – wie etwa im 4. Quartal – zu verzeichnen waren. Das Wachstum des realen Bruttoinlandsproduktes (BIP) betrug in Österreich im Jahr 2021 im Vergleich zum Vorjahr 2020 4,6 %, wobei vor allem das zweite und dritte Quartal positiv zu Buche schlugen, siehe **Abbildung 23**. Das Wirtschaftswachstum in Österreich war damit im Jahr 2021 etwas geringer als jenes im Euroraum mit 5,2 %. Sektoral wurde das Wirtschaftswachstum in Österreich im Jahr 2021 vor allem durch ein Wachstum der Nettoexporte, des Privatkonsums und einen Anstieg des öffentlichen Konsums getragen.

Ein Anstieg der Wirtschaftsleistung war im Jahr 2021 auch in allen zentral-, ost- und südosteuropäischen Staaten der EU zu beobachten, welche oftmals Exportdestinationen österreichischer Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energie sind. So betrug der Anstieg des realen Bruttoinlandsproduktes im Jahr 2021 laut Eurostat in Deutschland 2,9 %, in Italien 6,6 %, in der Tschechischen Republik 3,3 %, in der Slowakei 3,1 %, in Ungarn 7,1 %, in Rumänien 5,8 % und in Slowenien 8,1 %. Das Wachstum des realen BIP in der gesamten EU betrug 5,4 %.

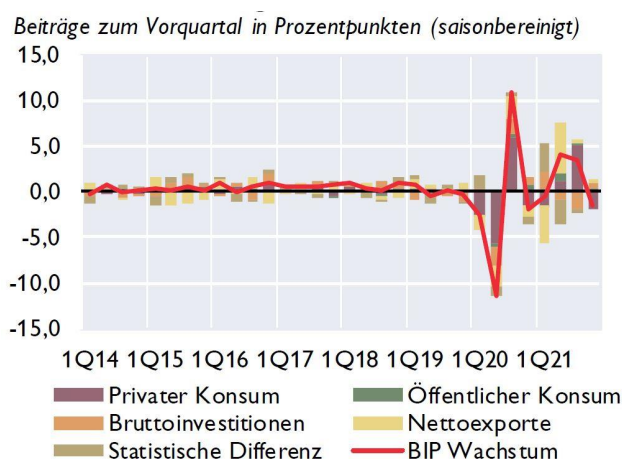


Abbildung 23 – Wachstumsbeiträge zum realen BIP in Österreich 2014 bis 2021
 Quelle und Bildnachweis: ONB (2022)

Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung war im Jahr 2021 dem Absatz von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und von Energiespeichertechnologien durchaus zuträglich, was auch durch das sektorale Wachstum bei den Nettoexporten und beim Privatkonsum zum Ausdruck kommt.

4.5 Die Beschäftigungssituation

Der Absatz der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Technologien findet mit Ausnahme der Windkraftanlagen, der großen Biomassekessel und Biomasse-KWK, sowie einzelnen Photovoltaikkraftwerken großteils im Bereich der privaten Haushalte und innerhalb der EU statt (Inlandsmarkt plus Exportmarkt) und ist damit auch von der Kaufkraft der privaten Haushalte und der Investitionsstimmung in diesem Bereich abhängig. Die Arbeitslosenquoten in Österreich und den anderen EU Mitgliedsstaaten können deshalb als Indikatoren für die Entwicklung der privaten Kaufkraft und darüber hinaus als Stimmungsbarometer im Bereich der privaten Investitionen der Haushalte gesehen werden.

Nach der Erholung des europäischen Arbeitsmarktes in den Jahren 2017 bis 2019 kam es im Jahr 2020 im Zusammenhang mit der Coronakrise zu einem abrupten Anstieg der Arbeitslosenquoten bzw. zu einem deutlichen Rückgang der Zahl der unselbständig Beschäftigten. Diese Auswirkungen der Coronakrise konnten jedoch im Lauf des Jahres 2021 kompensiert werden und am Ende des Jahres 2021 war ungefähr das Niveau des Jahres 2018 wieder erreicht, siehe **Abbildung 24**. In Österreich betrug die Arbeitslosenquote nach der Definition von Eurostat im Jahr 2021 6,2 %. Sie war damit geringer als im Euroraum (7,7 %) und auch geringer als im EU-Schnitt (7,0 %). Innerhalb der EU waren im Jahr 2021 Griechenland (14,8 %), Spanien (ebenfalls 14,8 %) und Italien (9,5 %) die Länder mit den höchsten Arbeitslosenquoten und die Tschechische Republik (2,8 %), Polen (3,4 %) und Deutschland (3,5 %) die Länder mit den niedrigsten Arbeitslosenquoten.

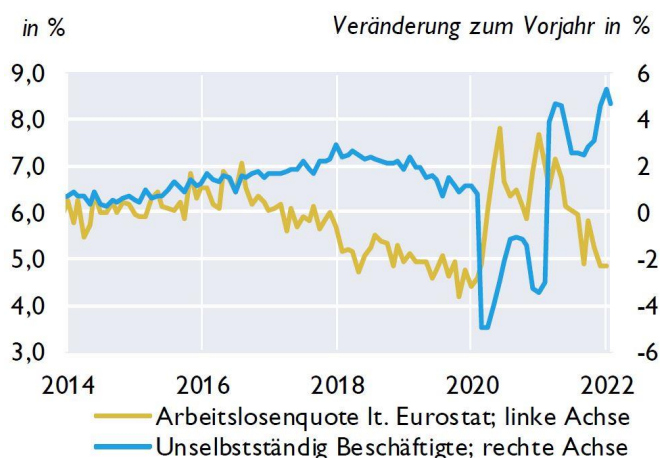


Abbildung 24 – Arbeitslosenquote und Beschäftigungswachstum in Österreich bis 2021
 Quelle und Bildnachweis: ONB (2022)

Die Entwicklung der Beschäftigungssituation im Jahr 2021 war für die Marktdiffusion von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeichertechnologien somit ein eher fördernder Faktor, auch wenn die Steigerung der Beschäftigung im Wesentlichen nur die Rückgänge aus dem Vorjahr 2020 kompensierte. Längerfristig kann die Entwicklung der Beschäftigungssituation im Jahr 2021 in Hinblick auf das Diffusionsgeschehen der untersuchten Technologien deshalb als neutral eingestuft werden.

Stärker zum Tragen kam im Jahr 2021 ein Mechanismus, der bereits im Zusammenhang mit der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 beobachtet werden konnte. Damals lösten Bedenken rund um die Währungsstabilität und Vorbehalte bezüglich einer einsetzenden Inflation zahlreiche Investitionen der privaten Haushalte aus. Einerseits um Ersparnis in Form von Realitäten abzusichern und andererseits auch aus Resilienzüberlegungen heraus. So konnte seinerzeit z. B. ein deutlicher Anstieg der Verkaufszahlen von Biomasseöfen beobachtet werden, was sich nun im Jahr 2021 wiederholt hat. Ein weiteres Indiz für diese Effekte ist die kurzfristige Preisentwicklung am Immobilienmarkt.

4.6 Energiepolitische Instrumente

Energiepolitische Instrumente können grob in die Kategorien normative, anreizorientierte und informatorische Instrumente gegliedert werden. Beispiele für normative Instrumente sind Verbote und Gebote, anreizorientierte Instrumente können z. B. als Zuschüsse oder Abgaben ausgestaltet werden und informatorische Instrumente bezwecken die Verbreitung von technischen oder auch gesellschaftlich relevanten Informationen innerhalb definierter

sozialer Systeme. In der Praxis werden die genannten Kategorien zumeist kombiniert, wobei z. B. in ein primär anreizorientiertes Instrument auch normative und informatorische Komponenten implementiert werden. So kann beispielsweise die Vergabe eines Investitionszuschusses für die Installation einer Anlage (anreizorientiert) an die Erreichung einer technischen Mindesteffizienz geknüpft sein (normativ) und eine verpflichtende Beratung beinhalten (normativ, informatorisch).

Die unterschiedlichen Kategorien von Instrumenten haben innerhalb des Innovations-Diffusionsprozesses sehr spezifische kurz-, mittel- und langfristige Wirkungen, wobei diese Wirkungen auch vom Zeitpunkt der Implementierung abhängen. Angesichts dieser Komplexität und unter Berücksichtigung zumeist asymmetrischer Information ist es für energiepolitische EntscheidungsträgerInnen schwierig, "optimale" energiepolitische Instrumente zu definieren. Hinzu kommt noch, dass es sich bei Innovations-Diffusionsprozessen um hoch dynamische Vorgänge handelt, welche zur optimalen Unterstützung ebenso dynamische Instrumente benötigen würden. Besteht der Anspruch der Implementierung gesamtwirtschaftlich optimaler Instrumente, so sind beim Design der Instrumente zusätzlich die längerfristigen Auswirkungen auf die Wirtschaft und auf die (nationale) Wertschöpfung zu berücksichtigen. Bei der Implementierung selbst sollte in Hinblick auf einen langfristig positiven wirtschaftlichen Effekt und in Hinblick auf die Erreichung der gesteckten Klima- und Energieziele auf eine möglichst robuste Verankerung der Instrumente über mehrere Legislaturperioden hinweg erfolgen, wobei dadurch die dynamische Anpassung der Instrumente an den Fortschritt des Innovations-Diffusionsprozesses nicht behindert werden darf.

Die Gestaltungsmöglichkeiten in Hinblick auf energiepolitische Instrumente werden in der Praxis durch budgetäre Restriktionen (z. B. kumuliertes Fördervolumen) und andere politische Aspekte (z. B. tendenzielle Vermeidung von Steuern, Abgaben, Verboten und Geboten) eingeschränkt. Die Wirksamkeit der Instrumente wird darüber hinaus durch lange Vorlaufzeiten, mangelnde Möglichkeiten zur dynamischen Anpassung und bürokratische Barrieren behindert. Beim konkreten Ziel der Forcierung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie kommt es darüber hinaus zu Gegenmaßnahmen aus Wirtschaftsbereichen, die einen Nachteil erwarten, wie dies z. B. bei der Erdöl- und Erdgaswirtschaft der Fall ist. Entsprechende Aktivitäten reduzieren dabei die volkswirtschaftliche Effizienz und Effektivität sowie das Potenzial der implementierten Instrumente und begünstigen "lock in Effekte" von Anlagen zur Nutzung fossiler Energie, fossiler Infrastruktur und suboptimaler Energieeffizienz, welche die Erreichung der gesteckten Ziele verhindern können.

Marktanreizprogramme für Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie wurden in Österreich im Jahr 2021 von öffentlicher, aber auch von privater Seite durchgeführt. Die meisten Förderungen für den Bereich der privaten Haushalte wurden von den Wohnbauförderstellen der Länder oder von anderen Institutionen auf Länderebene vergeben. Auf Bundesebene sind vor allem die Förderungen für den gewerblichen Bereich zu nennen, die von der KPC abgewickelt werden. Private Förderungen sind oft tariflicher Natur, wie z. B. die Gewährung eines Wärmepumpen-Stromtarifs durch Energieversorger. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Förderungen für Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie sind jeweils in den nachfolgenden Technologiekapiteln dokumentiert.

4.7 Der Heizungsmarkt

Die längerfristige strukturelle Entwicklung des Heizungsbestandes in österreichischen Hauptwohnsitzen ist anhand der Daten zum Energieeinsatz der Haushalte der Statistik Austria (2022h) in **Abbildung 25** in absoluten Zahlen dargestellt. Deutlich zum Ausdruck kommen dabei der absolute Anstieg von Hauptwohnsitzen und die sukzessive Substitution von Heizsystemen auf Basis von Heizöl oder Flüssiggas durch Wärmepumpen und Biomasseheizungen sowie der Anstieg der Fernwärmeanschlüsse, der große Teile des absoluten Wachstums in urbanen Gebieten bedient. Heizsysteme auf Basis von Kohle, Koks oder Briketts waren als Auslaufmodell zuletzt bereits fast bedeutungslos, während Strom-Direktheizungen zwar mit einer schrumpfenden Zahl, aber dennoch mit einem signifikanten Anteil im Heizungsmix vertreten sind.

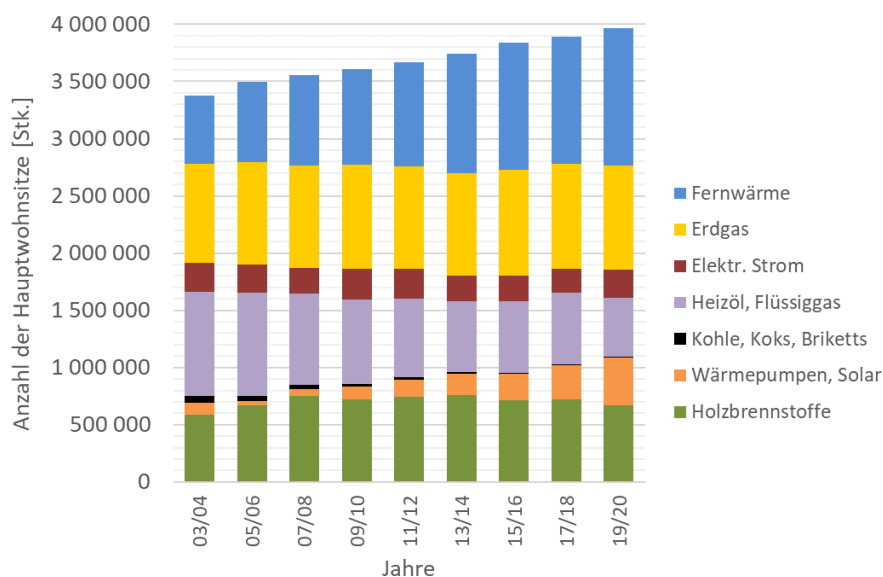


Abbildung 25 – Bestandsentwicklung der Haupt-Heizsysteme in österreichischen Hauptwohnsitzen Datenquelle: Statistik Austria (2022h)

Der jährliche Inlands-Heizungsmarkt resultiert aus dem Gesamtwachstum der Anzahl der Wohn- und Nicht-Wohngebäude, den strukturellen Veränderungen und dem Ersatz von dekommissionierten Heizsystemen, wobei auch noch Wärmebereitstellungsanlagen für Nicht-Heizwärme im gewerblichen und industriellen Bereich hinzukommen.

Die von der Vereinigung Österreichischer Kessellieferanten (VÖK) jährlich publizierten Informationen über den österreichischen Inlands-Heizungsmarkt ermöglichen gemeinsam mit den in der vorliegenden Studie erhobenen Daten eine grobe Darstellung der Entwicklung des Gesamt-Heizungsmarktes in Österreich. Die entsprechende Entwicklung ist in **Abbildung 26** dargestellt. Eine Interpretation dieser Zusammenstellung sollte jedoch ausschließlich auf qualitativer Ebene erfolgen, da z. B. Verkaufszahlen von Strom-Direktheizungen sowie von Nebenheizsystemen wie z. B. Einzelöfen in dieser Statistik nicht enthalten sind und die Anzahl der neuen Fernwärmeanschlüsse für das Datenjahr 2020 lediglich eine grobe Schätzung ist. Die relativen Anteile der Heizsysteme sind in **Abbildung 27** dargestellt.

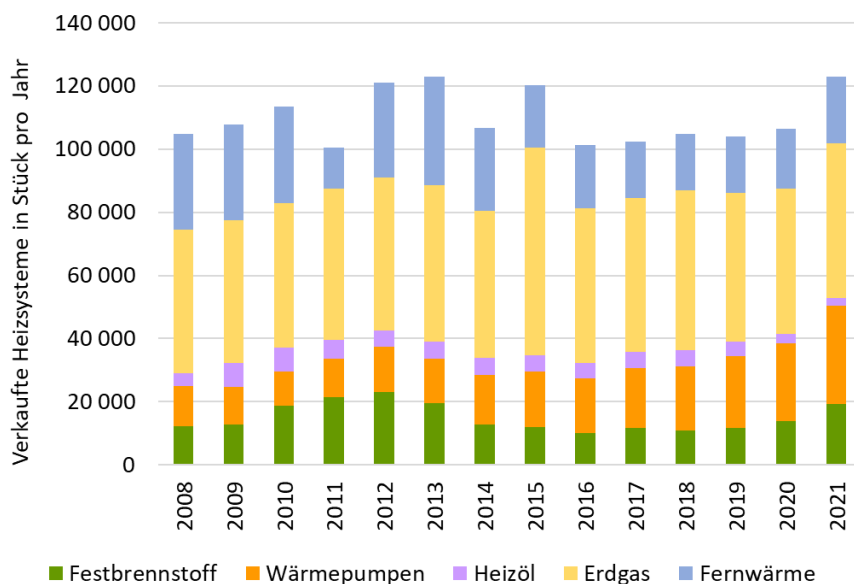


Abbildung 26 – Jährlich in Österreich verkaufte Heizungssysteme von 2008 bis 2021
 Quellen: BEST (2022), ENFOS (2022), VÖK (2022)

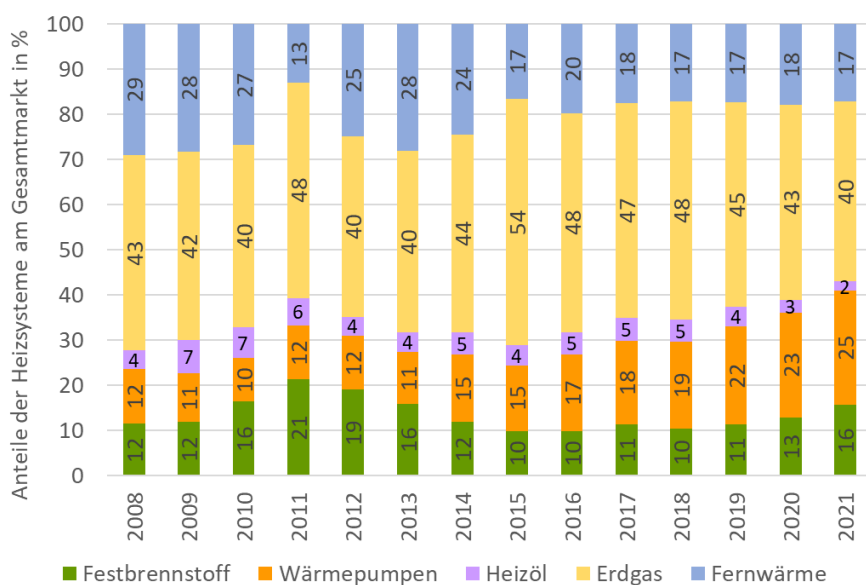


Abbildung 27 – Anteile der in Österreich verkauften Heizungssysteme 2008 bis 2021
 Quellen: BEST (2022), ENFOS (2022), VÖK (2022)

Erdgaskessel und Erdgastermen dominierten demnach im Betrachtungszeitraum von 2008 bis 2021 den Heizungsmarkt. Die Marktanteile schwankten dabei typischer Weise zwischen 40 % und 50 %.

Das zweithäufigste Heizsystem war im Jahr 2021 die Heizungswärmepumpe mit insgesamt 31.011 verkauften Einheiten und mit einem Gesamt-Marktanteil von 25 %. Der Anteil dieses Heizungssystems steigerte sich im Betrachtungszeitraum kontinuierlich und erreicht dadurch auch in den Bestandszahlen bereits deutlich sichtbare Anteile.

Wie in den Darstellungen ersichtlich, weist der Heizungsmarkt eine große strukturelle Trägheit auf. Zwar sind einige für die Dekarbonisierung des Wärmesektors zweckmäßige Trends erkennbar, die zu beobachtenden Zeitkonstanten sind jedoch für eine Dekarbonisierung bis

2040 bei weitem nicht ausreichend. Soll bis 2040 eine vollständige Dekarbonisierung erreicht werden, so dürfte bei einer typischen technischen Lebensdauer von Heizsystemen in der Größenordnung von 20 Jahren ab dem Jahr 2021 kein einziges Heizsystem auf Basis fossiler Energie mehr verkauft worden sein. Da derartige Unstetigkeiten völlig unrealistisch sind und von der Realität bereits eingeholt wurden, verbleibt zur Zielerreichung alleine die Option, die in den kommenden Jahren noch in den Markt diffundierenden Heizsysteme auf Basis fossiler Energie vor dem Jahr 2040 mittels normativer und/oder anreizorientierter Instrumente noch vor dem Ablauf der technischen Lebensdauer außer Nutzung zu stellen. Dieser Ansatz wird jedoch als politisch schwer durchführbar und/oder als sehr teuer eingeschätzt.

5 Marktentwicklung feste Biomasse – Brennstoffe

5.1 Marktentwicklung in Österreich

5.1.1 Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe

Der Verbrauch an festen Biobrennstoffen ist, mit Ausnahme von Holzpellets und –briketts, in geläufigen Sortimenten (Hackgut, Stückholz,...) in Österreich nur teilweise konsistent erfasst. Der Österreichische Biomasseverband hat auf Grundlage energetischer Basiskennzahlen der Statistik Austria, der jährlichen Holzeinschlagsmeldung und eigener Berechnungen den Bruttoinlandsverbrauch von Bioenergie für verschiedene Brennstoffe für das Jahr 2007 ermittelt. Für die Jahre 2008 bis 2013 wurde der Biobrennstoffverbrauch auf Basis der in den Jahren zusätzlich installierten Kesselleistungen und angenommener 1.800 Volllaststunden für kleine Anlagen und 3.000 Volllaststunden für mittlere und große Anlagen errechnet und zu den Brennstoffverbrauchswerten für 2007 hinzugerechnet. In den Jahren 2014, 2015 und 2016 wurden entsprechend der reduzierten Heizgradsummen in diesen Jahren die Volllaststunden angepasst. Diese Anpassung wird auch für die folgenden Jahre vorgenommen. Im Jahr 2021 werden aufgrund der Witterung für die Berechnung 1.798 Volllaststunden für kleine Anlagen und 2.943 Volllaststunden für mittlere und große Anlagen angenommen.

Außerdem wird ein Anteil von 20 % neu installierter Kessel für Hackgut <100 kW und auch für Stückholz angenommen, welche ebenfalls mit Stückholz bzw. Hackgut befeuerte alte Kessel ersetzen. Diese 20 % wurden vom Brennstoffverbrauch der Neuinstallationen abgezogen (Referenzwert aus Nast et al. (2009)). Zusätzlich wird zur Ermittlung des Stückholzverbrauchs für 2020 der Bestand jener Stückholz-Kessel (bzw. Allesbrenner) abgezogen, welche lt. Auskunft der KPC im Zuge von „Raus aus Öl“ eine Förderung bekommen haben. Ab dem Jahr 2020 wird der Verbrauch der Stückholz-Pellet Kombikessel mit einem Anteil von 50 % beim Stückholzverbrauch berücksichtigt. Der Pelletsmarkt wird umfangreich und kontinuierlich vom Branchenverband proPellets Austria erfasst, welche die jeweiligen Produktions- und Verbrauchszahlen direkt von ihren Mitgliedern erfassen. Einige Sortimente wie z. B. Rinde werden in den Konjunkturdaten der Statistik Austria monatlich erfasst. Insgesamt wurde für das Jahr 2021 ein Verbrauch an festen Biobrennstoffen (Briketts, Pellets, Rinde, Hackgut und Stückholz) von rund 15,4 Mio. t ermittelt, siehe **Tabelle 7** und **Abbildung 28**.

Tabelle 7 - Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2016 bis 2021 in Tonnen

Quellen: Statistik Austria (2022a,b), proPellets Austria (2022),
Auskunft GENOL (2022), Brikettsverbrauch hochgerechnet

Energieträger	Bruttoinlandsverbrauch in t-lutro					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pellets	900.000	960.000	954.110	955.000	1.015.000	1.190.000
Briketts	175.850	222.300	198.900	169.000	185.000	210.000
Hackgut	6.796.017	7.398.333	6.815.131	6.933.333	7.045.000	7.932.500
Rinde	600.000	546.024	582.426	581.836	525.143	528.000
Stückholz	5.118.881	5.506.294	5.009.538	5.017.483	5.174.825	5.566.433
Gesamt	13.590.748	14.632.951	13.560.105	13.656.652	13.944.968	15.426.933

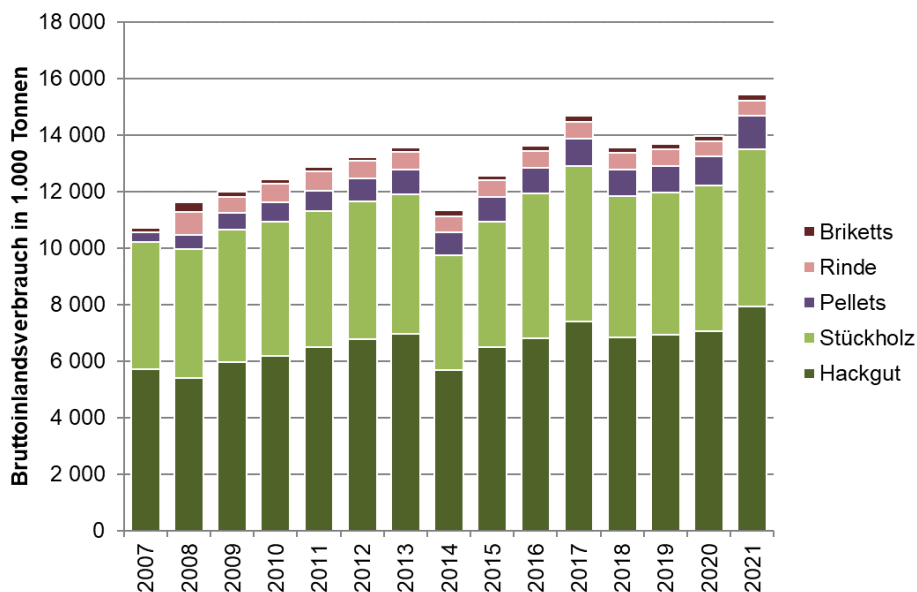


Abbildung 28 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2007 bis 2021 in 1.000 Tonnen. Der Rindenanteil ist bei den Werten für 2007 beim Hackgut inkludiert.
 Quellen: proPellets Austria (2022), Auskunft GENOL (2022), BEST (2022)

5.1.2 Entwicklung des Pelletsmarktes

Holzpellets etablierten sich seit den 1990er Jahren als erneuerbarer Brennstoff für die Nutzung in automatisierten biogenen Heizsystemen für sehr kleine bis mittlere Leistungen. Der Branchenverband proPellets Austria, in dem alle wesentlichen Pelletsproduzenten Verbandsmitglieder sind, erhebt regelmäßig die Daten der österreichischen Pelletsindustrie, darunter die Produktionskapazität, den Pelletsverbrauch in Österreich sowie die Gesamtproduktion an Pellets.

Wie in **Abbildung 29** dokumentiert ist, war der Pelletsmarkt bis zum Jahr 2006 durch ein stabiles jährliches Wachstum zwischen 30 % und 40 % pro Jahr gekennzeichnet. Parallel zum Inlandsmarkt entwickelte sich auch der Exportmarkt stark, bis es im Jahr 2006 durch eine Verknappungssituation zu einem starken Preisanstieg des Brennstoffes kam, der im Jahr 2007 signifikante Einbrüche des Pelletkesselmarktes und auch des Pelletverbrauchs mit sich brachte. Der historische Trendbruch im Jahr 2007 ist in **Abbildung 29** deutlich zu sehen und hatte seine Ursache in einer wenig strategisch ausgerichteten Vorgehensweise der Pelletsindustrie in einem extrem wachsenden Markt.

Der Inlandsmarkt hatte sich im Jahr 2008 wieder erholt. Im Jahr 2013 wurden 962.000 t Pellets produziert, was einer Produktionssteigerung von 7,7 % im Vergleich zu 2012 entspricht. Nach einem Produktionsrückgang im Jahr 2014 (950.000 t), stieg die Produktion 2015 auf 1.000.000 t. Dieser Trend setzt sich seither fort. Im Jahr 2021 wurden rund 1.607.500 t Pellets produziert (+4,4 % im Vergleich zu 2020). Zudem wurde die Produktionskapazität im Jahr 2021 auf 1.817.000 t (+4,1 %) ausgebaut.

Der inländische Verbrauch an Pellets ist 2017 im Vergleich zu 2016 um rund 6,7 % auf 960.000 t gestiegen. 2018 sinkt der inländische Verbrauch an Pellets aufgrund der warmen Witterung auf 950.000 t ab. In den Folgejahren steigt der inländische Pelletverbrauch kontinuierlich an und erreicht im Jahr 2021 rund 1.190.000 t. Die Anzahl der österreichischen

Pelletsproduzenten stieg von 15 im Jahr 2009 auf 30 aktive österreichische Pelletsproduzenten im Jahr 2021 an.

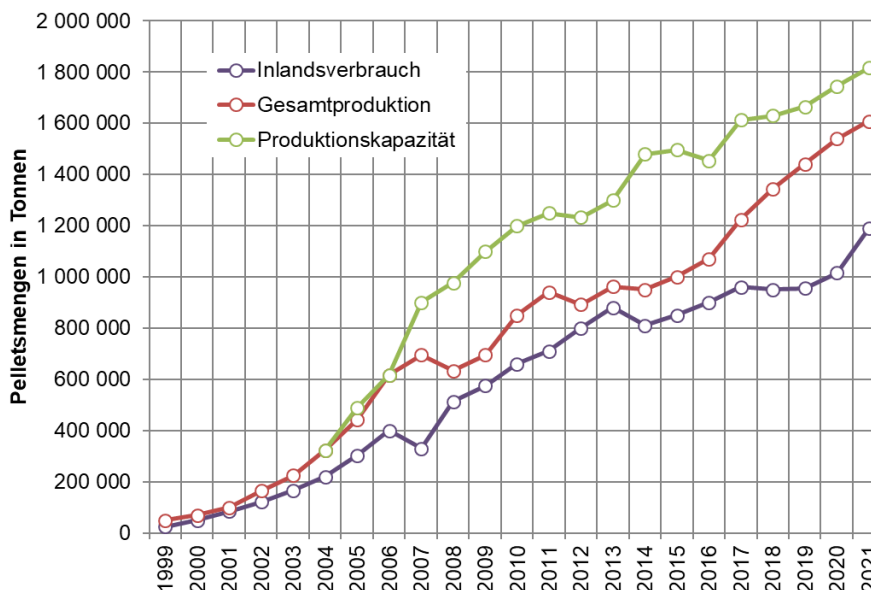


Abbildung 29 – Entwicklung des österreichischen Pelletsmarktes von 1999 bis 2021
Verbrauch, Produktion und Produktionskapazität.
 Quelle: proPellets Austria (2022)

5.1.3 Entwicklung des Hackgutmarktes

Die energetische Nutzung von Hackgut in den unterschiedlichsten Formen hat bereits eine langjährige Tradition. Hackgutheizungen waren die ersten automatisierten Heizsysteme für biogene Energieträger, wobei der Einsatz stets auf mittlere bis größere oder sehr große Leistungsbereiche fokussierte. Niedrige Leistungsbereiche, wie in Ein- oder Zweifamilienwohnhäusern üblich, werden von Hackgutheizungen nach wie vor kaum bedient. Allerdings gibt es mittlerweile spezifisch für dieses Marktsegment entwickelte Kessel.

Der Hackgutverbrauch in Österreich kann über die kumulierte installierte Leistung der Hackgutanlagen abgeschätzt werden. Für die Abschätzung wurden für Kleinanlagen 1800 Volllaststunden und für die mittleren und großen Anlagen 3000 Volllaststunden angenommen. Für die Abschätzung 2014, 2015 und 2016 wurden, aufgrund der relativ warmen Wintermonate, die Volllaststunden entsprechend reduziert. 2017 wurden wieder die ursprünglichen 1800 Volllaststunden für Kleinanlagen und 3000 Volllaststunden für die mittleren und großen Anlagen angenommen. 2018 und 2019 wurden die Volllaststunden entsprechend der gesunken Heizgradsummen reduziert: auf 1.630 für kleine Anlagen sowie auf 2.720 Stunden für mittlere und große Anlagen. Für die Jahre 2020 bzw. 2021 wurden die Volllaststunden wieder entsprechend erhöht, auf auf 1.680 bzw. 1.798 für kleine Anlagen sowie auf 2.750 bzw. 2.943 Stunden für mittlere und große Anlagen.

Wie in **Abbildung 30** dargestellt, liegt im Hackgutbereich von 2000 bis 2013 eine stetige Marktentwicklung vor. Im Jahr 2013 wurden rund 6,9 Mio. t Hackgut in Österreich energetisch verbraucht, womit eine Steigerung um 2,3 % im Vergleich zum Vorjahr erreicht wurde. 2014 sinkt der Hackgutverbrauch aufgrund der warmen Wintermonate auf rund 5,7 Mio. t, was ungefähr dem Niveau von 2009 entspricht. In den folgenden Jahren, 2015 bis 2017, stieg der Hackgutverbrauch kontinuierlich an, im Jahr 2017 werden rund 7,4 Mio. t verbraucht.

Aufgrund der warmen Witterung sinkt der Hackgutverbrauch in den Jahren 2018 und 2019 leicht ab, auf 6,8 Mio. t im Jahr 2018 bzw. 6,9 Mio. t im Jahr 2019. Im Jahr 2020 bzw. 2021 steigt der Hackgutverbrauch wieder auf über 7 Mio. t bzw. fast 8 Mio. t an.

Generell besteht in Österreich eine hohe Nachfrage nach Hackgut. Kontinuierlich werden Hackgutmengen auch von der Industrie zur stofflichen und energetischen Nutzung nachgefragt. Um diesen Brennstoff möglichst effizient nutzen zu können, wurde mit Jänner 2016 die ÖNORM C4005 „Holzhackgut und Schredderholz für die energetische Verwertung in Anlagen mit einer Nennwärmeleistung über 500 kW – Anforderungen und Prüfbestimmungen – Nationale Ergänzung zu ÖNORM ISO 17225-1“ als nationale Richtlinie zur Brennstoffcharakterisierung und Qualitätssteigerung eingeführt.

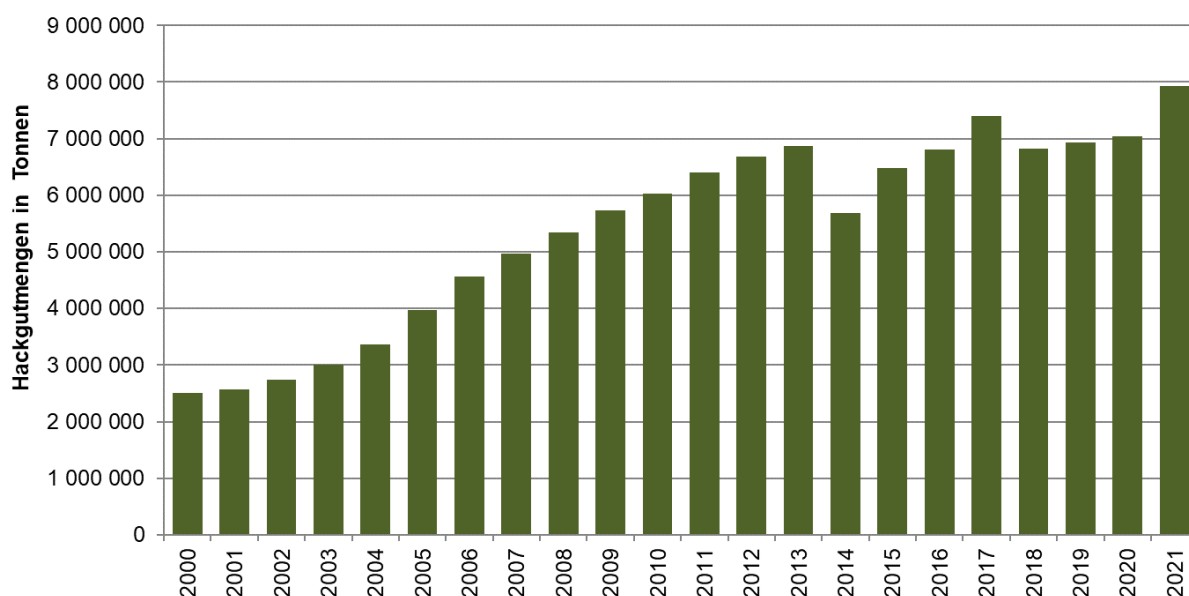


Abbildung 30 – Marktentwicklung des Hackgutes in Österreich von 2000 bis 2021
abgeschätzter Inlandsverbrauch in Tonnen. Quelle: BEST (2022)

Seit 2016 sind leicht sinkende Hackgutpreise, insbesondere für das Sortiment „Hackgut mit Rinde“ zu beobachten, siehe **Abbildung 31**. Im Jahr 2016 betrug der durchschnittliche Monatspreis für „Hackgut mit Rinde“ 19,7 €/rm bzw. für „Hackgut ohne Rinde“ 15,4 €/rm. Im Jahr 2019 betrug der durchschnittliche Preis für „Hackgut mit Rinde“ 15,9 €/rm bzw. für „Hackgut ohne Rinde“ 15,3 €/rm. Grund hierfür könnten die großen Mengen an Schadholz gewesen sein. Die Durchschnittspreise für Sägespäne stagnierten auf einem Niveau von rund 12,4 €/rm. Im Jahr 2020 sind die monatlichen Durchschnittspreise weiter gesunken: für Hackgut mit Rinde“ auf 14,8 €/rm; für „Hackgut ohne Rinde“ auf 13,96 €/rm bzw. für Sägespäne auf 11,07 €/rm. Nach einem weiteren Absinken Anfang 2021, beginnen die Preise im Laufe des Jahres 2021 wieder leicht zu steigen, allerdings ist trotzdem ein deutlich gesunkener Jahresdurchschnittspreis festzustellen. Der Jahresdurchschnittspreis beträgt für Hackgut mit Rinde“ 12,9 €/rm; für „Hackgut ohne Rinde“ 12,3 €/rm bzw. für Sägespäne 9.96 €/rm.

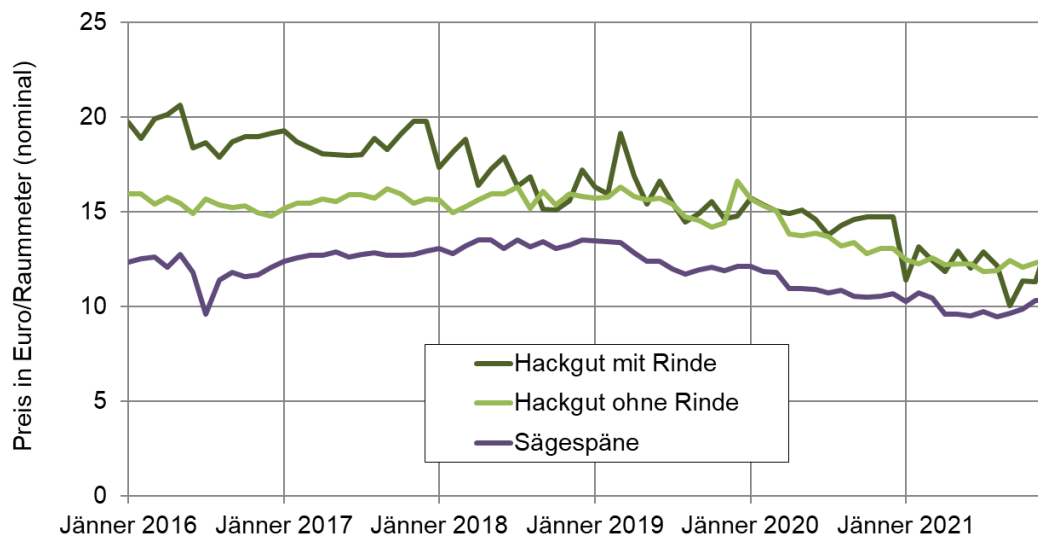


Abbildung 31 – Preisentwicklung für Hackgut mit und ohne Rinde sowie Sägespäne je Raummeter von 2016 bis 2021.

Quelle: Statistik Austria (2020a), BEST (2022)

5.1.4 Entwicklung des Stückholzmarktes

Stückholz (Brennholz) wird vornehmlich in kleinen Feuerungen zur Beheizung von Einfamilienhäusern eingesetzt und wird häufig in „Subsistenzwirtschaft“ aus dem eigenen Privatwald geschlagen. Seit einigen Jahren werden nur Stückholzfeuerungen mit Gebläse/Saugzug installiert, Naturzugkessel werden nur mehr für fossile Energieträger eingesetzt. Der Markt für Stückholz (Brennholz) weist bis 2009 ein kontinuierliches Wachstum auf, zwischen 2010 und 2013 ist er beinahe konstant geblieben. Wurden im Jahr 2013 in Österreich noch über 4,9 Mio. t Stückholz verbraucht, sank der Stückholzverbrauch 2014 um ca. 20 % auf rund 4 Mio. t. Im Jahr 2016 stieg der Stückholzverbrauch allerdings wieder auf über 5,1 Mio. t und im Jahr 2017 auf 5,5 Mio. t an. 2018 sank der Stückholzverbrauch witterungsbedingt auf 5,0 Mio. t ab und blieb 2019 auf demselben Niveau (5,0 Mio. t). Im Jahr 2020 steigt der Stückholzverbrauch wieder auf 5,2 Mio. t an, 2021 erreicht er rund 5,6 Mio. t. Hinsichtlich der Nachfrage nach Stückholz gibt es steigende Faktoren (z. B. Initiativen wie „Raus aus Öl“ oder politische Ziele der Klimaneutralität, Interesse an Backup - Systemen) sowie Entwicklungen, die bremsend auf die Gesamtnachfrage (z. B. Rückgang der Heizgradtage, Trend zu vollautomatischen Systemen) wirken. Stückholzheizungen sind insbesondere in der Land- und Forstwirtschaft noch von Interesse. Ein Umstieg von Allesbrennern auf Stückholzkessel ist v.a. im bäuerlichen Bereich zu erkennen. Insgesamt ist allerdings eher eine stagnierende Nachfrage zu beobachten. Trends gehen in die Richtung Kachelöfen als Zusatzheizung, Umstieg Öl auf Pellets/Kachelöfen, Kombinationskessel Scheitholz & Pellets. Für die letztgenannte Kombination besteht zunehmendes Interesse.

5.1.5 Entwicklung der agrarischen Brennstoffe

Die Daten für agrarische Brennstoffe in **Tabelle 8** stammen aus der „Statistik der Landwirtschaft 2018, 2019 und 2020“ (Statistik Austria (2019, 2020a, 2021)). Im Jahr 2020 wurden in Österreich 2421 ha Kurzumtriebsholz und 1118 ha Miscanthus angebaut. Zur Umrechnung in Energieeinheiten wurden als durchschnittliche Hektarerträge für Kurzumtriebsholz 11 t Trockenmasse pro Jahr und für Miscanthus 14 t Trockenmasse pro Jahr

angenommen. Der Anbau und die Nutzung agrarischer Brennstoffe bewegt sich unverändert auf geringem Niveau und liegt derzeit bei knapp 42.300 t/a bzw. 0,75 PJ/a.

Tabelle 8 – Bruttoinlandsverbrauch agrarischer Biobrennstoffe 2018 bis 2020

Quelle: Statistik Austria (2022), BEST (2022)

Energieträger	Bruttoinlandsverbrauch in t			Bruttoinlandsverbrauch in PJ		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Miscanthus ¹	14.994	15.106	15.652	0,27	0,27	0,28
Kurzumtriebsholz	26.631	26.631	26.631	0,47	0,47	0,47
Gesamt	41.625	41.737	42.283	0,74	0,74	0,75

¹Für Miscanthus ist die Gesamtanbaufläche zugrunde gelegt. Von diesem Miscanthus können Teile auch als Vieheinstreu verwendet werden. In der Datenerhebung der Statistik Austria ist auch Sudangras enthalten – diese Mengen werden nicht extra ausgewiesen, da sie vernachlässigbar sind.

Stroh für energetische Zwecke wird in Österreich unverändert nur in geringen Mengen genutzt. In Niederösterreich ist die Nutzung von knapp 13.000 t Stroh in fünf Fernwärmanlagen für das Jahr 2021 bekannt (Land Niederösterreich (2022)). Zwei der Strohkraftwerke wurden 2019 wieder auf Holzbiomasse umgestellt. Das energetische Strohpotential Österreichs ist auch zukünftig als moderat einzuschätzen. Für 2021 sind insgesamt etwas mehr als 1,8 Mio. t Stroh laut Statistik Austria (2022c) erfasst worden – das Potential für die energetische Nutzung ist jedoch aus mehreren Gründen wesentlich geringer.

Die energetische Nutzung von Maisspindeln in Österreich wird durch die ÖNORM C 4003: 2016 08 01 – Maisspindeln – Anforderungen und Prüfbestimmungen vorangetrieben. Vor allem in den Bundesländern Steiermark und Niederösterreich sind einige für die gleichzeitige Ernte von Korn und Spindel adaptierte Mähdrescher im Einsatz. 2020 wurden in Österreich 218.198 ha Körnermais angebaut (Statistik Austria (2022c)) – der bezifferte Ertrag lag bei 2.434.896 t. Das realistische Potential für die Maisspindelnutzung liegt bei ca. 50.000 t.

5.2 Marktentwicklung im Ausland

In den EU27 - Staaten ist die Bereitstellung von Primärenergie aus erneuerbarer Energie in den letzten zwei Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen. Wie in **Abbildung 32** dargestellt, macht Biomasse, insbesondere Holz und Holzabfälle, den Großteil der Erzeugung erneuerbarer Energie in der EU aus. Der vermeintliche Rückgang der Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie im Jahr 2020 ist mit dem Brexit erklärbar. Im Jahr 2020 wurden in den EU27 Ländern 9.805 PJ Primärenergie aus erneuerbare Energie bereitgestellt.

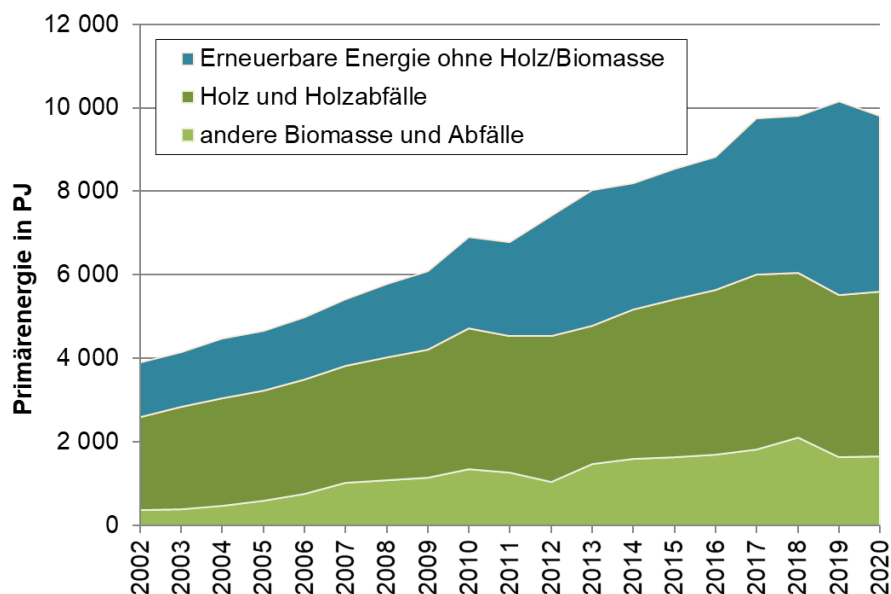


Abbildung 32 – Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie in den EU27 Staaten (bis 2019 EU28) in PJ. Quelle: Eurostat (2022a)

Internationale Pelletsmärkte

Die weltweite Produktion von Pellets betrug 2019 40,5 Mio. t. 55 % davon wurden in Europa produziert. Innerhalb Europas produzierte Deutschland nach wie vor die größte Menge: ca. 3,1 Mio. t. Russland produzierte ca. 2,2 und Lettland ca. 1,8 Mio. t, Österreich liegt mit ca. 1,5 Mio. t nach wie vor auf dem fünften Platz. Europa führt auch beim Pelletsverbrauch mit ca. 30,1 Mio. t (Bioenergy Europe (2021)). Innerhalb der EU listet Bioenergy Europe (2021) Großbritannien, Italien, Dänemark, Deutschland und Niederlande als die Top 5 Verbrauchsländer für die Wärme-erzeugung im Jahr 2020. Diese Reihung ist fast identisch mit den Vorjahren, nur die Niederlande haben Schweden auf Platz 5 überholt.

Auch im Jahr 2021 waren die Produktion (ca. 3,1 Mio. t) und der Verbrauch (2,3 Mio. t) in Deutschland mehr als doppelt so hoch wie in Österreich, wie in **Abbildung 33** ersichtlich ist.

Das Jahr 2020 markiert eine Trendwende für den Pelletmarkt in Deutschland. So wurde der europäische Spitzenplatz bei der Pelletproduktion mit erstmals über 3 Mio. Tonnen t weiter ausgebaut und auch am Heizungsmarkt geht es deutlich aufwärts, berichtet der Deutsche Energieholz- und Pellet-Verband (DEPV (2021)). Dieser Trend hält auch 2021 an.

In **Abbildung 34** wird der Verlauf der Pelletproduktion, des Pelletverbrauchs sowie der Produktionskapazität von 2016 bis 2021 in Deutschland dargestellt. Die Produktionskapazität wurde in Deutschland kontinuierlich von 2,3 Mio. t im Jahr 2016 auf 3,6 Mio. t im Jahr 2021 ausgebaut. Der Pelletsverbrauch stieg im selben Zeitraum von 2 Mio. t auf 2,9 Mio. t und die Pelletsproduktion von 1,9 Mio. t auf 3,4 Mio. t an (DEPI (2022)).

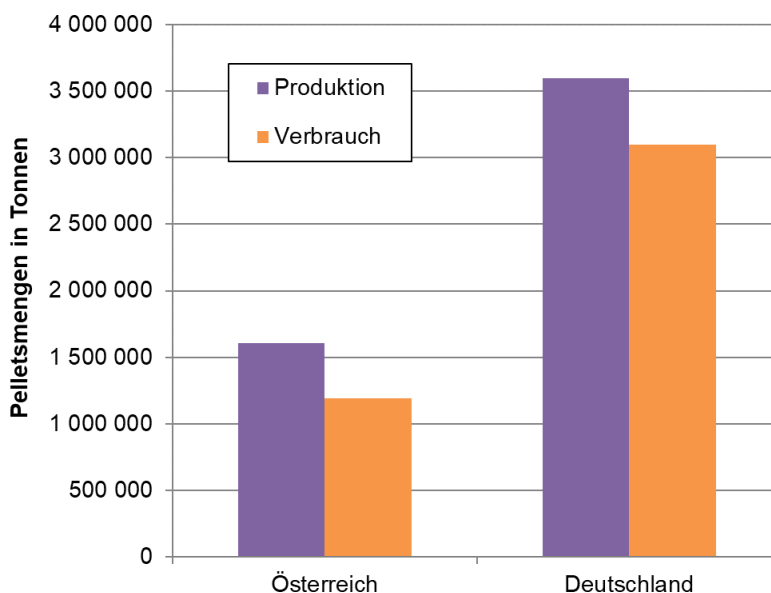


Abbildung 33 – Pelletsproduktion und –verbrauch in Deutschland und Österreich 2021
 Datenquellen: proPellets Austria (2022), DEPI (2022)

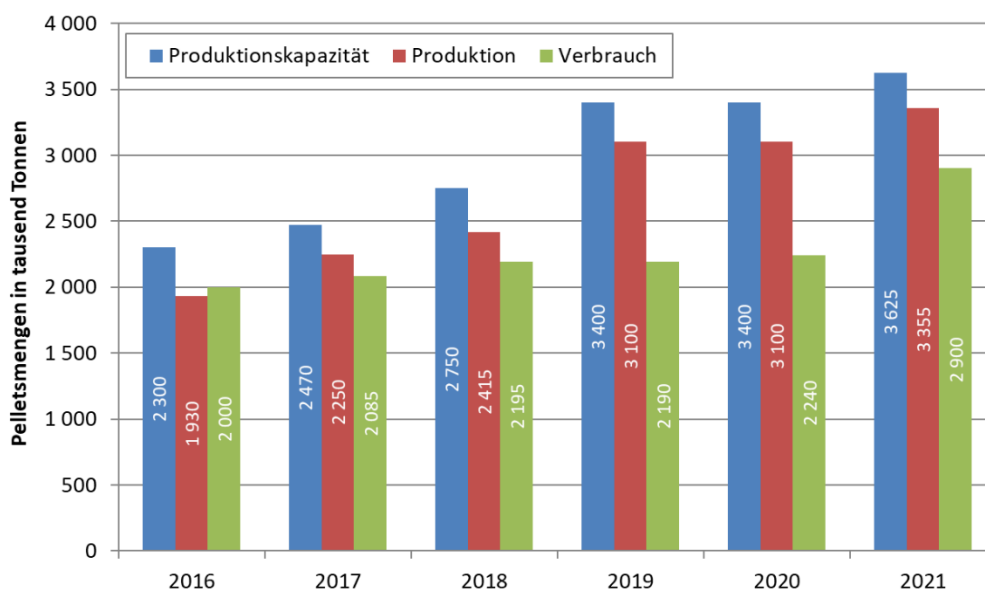


Abbildung 34 – Pelletsproduktion, -kapazität und -inlandsbedarf in Deutschland für die Jahre 2016 bis 2021. Datenquelle: DEPI (2022)

Bei einem konstanten Wachstum des **italienischen** Pelletsmarktes wurden 2021 rund 3,1 Mio. t Pellets konsumiert, wovon rund 400.000 t in Italien produziert wurden (AIEL, 2022). Die steigende Anzahl an installierten Heizungen inkl. Pelletsheizungen erhöht die Nachfrage von Holzpellets. Die Gaspreise sind 2021 wieder gestiegen und deren Entwicklung trägt generell auch zur erhöhten Nachfrage von Holzpellets bei. In Italien wird nicht einmal 12 % des eigenen Pelletsbedarfes produziert: 2021 wurden mehr als 2,5 Mio. t importiert, die fehlende Differenz wurde durch Lagervorräte ausgeglichen. Die Anzahl der italienischen Pelletsproduzenten mit einem ENplus-Zertifikat ist – nach dem Rückgang 2020 - wieder stark, nämlich auf 48, angestiegen (EN Plus (2022)).

5.3 Produktion, Import und Export

Produktionsseitig sind für das Holzaufkommen Daten aus der Holzeinschlagsmeldung des BMLRT (2021) verfügbar, die von Forstbetrieben geschlagenes Holz zur energetischen Verwertung ausweisen. Hier wurde 2020 eine Menge von umgerechnet über 5,3 Mio. Efm (= 2,14 Mio. t-atro) Holz für die energetische Nutzung (Stückholz und Waldhackgut) erhoben. **Abbildung 35** zeigt den Holzeinschlag von 2006 bis 2020 in Erntefestmeter. Die erhebliche Abweichung zu dem in **Tabelle 7** aufgezeigten Verbrauch der jeweiligen Brennstoffe ergibt sich daher, dass eine beträchtliche Menge an Stückholz aus dem Privatwald stammt und für die private bzw. Eigenversorgung verwendet wird. Zudem wird ein Teil des Inlandsverbrauchs sowohl durch Importe als auch durch die Nutzung von Abfall- und Altholz abgedeckt.

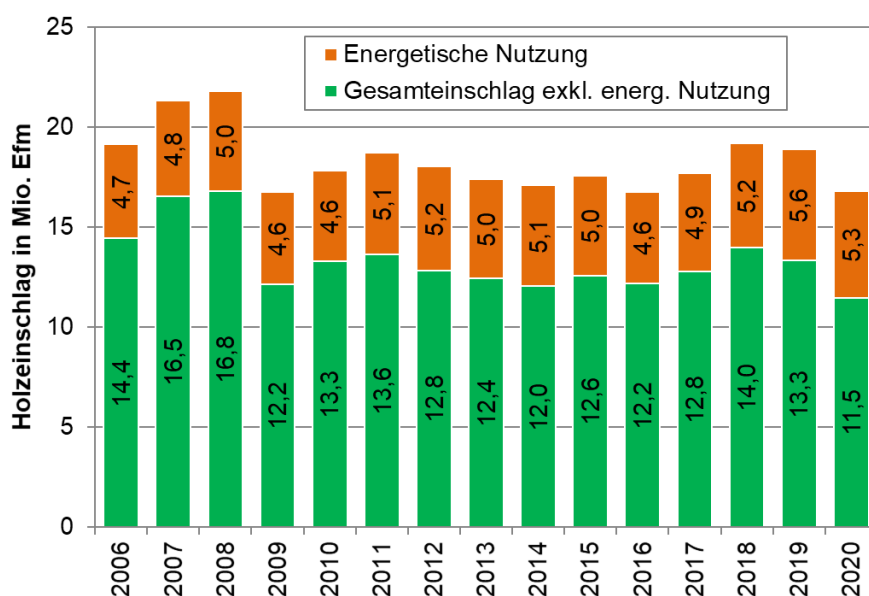


Abbildung 35 – Jährlicher Holzeinschlag in Österreich in Mio. Efm von 2006 bis 2020

Quelle: BMLRT (2021)

Waldhackgut wird größtenteils regional organisiert und stammt oft aus landwirtschaftlichen Betrieben. In Österreich haben sich hierbei unterschiedliche Organisationsformen zur Bewirtschaftung und Mobilisierung von Forstholz etabliert. Das Rundholz wird nach dem Fällen sortiert, durch landwirtschaftliche Fahrzeuge befördert, zur Trocknung gelagert und durch einen Hacker zu Hackgut zerkleinert. Nach der Zwischenlagerung wird es durch landwirtschaftliche Fahrzeuge oder Lastwagen zum Heizwerk befördert, welches oft in einem Nah- oder Fernwärmenetz an die EndkundInnen angeschlossen ist. Der typische Einzugsradius des Rohstoffs von kleinen Nahwärmenetzen bis 2,5 MW in landwirtschaftlich organisierten Versorgungsstrukturen liegt bei etwa 10 km. Die Nutzung von Stückholz (Scheitholz) geschieht meist auf kurzem Wege vom Wald zu Endnutzerinnen und Endnutzern. Oftmals stammt Stückholz, wie zuvor erwähnt, aus Privatwäldern und wird auch privat verarbeitet und genutzt.

Neben den klassischen Sortimenten Stückholz und Hackgut, erfreuen sich Holzpellets zunehmender Beliebtheit. Holzpellets werden zumeist direkt in Holz verarbeitenden Produktionsstätten aus Sägenebenprodukten hergestellt. Das Holzeinzugsgebiet zur Pelletsproduktion liegt üblicherweise in einem Umkreis von 100 km um den Holzverarbeitenden Betrieb. Derzeit weisen die 30 aktiven Pelletsproduzenten eine Produktionskapazität von rund 1,82 Mio. t auf, siehe **Tabelle 9**. Im Jahr 2021 wurden in Österreich rund 1.607.000 t Holzpellets produziert, siehe proPellets Austria (2022). Pellets werden direkt ab Werk oder

über den Brennstoffhandel vertrieben und über Silopumpwagen oder als Sackware zu 15 kg zu den EndkundInnen transportiert.

Tabelle 9 – Produktionskapazitäten der österr. Pelletsproduzenten im In- und Ausland
 Quelle: proPellets Austria (2022)

Pelletsproduzent	Produktionskapazität in Österreich 2021 in Tonnen	Produktionskapazität im Ausland in Tonnen
Andreas Wiessbauer GmbH	30.000	
Binderholz GmbH	172.000	190.000 (DE)
Cycle Energy	105.000	
EHO Pellets GmbH	60.000	
Enzlmüller	6.000	
Eschelmüller	15.000	
Ennstal Pellets	18.000	
Glechner Ges.m.b.H.	105.000	15.000 (DE)
Hasslacher	105.000	30.000 (RO)
Holz-Bauer KG	8.000	
Holz Falch GmbH & Co KG Arlbergpellets	1.700	
Johann Pabst Holzindustrie	60.000	
KP Wood Energy GmbH	30.000	
Labek Biopellets	1.000	
Mafi Naturholzboden GmbH	14.000	
MAK Holz GmbH	30.000	
Mayr-Melnhof	120.000	175.000 (CZ, RO)
Nawaro	80.000	
Pelletsone GmbH	8.000	
Pelletswerk Waldviertel GmbH	25.000	
Pfeifer Holz GmbH & CoKG	220.000	350.000 (DE, CZ)
Prothermpellets OG	500	
RZ Pellets	454.000	
Salzburg Pellets GmbH	70.000	
Schmidt-Energie Produktions GmbH	15.000	
Schößwendter Holz GmbH	32.000	
Schweighofer	-	493.000 (RO)
Peter Seppel GmbH	148.000	
Sturmberger	45.000	
Vorarlberger Mühlen und Mischfutterwerke GmbH (Ländle Pellets)	25.000	
Weinsbergpellets	65.000	
Summe	2.068.200	1.253.000
Summe total	3.321.200	

Der verstärkte internationale Handel mit Pellets macht sich zunehmend am österreichischen Markt bemerkbar. Im Jahr 2012 wurden etwa 27 % (netto) der in Österreich produzierten Pellets in Nachbarländer wie z. B. nach Italien oder Deutschland exportiert. Im Jahr 2014 wurden nur mehr rund 14 % (netto) der in Österreich produzierten Pellets exportiert, im Jahr 2015 stieg die Nettoexportrate kurzfristig auf 18 %, um 2017 wieder auf 14,6 % zu sinken. 2018 ist eine Nettoexportrate von 31,3 % zu verzeichnen, im Jahr 2019 beträgt diese 31,9 %.

Im Jahr 2021 beträgt die Nettoexportrate bereits rund 38 %. Insgesamt wurden im Jahr 2021 412.000 t Pellets nach Österreich importiert und 872.500 t exportiert.

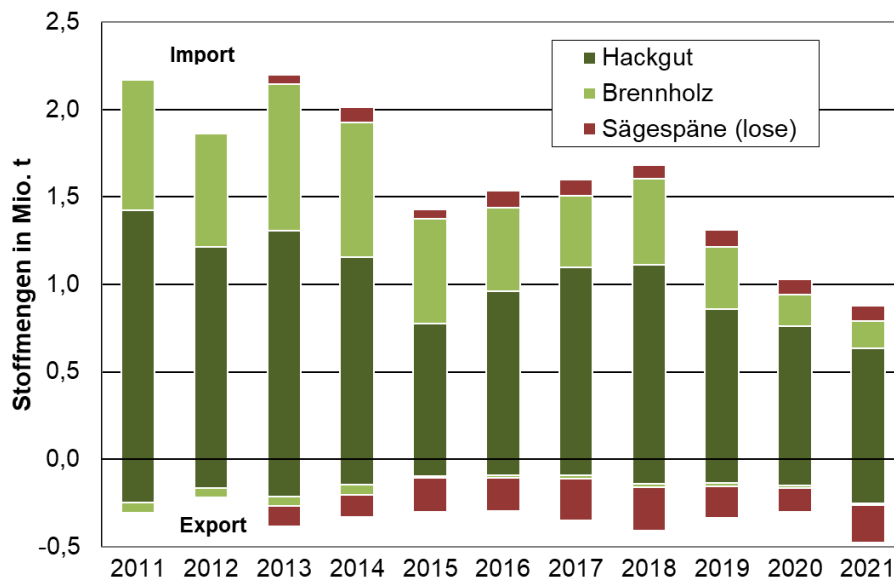


Abbildung 36 – Österreichs Außenhandel – Brennholz, Hackgut und Sägespäne lose von 2011 bis 2021. Quelle: Eurostat (2022b)

Der Import von fester Biomasse (Brennholz, Hackgut, Sägespäne) nach Österreich hielt sich von 2011 bis 2014 auf einem Niveau von ungefähr 2 Mio. t. Im Jahr 2015 ist ein starker Rückgang der Importe, insbesondere im Hinblick auf Brennholz, zu beobachten, siehe **Abbildung 36**. Seit 2016 ist ein Rückgang der Importzahlen zu beobachten. Der Import von Brennholz, Hackgut und Sägespänen summiert sich im Jahr 2021 auf nur 0,9 Mio. t. Bei den Exporten hingegen ist im Jahr 2021 nach einem Rückgang in 2019 bzw. 2020 wieder eine deutliche Zunahme zu beobachten. Insgesamt betragen die Exporte von Brennholz, Hackgut und Sägespänen 0,48 Mio. t im Jahr 2021.

Die Handelsbilanzen für Biomassesortimente in Österreich (Hackgut, Stückholz und Pellets) sind in **Tabelle 10** dargestellt. Hierbei wird ersichtlich, dass es einen Importüberschuss für Hackgut und Stückholz von zusammen fast 0,5 Mio. t nach Österreich im Jahr 2021 gab. Dagegen überwog bei Holzpellets mit einem Überschuss von 460.500 t der Export vor importierten Mengen im Jahr 2021.

Tabelle 10 – Außenhandel Österreichs mit Hackgut, Stückholz und Pellets 2021
 Quellen: BEST (2022), Eurostat (2022b), proPellets Austria (2022)

Brennstoff	Import in t	Export in t	Handelsbilanz (+ /-) in t
Hackgut	633.909	-250.928	382.981
Stückholz	154.393	-12.341	142.052
Pellets	412.000	-872.500	-460.500
Total	1.200.302	-1.135.769	64.532
+ ... Importüberschuss, - ... Exportüberschuss; die angegebenen Mengen beziehen sich auf t-lutro.			

5.4 Genutzte erneuerbare Energie

Der Anteil an erneuerbarer Energie am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch ist seit den Neunzehnhundertsiebzigerjahren deutlich gestiegen. War 1970 noch ein Anteil erneuerbarer Energie im Bruttoinlandsverbrauch von 15,5 % zu beobachten, so lag dieser Anteil im Jahr 2019 bei 29,8 %, siehe **Abbildung 37**. 2020⁴ beträgt dieser Wert 32,6 %. Innerhalb des Anteils der erneuerbaren Energien ist der Anteil der Bioenergie ebenfalls von 38,0 % im Jahr 1970 auf 60,3 % im Jahr 2016 gestiegen. 2020 beträgt der Anteil der Bioenergie nur rund 53 %. Im Anteil der Bioenergie sind neben den festen Biobrennstoffen auch das Biogas, Deponiegas, Biodiesel, Klärschlamm, Abflauge sowie Tiermehl und -fett enthalten. Den überwiegenden Anteil der Bioenergie machen jedoch die festen Biobrennstoffe aus.

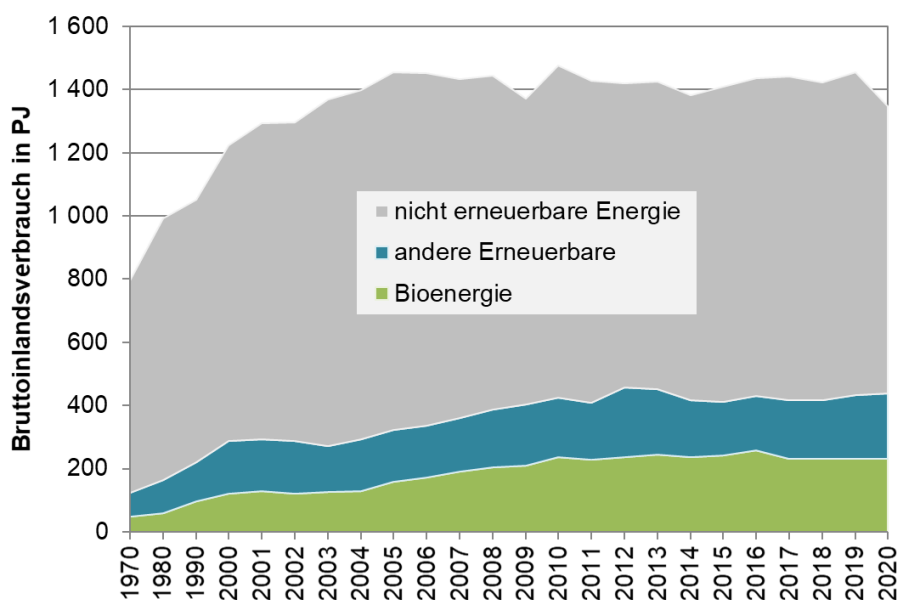


Abbildung 37 – Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsverbrauches und des Anteiles erneuerbarer Energie von 1970 bis 2020 in PJ.

Anmerkung: die Zeitachse ist nichtlinear dargestellt. Quelle: Statistik Austria (2022b)

Der Verbrauch an festen Biobrennstoffen ist, mit Ausnahme von Holzpellets und –briketts, in geläufigen Sortimenten (Hackgut, Stückholz,...) in Österreich nur teilweise konsistent erfasst. Die konkrete Ermittlung des Verbrauchs der festen Biobrennstoffe ist in **Kapitel 5.1.1** dargestellt.

⁴ Statistik Austria (2021b) Jährliche Energiebilanz Österreichs, aktuellste verfügbare Werte.

In nachstehender **Tabelle 11** sind die für die handelsfähigen Brennstoffe Pellets, Hackgut und Stückholz angenommenen und für die Umrechnungen verwendeten Wassergehalte, Heizwerte und Umrechnungsfaktoren von Tonnen auf Schüttraummeter bzw. Raummeter angegeben. Für Hackgut und Stückholz ist dabei ein gemittelter Heizwert für Hart- und Weichholz angenommen. Hackgut beinhaltet in der Gesamtrechnung sowohl Waldhackgut als auch Industriebhackgut zur energetischen Nutzung.

Tabelle 11 – Spezifikationen zur Ermittlung des Energiegehalts von Biobrennstoffen
Quelle: BEST

Brennstoff	Wassergehalt in %	Heizwert in GJ/t	Umrechnungsfaktor
Pellets	8,0	17,0	-
Briketts	8,0	17,0	-
Hackgut	30,0	12,0	0,25 t/SRM
Rinde	35,0	11,0	-
Stückholz	20,0	14,3	0,52 t/RM
RM: Raummeter			
SRM: Schüttraummeter			
für Hackgut und Stückholz sind Mischwerte (Hartholz/Weichholz) angegeben			

Insgesamt kann für das Jahr 2021 ein Verbrauch an festen Biobrennstoffen (Briketts, Pellets, Rinde, Hackgut und Stückholz) von rund 204,9 PJ ermittelt werden siehe hierzu auch **Abbildung 38** und **Tabelle 12**.

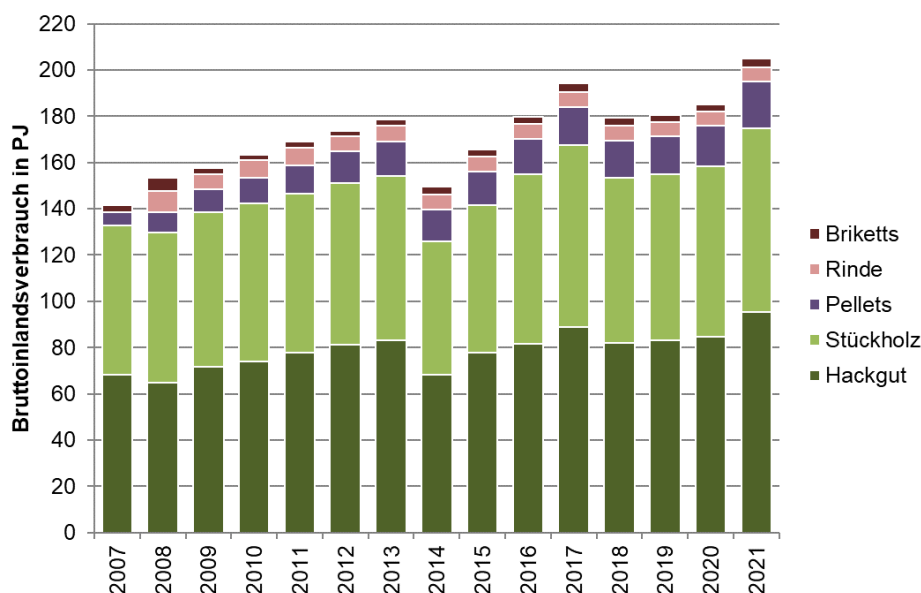


Abbildung 38 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe von 2007 bis 2021 in PJ
Quellen: proPellets Austria (2022); Statistik Austria (2022b); Auskunft GENOL (2022); eigene Hochrechnungen für 2008 bis 2021; Anmerkung: der Rindenanteil ist bei den Werten für 2007 beim Hackgut inkludiert

Tabelle 12 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2016 bis 2021 in PJ
Quellen: Statistik Austria (2022b), proPellets Austria (2022),
GENOL (2022), BEST (2022)

Energieträger	Bruttoinlandsverbrauch in PJ					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pellets	15,3	16,3	16,2	16,2	17,3	20,23
Briketts	3,0	3,8	3,4	2,9	3,2	3,57
Hackgut	81,6	88,8	81,8	83,2	84,5	95,19
Rinde	6,6	6,0	6,4	6,4	6,3	6,30
Stückholz	73,2	78,7	71,6	71,8	74,0	79,6
Gesamt	179,7	193,6	179,4	180,5	185,3	204,89

5.5 Treibhausgaseinsparungen

Die Berechnung der CO₂äqu-Einsparungen erfolgt nach dem Ansatz der Substitution von nicht erneuerbarer Energie. Es wird angenommen, dass Wärme aus Biomasse den österreichischen Energiemix des Wärmesektors mit 179,8 gCO₂äqu/kWh Endenergie substituiert, wie dies bereits in **Kapitel 3.3.3** dargestellt wurde.

Die biogene Brennstoffenergie, welche im Jahr 2021 in einem Ausmaß von 205,86 PJ eingesetzt wurde, wird großteils in Wärme umgewandelt und mit einem gegenüber dem Vorjahr wiederum gesunkenen Anteil von 1,9 PJ in KWK Anlagen verstromt. Die Einsparung durch die Substitution von nicht erneuerbarer Wärme beträgt somit 10,187 Mio. t CO₂äqu. Da Biomassekessel mit Ausnahme von Stückholz-Naturzugkessel Hilfsenergie in Form von elektrischem Strom benötigen, wird für die Berechnung der CO₂äqu-Gesamteinsparung das durch den Stromverbrauch entstehende CO₂äqu mit dem durch die Biomasse KWK Stromerzeugung eingesparte CO₂äqu bilanziert.

Der Stromverbrauch von Biomassekesseln resultiert im Wesentlichen aus dem Betrieb der Ventilatoren, dem Antrieb der Fördereinrichtungen, der automatischen Zündung und der Regelung. Er liegt bei automatisch beschickten Kleinanlagen im Bereich von 0,5 bis 0,6 Prozent der Nennwärmeleistung bei stationärem Volllastbetrieb. Insgesamt wird für alle Kesseltypen und -größen der Verbrauch im Jahresverlauf mit ca. 1,5 Prozent bezogen auf die Brennstoffendenergie abgeschätzt. Der Stromverbrauch von Biomassekesseln wird mit dem heizgradtagsgewichteten Mix der österreichischen Stromaufbringung im Jahr 2021 mit 202,7 gCO₂äqu/kWh bewertet, siehe dazu auch **Kapitel 3.3.3**. Mit diesem Ansatz ergibt sich ein CO₂-Äquivalent der eingesetzten Hilfsenergie elektrischer Strom von 173.865 t, welche von der Bruttoeinsparung in Abzug gebracht werden.

Als Einsparung aus der Stromerzeugung mittels Biomasse KWK wird unter Verwendung des Faktors 342,7 gCO₂äqu/kWh ein CO₂-Äquivalent von 180.869 t substituiert, welches zu der Bruttoeinsparung addiert wird.

Für die Berechnung des Heizöläquivalents wird ein Heizwert des Heizöls von 11,63 kWh pro kg Heizöl angenommen. Der Brennstoffverbrauch an fester Biomasse entspricht damit einem Heizöläquivalent von 4,92 Mio. t Öl. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 13** zusammen-gefasst.

Tabelle 13 – CO₂äqu-Einsparung durch Biomassefeuerungen in Österreich im Jahr 2021

Quelle: BEST (2022)

Biogener Brennstoffverbrauch 2021	Heizöläquivalent des biogenen Brennstoffverbrauchs 2021	CO ₂ -Äquivalent Nettoeinsparung unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs der Kessel
PJ/Jahr	toe/Jahr	t CO ₂ äqu/Jahr
205,86	4.916.863	10.193.635

5.6 Umsatz und Wertschöpfung

Zur Ermittlung der Umsätze und der Wertschöpfung werden die Brennstoffmengen aus **Tabelle 7** und **Tabelle 8** und die durchschnittlichen Marktpreise der Brennstoffe (ohne MWSt.) herangezogen.

Die durchschnittlichen Endkundenpreise für handelsfähige Biobrennstoffe sind in nachstehender **Tabelle 14** dokumentiert. Im Jahr 2021 sind die durchschnittlichen Biomassebrennstoffpreise auf einem vergleichbaren Niveau des letzten Jahres, wobei die Waldhackgutpreise noch weiter gesunken sind.

Tabelle 14 – Durchschnittliche Marktpreise für gehandelte Biobrennstoffe im Jahr 2021
 Quellen: ProPellets Austria (2022), Statistik Austria (2022d), GENOL (2022), BEST (2022)

Biobrennstoff	durchschnittlicher Preis je Handelseinheit (exkl. MWSt.)
Pellets	210 €/t
Briketts aus Sägenebenprodukten	280 €/t
Waldhackgut	14 €/srm
Rinde	32 €/t
Stückholz	65 €/rm
Kurzumtriebsholz	14 €/srm
Stroh	73,05 €/t
Miscanthus	14 €/srm

Insgesamt ergibt sich aus dieser Berechnung im österreichischen Markt für feste Biobrennstoffe im Jahr 2021 ein Gesamtumsatz aus dem Brennstoffverkauf von 1.567 Mio. €.

5.7 Beschäftigungseffekte

Zur Ermittlung der Arbeitsplätze im Bereich der Produktion, Bereitstellung, Handel und Verkauf von festen Biobrennstoffen wird der Branchenumsatz entsprechend **Kapitel 5.6** herangezogen. Dieser Umsatz zusammen mit dem branchenrelevanten Umrechnungsfaktor für Umsatz in € je Vollzeitäquivalent ergibt die in der Branche bestehenden Arbeitsplätze.

Für Pellets wurde dabei ein empirisch relevanter Faktor von 378.142 €/VZÄ verwendet. Für holzartige Brennstoffe kommt der Faktor für die Forstwirtschaft mit 66.381 € Umsatz je VZÄ zum Einsatz. Dieser Umsatzfaktor wird auf Basis einer typischen Brennstoffzulieferkette laut Höher et al. 2017 berechnet. Dabei werden die Anzahl von 1.720 Stunden pro Jahr für Vollzeitbeschäftigte und der Brennstoffmarktpreis in Verhältnis zur durchschnittlich benötigten Arbeitszeit von 1,42 Stunden pro Festmeter (Höher et al. (2017)) gesetzt. Für agrarische Brennstoffe und Kurzumtrieb kommt der Faktor für die Landwirtschaft mit 35.655 € Umsatz je VZÄ zum Einsatz, wobei die Werte aus Statistik Austria (2009) bezogen wurden. Die Nettoexporte bei den Holzpellets und die Nettoimporte bei Hackgut und Stückholz (siehe **Tabelle 10**) werden mit dem Multiplikator für den Handel mit 375.000 € Umsatz je VZÄ berücksichtigt. Insgesamt ergibt sich aus dieser Berechnung eine Beschäftigtenzahl von 17.932 Vollzeitäquivalenten durch den Inlandsverbrauch und Export von festen Biobrennstoffen, siehe **Tabelle 15**.

Tabelle 15 – Umsätze und Arbeitsplätze im Inlandsmarkt für Biobrennstoffe 2020

Quelle: BEST (2022)

	Gesamtumsatz (Produktion, Bereitstellung, Handel, Verkauf) exkl. MWSt.	Arbeitsplätze (primär) in Österreich im Jahr 2021 (Vollzeitäquivalente)
Gesamtsumme	1.567 Mio. €	17.932 VZÄ

Aufgrund der Vielzahl der LieferantInnen erfolgte keine spezifische Erhebung der Beschäftigten nach Geschlecht. Grundsätzlich ist die Biobrennstoffbranche sehr männlich dominiert. Der österreichische Wald befindet sich jedoch zu ca. 30 % in Besitz von Frauen mit steigender Tendenz⁵.

5.8 Innovationen

Im Bereich der klassischen festen Biomassebrennstoffe sind in den nächsten Jahren keine Innovationen zu erwarten. Themen bei der Brennstoffproduktion sind aktuell v.a. Optimierung und Energieeinsparung. Darüber hinaus wappnet sich die Branche für sich verändernde Rohstoffsportimente (z.B. höhere Hartholzanteile in Pellets).

Ein Bereich welcher Innovationen bringen wird, ist die Biokohle bzw. der Bereich erneuerbarer Kohlenstoffprodukte allgemein. Waren Entwicklungen rund um das Thema „biochar“ in den Anfängen überwiegend von landwirtschaftlichen Anwendungen getrieben, so eröffnet diese Technologie nun in nahezu allen Industriesektoren Optionen zur Dekarbonisierung durch den Ersatz fossiler durch erneuerbare Rohstoffe. Kohlen aus erneuerbaren Rohstoffen können in verschiedensten Prozessen fossile Kohle ersetzen (z.B. als Reduktions- bzw. Aufkohlungsmittel

⁵ <https://www.bfw.gv.at/pressemeldungen/forstfrauenkonferenz-wald-in-frauenhaenden-konferenz-2021/>, aufgerufen am 26.04.2022

in der Stahlindustrie, für verschiedenste Absorptions- bzw. Adsorptionsanwendungen oder als Zuschlagstoff für Werkstoffe im Polymer- oder Baustoffbereich. Die Dynamik der Entwicklungen spiegelt sich auch in den stark steigenden Zahlen an wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu diesen Themen wider.

5.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

In **Tabelle 16** werden für den Bereich der festen Biomassebrennstoffe bestehende Roadmaps und solche Dokumente, welche einer Roadmap entsprechen, aufgelistet.

Die österreichische Bioökonomiestrategie von 2019 zeigt Handlungsfelder auf, in denen in Folge konkrete Maßnahmen zur weiteren Etablierung der biobasierten Wirtschaft in Österreich mit den betroffenen Wirtschaftszweigen diskutiert und in einem Aktionsplan zusammengefasst werden sollen. Somit sind auch noch keine verbindlichen Zahlen enthalten.

Verbindliche Zahlen für die Entwicklung der festen Biomasse in Österreich finden sich derzeit im Nationalen Aktionsplan für erneuerbare Energie (NREAP-AT 2010). Für 2010 ist dort ein Anteil der festen Biomasse am Endenergieverbrauch von 3,4 Mtoe angegeben. Das entspricht umgerechnet 143 PJ. Für das Jahr 2020 wird ein Anteil von 3,56 Mtoe (= 150 PJ) angegeben. Das entspricht einer Steigerung von 5 %. Wie bereits zuvor ausführlich dargestellt, konnte der Verbrauch fester Biomasse in den letzten Jahren kontinuierlich gesteigert werden, wobei seit 2015 nach dem Rückgang im Jahr 2014 wieder ein Anstieg des Verbrauchs zu beobachten war. Lag der Verbrauch für das Jahr 2013 noch bei 178,7 PJ (= 4,25 Mtoe), konnte 2021 ein Verbrauch von 204,89 PJ (=4,89 Mtoe) festgestellt werden. Somit wurde bereits 2013, wie auch 2016 bis 2010, der im Nationalen Aktionsplan für erneuerbare Energien angegebene Anteil fester Biomasse am Endenergieverbrauch überschritten.

Zudem wurden im Regierungsprogramm 2020-2024 und im Entwurf für das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz energiepolitische Ziele formuliert, deren Erreichung auch an den Einsatz von Biomassebrennstoffen gekoppelt ist. Zu diesen Zielen zählen u.a.:

- Phase-out von Öl und Kohle im Gebäudesektor
 - für den Neubau (ab 2020)
 - bei Heizungswechsel (ab 2021)
 - verpflichtender Austausch von Kesseln älter als 25 Jahre (ab 2025)
 - Austausch von allen Kesseln spätestens im Jahr 2035
- Ausbaustopp für Gasleitungen zur Wärmeversorgung (Ausnahme Nachverdichtung)
- Ab 2025 keine Gaskessel im Neubau und auch keine Neuanschlüsse
- Förderung für erneuerbare Großanlagen und Geothermie in Fernwärmenetzen für die Anhebung des durchschnittlichen erneuerbaren Anteils in der Fernwärme um mindestens 1,5 % pro Jahr
- 100 % erneuerbarer Strom bis 2030 (national bilanziell), klarer Zielpfad zum Ausbau von 27 TWh Erneuerbaren Strom (davon 1 TWh Biomasse)

Laut Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz soll bis zum Jahr 2030 die jährliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien unter Beachtung strenger ökologischer Kriterien um 27 Terrawattstunden (TWh) gesteigert werden, wobei 1 TWh auf die Biomasse entfallen sollen.

Tabelle 16 – Roadmaps für den österreichischen Biomassebrennstoffmarkt

Quelle: BEST (2022)

Publikation	Weblink
Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie NREAP-AT	https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/nreap-data-portal
Österreichische Bioökonomie-Strategie	https://www.bmk.gv.at/themen/innovation/publikationen/energieumwelttechnologie/biooekonomiestrategie.html
Regierungsprogramm 2020-2024	https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html
Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz	https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011619
Forschung und Innovation für Heizen und Kühlen mit Erneuerbaren Energien	http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/results.html/id7678
Net Zero by 2050	https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050

5.10 Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

5.10.1 Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes

Im Bereich der Holzbrennstoffe wird es zu einer Änderung der Sortimente kommen. Langfristig – also erst in frühestens 80 Jahren – ist von einer sich ändernden Zusammensetzung des Holzeinschlags auszugehen. Aufgrund der mit der Klimaveränderung verbundenen Trockenheit werden Fichten nur mehr in höheren Lagen die Hiebsreife erreichen können. Kurzfristig beeinflussen immer wieder anfallende größere Mengen an Schadholz – hauptsächlich verursacht durch Borkenkäfer und Windwurf, aber auch durch Pilzinfektionen, sowie Schnee- und Eisbruch – den Markt.

Es ist anzunehmen, dass die veränderte Verfügbarkeit bei Holzsortimenten zu einer Flexibilisierung führt, und somit die Rohstoffbasis wieder breiter wird. Auch eine weitere Diversifizierung in unterschiedliche Qualitäten für bestimmte Anwendungsbereiche ist hier denkbar:

- Die Produktion von Pellets geringerer Qualitäten als A1 wird als realistisch eingestuft (z.B. für den Einsatz im gewerblichen oder kommunalen Bereich).
- Andererseits ist bei Pellets auch die Entwicklung eines gewissen Nischenmarktes für Spezialprodukte gut denkbar – diese Segmente werden auf die Nutzung im kleinsten Leistungsbereich abzielen (z.B. besonders designte Pellets mit heller Farbe oder sehr niedrigem Aschegehalt).

Die vorhandenen etablierten Standards (z.B. ENplus Pellets) sind nach wie vor Grundlage eines stabilen Marktes.

Förderaktionen die den Ersatz fossiler Heizungssysteme durch klimafreundliche Technologien forcieren (Stichwort „Raus aus dem Öl“⁶) zeigen aktuell einen deutlichen Anstieg der Verkaufszahlen für Biomasse Kessel – vor allem Pelletskessel – und lassen auch in den kommenden Jahren Verkaufszahlen auf hohem Niveau erwarten. Ausgehend davon ist auch mit einem Anstieg der Verkaufszahlen bei Brennstoffen zu rechnen. Das Ausmaß ist jedoch schwer abzuschätzen und wird wesentlich davon abhängen, wie die Punkte des aktuellen Regierungsübereinkommens umgesetzt werden bzw. auf welche der alternativen Energietechnologien KonsumentInnen setzen. Der Verbrauch an Stückholz wird in Zukunft vermutlich zurückgehen. Der rückläufige Verkauf an Stückholzkesseln und die sinkenden Heizgradsummen werden auch in Zukunft anhalten. Werden die im Regierungsprogramm genannten 1 TWh Strom aus Biomasse bis 2030 umgesetzt, dann würde das bei einem Verstromungswirkungsgrad von 30 % einen zusätzlichen Bedarf von jährlich rund 1 Mio. Tonnen Hackgut bedeuten (basierend auf den rund 2 TWh Strom aus fester Biomasse aus dem Jahr 2018).

Derzeit zeichnet sich ab, dass die geplanten politischen Maßnahmen im Bereich des Klima- und Umweltschutzes weitgehend beibehalten werden, wovon auch die Bioenergiebranche profitieren wird. Der aktuelle Krieg in der Ukraine und ein damit möglicherweise drohender Lieferstopp von Erdgas aus Russland könnten allerdings die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung stark bremsen. Die Pandemie und der Krieg in der Ukraine haben Risiken aufgezeigt, vor denen auch die Biomassebranche nicht gefeit ist: Disruptionen in Lieferketten führen zu steigenden Kosten und ggf. sogar zu kompletten Produktionsausfällen. Wenn es zu

⁶ Förderungsaktion im Rahmen der bundesweiten Sanierungsoffensive vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

größeren Produktionsausfällen bei Sägebetrieben kommt, würde das auch zu einer Verknappung von Sägenebenprodukten führen, und sich in weiterer Folge negativ auf die Pelletsbranche auswirken.

5.10.2 Akteure und treibende Kräfte

Wesentliche Akteure und treibende Kräfte der Bioenergiebranche sind – insbesondere durch die aktuelle politische Konstellation – Bund und Länder. Das Kapitel zu erneuerbarer Wärme ist im Regierungsprogramm der österreichischen Bundesregierung bereits sehr konkret verankert. Folgende Punkte können in Zukunft eine besonders diffusionsfördernde Wirkung entfalten (mit Referenz auf das aktuelle Regierungsprogramm):

- Einsatz erneuerbarer Energieträger in der öffentlichen Bauwirtschaft, (S. 91)
- Phase out für Öl, Kohle und Gas in der Raumwärme (S. 110)
- Ziel, die Stromversorgung bis 2030 auf 100 % Ökostrom bzw. Strom aus erneuerbaren Energieträgern umzustellen – dies beinhaltet auch den Ausbau bei Biomasse von 1 TWh (S. 112).

Die entsprechende Umsetzung mit entstehenden Gesetzen und Fördermaßnahmen werden den Markt positiv beeinflussen. Weitere Akteure der Bioenergiebranche sind:

- Verbände (Österreichischer Biomasseverband, proPellets Austria, IG Holzkraft)
- Der Österreichische Klima- und Energiefonds
- Das Klima aktiv Programm
- Arbeitsgruppe Biomasse im Verein österreichischer Kesselhersteller (VÖK)
- Interessensvertretungen (Landwirtschaftskammer auf Bundes- und Landesebene)
- Medien, Umweltorganisationen

Stark verbunden mit der Produktion von Bioenergie – wenn auch abzielend auf eine überwiegend stoffliche Nutzung der Produkte – ist die Produktion von Biochar bzw. ganz allgemein erneuerbaren Kohlenstoffprodukten. Auf Europäischer Ebene haben sich 2019 verschiedene Stakeholder aus diesem Bereich im Rahmen des European Biochar Industry Consortium (www.biochar-industry.com) zusammengeschlossen, in dem auch österreichische Firmen tonangebend vertreten sind.

Förderlich ist auch die international gute Vernetzung von Österreich in der Bioenergiebranche, z.B. im European Pellet Council, den europäischen Technologieplattformen „Renewable Heating and Cooling (www.rhc-platform.org)“ und „ETIP Bioenergy (www.etipbioenergy.eu)“, oder IEA Bioenergy (www.ieabioenergy.com) oder die World Bioenergy Association (www.worldbioenergy.org).

5.10.3 Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion

Interessant wird die Entwicklung des Marktes bei Umsetzung des im Regierungsprogramm geplanten Vorschlages zur Verankerung einer Verpflichtung zur Pelletsbevorratung für Produzenten und Importeure im Rohstoffbevorratungsgesetz (S. 107). Steigende Pelletpreise sind für eine weitere Marktdiffusion hinderlich, da hohe Brennstoffkosten in Anbetracht von preissensitiven EndkundInnen einen Wettbewerbsnachteil im Vergleich zu anderen erneuerbaren Technologien darstellen.

5.10.4 Chancen für die österreichische Wirtschaft

Initiiert durch die „Raus aus dem Öl“-Kampagnen – welche in mehreren Ländern umgesetzt werden – können Wirtschaftstreibende im Bioenergiesektor den neuerlichen Aufschwung

nutzen. Die Akteurinnen und Akteure können auf bestehendem Know-how aufbauen. Mehr als weitere technologische Optimierung sind jedoch Vereinfachung und Flexibilisierung von Technologien gefragt.

Falls beispielsweise 50 % der aktuell in Haushalten installierten Ölkessel durch Pelletskessel ersetzt werden, dann würde das beim aktuellen Heizölverbrauch von rund 35 PJ (Statistik Austria (2022f) und einer angenommenen Nutzungsgradsteigerung von 10 % durch den Kesseltausch zu einem zusätzlichen Pelletverbrauch von rund 16 PJ pro Jahr führen, was rund 0,94 Mio. Tonnen entspricht und einen zusätzlichen Umsatz von knapp über 197 Mio. € auf Basis der Preise von **Tabelle 14** bewirkt.

Die Bioenergie ist ein wesentlicher Teil der Bioökonomie. Die zukünftige Umsetzung der österreichischen Bioökonomiestrategie bietet daher große Chancen für den Biobrennstoffbereich. Darin wird u.a. ein verstärkter Einsatz des Werkstoffs Holz im Baubereich propagiert. Eine Steigerung der stofflichen Nutzung von Holz aber auch anderen Biomassen erhöht auch die Menge verfügbarer Restsortimente für eine energetische Nutzung.

5.10.5 Vision für 2050

Der Anteil an erneuerbaren Energieträgern ist in Österreich in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen. 2018 wurde mehr als ein Drittel des Bruttoinlandsverbrauchs an Energie durch Erneuerbare abgedeckt und davon wiederum rund 56 % durch Bioenergie (Statistik Austria 2020b).

Der weltweite Anteil der Wärme am Endenergieverbrauch wird mit 47 % beziffert. Die Europäische Technologieplattform „Renewable Heating and Cooling“ (ETP RHC) geht davon aus, dass im Jahr 2020 im Sektor Wärme ein Viertel und im Jahr 2030 die Hälfte des europäischen Bedarfs durch erneuerbare Energie gedeckt wird. Laut ETP RHC werden derzeit in der Europäischen Union fast 80 Mio. t Erdöleinheiten (EÖE) an Bioenergie verbraucht, als Potential bis zum Jahr 2050 werden 124 Mio. t EÖE genannt. Der Anteil der Biowärme wäre beträchtlich, siehe **Tabelle 17**.

Tabelle 17 – Ausbaupotential des Sektors erneuerbare Wärme in Europa

Quelle: ETP RHC (2013)

Jahr	Biomasse	Solarwärme	Geothermie	Summe
	in Mio. t Erdöleinheiten			
2020	124	13	11	148
2050	231	133	150	514

Neben der klassischen Nutzung von Bioenergie zur Raumwärmebereitstellung steht zunehmend die Rolle der Bioenergie als Teil eines Gesamtsystems in Kombination mit anderen Erneuerbaren im Fokus. Hier können Biomassebrennstoffe vor allem als wetterunabhängige Energielieferanten und gewissermaßen auch als Energiespeicher punkten. Im Sinne einer möglichst effizienten Ressourcen-Nutzung ist in diesem Zusammenhang auch die Co-Produktion von Strom und/oder pflanzenbasierten Rohstoffen von großem Interesse.

2050 sehen Kranzl et al. (2018) in Österreich Potential für mehr als 1 Drittel biogener Anteile bei der jährlich installierten Leistung für Heiz- und Warmwassersysteme. Gezielt eingesetzt hat Biowärme damit beste Chancen, wesentlich zur Erreichung nationaler und europäischer Klimaziele beizutragen.

Biomasse als Brennstoff wird im zukünftigen Energiesystem verstärkt dort eine Rolle spielen, wo die Vorteile dieses Energieträgers optimal genutzt werden können: Energie aus Biomasse ist – im Vergleich zu Solar- oder Windenergie – unabhängig von Tageszeit und Wetterlage jederzeit einsetzbar, und dient somit als speicherbare Ressource z.B. zur Abdeckung von Spitzenlasten. Auch als Teil der Kreislaufwirtschaft ist die thermische Umwandlung von Biomasse von zentraler Bedeutung. Neben der Brennstoffproduktion gewinnt hier auch zunehmend die Herstellung biobasierter Rohstoffe wie z.B. Pflanzenkohle oder Pyrolyseöl an Bedeutung. Die Verarbeitung von Reststoffen und Nebenprodukten trägt damit wesentlich zur Steigerung der Wertschöpfung in der biobasierten Industrie bei.

5.10.6 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Im aktuellen statistischen Report von Bioenergy Europe (2021) wird für die EU basierend auf aktueller Literatur das Biomassepotenzial für 2050 angegeben. Dabei ist eine deutliche Verschiebung von der jetzt dominierenden forstlichen Biomasse (ca. 70 % Anteil im Jahr 2019) hin zur landwirtschaftlichen Biomasse zu verzeichnen, siehe **Abbildung 39**. Für 2050 wird ein mittleres Potenzial von rund 17.000 PJ angegeben. Der Anteil der landwirtschaftlichen Biomasse beträgt dann ca. 65 %.

Für Österreich wird das im Vergleich voraussichtlich so nicht eintreten. Speziell in den nächsten 10 Jahren wird sicherlich weiterhin die forstliche Biomasse dominieren. Die Abfallnutzung und der Verbrauch landwirtschaftlicher Brennstoffe werden geringer steigen.

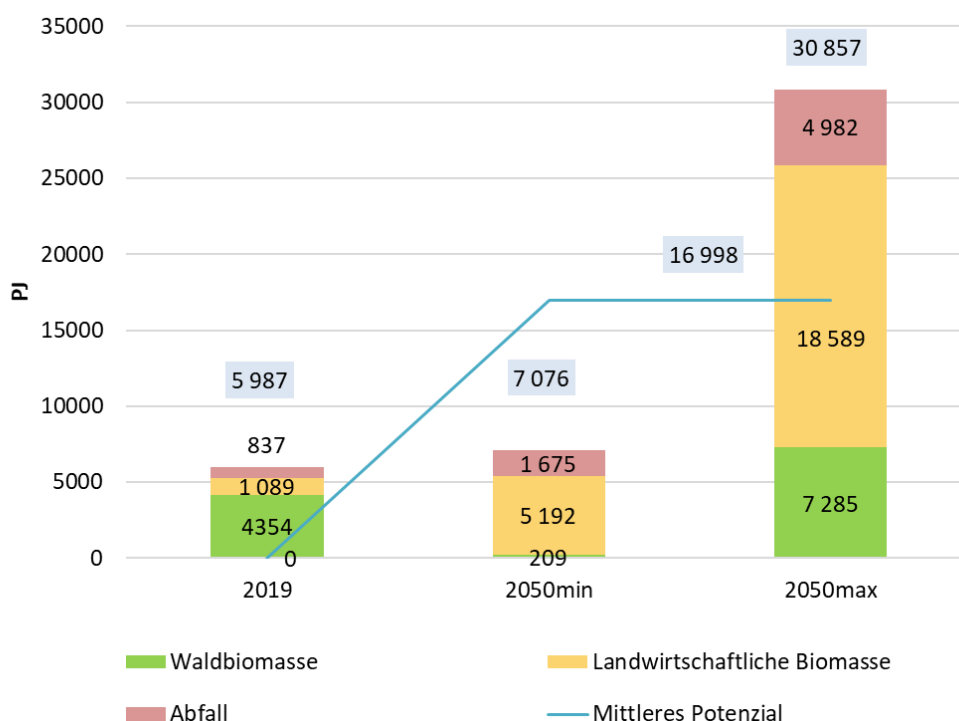


Abbildung 39 – Bruttoinlandsverbrauch von Biomasse im Jahr 2019 und Potenzial im Jahr 2050 für die EU27 + UK in Mtoe.
Quellen: Bioenergy Europe (2021), Faaij (2018)

6 Marktentwicklung feste Biomasse – Kessel und Öfen

6.1 Marktentwicklung in Österreich

6.1.1 Entwicklung der Verkaufszahlen von Biomassekesseln

Die nachfolgende Darstellung des österreichischen Marktes für Biomassekessel basiert auf der jährlich von der Landwirtschaftskammer Niederösterreich durchgeführten Biomasseheizungserhebung (LK NÖ (2022a)). Die Marktdaten und wertschöpfungsrelevanten Firmenkennzahlen für Biomasseöfen und –herde wurden durch das Projektteam bei den österreichischen Herstellern und Importeuren erhoben.

Biomassekessel kleiner Leistung

Biomassekessel kleiner Leistung werden im Weiteren mit einer Nennwärmeleistung bis 100 kW definiert und finden ihre Anwendung typischer Weise als Zentralheizungskessel in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie in Büro- und Gewerbegebäuden. Stückgutkessel weisen dabei eine durchschnittliche Nennleistung von rund 28 kW_{th} auf, bei Hackgutanlagen liegt die durchschnittliche Nennwärmeleistung im kleinen Leistungssegment bei etwa 46 kW_{th}. Pelletkessel haben eine durchschnittliche Leistungsgröße von 20 kW_{th}, Stückholz-Pellet Kombikessel haben eine durchschnittliche Leistungsgröße von 25 kW_{th}.

Der jährliche Absatz von Biomassekesseln in Österreich ist im Zeitraum der Jahre 2000 bis 2006 kontinuierlich und mit hohen Wachstumsraten gestiegen. Im Jahr 2007 ist der Markt für Biomassekessel zeitgleich mit dem Sinken des Heizölpreises deutlich zurückgegangen. Insbesondere die Verkaufszahlen für Pelletkessel verzeichneten 2007 mit über 60 % einen enormen Rückgang, auch aufgrund eines starken temporären Preisanstieges beim Brennstoff Holzpellets im Jahr 2006. Demgegenüber konnte im Jahr 2008 eine erneute Steigerung der Absatzzahlen gegenüber dem Wert von 2006 erreicht werden. Von 2009 auf 2010 sind die Absatzzahlen um 15 % gesunken. 2011 und 2012 ist der Absatz wieder deutlich gestiegen. Im Jahr 2012 ist vor allem der Absatz von Pelletkesseln mit 15 % und von Stückholzkesseln mit 9 % gestiegen. Der Absatz von Hackgutkesseln ist 2012 leicht gesunken. 2013 ist ein deutlicher Rückgang beim Absatz von Biomassekesseln zu beobachten. Der Absatz von Pelletkesseln ist dabei um 14 % gesunken und der von Scheitholzkesseln um 17 %. Die Absatzzahlen von Hackgutkesseln bis 100 kW_{th} reduzierten sich sogar um 19 %.

Dieser Trend setzte sich auch im Jahr 2014 fort: Die Verkaufszahlen von Hackgutkesseln sanken um 21,9 %, die der Stückholzkessel sinken um 33,6 %. Der Absatz von Pelletkesseln sank um weitere 39,3 %. Der niedrige Ölpreis sowie die warmen Wintermonate setzten der Biomassebranche auch im Jahr 2015 zu, ein weiterer Rückgang der Verkaufszahlen war zu beobachten. Die Verkaufszahlen von Hackgutkesseln reduzierten sich um 11,7 %, die der Stückholzkessel um 9,6 %. Der Absatz von Pelletkesseln ging um weitere 19 % zurück. 2016 ist wiederum ein weiterer Rückgang der Verkaufszahlen zu beobachten, wobei von einer langsamen Stabilisierung des Marktes ausgegangen werden kann. Während sich die Anzahl der verkauften Hackgutkessel (<100 kW) im Vergleich zu 2015 um 12,4 % reduzierte, sanken die Pelletkessel-Verkaufszahlen um weitere 13,6 %. Der Verkauf von Stückholzkesseln sank um weitere 8 %. 2016 wurden zudem insgesamt 696 Stückholz-Pellet Kombikessel, deren Absatzzahlen erstmals im Jahr 2015 (763 Stück) erhoben wurden, installiert. Nach vier Jahren mit rückläufigen Verkaufszahlen konnte 2017 wieder ein Absatzwachstum bei Pelletkesseln (+19,3 %), Stückholz-Pellet Kombikesseln (+11,4 %) und Hackgutkesseln (+11 %) beobachtet werden. Nur die Verkaufszahlen von Stückholzkesseln sanken um weitere 13,4 %. Trotzdem

liegen die Verkaufszahlen von Biomassekesseln unter 100 kW im Jahr 2017 (insg. 10.625 Stück) unter dem Wert von 2015 (insg. 11.552 Stück). Im Jahr 2018 sinken die Verkaufszahlen von Biomassekesseln unter 100 kW weiter auf insgesamt 9.893 Stück. Die Verkaufszahlen von Pelletkesseln verzeichnen dabei ein Minus von nur 0,16 %, Stückholzkessel ein Minus von 10,7 %, Stückholz-Pellet Kombikessel ein Minus von 11,1 % und Hackgutkessel ein Minus von 17,4 %. Im Jahr 2019 steigen die Verkaufszahlen der Biomassekessel unter 100 kW jedoch wieder auf 11.223 Stück an. Bei den Pelletkesseln ist sogar ein Absatzwachstum von 30 % (insg. 6.670 Stück) zu beobachten, die Verkaufszahlen der Stückholz-Pellet Kombikessel steigen um 21 % (insg. 837 Stück). Bei den Absatzzahlen von Stückholz- und Hackgutkessel ist ein leichtes Minus (-15 % bzw. -0,6 %) zu verzeichnen. Auch in den folgenden zwei Jahren 2020 und 2021 sind wachsende Absatzmärkte zu beobachten. Die Verkaufszahlen der Pelletsfeuerungen betragen im Jahr 2021 12.247 Stück (+51,7 %), jene der Stückholz-Pellets-Kombikessel belaufen sich auf 1.531 (+26 %). Die Verkaufszahlen der Hackgutkessel (<100 kW) steigen 2021 um 28,2 % auf 2.232 Stück, jene der Stückholzkessel um 14,8 % auf 2.657 Stück.

Die Inlands-Marktentwicklung der Biomassekessel im Leistungsbereich bis 100 kW_{th} ist in **Abbildung 40** dargestellt. Die Stückzahlen und die jeweils installierte Nennwärmeleistung sind in **Tabelle 18** dokumentiert. Die Aufteilung nach Bundesländern ist in **Abbildung 41** dargestellt. In der Steiermark wurden 2021 insgesamt 4.609 Biomassekessel unter 100 kW_{th} installiert, gefolgt von Niederösterreich mit 4.272 Stück und Oberösterreich mit 3.607 Stück.

Die jährlich installierten Pelletkessel < 100 kW_{th} und die installierte Leistung in MW_{th} von 1997 bis 2021 sind in **Abbildung 42** dargestellt. Das historische Maximum wurde im Jahr 2012 beobachtet, mit insgesamt 11.971 Stück neu installierter Pelletskessel bzw. 267,1 MW_{th}. 2021 ist die österreichweite Anzahl neu installierter Pelletkessel im Vergleich zu 2020 deutlich gestiegen (von 8.073 Stück im Jahr 2020 auf 12.247 im Jahr 2021), die installierte Leistung ist ebenfalls von 162,12 auf 255,4 MW_{th} angestiegen.

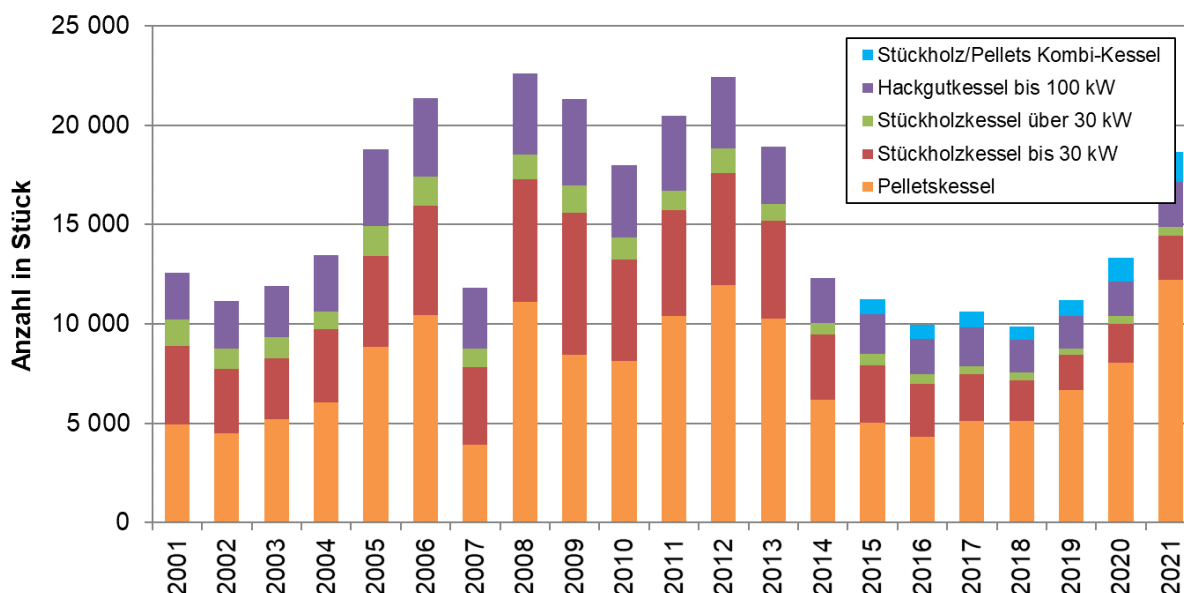


Abbildung 40 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW_{th}
 Quelle: LK NÖ (2022a)

Tabelle 18 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW_{th}
 Anmerkung: Stückholz/Pellets-Kombikessel wurden erstmals 2015 erhoben. Quelle: LK NÖ (2022a)

Kesseltyp	Anzahl der jährlich in Österreich installierten Biomassekessel bis 100 kW _{th} in Stück												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pelletkessel	8.446	8.131	10.400	11.971	10.281	6.209	5.029	4.320	5.118	5.110	6.670	8.073	12.247
Stückholz-kessel bis 30 kW	7.135	5.117	5.319	5.627	4.909	3.278	2.908	2.660	2.367	2.051	1.764	1.940	2.207
Stückholz-kessel über 30 kW	1.395	1.094	1.009	1.260	845	542	544	517	383	405	324	375	450
Stückholz/Pellets- Kombikessel	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	763	696	775	689	837	1.215	1.531
Hackgutkessel Bis 100 kW	4.328	3.656	3.744	3.573	2.891	2.294	2.308	1.773	1.982	1.638	1.628	1.741	2.232
Summen	21.304	17.998	20.472	22.431	18.926	12.323	11.552	9.966	10.625	9.893	11.223	13.344	18.667
	Gesamte jährlich installierte Nennwärmeleistung in kW _{th}												
Pelletkessel	165.411	175.284	227.141	267.054	229.956	136.679	104.704	85.693	106.469	112.332	136.613	162.115	255.395
Stückholz-kessel	228.018	168.156	164.780	198.480	156.427	99.473	91.582	84.798	73.919	67.197	54.463	60.730	71.472
Stückholz/Pellets- Kombikessel	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	17.948	14.710	19.613	18.501	19.952	29.550	38.589
Hackgutkessel Bis 100 kW	204.319	171.579	174.630	166.487	141.638	110.291	93.132	80.398	90.998	74.162	69.878	75.357	103.164
Summen	597.748	515.019	566.551	632.021	528.021	346.443	307.366	265.599	290.999	272.192	280.906	327.752	468.620

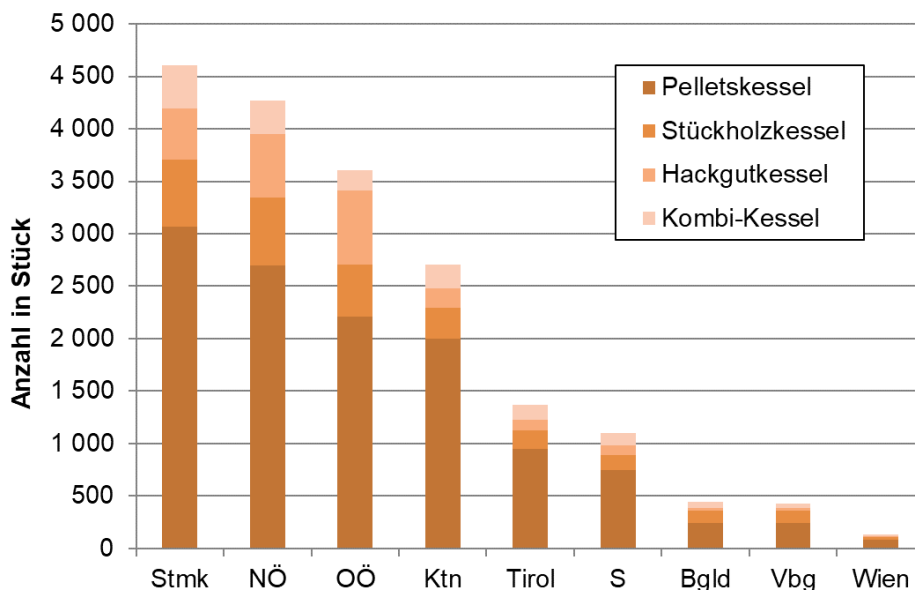


Abbildung 41 – Verkaufte Biomassekessel im Leistungsbereich bis 100 kW_{th} im Jahr 2021 aufgeteilt nach Bundesländern. Quelle: LK NÖ (2022a)

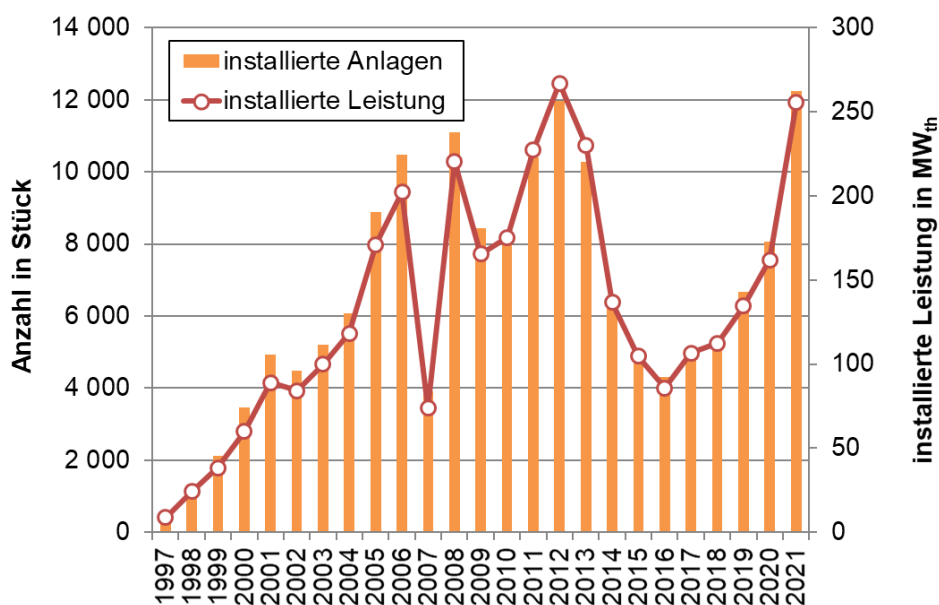


Abbildung 42 – Jährlich installierte Pelletkessel < 100 kW_{th} in Stück und installierter Leistung in MW_{th} von 1997 bis 2021. Quelle: LK NÖ (2022a)

Der Altbestand an Biomassekesseln wird auf ca. 350.000 Stück geschätzt. Dies kann aus Daten zum Mikrozensus Energieeinsatz der Haushalte der Statistik Austria abgeleitet werden. Sehr gut dokumentiert ist die Entwicklung der Installation moderner Biomassefeuerungen. Die Erhebungen der Landwirtschaftskammer Niederösterreich liefern über den Berichtszeitraum kumulierte Gesamtzahlen der installierten Anlagen und Leistungen, aus dem Betrieb genommene Anlagen sind jedoch nicht berücksichtigt.

Von 1980 bis 2021 wurden 84.645 Hackgutfeuerungen bis 100 kW_{th} mit einer Gesamtleistung von über 3.893 MW_{th} erfasst. Die seit 2001 erfassten typengeprüften Stückholzboiler ergeben bis 2021 eine Zahl von 99.970 Stück mit einer Gesamtleistung von 2.786 MW_{th}. Pelletboiler wurden von 1997 bis 2021 mit 164.398 Stück und rund 3.355 MW_{th} Gesamtleistung erhoben.

Seit 2015 wurden insgesamt 6.506 Stück Stückholz-Pellet Kombikessel mit einer Gesamtleistung von rund 179,5 MW_{th} installiert.

Biomassekessel mittlerer und großer Leistung

Biomassekessel der mittleren und großen Leistungsklassen über 100 kW_{th} Nennwärmeleistung finden überwiegend Anwendung als Wärmelieferanten im kommunalen Bereich, in Nah- und Fernwärmenetzen, für größere Wohnbauten, Industrie und Gewerbe. Der typische Brennstoff dieser Anlagen ist Hackgut. Teilweise werden auch Pelletkessel größerer Leistung (> 100 kW_{th}) installiert, welche beispielsweise zunehmend im Hotelgewerbe eingesetzt werden.

Für die jährlich installierten Biomassekessel mittlerer (101 bis 1.000 kW_{th}) und großer (über 1.000 kW_{th}) Leistung lässt sich eine Zeitreihe von 1994 bis 2021 abbilden, siehe **Abbildung 43**.

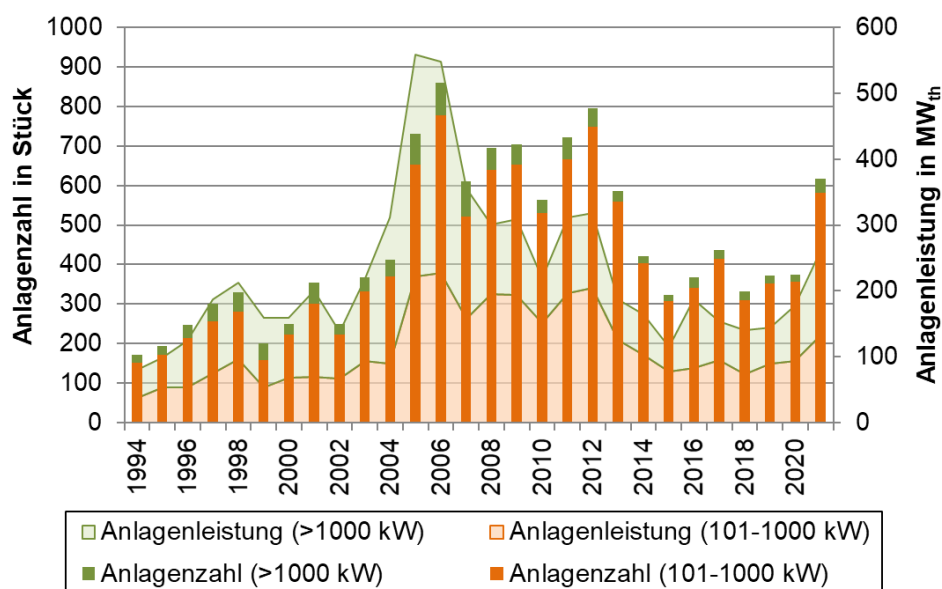


Abbildung 43 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel großer Leistung von 1994 bis 2021. Quelle: LK NÖ (2022a)

Von 1994 bis zum Jahr 2004 lässt sich ein leichter Wachstumstrend der installierten Anlagenzahlen beobachten, wobei es in den Jahren 1999 und 2002 zu temporären Markteinbrüchen kommt. In den folgenden Jahren 2005 und 2006 ist ein starker Anstieg der installierten Anlagenzahl zu verzeichnen. Im Jahr 2007 kommt es, wie auch schon im kleinen Leistungssegment beobachtet, zu einem deutlichen Rückgang der Stückzahlen. Die Größenordnung dieses Rückganges ist deutlich geringer als bei den Pelletkesseln im kleinen Leistungsbereich aber ungefähr vergleichbar mit dem Rückgang von Stückholzkesseln und Hackgutkesseln unter 100 kW_{th}. Während 2008 und 2009 jeweils rund 700 Anlagen jährlich in Österreich installiert wurden, ist 2010 ein Rückgang um etwa 20 % festzustellen. 2011 wiederum wurden wieder die Absatzzahlen von 2009 erreicht. 2012 wurde mit 749 Anlagen eine Steigerung von 16 % im mittleren Bereich zwischen 101 und 1000 kW_{th} Leistung erreicht. Im Jahr 2013 hingegen kam es zu einem Einbruch der Absatzzahlen im mittleren Bereich zwischen 101 und 1000 kW_{th} Leistung von über 25 %. Dies lässt sich durch eine bereits eintretende Sättigung erklären, da die besten Anlagenstandorte hinsichtlich guter Rohstoffverfügbarkeit und Wärmeabnahme bereits genutzt werden. 2014 setzt sich diese Marktentwicklung fort: es lässt sich ein Einbruch der Absatzzahlen im mittleren Bereich zwischen 101 und 1000 kW_{th} Leistung von über 28 % beobachten. Auch 2015 ist ein Rückgang der

Absatzzahlen in diesem Leistungsbereich zu beobachten. Im Vergleich zu 2014 sinkt der Absatz 2015 um weitere 24 %. Im Jahr 2016 steigt die Anzahl der Neuinstallationen allerdings wieder um rund 11 % auf 341 Anlagen an. Dieser Trend hält auch 2017 an: die Absatzzahlen im mittleren Leistungsbereich zwischen 101 und 1000 kW_{th} steigen um rund 22 % auf 415 Anlagen an. Nach einem Jahr erneuten Rückgang der Absatzzahlen im mittleren Leistungsbereich zwischen 101 und 1000 kW_{th} im Jahr 2018 (-25 %, insg. 310 Stück) ist 2019 wieder ein Anstieg auf 353 Stück (+14 %) zu beobachten. Im Jahr 2020 ist ein kleines Plus bei den Verkaufszahlen im mittleren Leistungsbereich zwischen 101 und 1000 kW_{th} zu beobachten: 356 Stück mit einer Leistung von 93,5 MW. Im Jahr 2021 steigt die Verkaufszahl sogar um 63 % an: auf 582 Stück mit einer Leistung von 132 MW.

Für Anlagen im größeren Leistungsbereich über 1000 kW_{th} lässt sich ein ähnlicher Verlauf beobachten. 2013 wurden lediglich 27 Anlagen verkauft, 2014 waren es überhaupt nur mehr 18 Anlagen, 2015 waren es 15 Anlagen. Im Jahr 2016 waren es wieder 27 Anlagen. Im Jahr 2017 sinken die Absatzzahlen allerdings um rund 22 % auf 21 Stück. Im Gegensatz dazu werden im Jahr 2018 23 Anlagen im Leistungsbereich über 1000 kW_{th} installiert, in den Jahren 2019 und 2020 waren es wiederum nur je 19 Anlagen. Neben den bereits genannten Standortfaktoren, waren die wenig attraktiven Einspeisetarife für Strom für die geringen Verkaufszahlen verantwortlich. Im Jahr 2021 wurden wieder 36 Anlagen mit einer Leistung von 129 MW errichtet.

Im Zeitraum von 1980 bis 2021 wurden auf dem österreichischen Inlandsmarkt insgesamt 13.348 Biomassefeuerungen mittlerer Leistung (101 bis 1000 kW_{th}) mit einer Gesamtleistung von 3.704 MW_{th} abgesetzt. Im gleichen Zeitraum wurden 1.318 Großanlagen über 1 MW Nennwärmeleistung mit einer Gesamtleistung von 3.623 MW_{th} verkauft. Insgesamt konnten im Zeitraum von 1980 bis 2021 in Österreich somit 14.666 Anlagen über 100 kW Nennwärmeleistung mit einer Gesamtleistung von 7.328 MW_{th} installiert werden. Die Stückzahlen und Leistungen der Anlagen sind in **Tabelle 19** dokumentiert.

Die Stückzahlen aufgeteilt nach den Bundesländern sind in **Abbildung 44** dargestellt. Die meisten Biomassekessel mittlerer und großer Leistung wurden 2021 in Oberösterreich (188 Stück im mittleren Leistungsbereich bzw. 8 Stück über 1 MW) und in Niederösterreich installiert (132 Stück im mittleren Leistungsbereich bzw. 6 Stück über 1 MW) installiert, gefolgt von der Steiermark mit 78 Stück bzw. 9 Stück).

Tabelle 19 – Jährlich installierte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung
Quelle: LK NÖ (2022a)

Leistung	Anzahl der jährlich in Österreich installierten Biomassekessel mittlerer und großer Leistung in Stück												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	1980 – 2021
101 bis 1000 kW	531	665	749	559	403	308	341	415	310	353	356	582	13.348
über 1000 kW	32	56	47	27	18	15	27	21	23	19	19	36	1.318
Summen	563	721	796	586	421	323	368	436	333	372	375	618	14.666
	Gesamte installierte Nennwärmeleistung in kW												
101 bis 1000 kW	151.480	196.578	203.985	125.544	102.810	77.795	82.729	95.290	73.075	89.356	93.480	131.954	3.704.736
über 1000 kW	67.800	114.300	114.300	61.985	61.950	37.090	103.850	78.640	67.150	55.050	84.600	129.350	3.623.439
Summen	219.280	310.878	318.285	187.529	164.760	114.885	186.579	173.930	140.225	144.406	178.080	261.304	7.328.175

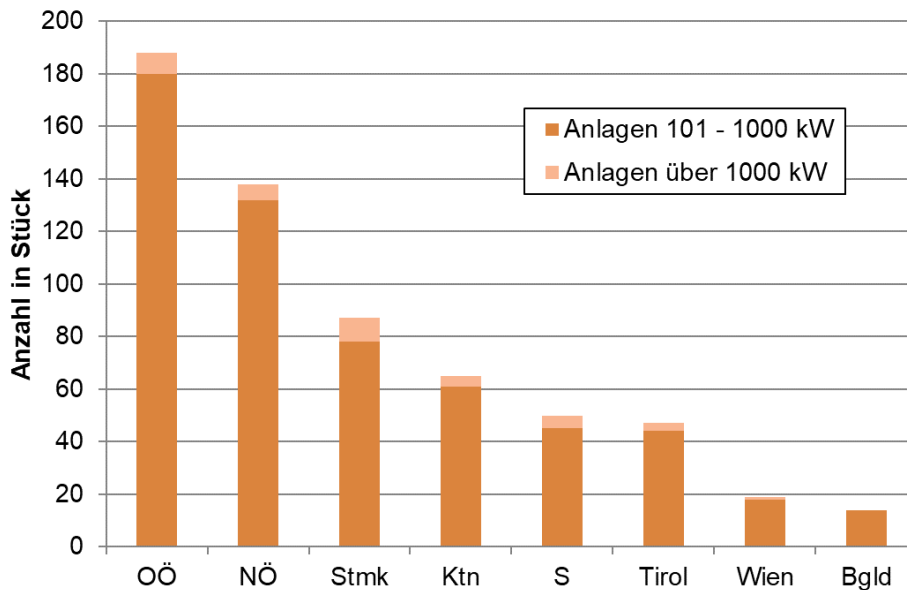


Abbildung 44 – Verkaufte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung 2021 in Stück, aufgeteilt nach Bundesländern. Quelle: LK NÖ (2022a)

6.1.2 Erfaste Produzenten von Biomassekesseln, -öfen und -herden

Folgende Firmen haben die NÖ Landwirtschaftskammer bei der Erhebung der Daten für den Kesselmarkt unterstützt (siehe LK NÖ (2022a)) bzw. konnten bei der Erhebung der Biomasseöfen und –herde berücksichtigt werden:

- Agro Forst & Energietechnik GmbH
- Austroflamm GmbH
- Binder Energietechnik Ges.m.b.H.
- Biotech Energietechnik GmbH
- ETA Heiztechnik GmbH
- Fire Vision Austria GmbH
- Fröling Heizkessel- und Behälterbau Ges.m.b.H.
- Guntamatic Heiztechnik GmbH
- HAAS + Sohn Ofentechnik GmbH
- HARGASSNER GmbH
- HDG Bavaria GmbH
- HERZ-Energietechnik GmbH
- Hoval GmbH
- HZA GmbH
- Kohlbach Energieanlagen GmbH
- KWB Kraft u. Wärme aus Biomasse GmbH
- Neuhofer Heiztechnik GmbH (Atmos)
- ÖKOFEN Forschungs- u. Entwicklungs GmbH
- Olymp Werk GmbH
- PERHOFER „Alternative Heizsysteme GmbH“
- Pöllinger Heizungstechnik GmbH
- POLYTECHNIK Luft- und Feuerungstechnik GmbH
- Santer Solarprofi GesmbH

- Schmid Energy Solutions GmbH
- SL Technik GmbH
- Solarbayer GmbH
- Solarfocus GmbH
- Strebelwerk GmbH
- Rika Innovative Ofentechnik GmbH
- TM-Feuerungsanlagen
- Urbas Maschinenfabrik Ges.m.b.H
- Viessmann Ges.m.b.H
- Walter Bösch GmbH & Co KG
- WINDHAGER Zentralheizung GmbH

6.1.3 Entwicklung der Biomasse Kraft-Wärme-Kopplung

Seit dem Jahr 2002 wird der von Biomasse betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) produzierte und in das Netz eingespeiste Strom gemäß dem Ökostromgesetz gefördert. So sind zwischen 2005 und 2007 große KWK-Anlagen in Betrieb gegangen und haben die Einspeisemenge von Strom auf das Dreifache gesteigert. Seit 2008 stieg die Einspeisemenge von Strom aus fester Biomasse bis 2018 nur noch geringfügig. Seit 2019 sind die Einspeisemengen rückläufig – 2021 zeichnet mit 1,9 PJ einen historischen Tiefstand, siehe **Abbildung 45**.

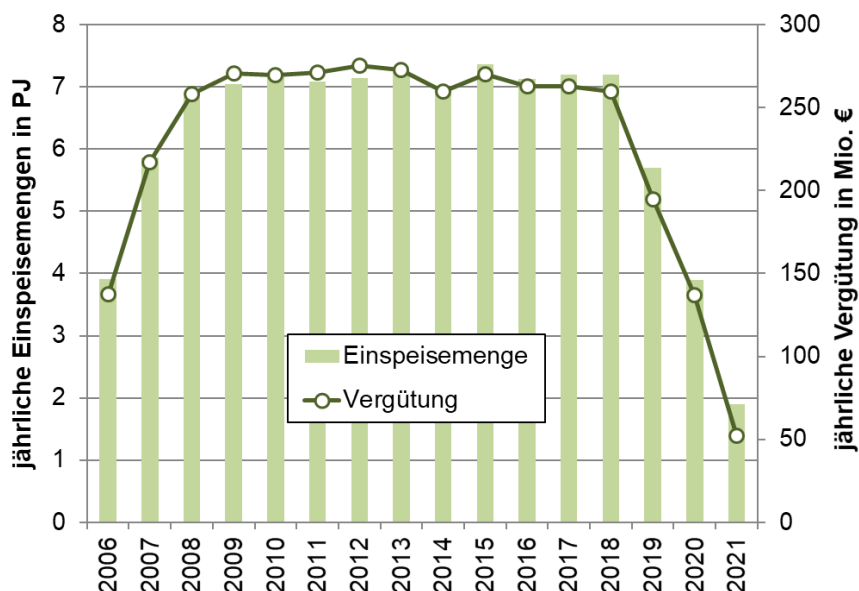


Abbildung 45 – Einspeisemengen und Vergütung für Strom aus fester Biomasse
Nettovergütung. Datenquelle: OeMAG (2022a)

Ein Grund für den ausbleibenden Ausbau bzw. Rückgang sind auch die Einspeisetarife, die seit 2012 (13,9 Cent/kWh_{el}) auf niedrigem Niveau sind (2021: 12,51 Cent/kWh_{el}; OeMAG (2022a)). In **Abbildung 46** ist die Bestandsentwicklung aktiver Ökostromanlagen mit Brennstoff fester Biomasse und installierter Leistung in MW_{el} von 2008 bis 2021 dargestellt. 2021 hatten 129 KWK Anlagen einen aktiven Vertrag mit der Oemag und produzierten mit einer Gesamtleistung von 165 MW_{el} – dies entspricht einem historischen Tiefstand, vgl. auch **Tabelle 20**. Der Hauptgrund dafür ist, dass für viele Anlagen der Tarif nach Ökostromgesetz

ausgelaufen ist. Derzeit fehlen Verordnungen zum im Juli 2021 in Kraft getretenen Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG). Die Planbarkeit und Sicherheit fehlt nach wie vor. Diese Situation und der dramatische Rückgang von ca. 5 PJ bei der Einspeisemenge innerhalb der letzten 3 Jahre sind in starkem Widerspruch zu den im EAG festgehaltenen Ziel, dass bis 2030 durch Biomasse ein Zuwachs von 3.6 PJ Ökostrom erreicht werden soll.

Tabelle 20 – Kennzahlen von Biomasse Kraft-Wärme-Kopplungen von 2014 bis 2021 durchschnittliche Anzahl, registrierte MW_{el}, Einspeisemenge in PJ und Vergütung (netto) in Mio. Euro von Strom aus fester Biomasse. Quelle: OeMAG (2022b)

Biomasse KWK	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Anzahl	129	131	127	132	140	146	133	129
Nennleistung in MW _{el}	318,6	320,9	310	310	310	279	197	165
Einspeise-menge in PJ	6,99	7,36	7,13	7,20	7,20	5,7	3,9	1,9
Vergütung netto in Mio. €	259,7	270,4	263	263	260	195	137	52

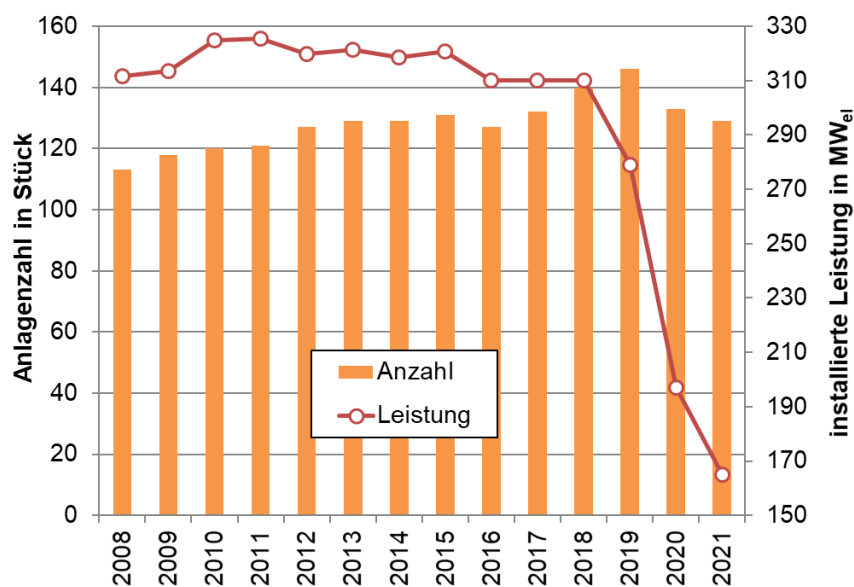


Abbildung 46 – Bestandsentwicklung Ökostromanlagen mit Brennstoff feste Biomasse installierte Leistung aktiver Anlagen in MW_{el}. Datenquelle: OeMAG (2022b)

6.1.4 Entwicklung biomassebefeuerter Öfen und Herde

Die in Österreich verkauften Stückzahlen von mit Biomasse befeuerten Öfen und Herden wurden auf Basis von Herstellerbefragungen für die Jahre 2008 bis 2021 erhoben. Die Ergebnisse der Erhebung sind in **Abbildung 47** dargestellt.

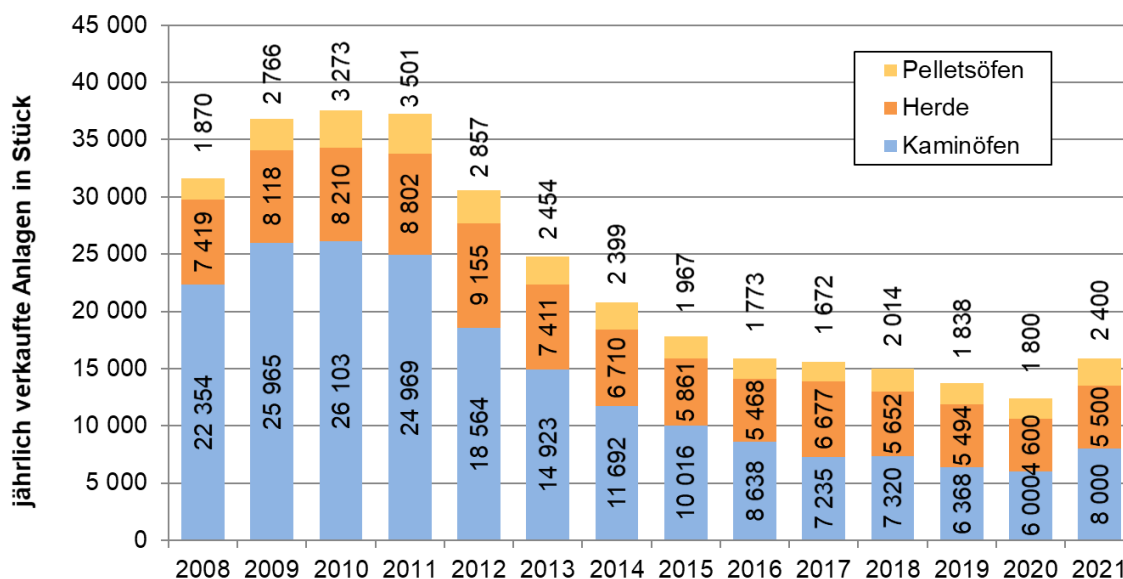


Abbildung 47 – In Österreich verkaufte Biomasseöfen und -herde von 2008 bis 2021
 Quelle: BEST (2022)

Im Jahr 2021 wurden in Österreich mindestens 8.000 mit Stückgut befeuerte Kaminöfen abgesetzt, wobei, im Vergleich zu 2020 ein deutlicher Anstieg der verkauften Stückzahl zu beobachten war. Die Gründe für die niedrigen Verkaufszahlen der letzten Jahre sind unter anderem der zunehmende Bau von Passiv- und Niedrigenergiehäusern, in denen der Einsatz von Kaminöfen nicht notwendig ist, sowie die steigende Anschlussdichte an Nah- und Fernwärmenetze. Allerdings zeigen auch Passiv- und NiedrigenergiehausbesitzerInnen ein Interesse an dem Komfortfaktor einer Holzfeuerung im Wohnraum. Wichtig hierbei ist oftmals die sichtbare Flamme, die Feuerungen werden aber durchaus auch für Heizzwecke genutzt. Zudem nimmt der Wunsch nach einem „Back-up“ System zu.

Bei den mit Holz befeuerten Herden konnte ebenfalls ein Anstieg der Verkaufszahlen beobachtet werden. Im Jahr 2021 wurden zumindest 5.500 Stück verkauft. Zudem wurden 2021 in Österreich zumindest 2.400 Pelletöfen verkauft.

Neben diesen von österreichischen Unternehmen abgesetzten Öfen und Herden, werden allerdings auch importierte Geräte, zum Beispiel in Baumärkten verkauft. Auch der Handel von Öfen und Herden über das Internet, insbesondere von billigeren Geräten (Kaufpreis unter € 1.000) ist stark am Steigen. Die verkaufte Anzahl an importierten, nicht durch österreichische Hersteller vertriebenen, Öfen und Herde lässt sich daher nicht genau erheben und diese sind daher auch nicht in den oben genannten Zahlen berücksichtigt.

Im Vergleich zum Vorjahr ist 2021 der Umsatz der österreichischen Ofen- und Herdbranche wieder gestiegen.

6.2 Marktentwicklung im Ausland

Aus früheren AEBIOM Statistical Reports, welche bis 2017 auch die Verkäufe von Biomasetechnologien ausgewiesen haben, konnten Deutschland und Italien als extrem absatzstarke Märkte Europas identifiziert werden. Der Fokus dieses Kapitels liegt auch aufgrund der engen Verflechtungen mit Österreich auf diesen beiden Ländern.

Auch Frankreich ist ein vielversprechender Markt für Biomasseheizungen. Der Verkauf von Pelletöfen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen und hat 2018 162.000 Stück erreicht. Der Verkauf von Kesseln zeigt seit 2016 wieder eine steigende Tendenz, von 2017 auf 2018 stiegen die Verkaufszahlen um 35 % auf 6.900 Stück (Gauthier (2020)). Es gibt derzeit ca. 1 Mio. Ölkessel, die in den kommenden 4 Jahren ersetzt werden müssen. Im Vergleich zu Österreich sind die Menschen in Frankreich aber erfahrungsgemäß nicht bereit so viel für ein Zentralheizung System auszugeben – die zukünftige Entwicklung dieses Marktes bleibt daher offen und spannend.

6.2.1 Italienischer und deutscher Kesselmarkt

In **Abbildung 48** sind die Stückzahlen der jährlich installierten Pelletkessel <50 kW_{th} von 2005 bis 2021 für Österreich, Deutschland und Italien dargestellt. Der Verlauf der Verkaufszahlen korreliert in Österreich und Deutschland. Nach einem Hoch 2012 folgten Jahre des Abwärtstrends. In Österreich kann man im Jahr 2017 erstmals seit 2012 wieder einen Aufwärtstrend ablesen. 2018 zeigt sich wieder ein leichter Rückgang der Verkaufszahlen. 2019 zeigt sich ein deutlicher Aufwärtstrend von 30 % gegenüber 2018 und 2020 erreichte dieser noch einmal eine Steigerung um > 20 % gegenüber dem Vorjahr. 2021 wurde mit 12.250 verkauften Stück das historische Maximum von 12.400 Stück beinahe erreicht. Nach stagnierenden Jahren in Deutschland zeigt sich 2020 ein starker Aufwärtstrend, der 2021 einen mit > 50.000 Stück einen neuen Absatz-Rekord erbrachte. Der italienische Kesselmarkt erlebte ebenfalls 2012 einen starken Anstieg, der danach abebbte - nach einem Hoch 2018 – ist der italienische Markt rückläufig.

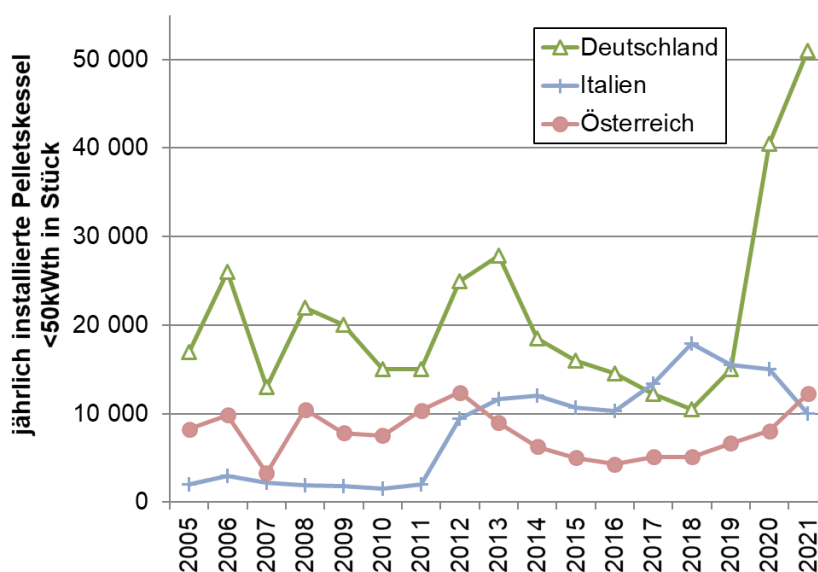


Abbildung 48 – Pelletkessel < 50 kW in Deutschland, Italien und Österreich jährliche Neuinstallationen. Quellen: DEPI (2022), AIEL (2022), LK NÖ (2022a)

Die Bestandszahlen für Pelletkessel und -öfen in Deutschland zeigen nach wie vor einen steigenden Trend, siehe **Abbildung 49**. 2021 waren 232.000 Pelletkaminöfen, 327.000 Pelletkessel <50 kW und 11.000 Pelletkessel >50 kW installiert. Eine Prognose für 2022 lässt weiter steigende Bestandszahlen erwarten (DEPI, 2022).

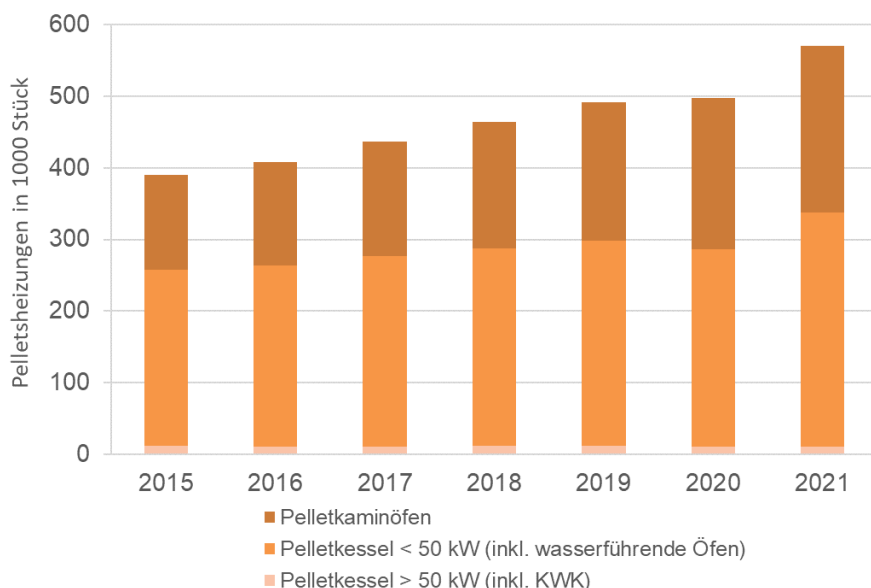


Abbildung 49 – Gesamtbestand an Pelletsheizungen (-kesseln) in Deutschland
Quelle: DEPI (2022)

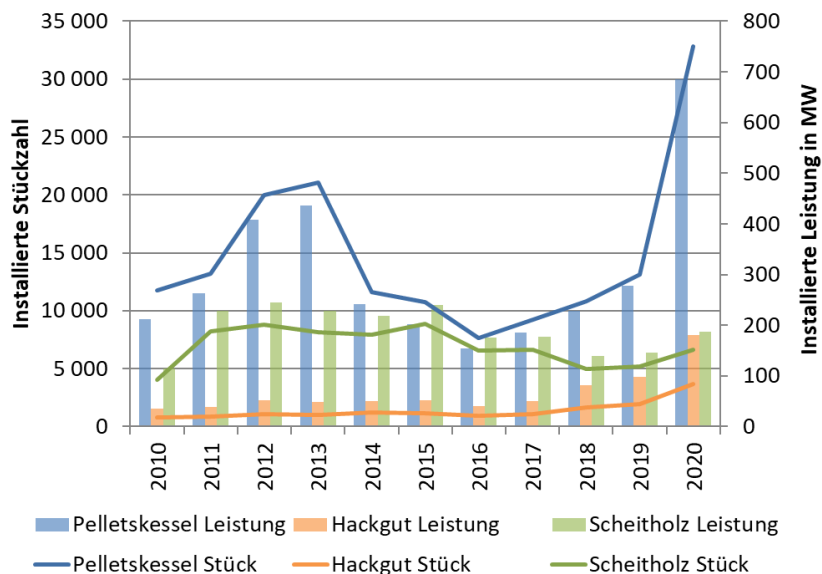


Abbildung 50 – Jährlich geförderte Biomassekessel bis 100 kW_{th} in Deutschland nach Stückzahl und Leistung von 2010 bis 2020. Datenquelle: eclareon (2022)

Die jährlich installierten Stückzahlen und die jährlich installierte Leistung von staatlich geförderten Biomassekesseln in Deutschland sind in **Abbildung 50** zu sehen. 2010 gab es einen deutlichen Rückgang der Installationen – dieser ist unter anderem auf die Einstellung des jährlichen Fördermittelbudgets im Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien für Feuerungsanlagen bis 100 kW_{th} zurückzuführen. Ab 2011 zeigen die Verkaufszahlen wieder

einen klaren Aufwärtstrend, dieser war zwischen 2014 und 2016 rückläufig. Seit 2015 gelten laut 1. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung in Deutschland wesentlich strengere Grenzwerte für Holzheizungen; weitere Gründe für den Einbruch sind vermutlich – wie in Österreich – die niedrigen Preise für fossile Energieträger. Seit 2017 zeigte sich wieder ein Aufwärtstrend. Für 2021 gibt es zum Zeitpunkt der Erhebung noch keine vollständigen Daten zu den staatlich geförderten Biomassekesseln – der Aufwärtstrend hält definitiv an.

Insgesamt steigen die Verkaufszahlen in Deutschland jedenfalls – siehe auch **Abbildung 48**. Mit ca. 70.000 neuen Pelletfeuerungen konnte der Absatz gegenüber dem Vorjahr noch einmal um 13 % gesteigert werden. Damit waren in Deutschland Ende 2021 rund 600.000 Pelletfeuerungen in Betrieb (DEPI 2022).

6.2.2 Italienischer und deutscher Ofenmarkt

In **Abbildung 51** sind die jährlich installierten Pelletöfen in den Ländern Deutschland und Italien von 2010 bis 2021 dargestellt. Die meisten Pelletöfen werden in Italien abgesetzt – 2021 waren es 150.000 (plus 15 %). 2021 wurden in Deutschland 21.000 Pelletöfen neu installiert, was einem Zuwachs von ca. 2 % entspricht.

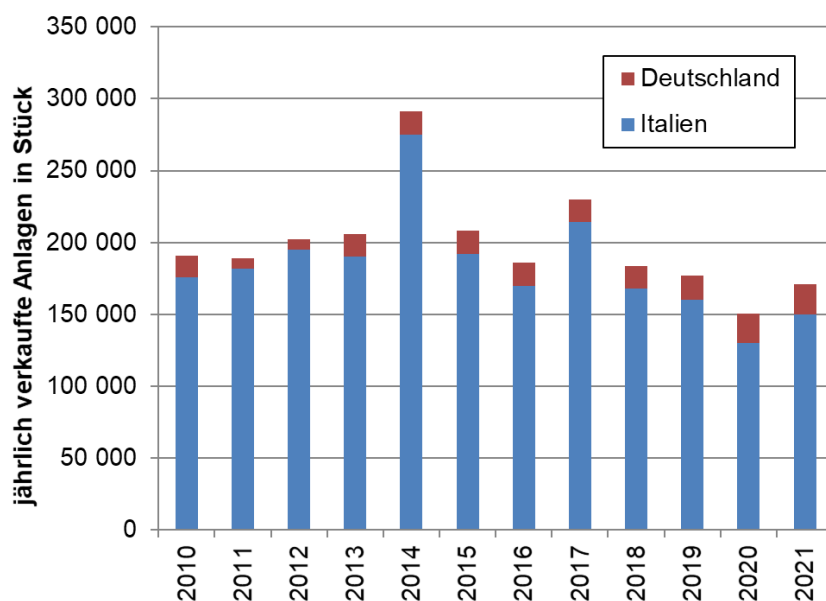


Abbildung 51 – Verkaufte Pelletöfen in Deutschland und Italien von 2010 bis 2021
 Datenquelle: DEPI (2022), AIEL (2022)

Der italienische Markt für Pelletöfen (8-12 kW) erlebte von 1999 bis Mitte der 2000er eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 49 % mit einem plötzlichen Anstieg in 2006 (+137 %). 2007 und 2008 war man mit einem starken Umsatzrückgang (-37 %) konfrontiert, allerdings konnte in den folgenden Jahren wieder eine Erholung des Marktes beobachtet werden. Seit 2014 war der Pelletofenmarkt – unterbrochen durch einen Aufwärtstrend 2017 – wieder rückläufig. 2021 zeigt sich wieder ein Aufwärtstrend. Der Pelletsverbrauch stieg seit 2006 kontinuierlich an und schwankt seit 2014 zwischen 2,9 und 3,4 Mio. t Die Pelletsproduktion wurde hingegen nicht ausgebaut und blieb seit 2010 auf ungefähr dem gleichen Niveau (0,4 Mio. t im Jahr 2021), siehe **Abbildung 52**.

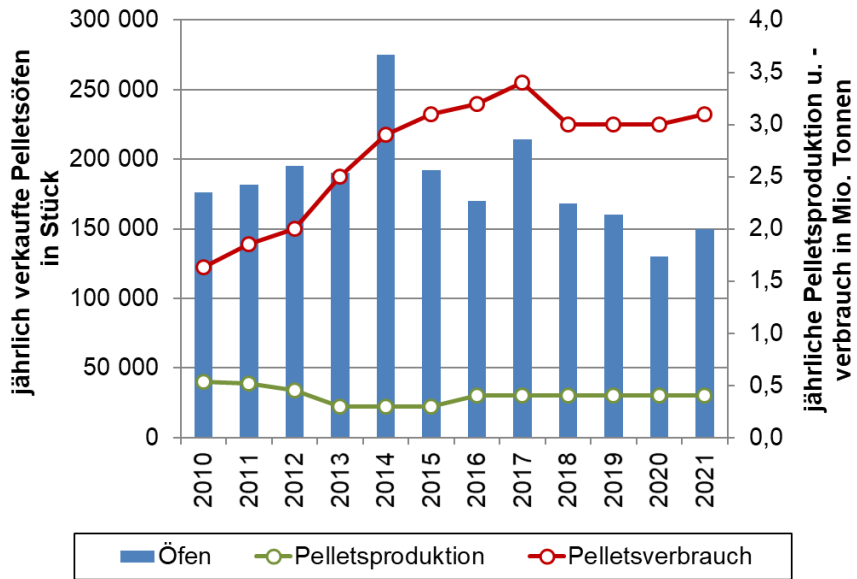


Abbildung 52 – Pelletöfen, Pelletsverbrauch und -produktion in Italien 2010 bis 2021
 Datenquelle: AIEL (2022)

6.3 Produktion, Import und Export

Die österreichische Produktion von **Biomassekesseln** zeichnet sich durch eine hohe Fertigungstiefe im Inland aus. Österreichische Kesselhersteller beziehen Anlagenkomponenten meist aus dem Inland oder fertigen sie selbst, weitere Teile, z. B. Antriebsmotoren für Austragungsschnecken, werden aus dem Ausland bezogen. Einzelne österreichische Hersteller haben mittlerweile die gesamte Produktion ins Ausland verlegt. Als Produkte stellen die österreichischen Hersteller die Kessel in inländischer Produktion selbst her, fertigen aber auch anlagenkompatibles Zubehör wie Pufferspeicher, Raumaustragungs- und Lagersysteme.

Der österreichische **Biomasseofenmarkt** ist etwas mehr vom Import geprägt. Die Vorfertigung von Ofenkomponenten oder die Produktion von Öfen geschieht überwiegend im europäischen Ausland, oft in ausländischen Produktionsstätten der österreichischen Firmen.

Mengenmäßig kann die österreichische Produktion wie folgt eingeschätzt werden: sie entspricht jenen Zahlen die über die installierten Stück Biomassefeuerungen erfasst und im **Kapitel 6.1** dargestellt sind **plus** den jeweiligen Exportquoten, die unterschiedlich hoch sind. Politische Zielsetzungen hinsichtlich Klimaschutz und Förderungen für Erneuerbare Energien treiben derzeit die Verkaufszahlen im In- und Ausland an.

Aus der qualitativen Befragung österreichischer **Kesselhersteller** ergibt sich 2021 insbesondere für Pelletskessel eine positive Entwicklung beim Export, vor allem im Hinblick auf die Exportländer Deutschland und Frankreich. Für Pelletskessel liegt die Exportquote bei ca. 85 % und für alle anderen Biomassekessel bei ca. 80 %.

Die Exportquoten liegen im Bereich der **Kaminöfen und Herde** bei ca. 60 % und bei **Pelletöfen** bei ca. 90 %. Die genannten Exportländer sind Deutschland, Frankreich, Belgien und die Schweiz. Importiert wird aus Deutschland, Ungarn, Tschechien, Rumänien, Portugal und China.

Die Abschätzung der Produktion in Zahlen ist in **Tabelle 21** dokumentiert.

Tabelle 21 – Produktion von Biomassefeuerungen in Stück in Österreich 2018 bis 2021

Quelle: BEST (2022)

Biomasse Feuerung	Produktion 2019	Produktion 2020	Produktion 2021	Angenommene Exportquote 2021 in %
Pelletkessel	44.467	54.213	82.293	85
Stückholzkessel bis 30 kW	88.20	9.700	11.035	80
Stückholzkessel über 30 kW	1.620	1.875	2.250	80
Stückholz-Pellet Kombikessel	4.185	6.075	7.655	80
Hackgutkessel bis 100 kW	8.140	8.705	11.160	80
Kaminöfen	15.920	14.863	28.571	72
Herde	13.735	11.488	13.750	60
Pelletöfen	19.000	18.000	36.923	93,5

6.4 Genutzte erneuerbare Energie

Die mittels Biomassekessel und -öfen genutzte erneuerbare Energie wurde in **Kapitel 5.4** detailliert dargestellt und ist dort ersichtlich.

6.5 Treibhausgaseinsparungen

Die mittels Biomassekessel und -öfen eingesparten Treibhausgasemissionen wurden in **Kapitel 5.5** detailliert dargestellt und sind dort ersichtlich.

6.6 Umsatz und Wertschöpfung

Mittlere Preise für Öfen, Herde und Kessel

Die durchschnittlichen Marktpreise für Biomasseöfen und –herde wurden im Rahmen der Herstellerbefragung erhoben. Für Stückgut befeuerte Kaminöfen konnte für das Jahr 2021 ein durchschnittlicher Verkaufspreis (exkl. MWSt.) von 650 € ermittelt werden. Der Verkaufspreis von Herden lag bei durchschnittlich 800 €, Pelletöfen wurden für rund 2.600 € verkauft.

Die Preise für Kessel kleinerer Leistung sind im Vergleich zum Vorjahr ebenfalls angestiegen. Entsprechend der Erhebung bei österreichischen Kesselherstellern lag der durchschnittliche Endkundenpreis für Pelletkessel 2020 bei 10.130 €, im Jahr 2021 bei 12.141 €. Der Verkaufspreis für Stückgutkessel lag 2021 bei 8.560 € und für Hackgutkessel kleiner Leistung bei 20.315 €. Bei Biomassefeuerungen im Leistungsbereich bis 500 kW lag der durchschnittliche Preis bei 62.000 €, große Hackgutfeuerungen ab 500 kW kosteten ab 160.000 €.

Die erhobenen Preise sind in **Tabelle 22** zusammengestellt und werden im Weiteren zur Kalkulation der Gesamtumsätze herangezogen.

Aus der Erhebung bei österreichischen Ofen- und Herdproduzenten wurden die verkauften Stückzahlen (siehe **Tabelle 18** und **Tabelle 19**, **Abbildung 47**) ermittelt und mit den durchschnittlichen Verkaufspreisen entsprechend **Tabelle 22** konnten zusammen mit durchschnittlichen Exportquoten (ca. 60 % für Kaminöfen und Herde, ca. 90 % für Pelletsöfen, ca. 85 % für Pelletskessel, ca. 80 % für restl. Kessel) die Gesamtumsätze der österreichischen Unternehmen der Biomasseöfen, -herde und –kesselbranche ermittelt werden. Für 2021 ergibt sich damit ein Umsatz von 1.712 Mio. € (Herstellung inkl. Export, Handel, Zubehör, Lieferung, Anschluss). Davon entfallen auf die Biomasseöfen und –herde 132 Mio. € und auf die Biomassekessel 1.580 Mio. €.

Tabelle 22 – Durchschnittliche Marktpreise für verschiedene Biomassefeuerungen unterschiedlicher Leistungsklassen, exklusive MWSt.

Quelle: BEST (2022)

Art der Biomassefeuerung	Durchschnittlicher Verkaufspreis in € ohne MWSt.
Öfen und Herde	
Kaminöfen	650
Herde	800
Pelletöfen	2.600
Kessel	
Pellets bis 25 kW	12.141
Pellets über 25 kW	14.000
Stückholz bis 30 kW	8.560
Stückholz über 30 kW	12.000
Pellets-Stückholz Kombi bis 40 kW	16.550
Hackgut bis 100 kW	20.315
Hackgut 101 bis 250 kW	37.180
Hackgut 251 bis 500 kW	62.000
Hackgut 501 bis 1000 kW	160.000 - 210.000
Hackgut 1000 bis 5000 kW	180.000 - 260.000

6.7 Beschäftigungseffekte

Die im österreichischen Biomassefeuerungsmarkt bestehenden Arbeitsplätze im Jahr 2020 sind in **Tabelle 23** dargestellt. Aus der Erhebung bei österreichischen Ofen- und Herdproduzenten wurden die verkauften Stückzahlen im In- und Ausland, erhoben und die Umsätze ermittelt (siehe **Kapitel 6.6**). Insgesamt verzeichneten die österreichischen Hersteller von Biomasseöfen und -herden im Jahr 2020 Umsätze von 118 Mio. € und beschäftigten 358 MitarbeiterInnen. Zusammen mit dem branchenüblichen Handelsfaktor wurde der im Endpreis enthaltene Handelsumsatz herangezogen, um mit einem empirisch relevanten Faktor für den Beschäftigtenanteil der Statistik Austria (2017) mit 185.000 € Umsatz je Vollzeitäquivalent die jeweiligen Arbeitsplätze im Handel und der Installation von Biomasseöfen und -herden zu ermitteln. Hieraus ergibt sich die Gesamtzahl von 432 Arbeitsplätzen, die direkt durch die Produktion und Handel von Öfen und Herden in Österreich bestehen und ein Gesamtumsatz von rund 132 Mio. €.

Analog zur Berechnung der Arbeitsplätze und des Gesamtumsatzes im Biomasseofen- und -herdmarkt wurden die Daten für den Kesselmarkt errechnet. Der Gesamtumsatz österreichischer Biomassekesselfirmen liegt demnach bei rund 1.323 Mio. €. Der Umsatz setzt sich dabei aus dem Inlands- und Auslandsumsatz, Peripherie- und Montageleistungen und Puffer- und Raumaustragungssystemen für den Export zusammen. Der Wertschöpfungs- und Gesamtkostenanteil für die Peripherie, Raumaustragung, Pufferspeicher und Montage zusammen liegt dabei in gleichem Größenmaßstab wie der Kessel selbst, siehe auch Nast et al. (2009). Für die Kesselfirmen konnte eine Beschäftigtenzahl von 4.194 abgeschätzt werden. Mit der branchenspezifischen Beschäftigungsintensität von 225.000 € Umsatz je Vollzeitäquivalent laut Köppl et al. (2013) und dem relevanten Handelsfaktor, siehe Statistik Austria (2017) kann ein Gesamtumsatz der Biomassekesselbranche von rund 1.580 Mio. € und 6.574 Arbeitsplätzen ermittelt werden.

Für Biomasseöfen, -herde und -kessel ergibt sich somit ein Gesamtumsatz von 1.712 Mio. € und eine primäre Beschäftigung im Ausmaß von 7.006 Arbeitsplätzen.

Tabelle 23 – Umsatz und Arbeitsplätze aus Biomasseöfen, -herde und -kessel 2021

Quelle: BEST (2022)

	Gesamtumsatz (Herstellung inkl. Export, Handel, Zubehör, Lieferung, Anschluss)	Arbeitsplätze (primär) in Österreich (Vollzeitäquivalente)
Biomasseöfen und -herde	132 Mio. €	432
Biomassekessel	1.580 Mio. €	6.574
Insgesamt	1.712 Mio. €	7.006

Bei den befragten Herstellern von Öfen und Herden wurde 43 % weibliches und 57 % männliches Personal erhoben. Eine weibliche Person war dabei im Top Management beschäftigt. Für die Biomassekesselbranche konnte aus Firmenbuchabfrageungen erhoben werden, dass von den 31 befragten Unternehmen eines eine Geschäftsführerin hat und 30 Unternehmen einen oder mehrere männliche Geschäftsführer.

6.8 Innovationen

Technologisch sind österreichische Kessel bereits seit vielen Jahren auf hohem Niveau. Entwicklungen drehen sich daher oft nicht mehr um konventionelle Feuerungstechnologien, sondern innovative Ansätze für unterschiedliche Bereiche des gesamten Heizsystems. Das beginnt bei neuartigen Feuerungskonzepten mit besonders niedrigen Emissionen (Low- oder Zero-Emission-Technologies). Hier zeigt sich, dass Ergebnisse aus Forschungsprojekten tatsächlich ihren Weg in den Markt finden.

Als Alternative zu neuen primären Maßnahmen zur Vermeidung von Emissionen setzen viele Hersteller seit einigen Jahren auf elektrostatische Partikelabscheider („E-Filter“) zur sekundären Abgasreinigung. Diese Entwicklung wurde maßgeblich durch die Einführung von Partikelemissionsmessungen im Feld im Zuge der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung in Deutschland beeinflusst. In erster Linie wurden für Hackgutkessel integrierte oder nachgeschaltete Abscheider entwickelt, da die Einhaltung der strengen Grenzwerte durch die schwankenden Brennstoffqualitäten bei Hackgut besonders herausfordernd ist.

Heute hat ein Großteil der österreichischen Hersteller eine Abscheider-Lösung als Option für ihre Hackgutkessel im Programm. Zum Einsatz kommt diese Option aktuell hauptsächlich auf dem deutschen Markt.

Auch wenn bisher noch kein Hersteller seine Pelletskessel mit Abscheider-Technologien ausstattet, könnte bei weiteren Verschärfungen von Emissionsanforderungen z.B. in Förderprogrammen dieser Schritt gesetzt werden. Kritisch sind hier sicher die zusätzlichen Kosten, die dadurch entstehen würden. Schon heute ist der Preisdruck hoch, um gegen Branchen-interne und -externe Mitbewerber am Markt bestehen zu können. Diese Situation würde durch die zusätzlichen Kosten für Abscheider noch einmal deutlich verschärft.

Auch im Bereich der Hybridisierung (Kopplung von Biomasse Kesseln mit anderen erneuerbaren Energietechnologien) sind noch einige neue Ansätze zu erwarten. Eine breite Marktdurchdringung derartiger Lösungen ist aufgrund der höheren Kosten der komplexeren Systeme aber in naher Zukunft nicht zu erwarten.

Neue Ansätze sind auch im Bereich der Prüfung von Geräten zu erwarten. Der Trend zeigt hier ganz klar in Richtung möglichst hoher Praxisnähe bei der Prüfung von Technologien. Hier wurden in mehreren Projekten bereits wertvolle Vorarbeiten unter wesentlicher österreichischer Beteiligung geleistet (vgl. BeReal, BioMaxEff). Neue anspruchsvolle Prüfabläufe für Öfen und Kessel könnten wesentlich dazu beitragen, die hohe Qualität österreichischer Produkte im Vergleich zu ihren internationalen Mitbewerbern deutlicher hervorzuheben. Die Implementierung neuer Prüfmethode sollte am Ende immer in internationalen Normen (EN oder besser ISO) erfolgen. Freiwillige Qualitätszertifizierungen (z.B. Blauer Engel Umweltzeichen für Öfen mit neuem praxisnahem Prüfablauf) können auf dem langwierigen Weg zu neuen harmonisierten Normen hilfreiche Zwischenschritte sein. Die EU Ökodesign Richtlinie, die sich besonders die Praxisnähe zum Ziel gesetzt hat, kann ein zusätzlicher Treiber in diesem Prozess sein, und die Revision der Ökodesign Richtlinie für Biomasse Kessel steht unmittelbar vor der Tür. Es bleibt also spannend wohin die Reise bei den Prüfmethode in den nächsten Jahren führen wird.

6.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

In **Tabelle 24** werden für den Bereich der Biomassetechnologien bestehende Roadmaps und solche Dokumente, welche einer Roadmap entsprechen, aufgelistet. Für Österreich ist insbesondere die „FTI Roadmap Bioheating and Cooling“ von Bedeutung. Diese zeigt entsprechende Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Biomassetechnologien auf. In dieser Roadmap wurde der F&E Bedarf bis zum Jahr 2020 definiert, wobei einige Bereiche nach wie vor ihre Gültigkeit haben:

- Hocheffiziente, brennstoffflexible und intelligente Biomassekessel, die durch die Kopplung mit anderen erneuerbaren Energien in Hybridsystemen das Gebäude der Zukunft realisieren.
- Ausschöpfen des technischen Potentials von Biomassefeuerungen im praktischen Betrieb und die dafür nötige Etablierung neuer Bewertungsmethoden in entsprechenden europaweiten Regulativen als Basis für die Verbesserungen im realen Betrieb.
- Einführung intelligent vernetzter Systeme zur Abstimmung der technischen und wirtschaftlichen Bedürfnisse von KonsumentInnen, AnbieterInnen und ProduzentInnen, unterstützt durch technische Regelwerke.
- Weiterentwicklung von Mikro-KWK zur Marktreife und Aktivierung des Marktes durch ein entsprechend durchgängiges Förderportfolio von der Grundlagenforschung bis zur Marktdiffusion.
- Einsatz von Thermogeneratoren zur Generierung von Zusatznutzen wie Netzunabhängigkeit von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Verbesserung der Betriebsparameter von Öfen oder der Kombination mit thermischen Solaranlagen.

Tabelle 24 – Roadmaps für Biomassetechnologien

Quelle: Recherche BEST (2022)

Publikation	Weblink
FTI Roadmap Bioheating and Cooling	https://www.nachhaltigwirtschaften.at/resource/s/nw_pdf/1254_fti_roadmap_bioheating_and_cooling.pdf
Technology Roadmap - Delivering Sustainable Bioenergy	https://www.ieabioenergy.com/publications/technology-roadmap-delivering-sustainable-bioenergy/
Technology Roadmap „Bioenergy for Heat and Power“	https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-bioenergy-for-heat-and-power
Strategic Research Priorities for Biomass Technology	https://www.rhc-platform.org/publications/
2020-2030-2050 - Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe	https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/151b6f88-5bf1-4bad-8c56-cc496552cd54/language-en
Biomass Technology Roadmap	https://www.rhc-platform.org/publications/

6.10 Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

6.10.1 Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes

Die Entwicklung des Marktes hängt - wie schon in der Vergangenheit - deutlich von den förderrechtlichen Rahmenbedingungen in den Hauptmärkten der österreichischen Hersteller ab. In Österreich zeigt die „Raus aus Öl und Gas“ Initiative des BMK (www.raus-aus-öl.at) ihre beabsichtigte Wirkung, und die bereitgestellten Fördermittel werden stark nachgefragt. Für 2022 ist die Fortsetzung der Initiative mit weiteren Fördermitteln beschlossen, weshalb man besonders bei Pellets Kesseln im kleinen und mittleren Leistungsbereich (10 kW bis 50 kW) mit einer weiter positiven Entwicklung der Verkaufszahlen rechnen kann. Branchenschätzungen gehen davon aus, dass etwa 90 % der vorhandenen Öl Kessel durch Pellets Kessel, 7 % durch Hackgut Kessel und 3 % durch Stückholz Kessel ersetzt werden. Darüber hinaus beginnt in den nächsten Jahren bereits der Austausch der ersten Generation von Pellets Kesseln, die in Österreich vor über 20 Jahren installiert wurden – der Großteil dieser wird wahrscheinlich durch Pellets Kessel ersetzt.

Interessant ist ebenfalls, dass fast zeitgleich mit Österreich auch Deutschland, das ja seit vielen Jahren der wichtigste Markt für viele Hersteller ist, eine Förderoffensive für den Austausch von fossilen Heizungen gestartet hat. Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) kombiniert eine ganze Reihe von Fördermöglichkeiten für Maßnahmen im Gebäudesektor. Beispielsweise sind in der BEG auch für den Heizungstausch als Einzelmaßnahme sehr attraktive Fördersätze enthalten. Gemeinsam mit den positiven Rahmenbedingungen in Österreich hat diese Entwicklung die Verkaufszahlen der Branche signifikant ansteigen lassen.

Die Marktsegmente Hackgut und Stückholz werden naturgemäß weniger durch die Förderinitiativen zum Ausstieg aus fossilen Heizungen beeinflusst. Dennoch sind grundsätzlich positive Impulse für diese Technologien zu erwarten. Mittel bis langfristig werden die Marktzahlen für Stückholz Kessel eher zurückgehen, da der generelle Trend zur Automatisierung bei Heizsystemen anhält und der Anteil vom Ölkessel – Austauschmarkt für Stückholz Kessel sehr gering ist.

Während die Förderlandschaft das Marktgeschehen massiv beeinflusst, hat das Inkrafttreten der EcoDesign Richtlinie für Kessel (seit 1.1.2020) und Öfen (ab 1.1.2022) bisher wenig Auswirkungen auf den Markt gezeigt. Insbesondere die gesetzlich vorgesehene Marktüberwachung der Einhaltung der Mindestanforderungen für Emissionen und Wirkungsgrad hätte grundsätzlich das Potenzial die Märkte zu beeinflussen. Produkte denen im Zuge der Marktüberwachung die Nichteinhaltung der Anforderungen nachgewiesen werden, müssen in ganz Europa vom Markt genommen werden.

Ein Risiko, mit dem sich insbesondere der Pelletsesselmarkt konfrontiert sieht, sind die momentan stark steigenden Pelletspreise. Im Vergleich zu Oktober 2021 sind die Pelletspreise im April 2022 um knapp 37 % gestiegen. Bereits im Jahr 2007 konnte man die Auswirkungen von signifikanten Pelletpreissteigerungen am Kesselmarkt beobachten: der Pelletsesselmarkt ist einer Größenordnung von 60 % eingebrochen. In den nächsten Jahren werden im Vordergrund der „Raus aus dem Öl“ bzw. „Raus aus dem Gas“ noch einige Heizsysteme ausgetauscht werden (müssen) bzw. wird im Neubau auch zu erneuerbaren Systemen gegriffen. Hohe Brennstoffkosten sind in Anbetracht preissensitiver KundInnen für diese Technologie ein klarer Wettbewerbsnachteil.

Der starke Anstieg der Energiepreise in der zweiten Hälfte 2021 dürfte zusätzlich zu den oben beschriebenen Förderanreizen die Nachfrage nach Biomasse-Heizsystemen verstärken. Die

aktuelle Krise in der Ukraine und die damit verbundenen politischen Maßnahmen, wie beispielsweise die Beschleunigung des Ausstiegs aus Erdgas für Heizzwecke, dürften diesen Trend noch deutlich verstärken.

Auch wenn die konkreten Auswirkungen der aktuellen Entwicklungen noch schwer abschätzbar sind, ist dennoch davon auszugehen, dass sich die Marktzahlen für Öfen und Kessel weiterhin positiv entwickeln werden. Dieser Trend dürfte jedenfalls bei vielen Herstellern zu hohen Auslastungen und eventuell sogar Erweiterungen der Produktionskapazitäten führen. Lieferengpässe und Preissteigerungen bei wichtigen Rohstoffen, wie sie während der COVID19 Krise beobachtet wurden und durch den Ukraine Krieg noch verstärkt werden, könnten die oben beschriebene positive Entwicklung freilich bremsen.

6.10.2 Akteure und treibende Kräfte

Die wesentlichen Akteure und treibende Kräfte der Bioenergiebranche sind für Biomasse-Brennstoffe und Biomasse-Technologien praktisch ident – siehe **Kapitel 5.10.2**.

6.10.3 Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion

Die Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion in der Bioenergiebranche sind für Brennstoffe und Technologien praktisch ident – siehe **Kapitel 5.10.3**.

6.10.4 Chancen für die österreichische Wirtschaft

Im Hinblick auf die zu erwartenden weiteren Steigerungen der Verkaufszahlen können die Stärken der österreichischen Industrie wie folgt zusammengefasst werden:

- Große Produktionskapazitäten und
- Hoher Grad an Automatisierung (ermöglicht Mehrschichtbetrieb)
- Eigene Entwicklungsabteilungen in den Unternehmen
- Professionalisierung in der Fertigung
- Leistungsfähige Vertriebsstrukturen

Aus heutiger Sicht sind die österreichischen Hersteller also für eine gesteigerte Nachfrage gut gerüstet. Der limitierende Faktor für den schnelleren Ausbau von Biomasse Heizsystemen dürfte daher auch in Zukunft eher das verbundene Handwerk sein (Installateur, Heizungsbauer). Durch den entsprechenden Aufbau von (Personal)-Ressourcen in der Branche ist auch in diesem Bereich mit einer Steigerung der Umsetzungskapazitäten zu rechnen.

Während die Situation in Europa sehr positiv ist, werden die Überprüfungen und Zulassungen der Geräte auf internationalen Märkten nach wie vor als großes Hemmnis wahrgenommen. Anders als bei den biogenen Brennstoffen gibt es auf technologischer Ebene noch keine internationalen (globalen) Standards. Die oft sehr aufwändigen unterschiedlichen Prüfvorschriften erschweren den Markteintritt in vielen Nicht-EU-Ländern. Eine große Chance für die auf Export ausgerichtete österreichische Feuerungsherstellerbranche wäre daher die internationale Standardisierung (ISO) der Prüfverfahren. Das hätte zur Folge, dass einmal positiv geprüfte Geräte praktisch weltweit ohne großen Zusatzaufwand vermarktet werden können.

6.10.5 Vision für 2050

In einer langfristigen Perspektive wird die Bereitstellung von Raumwärme durch feste Biomasse sicher an Relevanz verlieren. Dazu tragen neben der thermischen Verbesserung des Gebäudebestands besonders auch der Umstieg auf strombasierte Heizsysteme (z.B. Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen) sowie der Klimawandel und die damit verbundene Reduktion der Heizgradtage bei. Für Raumheizgeräte (Öfen) ist diese Prognose nur bedingt zutreffend, da hier Aspekte wie Design/Optik und Wohlbefinden auch wesentlich für die Kaufentscheidung sind.

Gleichzeitig bietet aber die Prozesswärme ein enormes Potenzial, da diese heute meist über fossile Energieträger bereitgestellt wird und die nötigen Temperaturniveaus durch andere erneuerbare Wärmetechnologien schwierig erreicht werden können. Im Prozess der Dekarbonisierung der Industrie liegt demnach ein großes Zukunftspotenzial für die Nutzung von Biomasse für Wärmezwecke. Welche Umwandlungswege bzw. Zwischenschritte (biogene Sekundärenergieträger, z.B. „greening the gas“) hier beschränkt werden, hängt maßgeblich von den jeweiligen Anwendungen und deren Anforderungen ab. Entscheidend sind beispielsweise auch hier das notwendige Temperaturniveau, die Leistungsflexibilität und das verwendete Wärmeträgermedium. Für viele österreichischen Branchenakteure bedeutet der Einstieg in den Prozesswärme-Markt das Beschreiten von Neuland in mehrerer Hinsicht. Höhere Temperaturen erfordern unterschiedliche Wärmeträgermedien und entsprechende Technologien. Darüber hinaus kommen je nach Anwendung andere gesetzliche Bestimmungen zur Anwendung. Und zuletzt unterscheidet sich auch der Markt deutlich von den klassischen EndkundInnen-Märkten die viele Hersteller heute bedienen. Nichtsdestotrotz sind die prognostizierte Entwicklung des Prozesswärmemarktes sowie die aktuell sehr gute wirtschaftliche Situation vieler Hersteller eine gute Basis um jetzt die ersten Schritte in diese Richtung zu setzen. Die aktuelle Situation auf den Energiemärkten und der damit verbundene ökonomische und politische Druck auf einen schnellen Ausstieg aus Erdgas beschleunigt aktuell die Entwicklung von Prozesswärme-Lösungen durch Bioenergie zusätzlich. Der zu erwartende Anstieg des Biomassebedarfs muss dabei in den strategischen Planungen entsprechend berücksichtigt werden.

Die Verstromung von Biomasse spielt in vielen Szenarien eher eine untergeordnete Rolle, da man davon ausgeht, dass die alternativen Technologien geringere Gestehungskosten aufweisen werden, als Brennstoff-basierte Systeme. Nichtsdestotrotz kann eine Bereitstellung von Strom in den kritischen Wintermonaten (Stichworte „Dunkelflaute“ und „Wärmepumpen-Strombedarf“) durchaus interessant werden, falls die Strommarktpreise mittel- und langfristig auf einem ähnlichen Niveau bleiben wie im Winter 2021/2022. Ob das dann in großen Kraftwerken, oder in dezentralen Klein- und Micro-KWK Anlagen passiert, werden einerseits die technische Verfügbarkeit zuverlässiger Lösungen und andererseits die ökonomischen Rahmenbedingungen entscheiden.

Zuletzt ist natürlich noch der Bereich Mobilität als wichtiges Anwendungsfeld für Biomasse-Ressourcen zu nennen. Schon heute stellen die Biotreibstoffe den wichtigsten erneuerbaren Anteil in der Mobilität bereit. Neben den „klassischen“ Biotreibstoffen stellen synthetische Treibstoffe aus Biomasse (z. B. Fischer Tropsch Treibstoffe aus fester Biomasse) interessante Alternativen für unterschiedliche Anwendungen dar. Diese reichen von „grünem Diesel und Benzin“ bis hin zu Flugkraftstoffen („jet fuel“). Die großen Herausforderungen einer Dekarbonisierung der Mobilität in den Bereichen Off-road, Schwer- und Flugverkehr legen eine verstärkte Anwendung von biogenen Energieträgern in diesen Bereichen nahe.

6.10.6 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Österreich als waldriches Land blickt auf eine lange Tradition der energetischen Nutzung von Biomasse zurück. Dabei hat sich ausgehend von der Wärmebereitstellung in Landwirtschaft und Haushalten auch die Verstromung gut entwickelt. Eine Fokussierung auf eine Nutzungsform (Strom), wie man sie in manchen europäischen Ländern beobachten kann, gab und gibt es in Österreich nicht – hier liegen beide Nutzungspfade bei etwa 4 Mtoe, siehe “Solid Biomass Barometer”⁷.

Bei den Brennstoffen setzt Österreich seit jeher auf weitgehende Eigenversorgung, was ebenfalls einen deutlichen Kontrast zu einigen EU Mitgliedsstaaten darstellt, die wesentliche Teile ihres Biomassebedarfs importieren (z. B. Dänemark, Niederlande, UK).

Die lange Tradition und die damit verbundene Erfolgsgeschichte zeigt sich heute einerseits im hohen Anteil von Bioenergie im österreichischen Energiemix, andererseits auch im allgemeinen Umgang mit kritischen Diskussionen rund um die Nutzung von Biomasse für Energiezwecke. Sowohl beim Thema Emissionen (Feinstaub) als auch bei der Frage nach der Nachhaltigkeit sind die österreichischen Akteure weitgehend auf konstruktiven und faktenbasierten Diskurs bedacht. Dementsprechend konnten in der Vergangenheit viele gemeinsame Lösungsansätze erarbeitet und umgesetzt werden. Drastische Maßnahmen und Verbote, wie man sie aus anderen Ländern mittlerweile kennt, konnten so vermieden und der wichtige Beitrag von Biomasse im zukünftigen Energiesystem gesichert werden.

Die Fortsetzung dieses “österreichischen Wegs“ der Zusammenarbeit aller Akteure ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für das Meistern der großen energiepolitischen Herausforderungen.

⁷ <https://www.eurobserv-er.org/pdf/solid-biomass-barometer-2019/>

7 Marktentwicklung Photovoltaik

7.1 Marktentwicklung in Österreich

Die Entwicklung der PV-Verkaufszahlen in Österreich (neu installierte Leistung) und des kumulierten Bestandes der in Betrieb befindlichen Photovoltaik Anlagen wird in **Kapitel 7.1.1** und **7.1.2** dargestellt. **Kapitel 7.1.3** und **7.1.4** geben Aufschluss über installierte Solarzellentypen, Anlagen- und Montagearten. Schließlich werden die erhobenen Modul- und Anlagenpreise in **Kapitel 7.1.5** dargestellt und die verfügbaren Förderinstrumente in **Kapitel 7.1.6** analysiert.

7.1.1 Entwicklung der Verkaufszahlen

Mit Ausnahme eines Rekordwertes im Jahr 2013, der sich aufgrund einer einmaligen Zusatzförderung eingestellt hat, hat sich der PV-Markt in Österreich in den Jahren 2014 bis 2018 bei tendenziell sinkenden Preisen und reduzierten Förderungen auf einem Niveau zwischen 150 und 190 MW_{peak} eingependelt. Nach einer Steigerung der neu installierten Leistung im Jahr 2019 auf 247 MW_{peak} und im Jahr 2020 auf 340,8 MW_{peak}, konnte auch im Jahr 2021 ein deutlicher Zuwachs erzielt werden: Verglichen mit den Verkaufszahlen des Jahres 2020 ist die Gesamtleistung der 2021 in Österreich neu installierten PV Anlagen mit rund 739.668 kW_{peak} deutlich gestiegen (+117 %). Die Entwicklung der jährlich installierten Leistung von autarken und netzgekoppelten Anlagen ist in **Abbildung 53** und in **Tabelle 25** dargestellt.

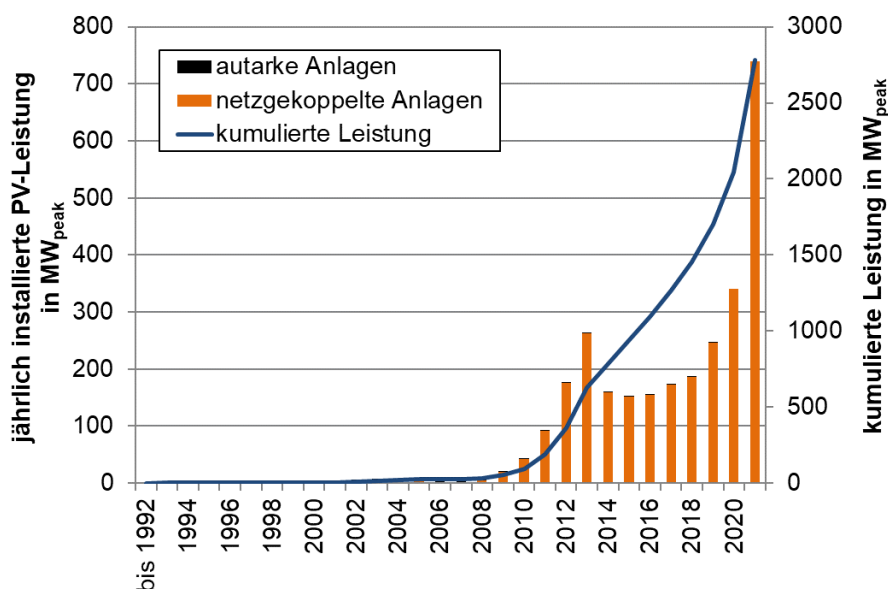


Abbildung 53 – Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung der Jahre 1992 bis 2021
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Technikum Wien (2022)

Die gesamte in Österreich im Jahr 2021 neu installierte Photovoltaikleistung setzt sich dabei aus ca. 739.168 kW_{peak} netzgekoppelten und ca. 500 kW_{peak} autarken Photovoltaikanlagen zusammen. Damit konnten bei den netzgekoppelten PV-Anlagen deutliche Zuwächse erzielt werden. In Summe wurden im Jahr 2021 ca. 37.400 PV-Anlagen installiert.

Tabelle 25 – Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung von 1992 bis 2021
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Technikum Wien (2022)

Jahr	jährlich installierte PV-Leistung in kW _{peak}		
	netzgekoppelt	autark	Summe
bis 1992	187	338	525
1993	159	85	244
1994	107	167	274
1995	133	165	298
1996	245	133	378
1997	365	104	469
1998	452	201	653
1999	541	200	741
2000	1.030	256	1.286
2001	1.044	186	1.230
2002	4.094	127	4.221
2003	6.303	169	6.472
2004	3.755	514	4.269
2005	2.711	250	2.961
2006	1.290	274	1.564
2007	2.061	55	2.116
2008	4.553	133	4.686
2009	19.961	248	20.209
2010	42.695	207	42.902
2011	90.984	690 *	91.674
2012	175.493	220 *	175.712
2013	262.621	468 *	263.089
2014	158.974	299 *	159.273
2015	151.806	46 *	151.851
2016	154.802	952 *	155.754
2017	172.479	476 *	172.955
2018	185.927	234 *	186.161
2019	246.461	500 **	246.961
2020	340.341	500 **	340.841
2021	739.168	500 **	739.668
Veränderung 20/21	+117,18 %	+0,00 %	+117,01 %

* Hochrechnung über Erhebung von n=27 (2011), n = 29 (2012), n = 32 (2013), n = 36 (2014), n = 31 (2015), n = 24 (2016), n = 24 (2017) und n = 24 (2018), n = 26 (2019), n = 29 (2020), n = 23 (2021) PV-Planer und - Errichter

** Expertenschätzung sowie Hochrechnung über Erhebung von n = 26 (2019), n = 29 (2020), n = 23 (2021) PV Planer und Errichter

Bezüglich des Ausbaus von autarken Anlagen konnte kein Zuwachs beobachtet werden. Hier handelt es sich um immer vielfältigere Anwendungen für autarke PV-Klein- und Kleinstanlagen, wie z. B. Balkonpaneele, PV-Einzelmodule in der Verkehrstechnik oder kleine Solar-Kits für Brunnenpumpen und Gartenhäuser, die jedoch vielfach nicht über die PV Planer und Errichter vertrieben werden. Dies macht eine Erhebung über diese Gruppe nur mehr bedingt möglich, wodurch auch heuer die Rückmeldungen der PV-Planer und Errichter mit einer Expertenschätzung kombiniert werden.

7.1.2 In Betrieb befindliche Anlagen

Die Gesamtleistung der in Betrieb befindlichen Anlagen ergibt sich aus dem Gesamtbestand des Jahres 2020 sowie der im Jahr 2021 neu installierten PV-Leistung abzüglich der im Jahr 2021 außer Betrieb genommenen Anlagen. Da eine nennenswerte Marktdiffusion von Photovoltaikanlagen in Österreich erst zu Beginn der 1990er stattfand und Anlagen mit einer nennenswerten Leistung erst ab dem Jahr 1992 dokumentiert wurden, kann davon ausgegangen werden, dass bis 2021 kein nennenswerter Anteil der Anlagen aufgrund des Erreichens der maximalen Lebensdauer außer Betrieb genommen wurde, da die maximale bis 2021 erreichte Lebensdauer unter der zu erwartenden Lebensdauer von über 30 Jahren liegt. Diese Annahme hat sich im Zuge der Datenerhebung bestätigt, da von den befragten Anlagenplanern und -errichtern auch 2021 keine PV-Anlagen ausgetauscht bzw. außer Betrieb genommen wurden. **Abbildung 54** und **Tabelle 26** illustrieren bzw. dokumentieren die kumulierte, in Österreich installierte Photovoltaikleistung von 1992 bis 2021.

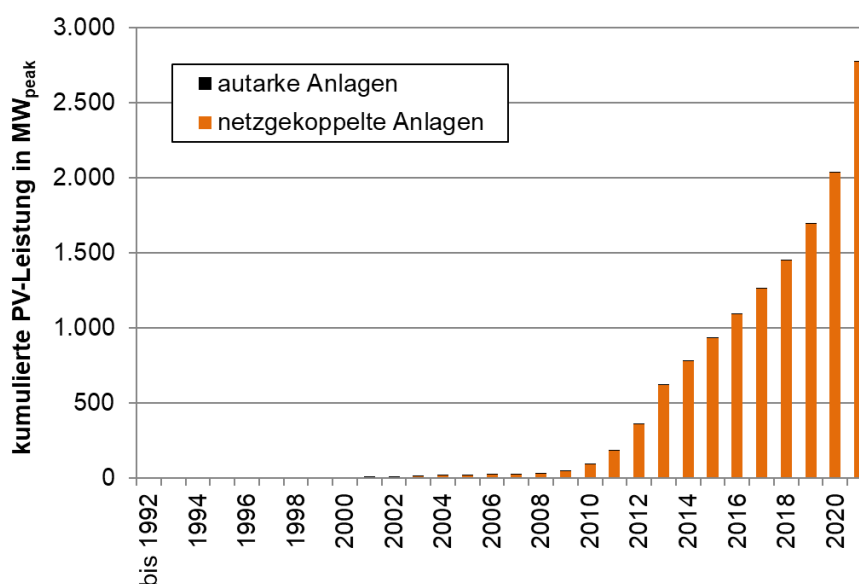


Abbildung 54 – Kumulierte installierte PV-Leistung in kW_{peak} von 1992 bis 2021
Quellen: bis 2006: Faninger (2007); ab 2007: Technikum Wien (2022)

Tabelle 26 – Kumulierte installierte PV-Leistung von 1992 bis 2021
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007); ab 2007: Technikum Wien (2022)

Jahr	in kW _{peak}		
	netzgekoppelt	autark	Summe
bis 1992	187	338	525
1993	346	423	769
1994	453	590	1.043
1995	586	755	1.341
1996	831	888	1.719
1997	1.196	992	2.188
1998	1.648	1.193	2.841
1999	2.189	1.393	3.582
2000	3.219	1.649	4.868
2001	4.263	1.835	6.098
2002	8.357	1.962	10.319
2003	14.660	2.131	16.791
2004	18.415	2.645	21.060
2005	21.126	2.895	24.021
2006	22.416	3.169	25.585
2007	24.477	3.224	27.701
2008	29.030	3.357	32.387
2009	48.991	3.605	52.596
2010	91.686	3.812	95.498
2011	182.670	4.502 *	187.172
2012	358.163	4.722 *	362.885
2013	620.784	5.190 *	625.974
2014	779.757	5.489 *	785.246
2015	931.563	5.535 *	937.098
2016	1.089.529	6.487 *	1.096.016
2017	1.262.008	6.963 *	1.268.971
2018	1.447.935	7.197 *	1.455.132
2019	1.694.396	7.697 **	1.702.093
2020	2.034.737	8.197 **	2.042.934
2021	2.773.905	8.697	2.782.602
Veränderung 18/21	24,20%	6,51%	24,12%
Veränderung 20/21	36,33%	6,10%	36,21%
mittlere jährliche Veränderung 2011/2021	31,26%	6,81%	30,98%
* Hochrechnung über Erhebung von n=27 (2011), n = 29 (2012), n = 32 (2013) n = 36 (2014), n = 31 (2015), n = 24 (2016), n = 24 (2017), n = 24 (2018), n = 26 (2019), n = 29 (2020), n = 23 (2021) PV Planer und Errichter			
** Expertenschätzung sowie Hochrechnung über Erhebung von n = 26 (2019), n = 29 (2020), n = 23 (2021) PV Planer und Errichter			

Im Jahr 2021 ergibt sich ein Anstieg der kumulierten Leistung der netzgekoppelten Anlagen um 36,33 % von 2.034,7 MW_{peak} Ende 2020 auf 2.773,9 MW_{peak}. Die kumulierte Leistung der autarken Anlagen stieg ebenfalls um 6,1 % von rund 8,2 MW_{peak} auf 8,7 MW_{peak}. Insgesamt konnte im Jahr 2021 somit ein Zuwachs der Leistung von 2.043 MW_{peak} auf 2.782,6 MW_{peak} an in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen verzeichnet werden. Das entspricht einem Anstieg von rund 36,21 %.

Aufgrund der Aufnahme der Photovoltaik in die österreichische Elektrizitätsstatistikverordnung 2016 des BMWFW (BGBl. II Nr. 17/2016) sind seit 2016 alle österreichischen Netzbetreiber verpflichtet, die in ihren Netzen installierte PV-Leistung an die E-Control zu melden. Dabei werden ausschließlich netzgekoppelte Anlagen erfasst. Ergebnisse sind jedoch jeweils erst im 3. bzw. 4. Quartal des Folgejahres verfügbar, wodurch ein Vergleich immer nur für das jeweilige Vorjahr erfolgen kann. Laut der E-Control Bestandsstatistik (E-Control 2021b) waren Ende 2020 netzgekoppelte PV-Anlagen mit einer kumulierten Leistung von 1.976 MW_{peak} in Österreich installiert. Im Vergleich dazu wurden im Zuge der Erhebungen für die Marktstatistik 2020 netzgekoppelte PV-Anlagen mit einer Engpassleistung von 2.043 MW_{peak} (+2,97 %) erfasst. Als Grund für diese Abweichung ist in erster Linie die gerade in den Anfangsjahren mangelhafte Datenqualität und -verfügbarkeit zu nennen. Wie in **Tabelle 27** ersichtlich, blieb die Abweichung in den letzten Jahren nahezu ident.

Tabelle 27 – Vergleich der installierten PV Leistung in Österreich
Quellen: Technikum Wien (2022), E-Control (2021b)

	2018	2019	2020
E-Control Bestandsstatistik	1.373.257 kW _{peak}	1.619.085 kW _{peak}	1.976.141 kW _{peak}
Marktstatistik	1.447.935 kW _{peak}	1.694.396 kW _{peak}	2.042.934 kW _{peak}
Abweichung	74.678 kW _{peak}	75.311 kW _{peak}	58.596 kW _{peak}

7.1.3 Installierte Solarzellentypen

In **Abbildung 55** werden die ermittelten Anteile der unterschiedlichen installierten Solarzellentypen der vergangenen zehn Jahre dargestellt. Mit einem Anteil von ca. 2 % an der gesamten in Österreich im Jahr 2021 neu installierten Leistung (-94 %) ist der Anteil von polykristallinen Zellen deutlich gesunken. Nachdem monokristalline Zellen im Jahr 2010 mit 53 % noch den größten Anteil einnahmen, verringerte sich deren Anteil in den Folgejahren zunehmend und lag 2015 bei 6 %. In den darauffolgenden Jahren stieg der Anteil der monokristallinen Zellen wieder an. Dieser Trend setzt sich auch im Jahr 2021 fort und mit einem Anteil von ca. 98 % an der gesamten in Österreich im Jahr 2021 neu installierten Leistung ist der Wert für monokristalline Zellen um ca. 38 % höher als im Jahr 2020. Nach einem Zwischenhoch im Jahr 2011 (9 %, jedoch auf absolut deutlich geringerem Niveau) spielen Dünnschichtzellen auch im Jahr 2021 eine vergleichsweise unbedeutende Rolle.

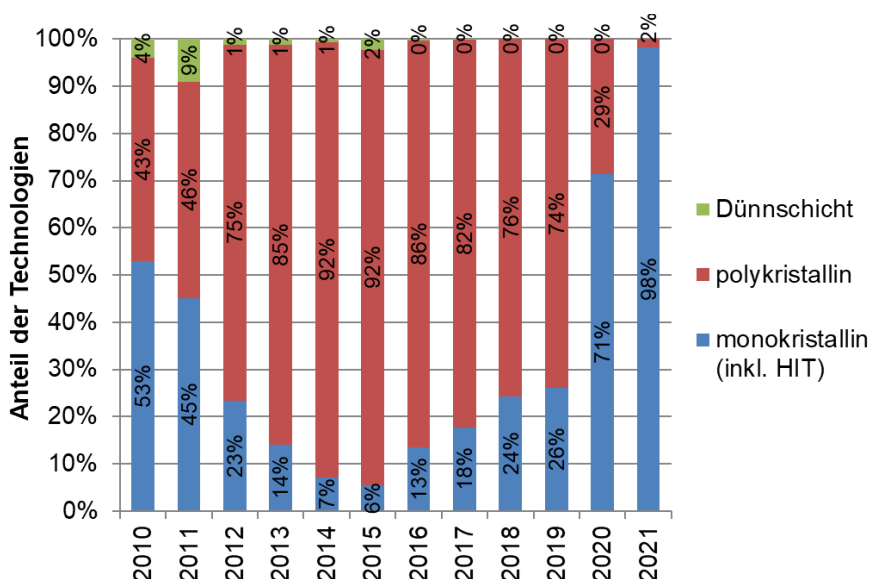


Abbildung 55 – Installierte Solarzellentypen in Österreich 2010 bis 2021

Anzahl der Nennungen: 2010: n=34, 2011: n=28, 2012: n=29, 2013: n=32, 2014: n=31, 2015: n=30, 2016: n=24, 2017: n=24, 2018: n=24, 2019: n = 26, 2020: n = 30, 2021: n = 22

Quelle: Technikum Wien (2022)

7.1.4 Anlagen- und Montageart

In **Abbildung 56** sind die Anteile der unterschiedlichen Montagearten der im Jahr 2021 neu installierten PV Anlagen dargestellt. Diese Angaben wurden auf Basis der Rückmeldungen der befragten Anlagenerrichter und -planer erhoben. Nach einem leichten Anstieg auf 95,9 % im Jahr 2020 sank der Anteil der Aufdach-Montage im Jahr 2021 bezogen auf die in diesem Jahr neu installierte PV Leistung jedoch wieder in etwa auf das Niveau von 2019 und liegt bei 84,8 %. Mit einem Anteil von 11,2 % (2020: 1,3 %) stieg im Gegenzug der Anteil freistehender PV-Anlagen an der gesamten neu installierten Leistung deutlich. Der Anteil der fassaden- (2021: 0,47 %, 2020: 0,36 %) und dachintegrierten Anlagen (2021: 3,4 %, 2020: 2,34 %) blieb im Jahr 2021 in etwa gleich, mit einer leichten Tendenz nach oben vor allem in Anbetracht des gestiegenen Niveaus. Fassaden- und dachintegrierte Anlagen spielen damit auch im Jahr 2021 nur eine untergeordnete Rolle.

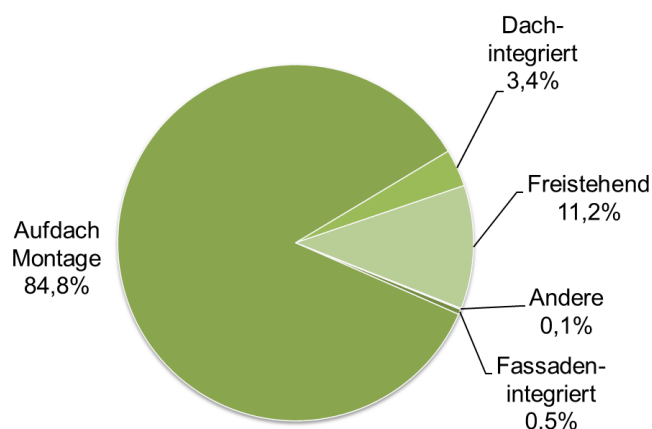


Abbildung 56 – Montageart der in Österreich installierten Photovoltaikanlagen 2021 bezogen auf die im Jahr 2021 neu installierte PV Leistung n=23, Quelle: Technikum Wien (2022)

7.1.5 Mittlere PV-Modul- und Anlagenpreise

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Erhebung der mittleren Modul- und Anlagenpreise in Österreich jeweils für die Jahre 2011 bis 2021 abgebildet. **Abbildung 57** zeigt die mittleren Verkaufspreise der österreichischen Modul-Produzenten, **Abbildung 58** die mittleren Einkaufspreise der österreichischen PV-Planer und -errichter. Darüber hinaus erfolgt eine Aufschlüsselung der Preise von Komplettsystemen für Anlagen mit 5 kW_{peak}, 10 kW_{peak} und mehr als 30 kW_{peak} (**Abbildung 59** und **Abbildung 60**). Alle Preise sind in EUR pro kW_{peak} und exklusive Mehrwertsteuer (MWSt.) angegeben.

Modulverkaufs- (Produzent) und Einkaufspreise (Installateur)

Abbildung 57 zeigt die Entwicklung der Modulverkaufspreise österreichischer Hersteller sowie deren Bandbreite von 2011 bis 2021. Da in den vergangenen Jahren sowohl die Bandbreite der produzierten Leistung als auch die der Verkaufspreise der österreichischen PV-Produzenten immer größer wurde, wird wie bereits in den letzten Jahren bei der Berechnung des Mittelwerts die produzierte Leistung miteinbezogen (gewichteter Mittelwert). Mit ein Grund dafür ist die immer heterogenere Produktion in Österreich: Während es sich beim Großteil der in Österreich produzierten PV-Module um Standardmodule handelt, die aufgrund der Menge den durchschnittlichen Modul-Verkaufspreis stark beeinflussen, werden darüber hinaus auch Spezialmodule – primär für die Gebäudeintegration – produziert, die jedoch mengenmäßig deutlich geringer ausfallen und damit den durchschnittlichen Verkaufspreis nur bedingt beeinflussen.

Nach einem leichten Anstieg im Jahr 2016 sank der durchschnittliche Modul-Verkaufspreis der österreichischen Modulproduzenten in den Folgejahren und betrug im Jahr 2021 317 EUR/kW_{peak} (-16,1 % im Vergleich zum Vorjahr bzw. ca. -32 % im Vergleich zu 2018).

Auch bei der Berechnung des Mittelwertes der Moduleinkaufspreise wurde 2021 die jeweils installierte Leistung der Anlagenplaner und -errichter mitberücksichtigt. **Abbildung 58** zeigt die Entwicklung der Moduleinkaufspreise der österreichischen Anlagenplaner und -errichter. Während der Mittelwert der genannten Einkaufspreise von 2011 bis 2015 insgesamt um mehr als 60 % sank, stieg dieser 2016 erstmals leicht an (+5,4 % im Vergleich zu 2015). Entgegen dem Trend der Jahre 2014 bis 2016 mit moderaten Preisschwankungen sank der Mittelwert der genannten Einkaufspreise jedoch in den Folgejahren deutlich und betrug im Jahr 2020 268,8 EUR/kW_{peak}. Im Jahr 2021 blieb dieser Wert nahezu unverändert und betrug 269,1 EUR/kW_{peak} (+0,1 % im Vergleich zum Vorjahr bzw. -24,6 % im Vergleich zu 2018). **Abbildung 58** zeigt jedoch auch, dass die Moduleinkaufspreise der österreichischen Anlagenplaner und -errichter mit Werten zwischen 110 und 420 EUR/kW_{peak} stark variieren.

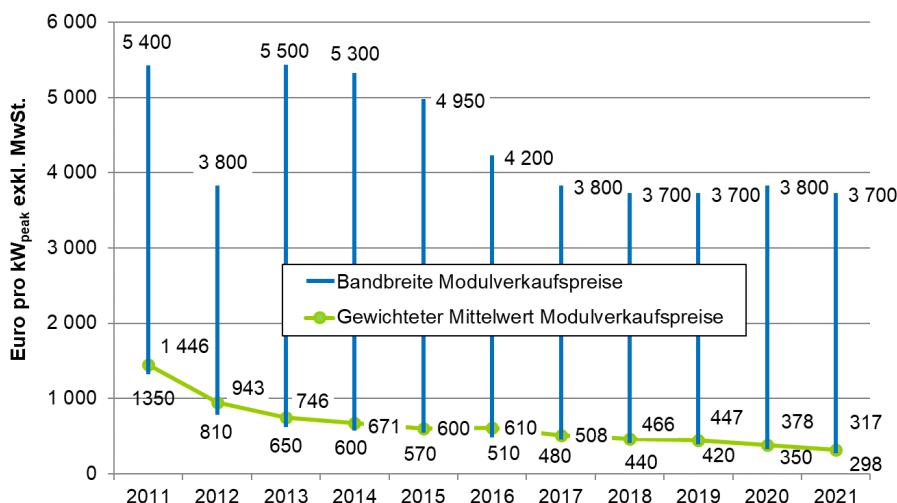


Abbildung 57 – Modulverkaufspreise österreichischer Modulhersteller 2011 bis 2021
Gewichteter Mittelwert und Bandbreite, Werte exkl. MwSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011: n=6, 2012: n=5, 2013: n=7, 2014: n=5, 2015: n=4, 2016: n=5, 2017: n=3, 2018: n=4 und
 2019: n = 3, 2020: n = 3, 2021: n = 3. Quelle: Technikum Wien (2022)

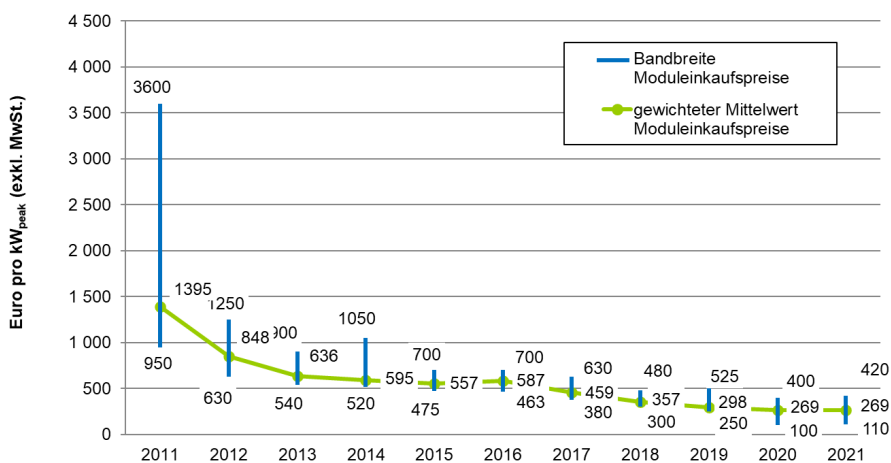


Abbildung 58 – Moduleinkaufspreise von Anlagenerrichtern und Planern 2011 bis 2021
Mittelwert und Bandbreite, Werte exkl. MwSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011: n=26, 2012: n=28, 2013: n=32, 2014: n=28, 2015: n=24, 2016: n=15,
 2017: n=21, 2018: n=20, 2019: n = 18, 2020: n = 25, 2021: n = 18.
Quelle: Technikum Wien (2022)

Typische Systempreise für 5kW_{peak} und 10kW_{peak} Anlagen

Für das Jahr 2021 wurde für schlüsselfertig installierte 5 kW_{peak} Anlagen ein Preis von rund 1.543 EUR/kW_{peak} erhoben. Das bedeutet einen Anstieg des mittleren Anlagenpreises einer 5 kW_{peak} Anlage um rund 2,4 % im Vergleich zu 2020. Auch der Durchschnittspreis für Anlagen mit einer Leistung von 10 kW_{peak} ist im Vergleich zu 2020 mit 1.297 Euro/kW_{peak} deutlich angestiegen (2020: 1.192 EUR/kW_{peak}). Wie im Vorjahr wurden auch im Jahr 2021 Systempreise für Anlagen mit einer Leistung von 30 bis 50 kW_{peak} erhoben. Der Durchschnittspreis für Anlagen dieser Größenordnung liegt im Jahr 2021 bei 1.065 EUR/kW_{peak} und damit um 9,12 % höher als im Vorjahr (2020: 976 EUR/kW_{peak}).

Die Entwicklung typischer Systemverkaufspreise für schlüsselfertige Anlagen mit Leistungen von 5 kW_{peak} und 10 kW_{peak} ist in **Abbildung 59** und **Abbildung 60** dargestellt. Es ist ersichtlich, dass mit zunehmender Anlagengröße (in Bezug auf die installierte Leistung), die spezifischen Systempreise sinken. Bei einer Anlagengröße von 30 bis 50 kW_{peak} sind die Kosten pro kW_{peak} um knapp 31 % geringer als bei einer 5 kW_{peak} Anlage.

Der Anteil des mittleren Moduleinkaufspreises pro kW_{peak} (**Abbildung 58**) am durchschnittlichen Komplettsystempreis einer 5 kW_{peak} Anlage (**Abbildung 59**) betrug etwa 17,44 %, bei einer 10 kW_{peak} Anlage 20,75 % und bei einer 30 bis 50 kW_{peak} Anlage 25,28 %.

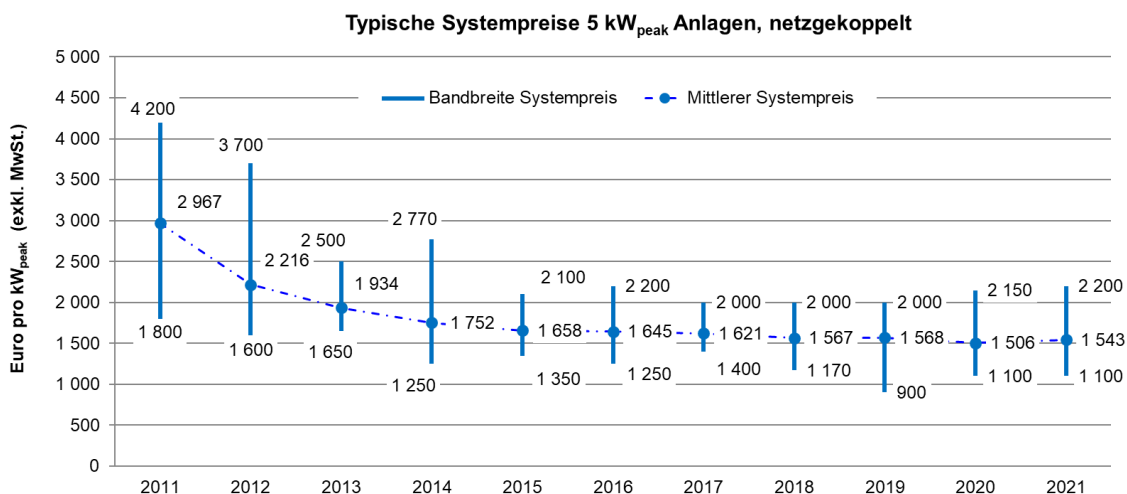


Abbildung 59 – Systempreise für 5 kW_{peak} netzgekoppelte Anlagen 2011 bis 2021
Mittelwert und Bandbreite, fertig installiert, Werte exkl. MWSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011: n=26, 2012: n=27, 2013: n=28, 2014: n=31, 2015: n=28, 2016: n=20, 2017: n=23,
 2018: n=20, 2019: n = 24, 2020: n= 17, 2021: n= 17. Quelle: Technikum Wien (2022)

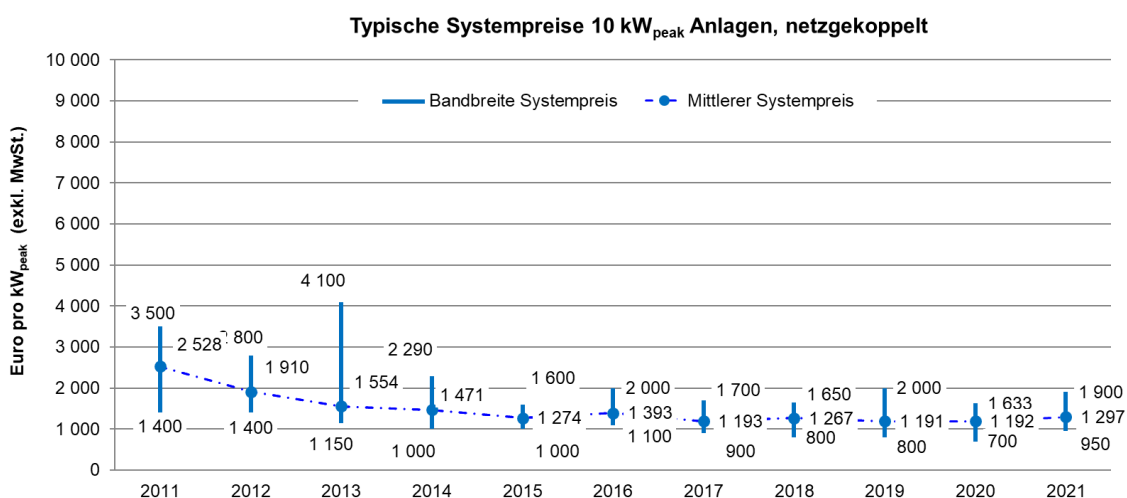


Abbildung 60 – Systempreise für ≥10 kW_{peak} netzgekoppelte Anlagen 2011 bis 2021
Mittelwert und Bandbreite, fertig installiert, Werte exkl. MWSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011 n=26, 2012: n=26, 2013: n=28, 2014: n=33, 2015: n=26, 2016: n=20, 2017: n=23, 2018:
 n=21, 2019: n = 23, 2020: n=17, 2021: n=17. Quelle: Technikum Wien (2022)

7.1.6 Förderinstrumente

Auch im Jahr 2021 waren weiterhin unterschiedlichste Förderbedingungen in den Bundesländern und auch auf Bundesebene vorhanden. Vor allem die Ökostromeinspeiseförderung für PV Anlagen mit einer Leistung über 5 kW_{peak}, welche durch die Abwicklungsstelle für Ökostrom (OeMAG) durchgeführt wird, ist für Fördernehmer nach wie vor mit zeitlicher Diskontinuität und aufgrund der limitierten Fördermittel mit einer starken Unsicherheit hinsichtlich einer Förderzusage verbunden.

Tabelle 28 gibt einen Gesamtüberblick über die Förderlandschaft in Österreich für die Jahre 2020 und 2021. Folgende Fördermöglichkeiten wurden demnach berücksichtigt und für den vorliegenden PV Marktbericht analysiert:

- Investitionsförderungen der Bundesländer
- Investitionsförderungen des Klima- und Energiefonds (KLIEN)
Abwicklung: Kommunalkredit Public Consulting (KPC)
- Investitionsförderung bei PV-Anlagen und Stromspeicher (§ 27a ÖSG 2012)
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)
- Bundesländer und KLIEN-Kofinanzierung
- Ökostromeinspeiseförderung (ÖSG 2012)
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)
- Aws Investitionsprämie
Abwicklung: Austria Wirtschaftsservice (aws)

Zusätzlich wurden in Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark PV Anlagen über die Wohnbauförderung gefördert.

Somit konnte im Jahr 2021 in Österreich – wie in **Abbildung 61** und **Abbildung 62** ersichtlich – mit Unterstützung der Förderungen eine neu installierte Leistung von rund 678,55 MW_{peak} verzeichnet werden. Zusätzlich wurde mittels der Erhebung bei den österreichischen PV Anlagenplanern und -errichtern eine Leistung von rund 60,6 MW_{peak} ermittelt, welche ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln installiert wurde. Daraus ergibt sich eine neu installierte Gesamtleistung von rund 739,17 MW_{peak} (netzgekoppelte Anlagen).

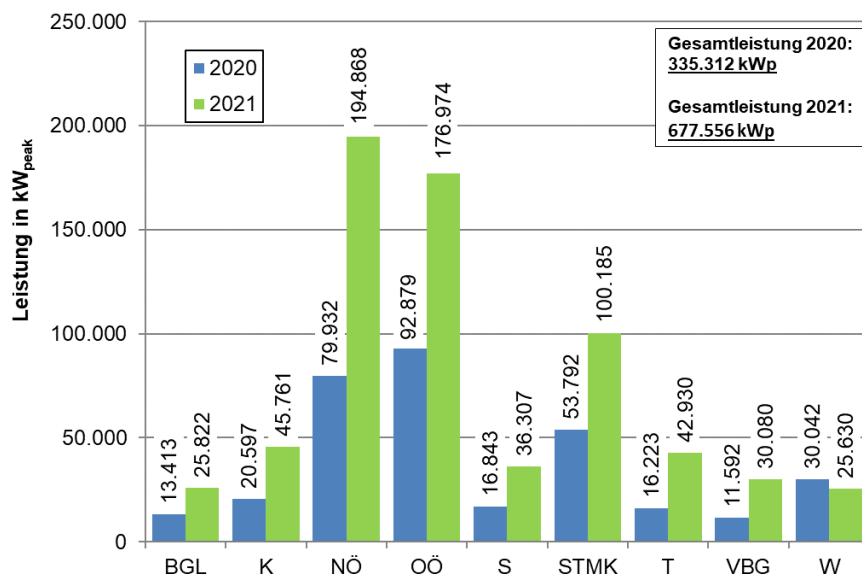


Abbildung 61 – Geförderte Anlagenleistung je Bundesland
 Tarif- und Investförderung des Bundes und der Länder, exkl. Wohnbauförderung, 2020 und 2021. Quellen: Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, OeMAG, Landesförderstellen und Erhebung/Berechnungen Technikum Wien (2022)

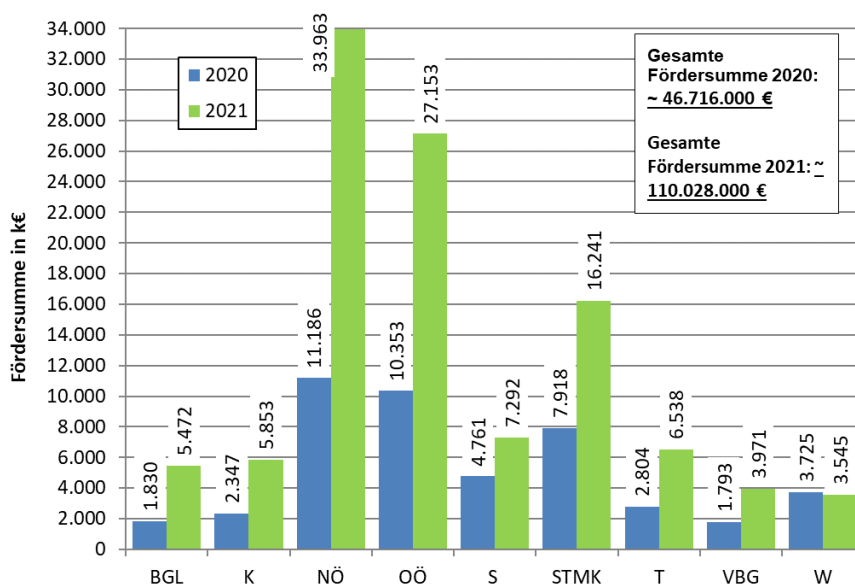


Abbildung 62 – Fördersumme je Bundesland: Tarif- und Investitionsförderung
 des Bundes und der Länder, exkl. Wohnbauförderung, 2020 und 2021. Quellen: Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, OeMAG, Landesförderstellen und Erhebung/Berechnungen Technikum Wien (2022)

Tabelle 28 – PV Investitions- und Tarifförderung des Bundes und der Länder 2020 und 2021. Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, Landesförderstellen, Statistik Austria (2021), Technikum Wien (2022)

Bundesländer		BGLD	K	NÖ	OÖ	S	STMK	T	VBG	W	Summe	Gesamte installierte Leistung kWp	
Ohne Förderung installierte Leistung ¹	kWp											60.612	739.168
Tarif- und Investitionsförderung gesamt 2021	kWp	25.822	45.761	194.868	176.974	36.307	100.185	42.930	30.080	25.630	678.556		
Anteil an der gesamten geförderten Leistung in %	2020	3,8%	6,7%	28,7%	26,1%	5,4%	14,8%	6,3%	4,4%	3,8%			
Wp/Kopf ²	2020	86,8	81,1	114,7	117,6	64,5	80,0	56,2	74,9	13,3			
Tarifförderung (OeMAG) 2021	kEUR	537	-1.638	5.931	2.864	686	805	867	198	-67	10.184		
	kWp	7.548	15.194	81.435	79.758	12.080	42.352	18.326	13.592	4.938	275.223		
Investitionsförderung gesamt 2021	kEUR	4.691	7.491	28.032	24.289	6.606	15.436	5.670	3.774	3.612	99.602		
	kWp	18.274	30.567	113.433	97.215	24.227	57.834	24.604	16.488	20.692	403.333		
Investitionsförderung gesamt 2020	kEUR	1.699	1.506	6.629	5.269	3.399	3.760	1.466	1.002	2.988	27.719		
	kWp	7.551	7.013	28.099	23.712	11.107	14.983	5.846	4.390	23.805	126.506		
Investitionsförderung gesamt: Veränderung in kWp zwischen 2021	%	142,0%	335,9%	303,7%	310,0%	118,1%	286,0%	320,9%	275,6%	-13,1%			
Investitionsförderung OeMAG 2021	kEUR	377	719	4.639	5.256	802	1.682	1.390	1.187	282	16.333		
	kWp	1.827	3.581	24.180	25.990	3.805	8.478	7.067	6.126	1.447	82.501		
Investitionsförderung KLIEN 2021	kEUR	4.314	6.772	23.393	19.033	2.042	13.754	4.198	2.587	961	77.055		
	kWp	15.563	26.986	89.252	71.226	8.856	49.355	17.158	10.362	4.725	293.483		
Investitionsförderung der Länder 2021	kEUR	243	0	0	0	3.762	0	82	0	2.370	6.457		
	kWp	884	0	0	0	11.566	0	379	0	14.520	27.349		
Wohnbauförderung gesamt 2021 ³	kEUR	k.A.	4.507	3.329	k.A.	0	778	0	0	0	8.614		
	kWp	k.A.	17.843	10.064	4.563	0	k.A.	0	0	0	32.470		

Im Folgenden wird auf die einzelnen Förderkategorien im Detail eingegangen.

Investitionsförderung

In den folgenden Abbildungen sind die mit Investitionszuschüssen der Länder und des Bundes (KLIEN, OeMAG §27a ÖSG 2012) geförderte installierte PV-Leistung (**Abbildung 63**) sowie die Fördersummen der Länder und des Bundes (KLIEN, OeMAG §27a ÖSG 2012) auf Bundesländerebene (**Abbildung 64**) dargestellt. Über Tarifförderung geförderte Anlagen wurden in diesen Aufstellungen nicht berücksichtigt.

Abbildung 63 zeigt die gesamte geförderte Anlagenleistung je Bundesland für die Jahre 2020 und 2021. Mit einer installierten PV-Leistung von 113,4 MW_{peak} liegt dabei Niederösterreich an der Spitze, gefolgt von Oberösterreich (97,2 MW_{peak}) und Steiermark (57,8 MW_{peak}). Mit Ausnahme von Wien wurde in allen anderen Bundesländern im Jahr 2021 ein – mitunter deutlicher - Zuwachs hinsichtlich der neu installierten PV-Leistung im Vergleich zum Jahr 2020 verzeichnet.

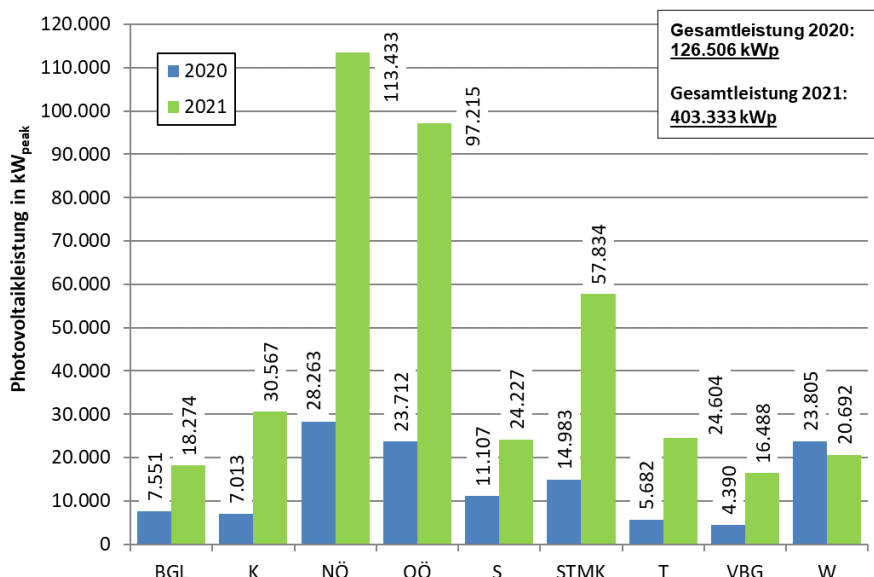


Abbildung 63 – Geförderte PV-Anlagenleistung je Bundesland
 Investitionsförderung der Bundesländer, Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012 sowie
 KLIEN Förderungen, exkl. Wohnbauförderung und Tarifförderung, 2020 und 2021
 Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, Kommunalkredit Public Consulting GmbH und
 Erhebung/Berechnungen Technikum Wien (2022)

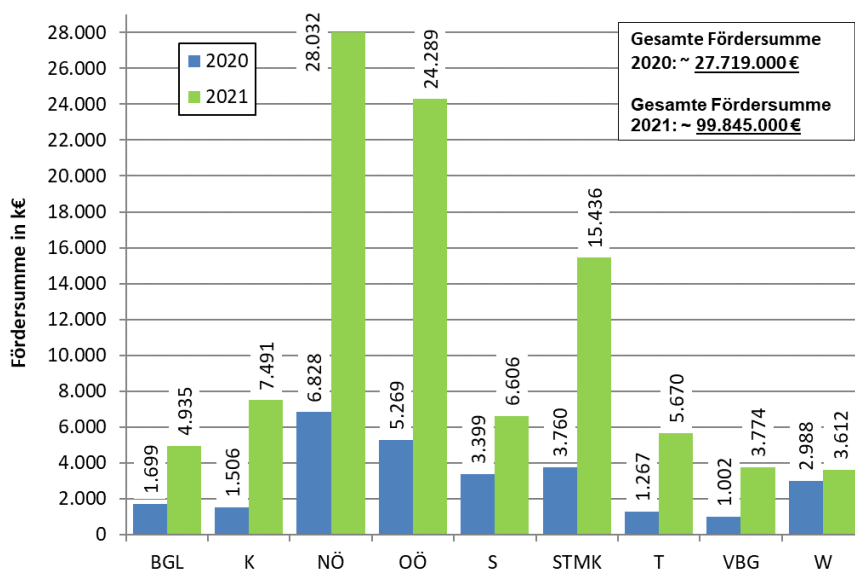


Abbildung 64 – Fördersumme für PV-Investitionsförderungen je Bundesland
 Investitionsförderung der Bundesländer, Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012 sowie
 KLIEN Förderungen, exkl. Wohnbauförderung und Tarifförderung, 2020 und 2021
 Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, Kommunalkredit Public Consulting GmbH und
 Erhebung und Berechnungen Technikum Wien

Abbildung 64 zeigt die gesamten Fördersummen der Investitionsförderungen je Bundesland in den Jahren 2020 und 2021. Auch hier liegt Niederösterreich mit 28,03 Mio. EUR an der Spitze, gefolgt von OÖ mit 24,3 Mio. EUR und der Steiermark mit 15,4 Mio. EUR. Dahinter folgen Kärnten mit 7,5 Mio. EUR und Salzburg mit 6,6 Mio. EUR.

Details zu den Investitionszuschüssen der Länder

Wie bereits eingangs erwähnt, ist die PV Förderlandschaft in Österreich sehr vielfältig und neben der Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds, der Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012 und der Ökostromeinspeiseförderung gibt es in fast allen Bundesländern zusätzliche landesspezifische PV Förderprogramme, wie im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Investitionsförderung der Länder: Burgenland, Salzburg, Tirol und Wien
- Wohnbauförderung (Direktzuschüsse, Darlehen und Annuitätenzuschüsse): Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark

Details zur Investitionsförderung des Klima und Energiefonds

Mit der Photovoltaik-Förderaktion „Photovoltaik-Anlagen 2020-2022“ des Klima- und Energiefonds wurde im Jahr 2020 erstmals ein mehrjähriges Förderprogramm für Photovoltaik Anlagen in Österreich geschaffen (Klima- und Energiefonds 2020). Somit konnten baureife Projekte laufend über das ganze Jahr hinweg eingereicht werden (in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden Budgets, längstens jedoch bis 31.12.2022). Dadurch gibt es erstmals in Österreich Planungssicherheit für Privatpersonen und Unternehmen, die in eine PV-Anlage investieren wollen

Gefördert werden freistehende Anlagen/Aufdachanlagen bis zur Obergrenze von 50 kW_{peak}. Die Förderung wird in Form eines einmaligen Investitionskostenzuschusses ausbezahlt, es gelten folgende Förderpauschalen:

- 250 Euro/kW_{peak} für 0 bis 10 kW_{peak}
- 200 Euro/kW_{peak} für jedes weitere kW_{peak} zwischen > 10–20 kW_{peak}
- 150 Euro/kW_{peak} für jedes weitere kW_{peak} > 20 kW_{peak} bis 50 kW_{peak}

Eine Anlage mit 12 kW_{peak} Leistung erhält damit EUR 2.900 an Förderung (10 kW_{peak} zu EUR 250 Euro sowie 2 kW_{peak} zu EUR 200). Für gebäudeintegrierte Photovoltaik-Anlagen gibt es zusätzlich einen Bonus in Höhe von 100 Euro/kW_{peak}. Wie bisher haben Fertigstellung und Endabrechnung der PV-Anlage innerhalb von 12 Wochen ab dem Zeitpunkt der erstmaligen Registrierung zu erfolgen.

Darüber hinaus wurden vom Klima- und Energiefonds auch 2021 land- und forstwirtschaftliche Betriebe (Förderaktion: Photovoltaik-Anlagen in der Land- und Forstwirtschaft) sowie Gemeinden, Vereine, öffentliche Institutionen, usw. in Klima und Energie Modellregionen (Förderaktion: KEM - Photovoltaikanlagen) bei der Errichtung einer PV-Anlage mit einer Engpassleistung zwischen 5 kW_{peak} und 50 kW_{peak} (Land- und Forstwirtschaft) bzw. ab 5 kW_{peak} (KEM) unterstützt. Die Höhe der Investitionsförderung für Landwirte betrug EUR 275,- bzw. EUR 375,- (gebäudeintegriert) pro kW_{peak}. PV-Anlagen in Klima und Energie Modellregionen wurden pro kW_{peak} mit EUR 375,- bzw. EUR 475,- bei gebäudeintegrierten Lösungen unterstützt (Klima- und Energiefonds 2021a, 2021b).

Projekte in der Land- und Forstwirtschaft konnten ab 18.11.2021 bis 16.12.2021 eingereicht werden. Nach erfolgter Genehmigung hat die Projektumsetzung innerhalb von 6 Monaten zu erfolgen. Weitere 4 Monate stehen für die Endabrechnung zur Verfügung. In Summe standen 5,2 Mio. EUR zur Verfügung.

PV Projekte in Klima und Energie Modellregionen konnten ab Mai 2021 eingereicht werden. In Summe standen für das Jahr 2021 6 Mio. EUR zuzüglich verfügbarer Restmittel aus dem „Österreichischen Programm für ländliche Entwicklung“ zur Verfügung.

Tabelle 29 zeigt die vom Klima- und Energiefonds (KLIEN) geförderte PV-Leistung in kW_{peak} der Jahre 2008 bis 2021 in den Bundesländern. Seit 2015 sind darin auch die geförderten Anlagen aus den Förderprogrammen „Photovoltaik-Anlagen in der Land- und Forstwirtschaft“ und „Klima und Energie Modellregionen – Photovoltaikanlagen“ enthalten. Deutlich zu erkennen ist, dass auch im Jahr 2021 die meisten Antragsteller aus den Bundesländern Niederösterreich und Oberösterreich kamen. Zählkriterium für alle Angaben ist das Datum der Endabrechnung. In Summe wurden im Jahr 2008 210 Anlagen mit einer Leistung von 926 kW_{peak} und 2009 702 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 3.073 kW_{peak} gefördert. Im Jahr 2010 wurde mehr als das 3,5-fache der im Jahr 2009 geförderten Leistung subventioniert, wodurch eine Leistung von 11.098 kW_{peak} (2.490 Anlagen) verzeichnet werden konnte. Im Jahr 2011 wurden bereits 27.364 kW_{peak} (5.827 Anlagen) gefördert, was beinahe dem 2,5-fachen des Vorjahreswertes entspricht. Nach einem deutlich geringerem Zuwachs der geförderten Leistung um ca. 20 % im Jahr 2012 auf 32.773 kW_{peak} (6.599 Anlagen) konnte 2013 eine Verdopplung der geförderten Leistung auf 67.867 kW_{peak} (12.771 Anlagen) erzielt werden. Im Jahr 2014 wurden 7.678 PV-Anlagen mit einer Leistung von 46.197 kW_{peak} gefördert, was einen Rückgang der geförderten PV-Leistung um ca. 30 % im Vergleich zum Rekordergebnis aus dem Jahr 2013 bedeutet. Während in den Jahren 2015 (7.702 PV Anlagen mit einer Leistung von 49.491 kW_{peak}) und 2016 (8.053 PV Anlagen mit einer Engpassleistung von 58.161 kW_{peak}) sowohl Anzahl als auch Gesamtleistung der geförderten PV Anlagen im Vergleich zum Vorjahr stiegen, erfolgte im Jahr 2017 ein leichter Rückgang (7.006 Anlagen mit einer Engpassleistung von 53.216 kW_{peak}). Auch im Jahr 2018 wurde ein Rückgang der geförderten PV-Leistung um ca. 38,5 % verzeichnet (4.313 PV-Anlagen mit einer Engpassleistung von 32.745 kW_{peak}). Während die geförderte Anlagenleistung im Jahr 2019 mit +73,73 % deutlich anstieg (8.571 PV-Anlagen mit einer Leistung von 56.888 kW_{peak}), war im Jahr 2020 ein Rückgang zu verzeichnen (-27,1 % auf 41.464 kW_{peak}). Mit einer geförderten Leistung von 293.483 kW_{peak} konnte im Jahr 2021 ein neuer Rekordwert erreicht werden (+ 608 %).

Tabelle 29 – Geförderte PV-Leistung des Klima- und Energiefonds je Bundesland von 2008 bis 2021. Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2008-2021, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	Geförderte PV-Leistung in kW _{peak} Endabrechnungsdatum 31.12.2021									
	BGLD	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VGB	W	Summe
2008	3	5	166	357	19	292	66	13	5	926
2009	79	45	833	904	80	888	167	45	32	3.073
2010	484	618	2.988	1.890	588	2.904	881	408	336	11.098
2011	898	1.348	4.213	7.357	1.388	7.683	2.708	1.633	137	27.364
2012	998	1.694	6.679	6.535	1.356	9.636	3.717	1.899	260	32.773
2013	3.909	4.055	21.804	18.970	1.782	3.200	7.220	5.342	1.585	67.867
2014	3.097	3.034	13.586	12.880	1.252	5.401	2.982	3.199	767	46.197
2015	3.225	2.706	13.987	12.005	3.052	6.653	1.566	4.577	1.720	49.491
2016	3.434	2.901	16.191	14.882	3.327	8.956	2.257	4.477	1.736	58.161
2017	3.663	2.738	14.990	11.697	3.544	7.136	2.943	3.245	3.261	53.216
2018	2.609	2.030	9.638	7.796	745	5.593	1.797	1.060	1.477	32.745
2019	4.412	3.047	19.682	12.673	1.156	9.842	2.781	1.877	1.418	56.888
2020	3.061	3.971	13.269	7.561	1475	7085	3021	1.327	693	41.464
2021	15.563	26.986	89.252	71.226	8.856	49.355	17.158	10.362	4.725	293.483
Gesamt	45.434	55.178	227.278	186.731	28.619	124.624	49.263	39.465	18.152	774.744

Tabelle 30 – PV-Fördersumme des Klima- und Energiefonds je Bundesland Von 2008 bis 2021. Quellen: Klima- und Energiefonds, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	Fördersumme in tausend Euro (1000 €) Endabrechnungsdatum 31.12.2021									
	BGLD	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VGB	W	Summe
2008	11	14	260	1.017	53	851	180	36	14	2.436
2009	202	116	1.017	2.494	220	2.436	488	123	89	7.184
2010	978	1.326	2.996	3.813	1.214	4.844	1.653	803	817	18.445
2011	1.065	1.584	4.381	7.914	1.573	8.737	3.158	1.801	228	30.441
2012	850	1.393	5.602	5.516	1.169	8.522	3.519	1.678	224	28.474
2013	1.560	1.753	7.865	6.298	961	1.776	2.502	1.566	857	25.138
2014	693	474	3.035	2.623	258	801	731	699	186	9.499
2015	734	607	3.282	2.591	237	957	392	976	201	9.976
2016	784	609	3.557	2.697	255	1.410	489	957	217	10.975
2017	833	576	3.293	2.349	345	1.200	634	683	468	10.381
2018	530	350	1.989	1.631	98	1.100	376	234	139	6.446
2019	858	543	3.965	2.553	166	1.969	582	379	194	11.210
2020	670	948	3.466	1.966	199	2.041	667	282	140	10.379
2021	4.314	6.772	23.392	19.033	2.042	13.753	4.197	2.586	961	77.054
Gesamt	14.082	17.065	68.101	62.497	8.788	50.398	19.569	12.805	4.733	258.038

In **Tabelle 30** ist die bisher ausbezahlte Fördersumme der Jahre 2008 bis 2021 angeführt. Insgesamt wurden vom Klima- und Energiefonds seit 2008 Anlagen mit einer Leistung von ca. 774,7 MW_{peak} mit ca. 258 Mio. EUR gefördert.

Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012

Seit dem Jahr 2018 gibt es alternativ zur Tarifförderung auch die Möglichkeit, eine Investitionsförderung gemäß §27a für Photovoltaikanlagen und Stromspeicher zu beantragen. Seit 2020 beträgt das jährliche Fördervolumen 36 Mio. EUR, wobei vorrangig 24 Mio. EUR für die Errichtung bzw. Erweiterung von Photovoltaikanlagen mit einer Engpassleistung bis zu 500 kW_{peak} vorgesehen sind. Im Vergleich zur Tarifförderung gibt es bei der Investitionsförderung keine Größenbeschränkung. Gefördert werden PV-Anlagen bis 100 kW_{peak} mit 250 Euro pro kW_{peak} sowie Anlagen mit einer Engpassleistung von 101 kW_{peak} bis 500 kW_{peak} mit 200 Euro pro kW_{peak}, wobei auch größere Anlagen eingereicht werden können, jedoch nur max. 500 kW_{peak} gefördert werden. Der Investitionszuschuss ist mit maximal 30 % der unmittelbar für die Errichtung der Anlage erforderlichen Investitionskosten begrenzt (Bundesgesetzblatt 2017).

Tabelle 31 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012
Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der geförderten PV Anlagen für 2018 bis 2021.
Quellen: OeMAG (2022) und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	2019	2020	2021	Veränderung 2020/2021
Anzahl geförderter PV-Anlagen	902	3.683	1.925	-47,7%
Geförderte PV-Leistung in kW_{peak}	24.216	54.111	82.501	+52,47 %
Fördersumme in kEUR	4.700	11.470	16.332	+42,4 %

Tabelle 31 zeigt Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der im Rahmen der Investitionsförderung gemäß §27a geförderten PV Anlagen von 2018 bis 2021. In Summe wurden im Jahr 2021 1.925 Anlagen mit einer Leistung von 82.501 kW_{peak} gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Zuwachs der geförderten Leistung von 52,47 % (2020: 54.111 kW_{peak}).

Details zur Tarifförderung

Die Ökostromtarifförderung gilt für neu installierte PV Anlagen mit einer Leistung größer 5 kW_{peak}. Geförderte Anlagen gehen ein Vertragsverhältnis mit der Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG) ein. Laut Änderung des Ökostromgesetzes 2012 (ÖSG2012) (siehe Bundesgesetzblatt (2019), ausgegeben am 22. Oktober 2019) wurden an Anlagen, welche ab 2021 in einem Vertragsverhältnis mit der OeMAG stehen, folgende Einspeisetarife ausgegeben:

- 7,06 €Cent/kWh für Anlagen mit einer Engpassleistung von über 5 kW_{peak} bis 200 kW_{peak}, die ausschließlich an oder auf einem Gebäude angebracht sind

Im Vergleich zum Vorjahr wurden die Tarife für die Einspeisevergütung um 8 % reduziert (siehe Ökostromgesetz §19). Darüber hinaus wird für Photovoltaikanlagen mit einer Engpassleistung von über 5 kW_{peak} bis 200 kW_{peak}, die ausschließlich an oder auf einem Gebäude angebracht sind, zusätzlich ein Investitionszuschuss für die Errichtung in Höhe von 30 % der Errichtungskosten, höchstens jedoch von 250 EUR/kW_{peak} gewährt. Freistehende Anlagen wurden im Zuge der Tarifförderung wie bereits in den Vorjahren auch 2021 nicht mehr gefördert.

Tabelle 32 zeigt die Anzahl der zum Stichtag 31.12.2021 aktiven Verträge mit der OeMAG . Die kumulierte Leistung dieser 42.255 mit der OeMAG in einem Vertragsverhältnis stehenden Photovoltaikanlagen beträgt ca. 1.444,1 MW_{peak}. Das entspricht einem Zuwachs von etwa 292,9 MW_{peak} im Jahr 2021.

Dementsprechend stieg auch die Einspeisemenge von etwa 827,0 GWh in 2020 auf rund 927,9 GWh im Jahr 2021. Die Nettovergütung stieg von rund 159,4 Mio. EUR in 2020 auf etwa 169,6 Mio. EUR in 2021. Das entspricht einem Zuwachs von rund 12,2 % bei der Einspeisemenge und 6,4 % bei der Vergütung. Die Durchschnittsvergütung pro kWh sank um 5,2 % von 19,28 €Cent auf 18,28 €Cent.

Tabelle 32 – Aktive OeMAG- Verträge der Jahre 2019 bis 2021
kumulierte installierte Leistung sowie gesamte Einspeisemengen und Vergütung.
Quellen: OeMAG (2022) und Berechnungen Technikum Wien (2022)

Daten jeweils zum 31.12.	2019	2020	2021	Differenz 2020/2021	Veränderung 2020/2021
Anzahl der aktiven Verträge (Stück)	28.888	35.104	42.255	7.151	20,4 %
Kumulierte installierte Leistung der aktiven Verträge (kW _{peak})	928.777	1.151.186	1.444.078	292.892	25,4 %
Einspeisemengen (MWh)	695.089	827.091	927.926	100.835	12,2 %
Vergütung netto in €	140.450.386	159.447.364	169.631.053	10.183.689	6,4 %
Durchschnittsvergütung in €Cent/kWh	20,21	19,28	18,28	-1,00	-5,2 %

Details zur Investitionsprämie

Zusätzlich zu den Bundes- und Landesförderungen konnten juristische Personen (Unternehmen, Gemeinden,...) im Jahr 2021 die Investitionsprämie des AWS (Austria Wirtschaftsservice) in Höhe von 14 % beantragen. Projekte konnten ab September 2020 laufend eingereicht werden.

7.1.7 Dokumentation der Datenquellen

In diesem Kapitel werden die Firmen, welche aufgrund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des PV Marktberichtes 2021 berücksichtigt werden konnten, aufgelistet. Im Erhebungsjahr 2021 wurden insgesamt ca. 250 Firmen und Institutionen befragt, wobei die Rücklaufquote bei ca. 32 % lag.

Mehr als 80 Firmen und Institutionen, die im Folgenden aufgelistet werden, konnten auf Grund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des Photovoltaik Marktberichts für 2021 berücksichtigt werden. Diese Unternehmensbefragungen wurden nicht mit dem Ziel durchgeführt, eine vollständige quantitative Erfassung des PV Marktes in Österreich zu erreichen, sondern dazu, um einen vertiefenden Einblick in den Markt zu erhalten und diverse Entwicklungen und Trends entsprechend qualitativ abzusichern. Folgende Institutionen und Firmen trugen durch Datenlieferungen zur vorliegenden Studie bei:

- Atominstitut TU Wien
- AIT Austrian Institute of Technology
- Amt der Burgenländischen Landesregierung
- Amt der Kärntner Landesregierung
- Amt der NÖ Landesregierung
- Amt der Tiroler Landesregierung
- Amt der Vorarlberger Landesregierung
- ATB-Becker Photovoltaik GmbH
- Blue Sky Energy
- BMI Austria GmbH
- CPG Competitive Power Generation GmbH
- DAfi GmbH
- DOMA Solartechnik GmbH
- Dispo PV
- E.S.V. R.STORCH eu
- e.denzel GmbH
- ECuSol GmbH
- EET – Efficient Energy Technology GmbH
- EFIT Energie GmbH
- ekt – Elektro und Kommunikationstechnik
- Elektro Neuböck Ges.m.b.H.
- Elektro Papst GmbH
- ENdorado GmbH
- Energie Agentur Steiermark GmbH
- Energieinstitut an der JKU
- Energietechnik Nauschnegg GmbH
- ENFOS e.U
- EPP GmbH
- Ertex Solar GmbH
- ESZ Gas-Wasser-Heizung GmbH
- ETECH Schmid u. Pachler Elektrotechnik GmbH & CoKG
- FH Oberösterreich F&E GmbH, Forschungsgruppe ASiC
- Fortuna Solar eG
- FH Technikum Wien
- Fronius International GmbH
- Greenlemon gmbh
- G. Klampfer Elektroanlagen GmbH
- HEI Eco Technology GmbH
- Joanneum Research
- Karrer Aluminium & Torbau GmbH
- KIOTO Photovoltaics GmbH
- Kiendler GmbH
- Klima- und Energiefonds
- Kommunalkredit Public Consulting GmbH
- Land Salzburg - Referat Energiewirtschaft und -beratung
- Lapp Austria GmbH
- LIOS Kepler Uni Linz
- MA20 der Stadt Wien
- MGT-esys
- Muckenhumer-Haustechnik
- my-PV GmbH
- Nikko Photovoltaik GmbH
- OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
- ofi Technologie und Innovation GmbH
- Ökosolar PV GmbH
- OÖ Energiesparverband
- Plansee SE
- PVI GmbH
- Polymer Competence Center Leoben GmbH
- raymann kraft der sonne photovoltaikanlagen gmbh
- Resch Elektrotechnik GmbH
- RG-Sonnenstrom GmbH
- RWA Solar Solutions
- Schellmann Elektrotechnik-Photovoltaik
- schlaustrom GmbH
- SED TRADING GmbH
- Selina Photovoltaic GmbH
- Silicon Austria Labs GmbH
- SolOcean GmbH
- Sonnenplatz Großschönau
- Stadtwerke Hartberg Elektroinstallationen GmbH
- Stadtwerke Kapfenberg GmbH
- sun.e-solution GmbH

- Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
- Suntastic.Solar Handels GmbH.
- Technische Universität Graz, ICTM
- Technische Universität Wien, Energy Economics Group
- TU Wien – Institut für Computertechnik
- Universität Wien, Institut für Materialphysik
- Welser Profile AG
- 4ward Energy Research GmbH

7.2 Marktentwicklung im Ausland

Vorläufige weltweite Marktdaten zeigen, dass der globale PV-Markt auch im Jahr 2021 ein deutliches Wachstum verzeichnen konnte. PV-Anlagen mit einer Engpassleistung von mind. 175 GW_{peak} wurden installiert, was einer Steigerung der jährlich neu installierten PV-Leistung um etwa 21 % entspricht (2020: 145 GW_{peak}). Damit waren Ende 2021 weltweit Photovoltaikanlagen mit einer kumulierten Gesamtleistung von etwa 942 GW_{peak} installiert. Bereits im März 2022 könnten somit erstmals PV Anlagen mit einer Leistung von mehr als einem Terawatt weltweit in Betrieb sein (IEA PVPS 2022).

Obwohl es sich hier um vorläufige Daten handelt, lassen sich dennoch bereits einige wichtige Trends erkennen:

Der chinesische PV-Markt, der mit Abstand größte der Welt, wuchs trotz der im Laufe des Jahres beobachteten Engpässe in der Wertschöpfungskette, auch 2021. Im Jahr 2021 wurden 54,9 GW_{peak} PV installiert, verglichen mit 48,2 GW_{peak} im Jahr 2020 und 30,1 GW_{peak} im Jahr 2019. China bleibt mit einer kumulierten Gesamtleistung von etwa 308,5 GW_{peak}, was fast einem Drittel der weltweiten installierten PV-Leistung entspricht, an der Spitze.

Aber auch außerhalb Chinas wuchs der globale PV-Markt von 97 GW_{peak} im Jahr 2020 auf mindestens 120 GW_{peak} im Jahr 2021. Das entspricht einem Anstieg in Höhe von 24 %. Vor allem der US-Markt verzeichnete einen deutlichen Anstieg auf 26,9 GW_{peak}, was Platz 2 im Jahr 2021 bedeutet. Hervorzuheben ist hier der Umstand, dass PV-Anlagen mit einer Leistung von mehr als einem MW_{peak} für 75 % der US-Amerikanischen Neuinstallationen verantwortlich sind.

Die Europäische Union verlor ihre Position als zweitgrößter globaler PV-Markt und belegt 2021 mit einer neu installierten PV-Leistung von 25 GW_{peak} den dritten Platz, während im Rest Europas PV-Anlagen mit einer Leistung von rund 3 GW_{peak} installiert wurden. Größter europäischer Markt war auch 2021 Deutschland, der mit einer neu installierten Leistung von 5,3 GW_{peak} weltweit auf Platz sechs zu finden ist. Dahinter folgen Frankreich (3,4 GW_{peak}, Platz neun weltweit), die Niederlande (3,3 GW_{peak}, Platz zehn), Spanien (3,3 GW_{peak}), Polen (3,3 GW_{peak}), Griechenland (1,2 GW_{peak}), Italien (0,944 GW_{peak}) und Belgien (0,850 GW_{peak}).

Indien und Japan liegen weltweit an dritter und vierter Stelle, mit einer neu installierten Leistung von ca. 13 GW_{peak} bzw. 6,5 GW_{peak}. Weiters trugen einige wachsende Schlüsselmärkte wie z. B. Brasilien (5,5 GW_{peak}, Platz fünf weltweit), Australien (5,2 GW_{peak}, Platz sieben), Korea (4,2 GW_{peak}, Platz acht) und Mexiko (1,8 GW_{peak}) erheblich zum weltweiten Wachstum im Jahr 2021 bei. Darüber hinaus zeigen vorläufige Zahlen, dass auch in Taiwan, Pakistan und in Vietnam jeweils fast 2 GW_{peak} neu installiert wurden.

Unter den Top-10-Ländern befinden sich mit Australien, China, Indien, Japan und Korea nun fünf Länder aus dem asiatisch-pazifischen Raum, vier europäische Länder (Deutschland, Frankreich, die Niederlande sowie Spanien)) und zwei Länder aus Amerika (Brasilien, USA).

Das Niveau für den Eintritt in die Top 10 der globalen Märkte im Jahr 2021 lag bei rund 3,0 GW_{peak}, was in etwa dem Wert des Vorjahres entspricht bzw. doppelt so hoch ist wie 2019. Die Top-10-Länder waren 2021 für rund 73 % des weltweiten PV-Marktes verantwortlich, ein leichter Rückgang gegenüber 2020.

Strom aus PV-Anlagen deckt mittlerweile bereits rund 5 % der weltweiten Stromnachfrage. Österreich liegt mit etwa 4,7 % deutlich unter dem EU-Durchschnitt von 7,3 % und auch unter dem zuvor erwähnten weltweiten Durchschnitt von 5 %. Australien, Griechenland, Spanien, Honduras, Deutschland, die Niederlande und Chile produzieren mittlerweile mehr als 10 % ihres jährlichen Strombedarfs mittels PV.

7.3 Produktion, Import und Export

Die Entwicklung des österreichischen Photovoltaikmodul-Marktes der Jahre 2016 bis 2021 ist in **Tabelle 33** sowie in **Abbildung 65** dargestellt. Auch im Jahr 2021 wurden die Angaben über die Leistung der in Österreich gefertigten Photovoltaikmodule direkt bei den heimischen PV-Modulproduzenten erhoben. Im Vergleich zum Vorjahr wurde 2021 ein Anstieg der produzierten Leistung um 47,5 % auf 198.143 MW_{peak} verzeichnet.

Tabelle 33 zeigt, dass im Jahr 2021 in Österreich Photovoltaikmodule mit einer Leistung von insgesamt 198,1 MW_{peak} produziert wurden. Davon wurden 94,7 MW_{peak} exportiert, was einer Exportrate von ca. 47,8 % entspricht. 103,5 MW_{peak} bzw. etwa 52,2 % der produzierten Module wurden 2021 in Österreich weiterverkauft. Der Anteil der heimischen Produktion am Inlandsmarkt sank damit im Jahr 2021 im Vergleich zum Vorjahr geringfügig auf 14,0 % (2020: 14,7 %). Hinsichtlich der Exportquote ist zu erwähnen, dass aus der Erhebung nicht ersichtlich ist, welcher Anteil der knapp 103,5 MW_{peak} über Händler exportiert wurde und damit die Exportquote weiter erhöht. Der Lagerstand der Hersteller zum 31.12.2021 betrug 0,002 MW_{peak}. Aus der Differenz zwischen Inlandsmarkt und Weiterverkauf in Österreich ergibt sich ein Nettoimport an PV-Modulleistung von rund 635,7 MW_{peak} im Jahr 2021, was 86 % des Inlandsmarktes entspricht. Der Jahresverlauf der österreichischen Photovoltaik-Modulfertigung ist in **Abbildung 65** grafisch dargestellt.

Tabelle 33 – PV Modul-Fertigung in Österreich 2017 bis 2021

Quelle: Erhebung Technikum Wien (2022)

Werte in kW _{peak} und %	2017	2018	2019	2020	2021	Veränderung 20/21
Eigene Fertigung (P) ¹	99.865	131.959	126.434	134.350	198.143	47,5 %
davon Export in das Ausland (X) ²	54.277	65.689	76.211	76.450	94.669	23,8 %
Anteil an Fertigung in %	54,4 %	49,8 %	60,3 %	56,9 %	47,78 %	-16,0 %
davon Weiterverkauf in Österreich (PV) ²	41.261	61.931	48.905	50.006	103.468	106,9 %
Anteil an Fertigung in %	41,3 %	46,9 %	38,7 %	37,2 %	52,22 %	
Anteil an Inlandsmarkt in %	23,9 %	33,3 %	19,8 %	14,7 %	14,0%	
davon auf Lager ² (31.12.2021) (L)	4.324	4.333	1.340	7.899	2	-100 %
Anteil an Fertigung in %	4,3 %	3,3 %	1,1%	5,88 %	0,00%	
Inlandsmarkt (IM)	172.955	186.161	246.961	340.341	739.168	117,2 %
Anteil an Fertigung in %	173,2 %	141,1 %	195,3 %	253,3 %	373,0 %	
Nettoimport (IM - PV)	131.694	124.230	198.056	290.335	635.700	119,0 %
Anteil an Inlandsmarkt in %	60,7 %	66,7 %	80,2 %	85,3 %	86,0%	0,8 %

¹ Die Wert inkludiert für 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 sowie 2021 eine ExpertInnen-schätzung zu den fehlenden Informationen jener heimischen Produzenten, die keine Angaben machen konnten bzw. wollten.

² Aufgrund fehlender Angaben einiger heimischer Produzenten wurden Export, Weiterverkauf in Österreich und Lager für das Jahr 2021 auf Basis der zur Verfügung stehenden Rückmeldungen jener heimischer Produzenten, die dazu Angaben machten, hochgerechnet.

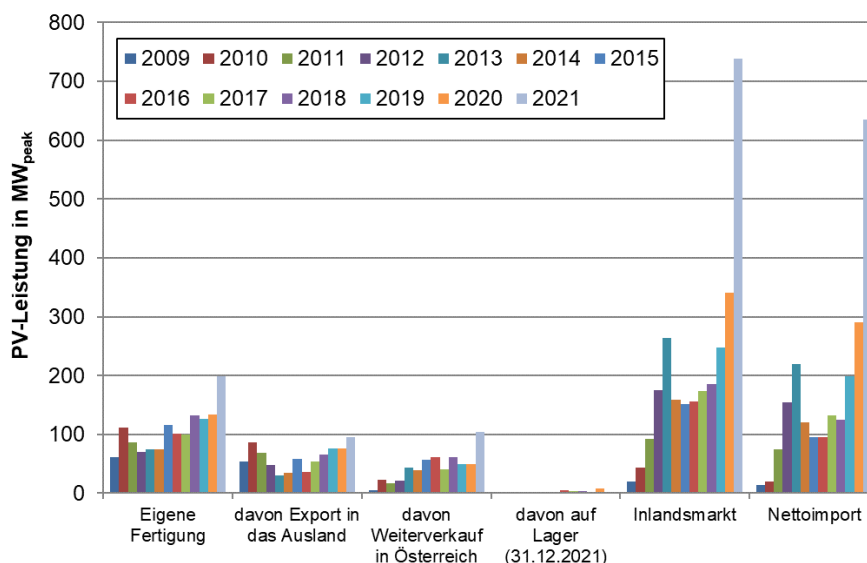


Abbildung 65 – Österreichische Photovoltaik-Modulfertigung der Jahre 2009 bis 2021
 Quelle: Technikum Wien (2022)

Produktion und Export von Wechselrichtern

Die Wechselrichterproduktion ist für die österreichische Photovoltaikindustrie von großer Wichtigkeit. Jedoch liegt der Markt für diese österreichischen Produkte überwiegend im Ausland. Diese Tatsache spiegelt sich in Exportquoten von über 97 % von 2008 bis 2013 wider. 2014 sank diese im Vergleich zu den Vorjahren deutlich ab (89 %). Nach einem leichten Anstieg im Jahr 2015 blieb die Exportquote in den Folgejahren (2016: 91 %, 2017: 93 %, 2018: 94 %, 2019: 95 %, 2020: 93 % und 2021: 89 %) unverändert hoch. **Tabelle 34** beschreibt die erhobenen Daten der vergangenen vier Jahre der österreichischen Wechselrichterproduktion. Im Gegensatz zum Vorjahr war im Jahr 2021 ein leichter Rückgang auf 3.570 MW_{peak} zu verzeichnen (-2,4 %).

Tabelle 34 – Wechselrichterproduktion in Österreich 2018 bis 2021
 Quelle: Technikum Wien (2022)

Wechselrichter	Produktion			
	2018	2019	2020	2021
Leistung [MW]	2.567	3.499	3.657	3.570

7.4 Genutzte erneuerbare Energie

Ausgangspunkt zur Abschätzung des Energieertrages und der CO_{2äqu}-Einsparungen durch die in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen ist die kumulierte installierte Anlagenleistung von 2.782.602 kW_{peak} Ende 2021.

Die errechnete Strommenge, welche durch die kumulierte österreichische Photovoltaik Anlagenleistung im Jahr 2021 produziert wurde, beträgt rund 2.782,6 GWh. Dies entspricht bei einer Endabgabe an das öffentliche Netz in Österreich in 2021 von 58.771 GWh einem Anteil von rund 4,73 % (E-Control 2021a).

7.5 Treibhausgaseinsparungen

Weitere Annahmen betreffen die Emissionskoeffizienten der substituierten elektrischen Energie und die Anzahl der Volllaststunden. Der CO_{2äqu} Emissionskoeffizient wurde, wie in **Kapitel 3.3.2** detailliert erläutert, mit 342,7 gCO_{2äqu}/kWh errechnet.

Die Annahmen und die daraus ermittelten Werte sind in **Tabelle 35** zusammengefasst.

Tabelle 35 – CO_{2äqu}-Einsparungen durch Photovoltaik in Österreich im Jahr 2021
Quelle: Berechnung Technikum Wien (2022)

Ermittlung CO₂-Einsparungen 2021	
Kumulierte installierte PV-Leistung	2.782.602 kW _{peak}
Volllaststunden	1.000 h/a
Erzeugte Strommenge	2.782.602 MWh/a
Emissionskoeffizient der Substitution	342,7 gCO _{2äqu} /kWh
Eingesparte CO₂-Emission	953.598 t CO_{2äqu}

Die ermittelte CO_{2äqu}-Einsparung errechnet sich für das Jahr 2021 auf 953.598 Tonnen CO_{2äqu}.

7.6 Umsatz und Wertschöpfung

Im Folgenden werden der erwirtschaftete Umsatz und die damit verbundene nationale Wertschöpfung der österreichischen PV-Branche dargestellt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass es sich dabei um eine grobe Abschätzung des Umsatzes bzw. der heimischen Wertschöpfung handelt. Eine detaillierte Analyse der gesamten Wertschöpfungskette inklusive der einzelnen Vorleistungen ist im Rahmen dieses Marktberichts nicht möglich. Die Durchführung einer gesonderten Studie für die detaillierte Analyse der Wertschöpfungseffekte der österreichischen Photovoltaik Branche und die Ableitung konkreter Maßnahmen zur Forcierung der österreichischen Wertschöpfung ist daher zu empfehlen.

Für die Berechnung des erwirtschafteten Gesamtumsatzes durch die Installation von PV-Komplettsystemen in Österreich wurde der mittlere Systempreis für fertig installierte 5 kW_{peak} PV-Anlagen im Jahr 2021 verwendet, wie in **Abbildung 59** dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass nahezu 100 % der in Österreich neu installierten PV-Anlagen im Jahr 2021 von inländischen PV-Planern und –errichtern installiert wurden. Der errechnete Gesamtumsatz der österreichischen PV-Planer und Errichter beträgt damit ca. 1.141,2 Mio. EUR für das Jahr 2021.

Die Preisanteile für Module (rund 36 %), Wechselrichter (rund 23 %), Personal (rund 16 %) sowie für Verkabelung, Unterkonstruktion und weitere Komponenten (rund 25 %) am Komplettsystempreis sind in **Tabelle 36** aufgelistet. Aus den Daten der Erhebung geht hervor, dass 14,1 % der im Inland installierten Module sowie 47,7 % der eingesetzten Wechselrichter im Jahr 2021 auch im Inland produziert wurden, darunter sind jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit auch im Ausland produzierte Wechselrichter und Module, die von österreichischen Händlern an heimische Planer und Errichter weiterverkauft wurden. Auf Basis dieser Daten liegt die nationale Wertschöpfung durch die Installation von PV-Komplettsystemen in Österreich bei 429,8 Mio. EUR, was 37,7 % des Umsatzes entspricht.

Die österreichischen Modulproduzenten produzierten im Jahr 2021 PV-Module mit einer Gesamtleistung von 198.143 kW_{peak}. Davon wurden insgesamt 94.669 kW_{peak} exportiert und 103.468 kW_{peak} in Österreich weiterverkauft. Der damit verbundene Umsatz im Jahr 2021 beträgt 62,8 Mio. EUR.

Die Erlöse aus dem Stromverkauf der PV-Anlagenbetreiber betragen im Jahr 2021 über 280,8 Mio. Euro. Für diese Abschätzung wurden die in Österreich installierten PV-Anlagen in drei Kategorien unterteilt:

- (1) Kategorie 1 umfasst alle Anlagen, die einen Einspeisetarif nach dem Ökostromgesetz erhalten. Diese Anlagen weisen eine Gesamtleistung von 1.444.078 kW_{peak} auf.
- (2) Kategorie 2 beinhaltet alle autarken PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung Ende 2021 von 8.697 kW_{peak}.
- (3) Kategorie 3 umfasst alle netzgekoppelten Anlagen, die keinen Einspeisetarif nach dem Ökostromgesetz erhalten. Ende 2021 betrug deren installierte Leistung 1.329.828 kW_{peak}, Diese sogenannten Überschusseinspeiser verbrauchen einen Teil des erzeugten PV-Stroms selbst, nicht verbrauchter Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist und entsprechend vergütet.

Tabelle 36 – Umsatz und Wertschöpfung durch PV-Systeme in Österreich 2021
 PV-Anlagenplaner und –errichter. Quelle: Technikum Wien (2022)

Neu installierte Anlagen 2021	kW_{peak}	739.668
Typischer mittlerer Systempreis für fertig installierte 5 kW_{peak} PV-Anlage 2021	EUR/kW_{peak}	1.542,8
davon Modul *	EUR/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	552,7 36 %
davon Wechselrichter *	EUR/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	356,1 23 %
davon Personalkosten *	EUR/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	253,5 16%
davon Verkabelung, Unterkonstruktion & weitere Komponenten *	EUR/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	380,6 25 %
Gesamtumsatz (PV-Planer und -errichter)	Mio. EUR	1.141,2
davon Modul	Mio. EUR	408,8
davon Wechselrichter	Mio. EUR	263,4
davon Personalkosten	Mio. EUR	187,5
davon Verkabelung, Unterkonstruktion, Installation & weitere Komponenten	Mio. EUR	281,5
Gesamte inländische Wertschöpfung (PV-Planer und -errichter)	Mio. EUR	429,8
davon Modul (14,02 % aus dem Inland *)	Mio. EUR	57,2
davon Wechselrichter (47,71 % aus dem Inland *)	Mio. EUR	125,7
davon Personalkosten (100 % aus dem Inland *)	Mio. EUR	187,5
davon Verkabelung, Unterkonstruktion, Installation & weitere Komponenten (21,11 % aus dem Inland *)	Mio. EUR	59,4
Anteil inländischer Wertschöpfung an Gesamtumsatz (PV-Planer und -errichter)		37,7 %
* Erhebung über 30 österreichische Anlagenplaner und Errichter		

Die Erlöse der Anlagenbetreiber aus Kategorie 1, die aus dem Stromverkauf an die OeMAG im Jahr 2021 erzielt wurden, betragen laut OeMAG rund 169,63 Mio. Euro.

Sowohl bei Kategorie 2 als auch bei Kategorie 3 wird die jährliche Stromerzeugung auf Basis von 1.000 Volllaststunden pro kW_{peak} installierter PV-Leistung errechnet. Eigenverbrauch wird mit dem Jahresdurchschnittspreis für elektrische Energie im Jahr 2021 in Höhe von 17,0 €Cent/kWh bewertet, siehe Statistik Austria (2020). Bei autarken Anlagen kann von einem 100 %igen Eigenverbrauch ausgegangen werden, bei Überschusseinspeisern mit einem Eigenverbrauchsanteil von ca. 30 % - siehe Quaschnig (2012). Für die Überschusseinspeisung ins Stromnetz werden je nach Energieversorgungsunternehmen unterschiedliche Preise bezahlt, im Schnitt kann jedoch mit 4,5 €Cent pro eingespeiste Kilowattstunde gerechnet werden (PV Austria (2020)). Die auf dieser Basis berechneten Opportunitätskosten für Strom von autarken PV-Anlagen und Überschusseinspeisern betragen im Jahr 2021 über 109,71 Mio. EUR. Die Erlöse aus dem Verkauf von PV-Strom in Österreich im Jahr 2021 sind in **Tabelle 37** zusammengefasst.

Tabelle 37 – Erlöse aus dem Verkauf von PV-Strom in Österreich im Jahr 2021
 Quelle: Erhebung und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	PV-Leistung Ende 2021 in kW_{peak}	Erlöse in Mio. EUR
(1) PV-Anlagen, die einen Einspeisetarif nach dem Ökostromgesetz erhalten	1.444.078	169,63
(2) autarke PV-Anlagen	8.697	1,48
(3) Überschusseinspeiser	1.329.828	109,71
Gesamt	2.782.602	280,82

7.7 Beschäftigungseffekte

Die Entwicklung der Arbeitsplätze am österreichischen PV Markt ist in **Tabelle 38** abgebildet. Die Arbeitsplatzzahlen wurden im Zuge der jährlichen Datenerhebung ermittelt. Dabei gestaltet sich die Ermittlung der Arbeitsplatzzahlen der österreichischen PV-Planer und Errichter als äußerst komplex, da in vielen Unternehmen keine klare Abgrenzung der unterschiedlichen Unternehmensbereiche vorgenommen wird. Basierend auf der Befragung von 30 österreichischen Anlagenplanern und –errichtern, die ca. 35 % der 2021 in Österreich neu installierten Leistung repräsentieren, wurden die durchschnittlichen Arbeitsplätze pro installiertem MW_{peak} ermittelt und anhand der 2021 neu installierten PV Leistung hochgerechnet. Dabei wurden nur Anlagenplaner und -errichter berücksichtigt, die im Jahr 2021 PV-Anlagen mit einer Leistung von mindestens 200 kWp installiert haben (n=11). Wie im Vorjahr wurden auch heuer 4,2 Arbeitsplätze pro installiertem MW_{peak} erhoben. Generell ist hier jedoch anzumerken, dass diese Zahlen mit Bedacht interpretiert werden müssen und auch in Zukunft für einen aussagekräftigeren Vergleich über mehrere Jahre hinweg beobachtet werden sollten.

Auf Basis dieser Kennzahl sowie der 2021 installierten Leistung von 739,7 MW_{peak} ergeben sich 3.104 Arbeitsplätze, was einen Anstieg um etwa 116,7 % im Vergleich zum Vorjahr bedeutet. Damit sind die PV-Planer und –errichter für 68,5 % der gesamten Arbeitsplätze der PV-Branche verantwortlich. Mit 811 Arbeitsplätzen (17,9 %) liegen die Hersteller von Wechselrichtern und PV-Zusatzkomponenten an zweiter Stelle. Die Anzahl der Beschäftigten in diesem Bereich dürfte jedoch deutlich höher liegen, da viele Produzenten ihre Produkte nicht ausschließlich für die PV-Sparte produzieren und daher keine bzw. keine verlässlichen Zahlen bezüglich der Angestellten im PV Bereich liefern konnten. Schließlich wurden weitere 429 Arbeitsplätze im Bereich der Forschung und Entwicklung (9,5 %) sowie 185 Arbeitsplätze seitens der österreichischen Modulproduzenten (4,1 %) erhoben. Die Gesamtsumme im Jahr 2021 kann somit mit 4.529 Arbeitsplätzen beziffert werden. Dies entspricht einem Zuwachs von 64,5 % im Vergleich zu 2020. Verantwortlich dafür ist in erster Linie der deutliche Anstieg der in Österreich im Jahr 2021 neu installierten Leistung, die vor allem seitens der PV-Planer und Errichter eine deutliche Steigerung bei den Arbeitsplätzen mit sich brachte.

Tabelle 38 – Arbeitsplätze des österreichischen PV-Marktes von 2015 bis 2021
 Quelle: Erhebung und Berechnung Technikum Wien (2022)

Arbeitsplätze in Vollzeitäquivalenten	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Anteil an Summe 2021	Veränderung 2020/2021
Modul- und Zellenproduzenten ¹	183	171	116	138	135	172	185	4,1 %	7,56 %
Anlagenplaner und -errichter ²	1.270	1.145	1.257	931	1.227	1.432	3.104	68,5 %	116,74 %
Wechselrichter und Zusatzkomponenten ¹	906	906	871	927	873	748	811	17,9 %	8,42 %
Forschung und Entwicklung	578	601	570	549	514	403	429	9,5 %	6,46 %
Gesamt	2.936	2.822	2.813	2.544	2.749	2.755	4.529	100,0 %	64,5 %

¹ Expertenschätzung zu den fehlenden Informationen der heimischen Produzenten die keine Angaben machten.
² Hochrechnung basierend auf einer Stichprobe von n=11 österr. PV-Planern und Errichtern mit durchschnittlich 4,2 Arbeitsplätzen pro installiertem MW_{peak}.

Abbildung 66 zeigt die Entwicklung der Arbeitsplätze in Vergleich zur jährlich installierten Photovoltaik-Leistung. Zusätzlich ist eine Bandbreite möglicher Gesamtarbeitsplätze aufgezeichnet (gestrichelte Linien), welche auf die in 2021 neu installierte Leistung umgerechneten Kennzahlen (Arbeitsplätze pro MW_{peak}) der Literatur widerspiegelt. Die Literatur spannt mit Kennzahlen zwischen 6 und 33 Arbeitsplätze pro MW_{peak} einen weiten Bogen (vgl. Renner et al. (2008), Antal et al. (2010); EScience Associates (2013)).

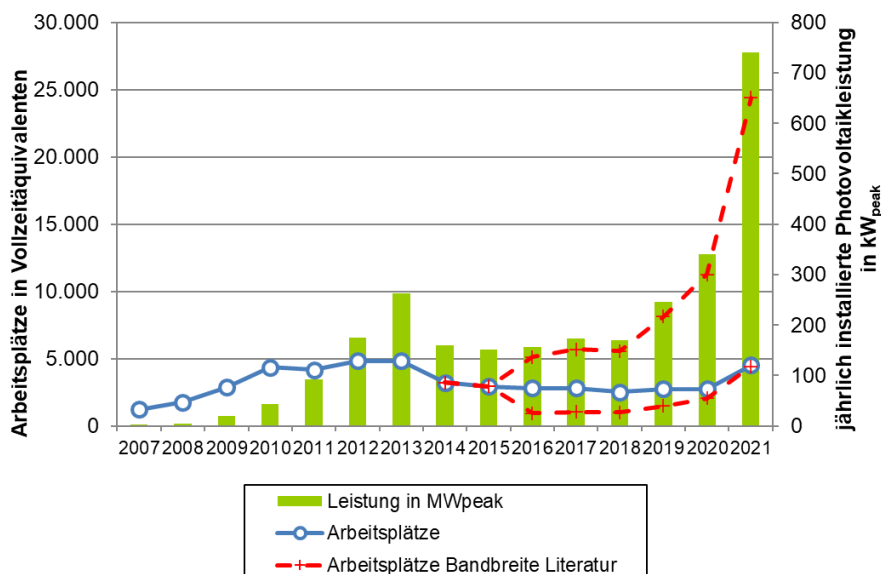


Abbildung 66 – Arbeitsplätze und installierte PV-Anlagenleistung 2007-2021
 Entwicklung und Bandbreite laut Literaturkennzahlen. Quellen: Renner (2008), Antal (2010), EScience Associates (2013) und Berechnungen Technikum Wien (2022)

7.8 Innovationen

Photovoltaikzellen stellen die kleinste Einheit der Photovoltaik dar. Wafergrößen und damit Zellgrößen haben sich progressiv erhöht, da es allgemein von Industrieakteuren als einfache Möglichkeit gesehen wird, Zellen und Module zu verbessern. Heutzutage typische Wafergrößen reichen von 156,75 x 156,75 mm² (benannt M2) bis 210 x 210 mm² (benannt M12). Bis heute gibt es keinen Standard in der Wafergröße.

Trotzdem haben M10-Wafer (182 x 182 mm²) und M12 im letzten Jahr deutlich dazugewonnen. Im Allgemeinen können Zellen entweder als Wafer-basierte kristalline Silizium c-Si-Zellen (Mono- und multikristallin), Verbindungshalbleiter (Dünnschichtzellen) oder organische Zellen klassifiziert werden. Derzeit machen kristalline Silizium (c-Si)-Technologien mehr als 95 % der gesamten weltweiten Zellproduktion aus. Mit einem Anteil von über 85 % an der gesamten im Jahr 2021 neu installierten Leistung nehmen monokristalline Zellen den größten Anteil ein.

Dünnschichtzellen entstehen durch Abscheidung extrem dünner Schichten photovoltaischer Halbleitermaterialien auf einem Trägermaterial wie Glas, Edelstahl oder Kunststoff. III-V-Verbindungs-Halbleiter-PV-Zellen werden unter Verwendung von Materialien wie z. B. Galliumarsenid (GaAs) auf Germanium (Ge)-Substraten erzeugt und haben hohe Umwandlungseffizienzen von 25 % bis 30 % (nicht konzentriert). Aufgrund ihrer hohen Kosten werden sie normalerweise in konzentrierten PV -Anlagen (CPV-Anlagen) mit Nachführsystemen oder in Raumfahrtanwendungen eingesetzt. Etwas weiter verbreitet sind Cadmiumtellurid (CdTe) und Kupfer-Indium-(Gallium)-Diselenid (CIGS und CIS). Amorphe (a-Si) und mikromorphes Silizium (μ -Si) hatten früher einen bedeutenden Marktanteil, konnten aber weder dem Preisverfall von kristallinen Siliziumzellen als auch dem Wirkungsgradzuwachs anderer Dünnschichttechnologien folgen.

Organische Dünnschicht-PV-Zellen (OPV) verwenden Farbstoff oder organische Halbleiter als lichtsammelnde aktive Schicht. Diese Technologie ist die derzeit am schnellsten voranschreitende Solar-Technologie. Trotz der geringen Herstellungskosten sind langzeitstabile Produkte noch nicht am Markt verfügbar.

Tandemzellen basierend auf Perowskiten werden ebenfalls erforscht, entweder auf Basis von kristallinem Silizium oder einer Dünnschichtbasis und könnten früher auf den Markt kommen als reine Perowskit-Produkte. Im Jahr 2021 erreichte eine Perowskit-Solarzelle 28,0 % Wirkungsgrad bei siliziumbasiertem Tandem und 23,26 % Wirkungsgrad in CIGS-basierten Tandems.

Bifaziale PV-Module sammeln Licht auf beiden Seiten des Moduls. Wenn die Montage derart ausgeführt wird, dass Albedo genug Licht reflektiert, wird die Steigerung der Energieerzeugung auf maximal 15 % bei fix montierten Modulen bzw. auf bis zu 30 % bis 35 % bei einem einachsigen nachgeführten System geschätzt. Aktuelle Großprojekte in Wüstengebieten stärken das Marktvertrauen in die bifaziale PV-Technologie, was zur Folge hat, dass sich Produktionslinien zunehmend in Richtung bifazialer Module bewegen.

Neue Marktsegmente, die weltweit 2021 an Schwung gewonnen haben sind Floating PV (FPV) und Agrar-PV. Japan war eines der ersten Länder, in denen Floating-PV-Anlagen umgesetzt wurden und weist immer noch die höchste Anzahl an Floating-PV-Projekten (~200) auf. Auch in Singapur wurde im Juni 2021 eine 60-MW_{peak} FPV-Anlage eingeweiht und eine Studie für weitere 140 MW_{peak} erstellt. Weltweit sind Ende 2021 FPV Anlagen mit einer Leistung von 3,021 GW_{peak} im Einsatz, davon 1,3 GW_{peak} in China, wo die Entwickler ehemalige Kohleminen nutzen, die geflutet wurden.

Österreichs Mitarbeit im Photovoltaikprogramm der Internationalen Energieagentur IEA-PVPS (www.iea-pvps.org) ist wesentlich für die Überführung internationaler Forschungsaktivitäten in die heimische Photovoltaik-Innovationsszene. Aktuell ist Österreich an 6 von 8 laufenden Forschungsaktivitäten (Tasks) in der IEA beteiligt und leitet den Task „High penetration of PV systems in electric grids“ (Task 14). Neben den Themen der verstärkten Netzintegration und der PV in Gebäuden arbeiten Österreichs ExpertInnen in den Themengebieten „PV Analysen“ (Task 1), „Nachhaltigkeit“ (Task 12), „Leistungsbeurteilung, Betrieb und Zuverlässigkeit von PV Systemen“ (Task 13), „PV-Bauwerksintegration“ (Task 15) sowie „Solare Ressourcen“ (Task 16).

Dieses internationale Forschungsnetzwerk ist mit gesamt etwa 350 ForscherInnen aus etwa 30 Ländern mittlerweile eines der größten und erfolgreichsten Technologie-Kooperationsprogramme der IEA. Die strategische Leitung („Vice Chair strategy“) wird bereits seit etwa zehn Jahren vom Österreichischen Vertretern wahrgenommen. Ergebnisse und Kooperationen, die sich aus diesem Netzwerk ergeben, werden direkt in die Österreichische Innovationslandschaft eingespielt, wobei die österreichische Technologieplattform Photovoltaik dabei national eine koordinierende Rolle einnimmt.

7.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

Die Photovoltaik Technologie Roadmap des BMVIT aus dem Jahr 2016 (Fechner et al. 2016) bzw. Teil 2 aus dem Jahr 2018 (Fechner et al. 2018) mit Fokus auf die Anwendungsbereiche Gebäude/Städte, Mobilität, Landwirtschaft und Industrie, skizzieren die grundsätzliche Entwicklungsperspektive der Photovoltaik, die möglich werden kann, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend adaptiert werden. Mittlerweile ist es nicht mehr überwiegend eine Kostenfrage, die die tatsächliche Entwicklung den Roadmap-Pfaden hinterherlaufen lässt, sondern eine Frage geeigneter Rahmenbedingungen.

Eine der stärksten Barrieren dürfte im Eigenbedarfsvorrang liegen, der dazu führt, dass geeignete Dächer nicht voll bzw. selten genutzte Objekte (Ferienhäuser,...) gar nicht genutzt werden, da die zu erwartende Produktion oft auf die Möglichkeit des selbstgenutzten Stromes reduziert wird. Die zusätzliche Barriere einer Abgabe für den Eigenverbrauch bei einer Jahreserzeugung größer 25.000 kWh wurde 2019 gestrichen, was eine geringfügige Erleichterung bei Gewerbe- und Industrieanlagen brachte. Die gestiegenen Einspeisetarife und das Modell der Energiegemeinschaften könnten diese Situation in den kommenden Jahren etwas entschärfen, langfristige Planbarkeit wäre aber dennoch wünschenswert.

Seitens des planenden und errichtenden Gewerbes werden weiterhin bürokratische Barrieren wie Betriebsanlagengenehmigungen, Bescheideinholungen oder auch oft schwer nachvollziehbare Aufwendungen für den Netzanschluss genannt. Reduktion auf das Nötigste sowie eine erhöhte Transparenz des Netzzustandes vor Ort bzw. von Netzausbauplänen könnten hier Abhilfe schaffen. Die Rolle der E-Control als Schlichtungsstelle ist dabei essentiell. Das neue EAG hat hier - u.a. mit den pauschalierten Netzzutrittsentgelten - für erste Erleichterungen gesorgt.

Das Ziel der aktuellen Bundesregierung, 100 % Strom aus Erneuerbaren bis 2030 zu generieren und die damit verbundene Erhöhung der installierten PV-Leistung um 11 GW, kann nur mit jährlichen Ausbauraten größer 1 GW_{peak} erreicht werden. Damit könnte die PV im Jahr 2030 etwa 15 % des österreichischen Stromverbrauchs (bei einer angenommenen Steigerung um 20 % im Vergleich zu 2016) abdecken.

Vorgaben für PV-Verpflichtungen im Neubau und bei Sanierungen in den nationalen bautechnischen Vorschriften (OIB Richtlinie) könnten die tatsächlichen jährlichen Ausbauraten näher an die Roadmap-Szenarien bringen. Förderungen werden weiterhin eine wichtige Rolle spielen, jedoch sind einfache Antragstellung und Abwicklung sowie eine langfristige Planbarkeit eine notwendige Voraussetzung, die leider nach wie vor wenig mit der gelebten Praxis zu tun haben. Andere einfach zu administrierende Modelle der Unterstützung sehen ein Aussetzen der Mehrwertsteuer (bis zu einem Erreichen eines bestimmten Ausbauziels) oder andere Steuererleichterungen vor und sollten auf deren Realisierbarkeit analysiert werden.

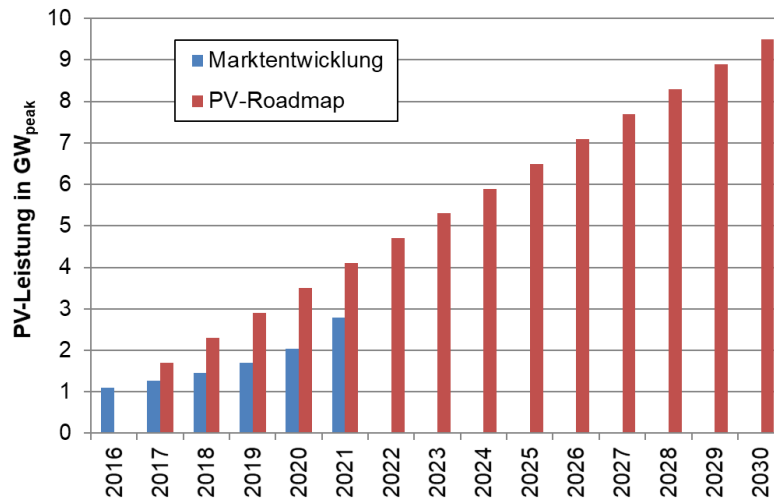


Abbildung 67 – Tatsächliche PV-Marktentwicklung und Roadmap-Szenario

Quellen: FH Technikum Wien (2022), Fechner et. al. (2016)

Wie in **Abbildung 67** ersichtlich sind die Realität sowie die Roadmap-Pfade (bzw. die diesen recht ähnlichen aktuellen Regierungsziele) noch deutlich voneinander entfernt. Der jährliche Zubau hat sich in den letzten Jahren von unter 200 MW_{peak} über 340 MW_{peak} im Jahr 2020 auf einen neuen Rekordwert im Jahr 2021 (739,7 MW_{peak}) eingestellt. Aktuelle politische Entwicklungen wie z. B. eine unsichere Versorgung mit fossilen Energien sowie die Diskussionen um das Klima lassen erwarten, dass diese Entwicklung anhalten wird - vorausgesetzt diese gesellschaftlichen Treiber bleiben in dieser Intensität in der öffentlichen Diskussion.

Technologische Ziele der Roadmap, wie eine verstärkte Fokussierung in Österreich auf die bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV) werden derzeit nur auf geringem Niveau weitergeführt. Forschungsförderungen für entsprechende technologische Entwicklungen in dieser vielversprechenden Nische sind daher auszuweiten. Das im Regierungsprogramm erwähnte „1 Million PV-Dächer Programm“ verdeutlicht, dass vorrangig die Potenziale an und auf Gebäuden genutzt werden sollten. Dazu sind signifikante Änderungen der Rahmenbedingungen erforderlich (Eigenbedarfsvorrang abbauen, Verpflichtungen einführen, Baurichtlinien ändern,...). Aber auch für PV auf verfügbaren Flächen abseits von Gebäuden sind geeignete Rahmenbedingungen für deren rasche Erschließung erforderlich. Geeignete Flächen sind unter anderem infrastrukturell bereits genutzte Flächen wie Parkräume, Strassen- und Wegeüberdachungen, Schallschutzwände und Wasserflächen („Floating PV“ z. B. auf Stauseen) bis hin zu Grünbrachen und anderen landwirtschaftlichen Flächen, wobei hier speziell auf eine Kategorisierung nach der Wertigkeit der Flächen zu achten ist. Spezielle Förderungen, die innovative und bereits technologisch ausgereifte PV-Technologien unterstützen, sollen dazu beitragen, neue PV-Märkte auf bereits genutzten Flächen zu schaffen. Beim weiteren Ausbau der Photovoltaik sollten daher neben den Kosten für die erzeugten Kilowattstunden auch weitere Faktoren wie nationale Wertschöpfung, Doppelnutzen, Nähe zu potenziellen Verbrauchern, Netzverfügbarkeit und die gesellschaftliche Akzeptanz Beachtung finden. Ein 2021 zum bereits dritten Mal von der TPPV durchgeführter „Österreichischer Innovationsaward für Integrierte Photovoltaik“ konnte besonders auf diese Chancen der integrierten PV hinweisen. Dabei werden neben den Gebäuden auch alle anderen baulichen Strukturen wie Lärmschutzwände, Strassen, Brücken, Park- sowie Rastplätze und Stauwerke sowie der Fahrzeugsektor (VIPV – vehicle integrated

PV) einbezogen, um die Chancen der Photovoltaik unter Einhaltung ästhetischer und systemtechnischer Qualitätskriterien möglichst optimal zu nutzen.

Die Österreichische Technologieplattform Photovoltaik (TPPV) sieht besonders in der bauwerkintegrierten Photovoltaik einen erfolgversprechenden Weg für Österreich, wobei Integration dabei als ästhetisch/architektonische sowie als systemische Integration in das Energiesystem vor Ort gesehen wird. Damit rücken Energiemanagement und lokales Lastmanagement, das bis zur Versorgung der lokalen Mobilitätsbedürfnisse reichen kann, in den Mittelpunkt. Die Technologieplattform Photovoltaik erwartet, dass bei diesem Ansatz die Akzeptanz die Bevölkerung höher ist, vor allem würden aber auch die lokale Wertschöpfung und Innovationsaspekte und damit heimische Arbeitsplätze deutlich höher sein als bei Aufdach- bzw. Freiflächenlösungen.

7.10 Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

Die immer stärker werdende gesellschaftliche Diskussion zum Thema Klimawandel, vor allem aber auch die Frage der Versorgungssicherheit und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, insbesondere aufgrund unsicherer Lieferländer hat dazu beigetragen, dass inzwischen auch in höchsten politischen Kreisen die Notwendigkeit eines raschen und vollständigen Ausstiegs aus dem fossilen Energiesystem angekommen ist. Photovoltaik, eine Technologie, die lange als teure Nischentechnologie betrachtet wurde, hat es inzwischen geschafft, als eine der wichtigsten Technologien für die Energiewende wahrgenommen zu werden. Die vielfältige Anwendbarkeit, inklusive Integrationsfähigkeit in bereits bestehende Strukturen sowie der inzwischen eingetretene Kostenrückgang, aber auch die vergleichsweise gute langfristige Rohstoff-Verfügbarkeit führt dazu, dass die Photovoltaik in den kommenden Jahrzehnten zur mit Abstand wichtigsten Stromerzeugungstechnologie aufsteigen wird. Photovoltaik-Großanlagen im Multi-Megawattbereich sind nahezu in allen Ländern weltweit bereits unter den billigsten Möglichkeiten der Stromerzeugung zu finden. Werden CO₂-Effekte und andere Umweltkosten bei allen Stromerzeugungstechnologien stärker berücksichtigt, so würden sich bereits heute - abhängig von Standort und Nutzungsart – auch für viele kleinere Projekte Kosten ergeben, die die PV nahezu überall zu den günstigsten Formen der Stromerzeugung zählen lassen. Überdies wird der Photovoltaik noch ein weiteres Kostendegressionspotential vorausgesagt, das aber nun nicht mehr primär von einer weiter zunehmenden Massenfertigung (Economies of scale) herrührt, sondern von neuen Technologieentwicklungen, die teilweise noch im Laborstadium sind. So berichtet das National Renewable Energy Laboratory (NREL) im März 2020 über die Entwicklung einer Solarzelle mit einem Wirkungsgrad von 47,1 %. Dabei handelt es sich um eine Sechsfach-Solarzelle, die auf Halbleitermaterialien aus den Gruppen III-V des Periodensystems basiert.

Derartige Effizienzrekorde zeigen das grundsätzliche Potenzial für eine höhere Effizienz, die sich langsam, aber beständig nach oben entwickelt. Der Materialverbrauch für Siliziumzellen hat sich in den letzten 13 Jahren aufgrund erhöhter Wirkungsgrade, dünnerer Wafer und Drähte sowie größerer Blöcke deutlich von etwa 16 g/W_{peak} auf etwa 4 g/W_{peak} reduziert. Dadurch hat sich auch die Energierücklaufzeit von PV-Anlagen, die u.a. abhängig vom geografischen Standort ist, weiter verringert: In Nordeuropa benötigen PV-Anlagen aktuell etwa 2,5 Jahre, um den Energieaufwand, der bei der Produktion anfällt, auszugleichen. PV-Anlagen im Süden ist dies je nach Technologie bereits nach 1,5 Jahren und weniger der Fall. „Sustainable Manufacturing“ ist im Trend, Recyclingfähigkeit wird mehr und mehr bereits im Produktionsprozess Beachtung finden⁸. Neuentwicklungen bei Wechselrichtern konzentrieren sich vermehrt auf netzdienliche Funktionen sowie Funktionen zur Optimierung des Eigenverbrauchs. Hybrid-Wechselrichter, die direkt mit Speichern kombiniert werden können, drängen zunehmend in den Markt.

Die weltweit, speziell aber auch in Österreich, erwartete starke Zunahme des Stromverbrauchs – unter anderem aufgrund der zunehmenden Digitalisierung - ist eine Herausforderung, aber auch eine besondere Chance für die Photovoltaik. Mobilitätslösungen weisen ebenso wie der Bereich der Klimatisierung große (zeitliche) Synergiepotenziale mit der photovoltaischen Stromerzeugung auf.

⁸ Photovoltaics report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE Conferences & Consulting GmbH Freiburg, 14 March 2019 www.ise.fraunhofer.de

7.10.1 Voraussichtliche Entwicklung des Marktes

Im österreichischen „Erneuerbaren Ausbaugesetz“, das im Juli 2021 in Kraft getreten ist, sind klare Ziele vorgegeben, die für die Photovoltaik eine Steigerung um 11 TWh bis 2030 vorsehen. Damit einher geht die Notwendigkeit in den kommenden 8 Jahren die jährliche Ausbaurate auf durchschnittlich etwa 1.000 MW_{peak} zu steigern. Fragen der Flächennutzung werden daher bereits jetzt intensiv diskutiert. Vorrangiges Ziel ist es, möglichst auf die optimierte Ausnutzung der bereits verbauten Umwelt und die integrierte PV zu setzen, mit der Argumentation der größeren Akzeptanz und höheren nationalen Wertschöpfung. Wo Ziele damit nicht erreichbar sind, werden auch Freiflächen auszubauen sein, wobei hier eine Kategorisierung u.a. entsprechend der ökologischen Wertigkeit und der vorliegenden Netzreserven erfolgen sollte. Neben der Verfolgung der Zahlen der installierten Kapazität sollte bei den steuernden Eingriffen jeweils auch die damit verbundene heimische Wertschöpfung Beachtung finden bzw. der Beitrag, den die PV zur Dezentralisierung des Energiesystems, bzw. den sozialen Effekten erbringt.

Diverse Leitfäden für die Planung und Realisierung für ökologisch verträgliche Nutzung von Photovoltaik auf Freiflächen wurden im letzten Jahr veröffentlicht.⁹ Klar ist mittlerweile, dass PV Freiflächenanlagen bei Einhaltung bestimmter Vorgaben (Verzicht auf landwirtschaftlich hochwertige Böden, u.a. ausreichende Belichtung und gleichmäßige Bewässerung, Rücksichtnahme auf Orts- und Landschaftsbild und Naturschutz etc...) eine deutliche Verbesserung der örtlichen Biodiversität erreichen können, da diese Flächen über 25 und mehr Jahre ein nahezu vom Menschen unbetretenes Rückzugsgebiet für Insekten, Kleintiere und Pflanzen schaffen. Die damit unweigerlich einhergehende verringerte Verbauungsmöglichkeit mit PV Modulen macht diese Fläche für Investoren freilich oft etwas unattraktiver. Die Kombination von Freiflächen-PV mit landwirtschaftlicher Nutzung aller Art (Obstbau, Getreide, Viehhaltung, etc...) wird unter dem Titel „Agrar-PV“ aktuell in ersten Projekten realisiert und schafft neue Perspektiven für die heimische Landwirtschaft.

Speziell Beachtung finden sollten Zusatzeffekte, die entstehen, wenn die PV-Erzeugung nahe bei der Nutzung entsteht, was nicht nur Übertragungsverluste verringert, sondern überdies bei privater oder gewerblich industrieller Nutzung oftmals weitergehende Maßnahmen wie Energieeinsparung/Energiemanagement/Speicherung auslöst bzw. mehr und mehr auch zum Umstieg auf E-Mobilität mit Strom aus der eigenen PV Anlage anreizt.

Akzeptanz, die Synergien mit anderen Energielösungen und das Schaffen eines nationalen Heimmarktes für innovative PV-System-Lösungen, die weltweit exportiert werden können, sind generell die Eckpunkte, die beim sich zukünftig wesentlich dynamischer entwickelnden heimischen Markt Beachtung finden müssen.

7.10.2 Akteure und treibende Kräfte

Für die weitere Entwicklung des heimischen PV Marktes sind neben den GestalterInnen der Rahmenbedingungen bei Bund und Ländern die Verbände im Bereich der Photovoltaik, PV Austria und die Österreichische Technologieplattform Photovoltaik, mit dem speziellen Schwerpunkt von Forschung und Standortfragen, wichtige Treiber. Als wichtige Treiber für einen großen PV Markt sind mittlerweile aber auch Wohnbauträger, große

⁹ PV Austria: <https://pvaustria.at/wp-content/uploads/2020-Informationenbroschuere-Photovoltaik-Nutzung-in-der-Landwirtschaft-1.pdf>

Birdlife: Kriterien für eine naturverträgliche Standortsteuerung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen - <https://www.birdlife.at/page/stellungnahmen-positionen>

Infrastrukturbetreiber aus dem Gebäude- und Mobilitätsbereich sowie diverse Energieberatungen und öffentliche Stellen in Bund und Länder zu nennen. Indirekt ist die Verbindung zu anderen Technologiethemata wie Wasserstoff, Elektromobilität und Wärmepumpen zu erwähnen, die alle mit einem starken Ausbau der Photovoltaik in Verbindung gebracht werden. Indirekt ist als treibende Kraft auch der gesunkene Investitionsbedarf zu sehen, der es - vor allem bei Einbeziehung der öffentlichen Förderungen - vielfach ermöglicht, Amortisationszeiten von wenigen Jahren zu erreichen.

7.10.3 Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion

Die Marktdiffusion kann durch eine höhere Verbindlichkeit zur Nutzung der Photovoltaik wesentlich gesteigert werden. Verbindliche Vorschriften zur Installation von Photovoltaik im Neubau und in der Sanierung, wie sie bereits in Wien umgesetzt wurden, gibt es mittlerweile auch in der Schweiz und in Deutschland.

Die Kopplung von öffentlichen Förderungen an die Verwendung von PV Strom oder an die Beteiligung an PV Anlagen kann beispielsweise bei der Elektromobilität oder auch im Wohnbau verstärkt werden.

Bauvorschriften, die bereits in der Konzeption von Projekten die PV berücksichtigen, könnten weitere Potentiale erschließen. Anzudenken wäre hier beispielsweise eine geforderte Resttragfähigkeit beim Hallenbau, um die Zusatzlasten durch Photovoltaik aufnehmen zu können.

Neben der gesetzlichen Basis ist vor allem der Abbau der Aufwände bei der Abwicklung von Förderungen, der Bescheideinholung und der Netzanbindung essenziell, da diese Nebenkosten bei vielen Projekten bereits relevante Größenordnungen erreichen.

AUSBILDUNG: Einer der wichtigsten Faktoren im Zuge des nun zu beobachteten starken Aufschwungs wird es sein, die Kapazitäten bei Planung und Errichtung entsprechend auszubauen, wobei hier der Aspekt der Ausbildung und damit die Sicherstellung einer hohen Qualität beim Gewerbe der Planer und Installateure aber auch im Bereich der Architektur und des Bauwesens zentral sein wird.

7.10.4 Chancen für die österreichische Wirtschaft

Österreich hat sich in diversen Marktsegmenten der Photovoltaik international gut etabliert. Neben den Wechselrichtern und Modulen werden beispielsweise auch Folien, Zellverbinder, Sputtertargets und Unterkonstruktionen in alle Welt exportiert und verschiedenste PV bezogene Dienstleistungen angeboten. Die österreichischen Modul-Hersteller setzen sowohl auf Standard-Module als auch auf Sondermodule für die Bauwerksintegration und beweisen mit den Produkten weltweit die hohe Qualität heimischer PV-Erzeugnisse. Ein wachsender Heimmarkt könnte besonders dann für die Wirtschaft zum Erfolgsmodell werden, wenn innovative Anwendungen im nationalen Umfeld einen ersten Markt finden. Nahezu alle bestehenden Modulproduzenten befinden sich in der Vorbereitung bzw. Umsetzung von Kapazitätserweiterungen. Neben der Bauwerksintegration zählen auch systemische Lösungen, die auf die Speicherung oder auf die Einbindung der Wasserstoffherzeugung aus photovoltaischem Strom abzielen, aber auch Lösungen im Bereich Schallschutz, der direkten PV-Integration in Verkehrswege und Fahrzeuge, Floating- und Agri-PV und vieles mehr zu chancenreichen Entwicklungen, die auch Exportchancen eröffnen. Die Innovationskraft heimischer PV Unternehmen wird durch die enge Kooperation mit der Wissenschaft im Rahmen der österreichischen Technologieplattform Photovoltaik gestärkt. Aktuell sind 11

österreichische Forschungseinrichtungen und Fachhochschulen aktive Mitglieder der Plattform und arbeiten auf diesem Weg dauerhaft mit der produzierenden Industrie zusammen. Innovationen in großer Marktnähe werden durch ein neues Leuchtturmprogramm des Klima- und Energiefonds ab 2021 unterstützt, die öffentlichen Forschungsgelder für davorliegende Entwicklungen, die sich klar von Grundlagenforschung unterscheiden aber dennoch eine etwas weitere Marktferne haben, gehen jedoch seit vielen Jahren deutlich zurück, was mittelfristig die Gefahr in sich birgt, dass Forschungskapazitäten und Infrastrukturen abwandern und die Basis für eine innovative heimische PV Industrie damit untergraben wird. Weitere österreichische Firmen bereiten aktuell einen Markteinstieg in den internationalen PV Markt vor. Die Initiative der Europäischen Kommission zur Förderung europäischer Produktion (IPCEI („Important products of Common European Interest“)) steht kurz davor, Photovoltaik in die Liste der für Europa zentral wichtigen Produkte aufzunehmen. Österreichs Unternehmen sind eng abgestimmt mit den europäischen Partnern und arbeiten gemeinsam an der Wiedererstarkung einer großen europäischen Photovoltaik-Industrie, die auf Basis innovativer Produkte die Nachfolgegeneration der heutigen PV Technologie in Europa produzieren möchte. (z. B. Heterojunction-Module, Dünnschicht, Organische PV, spezielle Module für Bauwerksintegration, etc...)

7.10.5 Vision für 2050

Für 2050 sind Marktanteile für die Photovoltaik zu erwarten, die bis zur Hälfte des bis dahin deutlich wachsenden österreichischen Strombedarfs gehen könnten. Ein mit allen wesentlichen Akteuren abgestimmter Diskussionsprozess wäre förderlich, um ein gemeinsames Bild für Österreich ab der Klimaneutralität zu generieren. Die weitere Entwicklung bei Speichertechnologien, Power2X aber auch bei anderen Erzeugungstechnologien wie Wind oder Bioenergie haben Einfluss auf die notwendigen Potentiale, die die PV schlussendlich erschließen muss. Neben wirtschaftlichen Entwicklungen beeinflussen freilich auch soziale und gesellschaftliche Entwicklungen und Einstellungen die Frage der notwendigen PV-Leistung, die zur Erreichung eines klimaneutralen Österreichs erforderlich ist.

Der Flächenbedarf dafür wird überdies wesentlich von der weiteren Entwicklung der Wirkungsgrade bestimmt. Wenngleich bei marktverfügbaren Technologien Wirkungsgradsprünge von aktuell etwa 20 % auf im Labor erreichte Wirkungsgrade von etwa 45 % in den kommenden Jahren unrealistisch erscheinen, so sind doch auch Wirkungsgradsteigerungen selbst im kleinen Prozentbereich nicht unwesentlich: Würden die Wirkungsgrade der Module im Mittel z. B. von 16 % auf 20 % steigen, würde das technische Potential um 25 % zunehmen und somit der Flächenbedarf ebenso um ein Viertel reduziert werden.

Für die Zeit bis 2050 kann zumindest von einer weiteren Effizienz-Steigerung um 5-8 % ausgegangen werden, was den oben erwähnten Rückgang in Bezug auf den Flächenbedarf pro Leistungseinheit bis 2050 um zumindest 25 % plausibel erscheinen lässt.

Dennoch werden bei einer 50 %igen Strombedarfsdeckung durch Photovoltaik nahezu alle Potentiale ausgeschöpft werden müssen. Jede geeignete Außenfläche eines Bauwerkes wird standardmäßig zur Stromproduktion durch PV-Zellen, die in Fassaden, Dachelemente, Fenster, Sonnen- und Lärmschutzeinrichtungen etc. eingearbeitet sind, beitragen. Parkräume werden standardmäßig mit PV überdacht werden, PV-Anlagen werden auch im Landwirtschaftsbereich in Synergie mit der Nahrungsmittelproduktion für Abschattung und damit verringertem Bewässerungsbedarf sorgen bzw. auf Brachflächen die Artenvielfalt fördern. In der dann nahezu ausschließlich elektrisch betriebenen Mobilität wird die

Photovoltaik durch direkte Integration bei Leichtbaufahrzeugen, durch die Versorgung der Ladeinfrastruktur sowie die Wasserstoffproduktion eine entscheidende Rolle spielen.

Die Flexibilisierung des Energiesystems durch Ausschöpfung aller Lastmanagementpotentiale und durch Ausbau der Speicher wird die systemische Voraussetzung für diesen Wandel sein.

Die langfristigen Anforderungen an das Stromnetz, die sich aus der dynamischen Marktentwicklung der Photovoltaik ergeben, sind dabei in direkter Abhängigkeit von den Innovationen und der weiteren Kostenentwicklung bei den Speichertechnologien bzw. beim Wasserstoff (Kurz- und Langzeitspeicher) zu sehen.

7.10.6 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Im Vergleich zu vielen Nachbarländern landet Österreich mit etwa 4,3 % der jährlichen Stromaufbringung aus Photovoltaik im unteren Mittelfeld. Länder wie Griechenland (13,6%), Spanien (12,9%) aber auch die weniger sonnigen Deutschland und die Niederlande (je 11,8 %), Italien (9,3 %), Belgien (7,7 %) und die Schweiz (5,6%) liegen klar vor Österreich. Auch liegt Österreich unter dem weltweiten Durchschnitt von 5 %, und klar unter dem EU Schnitt von 7,3 %. Stark wachsende Märkte finden sich inzwischen auch in Osteuropa, vor allem in Polen und Ungarn.

8 Marktentwicklung PV-Batteriespeichersysteme

Die Entwicklung der Verkaufszahlen von stationären Batteriespeichern, die gemeinsam mit einer PV-Anlage betrieben werden und die Entwicklung des kumulierten Bestandes der in Betrieb befindlichen PV-Speichersysteme wird in **Kapitel 8.2.2** und **Kapitel 8.2.3** dargestellt. **Kapitel 8.2.4** gibt Aufschluss über die erhobenen Einkaufs- und Verkaufspreise. Die verfügbaren Förderinstrumente sind in **Kapitel 8.2.5** dokumentiert. In **Kapitel 8.4** werden die technologiespezifischen Details dargestellt.

8.1 Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden

Um die Entwicklung von stationären Batteriespeichern, die gemeinsam mit einer PV-Anlage betrieben werden („PV-Speichersysteme“), auch in Österreich zu dokumentieren, ermittelt die FH Technikum Wien seit 2014 – also seit dem Beginn einer nennenswerten Marktdiffusion in Österreich – jährlich relevante technische und wirtschaftliche Kennzahlen wie z. B. Anzahl und Leistung der jährlich neu installierten Speichersysteme, eingesetzte Technologien oder auch Systempreise.

Dazu werden neben Bundes- und Landesförderstellen, die im jeweiligen Jahr eine Förderung für PV-Speichersysteme angeboten haben, auch österreichische Unternehmen, die im jeweiligen Jahr zum PV-Speichermarkt in Österreich beigetragen haben, mit Hilfe von unterschiedlichen Erhebungsbögen befragt bzw. fallweise auch direkt per E-Mail oder telefonisch kontaktiert. Neben dem quantitativen Marktvolumen des Inlandsmarktes werden aus diesen Erhebungen auch unterschiedliche Strukturinformationen ermittelt bzw. abgeleitet. Insgesamt wurden 2021 ca. 250 Unternehmen sowie Landes- und Bundesförderstellen befragt. Die detaillierten Datenquellen sind am Ende dieses Kapitels dokumentiert.

Die nachfolgend dargestellte Marktentwicklung der PV-Speichersysteme für das Jahr 2021 in Österreich wurde über Daten von Investitionsförderungen der Bundesländer, des Klima- und Energiefonds sowie der OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG ermittelt. Darüber hinaus wurden Datenmeldungen von österreichischen Unternehmen eingearbeitet, die 2021 zum PV-Speichermarkt in Österreich beigetragen haben, wie z. B. PV-Anlagenplaner und -errichter.

Dokumentiert wurden geförderte und nicht geförderte stationäre Batteriespeichersysteme mit einer nutzbaren Kapazität von bis zu 50 kWh, die mit einer PV-Anlage betrieben werden und im jeweiligen Erhebungsjahr in Österreich errichtet wurden. Mitunter werden jedoch vereinzelt auch PV-Speichersysteme mit mehr als 50 kWh erfasst, da bei einzelnen Förderprogrammen auch größere Stromspeicher eingereicht werden konnten, diese jedoch aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten nicht gezielt erfasst und herausgerechnet werden konnten.

8.2 Marktentwicklung

8.2.1 Rahmenbedingungen

Wie bereits in den Vorjahren war die Stimmung in Österreich in Bezug auf erneuerbare Energietechnologien auch im Jahr 2021 sehr positiv. Im Vergleich zum Vorjahr verbesserte sich die Akzeptanz für erneuerbare Energietechnologien und -projekte deutlich, es gibt jedoch unterschiedliche Ansichten, welche Technologien zur Sicherung der Stromversorgung weiter ausgebaut werden sollten (Hampl et al. 2022).

In diesem Kontext gewinnen PV-Speichersysteme zunehmend an Bedeutung. Dies zeigt der Umstand, dass bereits mehr als 70 % der EigenheimbesitzerInnen, die eine PV-Anlage planen, auch über den Kauf eines Stromspeichers nachdachten (48 %) bzw. sich bereits dafür entschieden hatten (23 %).

Darüber hinaus waren im Jahr 2021 mehrere Förderungen für PV-Speichersysteme sowohl in den Bundesländern als auch auf Bundesebene verfügbar. Details dazu sind in **Kapitel 8.2.5** zu finden.

8.2.2 Entwicklung der Verkaufszahlen

Im Jahr 2021 wurden in Österreich 6.375 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 95.487 kWh mit Hilfe einer Förderung errichtet.

Neben den geförderten PV-Speichersystemen wurden in Österreich auch im Jahr 2021 PV-Speichersysteme ohne Förderung errichtet, da unter anderem Förderungen nicht in allen Bundesländern bzw. aufgrund zeitlicher und/oder budgetärer Einschränkungen nicht über das ganze Jahr hinweg verfügbar waren. Wie in den Vorjahren wurden Anzahl und Kapazität nicht geförderter PV-Speichersysteme auch 2021 mittels Befragung österreichischer PV-Planer und Errichter (n=14) ermittelt und anhand der 2021 geförderten PV-Speichersysteme hochgerechnet. Basierend auf dieser Hochrechnung wurden in Österreich im Jahr 2021 2.380 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 35.643 kWh ohne Förderung errichtet.

In Summe ergibt sich damit im Jahr 2021 ein Zubau von 8.755 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 131.129 kWh. Verglichen mit den Verkaufszahlen des Jahres 2020 ist die neu installierte Speichernutzkapazität der 2021 in Österreich neu installierten PV-Speichersysteme deutlich von 56.817 kWh auf 131.129 kWh gestiegen (+130,8 %). Die Entwicklung der jährlich neu installierten Speichersysteme sowie der damit verbundenen Speichernutzkapazität ist in **Tabelle 39** dargestellt.

Tabelle 39 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2021

Quelle: Technikum Wien

Jahr	Anzahl			Nutzbare Speicherkapazität in kWh		
	gefördert	nicht gefördert	Summe	gefördert	nicht gefördert	Summe
2014	422	0	422	2.900	0	2.900
2015	583	670	1.253	3.933	4.520	8.453
2016	564	119	683	6.078	1.283	7.361
2017	892	365	1.257	7.135	2.919	10.054
2018	1.434	605	2.039	12.292	5.185	17.477
2019	1.560	308	1.868	14.639	2.892	17.532
2020	4.101	284	4.385	53.133	3.685	56.817
2021	6.375	2.380	8.755	95.487	35.643	131.129
Veränderung 2020/2021	+ 55,4 %	+736,7 %	+ 99,6 %	+ 79,7 %	+ 867,3 %	+ 130,8 %

Anmerkung: keine Erhebung der nicht geförderten PV-Speichersysteme im Jahr 2014

Wie in **Abbildung 68** ersichtlich wurden 72,8 % mit einer Förderung und 27,2 % ohne Förderung errichtet. Damit zeigt sich weiterhin ein deutlicher Unterschied zum deutschen Speichermarkt, wo bereits im Jahr 2017 annähernd 80 % der neu installierten PV-Speichersysteme ohne Förderung errichtet wurden (Figgner et al. 2018).

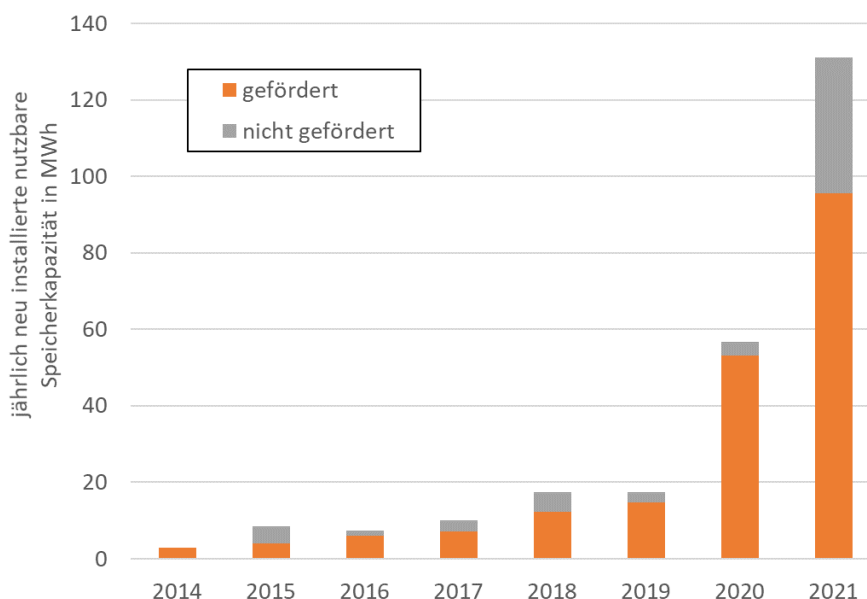


Abbildung 68 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2021 in Österreich geförderte und nicht geförderten Systeme.

Quelle: Technikum Wien (2022)

Von den im Jahr 2021 neu installierten Stromspeichern wurden ca. 63 % gemeinsam mit einer PV Anlage errichtet, der Rest (37 %) der neu installierten Speicherkapazität wurde bei bestehenden PV Anlagen nachgerüstet.

8.2.3 In Betrieb befindliche Anlagen

Die Gesamtleistung der in Betrieb befindlichen PV-Speichersysteme ergibt sich aus dem Gesamtbestand des Jahres 2020 sowie der im Jahr 2021 neu installierten Anlagen. Wie in **Tabelle 40** ersichtlich waren damit Ende 2021 20.662 PV Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 251.723 kWh in Betrieb. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Anstieg um etwa 108,7 % (2020: 120.594 kWh).

Tabelle 40 – Anzahl und nutzbare Speicherkapazität von PV-Speichersystemen in Stück Anlagen und kWh von 2014 bis 2021 in Österreich
Quelle: Technikum Wien (2022)

Jahr	Anzahl in Stück Anlagen			Nutzbare Speicherkapazität in kWh		
	gefördert	nicht gefördert	Summe	gefördert	nicht gefördert	Summe
2014	422	0 *	422	2.900	0*	2.900
2015	1.005	670	1.688	6.833	4.520	11.353
2016	1.569	789	2.388	12.911	5.803	18.714
2017	2.461	1.154	3.615	20.045	8.722	28.768
2018	3.895	1.759	5.654	32.337	13.907	46.245
2019	5.455	2.067	7.522	46.977	16.799	63.776
2020	9.556	2.352	11.908	100.109	20.484	120.594
2021	15.931	4.731	20.662	195.596	56.127	251.723
Veränderung 2020/2021	+ 66,7 %	+ 101,2 %	73,5 %	+ 95,4 %	+ 174,0 %	+ 108,7 %

*Anmerkung: keine Erhebung der nicht geförderten PV-Speichersysteme im Jahr 2014

8.2.4 Entwicklung der Einkaufs- und Systempreise

Abbildung 69 und **Abbildung 70** zeigen die Entwicklung der Einkaufs- und Verkaufspreise für Batteriespeichersysteme österreichischer PV-Planer und Errichter sowie deren Bandbreite von 2015 bis 2021. Bei der Berechnung des Mittelwertes wurde jeweils die installierte Speicherkapazität der Anlagenplaner und -errichter mitberücksichtigt (gewichteter Mittelwert).

Einkaufspreise: **Abbildung 69** zeigt die Entwicklung der Einkaufspreise österreichischer Anlagenplaner und -errichter für PV-Speichersysteme (Lithium-Ionen-Technologie, inkl. Wechselrichter) in Österreich pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 20 %. Während der Mittelwert der genannten Einkaufspreise von 2016 bis 2020 Jahr für Jahr sank, stieg dieser im Jahr 2021 erstmals wieder an und betrug 611 EUR/kWh (+13,3 % im Vergleich zum Vorjahr bzw. -26,1 % im Vergleich zu 2018).

Systempreise: **Abbildung 70** zeigt die Entwicklung der Systempreise (Mittelwert und Bandbreite) für PV-Speichersysteme (Lithium-Ionen-Technologie) in Österreich pro kWh nutzbare Speicherkapazität. Die angegebenen Systempreise beziehen sich jeweils auf schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme (inkl. Leistungselektronik, Montage und Installation) und verstehen sich exkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 20 %. Auch hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den Einkaufspreisen: Für das Jahr 2021 wurde für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme ein Preis von rund 1.030 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. MwSt. erhoben. Das bedeutet einen Anstieg von rund 12,7 % im Vergleich zu 2020 (914 EUR/kWh_{nutz}), wie in **Abbildung 70** ersichtlich.

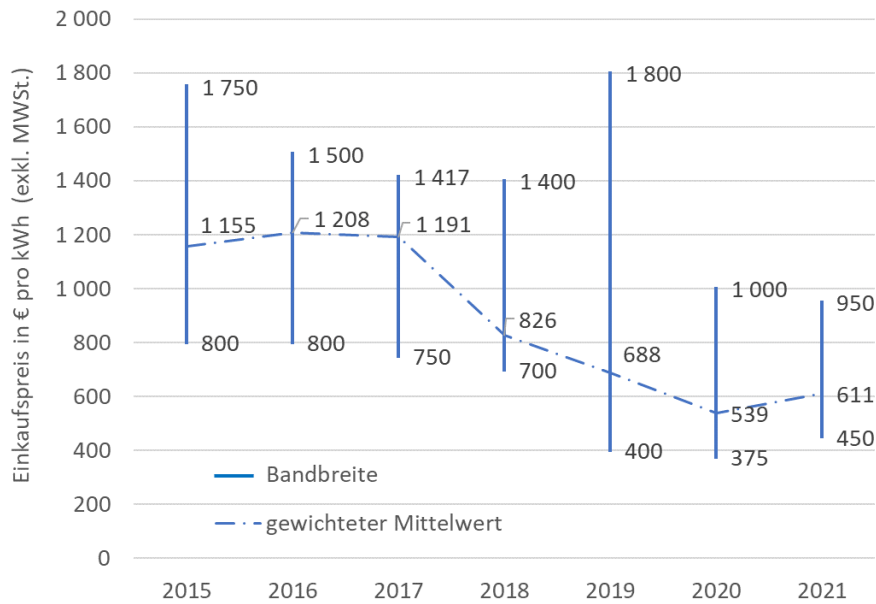


Abbildung 69 – Entwicklung der Einkaufspreise für PV-Speichersysteme in Österreich (Mittelwert und Bandbreite) exkl. MwSt. pro kWh nutzbare Speicherkapazität. Anzahl der Nennungen: 2015: n=7, 2016: n=10, 2017: n=15, 2018: n=9, 2019: n=15, 2020: n = 14, 2021: n = 10. Quelle: Technikum Wien (2022)

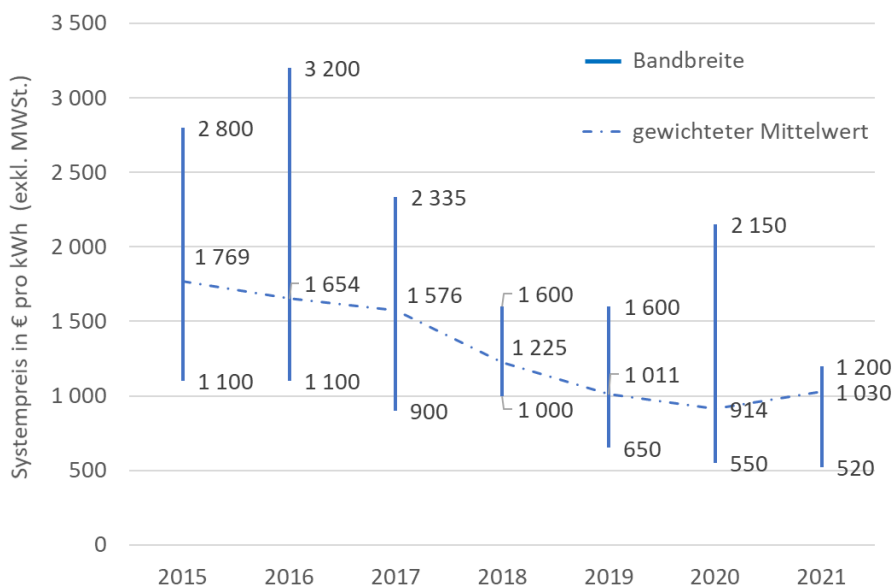


Abbildung 70 – Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich (Mittelwert und Bandbreite) exkl. MwSt. pro kWh nutzbare Speicherkapazität. Anzahl der Nennungen: 2015: n=9, 2012: n=20, 2017: n=17, 2018: n=10, 2019: n=15, 2020: n = 17, 2021: n = 16. Quelle: Technikum Wien (2022)

8.2.5 Förderinstrumente

Wie in den Vorjahren waren auch im Jahr 2021 unterschiedliche Förderungen für Stromspeicher in den Bundesländern und auch auf Bundesebene verfügbar. **Tabelle 41** gibt einen Überblick über die verfügbaren Förderprogramme für PV-Speichersysteme in Österreich für das Jahr 2021. Dabei wurden folgende Fördermöglichkeiten berücksichtigt und für den vorliegenden Marktbericht analysiert:

- Investitionsförderungen der Bundesländer
- Investitionsförderungen des Klima- und Energiefonds
Abwicklung: Kommunalkredit Public Consulting (KPC)
- Investitionsförderung bei PV-Anlagen und Stromspeicher (§ 27a ÖSG 2012)
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)
- AWS Investitionsprämie
Abwicklung: Austria Wirtschaftsservice (AWS)

**Tabelle 41 – Investitionsförderungen für PV Speichersysteme im Jahr 2021 in Österreich
Förderungen der Bundesländer, des Klima- und Energiefonds und der OeMAG.**

Quelle: Technikum Wien (2022)

Bundesland	Förderprogramm	Förderprogramm gültig bis	Förderhöhe		Kapazität bis	Technologie des Speichers	Sonstiges	
			%	€/kWh	kWh			
AWS	AWS Investitionsprämie	28.02.2021	14	-	-	keine Bleispeicher	Mit anderen Förderprogrammen kombinierbar	
OeMag	Investitionsförderung gemäß § 27a ÖSG 2012	28.07.2021	30	200	50	-	-	
Klima und Energiefonds	Investitionsförderung - Land und Forstwirtschaft	16.12.2021	30	0 bis 5 kWh	350	abhängig von der Größe der PV Anlage, max. 3 kWh/kWp	keine Bleispeicher	
				5 bis 10 kWh	300			
				10 bis 25 kWh	280			
				>25 kWh	250			
Klima und Energiefonds	Investitionsförderung - Klima und Energiemodellregion	28.02.2022	30	0 bis 5 kWh	400	abhängig von der Größe der PV Anlage, max. 3 kWh/kWp	keine Bleispeicher	Sollte der Speicher über eine Notstromfunktionalität zur Aufrechterhaltung von kritischer Infrastruktur verfügen, ist ein Zuschlag von 100 Euro/kWh möglich
				5 bis 10 kWh	350			
				10 bis 25 kWh	300			
				>25 kWh	250			
Burgenland	Landesförderung BGLD	31.12.2021	30	275	5	Lithium-Ionen und Blei Säure/ Blei-Gel	Max. 2.750 € pro Anlage	
Kärnten	KTN Bundeweite Investitionsförderung	31.12.2022	50	350	10	Lithium-Ionen	keine Bleispeicher	
Niederösterreich	Kein Förderprogramm verfügbar							
Oberösterreich	Kein Förderprogramm verfügbar							
Salzburg	Energieförderung, Wirtschaftsförderung	20.04.2021	40	300	40	Lithium-Ionen	-	
Steiermark	Kein Förderprogramm verfügbar							
Tirol	Kein Förderprogramm verfügbar							
Vorarlberg	Kein Förderprogramm verfügbar							
Wien	Investitionsförderung für stationäre Stromspeicher	31.12.2021	30	200	10	Lithium-Ionen und Salzwasser	Lastenmanagementsystem zzgl. 300 € (max. 40 % der LMS Gesamtkosten)	

In Summe konnten im Jahr 2021 in Österreich 6.359 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 95.487 kWh mit Unterstützung der verfügbaren Förderungen errichtet werden. **Tabelle 42** bzw. **Abbildung 71** zeigen die jährlich neu installierte Speicherkapazität der geförderten PV-Speichersysteme je Bundesland für die Jahre 2014 bis 2021.

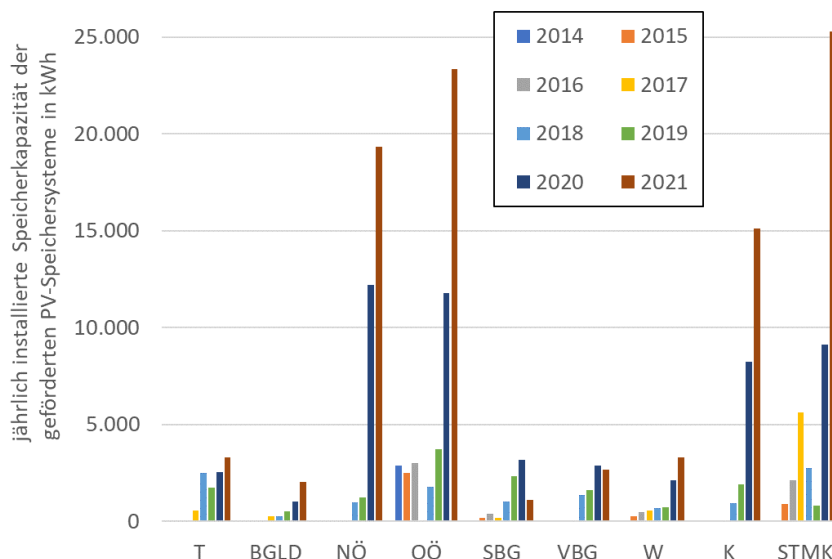


Abbildung 71 – Geförderte PV-Speichersysteme je Bundesland
Jährlich neu installierte Speicherkapazität der im Rahmen der verfügbaren Förderprogramme errichteten PV-Speichersysteme für die Jahre 2014 bis 2021.
 Quelle: Technikum Wien (2022)

Dabei wurden nicht nur die Investitionsförderungen der Bundesländer, sondern auch die verfügbaren Bundesförderungen berücksichtigt. Mit 1.615 geförderten PV-Speichersystemen mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 25.291 kWh liegt die Steiermark an der Spitze, gefolgt von OÖ (1.443 Speicher, 23.335 kWh), NÖ (1.293 Speicher, 19.345 kWh), Kärnten (1.194 Speicher, 15.108 kWh), Wien (219 Speicher, 3.295 kWh), Tirol (206 Speicher, 3.310 kWh), Burgenland (194 Speicher, 2.029 kWh) Vorarlberg (170 Speicher, 2.654 kWh) und Salzburg (41 Speicher, 1.120 kWh).

Tabelle 42 – Investitionsförderung des Bundes und der Länder 2020 und 2021
 Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, Landesförderstellen, Statistik Austria (2021) und Berechnung/Erhebung Technikum Wien (2022)

Bundesländer		BGLD	K	NÖ	OÖ	S	STMK	T	VBG	W	Summe	Gesamte installierte Kapazität	
												kWh	
Ohne Förderung installierte Kapazität	kWh											35.643	131.129
Investitionsförderung gesamt 2021	kWh	2.029	15.108	19.345	23.335	1.120	25.291	3.310	2.654	3.295	95.487		
Anteil an der gesamten geförderten Kapazität 2021	%	2%	16%	20%	24%	1%	26%	3%	3%	3%			
Wh/Kopf 2021		6,8	26,8	11,4	15,5	2,0	20,2	4,3	6,6	1,7			
Investitionsförderung gesamt 2020	kWh	1.022	8.253	12.226	11.778	3.170	9.145	2.528	2.879	2.131	53.133		
Investitionsförderung gesamt: Veränderung in kWh zwischen 20/21		50,4%	54,6%	63,2%	50,5%	283,0%	36,2%	76,4%	108,5%	64,7%			
Investitionsförderung OeMAG 2021	kWh	1.340	605	13.265	16.532	596	13.847	2.587	2.180	573	51.525		
Investitionsförderung KLIEN 2021	kWh	272	2.595	6.080	6.803	524	5.352	723	168	0	22.516		
Investitionsförderung der Länder 2021	kWh	417	11.909	0	0	0	6.092	0	305	2.722	21.445		

Im Folgenden wird auf die einzelnen Förderkategorien im Detail eingegangen.

Details zu den Investitionsförderungen der Länder

Wie bereits in den Vorjahren waren auch im Jahr 2021 in mehreren Bundesländern Investitionsförderungen für Stromspeichersysteme verfügbar. So konnten beim Kauf eines PV-Speichersystems in den Bundesländern Burgenland, Salzburg, Kärnten und Wien länderspezifische Investitionsförderungen zwischen 200 und 375 EUR/kWh_{nutz} in Anspruch genommen werden. Details dazu sind in **Tabelle 41** dokumentiert.

Tabelle 43 – Anzahl der geförderten PV-Speichersysteme in den Bundesländern von 2014 bis 2021. Quellen: Landesförderstellen und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
2014	0	0	0	422	0	0	0	0	0	422
2015	15	0	0	362	34	135	0	0	37	583
2016	15	0	0	432	55	309	7	0	72	890
2017	61	0	0	0	27	22	81	0	74	265
2018	37	93	0	33	149	332	299	28	68	1.039
2019	85	205	0	205	226	0	299	121	89	1.230
2020	58	661	0	0	240	0	8	33	115	1.115
2021	94	1.053	0	0	0	496	0	33	178	1.854
Gesamt	365	2.012	0	1.454	731	1.294	694	215	633	7.398

Tabelle 44 – Geförderte Speicherkapazität in kWh nutzbare Speicherkapazität in den Bundesländern von 2014 bis 2021.

Quellen: Landesförderstellen und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
2014	0	0	0	2.900	0	0	0	0	0	2.900
2015	69	0	0	2.508	175	911	0	0	270	3.933
2016	69	0	0	3.024	382	2.101	33	0	469	6.078
2017	272	0	0	0	160	105	540	0	554	1.632
2018	169	848	0	704	998	2.370	2.375	257	592	8.313
2019	410	1.811	0	2.596	2.325	0	1.600	1.175	690	10.607
2020	299	7.351	0	0	2.840	0	64	305	1.198	12.057
2021	417	11.909	0	0	0	6.092	0	305	2.722	21.445
Gesamt	1.706	21.919	0	11.732	6.880	11.579	4.612	2.042	6.495	66.965

Tabelle 43 und **Tabelle 44** zeigen Anzahl und Speicherkapazität der im Rahmen der Investitionsförderung der Bundesländer geförderten PV-Speichersysteme von 2014 bis 2021. In Summe wurden im Jahr 2021 1.854 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 21.445 kWh gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Zuwachs der geförderten Speicherkapazität von 77,9 % (2020: 12.057 kWh).

Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012

Seit dem Jahr 2018 gibt es in Österreich auch die Möglichkeit, die OeMAG Investitionsförderung gemäß §27a für Photovoltaikanlagen und Stromspeicher zu beantragen (Bundesgesetzblatt 2017). Das jährliche Fördervolumen beträgt 36 Mio. EUR, wobei vorrangig 24 Mio. EUR für die Errichtung bzw. Erweiterung von Photovoltaikanlagen vorgesehen sind. Gefördert werden Stromspeicher bis zu einer nutzbaren Kapazität von 50 kWh, die mit einer Photovoltaikanlage betrieben werden. Der Investitionszuschuss beträgt max. 200 EUR pro kWh, jedoch maximal 30 % der unmittelbar für die Errichtung der Anlage erforderlichen Investitionskosten. Das Verhältnis von installierter Leistung der Photovoltaikanlage (kWp) zu nutzbarer Kapazität des Stromspeichers (kWh) muss mindestens 0,5 kWh/kWp betragen, dies gilt auch für Erweiterungen des Stromspeichers.

Tabelle 31 zeigt Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der im Rahmen der Investitionsförderung gemäß §27a geförderten PV-Speichersysteme von 2018 bis 2021. In Summe wurden im Jahr 2021 3.373 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 51.525 kWh gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Zuwachs der geförderten Speicherkapazität von 56,3 % (2020: 32.961 kWh).

Tabelle 45 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012
Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der geförderten PV-Speichersysteme für 2018 bis 2021. Quellen: OeMAG und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	2018	2019	2020	2021	Veränderung 2020/2021
Anzahl geförderter PV-Speichersysteme	395	330	2.480	3.373	+ 36,01 %
Geförderte nutzbare Speicherkapazität in kWh	3.979	4.032	32.961	51.525	+ 56,32 %
Fördersumme in EUR	2.046.010	2.806.857	7.257.700	10.563.379	+ 45,55%

Details zur Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds

Ergänzt wird das bundesweite Förderangebot für Speichersysteme seit September 2019 durch die Förderprogramme „Klima und Energie Modellregionen“ und „Photovoltaik- und Speichieranlagen in der Land- und Forstwirtschaft“ des Klima und Energiefonds (Klima und Energiefonds 2021a) (Klima und Energiefonds 2021b). In beiden Programmen werden Stromspeicher, die mit einer PV-Anlage betrieben werden, mit bis zu 350 EUR/kWh (Land- und Forstwirtschaft) bzw. 400 EUR/kWh (Modellregionen) gefördert (max. 3 kWh/kWp PV). Die exakte Förderhöhe pro kWh ist dabei von der Größe des Stromspeichers abhängig, siehe **Tabelle 41**. Sollte der Speicher über eine Notstromfunktionalität zur Aufrechterhaltung von kritischer Infrastruktur verfügen, ist ein Zuschlag von 100 EUR/kWh beim Förderprogramm „Klima- und Energie-Modellregionen“ möglich.

Tabelle 46 und **Tabelle 47** zeigen Anzahl und Speicherkapazität der im Rahmen der Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds geförderten PV-Speichersysteme des Jahres 2021 in den Bundesländern. Zählkriterium für alle Angaben ist das Datum der Endabrechnung.

Deutlich zu erkennen ist, dass im Jahr 2021 die meisten Antragsteller aus den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark kamen. In Summe wurden im Jahr 2021 1.148 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 22.516 kWh gefördert.

Tabelle 46 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:
Anzahl je Bundesland in den Jahren 2020 und 2021.

Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2019, 2020 und 2021, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
2020	5	22	142	148	6	169	19	1	0	512
2021	12	114	328	322	16	313	33	10	0	1.148
Summe	17	136	470	470	22	482	52	11	0	1.660

Tabelle 47 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:
nutzbare Speicherkapazität je Bundesland in den Jahren 2020 und 2021.

Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2019, 2020 und 2021, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2022)

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
2020	94	330	2.365	2.567	122	2.321	292	23	0	8.114
2021	272	2.595	6.080	6.803	524	5.352	723	168	0	22.516
Summe	366	2.925	8.445	9.370	646	7.673	1.015	191	0	30.630

Details zur Investitionsprämie

Zusätzlich zu den Bundes- und Landesförderungen konnten juristische Personen wie z. B. Unternehmen oder Gemeinden auch im Jahr 2021 die Investitionsprämie des AWS (Austria Wirtschaftsservice) in Höhe von 14 % beantragen. Projekte konnten ab September 2020 laufend eingereicht werden und mit anderen Landes- und Bundesförderungen kombiniert werden.

8.3 Großspeicher für energietechnische und -wirtschaftliche Anwendungen

Wie bereits ausgeführt, werden im Zuge der vorliegenden Erhebung Batteriespeichersysteme, die mit einer PV-Anlage betrieben werden, mit einer nutzbaren Kapazität von bis zu 50 kWh dokumentiert. Nach und nach entwickelt sich in Österreich jedoch auch ein Markt für größere Batteriespeichersysteme bzw. alternative Einsatzmöglichkeiten, der jedoch nach wie vor primär von Forschungsprojekten bzw. einzelnen Demonstrationsanlagen getragen wird.

So haben sich in den letzten Jahren zahlreiche Forschungsprojekte mit netz- und systemdienlichen Einsatzmöglichkeiten von (größeren) Batteriespeichersystemen, unter anderem als Gemeinschaftsspeicher in Energiegemeinschaften, beschäftigt und dabei auch

mehrere Demonstrationsanlagen in unterschiedlichen Größenordnungen in Österreich umgesetzt. Beispielhaft erwähnt sei hier die Forschungsprojekte „SEKOHs Theiß“ und „SEKOHs Theiß DEMO“. Im Forschungsprojekt Projekt „SEKOHs Theiß“ wird ein Batteriespeicher mit einer Leistung von 5 MW in Kombination mit einem bereits existierenden thermischen Speicher und einem elektrischen Heizsystem errichtet und untersucht.¹⁰ Ziel ist es, ein detailliertes Verständnis für derartige Hybridspeichersysteme aus technischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Sicht zu entwickeln und Betriebsstrategien für solche sektorkoppelnden Energiespeicher zu untersuchen.

Zunehmend werden jedoch bereits auch erste Demonstrationsanlagen außerhalb von Forschungsprojekten errichtet. Beispielhaft erwähnt sei hier der 2021 installierte Stromspeicher in der IKEA-Filiale am Wiener Westbahnhof. Das Stromspeichersystem kann im Falle eines Stromausfalls die Energieversorgung der Filiale sicherstellen und ebenso die umgebenden Gebäude mit Strom versorgen. Der mit einer Kapazität von 1,042 MWh und einer Leistung von 880 kW aktuell größte inhouse-Batteriespeicher in Europa kann darüber hinaus auch zur Netzstützung durch die Lieferung von Primärregelenergie eingesetzt werden¹¹.

8.4 Technische Systemeigenschaften der geförderten PV-Speichersysteme

8.4.1 Durchschnittliche Speicherkapazität

Für das Jahr 2021 wurde eine durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität von ca. 15 kWh pro Stromspeicher erhoben, was eine Zunahme von 15,6 % im Vergleich zum Jahr 2020 (13 kWh) bedeutet. Damit setzt sich der Trend der letzten Jahre zu größeren Batteriekapazitäten im Jahr 2021 weiter fort, wie in **Abbildung 72** ersichtlich.

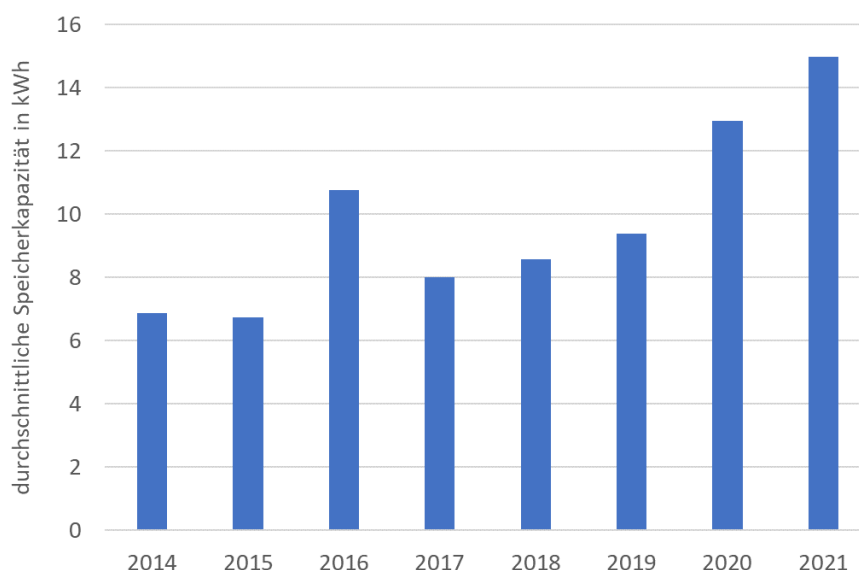


Abbildung 72 – Entwicklung der durchschnittlichen Speichernutzkapazität in kWh der in den Jahren 2014 bis 2021 in Österreich neu installierten, geförderten PV-Speichersysteme. Quelle: Technikum Wien (2022)

¹⁰ Nähere Informationen zum Projekt SEKOHs: <https://greenenergylab.at/projects/sekohs-theiss-demo/>

¹¹ Nähere Informationen zum Speichersystem IKEA Westbahnhof: <https://blog.neoom.com/ikea-denkt-das-m%C3%B6belhaus-v%C3%B6llig-neu.-revolution%C3%A4res-energiekonzept-inklusive>

8.4.2 Batterietechnologie

In **Abbildung 73** werden die ermittelten Anteile der unterschiedlichen installierten Batteriespeichertechnologien von 2016 bis 2021 dargestellt. Nicht nur im Jahr 2021, sondern auch in den Jahren zuvor ist/war die Lithium-Ionen-Technologie mit einem Anteil von bis zu 100 % die verbreitetste Batterietechnologie in Österreich. Während zu Beginn der Marktdiffusion von PV-Speichersystemen in Österreich noch vereinzelt auch Blei-Batterien installiert wurden, spielen diese zumindest im Bereich der geförderten PV-Speichersysteme mittlerweile keine Rolle mehr. Auch andere Technologien (wie z. B. die Natrium-Ionen-Technologie) konnten bisher keine nennenswerten Marktanteile verbuchen. Ein Grund dafür ist sicherlich der starke Rückgang des Systempreises von Lithium-Ionen-Batteriespeichersystemen, der sich seit 2015 mehr als halbiert hat. Auch der Einfluss der Förderungen ist nicht zu vernachlässigen, da vielfach nur Lithium-Ionen-Speicher gefördert bzw. Blei-Batterien dezidiert nicht gefördert werden. Zu beachten ist, dass es durch die Hochrechnung der Anteile über eine Stichprobe zu Verzerrungen in der Auswertung kommen kann.

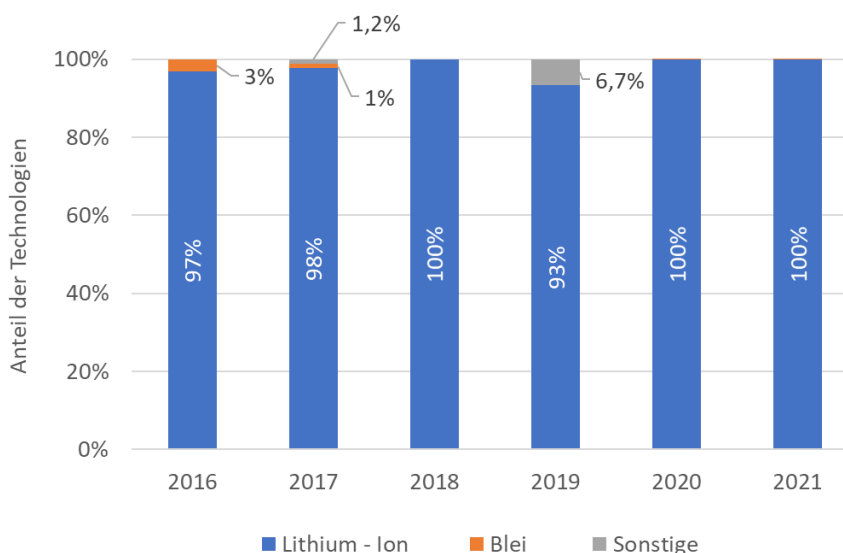


Abbildung 73 – Installierte Speichersysteme nach Technologie von 2016 bis 2021
 2015 keine Erhebung, Anzahl der Nennungen: 2016: n=16, 2017: n=19, 2018: n=12, 2019: n=19, 2020: n = 17, 2021: n = 18. Quelle: Technikum Wien (2022)

8.4.3 Art der Speicherinstallation und Systemdesign

Abbildung 74 gibt einen Überblick über die Art der Speicherinstallation und das Systemdesign der installierten PV-Speichersysteme der Jahre 2016 bis 2021. In Blau ist dabei der Anteil an gleichspannungs- (DC) bzw. wechelspannungsseitig (AC) gekoppelten Speichersystemen dargestellt. Im Vergleich zum Vorjahr (2020: ca. 80 %) stieg der Anteil an DC-gekoppelten Systemen im Jahr 2021 weiter deutlich an (ca. 94 %) und überwiegt damit deutlich den Anteil der AC-gekoppelten Systeme (ca. 6 %). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Art der Speicherinstallation (in Grün), wo 2021 ca. 63 % der installierten PV-Speichersysteme gemeinsam mit einer PV-Anlage installiert wurden. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies zwar einen Rückgang (2020: 76 %), der Anteil der gemeinsam mit einer PV-Anlage installierten Speichersysteme bleibt jedoch hoch.

Der Vergleich der beiden Kennzahlen legt dabei den Schluss nahe, dass bei neuinstallierten Komplettsystemen (PV und Speicher werden gleichzeitig installiert) auch im Jahr 2021 nahezu ausschließlich DC-gekoppelte Systeme zum Einsatz kamen, während bei nachträglich installierten PV-Speichersystemen weiterhin primär AC-gekoppelte Systeme eingesetzt wurden. Im Vergleich zum Vorjahr wurden jedoch zunehmend auch bei nachträglich installierten PV-Speichersystemen DC-gekoppelte Systeme installiert.

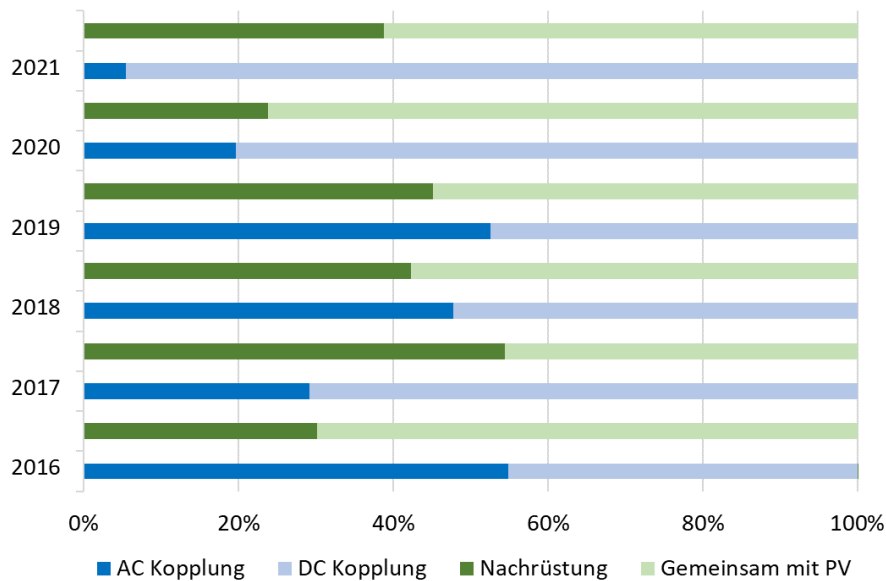


Abbildung 74 – Installationstyp und Systemdesign der PV-Speichersysteme
Anteile an den jeweils in den Jahren 2016 bis 2021 installierten PV-Speichersysteme.
Anzahl der Nennungen: 2016: n=16, 2017: n=19, 2018: n=12, 2019: n=19, 2020: n = 17, 2021:
n = 18. Quelle: Technikum Wien (2022)

8.5 Dokumentation der Datenquellen

In diesem Kapitel werden die Firmen, welche aufgrund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung der Speicher-Marktstatistik 2021 berücksichtigt werden konnten, aufgelistet. Im Erhebungsjahr 2022 wurden insgesamt ca. 250 Firmen und Institutionen befragt, wobei die Rücklaufquote bei ca. 15 % lag.

30 Firmen und Institutionen, die im Folgenden aufgelistet werden, konnten auf Grund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des Marktberichts für 2021 berücksichtigt werden. Diese Unternehmensbefragungen wurden nicht mit dem Ziel durchgeführt, eine vollständige quantitative Erfassung des PV-Speicher Marktes in Österreich zu erreichen, sondern dazu, um einen vertiefenden Einblick in den Markt zu erhalten und diverse Entwicklungen und Trends entsprechend qualitativ abzusichern. Folgende Institutionen und Firmen trugen durch Datenlieferungen zur vorliegenden Studie bei:

- Amt der Burgenländischen Landesregierung
- Amt der Kärntner Landesregierung
- Amt der NÖ Landesregierung
- Amt der Tiroler Landesregierung
- Amt der Vorarlberger Landesregierung
- ATB-Becker Photovoltaik GmbH
- Sun.e-solution GmbH
- Dispo Photovoltaik
- Doma elektro engineering GmbH
- e.denzel GmbH
- Endorado GmbH
- Energietechnik Nauschnegg GmbH
- Energie Agentur Steiermark GmbH
- EPP GmbH
- ESV R.STORCH eu
- ESZ Gas-Wasser-Heizung GmbH
- Fortuna Solar eG
- G. Klampfer Elektroanlagen GmbH
- Greenlemon GmbH
- Kiendler GmbH
- Klima- und Energiefonds
- Kommunalkredit Public Consulting GmbH
- Land Salzburg - Referat Energiewirtschaft und -beratung
- MA20 der Stadt Wien
- marasolar GmbH
- Nikko Photovoltaik GmbH
- OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
- OÖ Energiesparverband
- Resch Elektrotechnik GmbH
- Stadtwerke Kapfenberg GmbH

9 Marktentwicklung Solarthermie

9.1 Marktentwicklung in Österreich

9.1.1 Jährliche Verkaufszahlen im Inlandsmarkt

Einen ersten Boom erlebte die thermische Solarenergie im Bereich der Warmwasserbereitung und der Erwärmung von Schwimmbädern bereits in den 1980er Jahren. Ausgelöst und unterstützt von Forschungs- und Entwicklungsprojekten gelang es zu Beginn der 1990er Jahre den Anwendungsbereich der Raumheizung für die thermische Solarenergie zu erschließen. Zahlreiche solare Kombianlagen zur Warmwasserbereitung und Raumheizung lösten in der Folge starke Wachstumszahlen aus. Es folgte eine Phase von sinkenden Erdölpreisen und in der Folge reduzierten sich auch die jährlich neu installierten Kollektorflächen in Österreich. Die zwischen dem Jahr 2002 und 2009 signifikant gestiegenen Verkaufszahlen erreichten ihren Höhepunkt 2009. Diese Entwicklung war auf den Anstieg der Energiepreise, sowie die Erweiterung der Einsatzbereiche der thermischen Solarenergie auf den Mehrfamilienhausbereich, den Tourismussektor und die Einbindung von Solarenergie in Nah- und Fernwärmenetze sowie in gewerbliche und industrielle Anwendungen zurückzuführen. Ab Anfang der 2000er Jahre wurden auch zahlreiche thermische Solaranlagen zur Klimatisierung und Kühlung errichtet. Aufgrund der Komplexität dieser Anlagen, aber auch aufgrund der relativ hohen Preise von Anlagen im kleinen Leistungsbereich, ist das Interesse an diesen Anlagen seit mehreren Jahren gering. Im Jahr 2020 wurde in Österreich eine größere Solaranlage zum solaren Kühlen mit einer Kollektorfläche von 3.500 m² und einer Kühlleistung von 660 kW errichtet.

Trotz der hohen Potenzialeinschätzungen in diversen österreichischen und europäischen Studien ist das Marktvolumen für Neuinstallationen in Österreich nun seit 12 Jahren in Folge rückläufig. Dies war zu Beginn der Entwicklung unter anderem auf die Auswirkungen der Wirtschafts- und Finanzkrise zurückzuführen, wird nun aber vor allem als eine Auswirkung der rasant gesunkenen Preise der Photovoltaik, des zunehmenden Drucks zum Eigenstromverbrauch aus diesen Anlagen sowie der verstärkten Nutzung von Wärmepumpen gesehen. Als markthemmend wurden bis vor dem Krieg in der Ukraine auch die niedrigen Preise für fossile Brennstoffe gesehen.

Auch der verstärkte Einsatz der thermischen Solarenergie im Bereich der gewerblichen und industriellen Anwendung sowie bei Fernwärmeanlagen konnte die Markteinbrüche im Wohnbaubereich nicht kompensieren.

Aufgrund dieser Entwicklungen musste im Jahr 2021 wieder ein Marktrückgang von 7 % verzeichnet werden. Im Jahr 2021 wurde eine Leistung von 49,3 MW_{th} entsprechend einer Kollektorfläche von 70.410 m² installiert. Damit ist der Markt von thermischen Solaranlagen in Österreich wieder auf dem Niveau von Anfang der 1990er Jahre.

Bemerkenswert an der langjährigen Entwicklung ist, dass die Diversität der eingesetzten Kolleortypen signifikant abgenommen hat. Bis Anfang der 2000er Jahre hatten beispielsweise unverglaste Kollektoren, die vor allem zur Schwimmbaderwärmung eingesetzt wurden, noch einen signifikanten Anteil an der gesamt installierten Kollektorfläche. Danach setzte zwischen 2005 und 2010 ein gewisser Trend hin zu Vakuumröhrenkollektoren ein. Beide Kolleortypen spielten im Jahr 2021 kaum mehr eine Rolle. Von der gesamt installierten Kollektorfläche von 70.410 m² (49,3 MW_{th}) waren 92 % oder 64.570 m² (45,2 MW_{th}) verglaste

Flachkollektoren, 3.810 m² (2,7 MW_{th}) Vakuumrohr-Kollektoren und 930 m² (0,6 MW_{th}) unverglaste Flachkollektoren. Der Anteil der Luftkollektoren beträgt 1.100 m² (0,8 MW_{th}).

Zusätzlich zu den oben genannten Kollektoren wurden in Österreich im Jahr 2021 insgesamt 1.078 m² PVT-Kollektoren installiert. PVT Kollektoren produzieren sowohl Wärme als auch Strom in einem Modul.

Die historische Entwicklung der Verkaufszahlen nach Kollektortypen ist in **Abbildung 75** dargestellt.

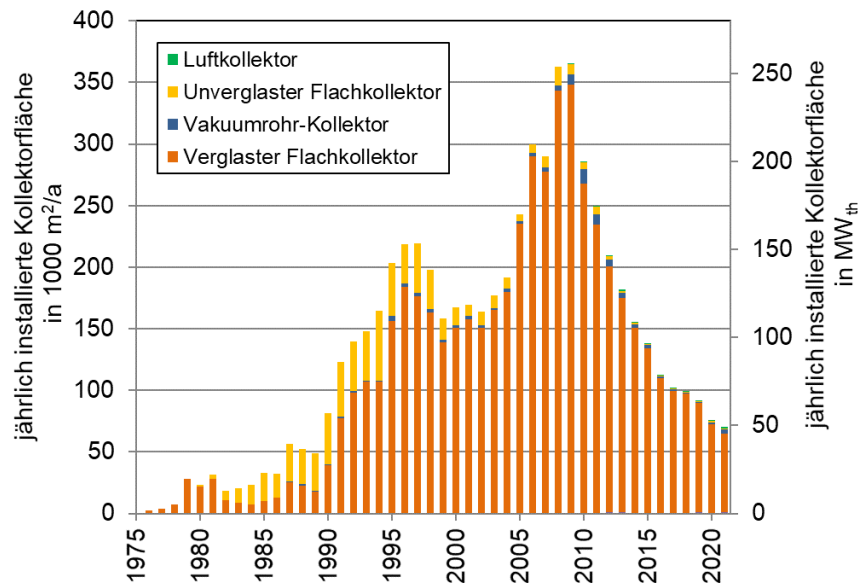


Abbildung 75 – Jährlich installierte Kollektorfläche und Leistung in Österreich von 1975 bis 2021 in m² und MW_{th} nach Kollektortyp.

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2022)

In nachfolgender **Tabelle 48** und **Tabelle 49** sind die historische Entwicklung der jährlich installierten Kollektorfläche bzw. der jährlich installierten Leistung dokumentiert. Die Daten der Anlagen, welche das Ende ihrer statistischen Lebensdauer von 25 Jahren überschritten haben, sind grau hinterlegt.

Tabelle 48 – Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in m² von 1975 bis 2021, nach Kollektortyp; grau hinterlegte Felder: nicht mehr in Betrieb.
Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2022)

Jährlich in Österreich installierte Kollektorfläche in m²					
Zeitraum 1975 - 2021					
Jahr	Unverglaster Flachkollektor	Verglaster Flachkollektor	Vakuumrohr-Kollektor	Luftkollektor	Kollektorfläche gesamt
1975 - 1979	0	40.600	0		40.600
1980	1.500	21.600	0		23.100
1981	3.500	28.000	0		31.500
1982	8.000	10.700	0		18.700
1983	11.500	8.900	0		20.400
1984	15.500	7.570	0		23.070
1985	23.000	9.800	150		32.950
1986	19.000	12.700	250		31.950
1987	30.000	25.300	970		56.270
1988	28.370	22.700	1.220		52.290
1989	30.380	18.000	700		49.080
1990	41.620	38.840	1.045		81.505
1991	44.460	77.060	1.550		123.070
1992	40.560	98.166	1.070		139.796
1993	40.546	106.891	835		148.272
1994	56.650	106.981	850		164.481
1995	42.860	155.980	4.680		203.520
1996	32.000	184.200	2.600		218.800
1997	39.900	176.480	2.860		219.240
1998	32.302	163.024	2.640		197.966
1999	16.920	138.750	2.398		158.068
2000	14.738	150.543	2.401		167.682
2001	9.067	157.860	2.220		169.147
2002	10.550	151.000	2.050		163.600
2003	9.900	165.200	1.720		176.820
2004	8.900	180.000	2.594		191.494
2005	6.070	235.148	1.857		243.075
2006	6.935	289.745	2.924		299.604
2007	8.662	277.620	3.399		289.681
2008	15.220	343.617	4.086		362.923
2009	8.342	348.408	7.759	378	364.887
2010	5.539	268.093	11.805	350	285.787
2011	5.700	234.500	8.690	350	249.240
2012	2.410	200.800	5.590	830	209.630
2013	1.460	175.140	4.040	1.010	181.650
2014	1.340	150.530	2.910	390	155.170
2015	890	134.260	2.320	270	137.740
2016	760	109.600	1.440	130	111.930
2017	630	99.770	1.060	320	101.780
2018	510	97.100	1.130	650	99.390
2019	460	90.040	310	770	91.580
2020	1.730	72.210	1.400	720	76.060
2021	930	64.570	3.810	1.100	70.410
1975-2021	679.311	5.447.996	99.333	7.268	6.233.908
1997-2021	209.865	4.474.008	83.413	7.268	4.774.554

Tabelle 49 – Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in MW_{th} von 1975 bis 2021, nach Kollektortyp; grau hinterlegte Felder: nicht mehr in Betrieb.
Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2022)

Jährlich in Österreich installierte Sonnenkollektoren in MW _{th} Zeitraum 1975 - 2021					
Jahr	Unverglaster Flachkollektor	Verglaster Flachkollektor	Vakuumrohr-Kollektor	Luftkollektor	Installierte Leistung
1975 - 1979	0,0	28,4	0,0		28,4
1980	1,1	15,1	0,0		16,2
1981	2,5	19,6	0,0		22,1
1982	5,6	7,5	0,0		13,1
1983	8,1	6,2	0,0		14,3
1984	10,9	5,3	0,0		16,1
1985	16,1	6,9	0,1		23,1
1986	13,3	8,9	0,2		22,4
1987	21,0	17,7	0,7		39,4
1988	19,9	15,9	0,9		36,6
1989	21,3	12,6	0,5		34,4
1990	29,1	27,2	0,7		57,1
1991	31,1	53,9	1,1		86,1
1992	28,4	68,7	0,7		97,9
1993	28,4	74,8	0,6		103,8
1994	39,7	74,9	0,6		115,1
1995	30,0	109,2	3,3		142,5
1996	22,4	128,9	1,8		153,2
1997	27,9	123,5	2,0		153,5
1998	22,6	114,1	1,8		138,6
1999	11,8	97,1	1,7		110,6
2000	10,3	105,4	1,7		117,4
2001	6,3	110,5	1,6		118,4
2002	7,4	105,7	1,4		114,5
2003	6,9	115,6	1,2		123,8
2004	6,2	126,0	1,8		134,0
2005	4,2	164,6	1,3		170,2
2006	4,9	202,8	2,0		209,7
2007	6,1	194,3	2,4		202,8
2008	10,7	240,5	2,9		254,0
2009	5,8	243,9	5,4	0,3	255,4
2010	3,9	187,7	8,3	0,2	200,1
2011	4,0	164,2	6,1	0,2	174,5
2012	1,7	140,6	3,9	0,6	146,8
2013	1,0	122,6	2,8	0,7	127,2
2014	0,9	105,4	2,0	0,3	108,6
2015	0,6	94,0	1,6	0,2	96,4
2016	0,5	76,7	1,0	0,1	78,4
2017	0,4	69,8	0,7	0,2	71,2
2018	0,4	68,0	0,8	0,5	69,6
2019	0,3	63,1	0,2	0,5	64,1
2020	1,2	50,6	1,0	0,5	53,2
2021	0,6	45,2	2,7	0,8	49,3
1975-2021	475	3.814	70	5	4.364
1997-2021	147	3.132	58	5	3.342

9.1.2 In Betrieb befindliche Anlagen

Im Jahr 2021 waren in Österreich 4.774.554 m² thermische Sonnenkollektoren in Betrieb, das entspricht einer Gesamtleistung von 3.342 MW_{th}. Davon sind 4.474.008 m² (3.132 MW_{th}) verglaste Flachkollektoren, 209.865 m² (147 MW_{th}) unverglaste Flachkollektoren, 83.413 m² (58 MW_{th}) Vakuumrohr-Kollektoren und 7.268 m² (5 MW_{th}) Luftkollektoren.

Im weltweiten Vergleich liegt Österreich bei den verglasten Kollektoren unter den Top 10 Ländern. Bezogen auf die installierte verglaste Kollektorfläche liegt Österreich auf Platz 9; bezogen auf installierter Kollektorfläche pro Einwohner auf Platz 4, siehe Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022).

Die in Betrieb befindliche Kollektorfläche entspricht der Summe jener Kollektorfläche, welche in den vergangenen 25 Jahren in Österreich errichtet wurde. Anlagen, die in den Jahren davor errichtet wurden, werden zur weiteren Bewertung nicht mehr herangezogen, da nach einer internationalen Vereinbarung im Rahmen des IEA SHC (IEA Solar Heating and Cooling Programme) eine statistische Lebensdauer der Anlagen von 25 Jahren angenommen wird.

Abbildung 76 veranschaulicht die Entwicklung der in Österreich jeweils in Betrieb befindlichen Kollektorfläche von 1997 bis 2021 unterteilt nach Kollektortypen.

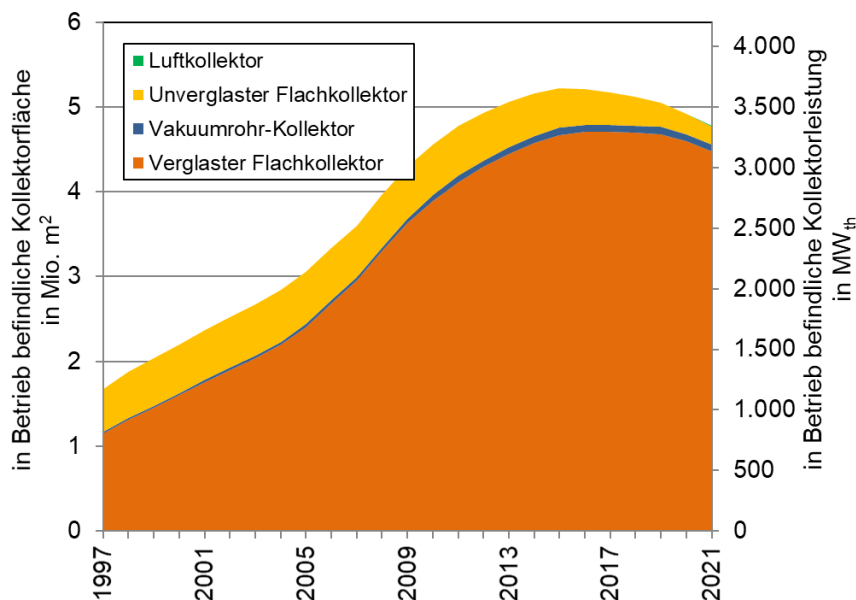


Abbildung 76 – In Betrieb befindliche thermische Kollektoren in Österreich
 Kollektorfläche bzw. installierte Leistung in den Jahren 1997 bis 2021.
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2022)

9.1.3 PVT-Kollektoren

Photovoltaisch-Thermische (PVT) Kollektoren, die in **Abbildung 76** nicht enthalten sind, wandeln Solarstrahlung sowohl in Solarwärme als auch in Solarstrom um und erreichen so pro Flächeneinheit einen höheren Gesamtwirkungsgrad und eine bessere Nutzung des Sonnenspektrums als herkömmliche PV-Module. Dies ist besonders wichtig, wenn die verfügbare Dachfläche begrenzt ist, aber integrierte Solarenergiekonzepte benötigt werden.

Photovoltaikzellen erreichen typischerweise einen elektrischen Wirkungsgrad zwischen 15 % und 20 %, während der größte Teil des Sonnenspektrums (65 % - 70 %) in Wärme umgewandelt wird, wodurch sich die Temperatur der PV-Module erhöht. PVT-Kollektoren

hingegen sind so konstruiert, dass sie die Wärme von den PV-Zellen an eine Flüssigkeit oder an Luft abgeben. Auf diese Weise wird die überschüssige Wärme nutzbar gemacht und kann z. B. zur Warmwasserbereitung oder als Niedertemperaturquelle für Wärmepumpen verwendet werden.

PVT-Kollektortechnologien unterscheiden sich wesentlich in ihrem Kollektordesign von thermischen Kollektoren und adressieren unterschiedliche Anwendungen, die vom Heizen und Kühlen bei niedrigen Temperaturen bis hin zu Wärme über 100 °C für industrielle Prozesse reichen.

Derzeit dominieren am Markt die wassergeführten ungedeckten PVT-Kollektoren, gefolgt von PVT-Luftkollektoren, wassergeführten abgedeckten PVT-Kollektoren und Vakuumröhren- sowie konzentrierenden PVT-Kollektoren.

Auf der Systemebene finden generell Luftsysteme, die für Gebäudebeheizung bzw. Luft(vor-)erwärmung zum Einsatz kommen, die größte Verbreitung. In Österreich dominieren hingegen wassergeführte PVT-Kollektoren. Sie findet man in den bekannten Einsatzbereichen der Solarthermie wie Brauchwarmwassererwärmung und bei solaren Kombianlagen für Brauchwarmwassererwärmung mit Heizungsunterstützung. Dabei werden die flüssiggekühlten PVT-Kollektoren speziell auch in Kombination mit Wärmepumpen eingesetzt und deren Niedertemperaturwärme vorwiegend auf der Quellenseite der Wärmepumpe genutzt (Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022)).

Die Gesamtfläche aller bisher in Österreich installierten PVT-Kollektoren beläuft sich auf 2.965 m² mit einer thermischen Leistung von ca. 1.500 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 525 kW_{peak}.

Wie in **Tabelle 50** dargestellt, wurden im Jahr 2021 PVT-Kollektoren mit einer Gesamtfläche von 1.014 m² entsprechend einer thermischen Leistung von 532 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 186 kW_{peak} installiert. Diese teilen sich auf in 575 m² wassergeführte ungedeckte PVT-Kollektoren und 439 m² wassergeführte abgedeckte PVT-Kollektoren.

Bemerkenswert ist das Marktwachstum im Jahr 2021, denn 34 % der insgesamt in Österreich installierten PVT Kollektoren wurden alleine im Jahr 2021 errichtet.

Tabelle 50 – Jährlich installierte PVT Kollektorfläche in Österreich in m²
Quelle: AEE INTEC (2022)

Jährlich installierte PVT Kollektoren in Österreich			
Jahr	[m²]	[kW_{th}]	[kW_{peak}]
bis 2017	938	448	168
2018	293	136	54
2019	350	182	56
2020	370	200	61
2021	1.014	532	186
Gesamt	2.965	1.498	525

9.1.4 Einsatzbereiche von thermischen Solaranlagen

Solaranlagen zur Warmwasserbereitung im Ein- und Mehrfamilienhausbereich dominieren nach wie vor den Solarwärmemarkt.

Die Aufteilung der im Jahr 2021 neu installierten Solaranlagen nach unterschiedlichen Bereichen ist in **Abbildung 77** und **Abbildung 78** dargestellt. Wie schon oben angeführt, stellt der Einfamilienhausbereich den größten Markt dar. 61 % der Solaranlagen wurden im Einfamilienhausbereich installiert, 18 % im Mehrfamilienhausbereich. Solare Fernwärme stellte mit zwei im Jahr 2021 errichteten Anlagen 11 % der Kollektorfläche und 4 % der Kollektorfläche sind den Bereichen Gewerbe, Industrie sowie Industrielle Prozesswärme zuzuordnen.

Solaranlagen für Freizeitbetriebe, und hier insbesondere im Hotelsektor sowie Anlagen in Gewerbe- und Industriebetrieben spielen in Bezug auf die gesamt installierte Fläche eine untergeordnete Rolle und machen zusammen 7 % der 2021 installierten Kollektorfläche aus.

Luftgeführte Systeme zur Trocknung von landwirtschaftlichen Produkten und die solare Kühlung und Klimatisierung stellen derzeit nur Nischenbereiche mit sehr geringen Marktanteilen dar.

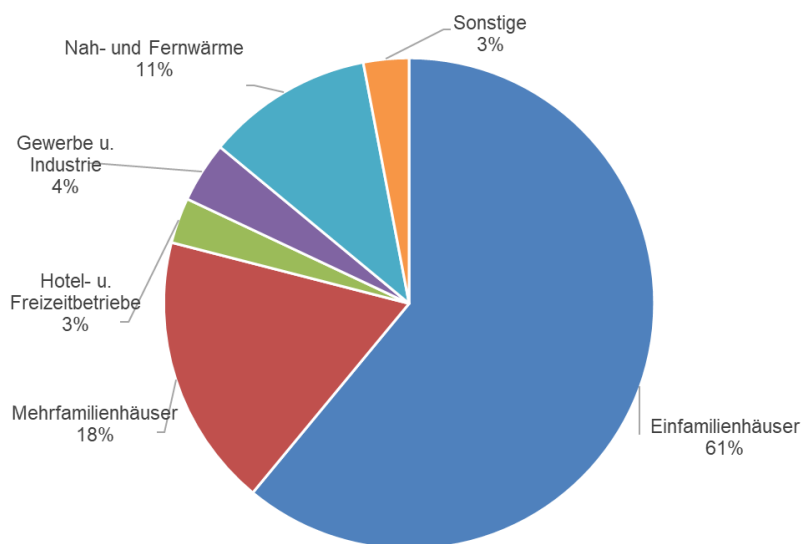


Abbildung 77 – Neu installierte thermische Solaranlagen 2021 nach Einsatzbereichen

Quelle: AEE INTEC (2022)

Bemerkenswert ist die Entwicklung des Mehrfamilienhausbereichs in den vergangenen fünf Jahren. Zwischen 2017 und 2021 wurden zwischen 36 % und 38 % der Kollektorfläche im Mehrfamilienhausbereich installiert. Im Jahr 2020 reduzierte sich der Anteil dieses Einsatzbereichs auf 28 % und im Jahr 2021 schließlich auf 18 %. Hier spiegelt sich das rückläufige Interesse von Wohnbauträgern durch die fehlenden oder unattraktiven Förderungen im Vergleich zur Photovoltaik wider.

Wie in **Abbildung 78** dargestellt, wurden 43 % der Solaranlagen als Maßnahme im Zuge eines Neubaus installiert. Im Rahmen einer Heizungssanierung im Altbau wurden 28 % der Solaranlagen errichtet und 29 % als Einzelmaßnahme im Altbau installiert.

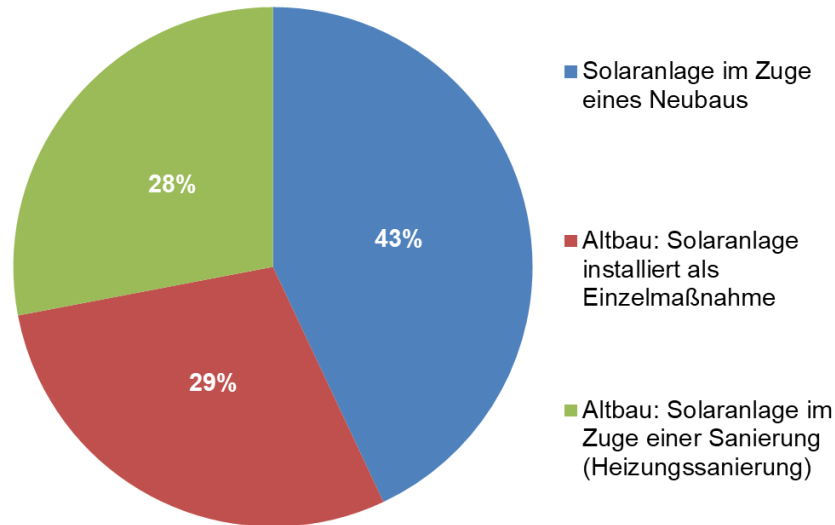


Abbildung 78 – Neu installierte thermische Solaranlagen 2021 nach Baumaßnahmen
Quelle: AEE INTEC (2022)

Sieht man sich den Trend der letzten fünf Jahre an, dann wird deutlich, dass der Anteil der thermischen Solaranlagen, die im Rahmen einer Heizungssanierung errichtet wurden, rückläufig ist. In den Jahren 2017 und 2018 wurden noch fast 40 % der Anlagen im Rahmen einer Heizungssanierung errichtet. Im Jahr 2020 wurde der bisherige Tiefststand mit 22 % erreicht, um im Jahr 2021 wieder auf 28 % anzusteigen.

Hier ist es der Branche offensichtlich nicht gelungen, die Dynamik der Förderungsaktion „raus aus Öl und Gas“ zu nutzen und im Zuge der Heizungsumstellung auch eine Solaranlage zu installieren. Die Förderungsaktion soll Betrieben und Privaten den Umstieg von einer fossil betriebenen Raumheizung auf ein nachhaltiges Heizungssystem erleichtern.

Wie in **Abbildung 79** ersichtlich, entfiel im Jahr 2021 die Aufteilung der installierten Kollektorfläche zu 42 % auf Anlagen zur Warmwasserbereitung, zu 43 % auf Kombianlagen (Warmwasser und Heizungsunterstützung) 11 % auf Nah- und Fernwärmesysteme sowie 2 % auf industrielle Prozesswärme. Die industriellen Prozesswärmeanlagen sind neun Systeme mit Luftkollektoren zwischen 50 m² und 200 m², die vorwiegend zur Trocknung genutzt werden.

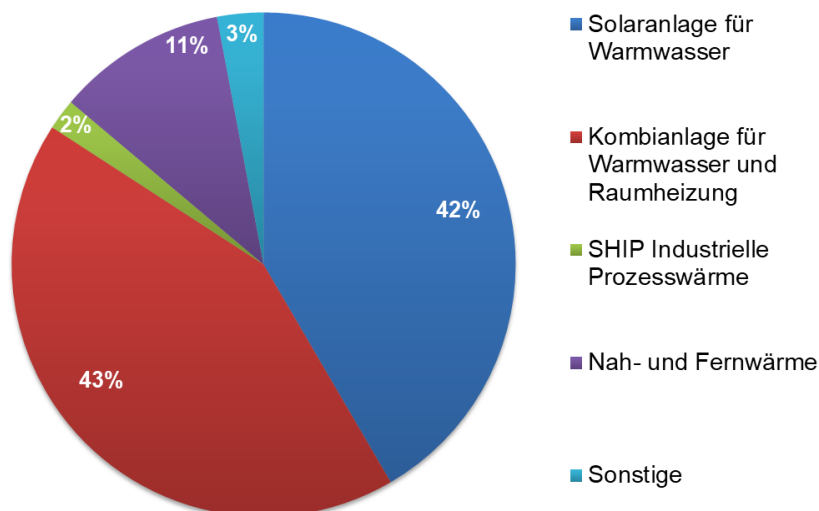


Abbildung 79 – Installierte Kollektorfläche 2021 nach Anwendungsbereichen
 Quelle: AEE INTEC (2022)

9.1.5 Bundesländerzuordnung

Die Zuordnung der im Jahr 2021 in Österreich installierten Kollektorfläche nach Bundesländern erfolgt über die Firmenmeldungen der Verkaufszahlen und über die von den Bundesländern ausbezahlten Landesförderungen. Die Ergebnisse der Bundesländerstatistik sind in **Tabelle 51** sowie in **Abbildung 80** dargestellt.

Die im Jahr 2021 in Österreich installierten verglasten Kollektoren (Flach- und Vakuumrohr-Kollektoren) mit einer Gesamtfläche von 68.380 m² (47,9 MW_{th}) teilen sich auf die Bundesländer wie folgt auf: Oberösterreich 27 %, Steiermark 23 %, Tirol 14 %, Vorarlberg 11 %, Niederösterreich 10 %, Kärnten 9 %, Salzburg 4 %, Burgenland 2 % und Wien mit 1 %.

Luftkollektoren und unverglaste Kollektoren (Schwimmbadkollektoren) werden in der Bundesländerstatistik nicht berücksichtigt.

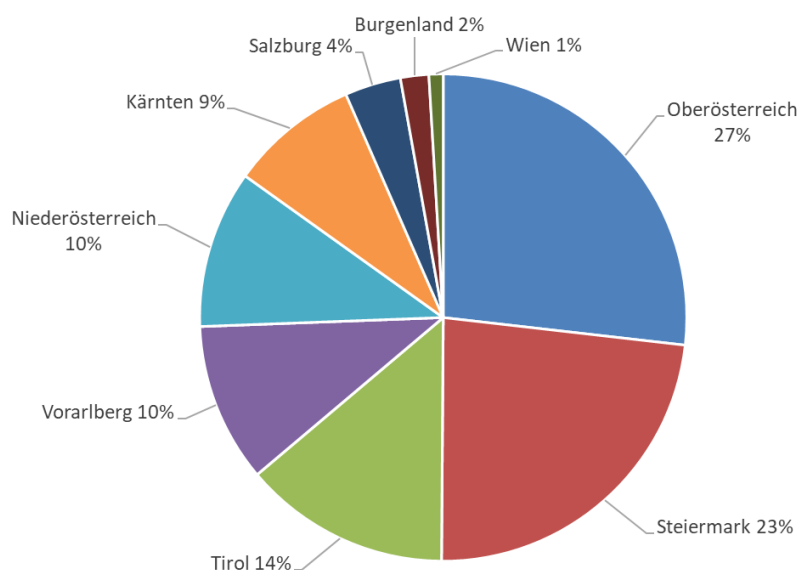
Tabelle 51 – Verglaste Kollektorfläche 2021 nach Bundesländern
 ohne unverglaste Kollektoren und Luftkollektoren. Quelle: AEE INTEC (2022)

2021	Verglaste Kollektoren	Bundesländeranteil
Oberösterreich	18.331	27 %
Steiermark	15.935	23 %
Vorarlberg	7.226	11 %
Niederösterreich	7.158	10 %
Tirol	9.390	14 %
Kärnten	5.862	9 %
Salzburg	2.547	4 %
Burgenland	1.285	2 %
Wien	646	1 %
Gesamt	68.380 m²	100 %

Auch wenn die gesamt installierte Kollektorfläche im Jahr 2021 rückläufig war, so sind doch sehr unterschiedliche Trends in den einzelnen Bundesländern zu erkennen.

Die Bundesländer Burgenland (+67 %), Tirol (+20 %) und Kärnten (+13 %) konnten ihre Kollektorflächen im Vergleich zum Jahr 2020 zum Teil deutlich erhöhen.

Den größten Rückgang mit minus 67 % verzeichnete Wien, wo im Jahr 2021 lediglich 646 m² Kollektorfläche errichtet wurden. Alle anderen Bundesländer lagen beim Rückgang im Bundesdurchschnitt.



**Abbildung 80 – Installierte verglaste Kollektoren im Jahr 2021 nach Bundesländern
Flach- und Vakuumrohr-Kollektoren**
Quelle: AEE INTEC (2022)

9.1.6 Förderungen für thermische Solaranlagen

Wie vorab umfassend dargestellt, ist die Markteinführung von thermischen Solaranlagen von Mitte der 1970er Jahre bis zum Jahr 2009 sehr gut gelungen. Bis auf wenige Jahre gab es in diesem Zeitraum ein bemerkenswertes Marktwachstum. Ein wesentlicher Anreiz thermische Solaranlagen zu errichten, waren ohne Zweifel unterschiedliche Direktförderungen, die für die Installation der Anlagen von den Gemeinden, den Bundesländern aber auch vom Bund gewährt wurden.

In Österreich gab es über einen sehr langen Zeitraum konstante und berechenbare Förderbedingungen, die es den Unternehmen erlaubten, ihre Kapazitäten auszubauen. Diese Förderbedingungen führten auch auf der Konsumentenseite dazu, dass es keinerlei durch Förderstopps oder Förderschwankungen bedingte Vorzieheffekte oder abwartende Haltungen gab.

Erste Änderungen in dieser Entwicklung gab es im Jahr 2010. Dies war das erste Jahr, in dem nach einer rasanten Wachstumsperiode erstmalig ein signifikanter Marktrückgang von 17 % zu verzeichnen war. Als wesentlicher Grund für diese Trendwende werden die gesunkenen Preise der Photovoltaik und die im Vergleich zu thermischen Solaranlagen sehr attraktiven Direktförderungen und über einige Jahre auch die Einspeisevergütungen für Solarstrom gesehen.

Interessant erscheinen auch die Auswirkungen von zwei Förderungsänderungen im Bereich der thermischen Solaranlagen, die ebenfalls im Jahr 2010 erfolgten. In diesem Jahr wurde in der Steiermark die Errichtung von thermischen Solaranlagen bei Neubauten als Verpflichtung in der Wohnbauförderung verankert und das Land Niederösterreich strich die Direktförderung von thermischen Solaranlagen.

Die Auswirkungen wurden im Jahr 2011 deutlich: In der Steiermark zeigte die eingeführte Verankerung der Verpflichtung zur Errichtung einer thermischen Solaranlage bei Neubauten in der Bauordnung und die Einführung zur Nutzung der Solarenergie als Muss-Kriterium in der Wohnbauförderung ihre Wirkung. Während in sieben Bundesländern 2011 signifikante Marktrückgänge zu verzeichnen waren, konnte die Steiermark einen Marktzuwachs von 16 % verzeichnen.

Niederösterreich verzeichnete hingegen als Folge der Einstellung der Direktförderung im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 einen Rückgang der installierten Kollektorfläche von 51 %. Der Vergleich zwischen der Steiermark und Niederösterreich macht deutlich, welche Auswirkungen Förderungen bzw. energiepolitische Rahmenbedingungen auf die Nutzung der thermischen Solarenergie haben können.

Hier muss allerdings angemerkt werden, dass die oben genannte Verpflichtung in der Steiermark keinen Langzeiteffekt hatte, da diese technologiespezifische Verpflichtung nach kurzer Zeit technologieoffener formuliert wurde und nun auch andere erneuerbare Energietechnologien bzw. Kombinationen zulässt.

Derzeit sind die **Förderungen der Bundesländer** sehr unterschiedlich strukturiert. Diese reichen von Direktzuschüssen, die bis auf Niederösterreich in allen Bundesländern in unterschiedlichen Höhen gewährt werden, über Darlehen bis hin zu Annuitätenzuschüssen.

Die im Jahr 2021 von den Bundesländern ausbezahlten finanziellen Zuschüsse für thermische Solaranlagen sind in der **Tabelle 52** ersichtlich.

Tabelle 52 – Landesförderungen für solarthermische Anlagen 2021
Datenquelle: Erhebung AEE INTEC (2022)

Förderungen der Länder für Solaranlagen im Jahr 2021		
Bundesland	Euro	Form der Förderung
Wien	11.478	Direktzuschuss
Niederösterreich	4.002.410	Annuitätenzuschuss & Darlehen
Oberösterreich	650.000	Direktförderung & Geförderte Kredite
Salzburg	160.488	Direktzuschuss
Tirol	740.609	Direktzuschuss & Annuitätenzuschuß
Vorarlberg	616.872	Direktzuschuss
Kärnten	291.359	Direktzuschuss
Steiermark	584.960	Direktzuschuss
Burgenland	46.900	Direktzuschuss ¹²

Die Förderungen beziehen sich – je nach Bundesland – auf direkte Zuschüsse, auf begünstigte Darlehen im Rahmen der Wohnbauförderung sowie auf Annuitätenzuschüsse. Die

¹² Burgenland: Nur Anlagen aus dem Burgenländischen Ökoenergiefonds

wertmäßige Vergleichbarkeit der Förderungen ist aber daraus nicht ableitbar. Anzumerken ist dabei auch, dass sich die in **Tabelle 52** dargestellten Fördersummen auf die im Jahr 2021 ausbezahlten Beträge beziehen¹³. D.h. diese Beträge müssen nicht mit der im Jahr 2021 errichteten Kollektorfläche übereinstimmen, da im Jahr 2021 teilweise Anlagen gefördert wurden, die schon im Jahr 2020 errichtet wurden.

Bundesförderungen

Die Abwicklung und Vergabe von Bundesförderungen für thermische Solaranlagen erfolgte über die Kommunalkredit Public Consulting (KPC).

Zum einen gab es Förderungen für Gewerbe- und Industriebetriebe sowie im Tourismusbereich über die Umweltförderung im Inland, zum anderen wickelte die KPC auch die Investitionsförderprogramme des Österreichischen Klima- und Energiefonds ab. Dies waren Solaranlagen, die im Rahmen der Programme Solare Großanlagen, Solarhaus, Erneuerbare Energien und Effizienzsteigerung sowie im Rahmen der Klima- und Energiemodellregionen errichtet wurden.

Die für Gewerbe- und Industriebetriebe im Rahmen der Umweltförderung im Inland ausbezahlten Förderungen sind in **Tabelle 53** dargestellt.

Über die Förderschiene Umweltförderung im Inland wurden im Jahr 2021 insgesamt 64 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von 1.870 m² mit einem Betrag von € 247.946,- gefördert.

Zusätzlich zu den o. g. Bundesförderungen wurden 20.706 m² Kollektorfläche im Rahmen der Klima- und Energiefonds Programme Solare Großanlagen, Solarhaus, Erneuerbare Energien und Effizienzsteigerung sowie im Rahmen der Klima- und Energiemodellregionen mit € 3.808.994,- gefördert. Solare Großanlagen sowie Klima- und Energiemodellregionen wurden zusätzlich mit € 122.786,- aus EU Mitteln gefördert.

Tabelle 53 – Umweltförderung der KPC im Gewerbe- und Industriebereich 2021

Datenquellen: KPC (2022), Erhebung AEE INTEC (2022)

Bundesland	Anzahl [-]	umweltrelevante Investitionskosten [€]	Förderung [€]	Kollektorfläche [m ²]
Burgenland	1	10.747,00 €	2.313,00 €	15m ²
Kärnten	9	160.163,00 €	36.185,00 €	302m ²
Niederösterreich	4	59.340,00 €	8.388,00 €	78m ²
Oberösterreich	16	220.058,00 €	54.774,00 €	414m ²
Salzburg	8	135.799,00 €	31.702,00 €	212m ²
Steiermark	7	115.995,00 €	28.729,00 €	217m ²
Tirol	13	361.954,00 €	73.215,00 €	539m ²
Vorarlberg	4	38.804,00 €	9.325,00 €	64m ²
Wien	2	12.692,00 €	3.315,00 €	29m ²
Summe	64	1.115.552,00 €	247.946,00 €	1.870m²

¹³ Vom Land Salzburg wurden für 2021 hinsichtlich der über die Wohnbauförderung geförderten Anlagen bis zum Redaktionsschluss dieses Berichts keine Daten zur Verfügung gestellt.

9.1.7 Erfasste Solarthermiefirmen

Die im Folgenden angeführten österreichischen Kollektorproduzenten und -vertriebsfirmen haben Daten für die Erstellung des Berichts „Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2021 - Berichtsteil Solarthermie“ zur Verfügung gestellt:

- AEPC GmbH
- CONA Entwicklungs- u. Handelsges.m.b.H.
- ESC Energy Systems Company GmbH
- Frauenthal Handel
- Gasokol Austria GmbH
- GC Gruppe Österreich, Fachgroßhandel für Haustechnik
- GREENoneTEC Solarindustrie GmbH
- KWB – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH
- MSG – My Solar GmbH
- ökoTech Solarkollektoren GmbH
- SIKO SOLAR Vertriebs Ges.m.b.H.
- Solarfocus GmbH
- SOLARier Gesellschaft für erneuerbare Energie mbH
- Solator GmbH
- S.O.L.I.D. Solarinstallation und Design GmbH
- Solkav GmbH
- Sonnenkraft GmbH
- SSP Products – Santer Solarprofi GesmbH
- SST Solar GmbH
- Strebelwerk GmbH
- VÖK – Vereinigung Öst. Kesselhersteller
- Walter Bösch GmbH & Co KG
- Winkler Solar GmbH
- 3F SOLAR Technologies GmbH

9.2 Marktentwicklung weltweit

Die kumulierte solarthermische Leistung, die Ende 2021 weltweit in Betrieb war, betrug 522 GW_{th} (746 Millionen Quadratmeter). Der entsprechende jährliche solarthermische Energieertrag kann mit 425 TWh beziffert werden (Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022)).

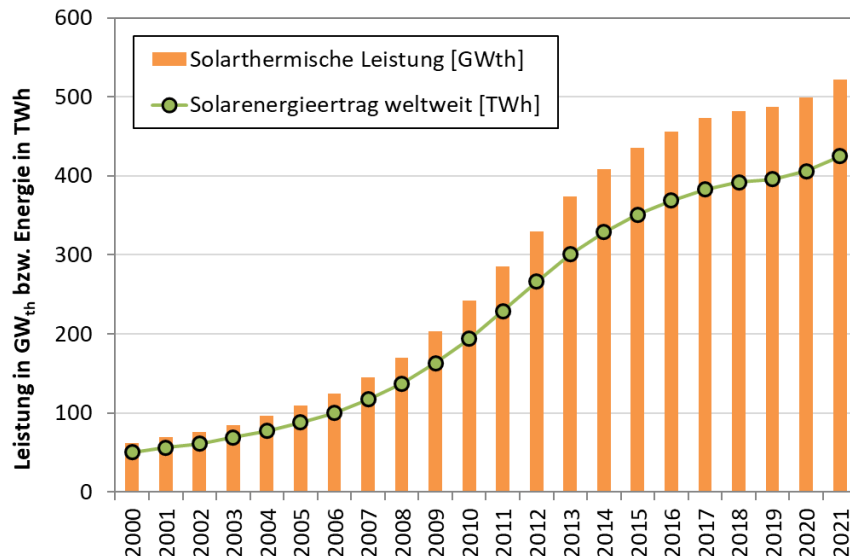


Abbildung 81 – Weltweit installierte Leistung und Energieerträge 2000-2021

Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2021)

9.2.1 Entwicklungen im Jahr 2021

Mit Ausnahme einiger weniger Länder hat die Solarthermie seit mehreren Jahren weltweit sehr herausfordernde Zeiten durchgemacht. Dies spiegelt sich in der Verringerung der jährlichen Zuwachsraten wider. Insbesondere wird dies in den großen Märkten in China und Europa sichtbar, wo die traditionellen Massenmärkte für kleine solare Warmwasserbereitungssysteme für Ein- und Mehrfamilienhäuser unter dem Marktdruck von Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen stehen.

Nach einigen schwierigen Jahren wuchs der globale Solarthermiemarkt im Jahr 2021 wieder um 3%. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich China, der mit Abstand größte Markt weltweit, wieder stabilisierte und ein leichtes Wachstum von 1 % verzeichnete. Sehr erfreuliche Marktentwicklungen gab es auch in Italien mit einem Wachstum von 83 %, in Brasilien (28 %), den Vereinigten Staaten (19 %), Griechenland (18 %), Polen (17 %) und Indien (16 %).

Gegenläufige Tendenzen gab es in traditionell starken Ländern wie Spanien (-19 %), Österreich (-7 %) und Zypern (-5 %). In Dänemark gab es aufgrund des Markteinbruchs im Bereich der solaren Fernwärme nach 2020 einen weiteren Marktrückgang um 45 %.

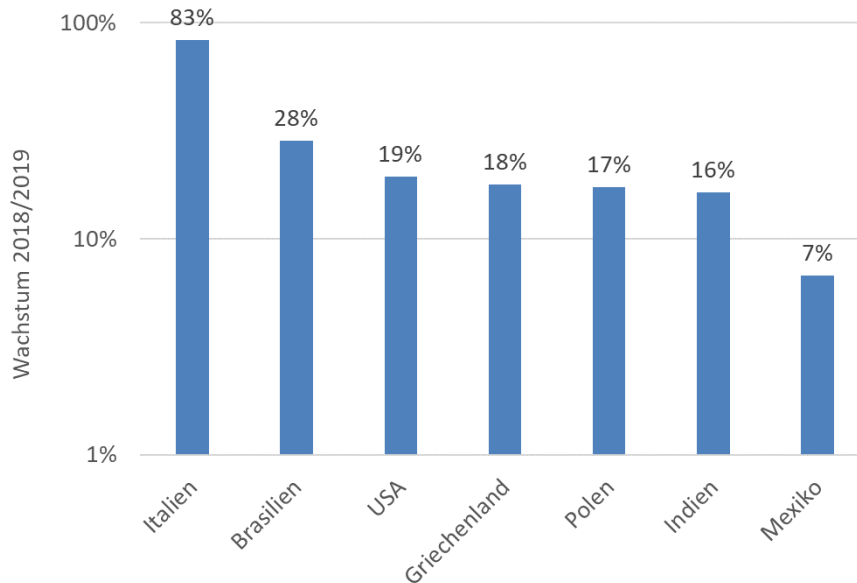


Abbildung 82 – Die Länder mit den größten Marktzuwächsen im Jahr 2021
 Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022)

9.2.2 Solare Fernwärme und Großanlagen für Mehrfamilienhäuser

Weltweit waren mit Ende des Jahres 2021 insgesamt 299 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von knapp über 2,35 Millionen Quadratmetern (1.645 MW_{th}) in Betrieb, die an Fern- oder Nahwärmesysteme angeschlossen sind. 68 % der Kollektorfläche bzw. 125 Anlagen sind in Dänemark installiert.

Durch günstige energiepolitische Rahmenbedingungen und ein marktdominierendes Unternehmen hatte Dänemark über ein Jahrzehnt die absolute Dominanz in diesem Sektor. Im Jahr 2019 wurden in Dänemark noch 134 MW_{th} neu errichtet. Dies änderte sich 2020 grundlegend. Durch das Auslaufen von attraktiven energiepolitischen Rahmenbedingungen für die Solarthermie und gleichzeitig sehr günstigen Rahmenbedingungen für Großwärmepumpen ist dieser Markt 2020 völlig eingebrochen, so dass nur noch eine Neuanlage und drei kleinere Erweiterungen errichtet werden konnten. Diese Änderungen bedingten 2020 auch die Schließung des weltweit führenden Unternehmens im Bereich der solaren Fernwärme. Auch im Jahr 2021 wurde in Dänemark lediglich eine solare Fernwärmeanlage installiert.

Zwei Länder, die seit einigen Jahren stark auf solare Fernwärme setzen, sind China und Deutschland. In China sind 41 solare Fernwärmesysteme mit einer installierten Leistung von 280 MW_{th} in Betrieb und in Deutschland sind es 45 Anlagen mit 81,5 MW_{th}.

Im weltweiten Vergleich liegt Österreich an vierter Stelle mit bisher 22 installierten solaren Fernwärmesystemen und einer installierten Leistung von 34 MW_{th}. Davon wurden im Jahr 2021 zwei Anlagen (Friesach und Graz Helios Phase 3) mit zusammen 5,5 MW_{th} (7.950 m²) in Betrieb genommen.

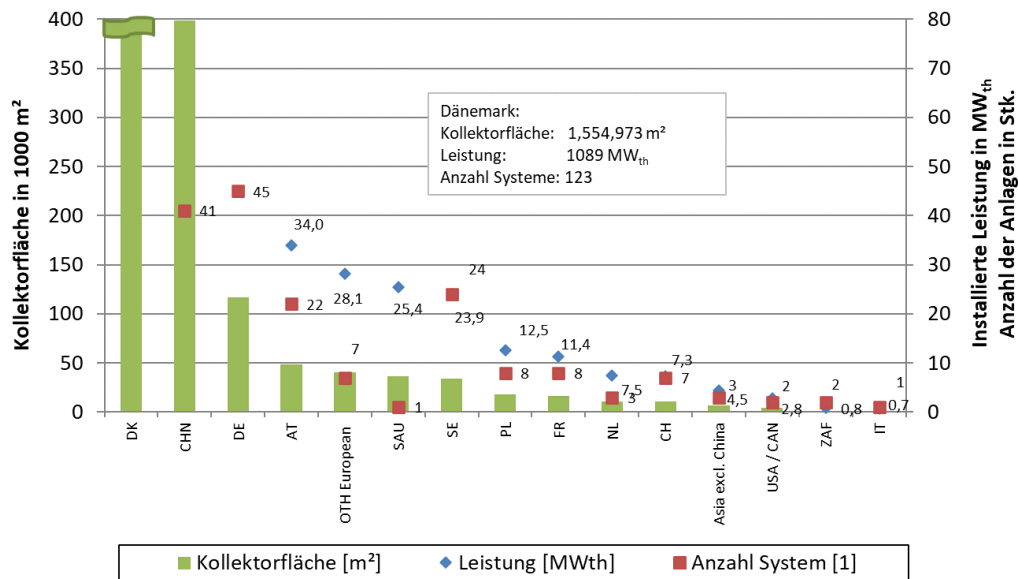


Abbildung 83 – Solare Fernwärmesysteme
Leistungen und Kollektorfläche installiert sowie Anzahl der Anlagen im Jahr 2021.
 Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022)

Zusätzlich zu den solaren Fernwärmesystemen waren Ende 2021 weltweit rund 230 solarthermische Großanlagen (> 350 kW_{th}; 500 m²) dokumentiert, die Wohngebäude, Gewerbebetriebe oder öffentliche Gebäude mit Wärme versorgen. Die installierte Gesamtleistung dieser Systeme beträgt 324 MW_{th} (463.100 m²).

9.2.3 Solare Prozesswärme

Das weltweite Interesse an solarthermischen Anlagen zur Bereitstellung von Wärme für industrielle Prozesse ist in den letzten Jahren weiter kontinuierlich gewachsen. Realisierte Projekte reichen von kleinen Demonstrationsanlagen bis zu sehr großen Systemen im 100 MW-Sektor.

Zum Jahresende 2021 waren 957 solare Prozesswärmesysteme mit einer Gesamtkollektorfläche von rund 1,2 Million m² (826 MW_{th}) in Betrieb. Von 370 dieser Anlagen sind Detaildaten erfasst. Die folgende Abbildung zeigt die weltweit installierten und im Detail erfassten solaren Prozesswärmesysteme nach Ländern. Mexiko, Deutschland und Indien haben die meisten installierten Systeme, gefolgt von Österreich, das mit insgesamt 31 Anlagen vor den USA und China an sehr guter 4. Stelle liegt.

Die weltweit größte solare Prozesswärmeanlage Miraah im Oman verfügt nun über eine installierte Leistung von 300 MW_{th}. Der solar erzeugte Dampf wird bei dieser Anlage in einem Ölfeld zur Ölförderung verwendet.

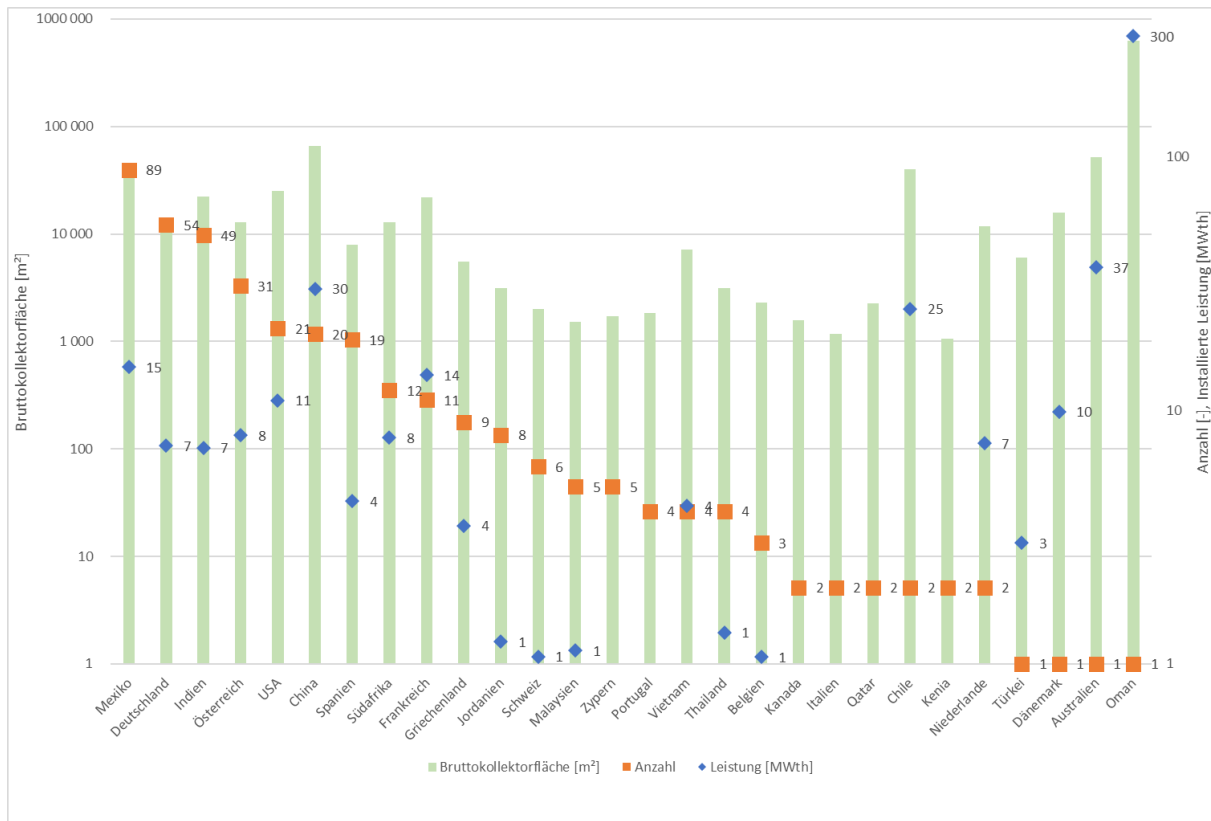


Abbildung 84 – Solare Prozesswärmeanlagen weltweit im Jahr 2021 für Länder zu denen Detaildaten vorliegen. Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022)

9.2.4 Weltweit führende Länder

Da dazu noch keine globalen Zahlen aus dem Jahr 2021 vorliegen, werden nachfolgend die Entwicklungen aus dem Jahr 2020 dargestellt.

Mit 364 GW_{th} war China 2020 führend in Bezug auf die kumulierte installierte Leistung von wassergeführten Kollektoren. Mit einer installierten Leistung von 18 GW_{th} bzw. 14 GW_{th} folgten die Türkei und Deutschland. Österreich lag mit 3,4 GW_{th} weltweit an elfter Stelle.

Betrachtet man die installierte Gesamtleistung pro 1.000 Einwohner, so ergibt sich ein gänzlich anderes Bild. In Bezug auf die Marktdurchdringung dominierten die fünf Länder Barbados, Zypern, Israel, Österreich und Griechenland. China belegt in Bezug auf die Marktdurchdringung den siebenten Platz, siehe Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022).

9.3 Produktion, Import und Export

9.3.1 Thermische Kollektoren

Wie aus **Abbildung 85** hervorgeht, verzeichnete die Produktion von thermischen Sonnenkollektoren in Österreich im Zeitraum von 2002 bis 2008 ein starkes Wachstum. Die jährliche Produktion von Sonnenkollektoren hat sich in diesem Zeitraum von 328.450 m² auf 1,6 Millionen m² fast verfünffacht.

Von diesem Höchststand gab es ab dem Jahr 2009 einen stetigen Rückgang der jährlichen Produktion auf 409.057 m² im Jahr 2020. Im Jahr 2021 konnte nach 11 Jahren erstmals wieder ein Zuwachs von 22,6 % in der Produktion verzeichnet werden. Die Inlandsproduktion im Jahr 2021 betrug 501.835 m² entsprechend einer Leistung von 351,3 MW_{th}.

Beim Import von Kollektoren nach Österreich ist ein ähnlicher Trend wie bei der Inlandsproduktion feststellbar. Ab 2009 war auch hier eine deutlich rückläufige Tendenz feststellbar. Der Tiefststand der Importe wurde 2019 mit lediglich 5.180 m² Kollektorfläche erreicht. Seit dem Jahr 2020 ist nun wieder ein Aufwärtstrend erkennbar. Im Jahr 2020 lag der Import bei 12.310 m² und im Jahr 2021 mit 31.242 m² bei mehr als dem 2,5-fachen Wert im Vergleich zum Vorjahr.

Die Produktion, der Export und der Import von thermischen Sonnenkollektoren (alle Kollektortypen) in Österreich in den Jahren 2000 bis 2021 sind in **Abbildung 85** dargestellt.

Wie bei der Produktion, ist auch beim Export aufgrund der positiven Marktentwicklung in einigen Exportmärkten eine erfreuliche Entwicklung feststellbar. Im Jahr 2021 wurden 462.223 m² Kollektorfläche exportiert. Das ist eine Steigerung von 34 % bezogen auf das Jahr 2020. Bezieht man den Exportanteil der verglasten Flachkollektoren an der Produktion, so entspricht dies einer Exportrate von 92 %.

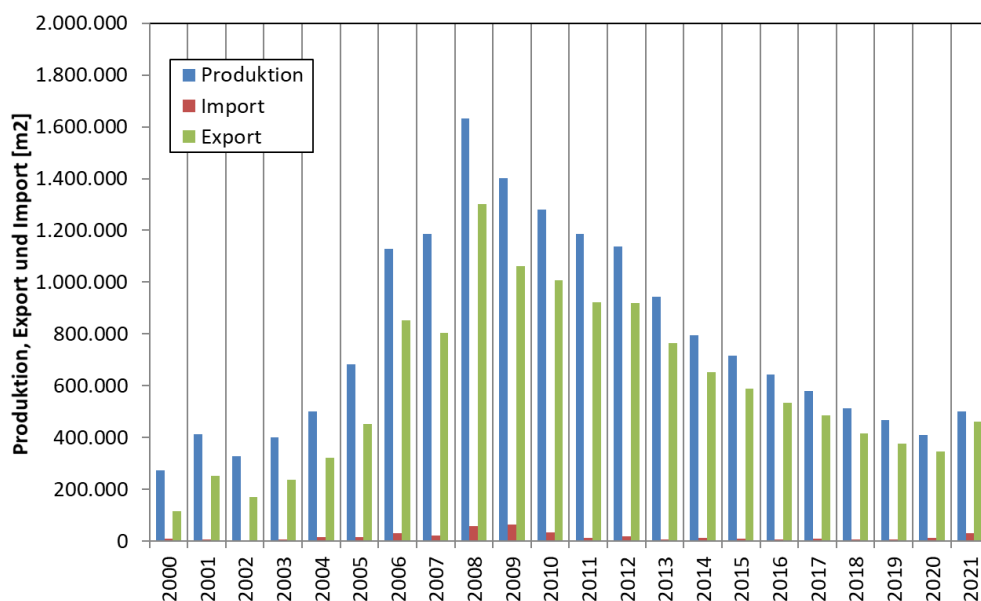


Abbildung 85 – Produktion, Export und Import von Sonnenkollektoren in Österreich von 2000 bis 2021. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2022)

Die in Österreich im Jahr 2021 gefertigten Flachkollektoren wurden fast zur Gänze, 92 %, exportiert. Bei Luftkollektoren lag der Exportanteil bei 62 %. Der Exportanteil der unverglasten Flachkollektoren (Schwimmbadabsorber) wurde nicht dokumentiert.

Die wichtigsten Exportmärkte innerhalb der Europäischen Union waren Deutschland, Italien und die Schweiz. Die wichtigsten Exportländer der österreichischen Solartechnikunternehmen im Jahr 2021 sind nach Anteilen in **Abbildung 86** dargestellt.

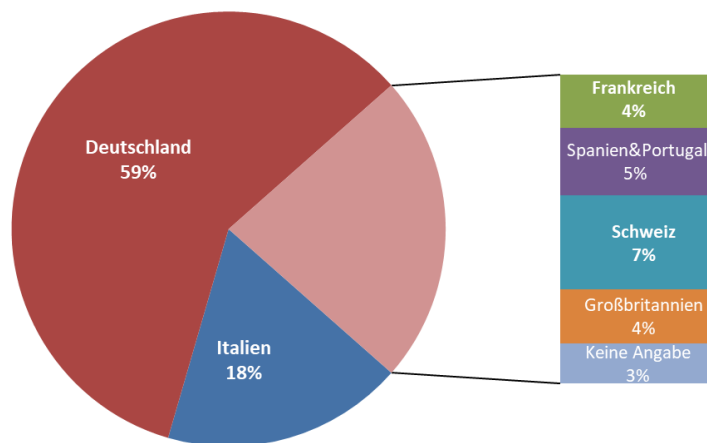


Abbildung 86 – Exportländer österreichischer Solartechnikunternehmen 2021

Quelle: AEE INTEC (2022)

Die nachfolgende **Abbildung 87** und **Abbildung 88** dokumentieren die österreichische Produktion von thermischen Sonnenkollektoren nach Kollektortyp von 2000 bis 2021. **Abbildung 87** verdeutlicht die dominierende Rolle des verglasten Flachkollektors in der österreichischen Produktion und die Entwicklung der Produktion in den vergangenen 22 Jahren.

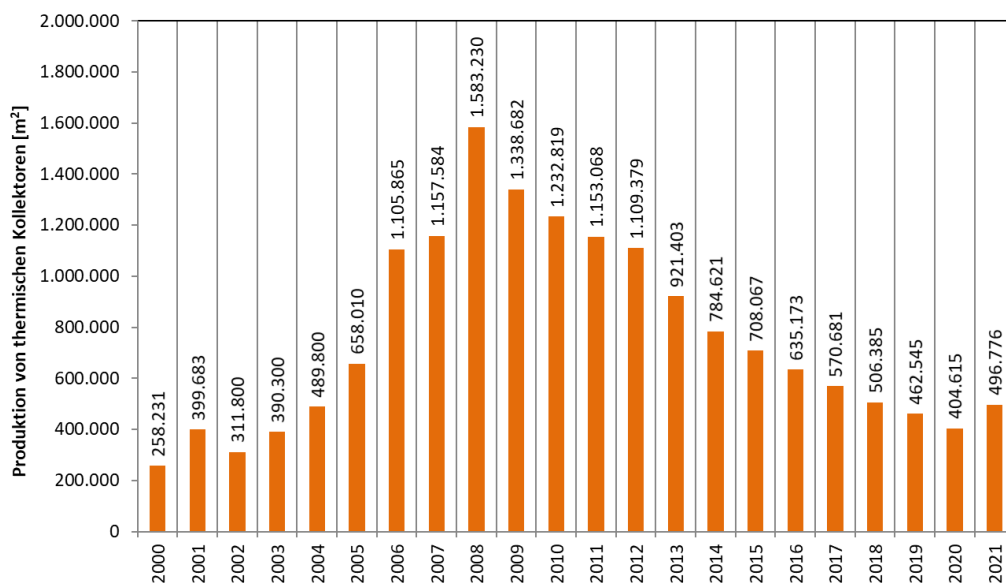


Abbildung 87 – Produktion von verglasten Flachkollektoren in Österreich

in den Jahren 2000 bis 2021. Quellen: bis 2006: Faninger (2007); ab 2007: AEE INTEC (2022)

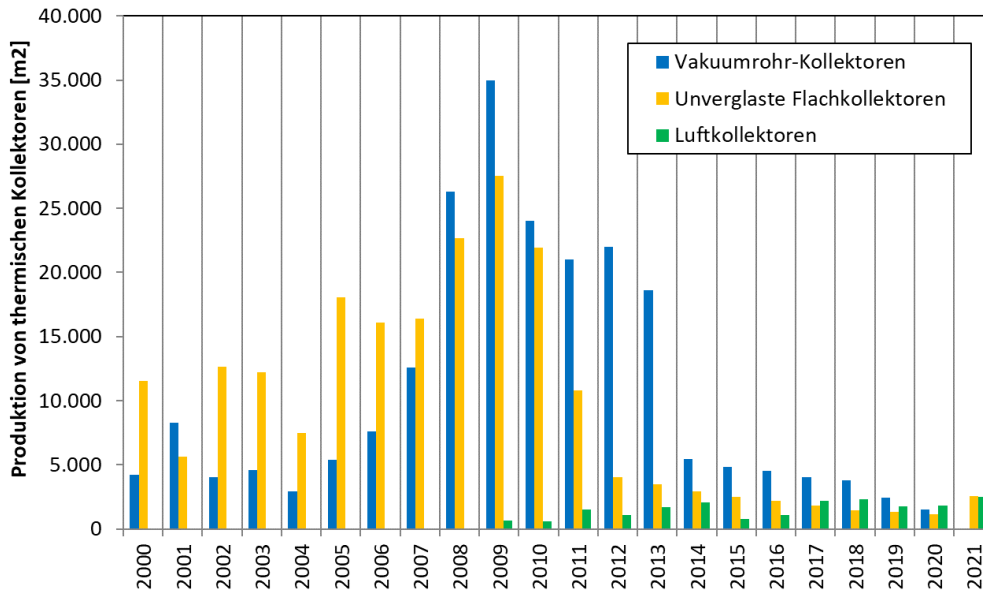


Abbildung 88 – Produktion von thermischen Solarkollektoren in Österreich
Unverglaste Kollektoren, Vakuumpohr- und Luftkollektoren, in den Jahren 2000 bis 2021.
Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2022)

Die österreichische Produktion von verglasten Flachkollektoren, Vakuumpohr-Kollektoren und Luftkollektoren verteilt sich auf 10 Unternehmen, wobei seit einigen Jahren rund 90 % der Produktion in der Hand von nur einem Unternehmen liegt, siehe **Abbildung 89**. Dieses Unternehmen ist auch der weltweit größte Hersteller von Flachkollektoren, gefolgt von einem weiteren Unternehmen mit einem Marktanteil von 4 % sowie zwei Firmen mit je 2 % und einer Firma mit rund 1 %. Die weiteren fünf Firmen haben zusammen einen Marktanteil von rund 1 %.

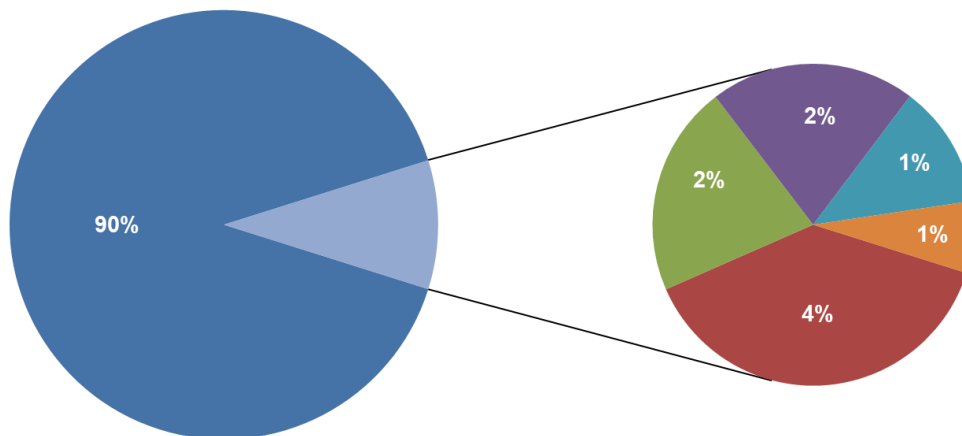


Abbildung 89 – Marktanteile der wesentlichen Kollektorproduzenten in Österreich
Verglaste Flachkollektoren, Vakuumpohr-Kollektoren und Luftkollektoren.
Quelle: AEE INTEC (2022)

9.3.2 PVT-Kollektoren

Die Marktdaten von photovoltaisch-thermischen Hybridkollektoren (PVT-Kollektoren) wurden in Österreich erstmals im Jahr 2018 erhoben, daher bestehen für diesen Kollektortyp noch keine langen Zeitreihen.

Derzeit beschäftigen sich drei österreichische Hersteller mit der Produktion und dem Vertrieb von PVT-Kollektoren.

Nach Angaben der Unternehmen wurden im Jahr 2021 insgesamt 1.616 m² PVT-Kollektoren mit einer thermischen Leistung von 841 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 304 kW_{peak} in Österreich produziert. Rund 73 % der Produktion wurde exportiert (vornehmlich nach Deutschland, in die Schweiz und die Niederlande).

Unter Berücksichtigung der Importe von 575 m² von Deutschland nach Österreich wurden insgesamt 1.014 m² PVT-Kollektoren mit einer thermischen Leistung von 532 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 186 kW_{peak} neu installiert. Die kumulierte installierte PVT-Kollektorfläche beträgt Ende 2021 in Österreich 2.965 m² mit einer thermischen Leistung von 1.498 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 525 kW_{peak}.

Tabelle 54 – Produktion, Export und Inlandsinstallation von PVT-Kollektoren

Quelle: AEE INTEC (2022)

Einheit	Produktion			Export [%]	In Österreich installiert		
	[m ²]	[kW _{th}]	[kW _{peak}]		[m ²]	[kW _{th}]	[kW _{peak}]
bis inkl. 2017	1.882	908	330	62	938	448	168
2018	1.910	927	331	88	293	136	54
2019	744	383	125	62	350	182	56
2020	1.309	730	238	72	370	200	61
2021	1.616	841	304	73	1.014	532	186
Gesamt	7.461	3.789	1.328		2.965	1.498	525

9.4 Genutzte erneuerbare Energie

Die Berechnung des Energieertrages und der CO_{2äqu}-Einsparungen basiert auf der Hochrechnung der Simulation von vier unterschiedlichen Referenzanlagen, die das gesamte Feld der Anwendungen von solarthermischen Kollektoren in Österreich abdecken. Die Ergebnisse für den Nutzwärmeertrag sind in **Tabelle 55** dargestellt. Der Stromverbrauch für Pumpen und Regelungen, der zum Betrieb von thermischen Solaranlagen erforderlich ist, wurde für Warmwasseranlagen, Kombianlagen und Anlagen zur Schwimmbaderwärmung berechnet. Unter der Annahme von 750 Betriebsstunden für Schwimmbadanlagen, 1.500 Stunden für Anlagen zur Warmwasserbereitung sowie 1.270 Betriebsstunden für Kombianlagen ergibt sich ein Gesamtstromverbrauch für alle in Österreich in Betrieb befindlichen Anlagen von 28,17 GWh. Bezogen auf den Wärmeertrag aller Solaranlagen von 2.131 GWh liegt damit der Stromverbrauch bei ca. 1,3 % oder einer Arbeitszahl von 76.

Tabelle 55 – Nutzwärmeertrag von thermischen Solaranlagen im Jahr 2021

Quelle: AEE INTEC (2022)

Anlagentype	Brutto-Nutzwärmeertrag ¹⁴
Solaranlagen zur Warmwasserbereitung sowie solare Kombianlagen für Warmwasser und Raumheizung	2.062 GWh/Jahr
Unverglaste Flachkollektoren zur Schwimmbaderwärmung	68,6 GWh/Jahr
Gesamt	2.131 GWh/Jahr

9.5 Treibhausgaseinsparungen

Insgesamt wurde im Jahr 2021 durch alle in Österreich in Betrieb befindlichen Solaranlagen ein Brutto-Nutzwärmeertrag von 2.131 GWh erzielt. Dies entspricht unter Zugrundelegung der Substitution des Energiemixes des Wärmesektors einer Vermeidung von 369.917 Tonnen CO_{2äqu} (Berechnungen AEE INTEC), siehe **Tabelle 56**. Details zu den CO_{2äqu}-Emissionskoeffizienten und deren Berechnung sind in **Kapitel 3.3** dargestellt. Die bei der CO_{2äqu}-Netto-Einsparung gegengerechneten CO_{2äqu}-Emissionen aus dem Stromverbrauch der Solaranlagen (Pumpen und Regelung) betragen 5.213 Tonnen.

Tabelle 56 – Treibhausgaseinsparungen durch thermische Solaranlagen im Jahr 2021

Quelle: AEE INTEC (2022)

Anlagentype	CO _{2äqu} -Netto-Einsparung ¹⁵ [Tonnen/Jahr]
Solaranlagen zur Warmwasserbereitung sowie solare Kombianlagen für Warmwasser und Raumheizung	357.791
Unverglaste Flachkollektoren zur Schwimmbaderwärmung	12.125
Gesamt	369.917

¹⁴ Nutzwärmeertrag ohne Berücksichtigung der für Regelung und Pumpen erforderlichen elektrischen Energie.

¹⁵ CO_{2äqu} Einsparung unter Berücksichtigung der CO_{2äqu} Emissionen aus dem Stromverbrauch für die Regelung der Anlagen und für den Pumpenbetrieb.

9.6 Umsatz und Wertschöpfung

Der Gesamtumsatz der österreichischen Solarthermiebranche betrug im Jahr 2021 rund 147,6 Millionen Euro.

Der Umsatz, der in Österreich installierten thermischen Solaranlagen betrug im Jahr 2021 rund 62,3 Millionen Euro. Bei den im Inland installierten Anlagen entfallen etwa 34 % auf die Technologieproduktion im Inland (Kollektoren, Speicher, Regelungen etc.), 33 % auf System-Assembling und Handel und rund 32 % auf die Installation und Errichtung der Anlagen. Auf Planungsleistungen – vor allem im Großanlagenbereich - entfallen 1 %, siehe **Tabelle 57**.

Tabelle 57 – Umsätze der Solarthermiebranche im Jahr 2021
Quelle: AEE INTEC (2022)

Umsatzbereiche	Mio €
Technologieproduktion im Inland	4,3
Planungsleistungen	0,6
Assembling / Handel	37,4
Installation / Anlagenerrichtung	19,9
Umsatz durch in Österreich installierte Anlagen	62,3
Umsatz durch Technologieexporte	85,3
Gesamtumsatz	147,6
Bewertung der erzeugten erneuerbaren Energie	213,1

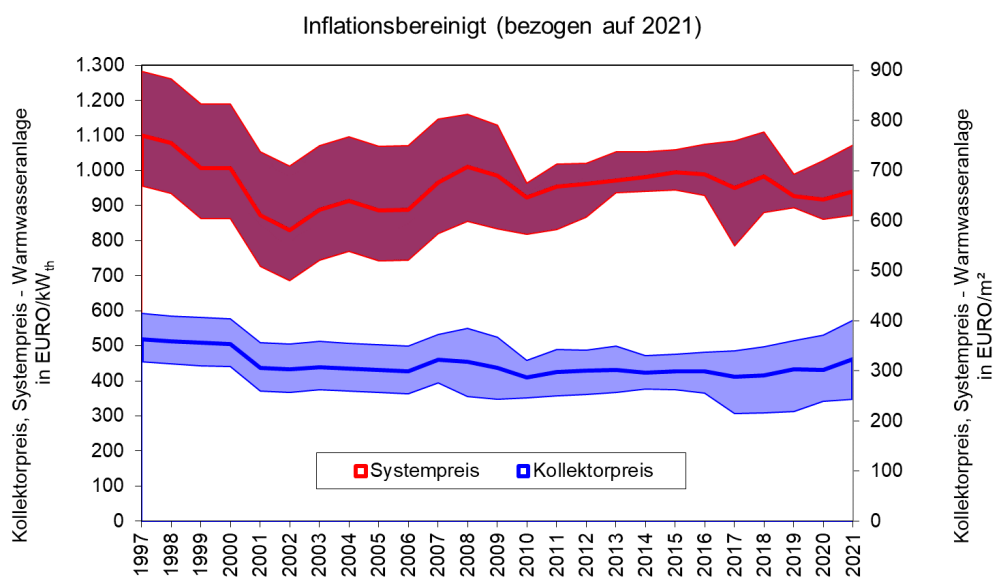


Abbildung 90 – Preise für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Österreich
Kollektor- und Solarsystempreise von 1997 bis 2021, inflationsbereinigte Preise exklusive Mehrwertsteuer und Montage. Quelle: AEE INTEC (2022)

Der Umsatz der Solarthermiebranche, der durch Exporte erzielt wurde, lag im Jahr 2021 bei 85,3 Millionen Euro. Nimmt man eine monetäre Bewertung, der durch die im Jahr 2021 in Österreich in Betrieb befindlichen thermische Solaranlagen erzeugten erneuerbaren Energie,

bezogen auf Endkunden-Wärmepreise (10 €ct/kWh) vor, so ergibt sich eine zusätzliche Wertschöpfung von € 213,1 Millionen.

Die Entwicklung der Kollektor- und Solarsystem-Preise in Österreich wird in **Abbildung 90** bezogen auf die installierte thermische Leistung von 1997 – 2021 dargestellt. Die ausgewiesenen, am Markt angebotenen Preise sind Mittelwerte der Angaben der vier führenden österreichischen Solartechnikfirmen für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung von Einfamilienhäusern. Die angegebenen Preise sind Listenpreise und auf das Jahr 2021 inflationsbereinigt, sowie exklusive Mehrwertsteuer und Montage.

Aus der Abbildung wird deutlich, dass sich die Kollektorpreise über die letzten 10 Jahre kaum verändert haben. Im Mittel betrug der Preis € 429/kW_{th}, oder bezogen auf den Quadratmeter Kollektorfläche € 300,-. Ähnlich verhält es sich bei den Systempreisen, die mit einem Mittelwert von € 961/kW_{th} auch nahezu unverändert geblieben sind.

9.7 Beschäftigungseffekte

Mit dem im Jahr 2021 erzielten Gesamtumsatz von 147,6 Millionen Euro bei Neuanlagen und der Wartung von bestehenden Solaranlagen sind primäre Arbeitsplatzeffekte von rund 1.200 Vollzeitbeschäftigten verbunden.

In **Abbildung 91** ist die Entwicklung der Arbeitsplätze und des Gesamtumsatzes der letzten 12 Jahre dargestellt. Mit dem dramatischen Rückgang des Umsatzes von mehr als 420 Millionen Euro im Jahr 2010 auf 131 Millionen Euro im Jahr 2020 war auch ein Rückgang auf 1.100 Arbeitsplätze verbunden.

Durch den im Jahr 2021 wieder deutlich erhöhten Export konnte der Umsatz auf 147,6 Millionen Euro gesteigert und damit auch die Arbeitsplätze auf 1.200 Vollzeit-equivalente erhöht werden.

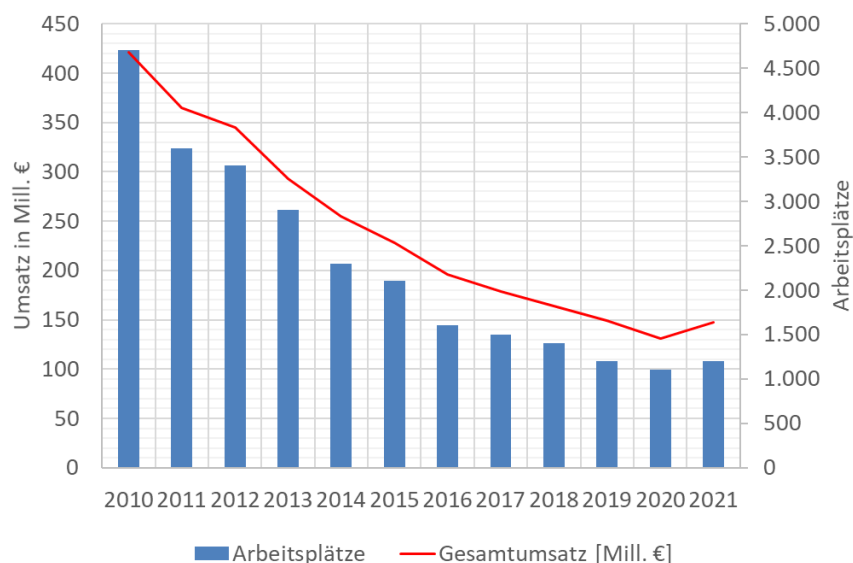


Abbildung 91 – Arbeitsplätze und Gesamtumsatz in den Jahren 2010 – 2021

Quelle: AEE INTEC (2022)

9.8 Innovationen

Aus derzeitiger Sicht sind bei kleinen, gepumpten thermischen Solaranlagen bei den Hauptkomponenten Kollektor, Speicher und Regelung keine weitreichenden Innovationen in Sicht, die rasch in den Markt gebracht werden können.

Großanlagen für Fernwärme und industrielle Anwendungen

Bei Großanlagen für Fernwärme und industrielle Anwendungen werden folgende Innovationen gesehen:

- Neue Montagesysteme, welche eine signifikante Reduktion der Montagezeiten erwarten lassen.
- Neue Geschäftsmodelle, bei denen Unternehmen die Planung, Errichtung, Finanzierung und den Betrieb der Anlage aus einer Hand anbieten.

9.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

Trotz großer Potenziale und trotz sehr erfolgreicher Jahre für die Solarwärmebranche (insbesondere 1990 bis 2009) ist das jährliche Marktvolumen für Neuinstallationen seit 2010 rückläufig.

Dies war zu Beginn der Entwicklung unter anderem auf die Auswirkungen der Wirtschafts- und Finanzkrise zurückzuführen; ist nun aber auch auf deutlich gesunkene Preise von Photovoltaikanlagen, die verstärkte Nutzung von Wärmepumpen sowie auf die, bis zum Ausbruch des Krieges Russlands gegen die Ukraine, anhaltend niedrigen Ölpreise zurückzuführen.

Der Installationsrückgang hat auch dazu geführt, dass die gesamte europäische Branche unter gehörigem wirtschaftlichem Druck steht. Erhöhter Wettbewerb unter den erneuerbaren Energieträgern sowie grundsätzlich geänderte Rahmenbedingungen in der gesamten Energiebranche haben weiters zur Verschärfung der Situation beigetragen. Vor diesem Hintergrund ergeben sich aus der Sicht der Solarwärmebranche für Österreich drei konkrete Fragestellungen:

- Wie können die seit Jahren bei den jährlichen Neuinstallationen gemeldeten Rückgänge abgefedert und möglichst rasch eine Trendumkehr herbeigeführt werden (zeitliche Perspektive bis 2025)?
- Was können konkrete Maßnahmen für die Trendumkehr sein und welche Gruppe von Akteuren betrifft die Umsetzung?
- Was sind die möglichen Beiträge von Solarwärme, um die bei der Klimakonferenz in Paris im Dezember 2015 beschlossenen Ziele zu erreichen?

Um Antworten auf diese Fragestellungen zu finden, wurden im Jahr 2014, basierend auf den in diesem Jahr vorherrschenden Rahmenbedingungen und den Detailanalysen der Marktsituation, in Abstimmung bzw. intensivem Austausch mit der österreichischen Solarwärmebranche und einer Vielzahl weiterer wichtiger Akteure in der Energiebranche die Roadmap SOLARWÄRME 2025 erarbeitet und im September 2014 veröffentlicht (Fink, C., Preiß D. (2014)).

In der Roadmap SOLARWÄRME 2025 werden drei mögliche Entwicklungsszenarien, die sich deutlich in den jeweiligen Aktivitätsintensitäten bzw. der Entwicklung externer Faktoren unterscheiden, skizziert. Die beiden ersten Szenarien werden im Folgenden näher erläutert:

- o Szenario „Business as Usual“
- o Szenario „Forcierte Aktivitäten“
- o Szenario „Ambitionierte Aktivitäten“

Darüber hinaus wurden vier Handlungsfelder („Branchenaktivitäten“, „Forschung & Entwicklung“, „Rahmenbedingungen“, „Begleitmaßnahmen“) definiert und deren Zusammenspiel in entsprechenden Intensitäten den drei Entwicklungsszenarien überlagert. Konkret wurden in intensivem Austausch mit der Solarwärmebranche über 100 einzelne Maßnahmen zur Stärkung und Entwicklung der Technologie identifiziert bzw. vorgeschlagen. Von zentraler Bedeutung erwiesen sich dabei Aktivitäten zur Reduktion der Abhängigkeit von externen Faktoren bei der Marktdiffusion, insbesondere durch konsequente Kostenreduktion (bis 2025 bei Kleinanlagen in einem Ausmaß von bis zu 60 % bzw. bei Großanlagen in einem Ausmaß von bis zu 40 %) und Verbesserung der Zielgruppenakzeptanz. Zielgerichtete Standardisierungsarbeiten, spezifische Forschungsarbeiten, neue Vertriebs- und Geschäftsmodelle als auch angepasste Förderinstrumente wurden hier als essentiell identifiziert.

Entwicklung der solarthermischen Anlagen nach dem „Business as Usual Szenario“ im Vergleich zum „Status quo“:

In **Abbildung 92** ist das „BAU-Szenario“ in Bezug auf die Entwicklung der Kollektorflächen und deren Verteilung auf die unterschiedlichen Anwendungssektoren bis 2025 dargestellt. Wie aus dem Vergleich der prognostizierten Kollektorflächen und den tatsächlich zwischen 2014 und 2021 installierten Kollektorflächen hervorgeht (dargestellt durch die rote Linie in den Jahren 2014 bis 2021), liegen die realen Entwicklungen in den dargestellten Jahren deutlich unter dem in der Roadmap dargestellten „Business as Usual Szenario“.

Im Jahr 2021 lag die tatsächlich installierte Kollektorfläche um rund 50 % unter den Erwartungen des „BAU-Szenario“.

Begriffsbestimmungen für die Abkürzungen in der Legende von Grafik **Abbildung 92** und **Abbildung 93**:

EFH, ZFH:	Ein- und Zweifamilienhaus
MFH:	Mehrfamilienhaus
DL, NWG:	Dienstleistung-Nichtwohngebäude
Prod.+LW:	Produktion u. Landwirtschaft
W-Netze:	Wärmenetze
NT-PW:	Niedertemperatur-Prozesswärme
KL:	Klimatisierung

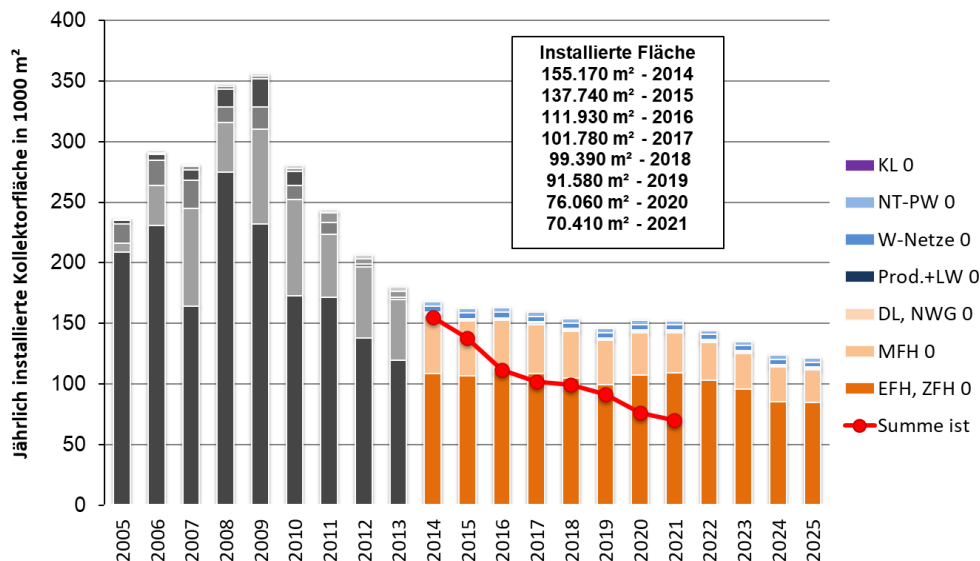


Abbildung 92 – Jährliche Kollektorfläche: „Business as Usual“ Szenario und Realität
 die tatsächliche Entwicklung in den Jahren 2014 bis 2021 entspricht der roten Linie „Summe ist“. Quelle: Fink et al (2014)

Im „Business as Usual“ Szenario wurde bei Studierenerstellung erwartet, dass sich die jährliche Rückgangsdynamik verlangsamt, insgesamt aber zwischen 2012 und 2025 ein durchschnittlicher Marktrückgang pro Jahr von 3,9 % zu erwarten ist. Das würde dazu führen, dass sich die jährlich installierte Kollektorfläche bis zum Jahr 2025 auf rund 125.000 m² reduzieren würde, was in etwa dem Marktvolumen von 1991 bzw. 1992 entsprechen würde. Trotz der Rückgänge, würde der zentrale Anwendungssektor das private Ein- und Zweifamilienhaus mit rund 85.000 m² Kollektorfläche (70 % Marktanteil) bleiben, gefolgt von Anwendungen im Geschoßwohnbau mit rund 30.000 m² Kollektorfläche. Neue Anwendungssektoren im Bereich Wärmenetzintegration, solare Prozesswärme, öffentliche und gewerbliche Gebäude, Klimatisierung, etc. können in diesem Szenario nicht breit erschlossen werden. Aufgrund des prognostizierten, rückläufigen österreichischen Niedertemperaturwärmebedarfs ergäben sich trotz abnehmender Installationszahlen im Jahr 2025 mit 1,8 % bis 1,9 % keine geringeren solaren Deckungsgrade als 2012 (1,7 %).

Entwicklung der solarthermischen Anlagen nach dem „Forcierten Szenario“:

Das zweite Szenario („Forciertes Szenario“), das in der Roadmap SOLARWÄRME 2025 dargestellt ist, ging im Vergleich zum Szenario „Business as Usual“ von erheblich gesteigerten Aktivitäten auf unterschiedlichen Ebenen aus, welche die Erfordernisse der Solarthermie gezielt adressieren.

Bei diesem Szenario wurde auch angenommen, dass es der Branche gelingt, durch Anpassungen in den Vertriebsstrukturen, durch technologische Entwicklungen sowie durch Standardisierung die Endkundenpreise im Bereich Kleinanlagen bis 2025 um durchschnittlich 40 % und im Bereich größerer Anwendungen zwischen 20 % und 30 % zu reduzieren, wodurch sich die Wettbewerbsfähigkeit von Solarwärme sowohl im Vergleich mit anderen erneuerbaren als auch fossilen Energieträgern deutlich steigern würde. Gleichzeitig ist man davon ausgegangen, dass es im Bereich größerer Anlagen (Geschoßwohnbau, gewerbliche Anwendungen, Netzintegrationen, etc.) neben technologischen Weiterentwicklungen angepasste Branchenkonzepte und Geschäftsmodelle für die Erschließung dieser Markt-

segmente entwickelt und dadurch Barrieren überwunden werden. Gemeinsam mit der öffentlichen Hand sollten damit legislative und angepasste förderpolitische Rahmenbedingungen mit hoher Kontinuität geschaffen und die Technologievorteile in entsprechenden Initiativen und Begleitaktivitäten (auf regionaler als auch nationaler Ebene) der jeweiligen Zielgruppe kommuniziert werden. Darüber hinaus wurde angenommen, dass aufgrund der kontinuierlichen Systemkostenreduktion Fördermodelle durchaus auf degressiven Ansätzen aufbauen könnten. Solarwärmeanwendungen würden dadurch wieder stärker als attraktive Technologie wahrgenommen, was den Anteil von Solaranlagen in neu errichteten Ein- und Zweifamilienhäusern und insbesondere auch bei den Gebäudesanierungen (angenommene Gebäudesanierungsrate von 1 %) wieder steigen ließe. Auch die Replacementrate (Erneuerungsrate von Bestandsanlagen mit einem Alter über 25 Jahren) wurde im Vergleich zum Szenario „Business as Usual“ von 25 % auf 50 % angehoben. Gezielte technologische Entwicklungen (z. B. solare Bauteilaktivierung, kompakte Energiespeicher) führen in diesem Szenario zu Systemlösungen mit höheren solaren Deckungsgraden (>60 %) für Warmwasser und Raumheizung, die Solaranlagen zum Hauptheizsystem machen und das noch notwendige Back-up zum Zusatzheizsystem. Eine weitere Maßnahme, die diesem Szenario unterstellt sind, sind gezielte neue Kooperationen mit anderen Branchen, welche zu einer erheblich gesteigerten Zahl an Multiplikatoren für die Technologie auf unterschiedlichen Ebenen führt. Die positiven Entwicklungen am Heimmarkt, so wird angenommen, stärken auch die Exportaktivitäten der österreichischen Unternehmen.

Das Ergebnis der Abschätzung der Auswirkungen der beschriebenen Annahmen in Bezug auf die Kollektorflächenentwicklung und deren Verteilung auf die unterschiedlichen Anwendungssektoren bis 2025 ist in **Abbildung 93** dargestellt.

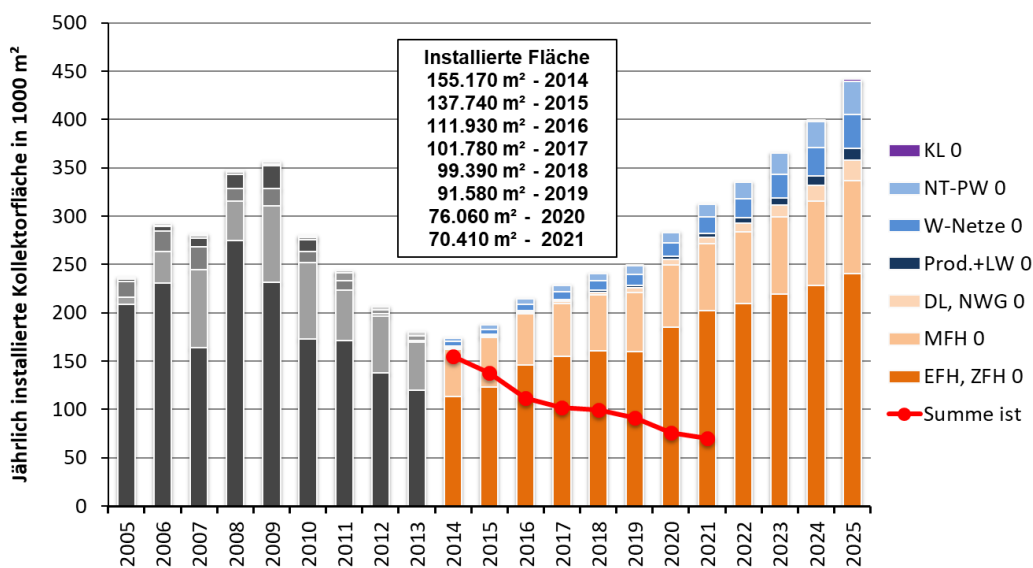


Abbildung 93 – Jährliche Kollektorfläche: „Forcierte Aktivitäten“ Szenario und Realität
 Quelle: Fink et al. (2014)

Durch eine Vielzahl gezielter und abgestimmter Maßnahmen wurde angenommen, dass es im Szenario „Forcierte Aktivitäten“ gelingt, eine Trendumkehr bei der jährlich installierten Kollektorfläche zu erreichen und bereits im Jahr 2015 moderate Steigerungsraten zu erzielen. Die in diesem Szenario zugrunde liegenden durchschnittlichen jährlichen Steigerungsraten liegen zwischen 2013 und 2025 bei 7,8 %.

Da die oben angeführten Rahmenbedingungen, wie legislative und angepasste förderpolitische Rahmenbedingungen nicht umgesetzt wurden und nur einige wenige Firmen in den letzten Jahren neue Vertriebs- und Geschäftsmodelle (Direktvermarktung) eingeführt haben, konnte wie aus **Abbildung 90** ersichtlich wird, keine signifikante Reduktion der Endkundenpreise beim wichtigen Segment Einfamilienhäuser erzielt werden. Die in diesem Szenario angepeilte Trendumkehr konnte daher nicht umgesetzt werden. Die im Jahr 2021 installierte Kollektorfläche liegt nahezu 80 % unter den Erwartungen dieses Szenarios.

9.10 Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

Die Zahlen des Verbandes Austria Solar für das erste Quartal 2022 zeigen im Vergleich zum ersten Quartal 2021 einen Wachstumstrend. Im ersten Quartal 2022 lagen die Verkaufszahlen nach Angaben des Verbandes um 16 % über denen des 1. Quartals 2021.

9.10.1 Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes

In den letzten 10 Jahren unterschied sich die österreichische Marktentwicklung nicht grundsätzlich von jenen, der meisten anderen europäischen Länder. Bis auf Dänemark und Griechenland haben nahezu alle anderen Länder in dieser Zeitperiode Marktrückgänge verzeichnet. In Dänemark war das Wachstum vor allem auf den massiven Ausbau der solaren Fernwärme zurückzuführen und in Griechenland verzeichnete der Markt der Thermosiphonanlagen trotz massiver wirtschaftlicher Probleme beachtenswerte Zuwachsraten.

Eine Trendumkehr hat sich in Deutschland im Jahr 2020 abgezeichnet, denn der Solarthermiekmarkt in Deutschland wuchs im Vergleich zu 2019 im Jahr 2020 um ca. 25 % auf rund 650.000 m², was einer neu installierten Leistung von fast 0,5 MW_{th} entspricht. Die steigende Nachfrage nach solarthermischen Anlagen in Deutschland ist vor allem auf die Umsetzung des neuen, äußerst lukrativen Förderprogramms "Bundesförderung für effiziente Gebäude" (BEG) zurückzuführen. Im Jahr 2021 konnte dieser Trend allerdings nicht fortgesetzt werden, die installierte Kollektorfläche stagnierte auf dem Niveau von 2020.

Mit Marktzuwächsen von 83 % in Italien und 17 % in Polen zeichnete sich im Jahr 2021 in diesen beiden EU Ländern eine Trendumkehr ab (Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2022)).

Weiterer Rückgang bei Mehrfamilienhäusern

Wie weiter oben angeführt, ist in Österreich, neben den Kleinanlagen für Einfamilienhäuser, insbesondere der Markt der thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung für Mehrfamilienhäusern unter Druck. Im Marktsegment der Mehrfamilienhäuser ging der Anteil an der jährlich gesamt installierten Fläche von 38 % im Jahr 2018 auf 18 % im Jahr 2021 zurück.

Sollte sich an den Systempreisen nicht Signifikantes ändern oder keine ähnlich attraktiven Förderprogramme wie für die Photovoltaik eingeführt werden, ist davon auszugehen, dass dieser Markt in den kommenden Jahren weiter schrumpft und die Warmwasserbereitung von Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen übernommen wird.

Solare Nah- und Fernwärme mit Wachstumspotenzial

Zwei andere Sektoren, in denen durchaus ein Wachstumspotenzial gesehen wird, sind solar unterstützte Nah- und Fernwärmeanlagen sowie Solarwärme für industrielle Prozesse. Bedingt durch die Anlagengröße ergibt sich bei diesen Anwendungen ein Economy of Scale-Effekt, der sich positiv auf die Wärmegestehungskosten auswirkt und daher die Wärme ökonomisch konkurrenzfähig angeboten werden kann.

Im Jahr 2021 wurden die solare Fernwärmanlage Friesach mit 5.750 m² Kollektorfläche (4 MW_{th}) und in Graz Helios Phase 3 mit rund 2.200 m² Kollektorfläche (1,5 MW_{th}) in Betrieb genommen.

Derzeit sind einige weitere solar unterstützte Nah- und Fernwärmanlagen in Planung oder Umsetzung, die in diesem Marktsegment einen weiteren positiven Trend im Jahr 2022 erwarten lassen.

Darüber hinaus ist die solare Großanlage für das Fernwärmenetz Graz wieder im Gespräch. Nach dem Rückzug der ursprünglich beauftragten dänischen Errichterfirma im Jahr 2019, soll die Anlage nun von einem österreichischen Konsortium gebaut werden. Geplant ist derzeit die Installation von rund 200.000 m² Kollektorfläche (140 MW_{th}) in Verbindung mit Erdbeckenspeichern.

Ein weiterer wesentlicher Impuls wird durch das neue Großanlagenförderprogramm des Klima- und Energiefonds erwartet, das insbesondere Anlagen größer 5.000 m² Kollektorfläche forciert.

Um die im Jahr 2021 installierten Kollektorflächen, die in Nah- und Fernwärmesystemen eingesetzt werden einordnen zu können, ist nachfolgend in **Abbildung 94** der historische Verlauf dieser Systeme dargestellt. Einen ersten Höhepunkt bei der Errichtung dieser Anlagen gab es in den Jahren zwischen 2006 und 2011. Allein im Jahr 2006 wurden 8.755 m² Kollektorfläche erreicht. Im Jahr 2021 wurde mit 7.950 m² Kollektorfläche der zweithöchste Wert erreicht. Insgesamt wurden in diesem Anwendungssegment bisher 48.512 m² Kollektorfläche installiert.

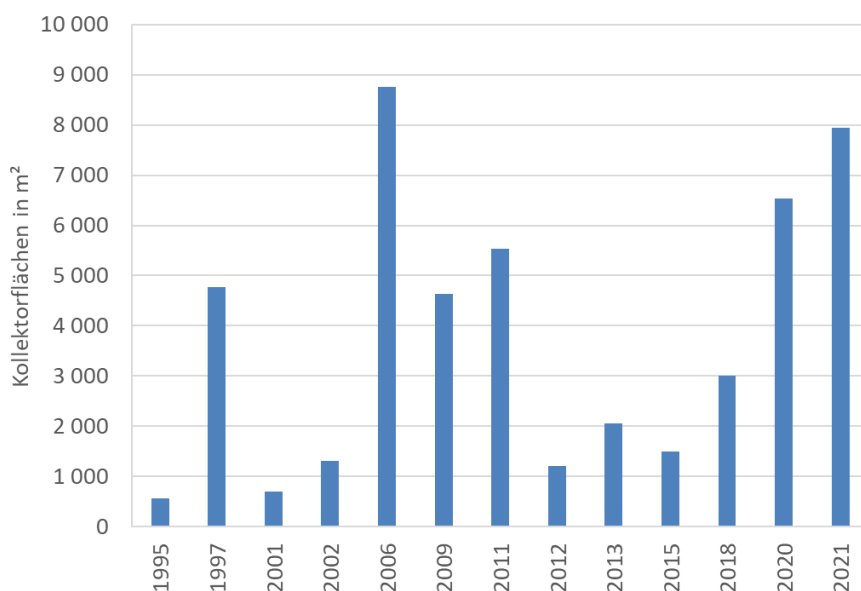


Abbildung 94 – Historischer Verlauf der jährlich neu installierten Solaranlagen für Nah- und Fernwärmenetze. Quelle: AEE INTEC (2022)

Industrielle Prozesswärme

Wie oben angeführt, ist auch solare Prozesswärme international gesehen ein Hoffnungsmarkt der Solarthermiebranche. Auch in Österreich wurden in jüngster Vergangenheit zahlreiche Anlagen für dieses Marktsegment vor allem in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie errichtet. Bisher sind insgesamt 10.804 m² (7,5 MW_{th}) installiert und in Betrieb.

2021 wurden neun Prozesswärmeanlagen mit einer Kollektorfläche von 1.100 m² (0,7 MW_{th}) in Betrieb genommen. Dies waren allesamt Anlagen mit Luftkollektoren zur solaren Trocknung von Hackgut und Heu.

Auch in diesem Marktsegment wird ein wesentlicher Impuls durch das neue Großanlagenförderprogramm des Klima- und Energiefonds erwartet, das insbesondere Anlagen größer 5.000 m² Kollektorfläche forciert.

Marktzuwächse bei PVT-Kollektoren

Ein ähnlich positiver Trend wie bei den großen Fernwärmeanlagen wird bei der Entwicklung des Marktes für PVT-Kollektoren gesehen. Auch wenn das ein vergleichsweise kleiner und junger Markt ist, so konnte hier zwischen 2018 und 2021 ein beachtliches jährliches Marktwachstum verzeichnet werden, das durchaus Potenzial hat, weiter fortgeschrieben zu werden. Bemerkenswert ist das Marktwachstum im Jahr 2021, denn 34 % der insgesamt in Österreich installierten PVT Kollektoren wurden alleine im Jahr 2021 errichtet.

Technologisch gesehen, wird zukünftig insbesondere in der Kombination von Wärmepumpen mit (unverglasten) PVT-Kollektoren eine hohe Marktrelevanz gesehen.

9.10.2 Akteure und treibende Kräfte

Was die Entwicklung der Solarthermie-Unternehmen in Österreich generell betrifft, ist anzumerken, dass sich die Anzahl der Firmen, die Flach- und Vakuumröhrenkollektoren produzieren von 18 im Jahr 2010 auf nunmehr 10 reduziert hat.

Der Branchenverband Austria Solar, der in der Qualitätssicherung, in der Öffentlichkeitsarbeit und im Lobbying sehr aktiv ist, hat in den vergangenen 10 Jahren Mitglieder verloren. Hier kann allerdings festgestellt werden, dass in jüngster Zeit einige Firmen, vor allem aus andern europäischen Ländern Mitglied geworden sind.

Neben den Produzenten zählen die Systemanbieter, der Sanitärgrößhandel und die Installateure zu den wesentlichen Akteuren bei der konkreten Implementierung von thermischen Solaranlagen.

In **Abbildung 95** sind die sehr unterschiedlichen Tätigkeitsfelder von österreichischen Solartechnikunternehmen dargestellt. Sie zeigt die breite Aufstellung der Unternehmen, welche sich nicht nur auf die Kernbereiche Produktion, Handel und Installation, sondern auch auf die Bereiche Forschung und Entwicklung sowie Technologietransfer erstreckt.

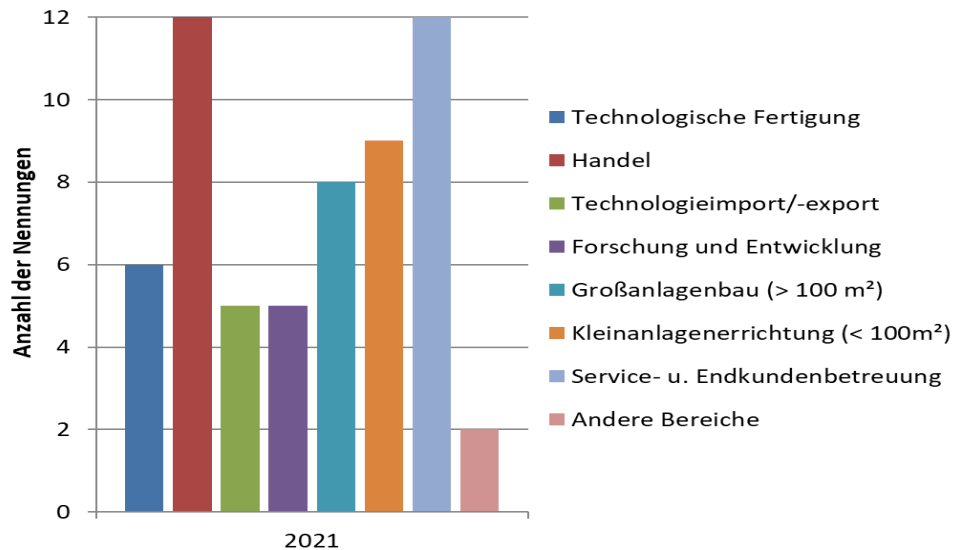


Abbildung 95 – Tätigkeitsfelder der Unternehmen in der Solarthermie Branche
Stichprobe: 15 Unternehmen. Quelle: AEE INTEC (2022)

Über die oben genannten Gruppen hinaus, sind Wohnbaugenossenschaften, private Bauträger sowie Nah- und Fernwärmeanlagenbetreiber wie Stadtwerke und Energieversorger treibende Kräfte bei der Installation von thermischen Solaranlagen im großvolumigen Wohnbau und im Bereich der Nah- und Fernwärmeanlagen.

Eine wesentliche Rolle spielen auch der Bund, die Bundesländer sowie der Klima- und Energiefonds mit diversen Förderinstrumenten.

9.10.3 Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion

Als wesentliche Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion werden nach wie vor die in der Roadmap SOLARWÄRME 2025 (Fink et al. (2014)) dargestellten Maßnahmen gesehen:

- Kostenreduktion
- Standardisierung von Hydraulikkomponenten, Verbindungs- und Montagesystemen
- Neue Vertriebs- und Geschäftsmodelle
- Förderinstrumente

Über die oben genannten Maßnahmen hinaus könnten die von der derzeitigen Bundesregierung ins Auge gefasste CO₂-Bepreisung sowie eine deutliche Verankerung der Solarthermie im Rahmen der von Bundesländern und dem Bund gemeinsam zu erarbeitende Wärmestrategie wesentliche Impulse zur Steigerung der Marktdiffusion leisten.

9.10.4 Chancen für die österreichische Wirtschaft

Österreich zählt in Europa, aber auch im weltweiten Vergleich zu den Technologieführern bei der Komponentenfertigung sowie bei praktisch allen Anwendungen von solarthermischen Anlagen bei thermischen Solarsystemen und zeichnet sich durch eine sehr hohe Exportquote aus.

Durch die Marktentwicklung in Österreich und Europa sind die Produktionskapazitäten nicht ausgeschöpft, die Anfang der 2000er Jahre aufgebaut wurden. Diese könnten bei einer Steigerung der Marktdiffusion rasch wieder hochgefahren werden.

9.10.5 Vision für 2050

Im November 2018 legte die EU Kommission ihre Vision für eine klimaneutrale Zukunft vor, die nahezu alle EU-Politikbereiche umfasst und mit den Zielen des UN-COP21 Übereinkommens von Paris im Einklang steht, den Temperaturanstieg deutlich unter 2 °C zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, um ihn auf 1,5 °C zu begrenzen.

Die Dekarbonisierung der Sektoren Heizen und Kühlen ist dabei von wesentlicher Bedeutung, um die ehrgeizigen Klima- und Energieziele der Europäischen Union zu erreichen. Heizen und Kühlen sind für rund die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs in der Europäischen Union und für rund 80 % des Energieverbrauchs in Gebäuden verantwortlich. Im Jahr 2017 betrug der Endenergieverbrauch für Heizen und Kühlen 5.600 TWh, der für Elektrizität 2.700 TWh und 4.000 TWh wurden im Verkehrsbereich genutzt. Der thermische Bereich wurde in diesem Jahr allerdings nur zu 19,5 % aus erneuerbaren Quellen gedeckt (Eurostat (2019)).

Um einen Fahrplan für den Wärme- und Kältesektor zu erarbeiten, wurde die Europäische Technologie- und Innovationsplattform für Heizen und Kühlen mit Erneuerbaren (ETIP THC) von der Europäischen Kommission aufgefordert, eine Vision 2050 für die Sektoren Heizen und Kühlen in einem Stakeholderprozess zu entwickeln. Diese Vision, die eine 100 %ige Dekarbonisierung des Wärmesektors anstrebt, wurde im Oktober 2019 der Öffentlichkeit vorgestellt (ETIP-RHC (2019)).

Neben einer zu erwartenden Elektrifizierung des Wärmesektors stehen für den Wärmesektor die Biomasse, Solarthermie und Geothermie zur Verfügung. Jede dieser Technologien wird daher einen erheblichen Teil des Bedarfs decken müssen, um die Vision einer vollständigen Deckung des Bedarfs durch Erneuerbare bis 2050 auch zu erreichen.

Studie Wärmezukunft 2050

Auch die Autoren, der von der TU Wien veröffentlichten Studie Wärmezukunft 2050 (Kranzl et al. (2018)) gehen davon aus, dass in Österreich ein weitgehender Ersatz fossiler Heizanlagen bis 2050 möglich ist. Laut dieser Studie wird bis zu diesem Zeitpunkt etwa ein Drittel der beheizten Gebäudegrundfläche durch Wärmepumpen versorgt sein. Danach folgen Gebäude, die mit Bioenergie und Fernwärme geheizt werden.

Die Modellrechnungen dieser Studie ergeben auch eine deutliche Ausweitung der Nutzung von Solarenergie im Wärmemarkt. Insbesondere der verstärkte Ausbau der Fernwärme bietet, neben der Versorgung von Einzelgebäuden, große Chancen für den breiten Einsatz thermischer Solaranlagen.

9.10.6 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

In Bezug auf die kumulierte installierte Leistung thermischer Solaranlagen lag Österreich im Jahr 2021 mit 3.442 MW_{th} im europäischen Vergleich an vierter Stelle hinter Deutschland mit 13.933 MW_{th}, Griechenland 3.493 MW_{th} und Italien 3.461 MW_{th}, siehe **Abbildung 96**.

Hier ist anzumerken, dass Österreich im Jahr 2020 noch an zweiter Stelle hinter Deutschland lag und somit in einem Jahr zwei Plätze nach hinten gerutscht ist.

Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021

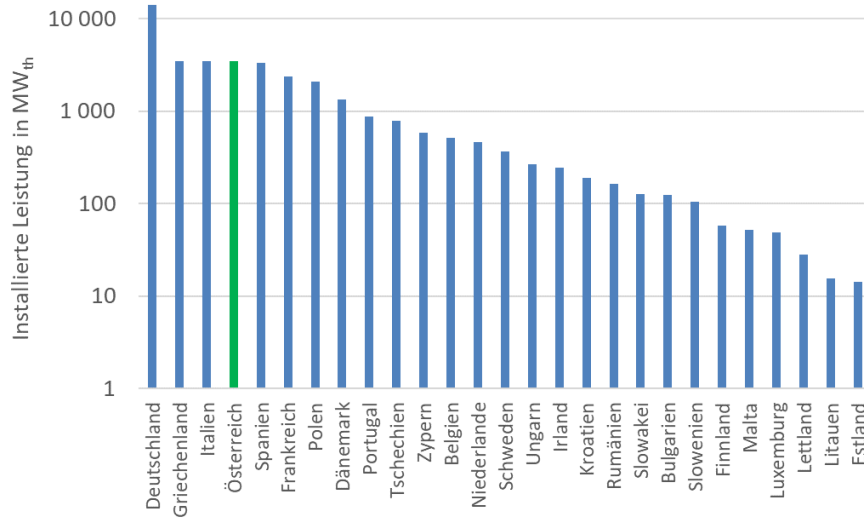


Abbildung 96 – Bestand thermischer Solaranlagen in den EU27 Ländern im Jahr 2021
Quelle: AEE INTEC (2022)

10 Marktentwicklung Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen

In Österreich besitzt die leitungsgebundene Wärmeversorgung eine lange Tradition. Wurden vor 50 bis 70 Jahren Fernwärmeversorgungen auf Basis fossiler Energieträger und KWK-Anlagen in großen österreichischen Städten umgesetzt, startete ab ca. 1990 die Umsetzung sogenannter Nahwärmenetze auf Basis fester Biomasse in kleineren Städten und Dörfern. Im Jahr 2020 betrug die Fernwärmegenerierung rund 23,4 TWh, die verkaufte Wärmemenge rund 20 TWh und die Verteilverluste durchschnittlich rund 15 %, siehe Statistik Austria (2021)¹⁶.

51,7 % der Wärmemenge werden von privaten Haushalten abgenommen, 35,8 % im Bereich öffentlicher und privater Dienstleistungen, 11,8 % von Industriebetrieben und der Rest vom Landwirtschafts-sektor. Wie in **Abbildung 97** dargestellt, konnte seit dem Jahr 2000 der Verkauf von Nah- und Fernwärme um rund 73 % gesteigert werden. Laut dem Fachverband Gas Wärme beträgt der Nah- und Fernwärmeanteil bei allen österreichischen Wohnungen im Jahr 2021 27,2 %, siehe FGW (2022). Wurden im Jahr 2000 noch rund 477.000 Wohnungen mit Nah- und Fernwärme versorgt, so waren es mit Ende 2021 rund 1,1 Millionen Wohnungen. Die Leitungsnetzlänge für die Verteilung von Nah- und Fernwärme wurde seit dem Jahr 2000 verdoppelt und liegt mit Ende 2021 bei rund 5.800 km. Die zukünftige Ausbaudynamik wird geringer verlaufen, da das Potenzial der Gebiete mit hohen Wärmedichten bereits zu großen Teilen erschlossen wurde, aber dennoch wird eine durchschnittliche jährliche Zubaurate von rund 93 km prognostiziert, siehe FGW (2022).

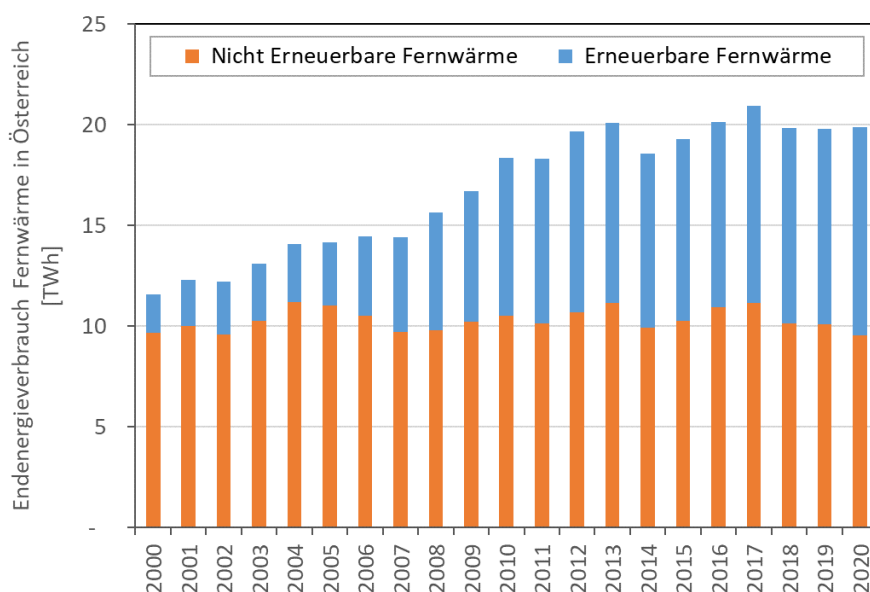


Abbildung 97 – Nah- und Fernwärmeverkauf im Jahr 2020 und Aufteilung in erneuerbare und nicht erneuerbare Anteile
 Quelle: Statistik Austria (2021)

Der Anteil erneuerbarer Energieträger (überwiegend feste Biomasse) betrug dabei im Jahr 2020 rund 52,4 %, was im Vergleich zu rund 20 % im Jahr 2000 eine deutliche Steigerung

¹⁶ Als Datenbasis für die verkaufte Wärmemenge wurde die Energiebilanz Österreich 1970 bis 2020 der Statistik Austria herangezogen. Die endgültige Energiebilanz für 2021 war bei Redaktionsschluss noch nicht verfügbar, weshalb manche Darstellungen mit dem Datenjahr 2020 enden.

bedeutet. Interessant ist dabei, dass die fossil generierte Wärmemenge seit dem Jahr 2000 in etwa konstant geblieben ist und rein rechnerisch der Zuwachs über erneuerbare Energieträger abgedeckt wurde. Der fossile Anteil von 47,6 % im Jahr 2020 wird aus rund 34 % Erdgas, rund 7,1 % aus Müllverbrennung, rund 3,5 % aus Kohle und rund 3 % aus Öl gebildet. Der KWK-Anteil an der Wärmeerzeugung nimmt in absoluten Zahlen zu, der Fernwärmeverkauf steigt aber schneller an, weshalb der KWK-Anteil in der Tendenz sinkt und aktuell bei 56 % liegt, siehe FGW (2022).

In Bezug auf die Größe der Fernwärmenetze kann gesagt werden, dass die zehn großen städtischen Fernwärmenetze (Wien, Graz, Linz I, Salzburg/Hallein, Klagenfurt, Mödling, St. Pölten, Villach, Timelkam, Wels) alleine rund 52 % des gesamten Fernwärmeaufkommens ausmachen. Obwohl auch erneuerbare Energieträger und in einigen Fällen Müllverbrennung eingesetzt werden, dominieren in diesen Wärmenetzen Energien aus Gasheizwerken, Abwärmern aus Gas-KWK sowie Abwärmern aus der Industrie. Zu den großen städtischen Fernwärmenetzen kommen rund 2.400 Biomasseheizwerke und 151 ökostromeinspeisende Biomasse-KWK-Anlagen mit Kopplung an Nah- und Fernwärmenetze hinzu (Strimitzer (2022)), die zur Spitzenlastabdeckung und als Ausfallsreserve häufig mit wenig investitionsintensiven Öl- und Gaskesseln ausgestattet sind.

Gemein haben der Großteil dieser sowohl größeren städtischen Fernwärmenetze als auch der kleineren Nahwärmenetze, dass vielfach multiple Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt werden, Spitzenlastversorgung und Versorgungssicherheit garantiert werden muss, fluktuierende erneuerbare Energieträger zum Einsatz kommen und in vielen Fällen auch spezielle energiewirtschaftliche Aspekte, durch z. B. der Kopplung von Energiesektoren (KWK, Partizipation am Regenergiemarkt, etc.) berücksichtigt werden müssen. Es herrschen also dynamische Rahmenbedingungen vor, innerhalb dieser spezielle Flexibilitätselemente die Betriebsweise nach techno-ökonomischen und nachhaltigen Kriterien im jeweiligen Versorgungssystem begünstigen. Eine Möglichkeit derartige Flexibilität in Nah- und Fernwärmenetzen bereitzustellen bilden Wärmespeicher. Zahlreiche Betreiber von Nah- und Fernwärmenetzen arbeiten bereits mit Wärmespeichern als Flexibilitätselemente, wobei hinsichtlich Einsatzhintergrund, Speichergröße, Speicherdauer, Speichertemperatur, Speichertechnologie, etc. vielschichtige Motivationen und Philosophien existieren.

Gegenstand dieser Untersuchung war es, einen Überblick über die in Nah- und Fernwärmenetzen existierenden Wärmespeicher und der vorliegenden Entwicklungsdynamik zu erhalten. Aus diesem Grund wurde der Fokus auf die Generierung von Informationen zu den installierten Wärmespeicherkapazitäten, den Einsatz- und Anwendungsfällen, den Speichertechnologien, der Speicherdauer sowie den beispielhaften Speicherkosten gelegt.

10.1 Marktentwicklung in Österreich

10.1.1 Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze

Aufgrund der Vielzahl der existierenden Wärmenetze lag der Fokus der ergänzenden Mail- und Telefonrecherchen auf der Generierung einer möglichst vollständigen Datenbasis der 200 größten netzgebundenen Wärmeversorgungen, sprich jene Wärmenetze mit dem höchsten jährlichen Wärmeverkauf. Dieser konnte für die 200 größten Netze mit rund 17,5 TWh erhoben werden und beträgt damit rund 78 % an der im Jahr 2021 gesamt verkauften Wärmemenge, die entsprechend eines vorläufigen Erhebungsergebnisses der Statistik Austria (2022) rund 22,4 TWh beträgt. **Abbildung 98** zeigt hierzu die Verteilung dieser jährlichen Wärmemenge auf die 200 Netze und den Gesamtwärmeverkauf in der jeweiligen Kategorie.

Deutlich wird, dass die Bandbreite an verkaufter Wärmemenge innerhalb der größten erhobenen 200 Wärmenetze enorm ist. Die größten 3 Wärmenetze verkaufen dabei im Jahr gemeinsam rund 9 TWh und die Wärmenetze auf den Plätzen 71 bis 200 zusammen knapp 2,2 TWh.

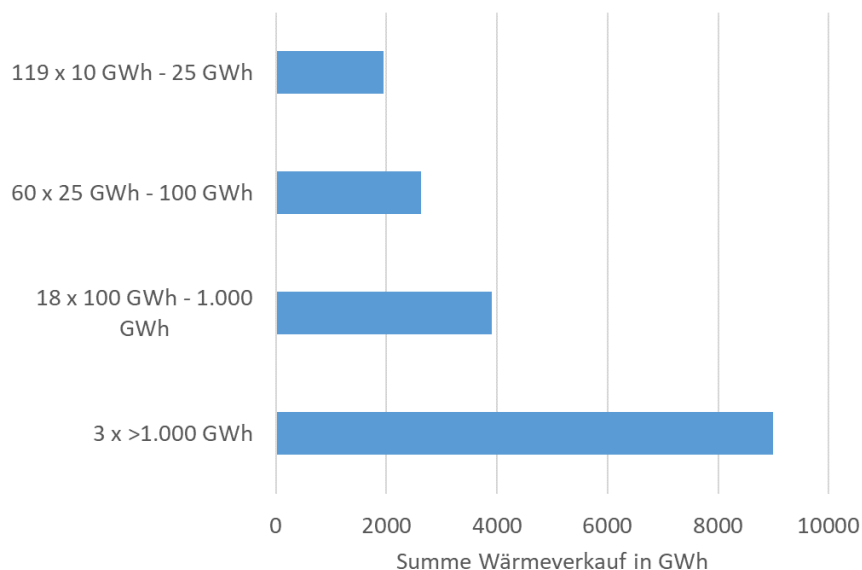


Abbildung 98 – Kategorisierung der 200 größten erhobenen Wärmenetze auf Basis der verkauften Jahreswärmemenge (Datenbasis: 200 Wärmenetze)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Insgesamt konnte für alle 1.056 erhobenen Wärmenetze ein jährlicher Wärmeverkauf von rund 20,3 TWh erhoben werden, was einen Anteil von rund 92 % an der im Jahr 2021 gesamt verkauften Wärmemenge (entsprechend eines vorläufigen Erhebungsergebnisses der Statistik Austria rund 22,4 TWh) ausmacht (Statistik Austria (2022)). Wie **Abbildung 99** zeigt, liegen 558 erhobene Wärmenetze dabei bereits unter 5 GWh verkaufter Wärme je Jahr.

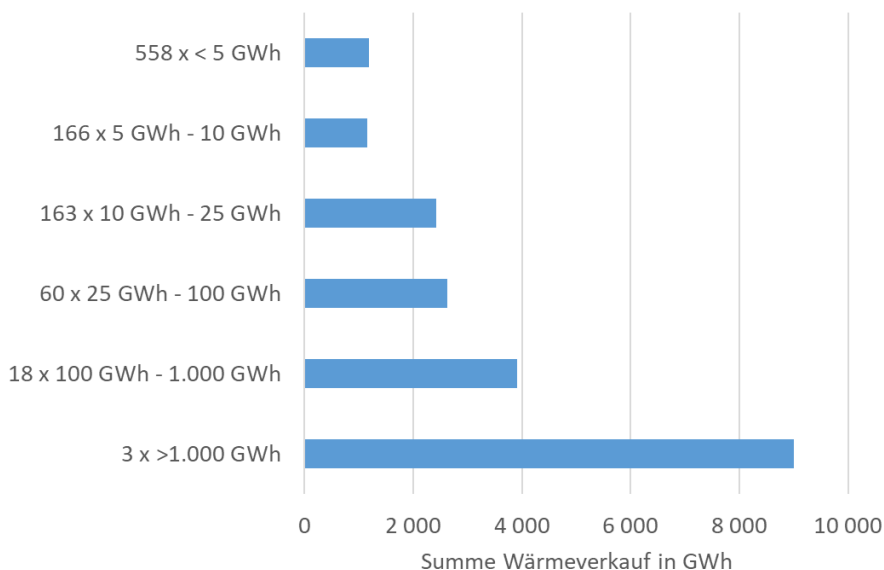


Abbildung 99 – Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze auf Basis der verkauften Jahreswärmemenge (Datenbasis: 968 Wärmenetze)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Die verbleibende Differenz von 2,1 TWh auf die gesamt im Jahr 2021 verkaufte Wärmemenge entfällt dabei auf hunderte kleine Wärmenetze, sprich auf eine relativ große Anzahl an Wärmenetzen, die aber in Bezug auf den Anteil am gesamten Wärmeverkauf wenig relevant ist. Die Struktur und Art der Wärmeerzeugungsanlagen ist hochrelevant für den Bedarf an Flexibilitäten im Anlagenbetrieb, die u. a. auch durch Wärmespeicher bereitgestellt werden können. Aus diesem Grund wurde versucht, in den Erhebungen die verschiedenen zum Einsatz kommenden Technologien der Wärmeerzeugungsanlagen und Wärmequellen mit zu erfassen.

Abbildung 100 zeigt hierzu die prozentuelle Verteilung der genannten Technologien und Wärmequellen für die hinsichtlich Jahreswärmeverkauf größten 200 Wärmenetze. 384 Nennungen in 9 verschiedenen Kategorien an Wärmeerzeugungsanlagen zeigen einerseits eine breite Streuung und andererseits, dass häufig multiple Erzeugungsanlagen und Wärmequellen eingesetzt werden (384 Nennungen aus 180 Wärmenetzen bedeuten im Durchschnitt 2,1 Erzeugungstechnologien je Wärmenetz). Mit rund einem Drittel kommen Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis von Biomasse am häufigsten vor (34 %), gefolgt von Öl- und Gasanlagen (rund 28 %), Aggregate zur Rauchgaskondensation bzw. Economiser (rund 13 %), Abwärmenutzung (rund 9 %) sowie KWK-Abwärme mit rund 8 %. Die Generierungstechnologien Wärmepumpe, Solarthermie, Direktstrom und Geothermie weisen Anwendungshäufigkeiten zwischen rund 1 % und rund 3 % auf. Diese Zahlen geben keine Aussagen über Größe und Anzahl der Betriebsstunden, sondern rein nur über die Häufigkeit der Installation.

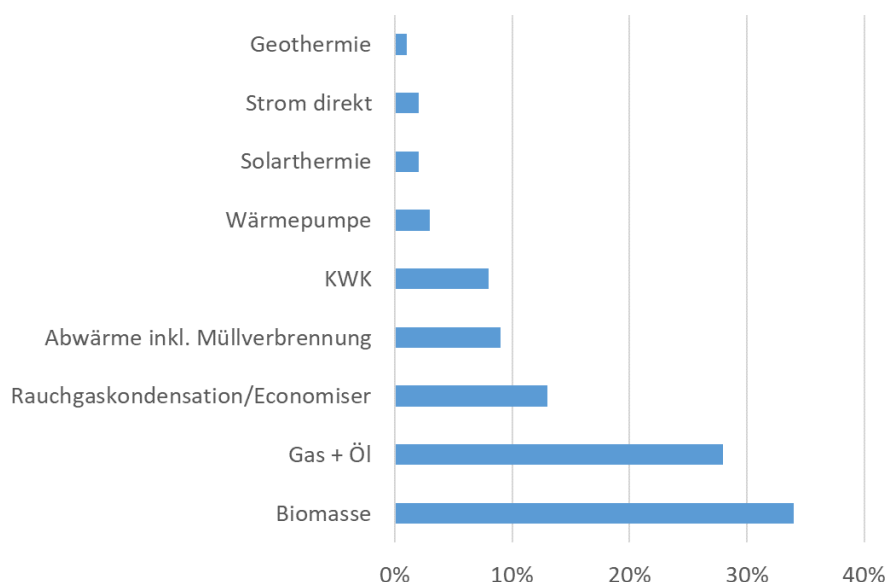


Abbildung 100 – Prozentuelle Verteilung der für die größten 200 Wärmenetze erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen (Datenbasis: 384 Angaben von 180 Netzbetreibern)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Wendet man diese Darstellungsart für alle 1.056 erhobenen Wärmenetze und die dazugehörigen 1.615 erhaltenen Angaben an, wird deutlich, dass der Anteil an Erzeugungsanlagen basierend auf Biomasse auf rund 56 % ansteigt und die Installationshäufigkeit aller anderen Technologien und Wärmequellen abnimmt, siehe **Abbildung 101**. Dies liegt in der großen Marktdurchdringung der Biomasseversorgung in den kleineren Wärmenetzen mit geringerem Jahreswärmeverkauf begründet.

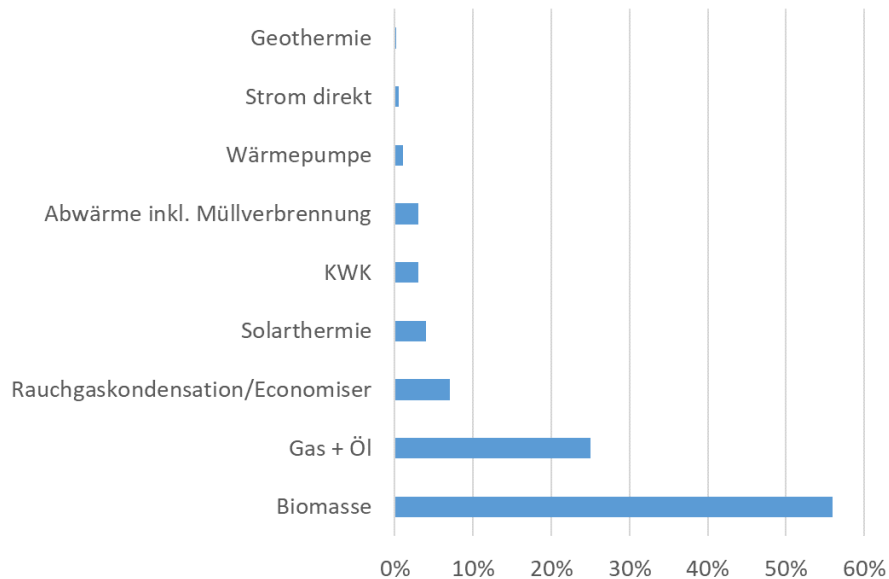


Abbildung 101 – Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen
 Datenbasis: 1.615 Angaben von 989 Netzbetreibern
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Von den insgesamt 1.056 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 717 Wärmenetzen bereits Wärmespeicher als Flexibilitätselement installiert. Hinsichtlich Wärmespeichertechnologie kamen abgesehen von einigen Erdsondenfeldern für kalte Wärmenetze auf Quartiersebene (Anergienetze), nahezu ausschließlich Behälterwasserspeicher zum Einsatz. Aus diesem Grund liegt der Fokus der Erhebung auf Behälterwasserspeichern.

10.1.2 Entwicklung der Verkaufszahlen

Eine vollständige Erhebung der installierten Wärmespeicher in Zeitreihen hat sich im Zuge der Arbeiten als schwierig erwiesen. So konnten die Jahreszahlen der insgesamt in 717 Wärmenetzen installierten Wärmespeicher nicht vollständig identifiziert werden. Konkret konnte für 590 Wärmenetze eine Zuordnung zum Installationsjahr hergestellt werden. Da die Installation von Wärmespeichern zumeist in einem unmittelbaren Zusammenhang mit Neubau bzw. Ausbau von Wärmenetzen steht und man berücksichtigt, dass die Zahl der Neuerrichtung von Wärmenetzen aufgrund des bereits erzielten Ausbauniveaus in Österreich seit einigen Jahren rückläufig ist, zeigt **Abbildung 102**, dass diese Entwicklung zumindest in der Anzahl der neu errichteten Wärmespeicher nicht direkt korreliert. Betrachtet man die Chronologie der Installation von Wärmespeicher auf Basis der Speicherkapazität, so dominieren die fünf größten installierten Einzelwärmespeicher in Theiß (50.000 m³, 2008), Linz (34.500 m³, 2004), Salzburg (30.000 m³, 2011), Timelkam (20.000 m³, 2009) und Wien (11.000 m³, 2013), errichtet in den Jahren 2004 bis 2013 als Flexibilitätselement im KWK-Betrieb, das Bild.

Da sich die Datenbasis in Bezug auf die Zuordnung zum Installationsjahr der Behälterspeicher in den letzten Jahren deutlich besser darstellt, wurde für die letzten sieben Jahre eine vergleichende Darstellung für die jährlich installierten Speichervolumina durchgeführt, siehe **Abbildung 103**. 2021 wurden insgesamt 53 Behälterwasserspeicher mit 4.280 m³ Speichervolumen installiert.

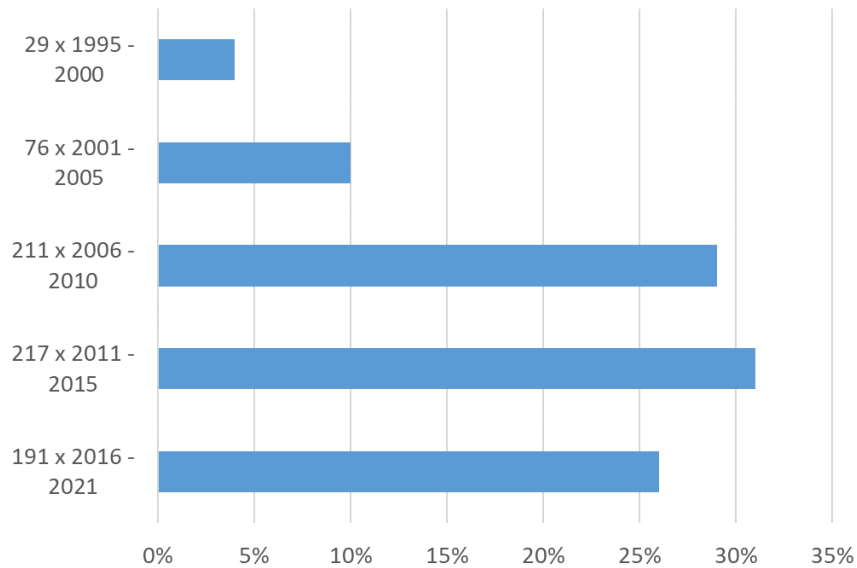


Abbildung 102 – Prozentuelle Verteilung der Speichererrichtungsjahre für Behälterwasserspeicher (Datenbasis: 590 Wärmenetze)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

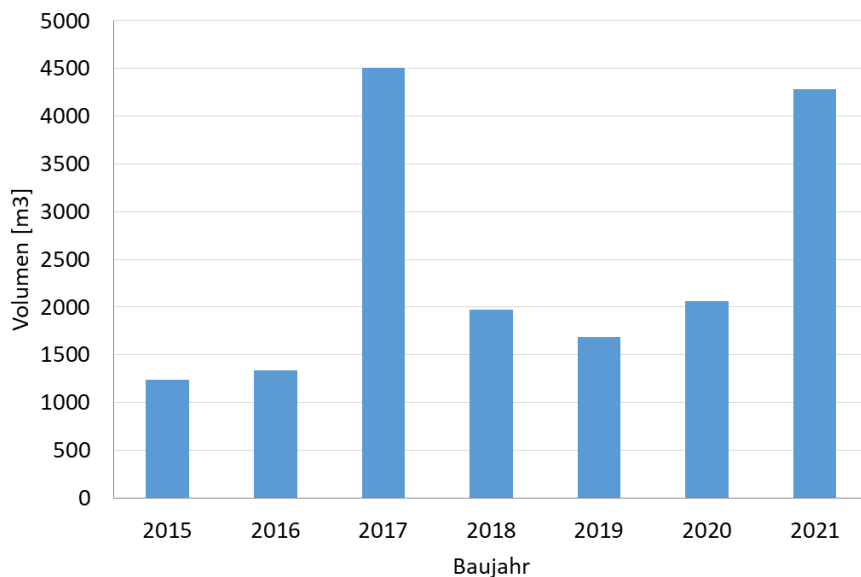


Abbildung 103 – Volumen von Behälterwasserspeichern über Errichtungsjahr von 2015 bis 2021 (Datenbasis: 220 Wärmespeicher in 184 Wärmenetzen)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

10.1.3 In Betrieb befindliche Anlagen

Anzahl der Wärmespeicher in den insgesamt 1.056 erhobenen Wärmenetzen:

Konkret konnten 717 Wärmenetze identifiziert werden, die Wärmespeicher als Flexibilitätselement nutzen. In diesen 717 Wärmenetzen sind 951 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von 199.262 m³ installiert. Die 4.280 m³ Zuwachs an Speicherkapazität im Jahr 2021 bedeuten eine Steigerung der insgesamt installierten Speicherkapazität um rund 2,2 %. Der größte im Jahr 2021 installierte Speicher betrug 1.000 m³.

Diese Behälterspeicher wurden an zentraler Stelle in Primär- oder Sekundärnetzen installiert, dezentral beim Wärmekunden installierte Wärmespeicher sind darin nicht berücksichtigt. Die fünf größten Einzelspeicher umfassen dabei Volumen von 50.000 m³ (Theiß), 34.500 m³ (Linz), 30.000 m³ (Salzburg), 20.000 m³ Timelkam, sowie 2x5.500 m³ (Wien). Vier davon wurden in druckloser Ausführung hergestellt, die beiden Speicher in Wien-Simmering wurden als spezielle Druckspeicher ausgeführt und erlauben somit im Betrieb Speichertemperaturen bis 150°C. In **Abbildung 104** ist die Größenverteilung der insgesamt in den 717 Wärmenetzen installierten Volumina an Behälterwasserspeichern dargestellt.

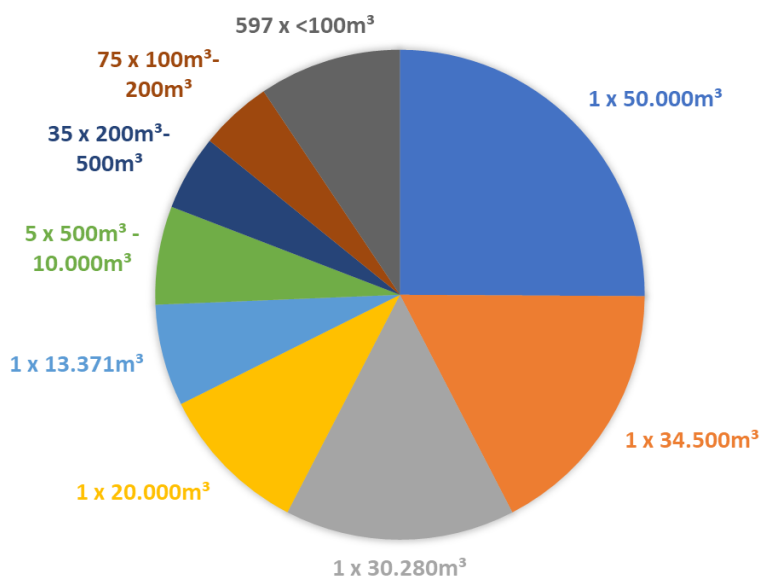


Abbildung 104 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenen Wärmenetz (Datenbasis: 717 Wärmenetze)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Berücksichtigt man eine durchschnittlich nutzbare Temperaturdifferenz von 35 K (basierend auf einer angenommenen, durchschnittlichen Netzurücklauftemperatur von 60°C und einer durchschnittlichen Speichermaximaltemperatur von 95°C), ergibt sich für das installierte Volumen von Behälterwasserspeichern eine gesamte Wärmespeicherkapazität von 8,1 GWh. Trägt man die jährlich verkauften Wärmemengen über den zugehörigen installierten Wärmespeicherkapazitäten je Wärmenetz auf **Abbildung 105**, wird ersichtlich, dass es aufgrund der sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen im Betrieb von Wärmenetzen keinen eindeutigen Zusammenhang in Bezug auf die Speicherdimensionierung gibt, sondern sich vielmehr eine Bandbreite an installierter Speicherkapazität ergibt. So variiert die installierte Speicherkapazität je Wärmenetz bei einer jährlich verkauften Wärmemenge von einer GWh zwischen rund 0,1 und 4 MWh bzw. bei einer jährlich verkauften Wärmemenge von zehn GWh zwischen rund 0,5 und 11 MWh.

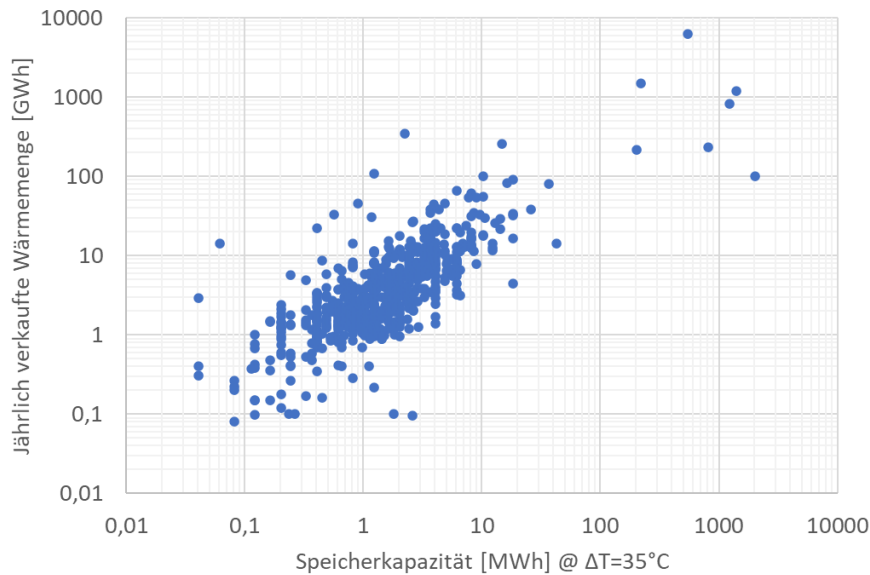


Abbildung 105 – Die jährlich verkaufte Wärmemenge je erhobenem Wärmenetz über der jeweils gesamt installierten Wärmespeicherkapazität
Datenbasis: 657 Wärmenetze, Quelle: AEE INTEC (2022)

Nutzung der erhobenen Wärmespeicher in den jeweiligen Versorgungssystemen und durchschnittliche Speicherdauern:

Die vorhin angeführten installierten Wärmespeicher übernehmen in den jeweiligen Wärmenetzen unterschiedliche Aufgaben. Im Rahmen der gegenständlichen Untersuchung wurden die folgenden Anwendungsfelder definiert:

- Speicher zur Verbesserung des Spitzenlastmanagements
- Speicherung fluktuierender Erneuerbarer
- Speicherung von Überschüssen/Abwärmen
- Speicher zur KWK-Flexibilisierung
- Speicher zur unterstützenden Partizipation am Regelenergiemarkt (Wärme aus Strom)
- Sonstige Einsatzzwecke

Abbildung 106 zeigt, dass die größte Anzahl an den erhobenen Wärmespeichern in Verbindung mit Spitzenlastmanagement (76 %) eingesetzt wird, gefolgt von der Speicherung fluktuierender Erneuerbarer (11 %) sowie der Speicherung von Abwärmen und Überschüssen (7 %). Für die Flexibilisierung von KWK-Betriebsweisen und den Einsatz am Regelenergiemarkt werden jeweils 2,5 % bzw. 1,5 % der erhobenen Speicher eingesetzt. Viele der installierten Wärmespeicher werden aber nicht nur für eine Nutzungsart verwendet, sondern übernehmen mehrere Speicheraufgaben, weshalb in der nachfolgenden Grafik Mehrfachnennungen möglich sind.

In unmittelbarer Verbindung zur Nutzungsart des Speichers steht die Dauer der Wärmespeicherung. In **Abbildung 107** ist dazu die Zuteilung der insgesamt erhobenen Wärmespeicher nach der Speicherdauer dargestellt. Der überwiegende Anteil der Wärmespeicher (rund 78 %) werden dabei als Kurzzeitspeicher (Zeiträume zwischen Minuten und einem Tag) eingesetzt. Als Wärmespeicher für einen Zeitraum zwischen einem Tag und einem Monat werden 16 % verwendet und 6 % nutzen den Speicher auch als Langzeitspeicher mit Speicherdauern über einem Monat. In den meisten Fällen stellen Langzeitspeicher aber

auch kurzfristig Flexibilität zur Verfügung, sprich sie übernehmen Wärmespeicheraufgaben auch für kürzere Zeiträume (z. B. Stunden- und Tagesspeicher).

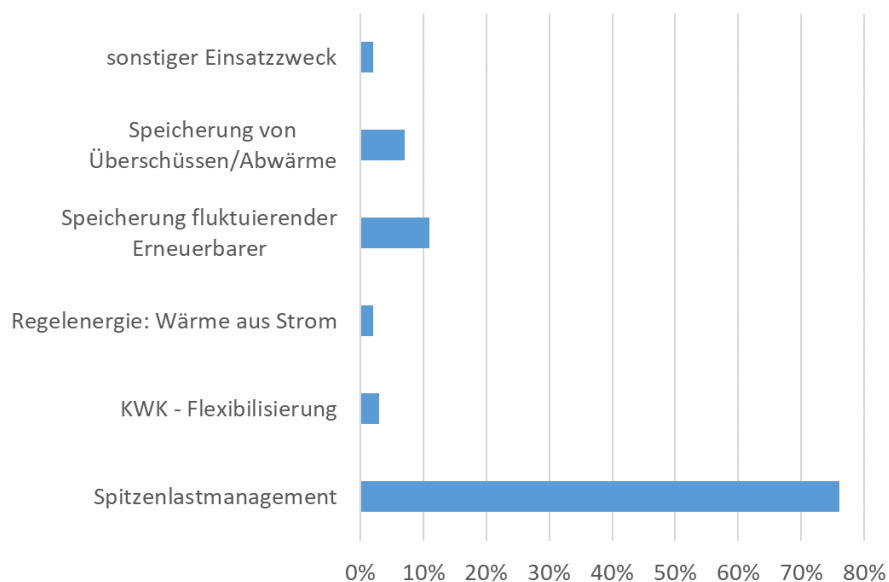


Abbildung 106 – Nutzung der installierten Speicherkapazitäten in den insgesamt erhobenen Wärmenetzen (Datenbasis: 274 Speichernutzungsangaben für 215 Wärmenetze, Mehrfachnennungen je Netz möglich)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

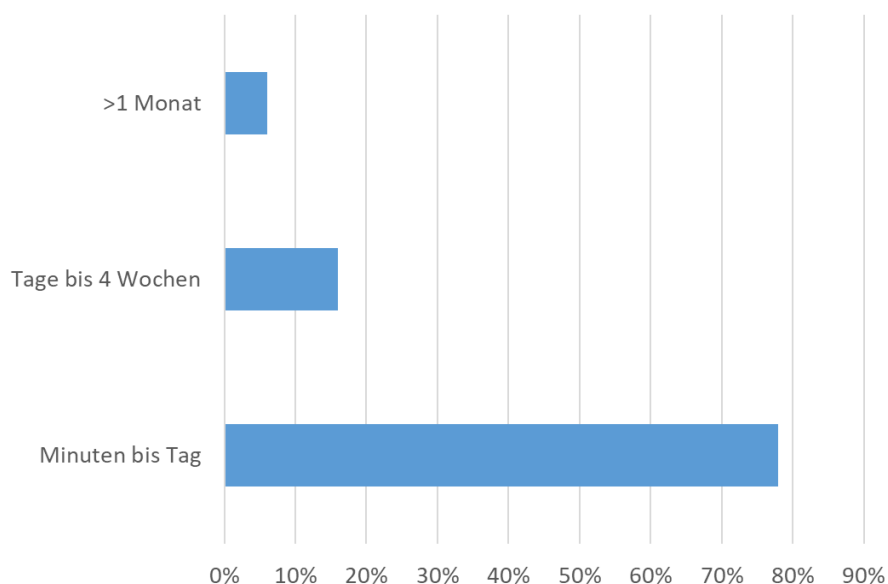


Abbildung 107 – Zuteilung der Wärmespeicher nach Speicherdauer
 Datenbasis: 104 Angaben für 88 Wärmenetze, Mehrfachnennungen je Netz möglich
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Anzahl der Wärmespeicher in den größten 200 Wärmenetzen (Definition der Wärmenetzgröße über Kriterium Wärmeverkauf):

Die Gesamtanzahl der Wärmenetzbetreiber mit installierten Wärmespeichern (Behälterwasserspeichern) in den größten 200 Wärmenetzen beträgt 110. Das dabei installierte Gesamtvolumen an Behälterwasserspeichern beträgt rund 175.816 m³ und unter

Berücksichtigung einer Temperaturdifferenz von 35 K eine gesamte Wärmespeicherkapazität von 7,1 GWh.

Abbildung 108 zeigt dazu die Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz in den größten 200 Wärmenetzen (Definition der Wärmenetzgröße über Kriterium Wärmeverkauf). Im Vergleich zu **Abbildung 104**, welche die Verteilung der Behälterspeicher in den insgesamt 717 erhobenen Wärmenetzen mit Wärmespeichern zeigt, wird deutlich, dass es innerhalb der ersten sechs Größenkategorien (500 bis 50.000 m³) keine Änderungen gibt. Erst ab der siebten Größenkategorie (200 bis 500 m³) reduziert sich die Anzahl der erhobenen Wärmespeicher von 35 auf 30. Stärker ändert sich die Situation in den letzten beiden Größenkategorien (100 bis 200m³ sowie <100m³), in denen sich die Anzahl der erhobenen Wärmespeicher aufgrund des Größendeckels (größte 200 Wärmenetze) einmal um 47 und einmal um 555 Wärmespeicher reduziert. Dieser Vergleich macht deutlich, dass die Wärmenetze im Größenranking auf den Plätzen nach 200 auch deutlich kleinere Behälterwasserspeicher verwenden. Für die erhobenen Wärmenetze in dieser Kategorie kann gesagt werden, dass das in einem Wärmenetz größte installierte Speichervolumen 450 m³ beträgt.

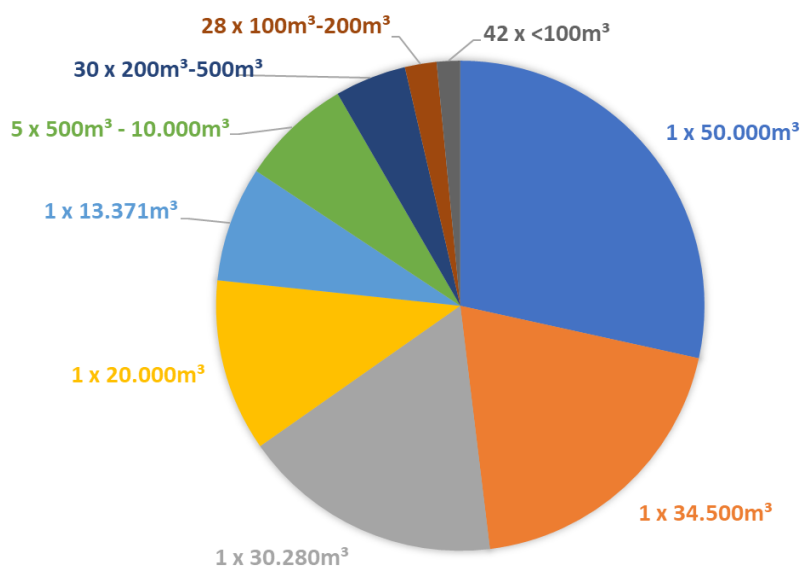


Abbildung 108 – Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz in den 200 größten Wärmenetzen (Datenbasis: 110 Wärmespeicher in 200 Wärmenetzen)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Die erhobenen Daten betreffend Speichernutzung und Speicherdauer für die 200 größten Wärmenetze unterscheiden sich im Vergleich zu **Abbildung 106** und **Abbildung 107** nur gering und werden deshalb nicht extra ausgewiesen.

10.1.4 Preise (Einkaufspreise, Systempreise)

Die Bauweise, Ausführung und nicht zuletzt der Preis von Wärmespeichern hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Im Vordergrund steht dabei die benötigte Speicherkapazität, aber auch Faktoren wie die Speichertemperatur, Belade- und Entnahmeleistungen, Wärmeschutz, Witterungsschutz, bauliche Rahmenbedingungen vor Ort, gewünschte Ästhetik sowie die gewünschte Lebensdauer sind hier relevant. Grundsätzlich haben aber alle Speichertypen gemeinsam, dass sie dem Prinzip des „Economy of Scale“ folgen, sprich mit steigender Größe bzw. Speicherkapazität auf spezifischer Ebene (z. B. €/m³ oder €/MWh) kostengünstiger werden.

Im Rahmen der gegenständlichen Erhebung konnten auch Preisangaben zu 31 gebauten Wärmespeichern generiert werden. Dabei handelt es sich um ausnahmslos Behälterwasserspeicher im Größenband zwischen 5 m³ bis 50.000 m³, wobei der Großteil der Angaben Speichergrößen zwischen 10 und 500 m³ umfasst und dafür die spezifischen Speicherpreise etwa zwischen 500 und 3.500 €/m³ liegen, siehe **Abbildung 109**. Die Preisangaben verstehen sich inkl. Behälterkosten, Kosten für Wärme- und Witterungsschutz sowie anteiliger baulicher Kosten (z.B. Fundament) bzw. exkl. Umsatzsteuer.

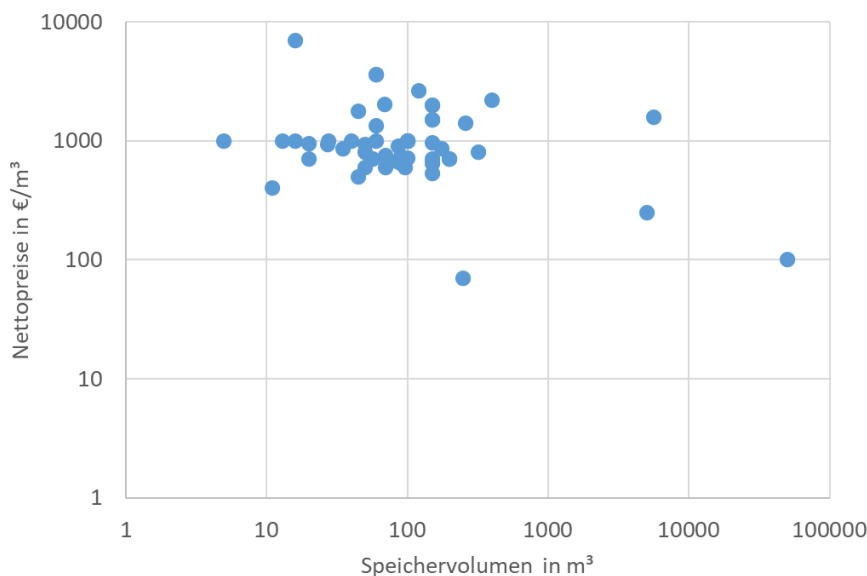


Abbildung 109 – Verteilung der Preisangaben von 57 Behälterwasserspeichern inkl. Kosten für Wärme- und Witterungsschutz sowie anteiliger baulicher Kosten, exkl. Umsatzsteuer (Datenbasis: 57 Wärmespeicher)
 Quelle: AEE INTEC (2022)

10.1.5 Förderungen

Die Installation von Wärmespeichern kann in Österreich in unterschiedlichen Förderprogrammen gefördert werden, zumeist zwar nicht explizit als Hauptförderungsgegenstand, sondern als Querschnittstechnologie in einem Gesamtsystem. Was die Förderart betrifft dominieren Direktförderungen nach definierten Prozentsätzen. Die Kombination von Fördermöglichkeiten ist teilweise bis zur beihilfenrechtlichen Höchstgrenze möglich. Der Großteil der Förderungen wird von der KPC – Kommunalkredit Public Consulting im Rahmen der Umweltförderung im Inland abgewickelt. Nachfolgend werden die recherchierten Fördermöglichkeiten in Überblicksform dargestellt.

Förderprogramme in Verbindung mit Biomasse-Nahwärme bzw. Klimatisierung und Kühlung:

Im Rahmen der Förderprogramme „Biomasse Nahwärmeanlagen“, „Biomasseanlagen für Einzelgebäude und innerbetrieblichen Wärmenetzen“ bzw. „Klimatisierung und Kühlung“ können auch wärmenetzrelevante Wärmespeicher unterschiedlicher Technologien gefördert werden. Die Fördersätze bieten neben einer Sockelförderung ein Zuschlagssystem und liegen in der Regel bei max. 35 %. Dabei können die nachfolgenden Förderschwerpunkte unterschieden werden:

- Errichtung von Biomasse-Nahwärmeanlagen
- Neubau und Ausbau von Wärmeverteilnetzen
- Optimierung von Nahwärmeanlagen
- Geothermieanlagen
- Mikronetze zur innerbetrieblichen Wärmeversorgung
- Tiefensonden (Fokus auf freier/passiver Kühlung)

Weitere Informationen: www.umweltfoerderung.at

Direktförderung im Rahmen des Programms „Ausbau und Dekarbonisierung von klimafreundlichen Fernwärmesystemen“

Im Programm „Ausbau und Dekarbonisierung von klimafreundlichen Fernwärmesystemen“ können auch Wärmespeicher fördertechnisch berücksichtigt werden. Die Förderung wird von der KPC administriert, ist als Direktförderung konzipiert und liegt bei max. 25 % der förderungsfähigen Kosten der Umweltinvestition. Die Mindestinvestitionssumme muss € 100.000,- betragen.

Weitere Informationen:

<https://www.umweltfoerderung.at/betriebe/klimafreundliche-fernwaerme.html>

Direktförderung im Rahmen des Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz

Im Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz (Bundesgesetz Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz, 2021) ist explizit eine Förderung genannt, in der auch Wärme – und Kältespeicher fördertechnisch berücksichtigt werden können. Die Förderung wird vom BMK administriert, ist als Direktförderung konzipiert und liegt bei max. 35 % der Gesamtinvestitionskosten bzw. max. 50 % der Mehrinvestitionskosten. Zusätzlich existieren Absolutbeträge als Förderobergrenzen.

Weitere Informationen: Bundesgesetz Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz

www.ris.bka.gv.at

Solarthermie – Solare Großanlagen

Im Rahmen dieses Förderprogramms können in Verbindung mit solarthermischen Anlagen Wärmespeicher unterschiedlichster Technologien sowohl auf Nutztemperaturniveau als auch als Quellspeicher in Verbindung mit Wärmepumpen gefördert werden. Die Förderung ist als Direktförderung mit Zuschlagspunkten konzipiert und beträgt max. 50 % der umweltrelevanten Mehrinvestitionskosten.

Weitere Informationen: www.klimafonds.gv.at

Klima- und Energie Modellregionen

Im Rahmen dieses Förderprogramms können Wärmenetzbetreiber in Klima- und Energiemodellregionen im Subschwerpunkt „Thermische Speicher für Wärme und Kälte“ unterschiedliche Wärmespeichertechnologien zur Förderung einreichen. Sowohl Speicher auf Nutztemperaturniveau als auch als Quellspeicher in Verbindung mit Wärmepumpen können eingereicht werden. Innovation ist in diesem Programm Voraussetzung für eine Förderung, wobei die Innovation auf Ebene der Speichertechnologie oder auf Ebene der Systemintegration adressiert werden kann. Die Förderung ist als Direktförderung konzipiert und beträgt max. 45 % der umweltrelevanten Mehrinvestitionskosten.

Weitere Informationen: www.klimafonds.gv.at

10.1.6 Größter im Jahr 2021 neu errichteter Behälterspeicher

Der mit 1.000 m³ größte im Jahr 2021 errichtete Behälterspeicher dient der Nahwärmeversorgung Friesach (rund 10 km Leitungsnetz) als multipler Wärmespeicher. Grund für die Errichtung war die Entscheidung eine solarthermische Großanlage mit 5.750 m² Kollektorfläche umzusetzen. Aktuell dient der Großwärmespeicher neben der Aufnahme von fluktuierend auftretender Solarwärme in Kombination mit einem bereits bestehenden 40 m³ fassenden Behälterspeicher auch dem Lastmanagement im Nahwärmenetz in der Heizperiode. Das Portfolio der Wärmeerzeugung besteht neben der solarthermischen Großanlage aus zwei Biomassekessel (4 MW bzw. 1,5 MW) und einem Öl-Spitzenlastkessel (6 MW). Die verkaufte Wärmemenge im Jahr 2021 betrug rund 14 GWh.



Abbildung 110 – Ansicht des 1.000 m³ umfassenden Großwärmespeichers im Nahwärmenetz Friesach, Kärnten
Quelle: AEE INTEC (2022)

Die solarthermische Großanlage liefert dabei rund 20 % des gesamten jährlichen Wärmebedarfs und in den Sommermonaten eine Vollabdeckung der Verbraucher. Der Großwärmespeicher wurde als Platzschweißung ausgeführt und wird drucklos betrieben. Den Großwärmespeicher im fertiggestellten Zustand zeigt **Abbildung 110**. Die Errichtung des Großwärmespeichers wurde im Rahmen des Förderprogramms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ des Klima- und Energiefonds gefördert.

10.2 Dokumentation der Datenquellen

FGW (2022): Zahlenspiegel 2022; Fachverband Gas Wärme, Wien, 2022

Statistik Austria (2020): Gesamtenergiebilanz Österreich 1970 bis 2020; Statistik Austria, Wien, 2022

Statistik Austria (2021): Vorläufige Gesamtenergiebilanz Österreich 1970 bis 2021; Statistik Austria, Wien, 2022

Strimitzer (2022): Biomasseheizungen in Österreich – Energieholz Marktentwicklung 2022; Österreichische Energieagentur, Wien, 2022

11 Marktentwicklung Wärmepumpen

11.1 Marktentwicklung in Österreich

Die nachfolgende Dokumentation des österreichischen Wärmepumpeninlands- und -exportmarktes für das Datenjahr 2020 berücksichtigt die Datenmeldungen von 44 österreichischen Wärmepumpenproduzenten und Wärmepumpen-Vertriebsfirmen. Eine Liste mit den teilnehmenden Firmen ist unter **Kapitel 11.1.6** dokumentiert.

11.1.1 Verkaufszahlen nach Typ und Leistungsklasse

Die historische Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes ist in **Abbildung 111** bis zum Datenjahr 2021 dargestellt. Die Markteinführung der Technologie erfolgte in den späten 1970er Jahren und ging mit stark steigenden Preisen fossiler Energie einher. Wärmepumpen wurden während der 1980er Jahre überwiegend zur Brauchwassererwärmung eingesetzt, siehe hierzu auch **Abbildung 112**. Bedingt durch sinkende Ölpreise und ein mangelhaftes Qualitätsmanagement reduzierten sich die Verkaufszahlen von Wärmepumpen im österreichischen Inlandsmarkt während der 1990er Jahre wieder deutlich. Ab dem Jahr 2000 stiegen die Verkaufszahlen vor allem im Bereich der Heizungswärmepumpen an. Die Hintergründe dieses neuen Wachstums sind vielgestaltig und vernetzt. Wesentlich war die steigende Energieeffizienz neuer Gebäude, die zur Reduktion des Heizwärmebedarfs und zur Absenkung des Temperaturniveaus für den Heizungsvorlauf führte. Hinzu kamen die fortgeschrittene technische Entwicklung der Wärmepumpen, verbunden mit begleitenden Maßnahmen der technischen Qualitätssicherung bis hin zur Aus- und Weiterbildung bzw. Zertifizierung von Installateuren. Im Sinne der Förderung der Nutzung erneuerbarer Energie standen zunehmend auch anreizorientierte energiepolitische Instrumente, z. B. im Bereich der Wohnbauförderungen, zur Verfügung.

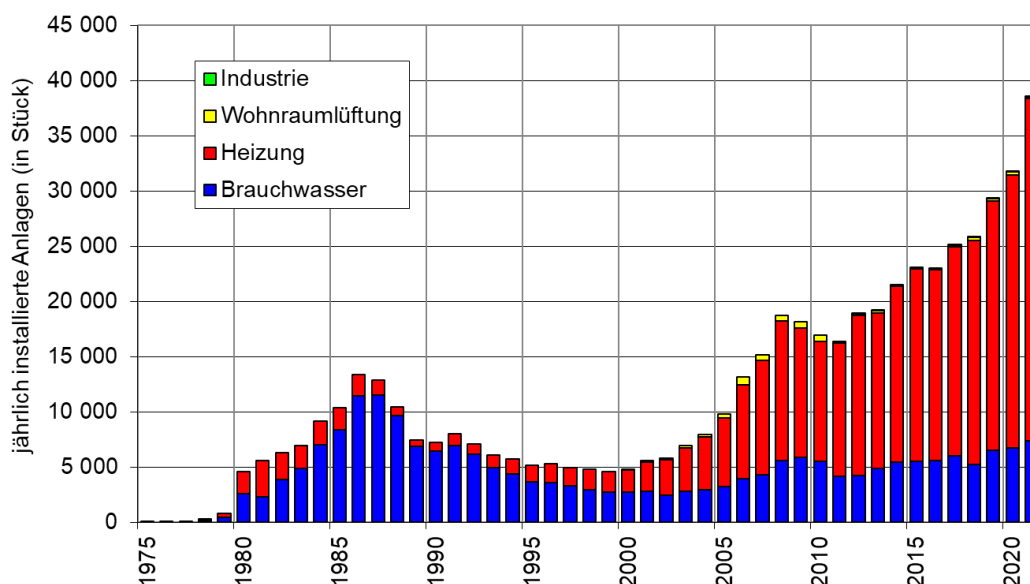


Abbildung 111 – Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich bis 2021

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Die Auswirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise ab dem Jahr 2008 waren für die Wärmepumpenbranche im Vergleich zu anderen Technologien und Wirtschaftsbereichen überschaubar und von kurzer Dauer. Bereits im Jahr 2011 waren wieder steigende

Verkaufszahlen bei Heizungswärmepumpen zu beobachten. Ab 2012 kam es auch beim Gesamtabsatz zu einem neuerlichen Wachstum, welches sich bis zum aktuellen Datenjahr 2021 sukzessive und deutlich steigerte.

Im Jahr 2021 konnten im Inlandsmarkt insgesamt 38.583 Wärmepumpen aller Kategorien und Leistungsklassen (Heizungs-, Brauchwasser-, Wohnraumlüftungs- und Industrierärmepumpen) abgesetzt werden. In Bezug auf das Vorjahr 2020 steigerten sich die Verkaufszahlen damit um 21,6 %. Wachstumsraten dieser Größenordnung waren in der Vergangenheit zuletzt im Vorfeld der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 zu beobachten. Ein dämpfender Effekt durch die Coronakrise ab 2020 kann nicht beobachtet werden.

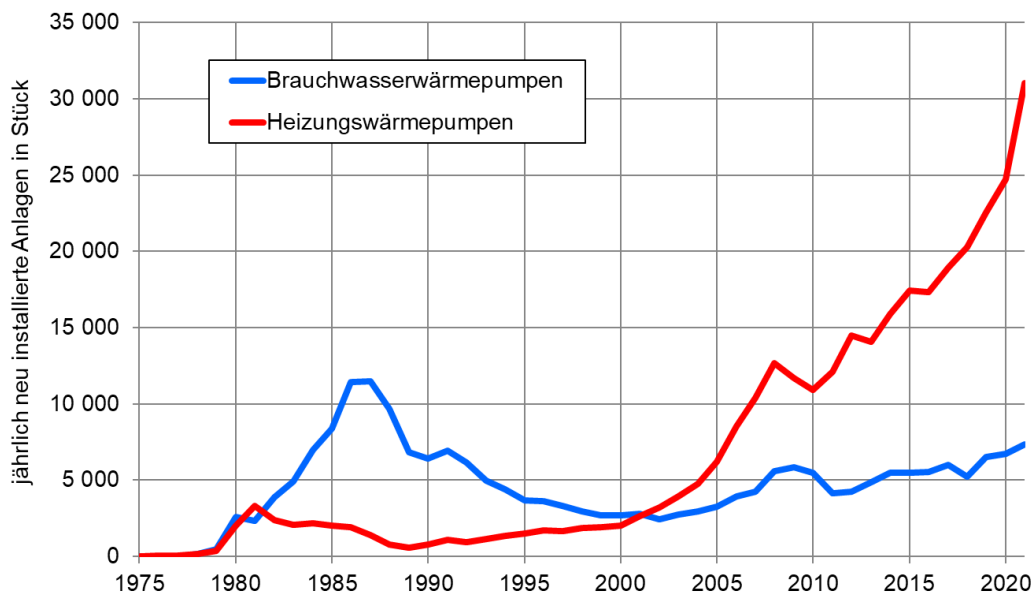


Abbildung 112 – Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen in Österreich bis 2021
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

In **Abbildung 113** ist die Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes für das Zeitfenster der Jahre 2000 bis 2021 dargestellt. Hierbei ist die Phase des starken exponentiellen Wachstums der Absatzzahlen im Zeitraum von 2000 bis 2008 deutlich zu erkennen. Die jährlichen Verkaufszahlen für Heizungswärmepumpen stiegen in diesem Zeitraum von 2.025 Stück auf 12.645 Stück an, was einem jährlichen Zuwachs von 25,7 % entspricht. Die Verkaufszahlen für Brauchwasserwärmepumpen stiegen im selben Zeitraum von 2.690 Stück auf 5.572 Stück an, äquivalent einem jährlichen Wachstum von 9,5 %. Bedingt durch die Finanz- und Wirtschaftskrise kam es zu Veränderungen des Marktumfeldes und zu einem jähen Trendbruch. Maßgeblich waren hier vor allem die Depression der Bauwirtschaft, die restriktive Kreditvergabe, aber auch der Einbruch des Ölpreises.

Obwohl sich der Wärmepumpenmarkt nach der Finanz- und Wirtschaftskrise relativ rasch erholen konnte, wurde die exponentielle Wachstumsdynamik der Jahre 2000 bis 2008 erst im Jahr 2021 wieder erreicht. Auffällig ist hierbei auch, dass sich die Bereiche Heizungswärmepumpen und Brauchwasserwärmepumpen aktuell in ähnlichen Proportionen entwickeln, wie dies vor 2008 der Fall war.

Die Verkaufszahlen der Heizungswärmepumpen überstiegen erstmals im Jahr 2002 die Verkaufszahlen der Brauchwasserwärmepumpen. Im Jahr 2021 wurden im österreichischen Inlandsmarkt 4,2 mal mehr Heizungswärmepumpen als Brauchwasserwärmepumpen abgesetzt. Dieser Effekt resultiert zum Teil aus einem Trend zu monovalenten

Wärmebereitstellungsanlagen, welche sowohl Raumwärme als auch die Brauchwassererwärmung bereitstellen können. Ein steigender Anteil an Wärmepumpen-Kombianlagen substituiert dabei auch separate Brauchwasserwärmepumpen.

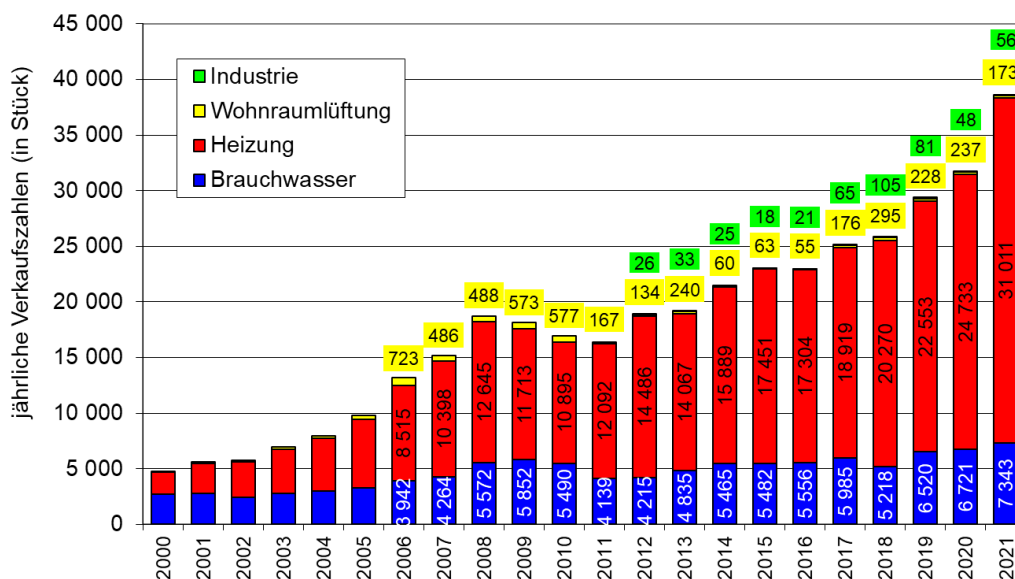


Abbildung 113 – Jährliche Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich 2000 bis 2021

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Die Entwicklung der Verkaufszahlen aller Wärmepumpentypen und Leistungsklassen vom Jahr 2020 auf das Jahr 2021 ist in **Tabelle 58** zusammengefasst. In dieser Tabelle sind auch die Absätze im Exportmarkt und die Gesamtabsätze dokumentiert. Auf die Exportzahlen wird anschließend im **Kapitel 11.3** detailliert eingegangen.

Die Anzahl der im Inlandsmarkt verkauften Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen, exklusive Lüftungswärmepumpen) ist vom Jahr 2020 mit 24.733 Stück auf das Jahr 2021 mit 31.011 Stück um 25,4 % gestiegen. Dabei war die Entwicklung in den einzelnen Leistungsklassen – wie schon in den Vorjahren – inhomogen, aber abgesehen von den größten Leistungsklassen ab 350 kW, wo es stets um einzelne Stück geht, von einem durchgängigen deutlichen Wachstum geprägt. Anders als in den Vorjahren verzeichneten dabei auch die Leistungsklassen größer 20 kW bis 350 kW ein deutliches Wachstum.

Das Wachstum des Inlandsmarktes fand im Jahr 2021 damit in einem breiten Leistungsspektrum statt. Hierbei zeigten die traditionell stückzahlstärksten Leistungssegmente größer 5 kW bis 20 kW abermals ein verstärktes Wachstum. Interessant ist jedoch auch die Entwicklung des kleinsten Leistungssegmentes, welches 2021 zwar nach wie vor vergleichsweise geringe Stückzahlen, jedoch ein Wachstum von 241,9 % aufwies. Dass Heizungswärmepumpen nun auch den Weg in große Projekte gefunden haben, zeigt die Entwicklung in den Leistungsklassen 50 kW bis 350 kW. Hier war ein Wachstum von 41,9 % respektive 103,2 % zu beobachten.

Die Verkaufszahlen der Brauchwasserwärmepumpen zeigten 2021 im Inlandsmarkt ein Wachstum von 9,3 %. Der Absatz stieg dabei von 6.721 Stück im Jahr 2020 auf 7.343 Stück im Jahr 2021. Der historische Diffusionsverlauf der Brauchwasserwärmepumpen zeigt – wie jener der Heizungswärmepumpen – eine längerfristige Dämpfung der Wachstumsdynamik durch die vielgestaltigen Effekte der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 – siehe **Abbildung 112**.

Tabelle 58 – Absatz von Wärmepumpen im Jahr 2020 und 2021
Inlandsmarkt, Exportmarkt und Gesamtabsatz nach Typ und Leistungsklasse.
 Quelle: ENFOS (2022)

Art und Leistungsklassen	Absatz	2020 ¹⁷ (Stück)	2021 (Stück)	Veränderung 2020/2021
Heizungswärmepumpen bis 5 kW	Gesamtabsatz	202	679	+236,1%
	Inlandsmarkt	172	588	+241,9%
	Exportmarkt	30	91	+203,3%
Heizungswärmepumpen größer 5 kW bis 10 kW	Gesamtabsatz	15 781	18 088	+14,6%
	Inlandsmarkt	12 859	15 330	+19,2%
	Exportmarkt	2 922	2 758	-5,6%
Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW	Gesamtabsatz	18 818	20 283	+7,8%
	Inlandsmarkt	10 326	13 389	+29,7%
	Exportmarkt	8 492	6 894	-18,8%
Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW	Gesamtabsatz	2 297	3 276	+42,6%
	Inlandsmarkt	1 167	1 397	+19,7%
	Exportmarkt	1 130	1 879	+66,3%
Heizungswärmepumpen größer 50 kW bis 100 kW	Gesamtabsatz	453	501	+10,6%
	Inlandsmarkt	172	244	+41,9%
	Exportmarkt	281	257	-8,5%
Heizungswärmepumpen größer 100 kW bis 350 kW	Gesamtabsatz	62	104	+67,7%
	Inlandsmarkt	31	63	+103,2%
	Exportmarkt	31	41	+32,3%
Heizungswärmepumpen größer 350 kW bis 600 kW	Gesamtabsatz	3	4	+33,3%
	Inlandsmarkt	2	0	-100,0%
	Exportmarkt	1	4	+300,0%
Heizungswärmepumpen größer 600 kW bis 1500 kW	Gesamtabsatz	6	4	-33,3%
	Inlandsmarkt	4	0	-100,0%
	Exportmarkt	2	4	+100,0%
Alle Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung	Gesamtabsatz	37 622	42 939	+14,1%
	Inlandsmarkt	24 733	31 011	+25,4%
	Exportmarkt	12 889	11 928	-7,5%
Industriewärmepumpen	Gesamtabsatz	48	56	+16,7%
	Inlandsmarkt	48	56	+16,7%
	Exportmarkt	0	0	0,0%
Brauchwasserwärmepumpen	Gesamtabsatz	12289	14214	+15,7%
	Inlandsmarkt	6721	7343	+9,3%
	Exportmarkt	5568	6871	+23,4%
Wohnraumlüftungswärmepumpen	Gesamtabsatz	251	190	-24,3%
	Inlandsmarkt	237	173	-27,0%
	Exportmarkt	14	17	+21,4%
Alle Wärmepumpen	Gesamtabsatz	50 210	57 399	+14,3%
	Inlandsmarkt	31 739	38 583	+21,6%
	Exportmarkt	18 471	18 816	+1,9%

¹⁷ Die Daten für das Datenjahr 2020 wurden im Zuge der Erhebung der Marktzahlen für das Datenjahr 2021 ebenfalls neu erhoben. Die hier dargestellten Zahlen für das Datenjahr 2020 weichen deshalb von den in der Vorjahres-Marktstatistik publizierten Werten ab. Abweichungen entstehen dabei vor allem durch eine vollständigere Erfassung des Marktes.

Insgesamt ergibt sich für die Verkaufszahlen der Brauchwasserwärmepumpe ab dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2021 ein wenig signifikanter, aber dennoch leicht steigender Trend, wobei das Niveau der Verkaufszahlen vor der Finanz- und Wirtschaftskrise ab dem Jahr 2017 wieder überschritten wurde.

Im Bereich der Wärmepumpen-Kompaktanlagen für die Wohnraumlüftung, wie sie typischer Weise im Einfamilien-Passivhausbereich zum Einsatz kommen, wurde für 2021 ein Rückgang der Verkaufszahlen um 27,0 % auf 173 Stück registriert. Es muss hierbei jedoch angemerkt werden, dass sich die absoluten Zahlen in dieser Klasse in einer Größenordnung bewegen, die angesichts der kleinen Leistungsgrößen und des dahinter stehenden geringen Handelsvolumens statistisch schwer interpretierbar ist. Weiters muss generell angemerkt werden, dass in der vorliegenden Statistik nur jene Verkaufszahlen erfasst sind, welche von den weiter unten im Text dokumentierten österreichischen Wärmepumpenherstellern und -handelsunternehmen bekanntgegeben wurden. Direktimporte, welche z. B. von Fertighausherstellern getätigt wurden, sind in der vorliegenden Statistik nicht enthalten.

Industriewärmepumpen werden seit dem Jahr 2012 als eigene Klasse erhoben. Diese Wärmepumpen werden in industriellen und gewerblichen Prozessen eingesetzt und werden projektspezifisch gefertigt. Die erhobenen Verkaufszahlen von Industriewärmepumpen im österreichischen Inlandmarkt stiegen von 48 Stück im Jahr 2000 auf 56 Stück im Jahr 2021 an, was einem Wachstum von 16,7 % entspricht.

Da es sich bei Industriewärmepumpen um projektspezifisch gefertigte Anlagen im großen Leistungsbereich handelt, sind Korrekturen der Zahlen im Folgejahr der Statistik die Regel, da sich die Zuordnung von Projekten zu konkreten Jahren ändern kann. Insofern ist eine jährliche Interpretation von Fluktuationen schwierig. Es gilt dabei wieder, dass Direktimporte von Industriebetrieben oder z. B. Fernwärmeanbietern aus dem Ausland in der vorliegenden Statistik nicht enthalten sind. Angesichts des großen Potenzials, auch in Hinblick auf die Nutzung von industrieller Abwärme in anderen Sektoren (Stichwort Sektorkopplung), wird dieser Wärmepumpenkategorie jedenfalls eine große zukünftige Bedeutung eingeräumt.

11.1.2 Thermische Leistung, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen

Aus erhebungstechnischen Gründen können zur Dokumentation und Analyse der Merkmale mittlere thermische Leistung je Leistungsklasse, Anteile von Kombianlagen, Anlagen mit passiver oder aktiver Kühlfunktion und Hybridanlagen nur die Daten von maximal 34 der insgesamt 43 meldenden Firmen herangezogen werden. Eine Hochrechnung auf den Gesamtmarkt – vor allem in den größeren Leistungssegmenten – ist nicht seriös machbar, da es sich bei den befragten Firmen um eine aus statistischer Sicht gleichermaßen kleine wie inhomogene Grundgesamtheit handelt. Dennoch können die angegebenen Werte als Orientierungshilfe bei marktstrategischen Überlegungen herangezogen werden. Die Ergebnisse der Erhebung sind in **Tabelle 59** zusammengefasst.

Die vorliegenden Daten wurden in der aktuellen Leistungsklassendefinition erstmals im Jahr 2020 erhoben. Die mittlere thermische Leistung je Leistungsklasse wird in der Folge auch im Modell zur Berechnung der Energiebilanz aller Wärmepumpen herangezogen. Im Allgemeinen liegen die Werte für die mittlere thermische Leistung je Leistungsklasse jedoch im Bereich der bisher verwendeten Erwartungswerte.

Tabelle 59 – Leistung, Smart Grid, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen für Heizungswärmepumpen im Inlandsmarkt. Quelle: ENFOS (2022)

Heizungswärmepumpen bis 5 kW (n=11)¹	2020	2021
Mittlere thermische Leistung	3,1 kW	3,6 kW
Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen	94 %	96 %
Anteil an Kombianlagen	76 %	80 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	59 %	67 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	64 %	65 %
Anteil an Hybridanlagen	3 %	-
Heizungswärmepumpen >5 kW bis 10 kW (n=20)		
Mittlere thermische Leistung	7,6 kW	7,6 kW
Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen	100 %	100 %
Anteil an Kombianlagen	75 %	77 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	54 %	42 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	50 %	56 %
Anteil an Hybridanlagen	5 %	8 %
Heizungswärmepumpen >10 kW bis 20 kW (n=20)		
Mittlere thermische Leistung	13,7 kW	14,0 kW
Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen	93 %	100 %
Anteil an Kombianlagen	61 %	62 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	30 %	32 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	48 %	56 %
Anteil an Hybridanlagen	10 %	11 %
Heizungswärmepumpen >20 bis 50 kW (n=12)		
Mittlere thermische Leistung	25,9 kW	28,1 kW
Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen	100 %	100 %
Anteil an Kombianlagen	65 %	66 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	14 %	23 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	56 %	54 %
Anteil an Hybridanlagen	7 %	-
Heizungswärmepumpen >50 bis 100 kW (n=5)		
Mittlere thermische Leistung	64,2 kW	73,8 kW
Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen	100 %	100 %
Anteil an Kombianlagen	79 %	95 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	29 %	29 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	22 %	39 %
Anteil an Hybridanlagen	5 %	6 %
Heizungswärmepumpen >100 bis 350 kW² (n=4)		
Mittlere thermische Leistung	190,5 kW	186,8 kW
Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen	100 %	100 %
Anteil an Kombianlagen	93 %	94 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	60 %	62 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	78 %	78 %
Anteil an Hybridanlagen	5 %	5 %

¹ Anzahl der Betriebe, von denen Meldungen für das jeweilige Segment für 2021 vorliegen.

² Für alle höheren Leistungsklassen liegen keinen Meldungen vor.

Der Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen an der Gesamtheit der im Jahr 2021 im österreichischen Inlandsmarkt verkauften Wärmepumpen war den Ergebnissen der Erhebung zufolge beinahe 100 %. Alleine im kleinsten Leistungssegment wurde dieser Anteil von den befragten Firmen mit 96 % angegeben. Diese Information wird in der Folge im Zuge der Berechnung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials im Kapitel Bauteilaktivierung von Gebäuden genutzt.

Das Merkmal “Kombianlage“ (kombinierte Wärmepumpe zur Raumheizung und Warmwasserbereitung) bewegte sich 2021 in den kleinen Leistungsbereichen immerhin bei 80 % (bis 5 kW), 77 % (>5 bis 10 kW) und 62 % (>10 bis 20 kW). Rund 7 von 10 in diesen Leistungsbereichen verkauften Heizungswärmepumpen werden somit auch zur Brauchwassererwärmung eingesetzt. Dieser hohe Anteil relativiert auch die etwas zögerliche Marktentwicklung im Bereich der reinen Brauchwasser-Wärmepumpen.

Zum Thema Kühlen wurden die Merkmale “passive Kühlfunktion“ und “aktive Kühlfunktion“ abgefragt. Dabei ist die passive Kühlfunktion in der Praxis lediglich bei Sole/Wasser und Wasser/Wasser Wärmepumpen relevant, da nur diese Systeme z. B. im Fall eines sommerlichen Kühlbedarfs Kälte aus dem Wärmeträgermedium ohne Nutzung des Kältekreislaufes bereitstellen können. Damit ist der Anteil passiver Kühlung aber auch mit dem Marktanteil dieser Systeme limitiert. Das Ergebnis für den Anteil an Wärmepumpen mit passiver Kühlfunktion geht in manchen Leistungsklassen jedoch deutlich über dieses Maß hinaus. Dies liegt einerseits am bereits oben dokumentierten Bias und andererseits können Missverständnisse im begrifflichem Bereich nach wie vor nicht ausgeschlossen werden. Das Merkmal der aktiven Kühlfunktion liegt hingegen in einem plausiblen Bereich und zeigt, dass Bereitstellung von Raumkälte zunehmend nachgefragt wird.

Die Meldungen für den Absatz von Hybridanlagen blieben auch bei der Erhebung zum Datenjahr 2021 im einstelligen Prozentbereich.

11.1.3 In Betrieb befindliche Anlagen

Die langjährige Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes in Österreich und die aus diesen Daten berechnete Anzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen sind in **Tabelle 60** und **Tabelle 61** dokumentiert. Zur Berechnung der in Betrieb befindlichen Anlagen wurde eine technische Lebensdauer der Anlagen von 20 Jahren angenommen. Die nicht mehr in Betrieb befindlichen Anlagen sind in **Tabelle 60** grau hinterlegt dargestellt. Durch den historischen Verlauf der Marktdiffusion der Brauchwasserwärmepumpen mit einem ersten Diffusionsmaximum im Jahr 1986 kam es trotz neuerlich steigender Diffusionsraten zu einem langsamen Absinken des Bestandes an Brauchwasserwärmepumpen ab dem Jahr 2000, siehe **Abbildung 114** und **Abbildung 115**. Im Jahr 2009 überstieg der Bestand an Heizungswärmepumpen erstmals den Bestand an Brauchwasserwärmepumpen. Bei den Heizungswärmepumpen liegt dieser Effekt nicht vor, da das historische Diffusionsmaximum in den 1980er Jahren weitaus schwächer ausgeprägt war, als jenes der Brauchwasserwärmepumpen. In der Kategorie der Heizungswärmepumpen schlagen sich die Zuwächse seit dem Jahr 2000 bereits deutlich im Anlagenbestand nieder.

Den Berechnungen zufolge waren im Jahr 2021 in Österreich 97.995 Brauchwasserwärmepumpen, 281.035 Heizungswärmepumpen, 5.663 Wohnraumlüftungswärmepumpen und 478 Industrierwärmepumpen in Betrieb. Insgesamt waren dies 385.171 Wärmepumpen für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche. Die hier dargestellten Bestandszahlen bilden

in der Folge die Basis der Kalkulation des energetischen Ertrages und der Emissions-einsparungen in den nachfolgenden Kapiteln.

Im österreichischen Inlandsmarkt wurden vom Beginn der Marktdiffusion bis zum Jahr 2021 insgesamt 542.892 Wärmepumpenanlagen verkauft. Davon waren 217.754 Brauchwasser-Wärmepumpen, 318.797 Heizungswärmepumpen, 5.863 Wohnraumlüftungswärmepumpen und 478 Industrierärmepumpen.

Wie anhand der entsprechenden Abbildungen gut sichtbar wird, hat die historische Marktdiffusion große Auswirkungen auf den in Betrieb befindlichen Bestand, aber auch auf die zukünftigen Verkaufszahlen. Vorausgesetzt, dass die Anschaffung einer Wärmepumpe von den privaten Wärmepumpenbetreibern nach dem Erreichen der technischen Lebensdauer der Wärmepumpe bestätigt wird, kann dies zu einer sehr dynamischen Entwicklung der jährlichen Verkaufszahlen führen. Nämlich vor allem dann, wenn parallel zum Ersatz der aus dem Bestand ausscheidenden Altanlagen neue Märkte – wie z. B. der Sanierungsmarkt oder der Markt für gewerbliche und industrielle Anwendungen – erschlossen werden. Bei den Heizungswärmepumpen kann diese dynamische Entwicklung der Verkaufszahlen im Zeitraum von 2020 bis 2025 entstehen. Zum prinzipiell wachsenden Markt der Erstanschaffung kommt dann noch eine jährlich wachsende Zahl an Ersatzkäufen hinzu.

Die zukünftige strukturelle Entwicklung des österreichischen Gebäudebestandes lässt auch in Hinblick auf die Bemühungen zur Erreichung der Klima- und Energieziele im Wärmebereich in den nächsten Dekaden eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz von Bestandsgebäuden durch thermische Gebäudesanierung erwarten. In zusätzlicher Vergesellschaftung mit der, durch den Klimawandel ansteigenden Nachfrage nach Gebäudekühlung, scheinen deshalb eine Bestätigung von bestehenden Wärmepumpenanlagen am Ende ihrer technischen Lebensdauer und der vermehrte Tausch von z. B. erdgasbasierten Wärmebereitstellungssystemen gegen Wärmepumpen sehr wahrscheinlich.

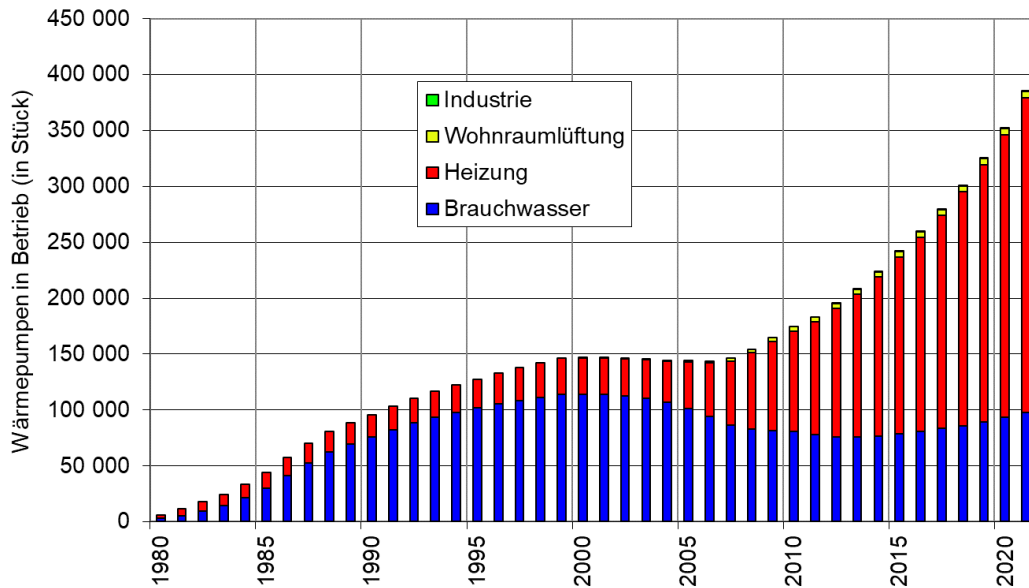


Abbildung 114 – Wärmepumpen-Bestandsentwicklung in Österreich bis 2021
 Lebensdauer: 20 Jahre. Quellen: bis 2006: Faninger (2007),
 ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

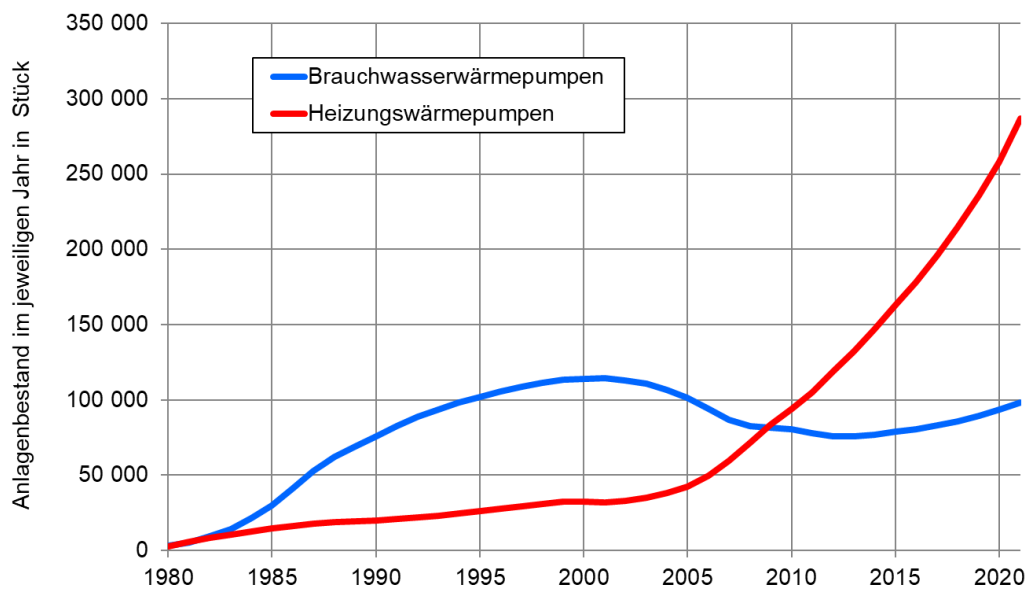


Abbildung 115 – Bestandsentwicklung Brauchwasser- u. Heizungswärmepumpen
 Lebensdauer: 20 Jahre. Quellen: bis 2006: Faninger (2007),
 ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Tabelle 60 – Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes in Österreich
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes in Österreich (jährl. Verkaufszahlen)					
Jahr	Brauchwasser	Heizung	WRL	Industrie	Gesamt
1975	0	10			10
1976	0	30			30
1977	0	60			60
1978	150	150			300
1979	450	350			800
1980	2.600	2.000			4.600
1981	2.300	3.300			5.600
1982	3.900	2.400			6.300
1983	4.900	2.070			6.970
1984	7.000	2.150			9.150
1985	8.400	2.000			10.400
1986	11.450	1.900			13.350
1987	11.490	1.410			12.900
1988	9.680	790			10.470
1989	6.850	580			7.430
1990	6.420	790			7.210
1991	6.940	1.066			8.006
1992	6.160	920			7.080
1993	4.971	1.125			6.096
1994	4.400	1.350			5.750
1995	3.650	1.474			5.124
1996	3.600	1.712			5.312
1997	3.300	1.657			4.957
1998	2.940	1.879			4.819
1999	2.708	1.904			4.612
2000	2.690	2.025	80		4.795
2001	2.810	2.660	120		5.590
2002	2.420	3.200	160		5.780
2003	2.761	3.953	221		6.935
2004	2.962	4.748	258		7.968
2005	3.253	6.193	349		9.795
2006	3.942	8.515	723		13.180
2007	4.264	10.398	486		15.148
2008	5.572	12.645	488		18.705
2009	5.852	11.713	573		18.138
2010	5.490	10.895	577		16.962
2011	4.139	12.092	167		16.398
2012	4.215	14.486	134	26	18.861
2013	4.835	14.067	240	33	19.175
2014	5.465	15.889	60	25	21.439
2015	5.482	17.451	63	18	23.014
2016	5.556	17.304	55	21	22.936
2017	5.985	18.919	176	65	25.145
2018	5.218	20.270	295	105	25.888
2019	6.520	22.553	228	81	29.382
2020	6.721	24.733	237	48	31.739
2021	7.343	31.011	173	56	38.583
Gesamt: 1975-2021					
	217.754	318.797	5.863	478	542.892
Annahme 20 Jahre Lebensdauer: Betrachtungszeitraum 2002-2021					
	97.995	281.035	5.663	478	385.171
grau hinterlegt: diese Anlagen sind nicht mehr in Betrieb; WRL: Wohnraumlüftung					

Tabelle 61 – Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Österreich
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Österreich					
jeweils in Betrieb befindlicher Anlagenbestand (Lebensdauer = 20 Jahre)					
Jahr	Brauchwasser	Heizung	WRL	Industrie	Gesamt
1975	0	10	0	0	10
1976	0	40	0	0	40
1977	0	100	0	0	100
1978	150	250	0	0	400
1979	600	600	0	0	1.200
1980	3.200	2.600	0	0	5.800
1981	5.500	5.900	0	0	11.400
1982	9.400	8.300	0	0	17.700
1983	14.300	10.370	0	0	24.670
1984	21.300	12.520	0	0	33.820
1985	29.700	14.520	0	0	44.220
1986	41.150	16.420	0	0	57.570
1987	52.640	17.830	0	0	70.470
1988	62.320	18.620	0	0	80.940
1989	69.170	19.200	0	0	88.370
1990	75.590	19.990	0	0	95.580
1991	82.530	21.056	0	0	103.586
1992	88.690	21.976	0	0	110.666
1993	93.661	23.101	0	0	116.762
1994	98.061	24.451	0	0	122.512
1995	101.711	25.915	0	0	127.626
1996	105.311	27.597	0	0	132.908
1997	108.611	29.194	0	0	137.805
1998	111.401	30.923	0	0	142.324
1999	113.659	32.477	0	0	146.136
2000	113.749	32.502	80	0	146.331
2001	114.259	31.862	200	0	146.321
2002	112.779	32.662	360	0	145.801
2003	110.640	34.545	581	0	145.766
2004	106.602	37.143	839	0	144.584
2005	101.455	41.336	1.188	0	143.979
2006	93.947	47.951	1.911	0	143.809
2007	86.721	56.939	2.397	0	146.057
2008	82.613	68.794	2.885	0	154.292
2009	81.615	79.927	3.458	0	165.000
2010	80.685	90.032	4.035	0	174.752
2011	77.884	101.058	4.202	0	183.144
2012	75.939	114.624	4.336	26	194.925
2013	75.803	127.566	4.576	59	208.004
2014	76.868	142.105	4.636	84	223.693
2015	78.700	158.082	4.699	102	241.583
2016	80.656	173.674	4.754	123	259.207
2017	83.341	190.936	4.930	188	279.395
2018	85.619	209.327	5.225	293	300.464
2019	89.431	229.976	5.453	374	325.234
2020	93.462	252.684	5.610	422	352.178
2021	97.995	281.035	5.663	478	385.171

Auf eine Abbildung des ausscheidenden Bestandes mittels Weibull-Verteilung wurde in der vorliegenden Studie verzichtet, um einerseits ein Höchstmaß an Transparenz zu gewährleisten und andererseits, weil die erforderlichen Daten für eine Parametrierung der Funktion auf einer realen, empirischen Basis nicht zur Verfügung stehen.

11.1.4 Verteilung nach Wärmequellsystemen

In **Tabelle 63** ist die Verteilung der im österreichischen Inlandsmarkt in den Jahren 2020 und 2021 verkauften Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen und Wärmequellsystemen dokumentiert. Bei einer kumulierten Betrachtung aller Leistungsklassen bestätigt sich der Trend der Vorjahre zu Luft/Wasser-Wärmequellsystemen.

Das in absoluten Stückzahlen mit großem Abstand absatzstärkste Segment des Luft/Wasser Wärmequellsystems verzeichnete von 2020 auf 2021 einen Zuwachs von 27,4 %, wobei der stärkste leistungsklassenspezifische Zuwachs dieses Wärmequellsystems in der Höhe von 255,6 % im kleinsten Leistungssegment bis 5 kW zu beobachten war, gefolgt vom Leistungssegment größer 100 kW bis 350 kW mit einem Plus von 133,3 %. Wasser/Wasser Systeme konnten im Jahr 2021 ebenfalls Zuwächse von insgesamt 79,0 % verzeichnen, wobei hier ein starkes Wachstum in beinahe allen Leistungsklassen zu beobachten war. Sole/Wasser Systeme konnten mit einem Wachstum von 12,1 % ebenfalls vom allgemeinen Aufwärtstrend profitieren.

Eine starke Steigerung des Anteiles der Wärmequelle Luft ist seit dem Jahr 2004 zu beobachten. Im Jahr 2021 erreichte dieses Wärmequellsystem einen Marktanteil von 82,5 %, womit in diesem Jahr mehr als 8 von 10 in Österreich neu verkaufte Heizungswärmepumpen Luft/Wasser Wärmepumpen waren. Die Stückzahlen und die Marktanteile der unterschiedlichen Wärmequellsysteme sind für die Jahre 2020 und 2021 in **Tabelle 62** dokumentiert und in **Abbildung 116** für das Jahr 2021 veranschaulicht.

Tabelle 62 – Marktanteile unterschiedlicher Wärmequellsysteme 2020 und 2021 im Inlandsmarkt. Quelle: ENFOS (2022)

Leistungsklasse	Typ	Anzahl im Jahr 2020	Anteil im Jahr 2020	Anzahl im Jahr 2021	Anteil im Jahr 2021
alle Heizungs-Wärmepumpen (inkl. Wohnraumlüftung)	Luft/Luft	237	0,9%	173	0,6%
	Luft/Wasser	20.200	80,9%	25.741	82,5%
	Wasser/Wasser	305	1,2%	546	1,8%
	Sole/Wasser	3.990	16,0%	4.472	14,3%
	Direktverdampfung	238	1,0%	252	0,8%
	Summe		24.970	100,0%	31.184

Neben den Luft/Wasser-Wärmepumpen konnte im Jahr 2021 auch Wasser/Wasser-Wärmepumpen Marktanteile dazugewinnen. Alle anderen Wärmequellsysteme zeigten rückläufige Marktanteile, auch wenn aufgrund des allgemeinen Marktwachstums die absoluten Verkaufszahlen angestiegen sind, wie dies z. B. bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen der Fall war.

Tabelle 63 – Wärmepumpen-Inlandsmarkt nach Wärmequellsystemen
 Quelle: ENFOS (2022)

Leistungsklasse	Typ	Inlandsmarkt 2020 in Stück	Inlandsmarkt 2021 in Stück	Veränderung 2020/2021 in %
bis 5 kW	Luft/Luft	237	173	-27,0%
	Luft/Wasser	162	576	+255,6%
	Wasser/Wasser	0	0	0,0%
	Sole/Wasser	10	11	+10,0%
	Direktverdampfung	0	1	0,0%
	Summe	409	761	86,1%
größer 5 kW bis 10 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	11.014	13.378	+21,5%
	Wasser/Wasser	64	122	+90,6%
	Sole/Wasser	1.745	1.787	+2,4%
	Direktverdampfung	36	43	+19,4%
	Summe	12.859	15.330	+19,2%
größer 10 kW bis 20 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	8.255	10.819	+31,1%
	Wasser/Wasser	165	309	+87,3%
	Sole/Wasser	1.750	2.082	+19,0%
	Direktverdampfung	156	179	+14,7%
	Summe	10.326	13.389	+29,7%
größer 20 kW bis 50 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	685	815	+19,0%
	Wasser/Wasser	61	95	+55,7%
	Sole/Wasser	375	458	+22,1%
	Direktverdampfung	46	29	-37,0%
	Summe	1.167	1.397	+19,7%
größer 50 kW bis 100 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	79	146	+84,8%
	Wasser/Wasser	14	17	+21,4%
	Sole/Wasser	79	81	+2,5%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe	172	244	+41,9%
größer 100 kW bis 350 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	3	7	+133,3%
	Wasser/Wasser	1	3	+200,0%
	Sole/Wasser	27	53	+96,3%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe	31	63	+103,2%
größer 350 kW bis 600 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	1	0	-100,0%
	Wasser/Wasser	0	0	0,0%
	Sole/Wasser	1	0	-100,0%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe	2	0	-100,0%
größer 600 kW bis 1500 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	1	0	-100,0%
	Wasser/Wasser	0	0	0,0%
	Sole/Wasser	3	0	-100,0%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe	4	0	-100,0%
alle Heizungs- Wärmepumpen (inkl. Wohnraumlüftung)	Luft/Luft	237	173	-27,0%
	Luft/Wasser	20.200	25.741	+27,4%
	Wasser/Wasser	305	546	+79,0%
	Sole/Wasser	3.990	4.472	+12,1%
	Direktverdampfung	238	252	+5,9%
	Summe	24.970	31.184	+24,9%

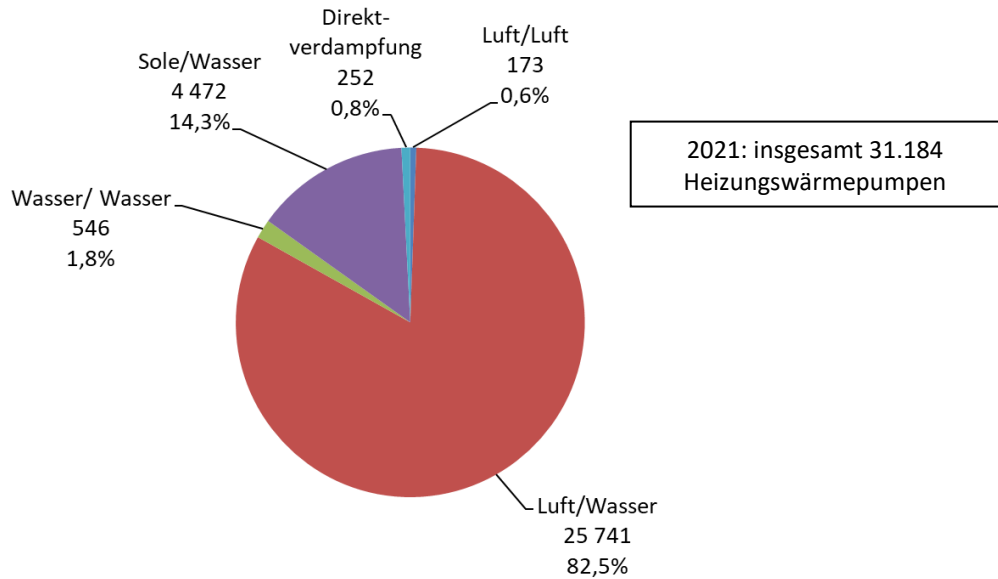


Abbildung 116 – Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt 2021
Quelle: ENFOS (2022)

Die historische Entwicklung der Anteile der Wärmequellsysteme am Inlandsmarkt ist für den Zeitraum von 1990 bis 2021 in **Abbildung 117** dargestellt. Die historische Marktführerschaft der Direktverdampfungssysteme verlagerte sich rund um das Jahr 2000 auf Sole/Wasser-Systeme. Sole/Wasser Wärmepumpensysteme waren daraufhin im Zeitraum von 2003 bis 2010 die im Inlandsmarkt am häufigsten verkauften Wärmepumpensysteme. Durch die in diesem Zeitraum immer stärker nachgefragten Luft/Wasser-Systeme verloren Sole/Wasser-Systeme jedoch sukzessive Marktanteile. Im Jahr 2011 rückten die Luft/Wasser-Systeme bezüglich ihres Marktanteiles erstmals an die erste Stelle. Die Luft/Wasser-Systeme verdrängten im Zeitraum von 2003 bis 2007 vorwiegend Direktverdampfersysteme, danach im wachsenden Ausmaß auch Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Systeme.

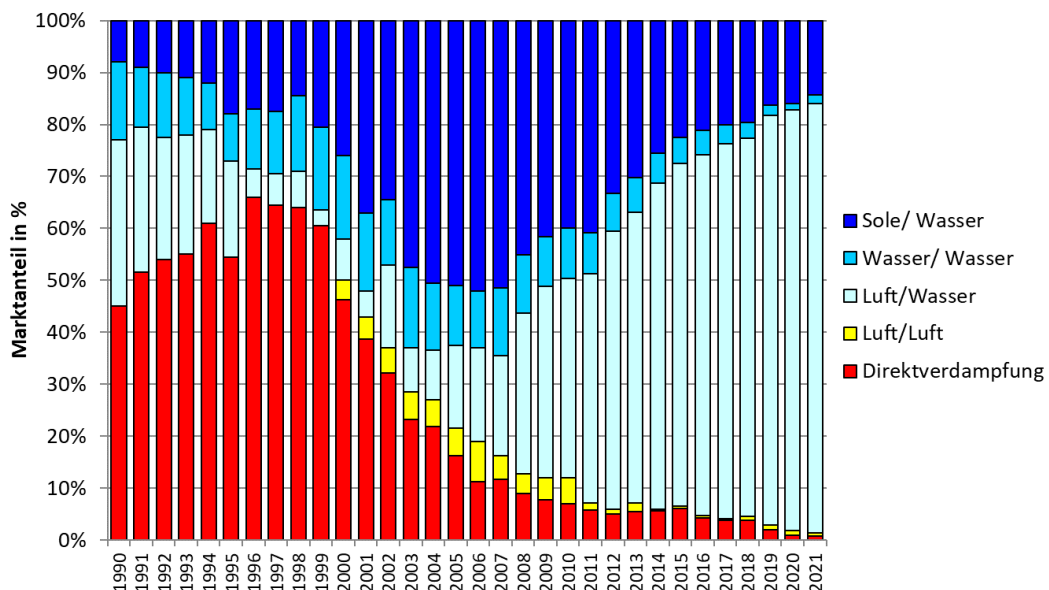


Abbildung 117 – Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt
Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Der Trend zu Luft/Wasser-Systemen scheint nach wie vor ungebrochen, auch wenn das restliche Potenzial für den Wettbewerb durch die bereits geringen Anteile der anderen Systeme beschränkt ist. In Anbetracht der aktuellen Situation ist ein weiterer signifikanter Zugewinn von Marktanteilen für Luft/Wasser Systeme nur noch auf Kosten der Marktanteile von Sole/Wasser Systemen möglich. Die Hintergründe dieser Entwicklungen liegen einerseits an den geringeren Investitionskosten von Luft/Wasser-Wärmepumpensystemen, andererseits ist die Wärmequelle Luft in der Regel strukturell einfacher zu erschließen als das Erdreich oder das Grundwasser. In manchen Gebäudestrukturen ist Luft überhaupt die einzig mögliche Wärmequelle. Da in Zukunft überdies ein struktureller Wandel vom Gebäudeneubau zur Sanierung erfolgen wird, gewinnen strukturelle Rahmenbedingungen in gewachsenen Gebäude- und Siedlungsstrukturen zusätzlich an Bedeutung, was die Marktdiffusion von Luft/Wasser-Systemen weiter begünstigt.

Der starke Trend zu Luft/Wasser Systemen bringt in Vergesellschaftung mit der raschen Marktdiffusion aber auch neue Herausforderungen. Die Schallemissionen der Luftwärmehaustauscher-Gebläse entsprechender Anlagen werden dabei als ein mögliches Diffusionshemmnis diskutiert. Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen der Wärmepumpenhersteller fokussieren deshalb auf die Bereitstellung schallemissionsarmer Wärmetauscher und die Definition von standardisierten Emissionsgrenzwerten.

Die zeitliche Entwicklung der Marktanteile der Wärmequellensysteme von Heizungswärmepumpen spiegelt sich auch in der Entwicklung des Bestandes wider, siehe **Abbildung 118**. Aufgrund der gegebenen historischen Entwicklung und des laufenden Ausscheidens alter Anlagen aus dem Bestand wird der überwiegende Teil des aktuellen Bestandswachstums von Luft/Wasser-Heizungswärmepumpen getragen. Ein weiteres, wenn auch deutlich geringeres Bestandswachstum, ist bei den Sole/Wasser-Heizungswärmepumpen und neuerdings auch im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen gegeben.

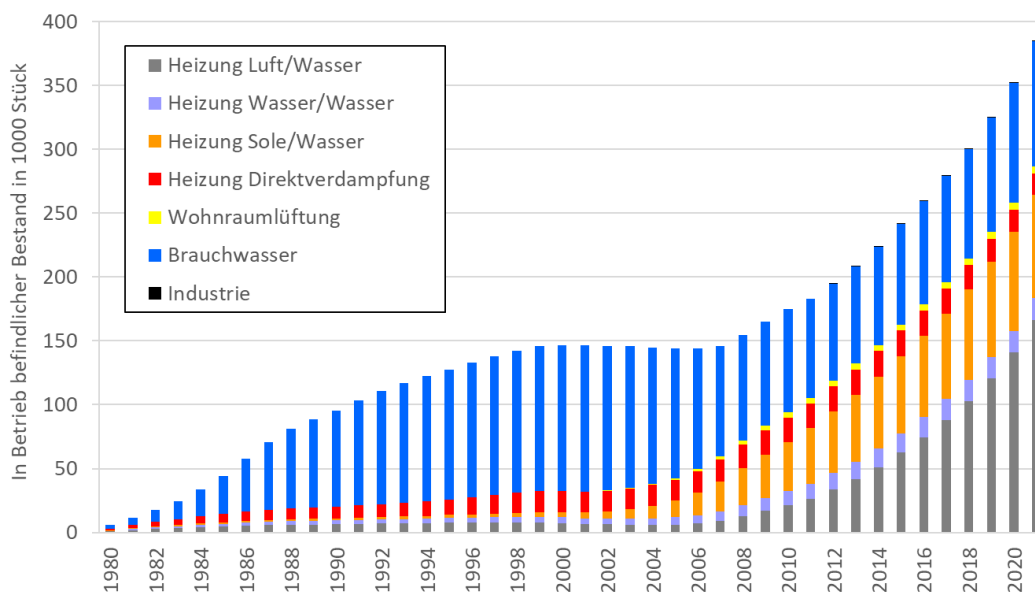


Abbildung 118 – In Betrieb befindlicher Wärmepumpenbestand in Österreich nach Arten und Wärmequellensystemen.

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

11.1.5 Förderungen und Bundesländerstatistiken

Förderungen für Wärmepumpenanlagen waren im Jahr 2021 für die Bereiche des Wohnungsneubaues und der Wohnungssanierung bei den Ländern (Wohnbauförderungsstellen oder Energierferate der Länder) und für den gewerblichen Bereich bei der Kommunalkredit Public Consulting (KPC) verfügbar. Zumeist handelte es sich bei den Förderinstrumenten um nicht rückzahlbare Investitionszuschüsse, seltener wurden Annuitätenzuschüsse oder geförderte Wohnbaudarlehen gewährt. Weiters existierten Förderungen, welche beispielsweise von Energieversorgern vergeben wurden. Diese Anreize werden im Folgenden jedoch nicht dokumentiert, da sie nicht systematisch erhoben wurden. In **Tabelle 64** sind die Ergebnisse der Recherchen zu den Wärmepumpenförderungen im Jahr 2021 zusammengefasst. Hierbei sei angemerkt, dass die dokumentierte Anzahl der geförderten Wärmepumpenanlagen nicht notwendiger Weise im Jahr 2021 in Betrieb gegangen sein muss. In vielen Fällen handelt es sich bei den Angaben um Förderzusagen, welche eine Inbetriebnahme der Anlage im selben Jahr nicht zwingend voraussetzen.

Mittels Befragungen der Förderstellen der Länder und der Kommunalkredit Public Consulting GmbH konnten für das Datenjahr 2021 in Summe 9.311 geförderte Heizungswärmepumpen, 527 geförderte Brauchwasserwärmepumpen und 235 geförderte gewerbliche Anlagen erfasst werden. Dies entspricht ca. 31 % des Heizungswärmepumpen-Inlandsmarktes und ca. 7 % des Brauchwasserwärmepumpen-Inlandsmarktes. Die Differenz zum jeweiligen Gesamtinlandsmarkt entsteht durch die nicht oder nicht über die hier dokumentierten Stellen und Instrumente geförderten Wärmepumpen, sowie durch Verschiebungen zwischen dem Zeitpunkt der Installation bzw. Anschaffung der Wärmepumpe und der Abwicklung der Förderung. Werden tarifliche Anreize für Wärmepumpen seitens der Elektrizitätsversorgungsunternehmen außer Acht gelassen, so ist anzunehmen, dass im österreichischen Inlandsmarkt folglich ca. 74 % aller im Jahr 2021 neu installierten Wärmepumpen ohne Förderungen errichtet wurden.

Tabelle 64 – Wärmepumpenförderungen im Jahr 2021 nach Bundesländern

Quelle: ENFOS (2022)

Land	Landesförderungen 2021			Kommunalkredit Public Consulting 2021		Total 2021	
	Anzahl WW [Stk.]	Anzahl HZ [Stk.]	Förderung [Euro]	Anzahl [Stk.]	Förderung [Euro]	Anzahl [Stk.]	Förderung [Euro]
Bgld	409	1 063	2 089 447	6	64 141	1 478	2 153 588
Ktn	0	307	614 000	7	44 377	314	658 377
NÖ	93	3 751	7 974 750	57	492 217	3 901	8 466 967
OÖ	0	1 874	2 800 000	68	566 438	1 942	3 366 438
Sbg	0	362	1 082 700	28	441 749	390	1 524 449
Stmk	25	437	1 569 050	15	58 853	477	1 627 903
Tir	0	1 171	7 049 445	43	475 275	1 214	7 524 720
Vo	0	196	766 700	7	90 061	203	856 761
Wien	0	150	1 500 000	4	344 041	154	1 844 041
Gesamt	527	9 311	25 446 092	235	2 577 152	10 073	28 023 244

Von Seiten der Landesförderstellen wurden im Jahr 2021 insgesamt ca. 25,4 Mio. Euro zur Förderung von Wärmepumpen eingesetzt. Diese Summe ist als Richtwert zu sehen, da die tatsächlichen Kosten z. B. von Annuitätenzuschüssen je nach Fördermodell bestenfalls abgeschätzt werden können. Für die Förderung von 235 Wärmepumpenanlagen an

gewerblichen Standorten wurde von Seiten der Kommunalkredit im Jahr 2021 zusätzlich eine Summe von 2,6 Mio. Euro aufgewendet.

In Summe wurden im Jahr 2021 somit 10.073 Wärmepumpen mit einer Gesamtförder-summe¹⁸ von ca. 28,0 Mio. Euro gefördert. Die Verteilung der Anzahl der von Ländern und KPC geförderten Wärmepumpen auf die Bundesländer ist in **Abbildung 119** dargestellt. 39 % der in Österreich im Jahr 2021 geförderten Wärmepumpenanlagen waren in Niederösterreich angesiedelt, gefolgt von Oberösterreich mit 19 %, dem Burgenland mit 15 % und Tirol mit 12 %. Die restlichen Anteile von jeweils maximal 5 % entfallen auf die verbleibenden Bundesländer.

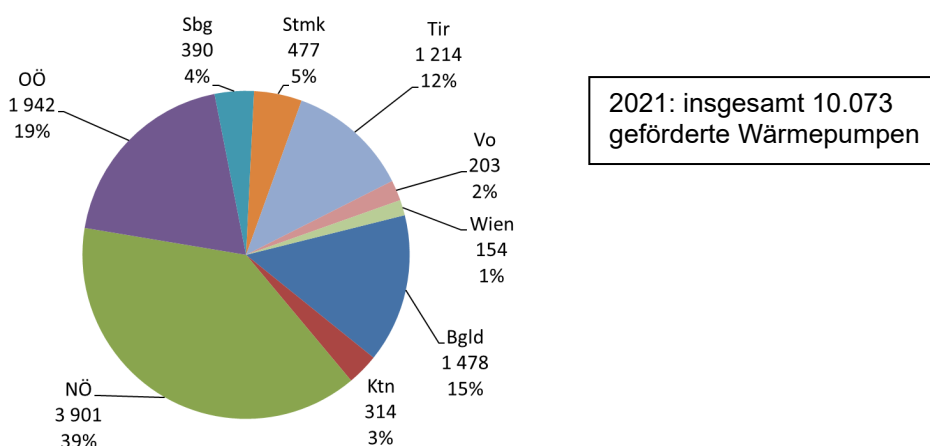


Abbildung 119 – Aus Mitteln der Länder und der KPC geförderte Wärmepumpen 2021 in Österreich nach Bundesländern, in Stück Anlagen und Prozent.
 Quellen: Förderstellen der Länder, KPC, ENFOS (2022)

Details zu den Landesförderungen für Wärmepumpen im Jahr 2021:

Burgenland: Wärmepumpen wurden mittels nicht rückzahlbarem Investitionszuschuss gefördert. Die Förderung bestand dabei aus einem technologieabhängigen Grundbetrag und einem gedeckelten Kostenanteil. Gefördert wurden dabei sowohl Brauchwasser- als auch Heizungswärmepumpen. Weiters war 2021 eine Sonderförderaktion bei Ersatz eines Ölkessels verfügbar. Im Rahmen dieser Förderschiene wurde auch der Ersatz von Erdgaskessel, Allesbrennerkessel und Strom-Direktheizungen gefördert. Ausbezahlt wurde jeweils ein Maximalbetrag von € 3.500,-, wobei bei gleichzeitiger Installation einer Photovoltaikanlage, einer Solarthermieanlage oder eines Niedertemperatur-Wärmeverteilsystems weitere Aufschläge gewährt wurden.

Kärnten: Im Rahmen der Wohnbauförderung war eine Förderung für Heizungswärmepumpen oder Kombianlagen im Zuge von Wohnhaussanierungen verfügbar. Reine Brauchwasserwärmepumpen wurden nicht gefördert. Die Förderung bestand aus einem Einmalzuschuss in einer maximalen Höhe von € 3.000,-. Zusätzlich war eine Förderaktion "Raus aus fossilen Brennstoffen" mit max. 35 % der förderbaren Kosten und einem maximalen Förderbetrag von € 6.000,- verfügbar.

¹⁸ Summe aus Direktzuschüssen, geförderten Darlehen und Annuitätenzuschüssen.

Niederösterreich: Im Rahmen der NÖ Wohnungsförderung wurde die Errichtung von Wärmepumpen im Zuge des Neubaus und im Zuge der Sanierung gefördert, wobei unterschiedliche Fördermodelle eingesetzt wurden: a) Wohnungsneubau: Das Land übernimmt die Haftung für die Rückzahlung eines Kapitalmarktdarlehens. Diese Haftungsübernahme bewirkt einen günstigeren Ausleihungszinssatz. Gleichzeitig wird auf Rückzahlungslaufzeit dieses Darlehens eine Zinsgarantie abgegeben. Ab einem bestimmten Basiszinssatz trägt das Land den übersteigenden Zinsanteil. Dadurch ist die tatsächliche Höhe der Förderung von der künftigen Verzinsungshöhe abhängig. b) Eigenheimerrichtung: Als Förderung wird ein Direktdarlehen des Landes zuerkannt. c) Wohnungs- und Eigenheimsanierung: Annuitätenzuschüsse zu Bankdarlehen mit einer normierten Laufzeit von 10 oder 15 Jahren werden halbjährlich auf Laufzeit des Darlehens ausbezahlt. d) Direktzuschuss im Zuge der Förderschiene "NÖ Raus aus Öl - Bonus" werden u. a. Wärmepumpen als Ersatz für Öl- oder Gasheizungen über Direktzuschuss gefördert. Der durchschnittliche Direktzuschuss pro Förderung beträgt dabei etwas mehr als € 2.800,-.

Oberösterreich: Es wurden ausschließlich Heizungswärmepumpen (inkl. Kombianlagen) mittels Direktzuschüssen gefördert. Förderungen waren im Neubau im Rahmen von Wohnbaufördermaßnahmen und beim Heizkesseltausch verfügbar.

Salzburg: Verfügbar waren zwei optionale Möglichkeiten der Wärmepumpenförderung: a) Förderung mittels Direktzuschuss über das Referat Energiewirtschaft und -beratung ausschließlich für Heizungswärmepumpen b) Förderung im Rahmen der Wohnbauförderung. Aus Gründen einer eingeschränkten Datenverfügbarkeit ist Option b) in der vorliegenden Statistik nicht vollständig erfasst.

Steiermark: Im Rahmen der Ökoförderung wurden 2021 Erdwärmepumpen (Tiefenbohrung und Flachkollektoren), Grundwasser-Wärmepumpen und Luftwärmepumpen gefördert. Die Förderungsbedingungen hier waren ident mit jenen des Bundes. Förderungshöhe max. 30 % der anrechenbaren Investitionskosten oder max. 3.600 Euro (Erdwärme und Grundwasser) bzw. max. 1.500 Euro (Luftwärme). Im Rahmen der Wohnbauförderung wurden 2021 zusätzlich zu den oben angeführten Wärmepumpentypen auch Brauchwasserwärmepumpen gefördert. Die Förderungsbedingungen waren dabei ähnlich zu jenen der Bundesförderung. Differenziert wurden die Fördermodelle "Kleine Sanierung", "Umfassende energetische Sanierung" und "Generalsanierung" von mindestens 3 Wohnungen.

Tirol: Wärmepumpenförderungen waren im Rahmen der Wohnbauförderung sowohl für den Neubau als auch für die Sanierung als nicht rückzahlbarer Zuschuss bei Endabrechnung verfügbar.

Vorarlberg: Zur Verfügung standen Förderungen für die Bereiche Altbau und Neubau und die Kategorien Eigenheime und Mehrwohnhäuser. Bezuschusst wurden elektrisch betriebene Heizungswärmepumpen mit den Wärmequellsystemen Sole/Wasser und Wasser/Wasser (Erdsonden-, Energiepfahl-, Erdkollektor- und Grundwasseranlagen) sowie Anlagen mit der Energiequelle Abluft aus Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Luft/Wasser Wärmepumpen wurden vom Land Vorarlberg nicht gefördert.

Wien: Verfügbar waren Förderungen für Wärmepumpen im Rahmen der Wohnbauförderung und zusätzlich Einmalzuschüsse für den freifinanzierten Wohnbau, jeweils für den Neubau und die Sanierung. Reine Brauchwasserwärmepumpen wurden nicht gefördert.

11.1.6 Erfasste Wärmepumpenfirmen

Die vorliegende Studie berücksichtigt die Daten von folgenden 44 österreichischen Unternehmen aus dem Bereich Wärmepumpen (Nennung in alphabetischer Reihung):

- Aersys GmbH
- AIR COND Klimaanlage-Handelsgesellschaft m.b.H.
- ait-Austria GmbH
- Alpha-InnoTec GmbH
- Austria Email AG
- BDR Thermea Group
- Buderus Austria Heiztechnik GesmbH
- Daikin Airconditioning Central Europe HandelsgmbH
- Drexel und Weiss energieeffiziente Haustechniksysteme GmbH
- Elco Austria GmbH
- FläktGroup Austria GmbH
- Franz Bauer Ges.m.b.H.
- Glen Dimplex Austria GmbH
- GUNTAMATIC Heiztechnik GmbH
- Harreither GmbH
- HELIOTHERM Wärmepumpentechnik Ges.m.b.H.
- Herz Energietechnik GmbH
- Hoval Gesellschaft m.b.H.
- HTS Groß- und Detailhandel GesmbH
- IDM Energiesysteme GmbH
- Kermi GmbH
- KNV Energietechnik GmbH
- Kronoterm Wärmepumpen GmbH
- LG Electronics Deutschland GmbH Zweigniederlassung Österreich
- M-TEC GmbH
- Nilan Lüftungssystem Handels GmbH
- Ochsner Wärmepumpen GmbH
- Olymp - Werke Vertrieb und Service Gesellschaft m.b.H.
- Ovum Heiztechnik GmbH
- Panasonic Deutschland eine Division der Panasonic Marketing Europe GmbH
- POEN. innovations GmbH
- REMKO GmbH & Co. KG
- Robert Bosch AG Geschäftsbereich Thermotechnik
- Santer Solarprofi GesmbH
- SIKO Solar GmbH
- SOLARFOCUS GmbH
- Stiebel Eltron GmbH
- Vaillant Group Austria GmbH/Saunier Duval
- Viessmann Ges.m.b.H.
- Walter Bösch GmbH & Co KG
- Waterkotte Austria GmbH
- Weider Wärmepumpen GmbH
- Windhager Zentralheizung GmbH
- Wolf Klima- und Heiztechnik GmbH

11.2 Marktentwicklung im Ausland

In den EU 27 Ländern waren laut aktuellster verfügbarer Daten des Euroobserver (2021) im Jahr 2020 insgesamt 41,9 Mio. Wärmepumpen in Betrieb. Unter Berücksichtigung von luftbasierten und erdbasierten Wärmepumpensystemen dominierte die Wärmequelle Luft im Bestand 2020 europaweit mit 96,5 %. Die in absoluten Zahlen größte Verbreitung hatten Wärmepumpensysteme in Italien (18,0 Mio. Anlagen), gefolgt von Frankreich (8,7 Mio. Anlagen), Spanien (4,6 Mio. Anlagen), Schweden (2,0 Mio. Anlagen) und Portugal (1,9 Mio. Anlagen). Die verfügbaren Daten über den Wärmepumpenbestand in den EU 27 Ländern sind in **Abbildung 120** in absoluten Zahlen für das Jahr 2020 dargestellt. Österreich nimmt in dieser Darstellung den 14. Rang ein.

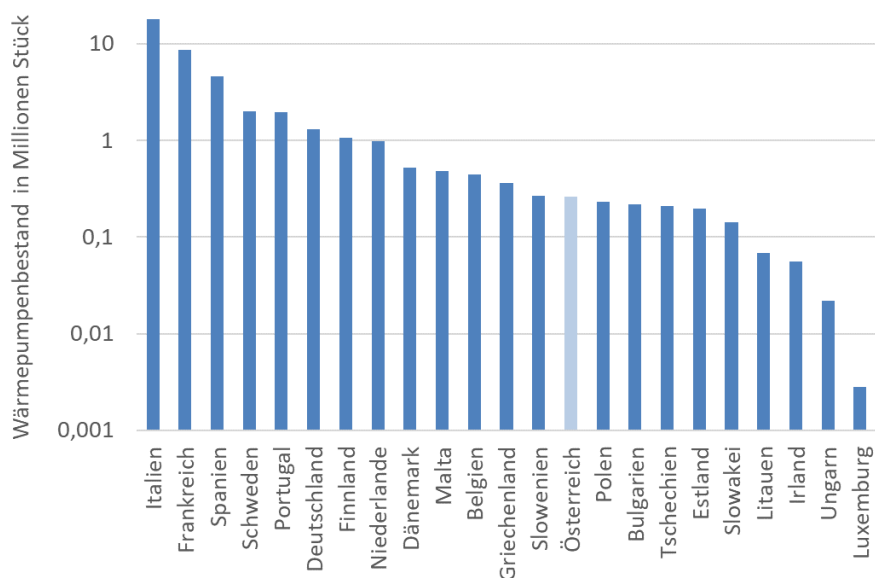


Abbildung 120 – Wärmepumpenbestand in den EU 27 Ländern im Jahr 2020

Quelle: Euroobserver (2021)

Die verfügbaren Daten zum Wärmepumpenmarkt in den EU 27 Ländern im Jahr 2020 sind in **Abbildung 121** dargestellt. Spitzenreiter war im Jahr 2020 Italien mit einem Jahresabsatz von 1,6 Mio. Wärmepumpen, wobei 1.574.000 luftbasierte Wärmepumpen und 1.242 erdbasierte Wärmepumpen verkauft wurden. Weitere Länder mit hohen Verkaufszahlen waren Frankreich mit 990.631 Wärmepumpen und Spanien mit 400.609 Wärmepumpen. Österreich belegte im Jahr 2020 innerhalb der EU 27 Länder den 17. Platz.

Insgesamt konnten in den EU 27 Ländern im Jahr 2020 4,3 Mio. Wärmepumpenanlagen verkauft werden. Mit diesem Absatz von Wärmepumpen wurde laut Euroobserver (2021) eine Bestandsänderung von plus 2,2 Mio. Wärmepumpen erzielt. Dies bedeutet jedoch, dass bereits ca. jede zweite in den EU 27 Ländern verkaufte Wärmepumpe eine Ersatzinvestition für dekommissionierte Wärmepumpen darstellt.

Ein signifikantes Wachstum des Wärmepumpenbestandes ist auch in den nationalen Aktionsplänen zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energie (NREAP, national renewable energy action plans) verankert, siehe **Abbildung 122**. Demnach wurden die Ziele der hintergrundigen Roadmaps bis zum Jahr 2020 erreicht.

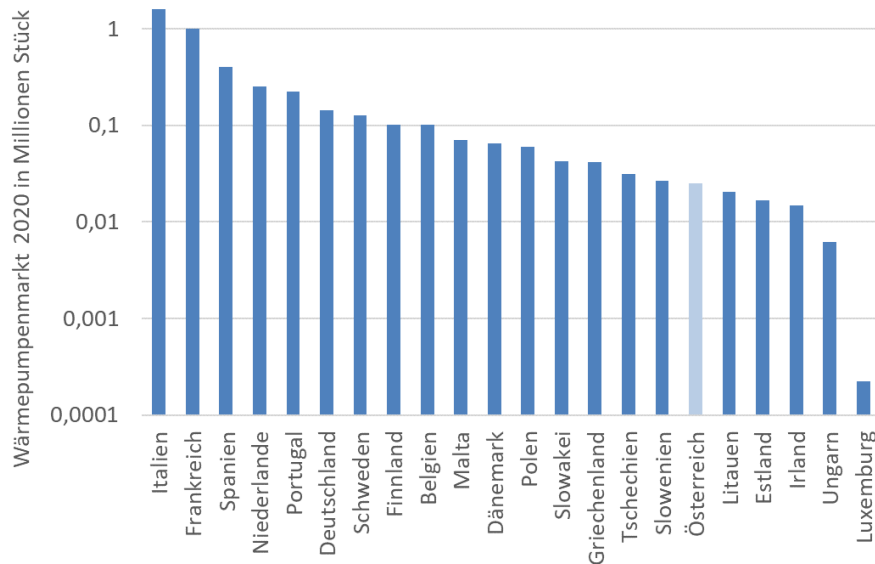


Abbildung 121 – Wärmepumpenmarkt in EU27-Ländern im Jahr 2020
 Quelle: Euroobserver (2021)

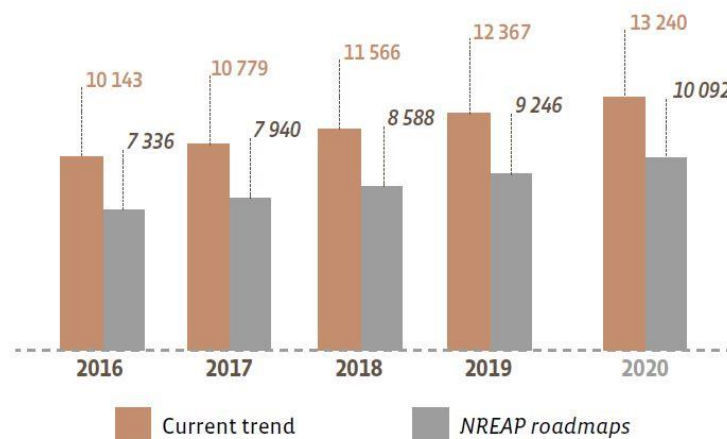


Abbildung 122 – Umweltwärme aus Wärmepumpen in den EU28 in ktOe
 Tatsächlicher Trend und Ziele der nationalen Aktionspläne.
 Quelle und Bildnachweis: Euroobserver (2021)

Laut Internationaler Energieagentur IEA (2021) steigerte sich der jährliche Absatz von Wärmepumpen auf globaler Ebene von 10 Millionen Stück im Jahr 2010 auf 18 Millionen Stück im Jahr 2018 und weiter auf 20 Millionen Stück im Jahr 2019. Hierbei handelte es sich zu einem großen Anteil um reversible Anlagen zur Kühlung und Klimatisierung. Von den im Jahr 2018 weltweit verkauften 18 Millionen Stück Wärmepumpen entfielen 8,1 Millionen auf China, 3,5 Millionen auf den OECD-Pazifikraum, 2,7 Millionen auf Nordamerika, 1,4 Millionen auf Eurasien und 2,2 Millionen auf den Rest der Welt. In einem Nachhaltigkeitsszenario der IEA ist eine Steigerung des globalen jährlichen Absatzes auf 38,7 Millionen Stück im Jahr 2025 bzw. auf 58,9 Millionen Stück im Jahr 2030 vorgesehen. Abgesehen von der Steigerung der Stückzahlen sieht die IEA auch die Notwendigkeit, im globalen Schnitt der Anlagen deutliche Steigerungen der Energieeffizienz von Wärmepumpensystemen vorzunehmen, wobei auch hier wiederum die Kühldienstleistungen im Vordergrund stehen.

11.3 Produktion, Import und Exportmarkt

Die Verkaufszahlen im Exportmarkt in den Jahren 2020 und 2021 wurden – gegliedert nach Leistungsklassen – bereits in obiger **Tabelle 58** dokumentiert. Historisch war – bedingt durch die Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 – ein deutlicher Rückgang des Exportmarktes für Wärmepumpen von 2009 auf 2010 zu beobachten. Der Exportmarkt schrumpfte hierbei um 26,1 %. Erst im Jahr 2013 konnte wieder eine signifikante Steigerung der Verkaufszahlen im Exportmarkt um 13,3 % beobachtet werden, wobei selbige in den darauf folgenden Jahren stagnierten. Der Exportmarkt erholte sich demnach deutlich langsamer und weniger dynamisch als der Inlandsmarkt, wo die historisch maximalen Absatzzahlen des Jahres 2008 bereits 2012 wieder erreicht und in der Folge deutlich übertroffen werden konnten. Ab dem Jahr 2017 kann jedoch auch im Exportmarkt ein dynamisches Wachstum beobachtet werden. Ein punktueller Rückgang der Verkaufszahlen im Exportmarkt im Jahr 2018 könnte rückblickend auch auf unvollständige Datenmeldungen zurückzuführen sein, siehe hierzu auch **Abbildung 123**.

Die Anzahl der exportierten Wärmepumpen aller Kategorien und Leistungsklassen stieg von 18.471 Stück im Jahr 2020 um 1,9 % auf 18.816 Stück im Jahr 2021. Die einzelnen Leistungsklassen von Heizungswärmepumpen präsentierten sich dabei sehr unterschiedlich. Während in der kleinsten Leistungsklasse bis 5 kW und in den Leistungsklassen größer 20 kW bis 50 kW sowie in den Leistungsklassen ab 100 kW ein deutlicher Anstieg der Verkaufszahlen zu verzeichnen war, zeigten sich rückläufige Entwicklungen in den stückzahlstarken Leistungsklassen größer 5 kW bis 20 kW und der Klasse größer 50 kW bis 100 kW. Ein deutliches Wachstum des Exportmarktes in der Höhe von 23,4 % zeigte sich hingegen im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen.

Tabelle 65 – Exportquote Wärmepumpen in den Jahren 2020 und 2021

Quelle: ENFOS (2022)

Type und Leistungsklasse	Exportquote 2020 [%]	Exportquote 2021 [%]
HZWP bis 5 kW	14,9%	13,4%
HZWP > 5 bis 10 kW	18,5%	15,2%
HZWP > 10 kW bis 20 kW	45,1%	34,0%
HZWP > 20 kW bis 50 kW	49,2%	57,4%
HZWP > 50 kW bis 100 kW	62,0%	51,3%
HZWP > 100 kW bis 350 kW	50,0%	39,4%
HZWP > 350 kW bis 600 kW	33,3%	100,0%
HZWP > 600 kW bis 1500 kW	33,3%	100,0%
Alle Heizungswärmepumpen	34,3%	27,8%
Industriewärmepumpen	0,0%	0,0%
Brauchwasserwärmepumpen	45,3%	48,3%
Wohnraumlüftung	5,6%	8,9%
Alle Wärmepumpen	36,8%	32,8%

In **Tabelle 65** sind die Exportquoten in den Jahren 2020 und 2021 dokumentiert, wobei die exportierte Stückzahl stets auf den Gesamtabsatz der jeweiligen Kategorie bezogen wurde. Die Exportquote im Bereich der Heizungswärmepumpen reduzierte sich dabei von 34,3 % auf 27,8 %, während selbige im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen von 45,3 % auf 48,3 %

anstieg. Die Bedeutung der Exportmärkte für den Bereich der Heizungswärmepumpen bleibt für die Branche jedenfalls bedeutsam, auch wenn der stark wachsende Inlandsmarkt vor allem in Hinblick auf die damit verknüpfte Wertschöpfungskette den zentralen gesamtwirtschaftlichen Aspekt darstellt. Die Exportquote der Wärmepumpen aller Kategorien und Leistungsklassen reduzierte sich von 36,8 % im Jahr 2020 auf 32,8 % im Jahr 2021, wobei diese Entwicklung dem besonders stark wachsenden Inlandsmarkt geschuldet war.

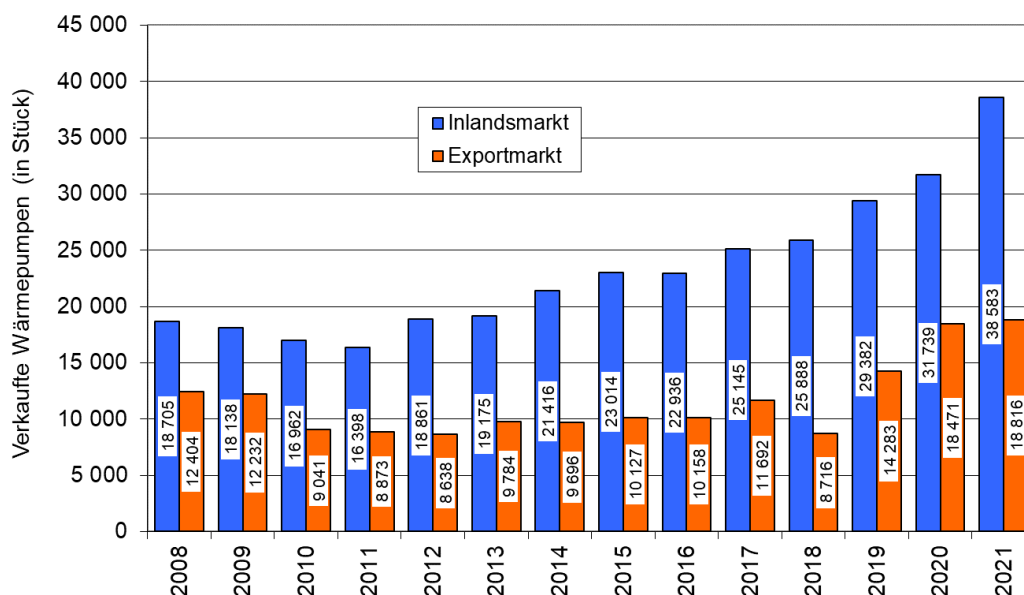


Abbildung 123 – Inlandsmarkt und Exportmarkt für Wärmepumpen 2008 bis 2021 alle Kategorien und Leistungsklassen. Quelle: Biermayr et al. (2008 ff), ENFOS (2022)

Wesentliche Handelspartner:

Die Merkmale Import- und Exportdestinationen wurden im Zuge der Firmenbefragung von 24 Firmen gemeldet. Länder, aus denen Anlagen oder Anlagenkomponenten von österreichischen Wärmepumpenproduzenten oder Wärmepumpenhandelsunternehmen im Jahr 2021 nach Österreich importiert wurden, sind, gereiht nach der Anzahl der Nennungen:

1. Deutschland, Italien, Slowenien, Tschechien
2. China, Dänemark, Frankreich, Südkorea, Schweden, Schweiz, Niederlande
3. Belgien, Finnland, Japan, Polen, Spanien, Thailand, Türkei, UK, Ungarn

Länder, in die Anlagen oder Anlagenkomponenten von österreichischen Wärmepumpenproduzenten oder Wärmepumpenhandelsunternehmen im Jahr 2019 exportiert wurden, sind gereiht nach der Anzahl der Nennungen:

1. Deutschland, Italien, Schweiz, Slowenien
2. Kroatien, Slowakei, Tschechien, Ungarn
3. Belgien, Bosnien und Herzegowina, Bulgarien, China, Frankreich, Kosovo, Montenegro, Niederlande, Nordmazedonien, Rumänien, Serbien, Spanien

Die Handelsbeziehungen waren 2021 somit sowohl im Bereich des Imports als auch im Bereich des Exports sehr vielfältig und geografisch weit gestreut. Eine Gewichtung der Handelsdestinationen nach Stück oder Umsatz ist aufgrund der vorliegenden Daten nicht möglich.

11.4 Genutzte erneuerbare Energie

Eine seriöse Abschätzung des jährlichen Ertrages an Umgebungswärme und der CO₂-Einsparungen, die durch den Einsatz von Wärmepumpen erzielt werden, ist nicht trivial. Der in Österreich im Jahr 2021 in Betrieb gewesene Bestand an Wärmepumpenanlagen wurde in den vorangegangenen Abschnitten des vorliegenden Berichtes ausführlich dargestellt. Diese Daten und eine Reihe von Annahmen für den Wärmebedarf der mit Wärmepumpen ausgestatteten Gebäude, der in diesen Systemkonstellationen erzielbaren Jahresarbeitszahlen und der substituierten Energiesysteme bilden die Ausgangsbasis der Berechnungen.

Um die bekannte Altersverteilung der in Österreich in Betrieb befindlichen Wärmepumpen bei der Abschätzung der Effekte einbeziehen zu können, wurde für das Datenjahr 2021 ein Bestandsmodell verwendet. Dieses berücksichtigt, wie viele Wärmepumpen in jedem Jahr installiert wurden und welche Wärmequellsysteme in dem betreffenden Jahr jeweils realisiert wurden. Weiters werden jedem Jahr auch typische Gebäudeeigenschaften zugewiesen, welche in der Folge einen großen Einfluss auf die genutzte Umweltwärme haben, da der spezifische und der absolute Wärmebedarf der Gebäude im betrachteten Zeitfenster einen großen Wertebereich überstreicht. Das Modell berücksichtigt hierbei eine dynamische Entwicklung des Wärmepumpenbestandes im Zeitraum von 1975 (=Beginn der spezifischen Technologiediffusion) bis 2030, wobei wiederum nur jene Anlagen in die Berechnung eingehen, die sich innerhalb der technischen Lebensdauer von 20 Jahren befinden. Sämtliche Parameter wurden in dem vorliegenden Modell als lineare Funktionen abgebildet, was z. B. bedeutet, dass sich die mittlere Heizungsvorlauftemperatur in den Gebäuden von 1975 bis 2030 linear von einem Wert für 1975 auf einen Wert für 2030 reduziert.

In **Tabelle 66** sind beispielhaft Annahmen für wesentliche Modellparameter dokumentiert. Die Werte wurden u. a. aufgrund der Erkenntnisse aus Müller et al. (2010) und dem mit dieser Publikation in Zusammenhang stehenden Forschungsprojekt "Heizen 2050" definiert.

Tabelle 66 – Beispielhafte Modellparameter des Wärmepumpen-Bestandsmodells

Quelle: ENFOS (2022)

Parameter	Wert 1975	Wert 2021	Wert 2030
Anteil der Kombianlagen im Bereich der HZ-WP	10,0 %	68,5 %	80,0 %
JAZ für reine Brauchwasserwärmepumpen	2,0	2,4	2,5
JAZ für Brauchwasserbereitung in Kombianlagen	2,2	3,3	3,5
Heizungsvorlauftemperaturen	70 °C	40,7 °C	35 °C
Q _{therm} pro WP, Brauchwasser	2,0 MWh/a	3,3 MWh/a	3,5 MWh/a
Q _{therm} pro WP, Luft/Luft	-	1,7 MWh/a	1,5 MWh/a
Q _{therm} pro WP, bis 10 kW	14,0 MWh/a	9,0 MWh/a	8,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, >10 bis 20 kW	34,0 MWh/a	20,6 MWh/a	18,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, >20 bis 50 kW	75,0 MWh/a	54,0 MWh/a	50,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, > 50 kW	300,0 MWh/a	199,6 MWh/a	180,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, Industrie	1,5 GWh/a	1,2 GWh/a	1,2 GWh/a
JAZ Luft/Luft WP, bis 10 kW	-	3,2	3,3
JAZ Luft/Wasser WP, bis 10 kW	2,0	3,4	3,7
JAZ Wasser/Wasser WP, bis 10 kW	3,0	5,0	5,4
JAZ Sole/Wasser WP, bis 10 kW	2,6	4,9	5,4
JAZ Direktverdampfung WP bis 10 kW	3,2	5,4	5,8
Anmerkung: die für das Jahr 2021 angegebenen Werte werden in der Berechnung auf die im Jahr 2021 neu installierten Anlagen angewandt. Der ältere Anlagenbestand geht auf Jahresbasis mit den jeweiligen altersspezifischen Kennzahlen in die Berechnung ein.			

Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in **Tabelle 67** für die Teilbereiche Raumheizung, Brauchwassererwärmung, Industriewärmepumpen und Total dokumentiert. Insgesamt wurden im Jahr 2021 durch alle in Österreich in Betrieb befindlichen Wärmepumpen 7.781 GWh thermische Energie bereitgestellt, wobei hiervon 2.650 GWh auf den Einsatz elektrischen Stroms und 5.131 GWh auf die Nutzung von Umweltwärme zurückzuführen ist.

Tabelle 67 – Ergebnisse aus dem Wärmepumpen-Bestandsmodell für das Jahr 2021
Quelle: ENFOS (2022)

Merkmal	Wert	Einheit
Thermische Energie aus Wärmepumpen für die Raumheizung	6.273	GWh _{therm}
Thermische Energie aus Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung	827	GWh _{therm}
Thermische Energie aus Industriewärmepumpen	681	GWh _{therm}
Thermische Energie total	7.781	GWh_{therm}
Stromverbrauch für Wärmepumpen für die Raumheizung	2.232	GWh _{el}
Stromverbrauch für Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung	295	GWh _{el}
Stromverbrauch für Industriewärmepumpen	123	GWh _{el}
Stromverbrauch total	2.650	GWh_{el}
Umweltwärme aus Wärmepumpen für die Raumheizung	4.042	GWh _{therm}
Umweltwärme aus Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung	532	GWh _{therm}
Umweltwärme aus Industriewärmepumpen	557	GWh _{therm}
Umweltwärme total	5.131	GWh_{therm}

11.5 Treibhausgaseinsparungen

Es wird – wie bereits Eingangs in **Kapitel 3.3** erläutert – angenommen, dass die Wärmepumpentechnologie im Jahr 2021 den Mix der österreichischen Wärmegegestehung im Jahr 2021 mit 179,8 gCO_{2äqu}/kWh auf Endenergiebasis substituiert. Der Jahresnutzungsgrad der mittleren substituierten Wärmegegestehung wird dabei mit 0,8 angenommen. Die Substitution des mittleren Wärmemix berücksichtigt dabei auch, dass neue Heizsysteme auf Basis Erneuerbarer mittlerweile auch alte Heizsysteme auf Basis Erneuerbarer ersetzen.

Zur Berechnung der Netto-CO₂ Effekte wird der Stromverbrauch für den Betrieb der Wärmepumpen in der Bilanz gegengerechnet. Dabei wird der Anteil des Stromes für die Brauchwassererwärmung als gleichverteilt über den Jahresverlauf angenommen und mit dem CO₂ Emissionskoeffizienten des mittleren österreichischen Strommix im Jahr 2021 von 167,3 gCO_{2äqu}/kWh bewertet. Der Anteil des Stromes für die Raumwärmebereitstellung wird als HGS_{12/20} korrelierte Last definiert, und wird mit dem auf Monatsbasis heizgradtagsgewichteten Emissionskoeffizienten des österreichischen Strommixes von 202,7 gCO_{2äqu}/kWh bewertet.

Die CO₂ Bruttoeinsparungen aus dem Einsatz von Wärmepumpen betragen im Jahr 2021 auf Basis der oben dokumentierten Annahmen auf 1.398.994 t CO_{2äqu}. Durch den Einsatz elektrischen Stroms für den Antrieb der Wärmepumpen wurden gleichzeitig 526.610 t CO_{2äqu} emittiert.

Die **Nettoeinsparungen** aus dem Betrieb des Wärmepumpenbestandes in Österreich im Jahr 2021 betragen damit **872.384 t CO_{2äqu}**.

11.6 Umsatz und Wertschöpfung

Die Berechnung des Branchenumsatzes und der Arbeitsplätze erfolgt nach der in **Kapitel 3.4** dargestellten Methode¹⁹. Es werden hierfür die branchenüblichen Endkundenpreise in die Anteile für die Wärmepumpe, das Wärmequellensystem, den Handel und die Dienstleistung der Installation aufgeschlüsselt und mit den in der vorliegenden Statistik für das Jahr 2021 ermittelten Stückzahlen hochgerechnet.

Der Gesamtumsatz der Wärmepumpenbranche (Produktion, Handel, Installation) wurde für das Jahr 2021 mit 502,1 Mio. Euro berechnet. Davon entfallen 57,5 Mio. Euro auf den Exportbereich²⁰ und 444,6 Mio. Euro auf den Inlandsmarkt. Anhand der Umsätze wird die volkswirtschaftliche Bedeutung des Inlandsmarktes für die Wärmepumpenbranche nochmals unterstrichen.

Die bereitgestellte Umweltwärme stellt für den Anwender eine Ersparnis dar, welche z. B. bei privaten Haushalten dem Haushaltsbudget zu Gute kommt. Die genutzte Umweltwärme wird deshalb pragmatisch mit einem Wärmepreis von 10 €ct/kWh bewertet, der im Wesentlichen den kurzfristigen Grenzkosten üblicher Wärmebereitstellungsanlagen im Einfamilienhausbereich entspricht, siehe hierzu auch Simader (2013). Dieser Wert wird obigen Komponenten hinzugerechnet, um den gesamten betriebswirtschaftlichen Wert der Technologie zu beschreiben. Die einzelnen Positionen sind in **Tabelle 68** zusammengefasst.

Tabelle 68 – Umsatz der österreichischen Wärmepumpenbranche 2021

Quelle: ENFOS (2022)

Wirtschaftsbereich 2019	primäre Umsätze in Mio. Euro
Produktion von Wärmepumpen	168,5
Produktion von Wärmequellensysteme	33,3
Handel mit Wärmepumpen	132,8
Handel mit Wärmequellensystemen	39,6
Installation und Inbetriebnahme	127,9
Summe direkte Wirtschaftsleistung	502,1
Umweltwärme im Ausmaß von 5.131 GWh	513,1
Gesamtsumme	1.015,2

Die primäre inländische Wertschöpfung aus der Wirtschaftsleistung der Wärmepumpenbranche (ohne Bewertung der genutzten Umweltwärme) kann basierend auf den Multiplikatoren aus Haas et al. (2006) mit einem Wert von 331 Mio. Euro abgeschätzt werden.

¹⁹ Parallel zur Berechnung der Umsätze aus den Verkaufszahlen wurden diese auch empirisch bei den österreichischen Wärmepumpenherstellern und –handelsunternehmen erhoben. Angaben zum Umsatz 2021 wurden von 22 Firmen gemacht. Wegen des Grades der Anonymisierung der Daten und der kleinen und inhomogenen Grundgesamtheit können die empirisch erhobenen Werte nicht hochgerechnet werden. In Summe wurde für das Jahr 2021 von den meldenden Firmen für den Wirtschaftsbereich Wärmepumpen ein Umsatz von 290 Mio. Euro bekanntgegeben, was im Vergleich zu den errechneten Werten in einem plausiblen Bereich liegt.

²⁰ Bei der Berechnung wurde angenommen, dass die Wärmepumpentechnologie ohne Handels-Zwischenstufe direkt vom Produzenten ins Ausland exportiert wird und das Wärmequellensystem, sofern es kein direkter Bestandteil der Wärmepumpe ist (z. B. bei Sole/Wasser-WP), nicht mit exportiert wird.

11.7 Beschäftigungseffekte

Bei der Berechnung der Beschäftigungseffekte aus der Wirtschaftstätigkeit im Bereich der Wärmepumpen erfolgt mit den, in **Kapitel 3.4** dokumentierten Beschäftigungsmultiplikatoren nach Wirtschaftsbereichen²¹.

Die Beschäftigung durch die Wirtschaftstätigkeit im Bereich Wärmepumpen wurde für das Jahr 2021 mit einem Gesamteffekt von 2.160 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) berechnet. Dabei entfallen 1009 Beschäftigte auf die Produktion von Wärmepumpen und Wärmequellsystemen, 460 Beschäftigte auf den Handel und 691 Beschäftigte auf den Bereich der Installation und Inbetriebnahme, siehe auch **Tabelle 69**.

Tabelle 69 – Arbeitsplätze in der österreichischen Wärmepumpenbranche 2021

Quelle: ENFOS (2022)

Wirtschaftsbereich 2021	primäre Beschäftigungseffekte in VZÄ
Produktion Wärmepumpen	810
Produktion Wärmequellsysteme	199
Handel mit Wärmepumpen	354
Handel mit Wärmequellsystemen	106
Installation und Inbetriebnahme	691
Summe	2.160

Im Zuge der Markterhebung für das Datenjahr 2021 wurden erstmals auch Geschlecht und Führungsebene der MitarbeiterInnen abgefragt. Hierzu konnten die Angaben von 24 Firmen ausgewertet werden. Das Ergebnis ist in **Tabelle 70** zusammengefasst.

Tabelle 70 – Arbeitsplätze nach Geschlecht und Führungsebene 2021

Quelle: ENFOS (2022)

Geschäftsbereich Wärmepumpen	weiblich	männlich
Beschäftigte total	100,0 %	
Beschäftigte nach Geschlecht	28,4%	71,6%
davon obere Führungsebene	0,0%	1,5%
davon mittlere Führungsebene	0,2%	2,7%
davon untere Führungsebene	0,3%	3,4%
weitere Beschäftigte	27,8%	64,1%

²¹ Parallel zur Berechnung der Arbeitsplätze über branchenspezifische Multiplikatoren aus den disaggregierten Umsätzen wurden diese auch empirisch bei den österreichischen Wärmepumpenherstellern und -handelsunternehmen erhoben. Angaben zu den Beschäftigten wurden dabei für das Jahr 2021 von 24 Firmen gemacht. Wegen des Grades der Anonymisierung der Daten und der kleinen Grundgesamtheit können die empirisch erhobenen Werte nicht hochgerechnet werden. In Summe wurde für das Jahr 2021 von den meldenden Firmen für den Wirtschaftsbereich Wärmepumpen 895 MitarbeiterInnen gemeldet, was im Vergleich zu den errechneten Werten plausibel ist.

11.8 Innovationen

Der Einsatz von Wärmepumpen erfolgt in Österreich zurzeit hauptsächlich in den Bereichen Heizung und Brauchwassererwärmung in Wohngebäuden (Massenmarkt). Es werden dabei fast ausschließlich mit elektrischem Strom angetriebene Kompressionswärmepumpen eingesetzt. Die Wärmequellsysteme sind in der Regel als Luftwärmetauscher, horizontale Erdkollektoren, vertikale Erdsonden oder auch als Grundwasserbrunnen ausgeführt, wobei das Luft/Wasser Wärmequellsystem mit 82,5 % Marktanteil im Jahr 2021 das dominante System war.

Die starke Marktdiffusion der Heizungswärmepumpen in Österreich ab dem Jahr 2000 war und ist mit der Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude gekoppelt. Der sinkende Leistungsbedarf pro Einheit, der sinkende spezifische Heizwärmebedarf und die Verfügbarkeit von Niedertemperatur-Wärmeverteilungssystemen schaffen ideale Voraussetzungen für den energieeffizienten und wirtschaftlichen Einsatz von Wärmepumpen.

Eine steigende Nachfrage nach Kühlung und Klimatisierung in Wohn- und Servicegebäuden ist durch den sukzessiven Anstieg der Sommertemperaturen durch die globale Erderwärmung und die zahlreichen Hitzerekorde der letzten Jahre bereits in breiten Kundengruppen gegeben. In diesem Marktsegment können Wärmepumpen konkurrenzlos die drei Endergiedienstleistungsbereiche Raumheizung, Raumkühlung bzw. Klimatisierung und Brauchwassererwärmung in einem System anbieten.

Das Marktsegment der Altbausanierung, welches aufgrund des großen Altgebäudebestandes rasch an Bedeutung gewinnt, ist auch aus der Sicht der Entfeuchtung ein zukünftiges Anwendungsgebiet der Wärmepumpe mit einem sehr großen Potenzial. Der im Sanierungsmarkt oftmals höhere Heizungs-Vorlaufemperaturbedarf kann von modernen Heizungswärmepumpen mittlerweile in den meisten Fällen problemlos abgedeckt werden.

Die genannten Anwendungsbereiche und Energiedienstleistungen von Wärmepumpen werden in weltweiten Massenmärkten mit bewährter Technologie bereits langfristig genutzt. Sie stellen deshalb keine Innovationen im strengeren Sinne dar. Technologiespezifische Innovationen betreffen jedoch die Nutzung neuer Wärmequellenanlagen in geothermischen oder auch tiefbautechnischen Bereichen. Beispielsweise kann in Tunnelbauwerken geothermische Wärme auf niedrigem Temperaturniveau mit Wärmepumpen genutzt werden. Hinzu kommt die indirekte Nutzung von Betriebsabwärme wie z. B. in Autobahntunnels oder U-Bahn Schächten. In diesem Zusammenhang ist auch der Aspekt der Klimatisierung interessant. Der Markt für entsprechende Anlagen ist an technische und nachfrageseitige Rahmenbedingungen gebunden, welche die Umsetzung des entsprechenden Marktpotenzials zurzeit sehr zögerlich verlaufen lassen. Fluktuierende Verkaufszahlen in den mittleren und größeren Leistungsklassen lassen für die vergangenen Jahre auf Hemmnisse und auf ein ungünstiges Investitionsumfeld in diesem Bereich schließen.

Große Marktchancen können sich der Wärmepumpentechnologie weiters durch die Kombination mit anderen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und durch neue Antriebskonzepte eröffnen. Hartl et al. (2016) strukturieren die Innovationsbereiche mit den jeweils zuordenbaren Forschungs- und Entwicklungsthemen der Wärmepumpentechnologie in der "Österreichischen Technologie- und Umsetzungsroadmap für Wärmepumpen" wie folgt:

- **Wärmepumpen in Wohn- und Nichtwohngebäuden**
 - Kosteneffiziente Luft/Wasser Wärmepumpen in hybriden Heizungssystemen
 - Wärmepumpen zum simultanen Heizen und Kühlen
 - Großwärmepumpen für den mehrgeschoßigen Wohnbau und für große Gebäude aus dem Sektorservice
 - Luft/Wasser Wärmepumpen mit minimalen Schallemissionen, Optimierung der Akustik
 - Know-How Transfer für komplexe Wärmepumpen-Heizungssysteme
- **Smart Electric Grids**
 - Definition der Schnittstelle der Wärmepumpe zum elektrischen Netz
 - Regelung von Smart Electric Grid Wärmepumpen
 - Weiterentwicklung eines Marktmodells für den Betrieb des Smart Electric Grids mit Wärmepumpenanwendungen
 - Entwicklung von Geschäftsmodellen
 - Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen inklusive Regelung der Netzentgelte
- **Thermische Netze**
 - Gebäudeintegration und Regelung von Wärmepumpen in Niedertemperatur- oder Anergienetzen
 - Netzintegration und Regelung von Wärmepumpe in konventionellen Hochtemperaturnetzen
- **Industrielle Prozesse**
 - Musterlösungen und Pilotanlagen verfügbarer Industrierärmepumpen
 - Verbesserte Industrierärmepumpen und Demonstration bis zu 155 °C Nutzttemperatur im Industriemaßstab
 - Neue Konzepte für Hochtemperatur Industrierärmepumpen bis rund 200°C

Hartl et al. (2016) gliedern die genannten Themen weiters in Unterthemen und ordnen selbige einer Forschungsagenda für Wärmepumpen bis 2030 zu. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Unterthemen und die zeitliche Abfolge in der Forschungsagenda sind in der zitierten Arbeit dokumentiert.

11.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

Gegenwärtig sind die in **Tabelle 71** dokumentierten und für Österreich relevanten Roadmaps zum Thema Wärmepumpe verfügbar. Die aktuellste und umfassendste Roadmap ist in der Schriftenreihe “Berichte aus Energie und Umweltforschung“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie im Juni 2016 erschienen. Diese integrierte Forschungsagenda und Marktroadmap bis 2030 ermöglicht im Weiteren einen detaillierten Vergleich der tatsächlichen Marktentwicklung mit qualitativen und quantitativen Ergebnissen der Entwicklungsszenarien, welche disaggregiert für die unterschiedlichen Wärmepumpentypen und Leistungsklassen zur Verfügung stehen.


Die in der Österreichischen Technologie- und Umsetzungsroadmap für Wärmepumpen dargestellten Szenarien wurden sektorspezifisch definiert und umfassen jeweils ein Hoch, ein Mittel und ein Nieder Szenario. Beispielhaft werden an dieser Stelle die Szenarien für das Aggregat der Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) in **Abbildung 124** dargestellt. Die Definition der Szenarien baut in diesem Fall auf ein Gebäudepotenzial auf, welches aus den Ergebnissen des Forschungsprojektes Heizen 2050, siehe Müller et al. (2010), entnommen wurde. Darauf aufbauend wurden in Hartl et al. (2016) Szenarien für jede Wärmepumpentypen und jede Leistungsklasse entwickelt. Die Ergebnisse für den jeweils in Betrieb befindlichen Anlagenbestand der Szenarien sind in **Abbildung 125** dargestellt, die Zahlenwerte sowohl für die jährlichen Verkaufszahlen als auch für den Anlagenbestand sind in **Tabelle 72** dokumentiert. Auf dieser Basis kann die spezifische aktuelle Marktentwicklung jeweils den entsprechenden Szenarien gegenübergestellt werden. Rückschlüsse auf den Diffusionsprozess können gezogen werden und Steuerungsmaßnahmen können in Form von energiepolitischen Instrumenten entwickelt und angewandt werden.

Das Hoch Szenario für das Jahr 2030 weist für den Bereich der Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) jährliche Verkaufszahlen von ca. 62.000 Wärmepumpen pro Jahr aus (vgl. tatsächliche Verkaufszahl im Jahr 2021: 31.011 Stk.). Die österreichische Wärmepumpenindustrie wäre im Falle einer stetigen Steigerung der Verkaufszahlen – wie im Szenario dargestellt – in der Lage, diesen Bedarf zu decken. Tritt jedoch ein nicht kontinuierlicher Entwicklungsverlauf auf, so wird ein guter Teil des zusätzlichen Bedarfs voraussichtlich durch Importe abgedeckt werden müssen. Der in Betrieb befindliche Anlagenbestand erreicht im Hoch Szenario in Österreich im Jahr 2030 624.000 Heizungswärmepumpen (vgl. tatsächlich 281.035 Stk. im Jahr 2021). Bei diesen Szenarien wurde der Wettbewerb mit allen anderen Heizsystemen auf Basis erneuerbarer oder fossiler Energie mit berücksichtigt.

Gemessen an den Entwicklungsszenarien der vorliegenden Roadmap liegt die tatsächliche Marktentwicklung im Jahr 2021 mit 31.184 im Inlandsmarkt verkauften Heizungswärmepumpen inkl. Wohnraumlüftungswärmepumpen und einem Bestand von 286.698 Heizungswärmepumpen inkl. Wohnraumlüftungswärmepumpen bereits auf der Trajektorie des Hoch-Szenarios. Durch die in den Szenarien implementierten exponentiellen Diffusionsverläufe bedarf es in Hinkunft jedoch vermehrter Anstrengungen, um dem Diffusionsverlauf des Hoch-Szenarios weiter zu folgen und die Zielwerte für 2030 zu erreichen. Entsprechend wirksame fördernde Faktoren waren in den letzten Jahren die “Raus aus dem Erdöl“ und die “Raus aus dem Erdgas“-Initiative der österreichischen Bundesregierung. Ab dem Jahr 2022 ist im Zusammenhang mit dem Krieg Russlands gegen die Ukraine eine massive Intensivierung des Öl- und Gasausstiegs seitens der österreichischen Bundesregierung zu erwarten. Dies lässt eine weitere Steigerung der Marktdiffusion erwarten, welche einen Entwicklungsverlauf weit über dem bisherigen Hoch-Szenario mit sich bringen kann.

Tabelle 71 – Verfügbare Roadmaps zum Thema Wärmepumpe in Österreich

Quelle: ENFOS (2022)

Publikation	Literaturangabe	Ziele und Szenarien	Monitoring über Zeitverlauf
	<p>Hartl et al. (2016) Österreichische Technologie- und Umsetzungsroadmap für Wärmepumpen Bericht aus Energie- und Umweltforschung Nr. 8/2016 des BMVIT</p>	<p>Integrierte Forschungsagenda und Marktroadmap bis 2030 Quantitative und qualitative Entwicklungsszenarien</p>	<p>Monitoring ist auf einer detaillierten quantitativen Basis möglich</p>
	<p>Sanner et al. (2013) Strategic Research and Innovation Agenda for Renewable Heating & Cooling European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling</p>	<p>Ziele für Forschung und Entwicklung, jedoch keine nationalen Marktentwicklungsszenarien nur für die oberflächennahe Geothermie (keine Luft/Luft u. Luft/Wasser Systeme)</p>	<p>Marktentwicklung und Forschungsfortschritt sind auf nationaler Ebene nicht evaluierbar Aussagen größtenteils qualitativ</p>
	<p>ehpa (2012) European Heat Pump Action Plan</p>	<p>Aussagen qualitativ in Bezug auf Marktentwicklung u. EU-Ziele 2020</p>	<p>Keine quantitativen Angaben und Evaluierung auf nationaler Ebene nicht möglich.</p>
	<p>Lutz (2009) Roadmap Wärmepumpe Österreich</p>	<p>qualitative und quantitative Szenarien auf nationaler Ebene</p>	<p>Eine qualitative und quantitative Evaluierung der nationalen Entwicklung bis 2020 ist möglich.</p>

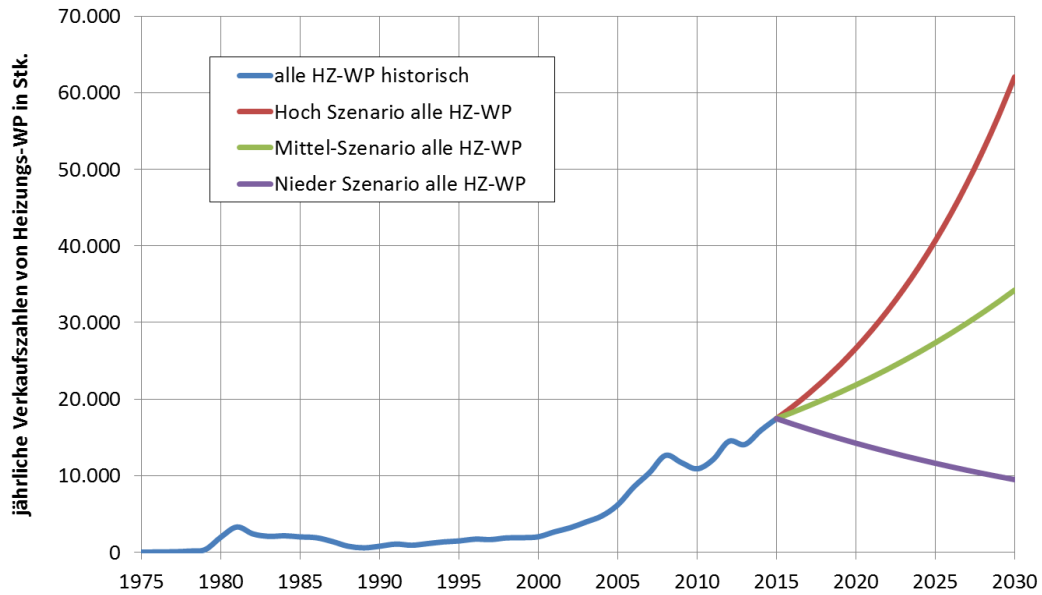


Abbildung 124 – Marktentwicklung und Szenarien Heizungswärmepumpen bis 2030
Historische Entwicklung der jährlichen Verkaufszahlen im österreichischen Inlandsmarkt und Szenarien der Österreichischen Wärmepumpenroadmap. Quelle: Hartl et al. (2016)

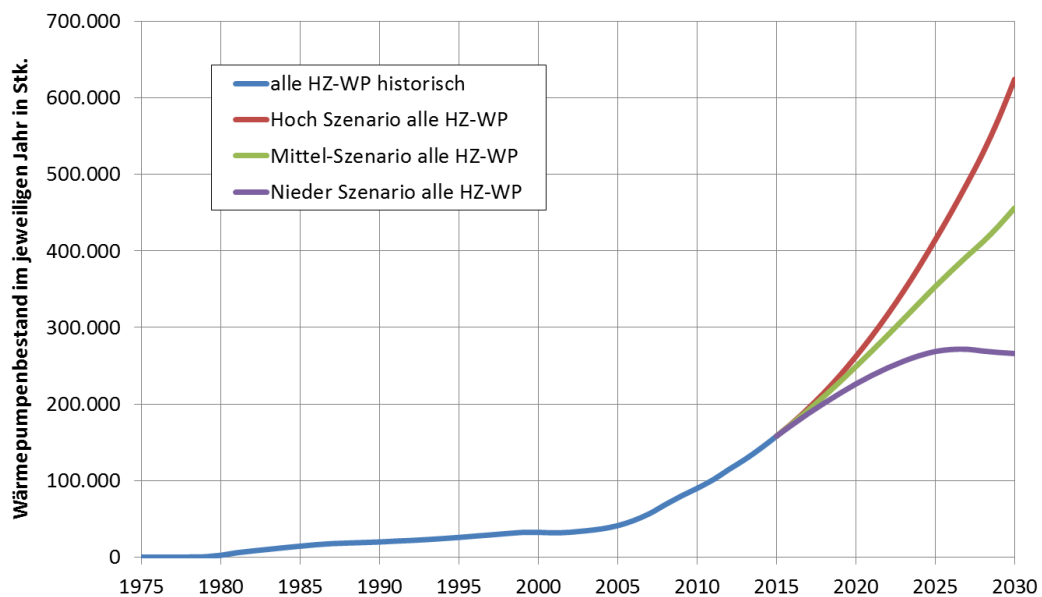


Abbildung 125 – Wärmepumpen-Anlagenbestand und Szenarien bis 2030
Quelle: Hartl et al. (2016)

Ungeachtet der aktuell vorhandenen exogenen fördernden Faktoren ist davon auszugehen, dass der Sanierungsmarkt in Zukunft ein bzw. der wesentliche Markt für den Absatz von Heizungswärmepumpen sein wird. Ein weiterer Aspekt ist die erforderliche Bestätigung der Implementierung nach Ablauf der technischen Lebensdauer von Wärmepumpen. Dieser Aspekt gewinnt wegen der Altersverteilung des Wärmepumpenbestandes in den kommenden Jahren stark an Bedeutung. Die momentan stark wachsenden Verkaufszahlen lassen jedoch bereits vermuten, dass diese Bestätigung bereits stattfindet. Ein statistisch signifikanter Nachweis dieser Effekte auf Basis des Diffusionsverlaufes wird jedoch erst in einigen Jahren möglich sein.

Tabelle 72 – Heizungswärmepumpen-Verkaufszahlen und Anlagenbestand
Szenarienergebnisse für Österreich. Quelle: Hartl et al. (2016)

Jahr	Szenarien Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen)					
	Jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			Jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	17.451	17.451	17.451	158.082	158.082	158.082
2016	18.991	18.253	16.756	175.361	174.623	173.126
2017	20.667	19.091	16.088	194.371	192.056	187.557
2018	22.491	19.968	15.447	214.984	210.145	201.125
2019	24.476	20.885	14.832	237.556	229.126	214.053
2020	26.636	21.844	14.241	262.167	248.945	226.269
2021	28.987	22.847	13.674	288.495	269.132	237.283
2022	31.546	23.897	13.129	316.840	289.829	247.211
2023	34.330	24.994	12.606	347.217	310.870	255.864
2024	37.359	26.142	12.104	379.828	332.265	263.220
2025	40.657	27.343	11.621	414.292	353.415	268.648
2026	44.245	28.599	11.158	450.021	373.499	271.291
2027	48.150	29.912	10.714	487.773	393.013	271.607
2028	52.399	31.286	10.287	527.527	411.655	269.248
2029	57.024	32.723	9.877	572.838	432.667	267.411
2030	62.056	34.226	9.484	624.000	456.000	266.000

Die Österreichische Technologie- und Umsetzungsroadmap für Wärmepumpen enthält weiters ein Trendszenario für die weitere Entwicklung der Marktanteile der Wärmequellensysteme der Heizungswärmepumpen und Wohnraumlüftungswärmepumpen. Dieses Szenario ist in **Abbildung 126** dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in **Tabelle 73** dokumentiert.

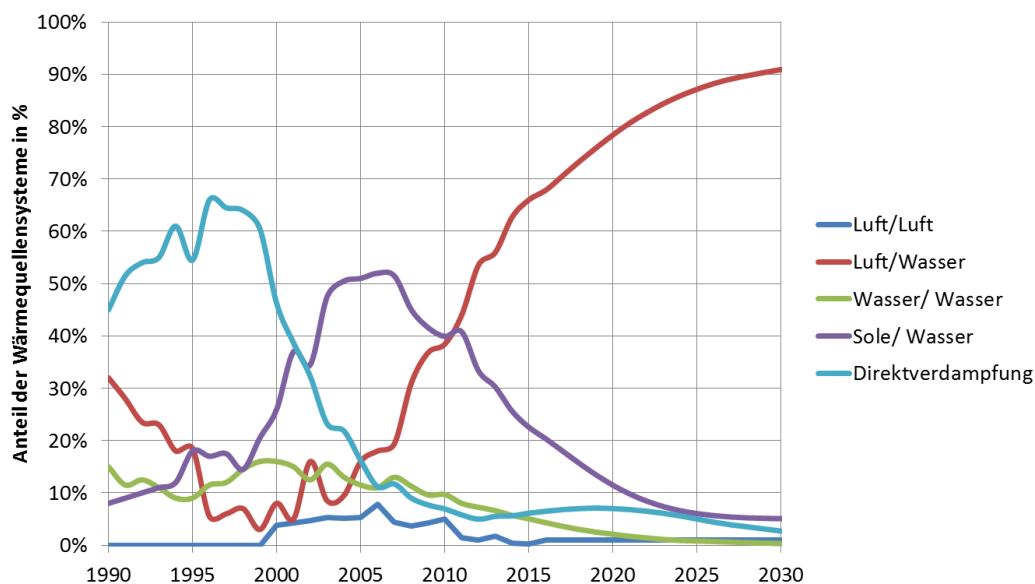


Abbildung 126 – Trendszenario Marktanteile Wärmequellensysteme bis 2030
Heizungs- und Wohnraumlüftungswärmepumpen; bis 2015: empirisch erhobene
Marktentwicklung; ab 2016: Szenarienergebnisse. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), von 2007
bis 2015: Biermayr et al. (2008ff), Hartl et al. (2016)

Bei einem Vergleich der tatsächlichen aktuellen Verteilung aus dem Jahr 2021 (Luft/Luft 0,6 %, Luft/Wasser 82,5 %, Wasser/Wasser 1,8 %, Sole/Wasser 14,3 %, Direktverdampfer 0,8 %), mit dem Trendszenario zeigt sich eine erstaunlich gute Deckung der Realität 2021 mit der Roadmap in den Bereichen Luft/Luft, Luft/Wasser sowie Wasser/Wasser. Eine deutliche Abweichung ist jedoch bei Sole/Wasser und Direktverdampfersystemen zu beobachten. Hier hat sich in der Realität mittlerweile eine signifikante Verschiebung von Marktanteilen von den Direktverdampfersystemen zu Sole/Wasser Systemen ergeben. Der im Trendszenario für das Jahr 2022 angenommene Anteil für Luft/Wasser Systeme wurde in der Realität bereits im Jahr 2021 erreicht, womit sich der auch international zu beobachtende Trend zum Wärmequellensystem Luft auch für Österreich weiter bestätigt.

Tabelle 73 – Trendszenarios für die Marktanteile der Wärmequellensysteme bis 2030
Heizungs- und Wohnraumlüftungswärmepumpen. Quelle: Hartl et al. (2016)

Jahr	Wärmequellensysteme				
	Luft/Luft	Luft/Wasser	Wasser/Wasser	Sole/ Wasser	Direktverdampfung
2015	0,3%	66,0%	5,0%	22,5%	6,1%
2016	1,0%	67,9%	4,3%	20,3%	6,5%
2017	1,0%	70,6%	3,6%	18,0%	6,8%
2018	1,0%	73,4%	3,0%	15,6%	7,0%
2019	1,0%	76,0%	2,5%	13,4%	7,1%
2020	1,0%	78,5%	2,1%	11,4%	7,0%
2021	1,0%	80,7%	1,7%	9,8%	6,8%
2022	1,0%	82,7%	1,4%	8,4%	6,5%
2023	1,0%	84,4%	1,1%	7,4%	6,1%
2024	1,0%	85,9%	0,9%	6,6%	5,6%
2025	1,0%	87,2%	0,8%	6,0%	5,0%
2026	1,0%	88,3%	0,7%	5,6%	4,4%
2027	1,0%	89,1%	0,6%	5,4%	3,9%
2028	1,0%	89,8%	0,5%	5,2%	3,5%
2029	1,0%	90,4%	0,4%	5,1%	3,1%
2030	1,0%	90,9%	0,3%	5,1%	2,7%

11.10 Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

11.10.1 Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes

Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt, entwickelte sich der österreichische Wärmepumpenmarkt ab dem Jahr 2000 sehr dynamisch, da die Systemvoraussetzungen für eine breite Anwendung der Wärmepumpentechnologie zur Bereitstellung von Raumwärme, Brachwassererwärmung sowie Kühlung und Klimatisierung immer günstiger wurden. Wesentliche Erfolgsparameter waren dabei die technische Weiterentwicklung der Wärmepumpentechnologie selbst, die Marktdiffusion energieeffizienter Gebäude, steigende Komfortansprüche der NutzerInnen, ein allgemeiner Trend zu monovalenten Wärmebereitstellungssystemen, das wachsende Bewusstsein der AnwenderInnen in Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energie und nicht zuletzt auch der steigende Kühl- und Klimatisierungsbedarf aufgrund immer wärmerer Sommer.

Unter Berücksichtigung dieses Diffusionsumfeldes wurde von Hartl et al. (2016) die Österreichische Technologie- und Marktroadmap Wärmepumpe publiziert, welche detaillierte Angaben zur möglichen zukünftigen Entwicklung des Marktes bis 2030 enthält und in der vorliegenden Marktstudie bereits mehrfach zitiert wurde. Das in dieser Roadmap enthaltene Hoch-Szenario weist für das Jahr 2030 eine jährliche Verkaufszahl von Heizungswärmepumpen (inklusive Kombianlagen) von 62.056 Stück und einen in Betrieb befindlichen Anlagenbestand von 624.000 Stück aus. Angesichts der tatsächlichen aktuellen Entwicklung im Jahr 2021 und der durch den Krieg Russlands gegen die Ukraine stark veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Zeitkonstanten ist zu erwarten, dass die zukünftige Marktentwicklung noch deutlich über dem Hoch-Szenario verlaufen wird.

Mögliche Risiken in Hinblick auf die Erreichung des Hoch-Szenarios liegen nunmehr hauptsächlich im Bereich nicht kalkulierbarer, krisenhafter exogener Faktoren, wie z. B. der weitere Verlauf der Corona-Krise, neue Lieferkettenprobleme oder eine Ausweitung des Krieges Russlands gegen die Ukraine. Die Robustheit der Wärmepumpen-Marktdiffusion im österreichischen Inlandsmarkt hat sich jedoch bereits im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 gezeigt. Ein temporärer Rückgang der Wachstumsdynamik war im Wärmepumpenmarkt in diesem Zusammenhang nur von vergleichsweise geringer Dauer und hatte einen überschaubaren Umfang.

11.10.2 Akteure und treibende Kräfte

Das die Marktdiffusion der Wärmepumpe in Österreich begleitende Akteursnetzwerk ist aufgrund der Wachstumsphase ab dem Jahr 2000 und aufgrund des erreichten Marktvolumens etabliert und tatkräftig. Das volkswirtschaftliche Rückgrat der Branche sind die österreichischen Wärmepumpenhersteller, welche Wärmepumpensysteme durch fortlaufende Forschung und Entwicklung auch in innovativen Anwendungsbereichen salonfähig gemacht haben und an der Erschließung neuer Marktsegmente arbeiten. Die starke Beteiligung entsprechender Betriebe an nationalen und internationalen Forschungsprojekten belegt deren Innovationskraft und Innovationswillen.

Die österreichischen Wärmepumpenhersteller sind im Verband Wärmepumpe Austria (WPA) organisiert, der die Aufgaben der Information und Kommunikation zum Themenbereich Erneuerbare Energie mit dem Schwerpunkt Wärmepumpe wahrnimmt und sich für verbesserte Rahmenbedingungen für die Marktdiffusion der Wärmepumpe einsetzt. Mittels

Verband Wärmepumpe Austria spricht die österreichische Wärmepumpenbranche mit einer Stimme, was eine wesentliche Voraussetzung für eine optimale Marktexpansion ist.

Die entscheidende Akteursgruppe schlechthin sind die aktuellen und zukünftigen NutzerInnen der Wärmepumpentechnologie mit ihrem Nachfrageprofil und ihrem Erfahrungspool. Das Nachfrageprofil inklusive der wahrgenommenen Eigenschaften der Technologie und ihres Umfeldes determinieren weitestgehend die aktuelle Nachfrage und folglich die aktuellen Verkaufszahlen. Der wachsende Erfahrungspool hat mittel- bis langfristige Auswirkungen auf das Diffusionsgeschehen. Die Transaktionskosten der NutzerInnen für die Informationsbeschaffung im Zuge des Innovations-Entscheidungsprozesses werden aufgrund der guten Organisation der Branche als gering eingeschätzt, was einen wichtigen diffusionsfördernden Faktor darstellt.

Wesentliche treibende Kräfte genereller oder exogener Natur werden auf der Nachfrageseite gesehen. Diesbezüglich sind der gestiegene Komfortanspruch von NutzerInnen in Hinblick auf Automatisierbarkeit, Wartungsfreiheit und Fernwirktauglichkeit der Systeme und der in Österreich steigende Raumkühl- und -klimatisierungsbedarf maßgeblich. Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Trends zu monovalenten Systemen hat die Wärmepumpe gute Chancen, in Zukunft große Marktanteile abdecken zu können.

11.10.3 Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion

Angesichts der sehr großen Herausforderungen, welche durch die nationalen Klima- und Energieziele 2030 und darüber hinaus gegeben sind, muss die Diskussion um diffusionsfördernde Maßnahmen auf das Wesentliche fokussieren. Im Wärmesektor bedeutet das ein Ende der Marktdiffusion von Heizsystemen auf Basis fossiler Energie binnen weniger Jahre. Gelingt dieser Schritt nicht, so ist eine Dekarbonisierung des Wärmesektors bis 2040 nicht realistisch machbar. Jedes Heizsystem auf Basis fossiler Energie, das ab dem Jahr 2021 neu installiert wurde und wird, wird aufgrund der mittleren technischen Lebensdauer dieser Systeme im Sinne eines "lock in Effektes" auch noch im Jahr 2040 im Heizungsbestand enthalten sein. Eine Dekommissionierung dieser Heizungen vor Ablauf der technischen Lebensdauer mittels z. B. normativer Instrumente ist politisch schwierig durchsetzbar und/oder sehr kostspielig.

Der Start der "Raus aus dem Erdöl"-Kampagnen der Länder und des Bundes im Jahr 2019 sowie die Beendigung der Förderung neuer Ölkessel durch die österreichische Mineralölindustrie im selben Jahr waren wichtige Schritte und deutliche Signale in diese Richtung. Erste diffusionssteigernde Wirkungen der Kampagnen auf den Wärmepumpen- aber auch den Biomassekesselmarkt wurden bereits 2019 und vermehrt noch 2020 und 2021 sichtbar. Informativische Instrumente wurden in diesem Zusammenhang mit anreizorientierten und ggf. normativen Komponenten kombiniert.

Mit dem Krieg Russlands gegen die Ukraine hat die Dringlichkeit des Ausstiegs aus der Nutzung fossiler Energie eine neue Dimension erreicht. Der drohende Lieferstopp von russischem Erdgas stellt für Österreich ein dramatisches Szenario dar und führt mit einem Male die Abhängigkeit Österreichs von Importen fossiler Energie auf drastische Weise vor Augen. Die österreichische Bundesregierung steht nun vor der Aufgabe, den Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energie mit aller Kraft und in einem wesentlich verkürzten Zielhorizont voranzutreiben.

Die Ausgangssituation im Wärmebereich ist dabei äußerst schwierig. Es geht darum, die momentane Marktdiffusion von ca. 49.000 Erdgaskesseln und 2.600 Heizölkesseln – das sind ca. 42 % des gesamten österreichischen Heizungsmarktes im Jahr 2021 – binnen weniger Jahre

auslaufen zu lassen. Aus technischer Sicht erscheint das machbar, da ausreichend Alternativen auf Basis Erneuerbarer zur Verfügung stehen. Um aus einer solchen “Revolution“ das volkswirtschaftliche Optimum herauszuholen, ist ein Umsetzungsplan mit langfristigen und verlässlichen Rahmenbedingungen – sowohl für KonsumentInnen als auch für die Wirtschaft – erforderlich. Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, kann die österreichische Wärmepumpenindustrie entsprechende Wachstumspfade mit einer hohen inländischen Wertschöpfung bewältigen. Voraussetzung ist jedoch ein kontinuierlicher und verlässlicher Entwicklungspfad, da nur unter solchen Rahmenbedingungen auch die erforderlichen Investitionen in Produktionsinfrastruktur und weitere Forschung und Entwicklung mobilisiert werden können.

Der oftmals seitens der Profiteure der Fossilen strapazierte, aber bisher nicht quantitativ dargestellte Ansatz vom “Grünen Öl“ und “Grünen Gas“ erscheint aus der Sicht der nachhaltig bereitstellbaren Primärressourcen, der Lebenszyklusbilanz, der Sozioökonomie und der Diffusionstheorie gar nicht oder nicht ansatzweise in der gebotenen Zeit machbar. Eine fundierte Abhandlung zu diesem Thema von Baumann et al. (2021) mit dem Titel “Erneuerbares Gas in Österreich 2040“ führt die engen Grenzen eines solchen Ansatzes auf drastische Weise vor Augen. Vor den neuen Rahmenbedingungen des Jahres 2022 und einem möglichen Gas-Lieferstopp Russlands vor der nächsten Heizperiode erscheinen entsprechende Ansätze der Substitution fossiler Gase durch erneuerbare Gase als vollkommen utopisch.

Im Sinne einer zeitgerechten und nachhaltigen Strategie muss die Herausforderung “Raus aus dem Erdöl“ und “Raus aus dem Erdgas“ mit prompt verfügbaren und bewährten Technologien und Ressourcen bestritten werden. Die Wärmepumpe ist in diesem Zusammenhang zweifelsohne eine wichtige Komponente. Bei 100 % erneuerbarem Strom im Jahr 2030 gewährleistet diese Technologie in Österreich eine effiziente und klimaneutrale Wärme- und Kälteversorgung auf Basis inländischer Energieressourcen und Technologie made in Austria.

Die großen Systemveränderungen sofort anzugehen, gebietet die empirische Erfahrung aus den vergangenen Jahrzehnten. Einerseits geht es dabei um die langen Zeitkonstanten, welche für Veränderungen in einem Energiesystem bei nicht krisenhaften Transformationen zu berücksichtigen sind. Diese resultieren aus der langen technischen Lebensdauer der eingesetzten Technologien, der erforderlichen hohen Investitionen, sowie aus institutionellen und systemischen Trägheiten, die sich aus dem Widerstand der Profiteure des fossilen Energiesystems ergeben. Andererseits geht es um einen kontinuierlichen und für die heimische Wirtschaft optimalen Pfad, in dem die nationale Wertschöpfung z. B. durch einen möglichst hohen Anteil an im Inland produzierten Anlagen und erbrachten Dienstleistungen maximiert werden kann.

11.10.4 Chancen für die österreichische Wirtschaft

Die Chancen für die österreichische Wirtschaft sind in zweierlei Hinsicht gegeben. Einerseits liegen die Chancen in einem stark expandierenden Massenmarkt, welcher durch den unumgänglichen Ersatz von Wärmebereitstellungsanlagen auf Basis fossiler Energie durch Technologien auf Basis erneuerbarer Energie entsteht. Und andererseits liegen die wirtschaftlichen Chancen in innovativen Anwendungen und in neuen Konzepten, welche ein reiches Betätigungsfeld für forschungs- und entwicklungsaffine Unternehmen darstellen.

Weitere Chancen für die österreichische Wärmepumpenbranche liegen im Bereich der zukünftigen Wärme- und Kälteversorgung urbaner Strukturen in Hinblick auf den Ausstieg aus

einer erdgasbasierten Wärmeversorgung. Hierbei stellen sich zahlreiche Forschungsfragen rund um die Systemintegration von (Groß)Wärmepumpen in Wärmenetze, die Nutzung niedertemperaturiger industrieller Abwärme und urbanen Wärmeslags, beginnend bei der Umgebungsluft über die Aktivierung von Gebäudebauteilen, die Nutzung versiegelter Flächen, die Kühlung des sich ständig erwärmenden Grundwassers bis hin zu einem saisonalen Ausgleich von Wärme und Temperatur über saisonale geothermische Speicherung. Bei allen diesen Systemen spielt die Wärmepumpe eine zentrale Rolle und die Marktchancen sind in Hinblick auf die voraussichtlich erforderlichen Klimawandel-Folgenanpassungen alleine in Süd- und Mitteleuropa exorbitant.

Engagement ist in diesem Zusammenhang bei der Forcierung der Forschung in diesen Bereichen erforderlich. Soll die österreichische Wärmepumpenbranche in den skizzierten zukünftigen Themenfeldern Marktführerschaften, Kompetenzvorsprünge und Produktionskapazitäten entwickeln, so müssen die Forschungsaktivitäten in diesem Bereich rasch intensiviert und durch entsprechend ausgestattete nationale Forschungsprogramme effektiv unterstützt werden.

11.10.5 Vision für 2050

In der Studie “Wärmezukunft 2050“ von Kranzl et al. (2018) wird die Zukunft der Wärmebereitstellung in Österreich auf Basis eines umfassenden Modellansatzes untersucht. Die AutorInnen der Studie zeigen, dass ein weitgehender Ersatz fossiler Heizanlagen bis 2050 in einem nicht krisenhaften Szenario möglich ist. Heizöl wird in diesem Szenario ab dem Jahr 2040 nicht mehr genutzt und Erdgas hat im Jahr 2050 als einzig verbleibender fossiler Energieträger im Wärmemix nur noch einen Anteil von 10 %. Das gegenständliche Szenario geht davon aus, dass parallel zum Tausch der Heizsysteme bis zum Jahr 2050 eine Halbierung des Energieverbrauchs für Heizung und Brauchwassererwärmung durch Sanierung und Effizienzsteigerung stattfindet. Ohne diese drastische Effizienzsteigerung oder Reduktion des Energiedienstleistungsbedarfes ist eine Dekarbonisierung des österreichischen Wärmesektors in einem nicht krisenhaften Szenario bis 2050 nicht möglich.

In dem skizzierten Szenario deckt die Wärmepumpentechnologie im Jahr 2050 ca. 42 % der insgesamt pro Jahr installierten Leistung an Heiz- und Warmwassersystemen in Österreich ab. Der Einsatz von elektrischem Strom für Heizen und die Brauchwassererwärmung wird sich dabei bis zum Jahr 2050 durch den gleichzeitigen Rückgang von Strom-Direktheizungen sogar reduzieren, womit auch einem deutlich stärkeren Ausbau der Wärmepumpe nichts im Weg steht.

Für eine Vision für 2050 kann damit einmal mehr auf die “Österreichische Technologie- und Marktroadmap Wärmepumpe“ von Hartl et al. (2016) und das dort ausgeführte Hoch-Szenario verwiesen werden. Dies bedeutet 60.000 jährlich im Inlandsmarkt abgesetzte Heizungs-wärmepumpen im Jahr 2030 und 600.000 in Betrieb befindliche Wärmepumpensysteme. Dies bedeutet in Bezug auf das Wärmewendeszenario von Kranzl et al. (2018) eine vorgezogene Entwicklung, welche im weiteren Verlauf bis 2050 auch Raum für die Substitution der noch verbleibenden fossilen Energieträger schaffen würde.

Eine Vision im Sinne von innovativen Produkten und Anwendungen ist eine starke Integration der Wärmepumpentechnologie in urbane, netzgebundene Wärme- und Kälteversorgungssysteme sowie die Erschließung der Märkte im mittleren und hohen Temperaturbereich in gewerblichen und industriellen Prozessen.

11.10.6 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Die European Heat Pump Association (EHPA) listet Österreich in Bezug auf die absoluten jährlichen Wärmepumpen-Verkaufszahlen für das Jahr 2020 innerhalb der EU 27 Länder nach den Spitzenreitern Italien (1,6 Mio. Stk.), Frankreich (991.000 Stk.), und Spanien (401.000 Stk.) und weiteren Ländern an 17. Stelle. Bei den jährlichen Wärmepumpen-Verkaufszahlen pro 1.000 Einwohner belegt Österreich für das Jahr 2020 innerhalb der EU 27 Länder mit 2,8 verkauften Wärmepumpen pro 1.000 Einwohner ebenfalls den 17. Rang. Spitzenreiter waren hier Italien (26,1 Stk./1.000 EW), Portugal (21,7 Stk./1.000 EW), Finnland (18,5 Stk./1.000 EW) sowie Frankreich (14,7 Stk./1.000 EW) und die Niederlande (14,3 Stk./1.000 EW).

12 Thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden

In den Baumassen von Gebäuden und Gebäudeteilen kann Wärme und Kälte gespeichert werden. Haben Gebäude oder Gebäudeteile eine große Masse und eine gute Wärmedämmung, so resultiert daraus eine große thermische Zeitkonstante. Diese Gebäudeeigenschaft kann in der Folge für einen Lastausgleich oder eine Lastverlagerung genutzt werden. Um Wärme und/oder Kälte gezielt auf Gebäudeteile übertragen zu können, werden im Zuge der Errichtung eines Gebäudes flexible Kunststoffrohre in massive Gebäudeteile eingebaut. In der Regel handelt es sich dabei um Bauteile aus Stahlbeton, in deren Bewehrungsgeflecht die Kunststoffrohre vor dem Einbringen des Betons verlegt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studie erfolgt die Quantifizierung des maximal nutzbaren systemdienlichen Effekts aus der thermischen Bauteilaktivierung. Der dabei verfolgte methodische Ansatz wurde in **Kapitel 3.2.4** dargestellt.

12.1 Definition des Untersuchungsgegenstandes

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Informationen über die Marktentwicklung systemdienlicher Energiespeicher zu generieren. In dieser Weise entlasten z. B. Photovoltaik-Batteriespeicher das elektrische Netz, da der Austausch über das Netz aufgrund der dezentralen Speicher reduziert wird. Photovoltaik-Batteriespeicher sind damit netzdienlich. Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen helfen bei der Systemintegration von erneuerbarer Energie und eröffnen für den Netzbetreiber Möglichkeiten zur Optimierung der Anlage und deren Betrieb. Diese Speicher können deshalb als systemdienlich bezeichnet werden.

Bei der thermischen Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden eröffnet sich in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, die zu einem bestimmten Zeitpunkt erforderliche Heiz- oder Kühlleistung um eine gewisse Zeitspanne zu verschieben, ohne dass NutzerInnen der Gebäude dies wahrnehmen können. Nun hängt es davon ab, welches Heiz- oder Kühlsystem zur Wärme- oder Kältebereitstellung verwendet wird. In den meisten Fällen ist dies bei aktivierten Bauteilen oder Gebäuden eine elektrisch angetriebene Wärmepumpenanlage. Hat nun ein Netzbetreiber die Möglichkeit, den Betrieb von Wärmepumpen über eine Kommunikationsschnittstelle zu beeinflussen, so kann eine unmittelbar netzdienliche Lastverlagerung durchgeführt werden.

Ein Lastausgleich innerhalb eines Gebäudes oder zwischen dem Gebäude und seiner Umgebung (z. B. "free cooling" über Erdsonden) stellt zwar eine Komfortmaßnahme und eine generelle Energieeinsparung dar, eröffnet dem übergeordneten Energiesystem aber keine Möglichkeit des Lastmanagements. Vergleichbar wäre dieser Fall dann mit einem Passivhaus, dessen Wärmebedarf für das übergeordnete Energiesystem bestenfalls nicht sichtbar ist.

Weitere Varianten sind Kombinationen von aktivierten Bauteilen und Gebäuden mit Wärmebereitstellungssystemen auf Basis stofflich speicherbarer fossiler oder erneuerbarer Endenergieträger. In diesem Bereich sind durch die Möglichkeit der Lastverlagerung zwar interne Effizienzgewinne möglich (z. B. niederfrequenterer Taktung eines Kessels), im übergeordneten Energiesystem treten jedoch keine kurzfristigen dienlichen Effekte auf. Bei einer Wärmeversorgung von aktivierten Gebäuden über ein Nah- oder Fernwärmenetz könnte das Lastverlagerungspotenzial aus technischer Sicht vom Wärmenetzbetreiber prinzipiell genutzt werden. Da es sich bei einem solchen Wärmebereitstellungssystem jedoch um ein

insgesamt thermisch sehr träges System handelt, wäre der mögliche Benefit einer frei abrufbaren kurz andauernden Lastverschiebung marginal.

Als Untersuchungsgegenstand verbleiben somit thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude, welche mittels elektrisch angetriebener Wärmepumpenanlage mit Wärme und/oder Kälte versorgt werden.

12.2 Smart Grid Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie

Um das Lastverlagerungspotenzial der Bauteil- und Gebäudeaktivierung netzdienlich zu machen, muss es dem Netzbetreiber möglich sein, Einfluss auf die Betriebsweise der Wärmepumpen nehmen zu können. Hierfür ist eine Kommunikationsschnittstelle zum Wärmepumpenaggregat erforderlich, die in einem Regularium für das “Smart Grid Ready“ Label definiert wurden, siehe bwp (2020). Dieses Regelwerk sieht für Heizungswärmepumpen folgende 4 Betriebszustände vor:

Betriebszustand 1: Dieser Betriebszustand ist abwärtskompatibel zur häufig zu festen Uhrzeiten geschalteten EVU-Sperre und umfasst maximal 2 Stunden “harte“ Sperrzeit.

Betriebszustand 2: In dieser Schaltung läuft die Wärmepumpe im energieeffizienten Normalbetrieb mit anteiliger Wärmespeicher-Füllung für die maximal zweistündige EVU-Sperre.

Betriebszustand 3: In diesem Betriebszustand läuft die Wärmepumpe innerhalb des Reglers im verstärkten Betrieb für Raumheizung und Warmwasserbereitung. Es handelt sich dabei nicht um einen definitiven Anlaufbefehl, sondern um eine Einschaltempfehlung entsprechend der heutigen Anhebung.

Betriebszustand 4: Hierbei handelt es sich um einen definitiven Anlaufbefehl, insofern dieser im Rahmen der Regeleinstellungen möglich ist. Für diesen Betriebszustand müssen für verschiedene Tarif- und Nutzungsmodelle verschiedene Regelungsmodelle am Regler einstellbar sein:

- a. Variante 1: Die Wärmepumpe (Verdichter) wird aktiv eingeschaltet.
- b. Variante 2: Die Wärmepumpe (Verdichter und elektrische Zusatzheizungen) wird aktiv eingeschaltet, optional: höhere Temperatur in den Wärmespeichern.

Diese Konvention ermöglicht dem Netzbetreiber somit einerseits eine Lastverlagerung von maximal 2 Stunden in die Zukunft und andererseits ein zeitlich nicht festgelegtes Vorziehen der Last. Dieses Modell setzt somit voraus, dass die Behaglichkeit in einem Gebäude während der maximal 2 Stunden “harten“ Sperrzeit erhalten bleibt, wobei der Netzbetreiber durch die weiteren definierten Betriebszustände die Möglichkeit hat, vor Beginn einer Sperrzeit Wärme im Gebäude oder in technischen Speichern zu puffern.

In Hinblick auf die thermische Trägheit von modernen, gut wärmegeprägten Massivbauten mit aktivierten Gebäudeteilen ist das Modell des Smart Grid Wärmepumpen-Labels uneingeschränkt anwendbar. Im Bereich des Leichtbaues wäre ggf. im Rahmen einer empirischen Studie zu prüfen, ob eine zweistündige Abschaltung der Wärmezufuhr ohne weitere Maßnahmen von NutzerInnen akzeptiert wird, oder ob in ein solches System für diesen Zweck noch ein technischer Wärmespeicher (in der Regel ein Wasser-Behälterspeicher) integriert werden muss.

Im Zuge der Erhebung des Wärmepumpenmarktes für das Datenjahr 2021 wurde der Anteil der Smart Grid Heizungswärmepumpen am Gesamtabsatz von Heizungswärmepumpen

abgefragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die abgesetzten Heizungswärmepumpen sowohl im Jahr 2020 als auch im Jahr 2021 beinahe 100 % Smart Grid Wärmepumpen waren. Für die weitere Berechnung wurde nach zusätzlicher Rücksprache mit dem Verband Wärmepumpe Austria pragmatisch angenommen, dass neu installierte Heizungswärmepumpen in Österreich ab dem Installationsjahr 2015 “smart grid ready” sind. Weiters kann davon ausgegangen werden, dass neu installierte Heizungswärmepumpen ab dem Jahr 2005 stets rundsteuer-tauglich waren, d. h. entsprechende Aggregate konnten bereits in der Vergangenheit über einen klassischen Rundsteuerempfänger ein- und ausgeschaltet werden. Hinterlegt waren dabei unterbrechbare Tarife, welche einen Anreiz für die NutzerInnen darstellten. Eine größere Verbreitung fanden diese Systeme vor allem in Oberösterreich, das auch auf einen großen Wärmepumpenbestand verweisen kann.

12.3 Marktentwicklung

Der Begriff “Marktentwicklung” wird im Zusammenhang mit der Bauteil- und Gebäudeaktivierung im Weiteren auf das damit zusammenhängende netzdienliche Lastverlagerungspotenzial bezogen, welches mittels Smart Grid Heizungswärmepumpen erschlossen werden kann.

Abbildung 127 zeigt die Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen für den Zeitraum von 2000 bis 2021. Für das Bestandsmodell wird von einer technischen Lebensdauer der Wärmepumpenaggregate von 20 Jahren ausgegangen. D. h. der Gesamtbestand am Ende des Jahres 2021 umfasste die Jahrgänge von 2002 bis 2021 und belief sich auf 281.035 Stück.

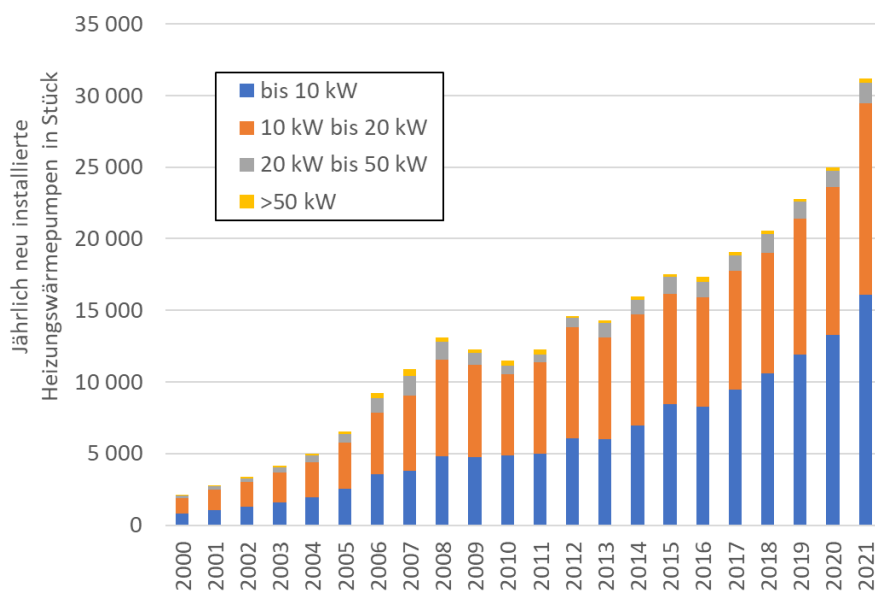


Abbildung 127 – Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2021. Quelle: ENFOS (2022)

Angesichts der Verteilung der Leistungsklassen nach Stückzahlen wird sofort klar, dass eine erhebungstechnische Vernachlässigung der Leistungsklassen bis 20 kW thermische Nennleistung eine grobe Unterschätzung des Lastverlagerungspotenzials durch Bauteil- und Gebäudeaktivierung zur Folge hätte. Für die Bauteilaktivierung in Großprojekten ist das größte Leistungssegment >50 kW thermisch relevant. Dies setzte sich im Datenjahr 2021 aus 244 Anlagen im Segment >50 kW bis 100 kW und 63 Anlagen im Segment >100 kW bis 350 kW

zusammen. Es handelt sich dabei jeweils um Heizungswärmepumpen, also nicht um projektspezifisch gefertigte Industriegewärmepumpen, wie sie beispielsweise im Fernwärme- und Prozessbereich eingesetzt werden. Es handelte sich im Datenjahr 2021 folglich um insgesamt 307 Großprojekte mit wärmepumpenbasierter Wärme- und Kälteversorgung.

Abbildung 128 dokumentiert die in Österreich jährlich neu installierte thermische Leistung von Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen um den Einfluss der oben genannten Stückzahlen zu veranschaulichen. In dieser Darstellung werden die größeren Leistungsklassen aufgrund ihrer größeren mittleren Anlagenleistung deutlicher sichtbar, die absolute Bedeutung der großen Leistungsklassen bleibt allerdings weiterhin jener der kleinen Leistungsklassen untergeordnet. Aus der Sicht eines Netzbetreibers ist es daher jedenfalls attraktiv den großen "Schwarm" an Kleinanlagen ins Visier zu nehmen.

Die installierte thermische Gesamtleistung aller in Österreich im Jahr 2021 in Betrieb befindlichen Heizungswärmepumpen betrug 3,5 GW. Werden nur jene Heizungswärmepumpen eingerechnet, die eine prinzipielle Rundsteuertauglichkeit aufweisen (Jahrgänge 2005 bis 2021), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung auf 3,4 GW. Werden nur Smart Grid Heizungswärmepumpen eingerechnet (Jahrgänge 2015 bis 2021), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung weiter auf 1,7 GW. Aus der aus dem Wärmepumpen-Bestandsmodell resultierenden elektrischen Jahresarbeit und den mittleren Volllaststunden der Anlagen lässt sich schlussendlich die mittlere elektrische Leistung des jeweiligen Bestandes ermitteln: für den Gesamtbestand an Heizungswärmepumpen in Österreich (Jahrgänge 2002 bis 2021) resultiert eine elektrische Leistung von 1,2 GW, für den Bestand ab 2005 (Rundsteuertauglichkeit) 1,1 GW und für den Bestand ab 2015 (Smart Grid ready) 0,5 GW.

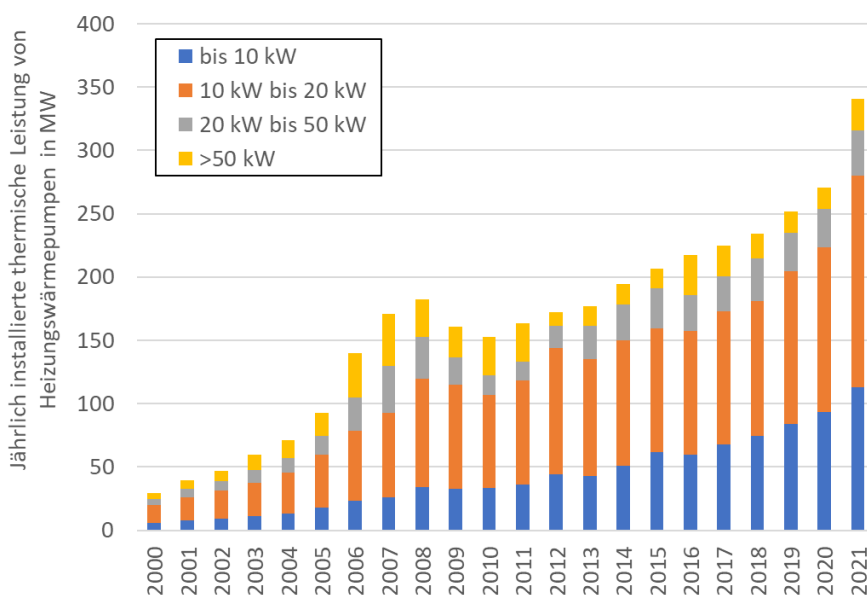


Abbildung 128 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2021. Quelle: ENFOS (2021)

Die genannten Zahlen bezeichnen jeweils die Gesamtleistung aller entsprechenden Wärmepumpen. Sie stellen damit das maximal abrufbare Potenzial dar, da sie eine Gleichzeitigkeit des Betriebes aller Heizungswärmepumpen implizieren. In der Realität sind die auftretenden Leistungen durch Teillastbetrieb (Taktung oder Modulierung) deutlich geringer. Dies gilt natürlich in derselben Weise auch in Hinblick auf das Lastverlagerungs-

potenzial, das in **Abbildung 129** einmal für die zumindest rundsteuertauglichen und einmal für die Smart Grid Heizungswärmepumpen dargestellt ist.

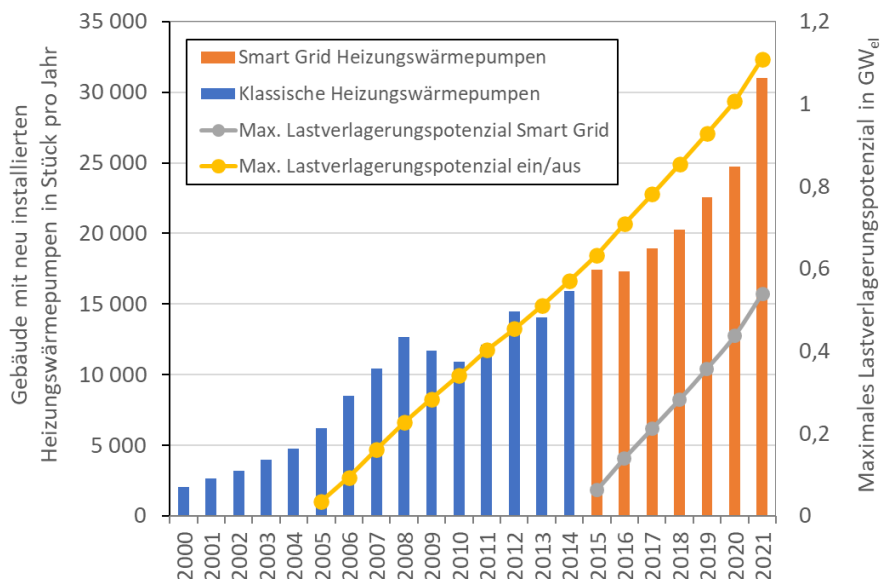


Abbildung 129 – Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen in Österreich. Quelle: ENFOS (2022)

Das tatsächlich adressierbare Lastverlagerungspotenzial korreliert mit der allgemeinen Heizungsanforderung (repräsentiert u. a. durch die Außentemperatur) und wird oberhalb der Heizgrenztemperatur marginal. Für den Kühlbereich gelten prinzipiell dieselben Zusammenhänge, wobei das Lastverlagerungspotenzial im Kühlbereich in Österreich aufgrund des noch relativ geringen Ausstattungsgrades für Netzbetreiber kaum attraktiv sein dürfte. Der Jahresgang und die Jahresdauerlinie für das relative Lastverlagerungspotenzial ist für einen Überdimensionierungsfaktor des Wärmebereitstellungssystems von 1 und einer linearen Heizkurve mit einer Heizgrenztemperatur von 12°C in **Abbildung 130** auf Stundenbasis dargestellt. Als Temperaturdatenbasis dient hierbei das Testreferenzjahr von Wr. Neustadt.

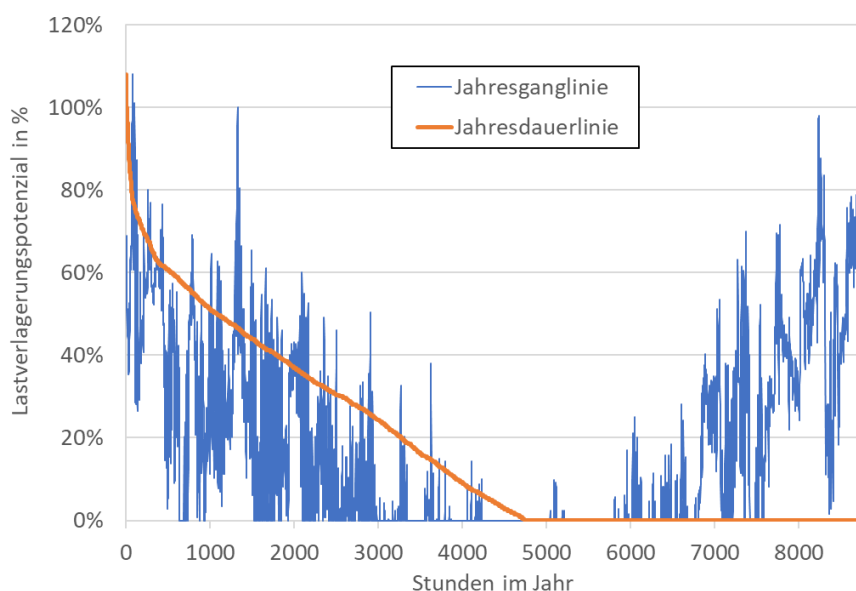


Abbildung 130 – Lastverlagerungspotenzial Gang- und Dauerlinie über ein Jahr auf Basis Testreferenzjahr Wr. Neustadt. Quelle: ENFOS (2022)

100 % des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials wäre demnach nur an 11 Stunden im Jahr abrufbar, 90 % an 33 Stunden, 80 % an 70 Stunden, 70 % an 218 Stunden, 60 % an 583 Stunden und 50 % an 1.120 Stunden. Die nur relativ kurzfristig (wenige Tage im Voraus) prognostizierbare Aufkommensstochastik und das durch die Jahresdauerlinie relativierte maximale Lastverlagerungspotenzial reduzieren bislang die Motivation seitens der Netzbetreiber, das vorhandene Potenzial auch zu nutzen. Mit zunehmender Marktdiffusion von Smart Grid Wärmepumpen, steigender Verfügbarkeit von Smart Metern und entsprechenden thermischen Zeitkonstanten von Gebäuden wird die Attraktion der Lastverlagerung mittels Bauteilaktivierung für Netzbetreiber in Zukunft jedoch rasch steigen.

12.3.1 Zukünftige Marktentwicklung

Wie die obigen Ausführungen zeigen, handelt es sich beim netzdienlichen Lastverlagerungspotenzial durch die Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden mit Wärmepumpen um einen Wachstumsmarkt mit einem starken gegenwärtigen Wachstum und einem großen zukünftigen Potenzial. **Abbildung 131** zeigt in diesem Zusammenhang die Entwicklung der Anteile unterschiedlicher Heizsysteme am österreichischen Heizungsmarkt. Aufgrund der seit dem Jahr 2000 kontinuierlich steigenden Absatzzahlen von Heizungswärmepumpen gewinnt dieses Heizsystem immer größere Marktanteile. Im Jahr 2021 war in diesem Zusammenhang bereits jedes vierte verkaufte Heizsystem eine Wärmepumpenanlage.

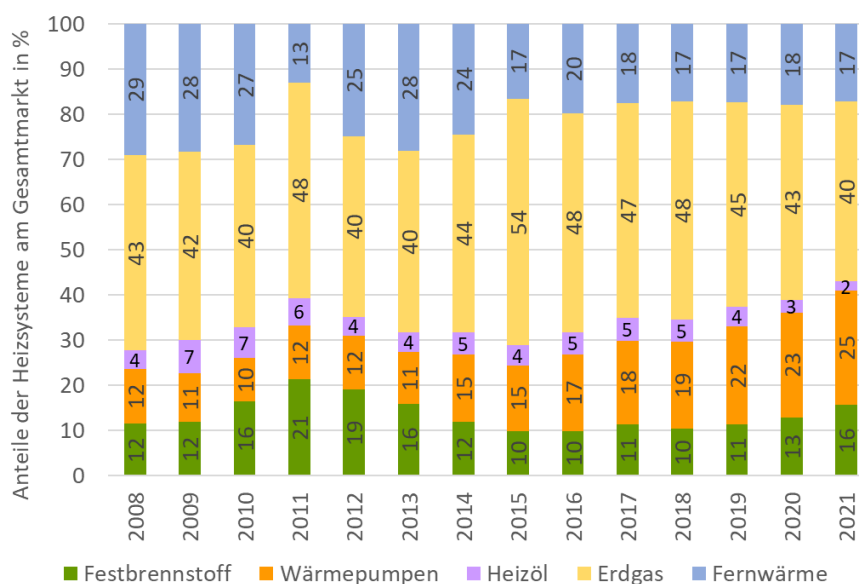


Abbildung 131 – Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt in Österreich, für die Jahre 2008 bis 2021. Quellen: VÖK (2022), ENFOS (2022)

Folgende Aspekte untermauern die Annahme, dass der aktuelle Trend zu Wärmepumpenheizungen auch in den kommenden Dekaden anhalten wird:

- Zur Erreichung der nationalen Klima- und Energieziele müssen Erdöl und Erdgas im Raumwärmebereich durch Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energie substituiert werden. Wie Baumann et al. (2021) in einer detaillierten Untersuchung feststellen, ist der Ansatz "Green Gas" aus Gründen der limitierten Potenziale und des Vorrangs von hocheffizienten Anwendungen und Sektoren für den Raumwärmebereich nicht durchführbar. Für Selbigen verbleiben somit erneuerbare Nah- und Fernwärme, Wärmepumpen und biomassebasierte Heizsysteme.

- Die sukzessive steigende Energieeffizienz von Gebäuden reduziert den spezifischen Heizwärmebedarf, die spezifische Heizlast und das erforderliche Temperaturniveau des Heizungsvorlaufs. Dies gilt sowohl für den Gebäude-Neubau als auch für Gebäudesanierungen. Die Merkmale dieser Gebäude stellen Eignungsfaktoren für den Einsatz von Wärmepumpenheizungen dar und der Einsatz von flächigen Niedertemperatur-Wärmeverteilsystemen legt – nicht notwendiger Weise, aber tendenziell – Bauteilaktivierungen nahe.
- Der fortschreitende Klimawandel macht auch in Österreich die Gebäudekühlung in Wohngebäuden zum Thema. Auch dieser Aspekt begünstigt die Entscheidung für eine Wärmepumpenanlage als Heiz- und Kühlsystem. Die Bauteilaktivierung eröffnet in diesem Zusammenhang zusätzlich auch die Möglichkeit eines Kühllastausgleichs durch “free cooling“, sofern geeignete Elemente mit einem geeigneten Temperaturniveau wie z. B. Erdsonden(felder), Gebäudefundamente etc. in das System integrierbar sind.

12.3.2 Kosten der Bauteilaktivierung

Ist ein Gebäude prinzipiell für die Anwendung einer Bauteilaktivierung geeignet (massive Bauteile, entsprechende Energieeffizienzklasse), so entstehen durch die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen bauseits nur geringe Kosten. Im Wesentlichen sind dies die Materialkosten der Wärmetauscherrohre und die Arbeitskosten für die Montage selbiger im Bewehrungsgeflecht der Stahlbetonbauteile. Oftmals sind diese Wärmetauscherrohre jedoch äquivalent dem Niedertemperatur-Wärmeverteilsystem für die Beheizung und/oder Kühlung über Wärmepumpenaggregate. Insofern ist die Definition der Systemgrenzen und die Zuordnung der Kosten auf Kostenstellen von Projekt zu Projekt unterschiedlich.

Die Steuerung und Regelung des gesamten Heiz- und Kühlsystems verlangt – vor allem in komplexeren und großvolumigen Gebäudesystemen – nach wie vor eine projektspezifische technische Lösung, welche in der Regel Zusatzkosten verursacht. Wesentlich ist hierbei, dass eine gewissenhafte Einregulierung und Systemoptimierung inkludiert ist, um das theoretische Potenzial der Bauteilaktivierung im Anschluss in der Praxis in vollem Umfang nutzen zu können.

Bei komplexeren Konstellationen und großen Gebäudevolumina empfiehlt sich weiters die Durchführung einer thermischen Simulationsstudie um die eingesetzten Komponenten optimal dimensionieren und abstimmen zu können. Auch dies verursacht zusätzliche Kosten.

Im Bereich der Betriebskosten ist in der Regel eine Ersparnis zu erwarten, die z. B. aus der Nutzung des “free cooling“, einer effizienteren Betriebsweise des Wärmepumpenaggregates und eines zeitlichen und räumlichen Lastausgleichs resultiert. Bezüglich Wartung und Instandhaltung sind im Vergleich zu üblichen Niedertemperatur-Wärmebereitstellungssystemen keine signifikanten Mehr- oder Minderkosten zu erwarten. Die technische Lebensdauer der Wärmetauscherrohre kann unter den für die Bauteilaktivierung typischen Betriebsbedingungen mit der Gebäudelebensdauer angenommen werden.

Einen Anhaltspunkt für die zusätzlichen Planungskosten, die im Zuge von Bauteil- bzw. Gebäudeaktivierungen entstehen, gibt das Fördermodell des Klima- und Energiefonds, das im folgenden Abschnitt erläutert wird.

12.3.3 Förderungen

Verfügbar ist eine öffentliche Förderung in Form eines Zuschusses für Planungsdienstleistungen, die im Zusammenhang mit einer Bauteilaktivierung in Gebäuden stehen. Entsprechende Anträge für die Vergabe von Planungsdienstleistungen sind in Abhängigkeit der verfügbaren Budgetmittel im Zeitraum von 15.12.2020 bis 31.03.2023 möglich, siehe Klima- und Energiefonds (2020).

Förderungswerber können natürliche und juristische Personen sein, die geförderte und/oder freifinanzierte Bauprojekte mit überwiegender Wohnnutzung errichten. Der Förderungszweck ist die Verwendung der thermischen Speicherkapazität von Bauteilen zur Maximierung des Einsatzes von erneuerbaren Energien für die thermische Konditionierung von Gebäuden. Die Gebäude, auf welche die erarbeiteten Wärmeversorgungskonzepte angewendet werden, müssen unter anderem folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Nutzfläche zu mehr als 50 % für Wohnzwecke genutzt.
- Gebäude mit fünf und mehr Wohnungen.
- Die aktivierten Baumassen sind das einzige System für die Raumtemperierung (ausgenommen temporär betriebene Zusatzheizeinrichtungen in untergeordneten Räumlichkeiten). Heizlast < 25 W/m² in exponierten Räumen.

Die Vergütung für die Planungsdienstleistung je Einzelprojekt setzt sich wie folgt zusammen:

- Pauschalbetrag zwischen 40.000 und 85.000 EUR in Abhängigkeit der Größe des Geschoßwohnbaus, siehe **Abbildung 132**
- Bonus für Teilnahme am wissenschaftlichen Monitoring
- Bonus für Projekte der Gebäudesanierung
- Bonus für Projekte mit einem besonderen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft

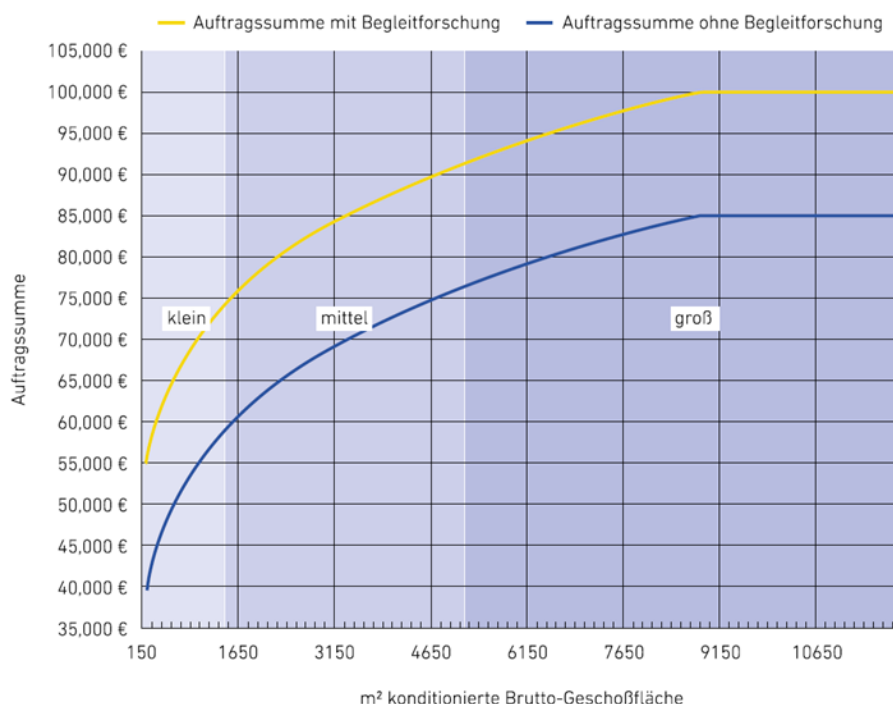


Abbildung 132 – Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung des Klima- und Energiefonds. Bildnachweis: Klima- und Energiefonds (2020)

Die Antragstellung erfolgt über einen Online-Antrag bei der Kommunalkredit Public Consulting GmbH, siehe <https://www.meinefoerderung.at/webklien/?execution=e1s1&cluster=bakt>

Für AntragstellerInnen steht ein ausführlicher Leitfaden für “Planungsdienstleistungen Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung“ zur Verfügung, siehe <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/LeitfadenTBA.pdf>

Laut Auskunft des Klima- und Energiefonds wurden mit Stand Mai 2022 25 Beratungen von potenziellen FörderwerberInnen durchgeführt. Daraus entstanden bisher 2 formal genehmigte Projekte, bei denen Meilenstein 1 erreicht wurde. 9 weitere Projekte befinden sich im Stadium der Beratung und Vorbereitung für Meilenstein 1, d. h. diese Projekte befinden sich vor der Genehmigung. Die derzeit gebundenen bzw. reservierten Mittel für Projekte belaufen sich auf ca. 800.000 Euro.

12.4 Technologiespezifische Informationen

Als technologiespezifische Fachinformation werden an dieser Stelle vier öffentlich zur Verfügung stehende Publikationen genannt, welche einen hohen Detaillierungsgrad und einen starken Praxisbezug aufweisen. Die angeführten Publikationen fokussieren dabei auf die technische Ausführung und Dimensionierung der Bauteilaktivierung. Das netzdienliche Lastverlagerungspotenzial durch die Bauteilaktivierung spielt in den Publikationen eine untergeordnete Rolle.

Fechner (2020): Fact Sheet Thermische Bauteilaktivierung. In der Broschüre wird das Thema in Form von 13 Fragen auf 17 Seiten dargestellt. Die Fragen reichen dabei von der Definition der Technologie über unterschiedliche Effekte der thermischen Bauteilaktivierung bis hin zu Fragen der Aktivierung von Bauteilen bei Sanierungsprojekten und den Kosten.



Betonmarketing Österreich (2017) Energiespeicher Beton. Eine 40-seitige Broschüre zum Thema Beton als Energiespeicher. Basisinformationen zu den Themen Heizen, Behaglichkeit und Gebäudeenergieverbrauch schaffen Verständnis für die Anwendung von Beton als Energiespeicher. Ausführliches Bildmaterial illustriert die Thematik für die Gewerke.



Friembichler et al. (2016) Planungsleitfaden Thermische Bauteilaktivierung für Einfamilien- und Reihenhäuser. Ein umfassendes Werk mit 122 Seiten, welches das Thema Heizung und Kühlung von Einfamilien- und Reihenhäusern fundiert und praxisnah aufbaut und übersichtlich strukturiert darstellt. Nach der Darstellung der Grundlagen und Fakten werden Ausführungs- und Berechnungsbeispiele dokumentiert.



Maierhofer (2016): Vortragsunterlagen zum Thema Betonkernaktivierung mit umfangreichem Bildmaterial zur Veranschaulichung der angewandten Technik. Zahlreiche bemerkenswerte internationale Fallbeispiele mit griffigen Kennzahlen illustrieren den Stand der Technik und liefern Zahlen für die Praxis.



12.5 Dokumentation von Datenquellen

Beispiele für österreichische Firmen, die im expliziten thematischen Umfeld der Bauteilaktivierung tätig sind (in alphabetischer Reihenfolge):

- e7 energy innovation & engineering, <https://www.e-sieben.at/de/>
- Franz Hödlmoser GmbH & Co KG, <https://www.hoedlmoser.at/bauteilaktivierung.php>
- GUGERELL KG, <https://gugerell-kg.at/>
- hacon GmbH, <https://www.ha-con.at/>
- IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, <https://www.jung-ingenieure.com/>
- Kuster Energielösungen GmbH, <https://www.futureisnow.eu/>

13 Marktentwicklung Windkraft

13.1 Marktentwicklung in Österreich

13.1.1 Errichtung neuer Anlagen

Die historische Marktentwicklung der Windkraft in Österreich ist in **Abbildung 133** dargestellt. Während im Jahr 2020 der Ausbau der Windkraft fast zum Erliegen gekommen ist und mehr Windräder und Windkraftleistung abgebaut als neu errichtet wurden, konnte im Jahr 2021 der Ausbau auf mittlerem Niveau weitergehen. So wurden in Österreich insgesamt 292 MW neu errichtet. Von den insgesamt 67 Anlagen entfielen 20 Anlagen mit 68 MW auf Niederösterreich und 47 Anlagen mit 224 MW auf das Burgenland. Gleichzeitig wurden rund 103 MW an Windkraftleistung abgebaut, da diese durch moderne Anlagen ersetzt werden. Ende des Jahres 2021 waren damit 1.305 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von 3.294 MW am Netz. Diese Leistung ermöglichte eine durchschnittliche jährliche Stromproduktion von 7,6 TWh, was mehr als 11 % des österreichischen Stromverbrauchs beziehungsweise 2,2 Mio. Haushalten entspricht. Verglichen mit dem Bestand Ende 2020 erhöhte sich damit das Stromerzeugungspotential aus Windkraft geringfügig.

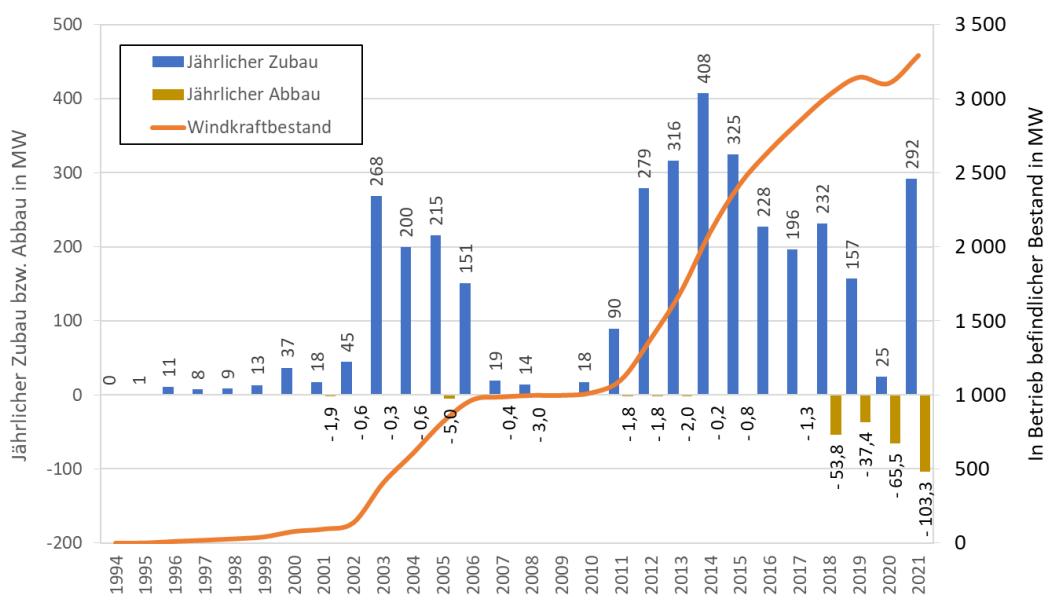


Abbildung 133 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2021

Quelle: IG Windkraft (2022)

Durch die Ökostromnovelle 2019 wurden 320 fertig genehmigte Anlagen mit einer Leistung von 1.185 MW mit Förderverträgen ausgestattet. Diese seit 2015 auf die Realisierung wartenden Projekte können erst in den Jahren 2021 bis 2025 realisiert werden. Durch die 2021 errichteten Projekte konnte ein Investitionsvolumen von 435 Mio. Euro sowie 122 Vollzeit Arbeitsplätze geschaffen werden. Neue Projekte warten aktuell auf die kommenden Ausschreibungen und den Start des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (EAG), welches bis 2030 den Förderrahmen für den Windkraftausbau darstellen wird.

In **Abbildung 134** ist der Netto-Ausbau dargestellt, der 2021 mit 189 MW wieder ein mittleres Niveau erreichte, nachdem er 2020 erstmals negativ war.

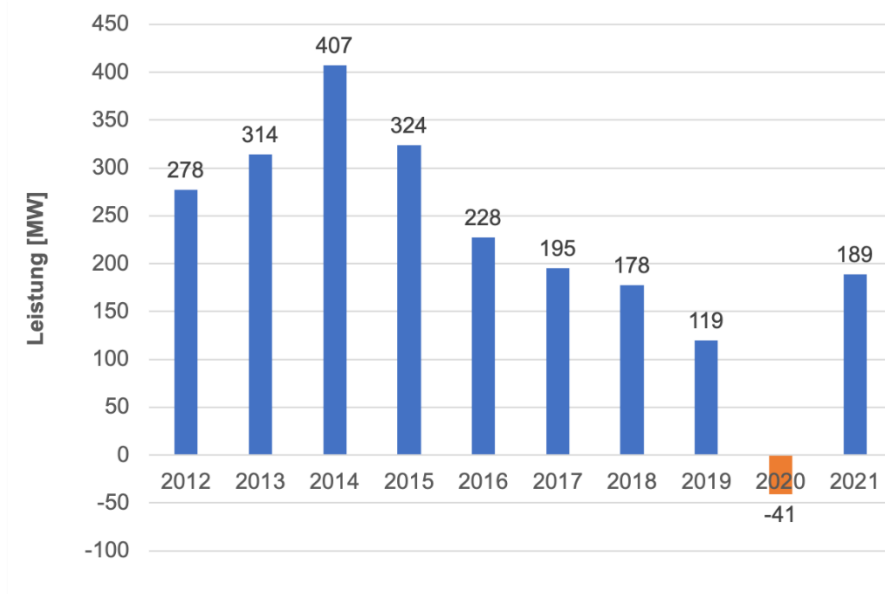


Abbildung 134 – Entwicklung des Netto-Ausbaus der Windkraft in Österreich
 Quelle: IG Windkraft (2022)

13.1.1 Hersteller und Leistungsklassen

Der Markt wurde im Jahr 2021 von GE mit 61 % dominiert, 22 % kamen von Vestas und 17 % von Enercon. Damit ist im Vergleich zum Jahr 2020 eine stärkere Diversifizierung des Marktes und somit eine stärkere Durchmischung der Akteure erfolgt. Insgesamt ist die Gesamtaufteilung des österreichischen Windkraftanlagenbestands gegenüber 2020, bis auf den starken Marktauftritt von GE, durch größere Realisierungen von Projekten im Burgenland konstant geblieben. Das bedeutet, dass Enercon mit über 56 % bestehendem Anlagenbestand den ersten Platz sowie Vestas mit über 27 % den zweiten Platz einnimmt. Des Weiteren sind noch über 8 % des Windkraftbestandes dem vor 2 Jahren insolvent gewordenen Anlagenhersteller Senvion zuzurechnen. Im Jahr 2022 wird neben den dominierenden Marktteilnehmern Enercon und Vestas der Hersteller Vensys mit realisierten Projekten den österreichischen Markt betreten.

Abbildung 135 zeigt die Marktanteile des Zubaus im Jahr 2021, **Abbildung 136** die Verteilung des Anlagenbestandes Ende des Jahre 2021.

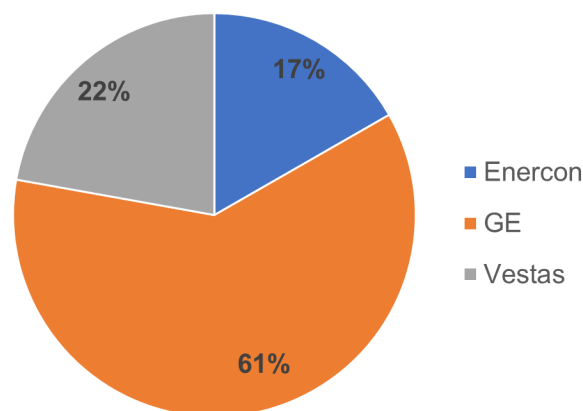


Abbildung 135 – Marktanteile der Windkraft-Anlagenhersteller am Zubau 2021
 Quelle: IG Windkraft (2022)

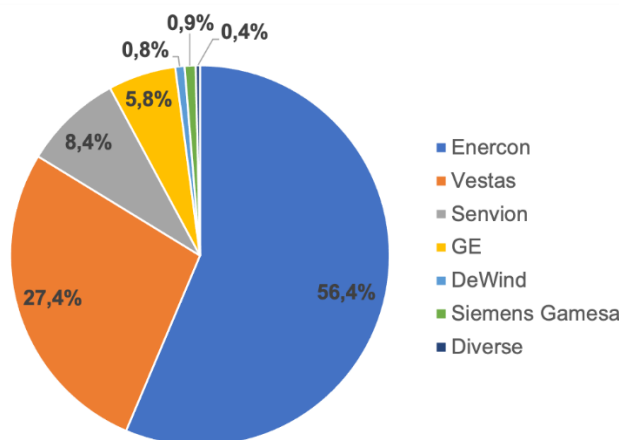


Abbildung 136 – Marktanteile am Bestand Ende 2021

Quelle: IG Windkraft (2022)

Hinsichtlich der Technologie existieren derzeit zwei Hauptgruppen: Anlagen mit Getriebe und getriebeLOSE Anlagen mit Direktantrieb. Erstere übertragen die großen Drehmomente des Rotors über ein Getriebe an einen kleineren Generator, bei letzteren ist der Rotor direkt mit dem Generator gekoppelt. Aufgrund des technischen Aufwands setzen einzelne Hersteller nicht auf beide Technologien gleichzeitig. Die österreichischen Windkraftanlagen basieren aktuell zu ca. zwei Drittel auf direktgetriebenen Windkraftanlagen ohne Getriebe und zu etwa einem Drittel auf Windkraftanlagen mit Getriebe.

Der Großteil des Zuwachses wurde mit modernen Windkraftanlagen der 4- und 5-MW-Generation bewerkstelligt. 92,3 % der neu installierten Leistung und 88,0 % der neu installierten Windräder waren Windräder dieser Leistungsklassen. Verglichen mit dem Bestand hat mit 50,4 % rund die Hälfte der Anlagen eine Leistung von 3 MW oder mehr, 42,7 % haben eine Leistung von mindestens 1 MW und weniger als 3 MW und lediglich 6,9 % des Bestandes sind Anlagen in einer Größenklasse kleiner als 1 MW, siehe **Tabelle 76** und **Tabelle 77**.

Der jährliche Zubau wird stark von der besten verfügbaren Anlagentechnologie beeinflusst. Die Fortschritte in der Windkrafttechnologie ermöglichen, dass knapp 25 Jahre seit Beginn der Windkraftnutzung in Österreich nun Anlagen errichtet werden können, die über eine 20-mal höhere Generatorleistung verfügen als damals. Verdeutlicht wird das durch die Darstellung der durchschnittlichen Anlagenleistung bei den Neuinstallationen pro Jahr. Die durchschnittliche Anlagengröße stieg im Jahr 2021 auf 4,35 MW an, siehe **Abbildung 137**.

Weitere Gradmesser für die eingesetzte Technologie sind neben der elektrischen Anlagenleistung auch Rotordurchmesser und Nabenhöhe. Größere Durchmesser ermöglichen eine höhere energetische Nutzung des Winddargebotes. Während der ersten großen Ausbauwelle zwischen 2003 und 2006 lagen der durchschnittliche Rotordurchmesser bei 72,15 m und die durchschnittliche Turmhöhe bei 88,5 m. Im Vergleich dazu sind in der zweiten Ausbauwelle ab 2012 der durchschnittliche Rotordurchmesser um 31 % auf 95,3 m und die durchschnittliche Turmhöhe um 35 % auf 120,3 m gestiegen. In Relation zu den ersten Anlagen, die 1994 errichtet wurden, hat sich der durchschnittliche Rotordurchmesser mehr als verfünffacht (Faktor 5,1) sowie die Turmhöhe mehr als vervierfacht (Faktor 4,5). Durch die Nutzung von stabileren und besseren Windverhältnissen in höheren atmosphärischen Schichten (Nabenhöhe) und einer größeren Erntefläche (Rotordurchmesser) ergibt sich ein Potential für einen rund 170-mal höheren Jahresenergieertrag. Wie in **Abbildung 138** zu sehen ist, betrug

der durchschnittliche Rotordurchmesser der im Jahr 2021 in Österreich neu installierten Windkraftanlagen 144 Meter.

Tabelle 74 – Kumulierte Windkraftleistung in den Bundesländern in 2020 und 2021

Quelle: IG Windkraft (2022)

Bundesland	2020	2021
Niederösterreich	1.685 MW	1.753 MW
Burgenland	1.104 MW	1.224 MW
Steiermark	260 MW	260 MW
Oberösterreich	47 MW	47 MW
Wien	8 MW	8 MW
Kärnten	1 MW	1 MW
Summe	3.105 MW	3.294 MW

Tabelle 75 – Zubau der 4- und 5-MW-Leistungsklasse im Jahr 2021

Quelle: IG Windkraft (2022)

Bundesland	Anzahl	Leistung (MW)	Anteil Leistung
Niederösterreich	17	58	21,6 %
Burgenland	42	211	78,4 %
Summe	59	269	100 %

Tabelle 76 – Zubau an Windkraftanlagen nach Leistungsklassen im Jahr 2021

Quelle: IG Windkraft (2022)

	Windkraft- anlagen	% der Neu- installation	Leistung in MW	% der Neu- installation
Summe 5-MW-Klasse	34	50,7	178,2	61,1
Summe 4-MW-Klasse	25	37,3	91,0	31,2
Summe 3-MW-Klasse	5	7,5	15,5	5,3
Summe Klasse < 3 MW	3	4,5	7,1	2,4
Summe der Neuinstallation	67		291,7	

Tabelle 77 – Bestand an Windkraftanlagen Ende 2021 nach Leistungsklassen

Quelle: IG Windkraft (2022)

Größenklasse	Anzahl	% des Bestandes
> 5 MW	36	2,8
4-5 MW	29	2,2
3-4 MW	593	45,4
2-3 MW	391	30,0
1-2 MW	166	12,7
< 1 MW	90	6,9
Summe alle Klassen	1.305	

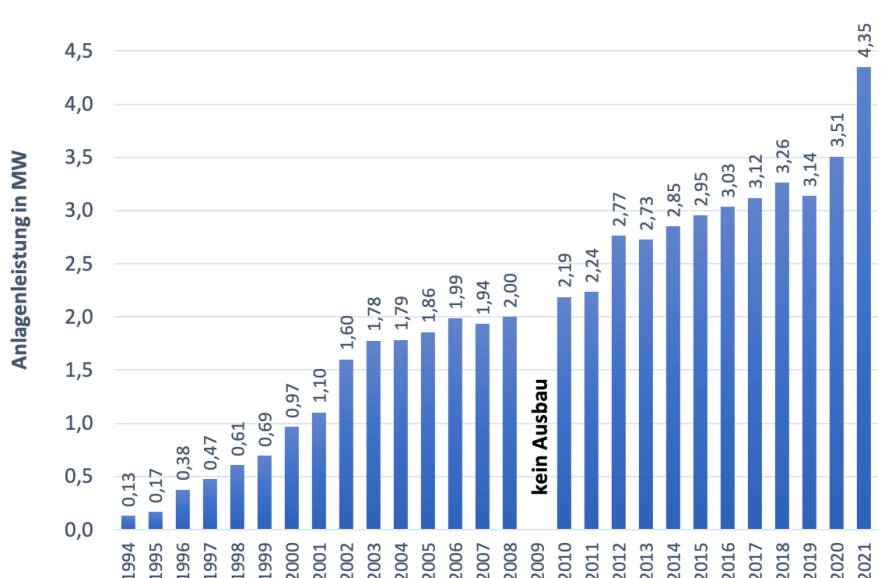


Abbildung 137 – Durchschnittliche Anlagenleistung der Neuinstallationen

Quelle: IG Windkraft (2022)

Der sprunghafte Anstieg der durchschnittlichen Leistung sowie des durchschnittlichen Rotordurchmessers im Jahr 2021 liegt in der technischen Entwicklung der Windkraftwerke begründet. Projekte mit einer Gesamtsumme von 1.185 MW mussten mehrere Jahre auf die Förderzusage warten. Durch die späte Förderzusage wurden viele Anlagen vor der Errichtung nochmals auf den aktuellen Anlagenstand umgenehmigt. 2021 wurden erstmals in Österreich Anlagen der 5-MW-Klasse errichtet. Diese Anlagengröße wird in den kommenden Jahren den Windenergiemarkt in Österreich bestimmen.

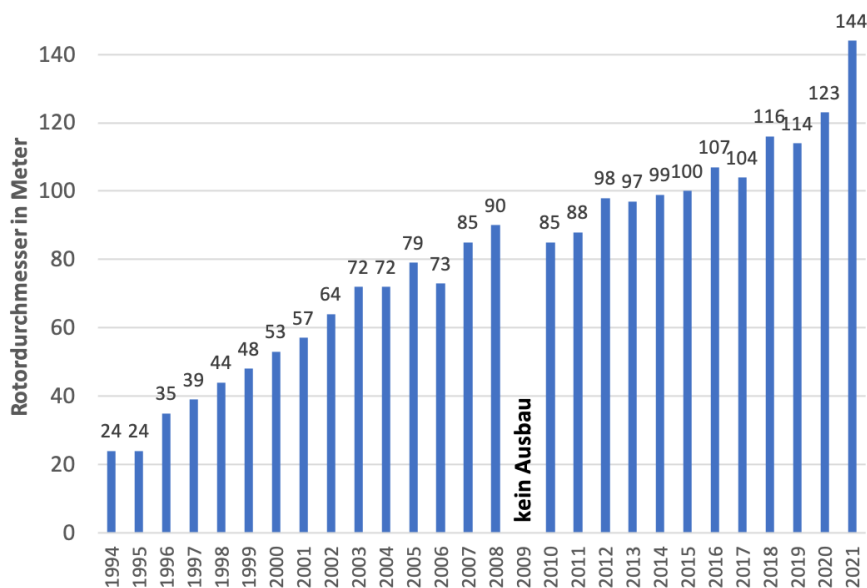


Abbildung 138 – Durchschnittlicher Rotordurchmesser der Neuinstallationen

Quelle: IG Windkraft (2022)

13.1.2 Marktentwicklung Kleinwindkraft

Der Sektor Kleinwindenergieanlagen (KWEA) ist in Österreich noch sehr heterogen und statistisch schwierig zu erfassen. Der Kleinwindkraftreport 2018 der FH Technikum Wien

nimmt sich dieser Situation an und gibt den aktuellsten Stand zur Marktlage wieder. Ende 2018 waren in Österreich demnach insgesamt 359 KWEA mit einer Gesamtleistung von ca. 1.720 kW in Betrieb, davon 131 KWEA mit einer Nennleistung bis 1 kW (36,5 %) sowie 206 KWEA mit einer Nennleistung bis 10 kW (57,4 %). Nur 22 KWEA wiesen eine Nennleistung > 10 kW auf (6,1 %). In Bezug auf die Leistung entfallen 75,4 % auf KWEA mit einer Nennleistung zwischen 1 kW und 10 kW, 21,3 % auf Anlagen mit einer Nennleistung > 10 kW und lediglich 3,3 % auf KWEA \leq 1 kW. Die Marktentwicklung der Kleinwindkraft in Österreich wurde anhand von Daten ausgewählter Netzbetreiber und Landesförderstellen ermittelt. Darüber hinaus wurden Datenmeldungen von österreichischen aber auch von internationalen Unternehmen im Bereich der Kleinwindkraft eingearbeitet, die in den letzten Jahren zum österreichischen Kleinwindkraftmarkt beigetragen haben, wie z. B. Produzenten von KWEA, Anlagenplaner und -errichter sowie Händler und Vertriebsorganisationen. Detaillierte und weiterführende Informationen befinden sich im Kleinwindkraftreport 2018 von Hirschl et al. (2018). Aktuellere Studien zum Kleinwindmarkt in Österreich sind derzeit nicht verfügbar. Für 2022 ist ein aktualisierter Kleinwindkraftreport geplant.

13.2 Marktentwicklung im Ausland

13.2.1 Marktentwicklung der Windkraft weltweit

Die weltweite Entwicklung der Windkraft hat in bestimmten Regionen auch im Jahr 2021 enorm an Dynamik gewonnen und einen starken Wachstumskurs genommen. Seit 2001 hat der Bestand von 24 GW auf 837 GW im Jahr 2021 zugenommen, was einer Verdreißigfachung entspricht. Weltweit wurden 2021 rund 94 GW Windkraftleistung errichtet, davon 73 GW Onshore und 21 GW Offshore. Von 2020 auf 2021 verzeichnete der Offshore-Bereich damit sein bisher bestes Ergebnis (Lee et al. (2021)). Für die Jahre 2022 bis 2026 wird eine stetige Steigerung der Neuerrichtungen weltweit erwartet, siehe **Abbildung 139**.

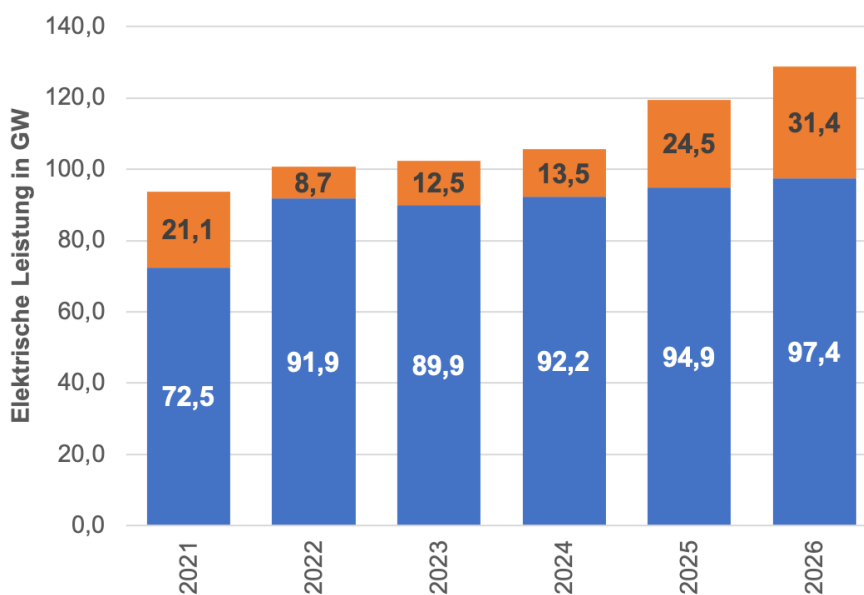


Abbildung 139 – Prognose des Windkraftausbaus weltweit
Quelle: GWEC (2021)

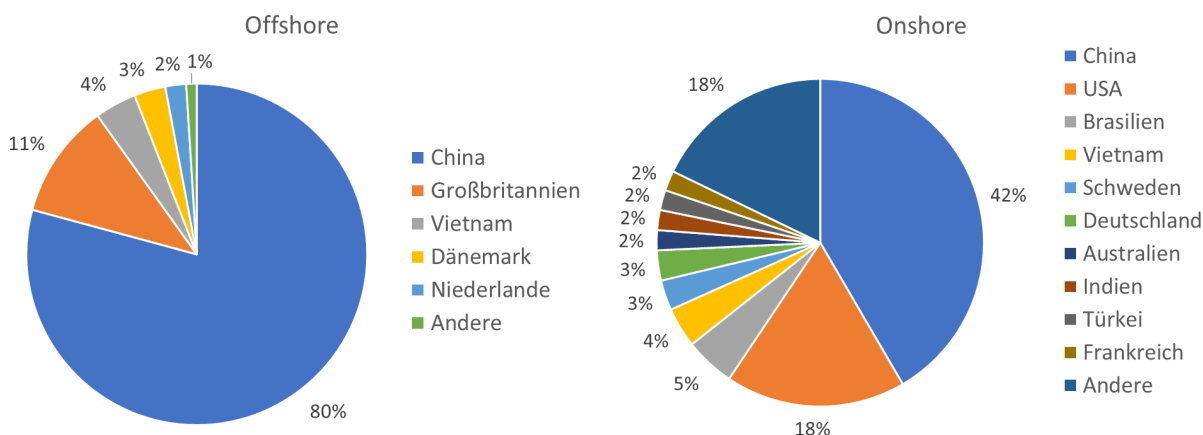


Abbildung 140 – Marktentwicklung weltweiter Gesamtzubau 2021
Quelle: GWEC (2021)

Wie **Abbildung 140** zu entnehmen ist, wurden allein in China Onshore 42 % und Offshore 80 % der neu installierten Windkraftleistung zugebaut. Die 17 GW an neuen Offshore-Windkraftprojekten in China entsprechen der dreifachen Leistung des gesamten weltweiten Offshore-Ausbau im letzten Jahr. Dieser enorme Ausbauschub wurde angetrieben vom Auslaufen des Einspeisetarifsystems Ende 2021. Wie schon 2020 entfiel der zweitgrößte Anteil an zusätzlicher Onshore-Windkraft mit 18 % auf die USA. Damit liegen auch im Jahr 2021 in diesem Sektor die Top-2-Märkte außerhalb von Europa. Hingegen verzeichnen im Offshore-Bereich europäische Länder stärkeres Wachstum, wie Großbritannien mit 11 % sowie an dieser Stelle erwähnenswert die Niederlande und Dänemark.

13.2.2 Marktentwicklung der Windkraft in Europa

In Gesamteuropa waren Ende 2021 Windstromkapazitäten von 236 GW installiert, wovon sich 88 % im Onshore- und 12 % im Offshore-Sektor befinden. Der Zubau von 17,4 GW teilt sich auf 3,3 GW Offshore und 14,1 GW Onshore auf und konnte damit um 18 % gegenüber dem schwachen Ausbau des Vorjahres gesteigert werden. Während Asien, insbesondere China, und die USA gerade im Onshore-Bereich beim Ausbau voranmarschieren, sind die einstigen Pionierstaaten in Europa, so wie schon in den letzten Jahren, nur schwach vertreten.

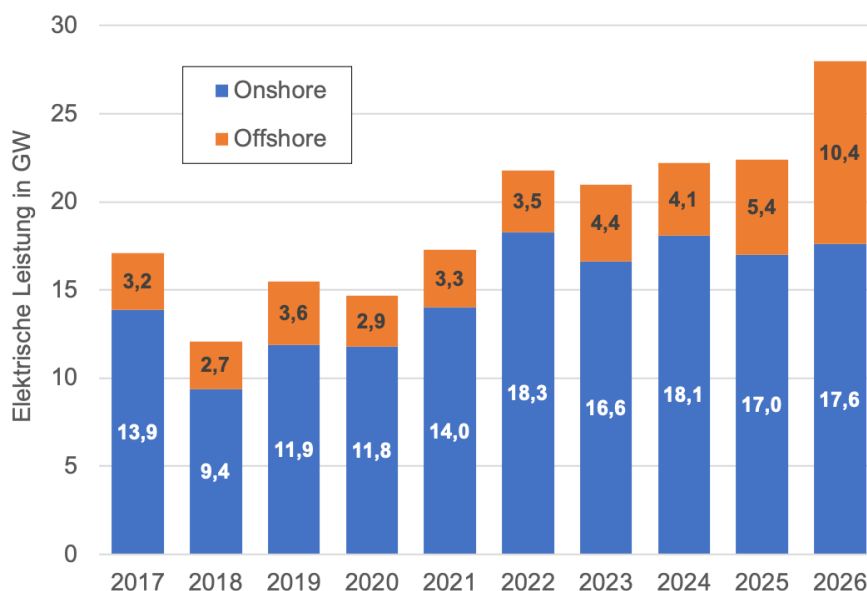


Abbildung 141 – Historische Neuinstallationen Onshore und Offshore in Europa mit Prognose bis 2026. Quelle: WindEurope (2021)

In Europa selbst gibt es ähnlich wie im Vorjahr eine Konzentration des Windkraftausbaus auf niedrigem Niveau auf wenige Länder, was die gesamte Industrie stark von nationalen Entwicklungen abhängig macht. So verteilen sich zwei Drittel des Zubaus auf Länder wie Großbritannien, Deutschland, Türkei, Niederlande, Frankreich und Russland. In Großbritannien wurde dieses Jahr mit 2,7 GW der höchste Zuwachs an Neuinstallationen verzeichnet. Der Umstand, dass sehr große Länder wie Deutschland oder Frankreich dahinter rangieren, zeigt umso mehr den schwächelnden Ausbau in den einstigen Vorreiterländern und Impulsgebern Europas.

In der EU-27 konnten 2021 11 GW Windkraftleistung errichtet werden. Lediglich 1 GW Windkraftleistung davon wurde Offshore errichtet. Damit stehen in der EU Windräder mit einer Gesamtleistung von 189 GW, 8 % davon Offshore. In der EU-27 können damit 14 % des

Elektrizitätsbedarfs durch Windkraft gedeckt werden, 12 % davon werden Onshore erzeugt, siehe Komusanac et al. (2021).

Betrachtet man den Ausbau der Onshore-Windkraft in der EU-27, so sieht die Situation im Vergleich zu anderen Kontinenten und Regionen dramatisch aus. Seit zehn Jahren konnte die Ausbaumenge Onshore in der EU-27 nicht mehr gesteigert werden. Dies ist insofern bedenklich, da die Zielvorgaben der EU eine deutlich stärkere Ausbaurrate verlangen würden, die mit 32 GW um das Dreifache über dem Ausbau von 2021 liegen müsste, siehe hierzu **Abbildung 142**.

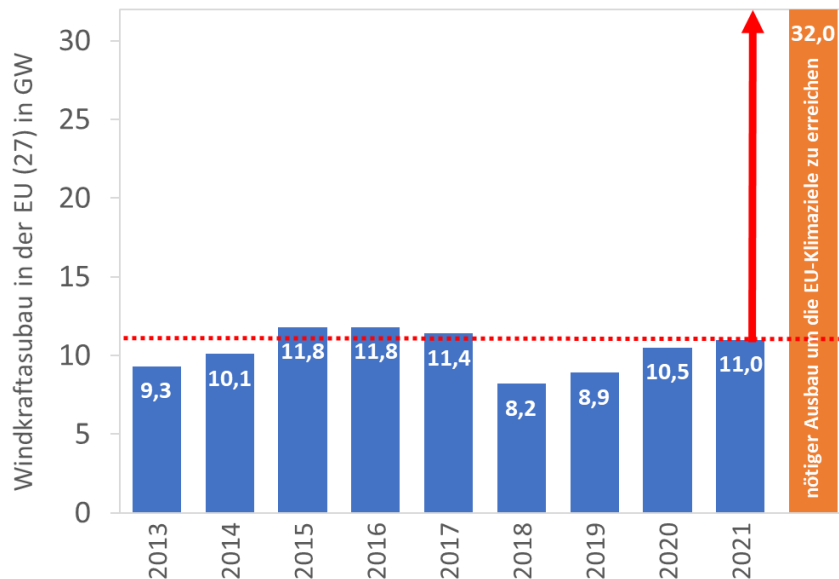


Abbildung 142 – Windkraftausbau EU-27 und Abschätzung des nötigen Ausbaus für die EU-Zielsetzung 2030. Quelle: WindEurope (2021)

Durch die weiterhin schwierige Marktlage kam es 2021 besonders in den für die österreichische Windkraftindustrie wichtigen Märkten wie Deutschland nur zu einer leichten Erholung des Windkraftausbaus. Mit gerade einmal netto 1.900 MW zugebauter Gesamtleistung, zu 100 % im Onshore-Bereich, wurden so wenige Windräder errichtet wie zuletzt vor zehn Jahren. Die Gründe dafür sind vielfältig. Trotz ambitionierter Ausbauziele der deutschen Bundesregierung behindern langwierige Genehmigungsverfahren und uneinheitliche Richtlinien einzelner Bundesländer den raschen Ausbau der Windkraft. Darüber hinaus hat die Einführung von Ausschreibungen 2017 die Windbranche stark verunsichert und bietet nach wie vor keine sichere Förderlandschaft.

Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021

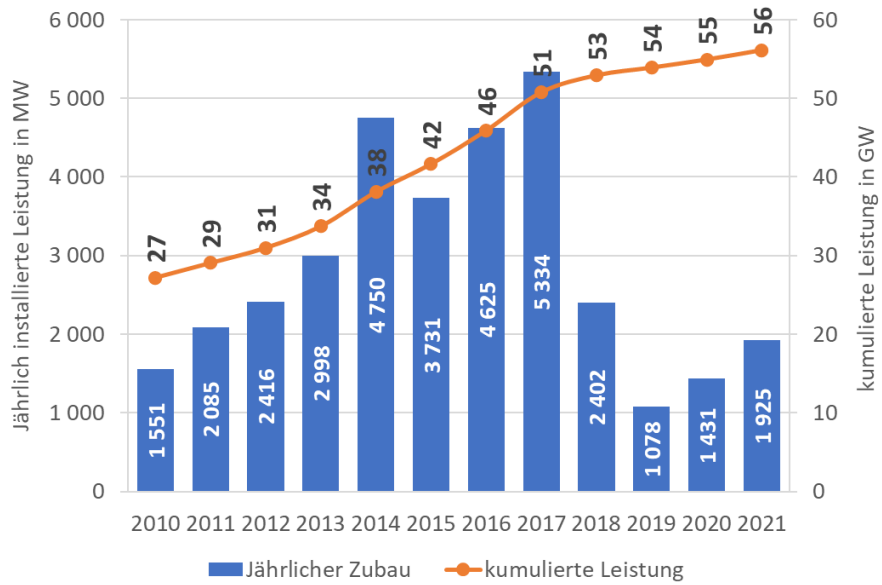


Abbildung 143 – Windkraft-Neuinstallation in Deutschland von 2010 bis 2021
 Quelle: BWE (2021)

13.3 Produktion, Import und Export

Die Befragung von 180 Unternehmen der österreichischen Windkraftindustrie sowie 49 Windkraftbetreibern zeigt in **Abbildung 144**, dass die heimischen Unternehmen eine hohe Exportorientierung gemessen am Umsatz aufweisen. So gaben 36 % der Unternehmen an, einen Exportanteil von mehr als 80 % zu haben, 21 % der Unternehmen gaben einen Exportanteil zwischen 50 % und 80 % an. Für 29 % der Firmen spielt der Export ihrer Güter und Dienstleistungen mit einem Anteil von weniger als 20 % eine geringere Rolle. Im Durchschnitt kann ein Exportanteil von 87 % angenommen werden.

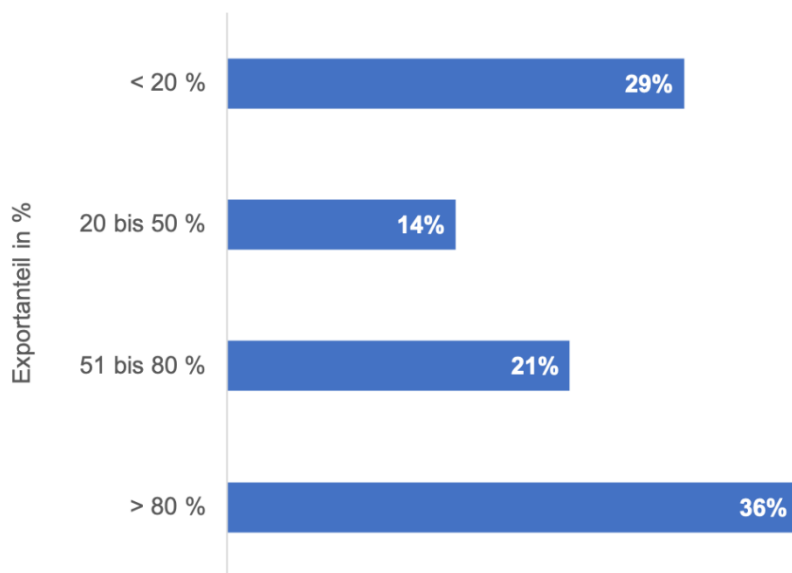


Abbildung 144 – Exportanteile der österreichischen Windkraft-Unternehmen 2021
Quelle: IG Windkraft (2022)

Der Dominanz der europäischen Hersteller von Windkraftanlagen entsprechend, liegen ähnlich wie im Vorjahr die wesentlichsten Exportmärkte mit 52,4 % für die heimische Branche in Europa. Umgekehrt liegen damit über 45 % des Exportvolumens mittlerweile außerhalb von Europa, was die starke Bereitschaft der Unternehmen zeigt, sich in verschiedenen Regionen zu positionieren. Der Großteil der exportierenden Unternehmen nennt Europa allerdings traditionell als Kernmarkt bzw. Kernkundenmarkt, siehe **Abbildung 145**. Asien nimmt mit 19,0 % eine immer wichtigere Stellung ein, hier vor allem geprägt durch China. Da österreichische Unternehmen vor allem Komponenten und Software liefern, besteht eine relativ geringe geografische Bindung, wenngleich die Technologieführerschaft bei europäischen Herstellern liegt. Gleichzeitig befinden sich oftmals auch die Hersteller von Komponenten, für die österreichische Unternehmen Subkomponentenlieferanten sind, in unterschiedlichen Erdteilen. Die Top 4 Exportländer der österreichischen Windkraft waren im Jahr 2021 Deutschland, China, Frankreich und die USA. Die globale Aufstellung einzelner großer Zulieferunternehmen und Hersteller erschwert eine genaue Erfassung der endgültigen Zielmärkte. Entsprechend der schwach ausgeprägten Windindustrie ist die Bedeutung Afrikas beziehungsweise Ozeaniens weiterhin gering. Die stagnierende Situation für die Windbranche in Europa betrifft damit nicht nur die Windkraftbetreiber und Planungsbüros, sondern auch in hohem Ausmaß die Zulieferindustrie in Österreich.

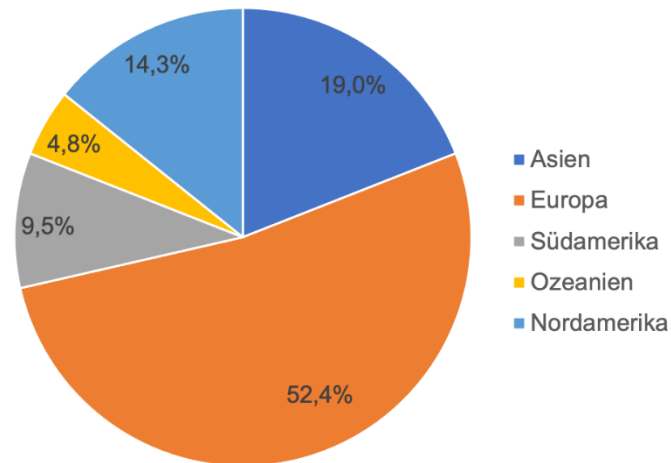


Abbildung 145 – Export nach Kontinenten im Jahr 2021

Quelle: IG Windkraft (2022)

Trotz unsicherer Rahmenbedingungen, einem schwächeren Ausbau in Europa, aber dennoch positiver globaler Wachstumserwartungen erwartet die überwiegende Mehrheit der Unternehmen ein Wachstum des Umsatzes im Bereich der Windenergie in den nächsten zwei Jahren – siehe **Abbildung 146**.

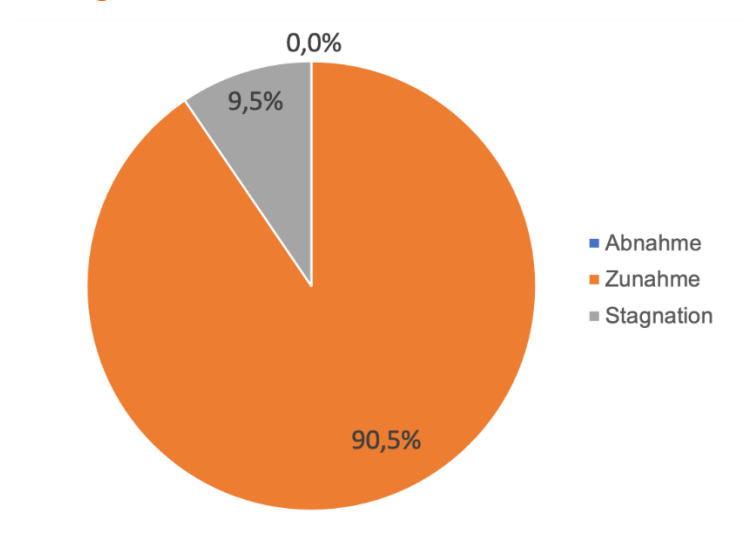


Abbildung 146 – Erwartung zukünftiger Entwicklung der Windkraft

Quelle: IG Windkraft (2021)

13.4 Genutzte erneuerbare Energie

Ende 2021 waren in Österreich 3.294 MW Windenergieleistung am Netz. Die installierte Gesamtleistung reicht aus, um 11 % des Stromverbrauchs zu decken. Rechnerisch ergibt sich je nach Windjahr ein Potential von über 7.600 GWh Jahresstromerzeugung. Im Jahr 2021 wurden laut OeMAG rund 4.952 GWh Strom aus Windkraft eingespeist. Dazu ist der Anteil an Strom aus Windkraftanlagen, der außerhalb der OeMAG vermarktet wird, hinzuzurechnen. Durch den steigenden Strompreis an der Börse sind viele Windparks aus dem Förderregime ausgestiegen und vermarkten ihren Strom selbst. Dadurch ergibt sich aufgrund des Windaufkommens 2021 eine gesamte Erzeugungsmenge von 7.600 GWh.

13.5 Treibhausgaseinsparungen

Die Berechnung und Erläuterung der CO_{2äqu}- Koeffizienten ist in **Kapitel 3.3** dokumentiert. Wie in **Tabelle 78** zusammengefasst, konnten im Jahr 2021 durch die Erzeugung von Elektrizität aus Windkraft im Szenario Substitution Importmix Österreich 2,604 Mio. Tonnen CO_{2äqu} eingespart werden. Im Szenario Substitution ausschließlich des Anteils von Atomstrom und Strom aus fossilen Energieträgern beträgt die Einsparung 3,784 Mio. Tonnen CO_{2äqu}.

Tabelle 78 – Einsparung von CO_{2äqu}-Emissionen durch Windstrom

Quelle: IG-Windkraft (2022)

Szenario	Koeffizient (gCO _{2äqu} /kWh)	Einsparung 2021 (tCO _{2äqu} /a)
Importmix Österreich	342,7	2.604.520
Importmix Österreich – nur Atomkraft und Strom aus fossilen Energieträgern	498,5	3.783.615

Darüber hinaus zeigen aktuelle Studien, dass moderne Windkraftanlagen auch in Hinblick auf die graue Energie bzw. die energetische Rückzahlzeit attraktive Kennzahlen aufweisen.

Eine TÜV-zertifizierte Untersuchung von Enercon errechnet für die in Österreich verbreiteten Anlagen des Typs E-82 von Enercon CO_{2äqu}-Emissionen von 8,7 gCO_{2äqu}/kWh bei einer typischen Laufzeit von 20 Jahren. Die energetische Amortisationszeit, das heißt jene Periode, die notwendig ist, um die während des gesamten Lebenszyklus der Anlage verbrauchte Energie wiederum zu erzeugen, liegt bei 6,6 Monaten.

Eine ähnliche Untersuchung der dänischen PE NWE für den Hersteller Vestas kommt für die auch in Österreich übliche V112-Plattform zu ähnlichen Ergebnissen. Die CO_{2äqu}-Emissionen pro Kilowattstunde werden hier mit 7,0 gCO_{2äqu}/kWh errechnet. Die energetische Amortisationszeit liegt hier bei etwa 8,0 Monaten.

13.6 Umsatz und Wertschöpfung

Insgesamt wurde im Jahr 2021 ein Gesamtumsatz der Windkraftbranche – darunter Windenergiebetreiber sowie Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen – von 1.298 Mio. Euro, also über 1 Milliarde Euro erwirtschaftet. Das bedeutet eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr, vor allem aufgrund der gestiegenen Strompreise.

Die Umsätze aus dem Stromverkauf der Windenergiebetreiber werden anhand der zu Redaktionsschluss vorliegenden Daten für 2021 errechnet. Alle Ökostromanlagen, die noch in der Tarifförderung der Ökostromabwicklungsstelle (OeMAG) sind, erzeugten 2021 4,95 TWh Elektrizität. Diese haben im Jahr 2021 einen Umsatz von 462,3 Mio. Euro erwirtschaftet. Die rund 2,6 TWh erzeugte Windkraft außerhalb der OeMAG-Förderung erlöste mit Bezug auf einen durchschnittlichen Marktwert von Elektrizität im Jahr 2021 einen Umsatz von 282,9 Mio. Euro. In Summe ergeben sich damit Erlöse aus der Bereitstellung von Strom aus Windkraft von 745,3 Mio. Euro. Einen großen Anteil der Umsatzsteigerung von rund 46 % gegenüber 2020 ergibt sich aus den stark gestiegenen Strompreisen und dem dadurch bedingten Wechsel der Erzeuger in die Vermarktung mittels Marktpreis.

Durch die Errichtung von 292 MW neuer Windkraftleistung im Jahr 2021 kommt es außerdem über die Investitionen zu einer erhöhten inländischen Wertschöpfung von 15,3 Mio. Euro jährlich durch den Betrieb, über 189 Mio. Euro Wertschöpfung durch die Errichtung und rund 425 Mio. Euro durch Investitionen in neue Windkraftanlagen. Rund 1.209 Arbeitsplätze werden dadurch bei Errichtung und Abbau und 24 Dauerarbeitsplätze geschaffen, siehe Moidl et al. (2021). Zusätzliche neue Projekte, welche im Zuge der Förderung durch das EAG zukünftig realisiert werden können, werden diesen Wertschöpfungsgewinn zusätzlich steigern.

13.6.1 Entwicklung des Windkraft Zuliefer- und Dienstleistungssektors

Im Zuge der Erhebung unter 180 Unternehmen des Zuliefer- und Dienstleistungssektors erfolgten 50 Rückmeldungen. Darunter größere international tätige umsatz- sowie mitarbeiterstarke „Hidden Champions“. Weitere Daten wurden durch Telefoninterviews sowie dem Firmenbuch ermittelt. Die heimischen Unternehmen mit einer hohen Exportorientierung haben Umsätze im Bereich von rund 552 Mio. Euro erzielen können. Verglichen mit dem Jahr 2020 konnte der Umsatz gesteigert werden. Allerdings sind durch den schwächelnden europäischen Markt die Zulieferunternehmen zunehmend auf Umsätze anderer Regionen angewiesen.

13.7 Beschäftigungseffekte

In der österreichischen Windbranche waren Ende 2021 rund 5.631 Personen beschäftigt. Davon 2.354 in den Bereichen Errichtung, Rückbau, Wartung und Service sowie 490 bei Betreibern von Windkraftanlagen. Aus der zuliefernden Industrie wurden rund 3.277 Beschäftigte gemeldet.

Hinsichtlich der Genderverteilung bei den Beschäftigten war die Verteilung bei den Rückmeldungen wie folgt: 34 % der Beschäftigten sind weiblich und 66 % männlich.

Durch den wieder begonnenen Windkraftausbau konnte die Beschäftigungszahl im Vergleich zum Vorjahr gesteigert werden. Umso mehr unterstreicht das Ergebnis, dass durch einen schleppenden und verzögerten Windkraftausbau auch im Bereich der Beschäftigung kein Wachstum generiert werden kann. Insbesondere für die Bauwirtschaft und damit verbundene Branchen stellen Infrastrukturprojekte im Energiebereich einen signifikanten Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg und die Schaffung von Arbeitsplätzen dar.

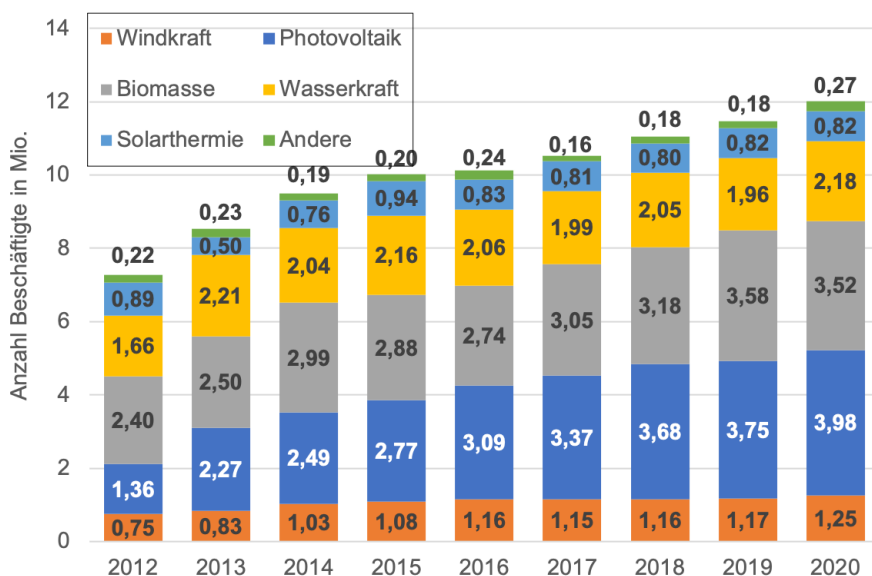


Abbildung 147 – Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energie weltweit
 Quelle: IRENA (2021)

Die Internationale Erneuerbare Energien Agentur IRENA weist in einer aktuellen Erhebung die Beschäftigungsentwicklung der Windkraft sowie der erneuerbaren Energie weltweit aus, siehe **Abbildung 147**. Im Bereich der Windkraft sind 1,25 Millionen Menschen beschäftigt. Die meisten Jobs in der weltweiten Windindustrie befinden sich in China, gefolgt von den USA. Für Europa belegt Deutschland weltweit den dritten Platz mit den meisten Jobs in der Windkraft, gefolgt von Großbritannien.

13.8 Innovationen

13.8.1 Innovationen im Bereich der Windkraft

Bereits rund 180 Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen sind in Österreich im Windenergiebereich bekannt. Viele dieser Firmen sind weltweit führend in den Bereichen Steuerungen, Windkraftgeneratoren, Windkraftanlagen-Design und bei High-Tech-Werkstoffen. Aber auch österreichische Dienstleister wie Kranfirmen, Planungsbüros und Software-Designer sind intensiv im Ausland tätig. Das Engagement erfolgt dabei für On- und Offshore. Zusätzlich haben sich in den letzten Jahren die Betreiber von Windkraftanlagen auch verstärkt im Ausland, z. B. in Deutschland, Frankreich, aber auch in Übersee positioniert.

Im Bereich Innovation gibt es auch einige Start-ups in die Windenergiebranche, welche zum Teil bereits erfolgreich marktreife Produkte und Dienstleistungen anbieten oder gerade entwickeln. Zum Beispiel sind Start-up-Unternehmen wie Eologix, das ein innovatives Eiserkennungssystem für Rotorblätter anbietet, oder Aero-Enterprise, das Drohneninspektionen von Windkraftanlagen durchführt, erfolgreich am Markt tätig. Seit kurzem hat das aus einem Team von Studenten und Forschenden der TU-Wien entstandene Spin-off "Speedpox" ein neues, innovatives Verfahren zur Aushärtung von Faserverbundstoffen entwickelt. Diese Materialien werden im Rotorblattbau u.a. in der Windkraft verwendet. Die österreichische Windkraft sorgt also sowohl mit großen etablierten Unternehmen als auch im Start-up-Bereich für Innovationen.

13.8.2 Forschungsaktivitäten der Windkraftunternehmen

Sowohl die Betreiber von Windkraftanlagen als auch Unternehmen der Zuliefer- und Dienstleistungsbranche wurden im Zuge der Erhebung um Auskunft gefragt, ob sie aktuell Forschungsprojekte betreiben und ob diese mit Universitäten/Fachhochschulen, außeruniversitären Forschungsstätten oder anderen Institutionen stattfinden. Dabei gaben 63 % an, derzeit keine Forschungsaktivitäten in Auftrag gegeben zu haben, 37 % der Unternehmen haben laufende Forschungsprojekte - siehe **Abbildung 148**.

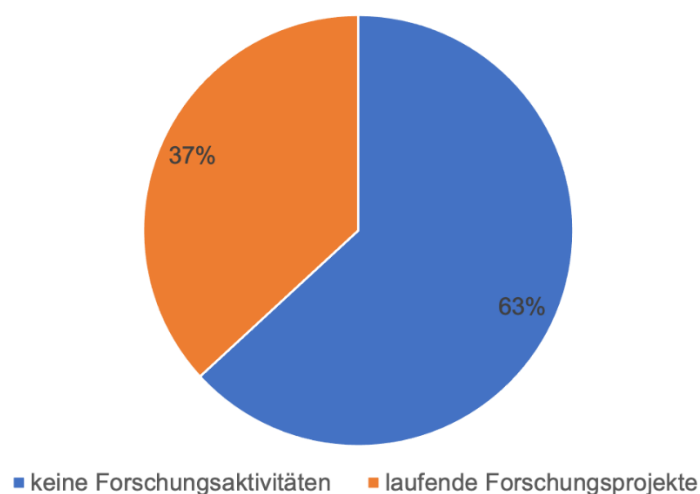


Abbildung 148 – Aktuelle Forschungsprojekte in der Windkraftbranche

Quelle: IG Windkraft (2022)

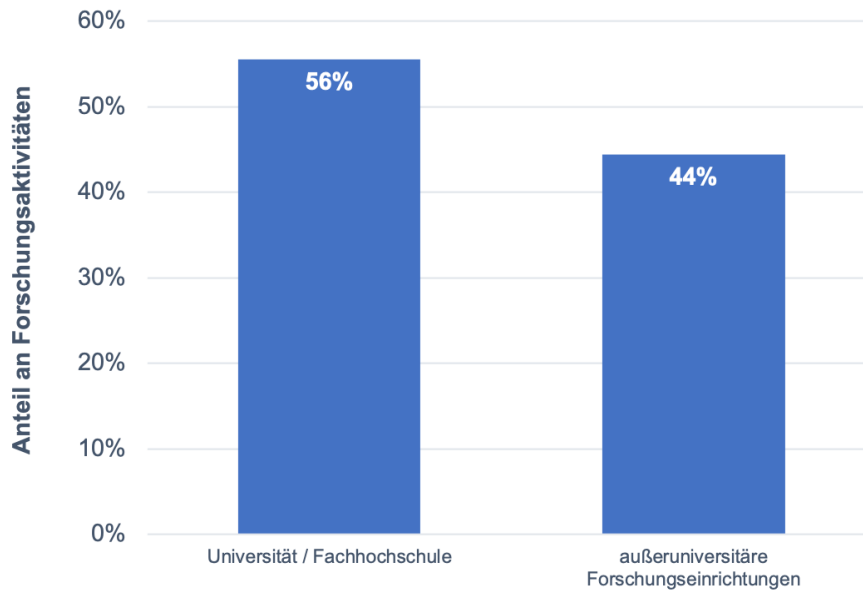


Abbildung 149 – Forschungspartner der Windkraftindustrie
Quelle: IG Windkraft (2022)

Von jenen Unternehmen, die derzeit Forschungsprojekte durchführen, gaben 56 % an, Projekte mit Universitäten oder Fachhochschulen durchzuführen, 44 % gaben an, dabei mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten, siehe **Abbildung 149**.

13.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

Der moderate Ausbau der Windkraft von 292 MW im Jahr 2021 kann in keiner Weise als Erholung oder positiver Trend gesehen werden. Einerseits, weil diese Menge noch weit von den angestrebten und benötigten Ausbaumengen von 500 MW pro Jahr bis 2030 entfernt ist, andererseits, weil die realisierten Projekte noch aus einer „Warteschlange“ aus der Strommarktnovelle 2019 stammen. Ein funktionierendes sowie schlussendlich nun nach langer Konzeption zur Anwendung kommendes EAG muss neue Impulse für zukünftige Projekte generieren. Die zukünftige Marktentwicklung der Windkraft in Österreich wird daher stark von der Ambition und dem Einsatz zur Erreichung der Klima- und Energieziele und dem damit verbundenen Ausbau der Windkraft gerade auf nationaler Ebene abhängen. Der erhoffte wirtschaftliche Wachstumsimpuls ist, nach der Corona-Krise sowie trotz unsicherer geopolitischer Entwicklungen, durch den Ausbau erneuerbarer Energie, insbesondere der Windkraft, sowohl volkswirtschaftlich als auch für die heimischen Dienstleister und Zulieferer mit ihrer hohen Exportorientierung von essenzieller Bedeutung. Nicht nur diese, sondern auch europäische und internationale Markt- und Strompreisentwicklungen werden eine bedeutsame Rolle spielen. Nichtsdestotrotz ist für den langfristigen Erfolg der österreichischen Windkraft ein stabiler, wachsender Heimmarkt unerlässlich. Für die Einschätzung und Bewertung der weiteren Marktentwicklung wird fallweise das Regierungsprogramm 2020-2024 der Bundesregierung, die Studie „Stromzukunft Österreich 2030“ der TU-Wien sowie die Studie der Österreichischen Energieagentur „Klima- und Energiestrategien der Länder“ herangezogen.

Durch die aktuelle geopolitische sowie energiepolitische Lage ist die unumgängliche Umstellung Österreichs hin zu einer Dekarbonisierung sämtlicher Lebens- und Wirtschaftsbereiche und die damit verbundene Forcierung erneuerbarer Technologien offensichtlicher denn je geworden. Die im Regierungsprogramm der aktuellen Bundesregierung für den Zeitraum 2020-2024 vorgegebene Marschroute für den Ausbau erneuerbarer Energie kann hier als vorausschauende Richtungsentscheidung gedeutet werden. So wurden neben den Zielen, Österreich bis 2030 zu 100 % (bilanziell) mit erneuerbarer Elektrizität zu versorgen und bis 2040 Klimaneutralität zu erreichen, konkrete Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energietechnologien wie der Windkraft in Österreich festgeschrieben. So ist geplant, dass bis 2030 ein Zubau von 10 TWh Windkraft, 11 TWh PV, 5 TWh Wasserkraft und 1 TWh Biomasse erfolgen soll. Neben wichtigen und großen Zielen des Regierungsprogramms bedeutet dies allerdings für die Windkraft, dass im Vergleich zum Ausbau der letzten Jahre gemäß des EAG deutlich mehr Windkraft installiert bzw. mit Förderverträgen versehen werden muss. Zur Erreichung des Ziels, den Gesamtstromverbrauch 2030 zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen zu decken und die jährliche Stromerzeugung aus Windkraft bis 2030 um 10 TWh zu steigern, muss das jährlich vorgesehene Vergabevolumen für Windkraft mindestens 400 MW, aufgrund von Repowering allerdings deutlich mehr betragen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen bis 2030 1.200 Windräder mit einer Leistung von 5.000 MW und einer Stromerzeugungskapazität von 12 TWh zugebaut werden.

13.10 Zehn-Jahre-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

Aktuell sind noch wichtige Verordnungen des EAG in Erarbeitung. Für das Jahr 2021 gab es keine Fördermittel aus dem Topf des Ökostromgesetzes 2012, da diese Mittel bereits für den Abbau der Warteschlange 2019 aufgebraucht wurden. Seit 2020 gibt es somit für neue Projekte keine Perspektive ohne ein zur Anwendung kommendes EAG und weitere Fördermittel, wodurch sich aktuell die Entwicklung der Marktlage bis 2030 nur bedingt einschätzen lässt. Es bedarf daher rasch der Finalisierung eines zukünftigen Förderregimes und weiterer Maßnahmen, die einen zügigen Ausbau ermöglichen. Derzeit bietet das bestehende Förderregime für neue Windparks keine Umsetzungsperspektive, da es ohne Förderzusagen keine Bankenfinanzierung von Projekten gibt. Es hat sich bereits wieder eine „Warteschlange“ an zur Realisierung anstehender Projekte gebildet, wenn auch das Volumen der um Genehmigung ansuchenden Projektanträge sich im Vergleich zur Vergangenheit sehr stark reduziert hat.

Bei entsprechend guten Rahmenbedingungen durch das EAG könnte sich für die nächsten 10 Jahre ein Investitionslevel von über 700 Mio. Euro durch Errichtung von Windkraftanlagen generieren lassen. Ein aktueller Forecast auf das Jahr 2022 ergebe mit geeigneten Rahmenbedingungen des EAG 660 Mio. Euro an Investitionen in Österreich, welche der Volkswirtschaft zugute kämen, siehe **Abbildung 150**.

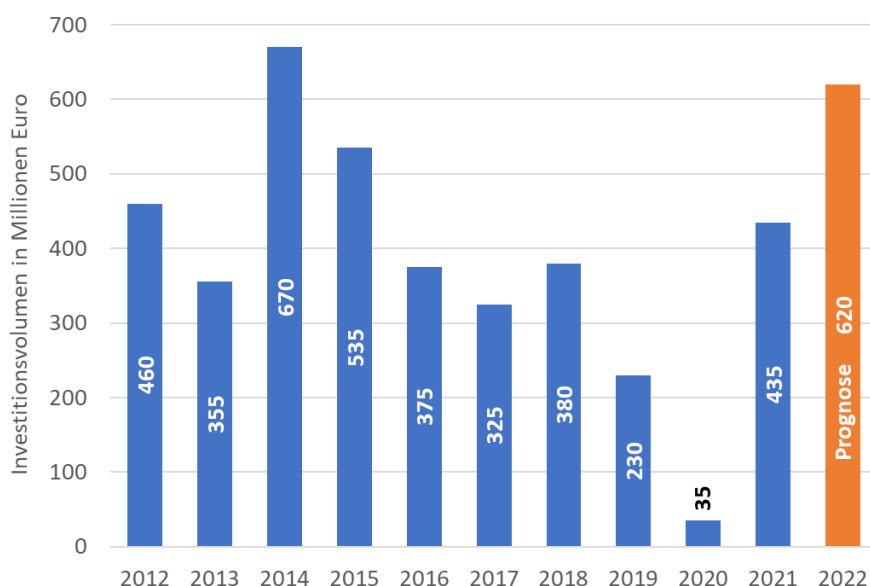


Abbildung 150– Investitionsvolumen EAG sowie Forecast 2022

Quelle: IG Windkraft (2021)

Dieser Ausbau wird aktuell hauptsächlich von den Bundesländern Niederösterreich, dem Burgenland sowie der Steiermark getragen werden. Für den weiteren Ausbau und die Zielerreichung bis 2030 wird es jedoch nötig sein, auch in den restlichen Bundesländern bestehende Potentiale zu nützen, siehe Winkelmeier et al. (2018). Eine entsprechende differenzierte Förderung nach Standorten ist dazu allerdings zwingend erforderlich, um mögliche Ausbaupotentiale von rund 1.000 MW in den westlichen Bundesländern zu realisieren.

13.10.1 Akteure und treibende Kräfte

Die ambitionierten und notwendigen österreichischen Klima- und Energieziele für 2030 sowie 2040, aber auch jene auf europäischer Ebene hinken nach wie vor den tatsächlichen Maßnahmen und realen Umsetzungen hinterher. Zweifelsohne sind sowohl von europäischer als auch nationaler bundespolitischer Seite ambitionierte Ziele und Prozesse gesetzt, welche als treibende Kräfte für einen Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windkraft, dienen. Jedoch gab es im Jahr 2021 kaum nennenswerte Entwicklungen im Vergleich zu 2020, die einen Fortschritt für den Ausbau der Windkraft ermöglicht hätten. Es bedarf daher weiterer Akteure, die abgestimmt agieren und gestalten müssen. Gerade bei der Marktdiffusion der Windkraft kommt den einzelnen Bundesländern eine besondere Rolle zu. Bereits 2020 wurden in einer Studie der Österreichischen Energieagentur die Klima- und Energiepläne der einzelnen Bundesländer analysiert und auf ihre „Klimaneutralität“ bewertet. Wie in **Abbildung 151** ersichtlich, hinken die aktuellen Klima- und Energiestrategien der Bundesländer hinter den nationalen Zielsetzungen bis 2030 hinterher, obgleich einzelne Bundesländer Anpassungen ihrer Pläne angekündigt haben. So möchte das Burgenland zehn Jahre früher als der Bund klimaneutral werden, und das mit starker Unterstützung der Windkraft. Aktuell ist jedoch in den meisten Bundesländern in allen relevanten Bereichen wie z. B. dem Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung, der Reduktion des Energiebedarfs oder der Treibhausgasemissionen ein signifikanter Anpassungsbedarf gegeben. Dazu müssen flankierend administrative, rechtliche und regulative Aspekte, wie z. B. die Windkraftzonierung, die Genehmigungspraxis für Windkraftanlagen uvm., die in die Kompetenz der Bundesländer fallen, verändert und der Beitrag zum Klimaschutz und Ausbau der Erneuerbaren vielfach noch verstärkt werden. Dementsprechende Maßnahmen sind auch den Rückmeldungen aus der Befragung der Windkraftunternehmen zu entnehmen, welche hiervon massiv betroffen sind.

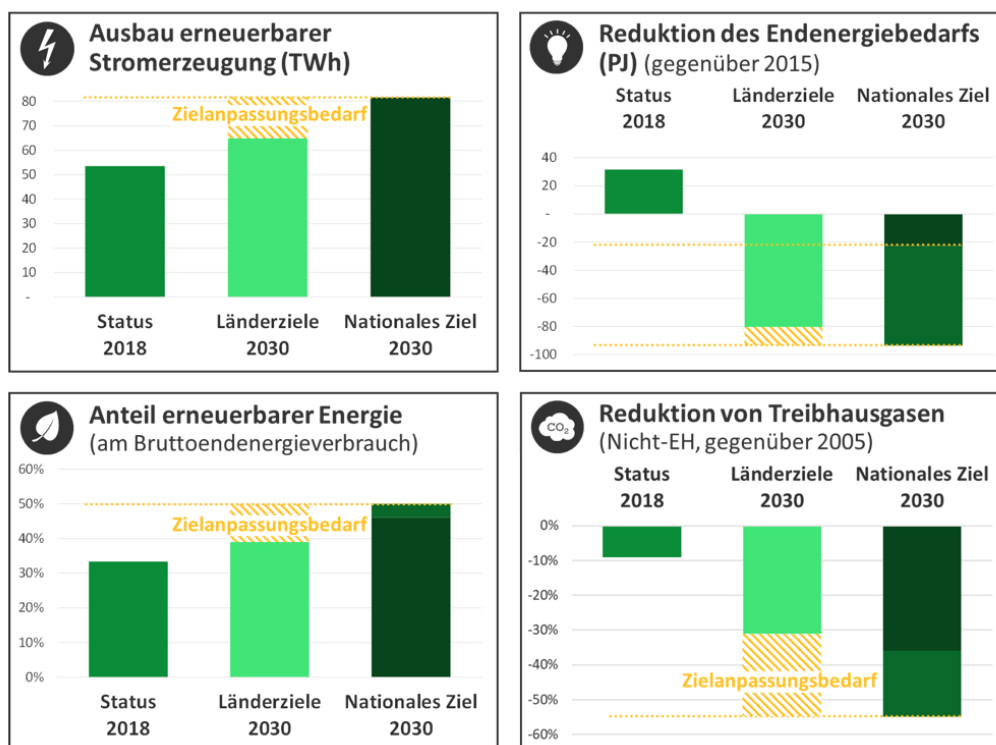


Abbildung 151 – Zielanpassungsbedarf zwischen Bundes- und Länderzielen 2030
 Quelle: Österreichische Energieagentur (2020)

Durch die stark gestiegenen Strompreise, angetrieben durch die Gaskrise und den Krieg in der Ukraine, ist der Druck auf die Bundesländer, die Energiewende und den Ausbau der erneuerbaren Energien rasch voranzutreiben, noch größer geworden. Lediglich erst ein Bundesland hat auf die Energiekrise mit gesetzlichen Änderungen der Rahmenbedingungen reagiert. Das Burgenland hat Anfang April 2022 ein „Erneuerbaren-Beschleunigungsgesetz“ beschlossen. Damit wurde der Ausbau von 1.800 MW Windkraft und 3.200 MW Freiflächen-PV bis 2030 beschlossen. 2030 will das Burgenland dann den gesamten Energieverbrauch von 15 TWh allein aus erneuerbaren Energien erzeugen und klimaneutral sein. Andere Bundesländer sind dem Vorbild des Burgenland bis jetzt noch nicht gefolgt.

13.10.2 Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion

Funktionierendes Fördersystem, Abbau kontraproduktiver Anreize und Subventionen, sozialer Ausgleich

Für einen raschen Ausbau der erneuerbaren Energietechnologien, insbesondere der Windkraft, ist die Ausgestaltung eines zukünftig funktionierenden Förderregimes unerlässlich. Die im Entwurf des EAG enthaltene administrative Festlegung der Förderhöhe für die Windkraft wurde von der Europäischen Kommission nicht gebilligt, daher wird nun auf ein Ausschreibemodell mit einer Förderlaufzeit von 20 Jahren umgestellt. Lediglich eine Tranche von 200 MW wird 2022 einmalig administrativ vergeben werden. Es ist zu hoffen, dass sich die negativen Entwicklungen, die sich bei der Einführung von Ausschreibungen in anderen Ländern gezeigt haben, in Österreich nicht wiederholen werden.

Das im aktuellen Entwurf des EAG enthaltene Marktprämienmodell mit einer Förderlaufzeit von 20 Jahren muss jetzt rasch umgesetzt werden. Im Detail bedeutet das eine Direktvermarktung des Ökostroms, bei welcher der Erzeuger seinen Ökostrom selbst vermarktet und zusätzlich eine gleitende Marktprämie pro Kilowattstunde als Betriebsförderung erhält. Durch eine standortspezifische Förderung soll die Effizienz des Systems noch weiter erhöht werden. Des Weiteren ist im Förderregime ein Mechanismus eingebaut, der den Betreiber verpflichtet, bei hohen Strompreisen einen Teil des Stromerlöses wieder zurückzuzahlen. Damit wird die Windkraft in Österreich, über den dämpfenden Effekt der Windvermarktung beim Strompreis, zukünftig zusätzlich eine preisstabilisierende Rolle beim Strompreis spielen.

Aktive Energieraumplanung zur Bereitstellung der Flächen für den Ausbau erneuerbarer Energie

Im Zuge dieser Markterhebung soll auch auf für die Marktdiffusion relevante Bereiche aufmerksam gemacht werden. Gerade bei der Energieraumplanung und Bewilligung neuer Flächen für die Windkraft können kaum Fortschritte gemeldet werden. Nur Salzburg konnte sich nach jahrelangem Kampf zu einer Zonierung für Windkraft durchringen. Allerdings ist die Raum- und Infrastrukturplanung in den einzelnen Bundesländern nach wie vor unterschiedlich geregelt und wirkt sich signifikant auf den Ausbau von erneuerbaren Energien aus. Eine zielorientierte Energieraumplanung der Bundesländer zur Bereitstellung von Flächen, speziell für Windkraftstandorte, ist aber essenziell, um den Ausbau voranzutreiben. In den Bundesländern Niederösterreich, Burgenland und Steiermark sind über das Raumordnungsrecht Flächen zur Entwicklung der Windkraft ausgewiesen worden. Ebenfalls müssen die für die Windkraft hinderlichen Regelungen in Kärnten und Oberösterreich abgeändert und in weiteren Bundesländern erstmals Zonen festgelegt werden. Die Bereitstellung von ausgewiesenen Flächen zur Windkraftentwicklung muss rasch erweitert und optimiert

werden. Zur Erreichung der bundespolitischen Klima- und Energieziele müssen alle Bundesländer dazu ihren Beitrag leisten, die verfügbaren Potentiale nützen und ausreichend Flächen für den Windkraftausbau zur Verfügung stellen. Erforderlich ist darüber hinaus die Verzahnung der Verantwortung von Bund und Ländern etwa über Art-15a-Vereinbarungen.

Neben der Einschränkung auf einzelne Flächen sind in einigen österreichischen Bundesländern pauschalierte Abstandsregelungen gesetzlich verankert. Diese gehen auf die tatsächliche Emission der Windkraftanlagen nicht ein und berücksichtigen auch nicht die intensive Prüfung in Genehmigungsverfahren. Insbesondere werden dadurch wertvolle Standorte für die Stromerzeugung ausgeschlossen – unabhängig davon, ob eine negative Einwirkung auf Nachbarn und Anrainer besteht. Diese Vorgaben für die Planung, wie etwa die unterschiedlichen pauschalen Abstände zu Siedlungsgebieten und einzelnen Wohngebäuden in den Bundesländern, müssen optimiert werden. Auch ohne diese pauschalen Regelungen herrschen sehr strenge Schutzbestimmungen, z. B. bei Lärm und Schall, welche im weltweiten Vergleich zu den umfassendsten und strengsten gehören. Diese sollten sukzessive auf Verhältnismäßigkeit überprüft werden.

Damit der Windkraftausbau im gewünschten Maß durchgeführt werden kann, müssen die Genehmigungsverfahren effizienter gestaltet werden. So wird zum Beispiel in Niederösterreich im Laufe des Genehmigungsverfahrens das Landschaftsbild drei Mal geprüft. Diese Doppel- und Dreifachprüfungen müssen im wahrsten Sinn vereinfacht werden. Darüber hinaus wird bei der Genehmigung der genaue Anlagentyp genehmigt. Durch technische Entwicklungen und lange Genehmigungszeiten müssen dann vor der Errichtung Anlagen all zu oft umgenehmigt werden, weil die ursprünglich genehmigten Anlagen nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. Daher sollte, so wie bei der Wasserkraft, eine typologisierte Anlagenkonfiguration (Rahmeneinreichung) genehmigt werden. Durch eine bessere Strukturierung und Straffung der Verfahren wäre auch eine Beschleunigung der Genehmigung möglich, ohne die Qualität der Verfahren zu reduzieren. Zusätzlich müssen die Behörden mit ausreichendem Personal und Ressourcen ausgestattet werden, damit es bei den zukünftigen Genehmigungen nicht zu einem Rückstau bei der Bearbeitung kommen kann.

Umfassende Netzplanung über 2030 hinaus notwendig

Gerade in den Regionen Ostösterreichs, wo der verstärkte Ausbau der Windkraft bisher erfolgt ist und wo dieser weiterhin verstärkt erfolgen wird müssen, sind auch viele potentielle Räume für die Photovoltaiknutzung vorhanden. Hier regen wir an, neben den konkreten, im aktuellen Netzentwicklungsplan bereits angeführten Projekten in Zusammenarbeit mit allen Akteuren der Energiewirtschaft, insbesondere mit den Übertragungs- und Verteilungsnetzbetreibern, schon jetzt die wesentlichen Weichen für die Netzentwicklung der Jahre 2030 bis 2040 zu diskutieren, zu planen und zu erstellen.

Dieser Prozess steht im Einklang mit der Verpflichtung der Erstellung eines jährlichen Netzentwicklungsplans der Übertragungsnetzbetreiber und der Verpflichtung zum vorausschauenden Netzausbau sowohl durch Verteilungs- als auch Übertragungsnetzbetreiber. Dadurch wird ein rascher Ausbau der erneuerbaren Energieträger und des Netzes ermöglicht. Die Verpflichtung zur transparenten und vorausschauenden Netzplanung, sowohl auf Übertragungs- als auch auf Verteilernetzebene, sowie die Verpflichtung zur Einbeziehung der Stakeholder sollte rasch gesetzlich verankert werden. Dies gilt auch für die Verpflichtung der Netzbetreiber zum bedarfsgerechten Ausbau der Netze.

13.10.3 Chancen für die österreichische Wirtschaft

Die Wertschöpfungskette der österreichischen Windkraftunternehmen reicht von einfachen Vorleistungen für die Errichtung von Windkraftanlagen über Subkomponentenfertigung bis hin zum Abbau und Recycling von Windkraftanlagen. Neben der Erzeugung von erneuerbarer Energie ergeben sich aus der Nutzung von Windkraftanlagen erhebliche mikro- und makroökonomische Effekte entlang der Lieferkette durch Services, Dienstleistungen, Infrastrukturerrichtung und Produktion von Komponenten für Windkraftanlagen, welche große Chancen für die österreichische Wirtschaft generieren können. Zukünftig werden auch Services zur Digitalisierung und Effizienzsteigerung eine größere Rolle spielen. In folgenden Bereichen sind österreichische Firmen in der Windenergie involviert:

- Alubleche (Aufstiegshilfen)
- Beratung, Planung, Gutachten und Entwicklung
- Bremsen
- Condition Monitoring
- Eisenbleche (Türme, Generatoren, Getriebe)
- Flügel- und Gondelmaterialien
- Generatoren
- Getriebe und Hydraulik
- Transport
- Kran- und Hebetechnik
- Lager
- Mess- und Regelungstechnik
- Netzanbindung (Hoch- und Mittelspannungsbereich)
- Schmierstoffe
- Steuerungen
- Verschalungsplatten
- Grundlagenforschung

13.10.4 Vision für 2050

Durch die ambitionierte Zielsetzung der Bundesregierung, Österreich bis 2040 in die Klimaneutralität zu führen, wird der Windkraft in den nächsten 10 bis 20 Jahren eine bedeutende und tragende Rolle in der Erbringung der nötigen Strommenge zukommen. In den nächsten Jahrzehnten wird durch die anstehende Elektrifizierung von industriellen Prozessen sowie durch die E-Mobilität zusätzlicher Bedarf nach erneuerbarer Energie, insbesondere nach erneuerbarem Strom, entstehen.

Für die valide Abschätzung des realisierbaren Windkraftpotentials für Österreich zum Jahr 2050 bedarf es eingehender Analysen und Forschungsprojekte. Das mögliche nutzbare Potential der Windkraft bis 2050 wird insbesondere von der Entwicklung der Windkrafttechnik sowie von der Erschließbarkeit erforderlicher Flächen für die Windkraft bestimmt.

Im Rahmen des Projektes “Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030“ von Krenn et al. (2014), gefördert durch den Energie- und Klimafonds, die FFG und eine Ko-Finanzierung der IG Windkraft, sowie im Rahmen einer Neubewertung aus dem Jahr 2018 konnte das Potential der Windkraft bis 2030 sehr valide erhoben werden. Dabei bezieht sich die Abschätzung auf das realisierbare Windkraftpotential:

- Die nachgewiesene Steigerung der Größe und Effizienz der Anlagen, die in den letzten Jahren zum Einsatz gekommen sind, waren Anlass für eine Neubewertung.
- Für das Jahr 2030 ist mit einem realisierbaren Windkraftpotential nach dem EAG von 7.000 MW Leistung und einer jährlichen Stromproduktion von 17,3 TWh mit 1.700 Anlagen zu rechnen.

Bezieht man den für das Jahr 2030 prognostizierten Stromverbrauch auf 88 TWh, wäre der Anteil der Windenergie am Stromverbrauch Österreichs bei rund 20 %. Die Aussagen über die technischen Potentiale aus der Studie von 2018 wie auch ältere Untersuchungen, die sich größtenteils mit den technischen Potentialen auseinandergesetzt haben, legen den Schluss nahe, dass das realisierbare Potential für 2050 für die Windkraftnutzung um ein Vielfaches höher liegt. Für eine valide Abschätzung eines realisierbaren Windkraftpotentials für Österreich bis zum Jahr 2050 bedarf es jedoch noch einer eingehenden Analyse, beziehungsweise besteht jedenfalls weiterer Forschungsbedarf.

Windkraftpotential auf 2 % der österreichischen Landesfläche

Wenn man alle Naturschutzgebiete, Siedlungsflächen, Hangschräglagen und Abstände zu Einbauten außer acht lässt, kommt man mit der derzeitigen Windkrafttechnologie auf ein wirtschaftlich mögliches, technisches Potential der Windkraftnutzung in Österreich von 33.000 MW.

Für eine Abschätzung des Flächenbedarfs einer zukünftigen Windkraftnutzung hat die IG Windkraft mit dem Energiewerkstatt Verein eine Flächenberechnung durchgeführt – siehe Tabelle 5. Dabei wurde berechnet, wie viel Windstrom auf einer Windparkfläche von 2 % der österreichischen Landesfläche erzeugt werden kann. Dafür wurden die Windstandorte in drei Güteklassen (A, B und C) eingeteilt. Für die Berechnung wurde eine Flächennutzung im Verhältnis 30 % Güteklasse A, 40 % Güteklasse B und 30 % Güteklasse C angenommen. Als Windparkfläche wird die windparkumhüllende Fläche verstanden. Die Windkraftanlagen der 5-MW-Klasse wurden zur Berechnung herangezogen.

Die Berechnungen erbrachten folgende Ergebnisse:

- Derzeit stehen auf 0,2 % der österreichischen Landesfläche Windparks mit einer Leistung von rund 3.300 MW und erzeugen 7,6 TWh Windstrom.
- Auf 2 % der österreichischen Landesfläche (1.678 km²) könnten mit Windparks 83 TWh Windstrom erzeugt werden. Derzeit wird in ganz Österreich 74 TWh Strom verbraucht.
- 83 TWh entspricht der doppelten Wasserkrafterzeugung in Österreich.
- 1.678 km² entsprechen der österreichischen Anbaufläche für Ölfrüchte.
- 99 % der Windparkfläche bleiben nach wie vor landwirtschaftlich nutzbar.

Tabelle 79 – Flächenbedarf der Windkraft in Österreich
Quelle: Energiewerkstatt

	Flächenanteil Österreichs [%]	Flächenbedarf [km ²]	Leistung [MW]	Erzeugung [TWh/Jahr]	Anteil am Verbrauch [%]
Bestand 2021	0,20	171	3.300	7,6	10,3
Prognose 2024	0,29	239	4.350	10,0	13,5
Ziel 2030 (EAG)	0,46	385	7.000	17,3	23,4
Ziel 1 %	1,00	839	14.700	43,3	58,5
Ziel 2 %	2,00	1.678	29.400	83,4	112,7

13.10.5 Österreich im Europa-Vergleich

In **Abbildung 152** ist die im Jahr 2021 in den Top-15-Ländern Europas installierte Anzahl an Windkraftanlagen dargestellt. Mit 67 Anlagen ist Österreich nur in den niedrigen Bereichen zu finden.

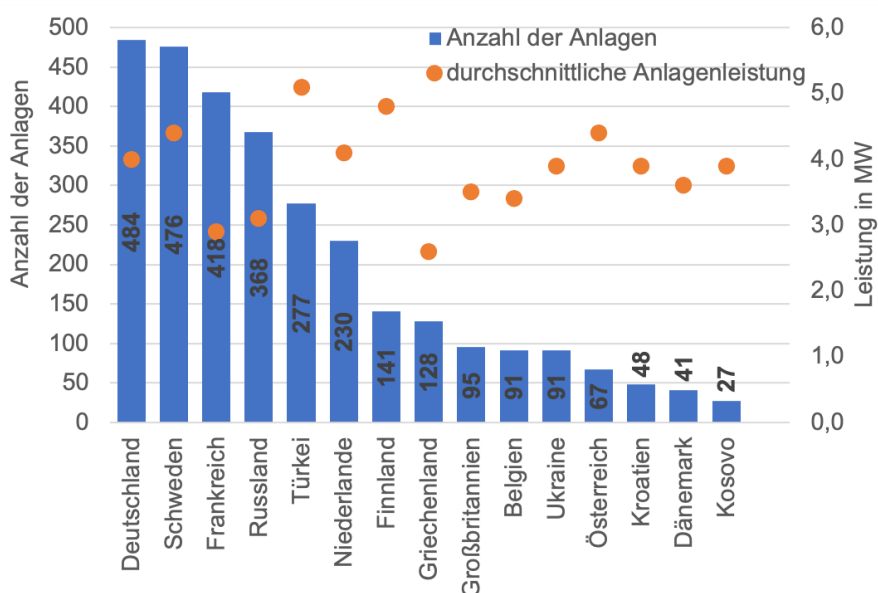


Abbildung 152 – Neustallationen von Windkraftanlagen in Europa 2021 nach Anzahl der Anlagen und durchschnittlicher Leistung. Quelle: WindEurope (2021)

14 Literaturverzeichnis

AEE INTEC (2022) Beiträge und Berechnungen von AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) zur vorliegenden Studie.

AIEL (2022) Associazione Italiana Energie Agroforestali, persönliche Auskunft, März 2022.

Amt der NÖ Landesregierung (2022) persönliche Auskunft, Februar 2022.

Antal, M., Concas, G., Despotou, E., Gammal, A., Montoro, F., Latour, M., Liamas, P., Masson, S., Vanbuggenhout, P., Teske, S., Rolland, S., Short, R. (2010) Solar Generation 6 – Executive Summary“. European Photovoltaic Industry Association, Greenpeace,
<http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2010/SolarGeneration2010.pdf> vom 27.04.2012

Baumann Martin, Karin Fazeni-Fraisl, Thomas Kienberger, Peter Nagovnak, Günter Pauritsch, Daniel Rosenfeld, Christoph Sejkora, Robert Tichler (2021) Erneuerbares Gas in Österreich 2040 - quantitative Abschätzung von Nachfrage und Angebot. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien, Juni 2021.

Beier Carsten, Boris Dresen, Benjamin Haase, Cornelius Schill, Michael Winkel, Patrick Wrobel, Peter Bretschneider, Steffen Nicolai, Frank Karstädt, Daniel Beyer, Samir Kharboutli, Cristian Monsalve (2017) Bedarfsanalyse Energiespeicher 2 – Auswirkungen der räumlichen Verteilung von Anlagen zur Stromerzeugung und Bewertung von Energieausgleichstechnologien. Forschungszentrum Jülich, 31. Dezember 2017.

BEST (2022) Beiträge und Berechnungen der Firma BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH zur vorliegenden Studie.

Biermayr et al. (2013) GEOSOL - Erfolgsfaktoren für solare Mikrowärmenetze mit saisonaler geothermischer Wärmespeicherung, Endbericht zum Forschungsprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms “Sparkling Science“, gefördert vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung.

Biermayr Peter, Werner Weiss, Irene Bergmann, Hubert Fechner, Natalie Glück (2008) Erneuerbare Energie in Österreich – Marktentwicklung 2007, Endbericht zur Forschungsarbeit im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 19/2008.

Biermayr Peter, Werner Weiss, Irene Bergmann, Hubert Fechner, Natalie Glück (2009) Erneuerbare Energie in Österreich – Marktentwicklung 2009, Endbericht zur Forschungsarbeit im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 16/2009.

Biermayr Peter, Rita Ehrig, Christoph Strasser, Manfred Wörgetter, Natalie Prügler, Hubert Fechner, Markus Nurschinger, Werner Weiss, Manuela Eberl (2010) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2009, Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 15/2010.

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Rita Ehrig, Hubert Fechner, Andreas Galosi, Christa Kristöfel, Natalie Prügler, Christoph Strasser, Werner Weiss, Manfred Wörgetter (2011) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2010, Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 26/2011.

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Rita Ehrig, Hubert Fechner, Christa Kristöfel, Peter Eder-Neuhauser, Natalie Prügler, Andrea Sonnleitner, Christoph Strasser, Werner Weiss, Manfred Wörgetter (2012) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2011, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 12/2012.

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Rita Ehrig, Hubert Fechner, Christa Kristöfel, Kurt Leonhartsberger, Stefania Martelli, Christoph Strasser, Werner Weiss, Manfred Wörgetter (2013) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2012, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 17/2013.

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Monika Enigl, Rita Ehrig, Hubert Fechner, Christa Kristöfel, Kurt Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Manfred Wörgetter (2014) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2013, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 26/2014.

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Christa Kristöfel, Kurt Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Elisabeth Wopienka (2015) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2014, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 11/2015.

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Christa Kristöfel, Kurt Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Elisabeth Wopienka (2016) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2015, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 6/2016.

Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Kurt Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2017) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2016, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 13/2017.

Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Kurt Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2018) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2017, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 4/2018.

Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Lukas Fischer, Bernhard Fürnsinn, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2019) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2018, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 20/2019.

Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Bernhard Fürnsinn, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Maximilian Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2020) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2019, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 14/2020.

Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Bernhard Fürnsinn, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Maximilian Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2021a) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 18/2021.

Biermayr Peter, Stefan Aigenbauer, Monika Enigl, Christian Fink, Samuel Knabl, Kurt Leonhartsberger, Doris Matschegg, Evelyne Prem, Christoph Strasser (2021b) Energiespeicher in Österreich – Marktentwicklung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 35/2021.

Bioenergy Europe (2021a) Policy Brief: Pellets Bioenergy Europe Statistical Report 2021.

Bioenergy Europe (2021b) Policy Brief: Biomass Supply Bioenergy Europe Statistical Report 2021.

BMLRT (2021) Holzeinschlagsmeldung 2020, Wien.

Bundesgesetzblatt (2019) Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2019, Ausgabe am 22. Oktober 2019, 97. Bundesgesetz: Änderung des Ökostromgesetzes 2012 (ÖSG2012). https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/2019_10_22_III_Novelle_OESG_2012.pdf, 14.04.2021.

Bundesgesetzblatt (2017) Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2017, Ausgabe am 26. Juli 2017, 108. Bundesgesetz: Änderung des Ökostromgesetzes 2012, des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes 2010, des Gaswirtschaftsgesetzes 2011, des KWK-Punkte-Gesetzes und des Energie-Control-Gesetzes sowie Bundesgesetz, mit dem zusätzliche Mittel aus von der Energie-Control Austria verwalteten Sondervermögen bereit gestellt werden. https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/Novelle_Oekostromgesetz_2012.pdf, 14.04.2021.

Bundeskanzleramt (2020) Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020 – 2024.

bwp (2020) Regularium für das Label “SG Ready“ für elektrische Heizungs- und Warmwasserwärmepumpen und kompatible Systemkomponenten. Bundesverband Wärmepumpe e.V., Version 2.0, gültig ab 01.06.2020,

https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/bwp_service/Guetesiegel/2020_SG-ready_Regularien_2.0_final.pdf vom 15.10.2021

DEPI (2022) Pelletsproduktion und -verbrauch in Deutschland. Deutsches Pelletinstitut.

<https://depv.de/p/Pelletmarkt-in-Deutschland-wachst-weiter-erstmal-uber-4-Mio-Tonnen-THG-Emissionen-eingespart-3nedNipYKbZxHK4YC9KqXV>

DEPV (2021) Pelletfeuerungen in Deutschland. Deutsches Pelletinstitut, <https://depv.de/p/Pelletmarkt-in-Deutschland-zieht-spurbar-an-Hoher-Absatz-an-Feuerungen-und-erstmal-mehr-als-3-Mio-Tonnen-Produktion-jA6jfkSq8WrB4aVVmipgaj>

Deutsche Windguard (2020) Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland.

Deutsche Windguard (2020) Status des Windenergieausbaus auf See in Deutschland.

eclareon (2022) eclareon GmbH <https://www.eclareon.com/de/>, Abfrage am 06.04.2022.

E-Control (2022a) Betriebsstatistik 2021, Bilanz der elektrischen Energie in Österreich, Monatliche Bilanz, Datenstand April 2022. https://www.e-control.at/strom_betriebsstatistik_2020, Abfrage vom 15.04.2022.

E-Control (2022b) Bestandsstatistik 2021, Engpassleistung nach Kraftwerkstypen zum 31. Dezember 2021. <https://www.e-control.at/statistik/strom/bestandsstatistik>, 15.04.2022.

EN Plus (2022) <https://enplus-pellets.eu/en-in/certifications-en-in/producer-en-in.html>, Abfrage am 29.03.2022

ENFOS (2022) Beiträge und Berechnungen der Firma ENFOS e.U. – Energie und Forst, Forschung und Service, zur vorliegenden Studie.

EScience Associates (2013) The localisation potential of Photovoltaics (PV) and and strategy to support large scale roll-out in South Africa. http://www.sapvia.co.za/wp-content/uploads/2013/04/PV-Localisation_Draft-Final-Report-v1.2.pdf vom 25.04.2013.

Euroobserver (2021) Heat Pumps Barometer, <https://www.euroobserv-er.org/heat-pumps-barometer-2021/>

Europäische Kommission (2020) Energiestrategie, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de

Eurostat (2022a) Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie in der EU28/EU27. Brüssel.

Eurostat (2022b) Datenbank "Handel" unter <http://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>

Faij A. (2018) Securing sustainable resource availability of biomass for energy applications in Europe; review of recent literature. University of Groningen – The Netherlands.

Faninger Gerhard (2007) Erneuerbare Energie in Österreich – Marktentwicklung 2006, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 11/2007.

Fechner, H., Mayr, C., Schneider, A., Rennhofer, M., Peharz, G. (2016) Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 15/2016.

Fechner, H. Rosner, M., Mayr, C., Rennhofer, M., Schneider, A., Peharz, G. (2018) Technologie-Roadmap Photovoltaik (Teil 2, 2018) Potenziale und Technologie-Entwicklungsbedarf für Photovoltaik in den Sektoren Gewerbe/Industrie – Mobilität – Landwirtschaft – Gebäude/Städte. Schriftenreihe 27/2018.

Fechner Johannes (2020) Fact Sheet Thermische Bauteilaktivierung. Klima- und Energiefonds, Wien, 2020, <https://www.bauteilaktivierung.info/factsheet/> vom 15.10.2021.

Fink, C., Preiß D. (2014) Solarwärme Roadmap 2025.

Friedl Werner, Kathan Johannes (2018) Innovative Energiespeichersysteme in und aus Österreich – Empfehlungen für Innovation, Umsetzungsschritte, Wertschöpfungskette; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, August 2018.

Friedl Werner, Veronika Wild, Hartmut Popp, Klaus Kubezcko, Johannes Kathan, Georg Zahradnik, Bernd Windholz, Karl-Heinz Leitner, Stefanie Kaser, Florian Hengstberger (2018) Technologieroadmap Energiespeichersysteme in und aus Österreich; im Auftrag des Klima- und Energiefonds (Herausgeber), Wien, August 2018.

Friembichler Felix, Simon Handler, Klaus Krec, Harald Kuster (2016) Energiespeicher Beton – Thermische Bauteilaktivierung – Planungsleitfaden für Einfamilien- und Reihenhäuser. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 9/2016, Wien, Juni 2016.

GENOL (2022) Auskunft der Firma GENOL Gesellschaft m.b.H., Wien 2022.

Goeke Johannes (2021) Thermische Energiespeicher in der Gebäudetechnik – Sensible Speicher, Latente Speicher, Systemintegration; Springer Vieweg, ISBN: 978-3-658-34510-5.

Haas Reinhard, Peter Biermayr, Lukas Kranzl (2006) Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger - wirtschaftliche Bedeutung für Österreich, Wirtschaftskammer Österreich, Dachverband Energie-Klima, Forschungs-Endbericht vom Jänner 2006.

Haas Reinhard, Gustav Resch, Bettina Burgholzer, Gerhard Totschnig, Georg Lettner, Hans Auer, Jasper Geipel (2017) Stromzukunft Österreich 2030, TU-Wien.

HAMPL, N., et al. (2015) Erneuerbare Energien in Österreich 2015 Einstellungen, Assoziationen und Investitionsintention österreichischer Haushalte betreffend erneuerbare Energietechnologien. Wirtschaftsuniversität Wien.

HAMPL, N., Sposato, R., Marterbauer, G., Nowshad, A., Strebl, M., Salmhofer, A., Grohs, L. (2022) Erneuerbare Energien in Österreich 2022 - Der jährliche Stimmungsbarmeter österreichischer Haushalte zu erneuerbaren Energien. Februar 2022, verfügbar unter <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/energy-resources/at-erneuerbare-energien-2022.pdf>

Hartl Michael, Peter Biermayr, Annemarie Schneeberger, Petra Schöfmann (2016) Österreichische Technologie- und Umsetzungsroadmap für Wärmepumpen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 8/2016, im Auftrag des BMVIT, Juni 2016.

Hirschl Alexander, Kurt Leonhartsberger, Mauro Peppoloni (2018) Kleinwindkraftreport Österreich 2018, FH-Technikum Wien.

IEA PVPS (2022) Snapshot of Global PV Markets2022. <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2022>, 12.05.2022.

IG Windkraft (2021) Beiträge und Berechnungen der Interessengemeinschaft Windkraft Österreich-IGW zur vorliegenden Studie.

Klima- und Energiefonds (2020c) Leitfaden für Planungsdienstleistungen Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung. Jahresprogramm 2020, Wien, Dezember 2020.

Klima- und Energiefonds (2021a) Leitfaden Photovoltaik-Anlagen in der Land- und Forstwirtschaft - Jahresprogramm 2021/2022. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_PV_LW_2021_2022.pdf, 25.02.2022.

Klima- und Energiefonds (2021b) Leitfaden Klima- und Energie- Modellregionen - Jahresprogramm 2021. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_Klima-und-Energie-Modellregionen_2021.pdf, 25.02.2022.

Klima und Energiefonds (2021c) Leitfaden Photovoltaik- und Speicheranlagen in der Land- und Forstwirtschaft. November 2021, verfügbar unter https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_PV_LW_2021_2022.pdf

IEA PVPS (2022) Snapshot of Global PV Markets2022. <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2022>, 12.05.2022.

Komusanac Ivan, Daniel Fraile, Guy Brindley (2020) Wind energy in Europe in 2019 - Trends and statistics, WindEurope.

Köppl Angela, Daniela Kletzan-Slamanig, Katharina Köberl (2013) Österreichische Umwelttechnikindustrie - Export und Wettbewerbsfähigkeit, WIFO, März 2013.

KPC – Kommunalcredit Public Consulting (2022) Auskunft über die Förderungen der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie durch die KPC im Jahr 2021.

- Kranzl L., Müller A., Maia I., Büchele R., Hartner M. (2018)** Wärmезukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich – Kurzfassung. Wien 2018.
- Krenn Andreas, Florian Zimmer, Hans Winkelmeier (2014)** DAS REALISIERBARE WINDPOTENTIAL ÖSTERREICHS FÜR 2020 UND 2030, IG Windkraft.
- Lee Joyce, Feng Zhao (2020)** GLOBAL WIND REPORT 2020, Global Wind Energy Council.
- LK NÖ (2022a)** Monatlicher Holzmarktbericht Jänner 2021 bis Dezember 2021, Landwirtschaftskammer Niederösterreich, St. Pölten.
- LK NÖ (2022b)** Biomasse – Heizungserhebung 2021. Landwirtschaftskammer Niederösterreich, erarbeitet durch Herbert Haneder, St. Pölten 2022.
- LK Steiermark (2022)** Landwirtschaftskammer Steiermark, Abteilung Forst und Energie. Mündliche Auskunft.
- Mineralölwirtschaftsverband (2022)** Rohölpreisentwicklung 2005-2021, Download unter <http://www.mwv.de/index.php/daten/statistikenpreise>, Datenstand April 2022.
- Moidl Stefan, Martin Jaksch - Fliegenschnee, Evelyn Weiss, Patrik Wonisch (2020)** Outlook 2024, IG Windkraft.
- Müller Andreas, Peter Biermayr, Lukas Kranzl, Reinhard Haas, Florian Altenburger, Irene Bergmann, Günther Friedl, Walter Haslinger, Richard Heimrath, Ralf Ohnmacht, Werner Weiss (2010)** Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050. Endbericht zum Klima- und Energiefonds Forschungsprojekt Nr. 814008, Dezember 2010.
- Nast Michael, Harald Drück, Hans Hartmann, Tobias Kelm, Sebastian Kilburg, Dirk Mangold, Helmuth Winter (2009)** Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien 2007-2008. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart 2009.
- OeMAG (2022a)** Ökostrom Statistik – Einspeisemengen <https://www.oem-ag.at/de/oekostromneu/einspeisemengen/oekobilanzgruppe/>
- OeMAG (2022b)** Ökostrom Statistik – Installierte Leistung und aktive Verträge <https://www.oem-ag.at/de/oekostromneu/installierte-leistung/>
- ONB (2022)** Konjunktur aktuell, Österreichische Nationalbank, Berichte und Analysen zur wirtschaftlichen Lage, Ausgabe März 2022, Download unter: <https://www.oenb.at/Publikationen/Volkswirtschaft/konjunktur-aktuell.html>
- Österreichische Energieagentur (2020)** Klima- und Energiestrategien der Länder.
- ProPellets Austria (2022)** Pelletsproduktion, -produktionskapazität und –inlandsverbrauch und Produktionskapazitäten österreichischer Hersteller in Tonnen. Datenermittlung durch Christian Schlagitweit, Wolfgraben.
- PV Austria (2020)** PV-Strom verkaufen: PVA-Plattform für Überschuss-Einspeiser. <http://www.pvaustria.at/strom-verkaufen>, 29.04.2020.
- Quaschnig, V. (2012)** Der unterschätzte Markt. erschienen in BWK Bd. 64 (2012) Nr. 7/8, S.25-28, <http://www.volker-quaschnig.de/artikel/2012-08-Der-unterschaetzte-Markt/index.php>
- Renner, M., Sweeney, S., Kubit, J. (2008)** Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world". Worldwatch Institute, Nairobi, ISBN 978-92-807-2940-5.
- Resch Gustav, Burgholzer Bettina, Totschnig Gerhard, Geipel Jasper (2016)** Stromzukunft 2030. Technische Universität Wien, Energy Economics Group.
- Rummich Erich (1988)** Nichtkonventionelle Energiespeicher; Technische Universität Wien, Institut für Elektrische Maschinen und Anlagen, Vorlesungsskriptum, Wien 1988.
- Statistik Austria (2019)** Statistik der Landwirtschaft 2018, Wien.
- Statistik Austria (2020a)** Statistik der Landwirtschaft 2019, Wien.
- Statistik Austria (2020b)** Energiestatistik: MZ Energieeinsatz der Haushalte 2019/2020, Wien.

Statistik Austria (2020c) Jahresdurchschnittspreise und -steuern für die wichtigsten Energieträger
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/preise_steuern/index.html,
29.04.2021.

Statistik Austria (2021a) Statistik der Landwirtschaft 2020, Wien.

Statistik Austria (2021b) Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion 2020,
https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertreaege/feldfruechte/index.html

Statistik Austria (2021c) Bevölkerung zu Quartalsbeginn seit 2009 nach Staatsangehörigkeit und Bundesland.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_zu_jahres-quartalsanfang/index.html, 29.04.2021.

Statistik Austria (2022a) Monatliche Firmennachrichten / Konjunkturstatistik 2016-2021 Wien.

Statistik Austria (2022b) Energiestatistik. Gesamtenergiebilanzen Österreich 1970 bis 2020, Wien.

Statistik Austria (2022c) Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion 2021 nach Bundesländern,
https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertreaege/feldfruechte/index.html

Statistik Austria (2022d) Land- und forstwirtschaftliche Erzeugerpreise 2021.

Statistik Austria (2022e) Energiestatistik: MZ Energieeinsatz der Haushalte 2019/2020, Wien.

Statistik Austria (2022f) Heizgradsummen für Österreich für die Jahre 1980 bis 2021.

Sterner Michael, Ingo Stadler (2017) Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration; 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, ISBN 978-3-662-48892-8.

Technikum Wien (2022) Beiträge und Berechnungen der Firma Technikum Wien GmbH zur vorliegenden Studie.

Valentin (2018), T-Sol, Version R4, Dynamisches Simulationsprogramm zur detaillierten Untersuchung thermischer Solarsysteme und deren Komponenten, Valentin Energiesoftware, www.valentin.de

VÖK (2019) Presseinformation zur mehrjährigen Entwicklung des österreichischen Kesselmarktes, verfügbar unter <http://www.heizungs.org/>; abgerufen im Mai 2019.

VÖK (2022) Informationen zum österreichischen Kesselmarkt, online verfügbar unter <http://www.heizungs.org/>; abgerufen im April 2022.

Wegscheider-Pichler Alexandra (2010), Umweltgesamtrechnungen, Umsatz und Beschäftigte in der Umweltwirtschaft, Projektbericht Statistik Austria im Auftrag des BMLFUW, Wien 2010.

Weiss,W., Isaksson,C., Adensam, H. (2005) Wirtschaftsfaktor Sonnenenergie, BMVIT.

Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2021) Solar Heat Worldwide - Global market development and trends in 2020 and detailed market figures 2019, IEA Solar Heating & Cooling Programme.

WindEurope (2022) wind power in Europe and worldwide, <https://windeurope.org/>

Winkelmeier Hans, Stefan Moidl (2018) Neubewertung des Potentials zur Nutzung der Windkraft in Österreich bis zum Jahr 2030, Energiewerkstatt Verein.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)