

Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2022

Biomasse, Photovoltaik, Photovoltaik-Batteriespeicher, Solarthermie,
Großwärmespeicher, Wärmepumpen, Gebäudeaktivierung, Windkraft und
innovative Energiespeicher

Langfassung

P. Biermayr, S. Aigenbauer, C. Dißauer, M. Eberl,
M. Enigl, H. Fechner, C. Fink, M. Fuhrmann, F. Hengel,
M. Jaksch-Fliegenschnee, K. Leonhartsberger, D. Matschegg,
S. Moidl, E. Prem, T. Riegler, S. Savic, C. Schmidl,
C. Strasser, P. Wonisch, E. Wopienka

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

36a/2023



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 aus den Markterhebungen werden unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/publikationen/schriftenreihe-2023-36-marktentwicklung-energietechnologien.php> zum Download 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 (FH) Volker Schaffler, MA

Projektbegleitung: Mag. Hannes Bauer

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 2022

Biomasse, Photovoltaik, Photovoltaik-Batteriespeicher, Solarthermie,
Großwärmespeicher, Wärmepumpen, Bauteilaktivierung in
Gebäuden, Windkraft und innovative Energiespeicher

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



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



Beiträge zum Berichtsteil Photovoltaik:
Österreichische Technologieplattform Photovoltaik
FH-Prof. DI Hubert Fechner, M.Sc., MAS



Berichtsteile Biomasse Brennstoffe, Biomassekessel und -öfen und innovative
Energiespeicher: BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH
DI (FH) Stefan Aigenbauer, DI Dr. Christa Dißauer,
DI Dr. Monika Enigl, DI DI Marilene Fuhrmann
DI Doris Matschegg, DI (FH) Dr. Christoph Schmidl
DI Dr. Christoph Strasser, DI Dr. Elisabeth Wopienka



Berichtsteile Solarthermie und Großwärmespeicher: AEE INTEC
Ing. Christian Fink, Manuela Eberl
DI Franz Hengel, B.Sc., Thomas Riegler, M.Sc.



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



Wien, Mai 2023

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

Vorwort



Leonore Gewessler

Die österreichische Bundesregierung hat es sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität zu erreichen. Um die Klimawende zu erreichen, sind Energietechnologien essentiell. Das Monitoring dieser Marktentwicklung ist unerlässlich und ermöglicht die Evaluierung von energie- und forschungspolitischen Steuerungsmaßnahmen und stellt die Grundlage für weitere energiepolitische Aktivitäten dar. Daher erhebt das Klimaschutzministerium jährlich die Entwicklung der Installation und Produktion von Windenergie, Solarthermie, Photovoltaik, fester Biomasse und Wärmepumpen. Auch PV-Batteriespeicher, Großwärmespeicher, Bauteilaktivierung in Gebäuden und innovative Energiespeicher werden erhoben, als wichtige Säulen zum Erreichen der Klima- und Energieziele.

Nun sind die Ergebnisse für das Datenjahr 2022 da und sie sind höchst erfreulich: Die Energiewende schreitet voran! Die Maßnahmen der Bundesregierung – wie z. B. „Raus aus Öl und Gas“ und Förderungen für Photovoltaik und Windkraft – greifen und zeigen das zweite Jahr in Folge eine äußerst positive Entwicklungsdynamik.

Die Verkaufszahlen von Biomassekesseln stiegen von 2021 auf 2022 um 64 %, bei Biomasseöfen um 40 %, bei Wärmepumpen um 60 %, bei Photovoltaik um 36 % und bei der Windkraft um 8 %. Auch der Speicherbereich profitiert von der Vielzahl an Förderungen und Angeboten: Der Absatz von PV-Batteriespeichern wuchs um 75 %, in Nah- und Fernwärmenetze wurden neue Behälterspeicher im Umfang von 3.326 m³ errichtet und das durch die Bauteilaktivierung erschlossene netzdienliche Lastverlagerungspotenzial konnte um 29 % gesteigert werden.

Diese Erfolge basieren auch auf den jahrelangen Anstrengungen in den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation (FTI). Die zugrundeliegende FTI-Strategie der Bundesregierung steht im Zentrum der österreichischen Standortpolitik. Ein Beispiel: So forschen zurzeit 47 österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen an innovativen Energiespeichertechnologien, wobei 25 dieser Unternehmen bereits höchst innovative Produkte am Markt anbieten.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen auch, dass Menschen und Firmen verstärkt in Technologien zur Bereitstellung und der Speicherung erneuerbarer Energien investieren. Diese Daten und die daraus ableitbaren Schlussfolgerungen sind eine wichtige Grundlage für Bund und Bundesländer, um weitere geeignete Rahmenbedingungen für eine forcierte Strom- und Wärmewende und auch die europäische Technologiesouveränität zu schaffen. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine informative Lektüre.

Leonore Gewessler

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

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	21
1.1 Schlussfolgerungen.....	21
1.2 Steckbrief feste Biomasse – Brennstoffe.....	28
1.3 Steckbrief feste Biomasse – Kessel und Öfen.....	29
1.4 Steckbrief Photovoltaik	30
1.5 Steckbrief Photovoltaik Batteriespeichersysteme	31
1.6 Steckbrief Solarthermie	32
1.7 Steckbrief Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen.....	33
1.8 Steckbrief Wärmepumpen	34
1.9 Steckbrief Bauteilaktivierung in Gebäuden.....	35
1.10 Steckbrief Windkraft.....	36
1.11 Steckbrief innovative Energiespeicher	37
1.12 Tabellarische Zusammenfassung der Projektergebnisse	38
2 Summary and conclusions	39
2.1 Conclusions.....	39
2.2 Profile solid biomass – fuels	45
2.3 Profile solid biomass – boilers and stoves.....	46
2.4 Profile photovoltaics.....	47
2.5 Profile PV battery storage systems.....	48
2.6 Profile solar thermal collectors	49
2.7 Profile large-scale heat storage in local and district heating systems	50
2.8 Heat pumps.....	51
2.9 Thermal activated building parts.....	52
2.10 Wind power	53
2.11 Innovative energy storages	54
2.12 Tabular summary of the project results	55
3 Methode und Daten	56
3.1 Methoden und Daten Bereitstellungstechnologien.....	57
3.1.1 Feste Biomasse – Brennstoffe	57
3.1.2 Feste Biomasse – Kessel und Öfen	57
3.1.3 Photovoltaik	57
3.1.4 Solarthermie.....	58
3.1.5 Wärmepumpen	59
3.1.6 Windkraft.....	60
3.2 Methoden und Daten Speichertechnologien	61
3.2.1 Methodische Einleitung	61

3.2.2	Methodische Aspekte zu Photovoltaik-Batteriespeichersystemen	63
3.2.3	Methodische Aspekte zu Großwärmespeichern in Nah- und Fernwärme	64
3.2.4	Methodische Aspekte zur thermischen Bauteilaktivierung in Gebäuden	65
3.2.5	Methodische Aspekte zu innovativen Energiespeichern	65
3.3	Grundlagen zur Berechnung der Treibhausgaseinsparungen	67
3.3.1	Wärme aus Erneuerbaren	67
3.3.2	Produktion von Strom aus Erneuerbaren und Stromverbrauch	67
3.3.3	Zusammenfassung der Emissionskoeffizienten	68
3.4	Grundlagen zur Berechnung der volkswirtschaftlichen Effekte	69
3.5	Abkürzungen, Definitionen	71
4	Rahmenbedingungen der Marktentwicklung 2022	74
4.1	Die Klima- und Energieziele	74
4.2	Der Marktpreis fossiler Energie	75
4.3	Die Witterung	76
4.4	Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung	77
4.5	Die Beschäftigungssituation	78
4.6	Energiepolitische Instrumente	79
4.7	Der Heizungsmarkt	80
5	Marktentwicklung feste Biomasse – Brennstoffe	83
5.1	Marktentwicklung in Österreich	83
5.1.1	Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe	83
5.1.2	Entwicklung des Pelletsmarktes	84
5.1.3	Entwicklung des Hackgutmarktes	85
5.1.4	Entwicklung des Stückholzmarktes	87
5.1.5	Entwicklung der agrarischen Brennstoffe	87
5.2	Marktentwicklung im Ausland	88
5.3	Produktion, Import und Export	91
5.4	Genutzte erneuerbare Energie	95
5.5	Treibhausgaseinsparungen	98
5.6	Umsatz und Wertschöpfung	99
5.7	Beschäftigungseffekte	100
5.8	Innovationen	101
5.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps	101
5.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld	103
5.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes	103
5.10.2	Akteure und treibende Kräfte	103
5.10.3	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	104
6	Marktentwicklung feste Biomasse – Kessel und Öfen	106
6.1	Marktentwicklung in Österreich	106

6.1.1	Entwicklung der Verkaufszahlen von Biomassekesseln.....	106
6.1.2	Erfasste Produzenten von Biomassekesseln, -öfen und -herden	113
6.1.3	Entwicklung der Biomasse Kraft-Wärme-Kopplung.....	114
6.1.4	Entwicklung biomassebefuerter Öfen und Herde.....	116
6.2	Marktentwicklung im Ausland.....	117
6.2.1	Italienischer und deutscher Kesselmarkt.....	117
6.2.2	Italienischer und deutscher Ofenmarkt.....	119
6.3	Produktion, Import und Export	121
6.4	Genutzte erneuerbare Energie	122
6.5	Treibhausgaseinsparungen.....	122
6.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	122
6.7	Beschäftigungseffekte	124
6.8	Innovationen.....	125
6.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	126
6.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld	127
6.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	127
6.10.2	Akteure und treibende Kräfte	128
6.10.3	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	128
7	Marktentwicklung Photovoltaik	129
7.1	Marktentwicklung in Österreich.....	129
7.1.1	Entwicklung der Verkaufszahlen	129
7.1.2	In Betrieb befindliche Anlagen	131
7.1.3	Installierte Solarzellentypen.....	133
7.1.4	Anlagen- und Montageart.....	134
7.1.5	Mittlere PV-Modul- und Anlagenpreise	135
7.1.6	Förderinstrumente	139
7.1.7	Dokumentation der Datenquellen	148
7.2	Marktentwicklung im Ausland.....	150
7.3	Produktion, Import und Export	151
7.4	Genutzte erneuerbare Energie	153
7.5	Treibhausgaseinsparungen.....	153
7.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	154
7.7	Beschäftigungseffekte	156
7.8	Innovationen.....	157
7.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	158
7.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld	161
7.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	161
7.10.2	Akteure und treibende Kräfte	162
8	Marktentwicklung PV-Batteriespeichersysteme.....	163
8.1	Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden	163

8.2	Marktentwicklung.....	164
8.2.1	Rahmenbedingungen	164
8.2.2	Entwicklung der Verkaufszahlen	164
8.2.3	In Betrieb befindliche Anlagen	166
8.2.4	Entwicklung der Einkaufs- und Systempreise	166
8.2.5	Förderinstrumente	168
8.3	Großspeicher für energietechnische und -wirtschaftliche Anwendungen	173
8.4	Technische Systemeigenschaften der geförderten PV-Speichersysteme	174
8.4.1	Durchschnittliche Speicherkapazität.....	174
8.4.2	Batterietechnologie.....	174
8.4.3	Art der Speicherinstallation und Systemdesign	175
8.5	Dokumentation der Datenquellen	177
9	Marktentwicklung Solarthermie	178
9.1	Marktentwicklung in Österreich.....	178
9.1.1	Jährliche Verkaufszahlen im Inlandsmarkt.....	178
9.1.2	In Betrieb befindliche Anlagen	182
9.1.3	PVT-Kollektoren.....	182
9.1.4	Einsatzbereiche von thermischen Solaranlagen	184
9.1.5	Bundesländerzuordnung	186
9.1.6	Förderungen für thermische Solaranlagen	187
9.1.7	Erfasste Solarthermiefirmen	190
9.2	Marktentwicklung weltweit.....	191
9.2.1	Entwicklungen im Jahr 2022.....	191
9.2.2	Solare Fernwärme und Großanlagen für Mehrfamilienhäuser	192
9.2.3	Solare Prozesswärme	193
9.2.4	Weltweit führende Länder	194
9.3	Produktion, Import und Export	195
9.3.1	Thermische Kollektoren	195
9.3.2	PVT-Kollektoren.....	198
9.4	Genutzte erneuerbare Energie.....	199
9.5	Treibhausgaseinsparungen.....	199
9.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	200
9.7	Beschäftigungseffekte	201
9.8	Innovationen.....	202
9.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	203
9.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld	206
9.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	206
9.10.2	Akteure und treibende Kräfte	209
9.10.3	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	210
9.10.4	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	211
9.10.5	Vision für 2050	211
9.10.6	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	212
10	Marktentwicklung Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen.....	213

10.1	Marktentwicklung in Österreich.....	215
10.1.1	Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze	215
10.1.2	Entwicklung der Verkaufszahlen	217
10.1.3	In Betrieb befindliche Anlagen	219
10.1.4	Preise (Einkaufspreise, Systempreise).....	223
10.1.5	Förderungen	223
10.1.6	Größter im Jahr 2022 neu errichteter Behälterspeicher in Österreich.....	226
11	Marktentwicklung Wärmepumpen	227
11.1	Marktentwicklung in Österreich.....	227
11.1.1	Verkaufszahlen nach Typ und Leistungsklasse.....	227
11.1.2	Thermische Leistung, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen.....	231
11.1.3	In Betrieb befindliche Anlagen	233
11.1.4	Verteilung nach Wärmequellsystemen.....	237
11.1.5	Förderungen und Bundesländerstatistiken.....	241
11.1.6	Erfasste Wärmepumpenfirmen.....	245
11.2	Marktentwicklung im Ausland.....	246
11.3	Produktion, Import und Exportmarkt.....	248
11.4	Genutzte erneuerbare Energie	251
11.5	Treibhausgaseinsparungen.....	252
11.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	253
11.7	Beschäftigungseffekte	254
11.8	Innovationen.....	255
11.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	257
11.10	Zehn-Jahres-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld	262
11.10.1	Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes.....	262
11.10.2	Akteure und treibende Kräfte	262
11.10.3	Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern	263
12	Thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden	264
12.1	Definition des Untersuchungsgegenstandes.....	264
12.2	Smart Grid Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie	265
12.3	Marktentwicklung.....	266
12.3.1	Zukünftige Marktentwicklung	269
12.3.2	Kosten der Bauteilaktivierung.....	270
12.3.3	Förderungen	271
12.4	Technologiespezifische Informationen	273
12.5	Wertschöpfungskette und Firmen	274
13	Marktentwicklung Windkraft.....	275
13.1	Marktentwicklung in Österreich.....	275
13.1.1	Errichtung neuer Anlagen	275
13.1.2	Hersteller und Leistungsklassen.....	276

13.1.3	Marktentwicklung Kleinwindkraft.....	281
13.2	Marktentwicklung im Ausland.....	282
13.2.1	Marktentwicklung der Windkraft weltweit.....	282
13.2.2	Marktentwicklung der Windkraft in Europa	283
13.3	Produktion, Import und Export	285
13.4	Genutzte erneuerbare Energie	287
13.5	Treibhausgaseinsparungen.....	287
13.6	Umsatz und Wertschöpfung.....	288
13.6.1	Entwicklung des Windkraft Zuliefer- und Dienstleistungssektors	288
13.7	Beschäftigungseffekte	289
13.8	Innovationen.....	290
13.8.1	Innovationen im Bereich der Windkraft	290
13.8.2	Forschungsaktivitäten der Windkraftunternehmen	290
13.9	Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps.....	291
13.10	Zehn-Jahre-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld.....	292
13.10.1	Akteure und treibende Kräfte	293
13.10.2	Maßnahmen zur Steigerung der Marktdiffusion	294
13.10.3	Chancen für die österreichische Wirtschaft.....	296
13.10.4	Vision für 2050	297
13.10.5	Österreich im Europa-Vergleich	299
14	Innovative Energiespeicher.....	300
14.1	Technologiebeschreibung und Stand der Technik	300
14.1.1	Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas	300
14.1.2	Innovative stationäre elektrische Speicher.....	302
14.1.3	Latentwärmespeicher	303
14.1.4	Thermochemische Speicher	303
14.1.5	Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges	303
14.2	Marktentwicklung in Österreich.....	304
14.2.1	Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas	306
14.2.2	Innovative stationäre elektrische Speicher.....	307
14.2.3	Latentwärmespeicher	307
14.2.4	Thermochemische Speicher	307
14.2.5	Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges	307
14.3	Zahl der Patentanmeldungen	308
14.4	Zukünftige Entwicklung innovativer Speichersysteme.....	309
14.5	Fördernde und hemmende Faktoren für Produktion und Vertrieb innovativer Speichertechnologien.....	311
15	Literaturverzeichnis.....	313

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Basisdaten und Nutzwärmeertrag der Solarthermie-Referenzanlagen.....	59
Tabelle 2 – Emissionskoeffizienten auf Basis der Endenergie für das Datenjahr 2022.....	68
Tabelle 3 – Jahresumsatz pro Beschäftigtem für relevante Wirtschaftsbereiche.....	70
Tabelle 4 – Vielfache und Teile von Einheiten	71
Tabelle 5 – Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten	71
Tabelle 6 – Zusammenfassung wesentlicher Klima- und Energieziele nach Region	74
Tabelle 7 - Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2017 bis 2022 in Tonnen.....	83
Tabelle 8 – Bruttoinlandsverbrauch agrarischer Biobrennstoffe 2020 bis 2022.....	88
Tabelle 9 – Bestehende bzw. bis 2024 geplante Produktionskapazitäten	92
Tabelle 10 – Außenhandel Österreichs mit Hackgut, Stückholz und Pellets 2022	94
Tabelle 11 – Spezifikationen zur Ermittlung des Energiegehalts von Biobrennstoffen	96
Tabelle 12 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2017 bis 2022 in PJ	97
Tabelle 13 – CO ₂ äqu-Einsparung durch Biomassefeuerungen in Österreich im Jahr 2022.....	98
Tabelle 14 – Durchschnittliche Marktpreise für gehandelte Biobrennstoffe im Jahr 2022	99
Tabelle 15 – Umsätze und Arbeitsplätze im Inlandsmarkt für Biobrennstoffe 2022	100
Tabelle 16 – Roadmaps für den österreichischen Biomassebrennstoffmarkt	102
Tabelle 17 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW _{th}	108
Tabelle 18 – Jährlich installierte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung	112
Tabelle 19 – Kennzahlen von Biomasse Kraft-Wärme-Kopplungen von 2014 bis 2022.....	115
Tabelle 20 – Produktion von Biomassefeuerungen in Stück in Österreich 2020 bis 2022....	121
Tabelle 21 – Durchschnittliche Marktpreise für verschiedene Biomassefeuerungen.....	123
Tabelle 22 – Umsatz und Arbeitsplätze aus Biomasseöfen, -herde und -kessel 2022	124
Tabelle 23 – Roadmaps für Biomasetechnologien.....	126
Tabelle 24 – Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung von 1992 bis 2022	130
Tabelle 25 – Kumulierte installierte PV-Leistung von 1992 bis 2022	132
Tabelle 26 – Vergleich der installierten PV Leistung in Österreich.....	133
Tabelle 27 – PV Investitions- und Tarifförderung des Bundes und der Länder.....	140
Tabelle 28 – Geförderte PV-Leistung des Klima- und Energiefonds je Bundesland	144
Tabelle 29 – PV-Fördersumme des Klima- und Energiefonds je Bundesland.....	145
Tabelle 30 – Details zum EAG Investitionszuschuss Photovoltaik	146
Tabelle 31 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012	147
Tabelle 32 – Aktive OeMAG- Verträge der Jahre 2020 bis 2022	148
Tabelle 33 – PV Modul-Fertigung in Österreich 2018 bis 2022	151
Tabelle 34 – Wechselrichterproduktion in Österreich 2019 bis 2022	152
Tabelle 35 – CO ₂ äqu-Einsparungen durch Photovoltaik in Österreich im Jahr 2022	153
Tabelle 36 – Umsatz und Wertschöpfung durch PV-Systeme in Österreich 2022	155
Tabelle 37 – Erlöse aus dem Verkauf von PV-Strom in Österreich im Jahr 2022	156
Tabelle 38 – Arbeitsplätze des österreichischen PV-Marktes von 2016 bis 2022.....	157
Tabelle 39 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2022.....	165
Tabelle 40 – Anzahl und nutzbare Speicherkapazität von PV-Speichersystemen.....	166
Tabelle 41 – Investitionsförderung des Bundes und der Länder 2021 und 2022.....	168
Tabelle 42 – Anzahl der geförderten PV-Speichersysteme in den Bundesländern.....	169
Tabelle 43 – Geförderte Speicherkapazität in kWh nutzbare Speicherkapazität.....	170
Tabelle 44 – Details zum EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher	170
Tabelle 45 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012	171
Tabelle 46 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:.....	172

Tabelle 47	– Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:.....	172
Tabelle 48	– Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in m ²	180
Tabelle 49	– Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in MW _{th}	181
Tabelle 50	– Jährlich installierte PVT-Kollektorfläche in Österreich in m ²	183
Tabelle 51	– Verglaste Kollektorfläche 2022 nach Bundesländern.....	186
Tabelle 52	– Landesförderungen für solarthermische Anlagen 2022.....	188
Tabelle 53	– Umweltförderung der KPC im Gewerbe- und Industriebereich 2022.....	189
Tabelle 54	– Produktion, Export und Inlandsinstallation von PVT-Kollektoren.....	198
Tabelle 55	– Nutzwärmeertrag von thermischen Solaranlagen im Jahr 2022.....	199
Tabelle 56	– Treibhausgaseinsparungen durch thermische Solaranlagen im Jahr 2022.....	199
Tabelle 57	– Umsätze der Solarthermiebranche im Jahr 2022.....	200
Tabelle 58	– Absatz von Wärmepumpen in den Jahren 2021 und 2022.....	230
Tabelle 59	– Leistung, Smart Grid, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen.....	232
Tabelle 60	– Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes in Österreich.....	235
Tabelle 61	– Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Österreich.....	236
Tabelle 62	– Marktanteile unterschiedlicher Wärmequellsysteme 2021 und 2022.....	237
Tabelle 63	– Wärmepumpen-Inlandsmarkt nach Wärmequellsystemen.....	238
Tabelle 64	– Wärmepumpenförderungen des Bundes im Jahr 2022.....	241
Tabelle 65	– Wärmepumpenförderungen im Jahr 2022 nach Bundesländern.....	242
Tabelle 65	– Exportquote Wärmepumpen in den Jahren 2021 und 2022.....	249
Tabelle 66	– Beispielhafte Modellparameter des Wärmepumpen-Bestandsmodells.....	251
Tabelle 67	– Ergebnisse aus dem Wärmepumpen-Bestandsmodell für das Jahr 2022.....	252
Tabelle 68	– Umsatz der österreichischen Wärmepumpenbranche 2022.....	253
Tabelle 69	– Arbeitsplätze in der österreichischen Wärmepumpenbranche 2022.....	254
Tabelle 70	– Arbeitsplätze nach Geschlecht und Führungsebene 2022.....	254
Tabelle 71	– Verfügbare Roadmaps zum Thema Wärmepumpe in Österreich.....	258
Tabelle 72	– Heizungswärmepumpen-Verkaufszahlen und Anlagenbestand.....	260
Tabelle 73	– Trendszenarios für die Marktanteile der Wärmequellsysteme bis 2030.....	261
Tabelle 74	– Kumulierte Windkraftleistung in den Bundesländern in 2021 und 2022.....	278
Tabelle 75	– Zubau der 4- und 5-MW-Leistungsklasse im Jahr 2022.....	279
Tabelle 76	– Zubau an Windkraftanlagen nach Leistungsklassen im Jahr 2022.....	279
Tabelle 77	– Bestand an Windkraftanlagen Ende 2022 nach Leistungsklassen.....	279
Tabelle 78	– Einsparung von CO _{2äqu} -Emissionen durch Windstrom.....	287
Tabelle 79	– Flächenbedarf der Windkraft in Österreich.....	299
Tabelle 80	– Technologien und deren Status in Österreich.....	300

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich von 2007 bis 2022	28
Abbildung 2 – Die Marktentwicklung von Biomassekesseln in Österreich bis 2022.....	29
Abbildung 3 – Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2022	30
Abbildung 4 – PV-Batteriespeicherkapazität in MWh von 2014 bis 2022.....	31
Abbildung 5 – Marktentwicklung der Solarthermie in Österreich bis 2022.....	32
Abbildung 6 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens.....	33
Abbildung 7 – Die Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich bis 2022	34
Abbildung 8 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials	35
Abbildung 9 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2022	36
Abbildung 10 – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen	37
Figure 11 – Market development of biomass fuels in Austria from 2007 to 2022.....	45
Figure 12 – Market development of biomass boilers in Austria from 1994 to 2022	46
Figure 13 – Market development of photovoltaic systems in Austria until 2022	47
Figure 14 – Market development of PV battery storage systems in Austria until 2022	48
Figure 15 – Market development of solar thermal collectors in Austria until 2022	49
Figure 16 – Distribution of the total volume of tank water storage.....	50
Figure 17 – Market development of heat pumps in Austria until 2022	51
Figure 18 – Development of the grid-beneficial load shift potential	52
Figure 19 – Market development of wind power in Austria until 2022	53
Figure 20 – Number of innovative storage companies and research institutions in 2022.....	54
Abbildung 21 – Systemgrenzen bei der Ermittlung der Wärmemengen aus Solarthermie....	58
Abbildung 22 –Systemgrenzen der erfassten Wertschöpfungsbereiche	69
Abbildung 23 – Nominaler Rohölpreis von Jänner 2007 bis April 2021	75
Abbildung 24 – Jahres-Heizgradsummen 12/20 für Österreich von 1980 bis 2022.....	76
Abbildung 25 – Wachstumsbeiträge zum realen BIP in Österreich 2015 bis 2022	77
Abbildung 26 – Arbeitslosenquote und Beschäftigungswachstum in Österreich bis 2022	78
Abbildung 27 – Bestandsentwicklung der Haupt-Heizsysteme.....	80
Abbildung 28 – Jährlich in Österreich verkaufte Heizungssysteme von 2008 bis 2022	81
Abbildung 29 – Anteile der in Österreich verkauften Heizungssysteme 2008 bis 2022	81
Abbildung 30 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2007 bis 2022	84
Abbildung 31 – Entwicklung des österreichischen Pelletsmarktes von 1999 bis 2022.....	85
Abbildung 32 – Marktentwicklung des Hackgutes in Österreich von 2000 bis 2022	86
Abbildung 33 – Preisentwicklung für Hackgut mit und ohne Rinde sowie Sägespäne	87
Abbildung 34 – Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie in den EU27 Staaten	89
Abbildung 35 – Pelletsproduktion und –verbrauch in Deutschland und Österreich 2022	90
Abbildung 36 – Pelletsproduktion, -kapazität und -inlandsbedarf in Deutschland	90
Abbildung 37 – Jährlicher Holzeinschlag in Österreich in Mio. Efm von 2006 bis 2021.....	91
Abbildung 38 – Pelletsproduktionsstandorte in Österreich	93
Abbildung 39 – Österreichs Außenhandel – Brennholz, Hackgut und Sägespäne lose.....	93
Abbildung 40 – Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsverbrauches	95
Abbildung 41 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe von 2007 bis 2022 in PJ	96
Abbildung 42 – Bruttoinlandsverbrauch von Biomasse im Jahr 2020.....	105
Abbildung 43 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW _{th}	107
Abbildung 44 – Verkaufte Biomassekessel im Leistungsbereich bis 100 kW _{th}	109
Abbildung 45 – Jährlich installierte Pelletskessel < 100 kW _{th}	109
Abbildung 46 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel großer Leistung	110

Abbildung 47	– Verkaufte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung 2022	113
Abbildung 48	– Einspeisemengen und Vergütung für Strom aus fester Biomasse	114
Abbildung 49	– Bestandsentwicklung Ökostromanlagen mit Brennstoff feste Biomasse	115
Abbildung 50	– In Österreich verkaufte Biomasseöfen und -herde von 2008 bis 2022.....	116
Abbildung 51	– Pelletskessel < 50 kW in Deutschland, Italien und Österreich	117
Abbildung 52	– Gesamtbestand an Pelletsheizungen (-kesseln) in Deutschland	118
Abbildung 53	– Jährlich geförderte Biomassekessel bis 100 kW _{th} in Deutschland	118
Abbildung 54	– Verkaufte Pelletsöfen in Deutschland und Italien von 2010 bis 2022	119
Abbildung 55	– Pelletsöfen, Pelletsverbrauch und -produktion in Italien 2010 bis 2022	120
Abbildung 56	– Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung der Jahre 2000 bis 2022	129
Abbildung 57	– Kumulierte installierte PV-Leistung in MW _{peak} von 1992 bis 2022	131
Abbildung 58	– Installierte Solarzellentypen in Österreich 2010 bis 2022	134
Abbildung 59	– Montageart der in Österreich installierten Photovoltaikanlagen	134
Abbildung 60	– Modulverkaufspreise österreichischer Modulhersteller 2011 bis 2022	136
Abbildung 61	– Moduleinkaufspreise von Anlagenerrichtern und Planern 2011 bis 2022	136
Abbildung 62	– Systempreise für 5 kW _{peak} netzgekoppelte Anlagen 2012 bis 2022.....	137
Abbildung 63	– Systempreise für ≥10 kW _{peak} netzgekoppelte Anlagen 2012 bis 2022.....	138
Abbildung 64	– Systempreise für 30 bis 50 kW _{peak} netzgekoppelte Anlagen 2020 bis 2022	138
Abbildung 65	– Geförderte Anlagenleistung je Bundesland	140
Abbildung 66	– Geförderte PV-Anlagenleistung je Bundesland.....	141
Abbildung 67	– Fördersumme für PV-Investitionsförderungen je Bundesland	142
Abbildung 68	– Österreichische Photovoltaik-Modulfertigung der Jahre 2009 bis 2022	152
Abbildung 69	– Tatsächliche PV-Marktentwicklung und Roadmap-Szenario	159
Abbildung 70	– Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2022.....	165
Abbildung 71	– Entwicklung der Einkaufspreise für PV-Speichersysteme in Österreich	167
Abbildung 72	– Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich	167
Abbildung 73	– Geförderte PV-Speichersysteme je Bundesland	169
Abbildung 74	– Entwicklung der durchschnittlichen Speichernutzkapazität in kWh.....	174
Abbildung 75	– Installierte Speichersysteme nach Technologie von 2016 bis 2022.....	175
Abbildung 76	– Installationstyp und Systemdesign der PV-Speichersysteme	176
Abbildung 77	– Jährlich installierte Kollektorfläche und Leistung in Österreich.....	179
Abbildung 78	– In Betrieb befindliche thermische Kollektoren in Österreich.....	182
Abbildung 79	– Neu installierte thermische Solaranlagen 2022 nach Einsatzbereichen.....	184
Abbildung 80	– Neu installierte thermische Solaranlagen 2022 nach Baumaßnahmen.....	185
Abbildung 81	– Installierte Kollektorfläche 2022 nach Anwendungsbereichen	186
Abbildung 82	– Installierte verglaste Kollektoren im Jahr 2022 nach Bundesländern.....	187
Abbildung 83	– Weltweit installierte Leistung und Energieerträge 2000-2022	191
Abbildung 84	– Die Länder mit den größten Marktzuwächsen im Jahr 2022	192
Abbildung 85	– Solare Fernwärmesysteme	193
Abbildung 86	– Solare Prozesswärmeanlagen weltweit im Jahr 2022	194
Abbildung 87	– Produktion, Export und Import von Sonnenkollektoren in Österreich.....	195
Abbildung 88	– Exportländer österreichischer Solartechnikunternehmen 2022.....	196
Abbildung 89	– Produktion von verglasten Flachkollektoren in Österreich.....	196
Abbildung 90	– Produktion von thermischen Solarkollektoren in Österreich	197
Abbildung 91	– Marktanteile der wesentlichen Kollektorproduzenten in Österreich.....	197
Abbildung 92	– Preise für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Österreich.....	201
Abbildung 93	– Arbeitsplätze und Gesamtumsatz in den Jahren 2010 – 2022.....	202
Abbildung 94	– Jährliche Kollektorfläche: “Business as Usual“ Szenario und Realität;	204

Abbildung 95	– Jährliche Kollektorfläche: “Forcierte Aktivitäten“ Szenario und Realität	206
Abbildung 96	– Historischer Verlauf der jährlich neu installierten Solaranlagen	208
Abbildung 97	– Tätigkeitsfelder der Unternehmen in der Solarthermie Branche	210
Abbildung 98	– Bestand thermischer Solaranlagen in den EU27 Ländern	212
Abbildung 99	– Nah- und Fernwärmeverkauf von 2000 bis 2022	213
Abbildung 100	– Kategorisierung der 200 größten erhobenen Wärmenetze.....	215
Abbildung 101	– Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze	216
Abbildung 102	– Prozentuelle Verteilung der für die größten 200 Wärmenetze	216
Abbildung 103	– Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen	217
Abbildung 104	– Prozentuelle Verteilung der Speichererrichtungsjahre.....	218
Abbildung 105	– Volumen von Behälterwasserspeichern über Errichtungsjahr	218
Abbildung 106	– Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens.....	219
Abbildung 107	– Die jährlich verkaufte Wärmemenge je erhobenem Wärmenetz.....	220
Abbildung 108	– Nutzung der installierten Speicherkapazitäten	221
Abbildung 109	– Zuteilung der Wärmespeicher nach Speicherdauer.....	221
Abbildung 110	– Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz.....	222
Abbildung 111	– Verteilung der Preisangaben von 59 Behälterwasserspeichern	223
Abbildung 112	– Errichtung des Großwärmespeichers in Hall in Tirol.....	226
Abbildung 113	– Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich bis 2022	227
Abbildung 114	– Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen in Österreich bis 2022	228
Abbildung 115	– Wärmepumpen-Bestandsentwicklung in Österreich bis 2022	234
Abbildung 116	– Bestandsentwicklung Brauchwasser- u. Heizungswärmepumpen	234
Abbildung 117	– Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt 2022.....	239
Abbildung 118	– Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt.....	239
Abbildung 119	– In Betrieb befindlicher Wärmepumpenbestand	240
Abbildung 120	– Verteilung geförderter Wärmepumpen auf die Bundesländer.....	243
Abbildung 121	– Wärmepumpenbestand in den EU 27 Ländern im Jahr 2020	246
Abbildung 122	– Wärmepumpenmarkt in EU27-Ländern im Jahr 2020	247
Abbildung 123	– Umweltwärme aus Wärmepumpen in den EU28 in ktoe	247
Abbildung 124	– Inlandsmarkt und Exportmarkt für Wärmepumpen 2008 bis 2022.....	250
Abbildung 125	– Marktentwicklung und Szenarien Heizungswärmepumpen bis 2030.....	259
Abbildung 126	– Wärmepumpen-Anlagenbestand und Szenarien bis 2030	259
Abbildung 127	– Trendszenario Marktanteile Wärmequellsysteme bis 2030	260
Abbildung 128	– Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich.....	266
Abbildung 129	– Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen.....	267
Abbildung 130	– Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen	268
Abbildung 131	– Lastverlagerungspotenzial Gang- und Dauerlinie über ein Jahr	269
Abbildung 132	– Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt.....	270
Abbildung 133	– Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung	272
Abbildung 134	– Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2022	275
Abbildung 135	– Entwicklung des Netto-Ausbaus der Windkraft in Österreich	276
Abbildung 136	– Marktanteile der Windkraft-Anlagenhersteller am Zubau 2022	276
Abbildung 137	– Marktanteile am Bestand Ende 2022	277
Abbildung 138	– Durchschnittliche Anlagenleistung der Neuinstallationen.....	280
Abbildung 139	– Durchschnittlicher Rotordurchmesser der Neuinstallationen	280
Abbildung 140	– Prognose des Windkraftausbaus weltweit.....	282
Abbildung 141	– Marktentwicklung weltweiter Gesamtzubau 2022.....	282
Abbildung 142	– Historische Neuinstallationen Onshore und Offshore in Europa.....	283

Abbildung 143	– Windkraftausbau EU-27 und Abschätzung des nötigen Ausbaus	284
Abbildung 144	– Windkraft-Neuinstallation in Deutschland von 2010 bis 2021	284
Abbildung 145	– Exportanteile der österreichischen Windkraft-Unternehmen 2022.....	285
Abbildung 146	– Export nach Kontinenten im Jahr 2022	286
Abbildung 147	– Erwartung zukünftiger Entwicklung der Windkraft.....	286
Abbildung 148	– Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energie weltweit.....	289
Abbildung 149	– Aktuelle Forschungsprojekte in der Windkraftbranche	290
Abbildung 150	– Forschungspartner der Windkraftindustrie	291
Abbildung 151	– Zielanpassungsbedarf zwischen Bundes- und Länderzielen 2030	294
Abbildung 152	– Neuinstallationen von Windkraftanlagen in Europa 2022.....	299
Abbildung 153	– Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen	305
Abbildung 154	– AkteurInnen der Branche für innovative Speichertechnologien	305
Abbildung 155	– Anzahl der jährlich eingereichten Batterie Patente	308
Abbildung 156	– Anzahl der jährlich eingereichten Wärmespeicher Patente	308
Abbildung 157	– Jährlich eingereichte Wasserstoff- und Brennstoffzellenpatente	309

1. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1.1 Schlussfolgerungen

Das Jahr 2022 war durch Rahmenbedingungen geprägt, welche in vielen Bereichen zu einer ungewöhnlich hohen Marktdiffusion von Technologien zur Nutzung und Speicherung von erneuerbarer Energie geführt haben. Die bereits im Jahr 2021 beginnende Energiepreissteigerung wurde durch die Auswirkungen des Angriffskrieges Russlands gegen die Ukraine dramatisch verstärkt. Gleichzeitig entstanden große Unsicherheiten in Hinblick auf die Versorgungssicherheit mit Energie, zunächst mit einem Fokus auf Erdgas, später auch andere Energieträger betreffend. Die außerordentlich hohe Steigerung der Verbraucherpreise ließ zusätzlich Zweifel an Währungsstabilität bzw. Geldwert aufkommen. Unabhängig von diesen vorrangig exogenen Faktoren wurden die gegenständlichen Technologien im Jahr 2022 auch durch das energiepolitische Umfeld forciert.

Dieses Diffusionsumfeld führte 2022 in vielen Bereichen zu einem historischen Wachstum des Inlandsmarktes, wobei sich die Absatzzahlen bereits im Vorjahr auf hohem Niveau und auf Wachstumskurs befanden. Die stärksten Zuwächse waren dabei im Bereich der Biomassekessel mit plus 64 %, im Bereich der Wärmepumpen mit plus 60 % und im Bereich der Photovoltaik mit einem Plus von 36 % zu beobachten. Allesamt Bereiche, in denen Investitionsentscheidungen privater Haushalte ausschlaggebend waren. Als erstaunlich kann in diesem Zusammenhang auch die Leistungsfähigkeit der inländischen produzierenden Industrie, der Handelsunternehmen und der angeschlossenen Gewerke bezeichnet werden, die dieses Wachstum ermöglicht haben. Noch vorhandene Probleme mit Lieferketten und limitiert verfügbare Fachkräfte führten im Lauf des Geschäftsjahres mancherorts zu Verzögerungen, ohne deren hemmende Effekte das Marktwachstum noch höher ausgefallen wäre.

Die Marktentwicklung 2022 zeigt damit im Bereich der untersuchten Technologien über weite Bereiche ein deutliches Wachstum. Das längerfristige kontinuierliche Wachstum der Bereiche Wärmepumpen, Photovoltaik und Biomassekessel konnte erneut bestätigt werden. Aber auch im Bereich der Windkraft gab es nach dem Stillstand des Ausbaues im Jahr 2020 nun das zweite Jahr in Folge wieder ein starkes Lebenszeichen. In Hinblick auf die Erreichung der nationalen Energie- und Klimaziele für 2030 bzw. 2040 liefert die Marktentwicklung 2022 einen markanten Impuls. Für eine Zielerreichung muss die nun vorhandene Marktdynamik jedoch noch weiter ausgebaut und über einen längeren Zeitraum stabilisiert werden.

Nachfolgend werden technologiespezifische Schlussfolgerungen gezogen. Zusammenfassende Steckbriefe zu den untersuchten Technologien komplettieren das aktuelle Kapitel.

Biomasse Brennstoffe

Neben der klassischen Nutzung von Bioenergie zur Raumwärmebereitstellung steht bis 2050 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 als Energiespeicher punkten. Gezielt eingesetzt hat Bioenergie damit beste Chancen, wesentlich zur Erreichung der nationalen und europäischen Klima- und Energieziele beizutragen. Die thermische Umwandlung von Biomasse ist auch als Teil der Kreislaufwirtschaft von zentraler Bedeutung. So nimmt die Herstellung biobasierter Rohstoffe wie z. B. Pflanzenkohle oder Pyrolyseöl zu.

Im Jahr 2022 konnten, vor dem Hintergrund der internationalen Entwicklungen und der Energiekrise, steigende Preise bei den Biomassebrennstoffen, insbesondere bei den Pellets, beobachtet werden. Die sehr hohen Pelletspreise im Jahr 2022 sind für eine weitere Marktdiffusion hinderlich, da hohe Brennstoffkosten in Anbetracht von preissensitiven EndkundInnen einen Wettbewerbsnachteil im Vergleich zu anderen erneuerbaren Technologien darstellen. Interessant wird in diesem Zusammenhang die Entwicklung des Marktes bei Umsetzung des im Regierungsprogramm geplanten Vorschlages zur Verankerung einer Verpflichtung zur Pelletsbevorratung für Produzenten und Importeure im Rohstoffbevorratungsgesetz. Initiiert durch Förderprogramme zur Erreichung der Klima- und Energieziele konnten Wirtschaftstreibende im Bioenergiesektor den Aufschwung 2022 noch gut nutzen. Dabei können sie auf existierendem Know-How aufbauen. Mehr als weitere technologische Optimierung sind Vereinfachung und Flexibilisierung von Technologien gefragt. Am wichtigsten ist derzeit jedoch die Korrektur des durch die hohen Brennstoffpreise ausgelösten Imageverlustes, der sich bei den eingebrochenen Verkaufszahlen der Biomassekessel im 4. Quartal 2022 bereits manifestierte. Um mittel- bis langfristig weiterhin eine vorwiegend inländische Brennstoffversorgung sicherzustellen, ist es entscheidend, dass die österreichische Sägeindustrie, welche in den letzten Jahren ihre Kapazitäten bereits ausgebaut hat, diese auch halten kann. Aktivitäten wie sie aktuell im Waldfonds geplant sind oder bereits durchgeführt werden, sollen jedenfalls weitergeführt werden.

Biomasse Kessel und Öfen

Die österreichischen Biomassekessel-Hersteller sind gut für eine gesteigerte Nachfrage gerüstet. Der limitierende Faktor für den schnelleren Ausbau von Biomasse Heizsystemen dürfte in Zukunft eher das verbundene Handwerk sein (Installateur, Heizungsbauer) – hier braucht es ganz dringend Gegenmaßnahmen wie Qualifizierungsoffensiven oder Aufwertung handwerklicher Berufe (monetär und gesellschaftlich). Bis 2050 wird die Bereitstellung von Raumwärme durch feste Biomasse sicher an Relevanz verlieren. Dazu tragen neben der thermischen Verbesserung des Gebäudebestands auch der Umstieg auf strombasierte Heizsysteme (z. B. Wärmepumpen in Kombination mit PV) sowie Verunsicherungen im Zusammenhang mit steigenden Biomassepreisen, sowie der Klimawandel und die damit verbundene Reduktion der Heizgradtage bei. Den derzeit beobachteten immer strenger werdenden Überprüfungen, Zulassungen und Förderrichtlinien auf internationalen Märkten sollte gezielt der Beitrag von Biomasse zur Dekarbonisierung gegenübergestellt werden. Für Raumheizgeräte (Öfen) ist diese Prognose nur bedingt zutreffend, da hier Aspekte wie Design/Optik, Wohlbefinden und das Sicherheitsgefühl durch ein „Back-up“ System wesentlich für die Kaufentscheidung sind. Diese Aspekte sollten Inhalt zukünftiger F&E Aktivitäten und bei der Bewusstseinsbildung sein.

Gleichzeitig bietet die Prozesswärme ein enormes Potenzial, da diese heute meist über fossile Energieträger bereitgestellt wird und die nötigen Temperaturniveaus durch andere erneuerbare Wärmetechnologien schwer erreicht werden können. Hier liegt ein großes Zukunftspotential im Hinblick auf die Dekarbonisierung der Industrie. Welche Umwandlungswege bzw. Zwischenschritte (z. B. Grünes Gas) hier beschritten werden, hängt maßgeblich von den jeweiligen Anwendungen und deren Anforderungen ab. Die aktuelle Situation auf den Energiemärkten beschleunigt derzeit die Entwicklung von Prozesswärmelösungen durch Bioenergie zusätzlich. Der zu erwartende Anstieg des Biomassebedarfs muss dabei in den strategischen Planungen entsprechend berücksichtigt werden.

Die österreichischen Technologieanbieter zeichnen sich größtenteils durch eine hohe inländische Fertigungstiefe aus. In den letzten 2 Jahren wurden speziell für die Biomassekessel die Fertigungskapazitäten in Österreich stark ausgebaut. Um diesen Status zu halten, ist es wichtig, Programme wie Raus aus Gas und Öl fortzuführen, um den Ausstieg aus fossilen Energieträgern in der Raumwärme zu forcieren. Zusätzlich ist der Bereich Mobilität als wichtiges Anwendungsfeld für Biomasse-Ressourcen zu nennen. Neben den „klassischen“ Biotreibstoffen stellen innovative synthetische Treibstoffe aus Biomasse (z. B. Fischer Tropsch Treibstoffe aus fester Biomasse) interessante Alternativen für unterschiedliche Anwendungen (grüner Diesel/Benzin und Kerosin) dar. Dafür sollten die F&E Tätigkeiten intensiviert werden, damit diese Technologien letztlich implementiert, und auch exportiert werden können.

Photovoltaik

Trotz der Steigerung des heimischen Photovoltaikmarktes im Jahr 2022 mit erstmals über einem GW_{peak} neuinstallierter Anlagen kann nicht erwartet werden, dass die Klima- und Energieziele in einfacher Weise erreicht werden können. Beachtung sollte nun nicht mehr vorrangig den 2030er Stromzielen, sondern dem 2040er Klimaneutralitätsziel geschenkt werden. Vermehrt auftretende Probleme beim Netzzugang bzw. bei der Möglichkeit der Einspeisung von Überschussenergie müssen rasch gelöst werden, um die aktuelle Entwicklung nicht deutlich abzubremsen. Dem Mangel an qualifizierten Fachkräften, der schon derzeit für lange Wartezeiten bei der Installation sorgt, ist rasch entgegenzuwirken. Lieferprobleme bei Komponenten sollten sich reduzieren, da weltweit die rasante Steigerung des PV-Marktes zu enormen Produktionssteigerungen bei den PV relevanten Komponenten führt. Chancen für den österreichischen Markt abseits der Installation würden vor allem dann entstehen, wenn Forschung und Entwicklung intensiviert werden, um neue und innovative PV-Komponenten und -anwendungen in den Markt zu bringen und damit die asiatische Abhängigkeit verringert werden kann. Vorrangiges Beispiel dafür ist die bauwerksintegrierte Photovoltaik. Der Auf- und Ausbau von innovativer PV-Modul- aber auch Zellproduktion und weiterer Produktionen entlang der gesamten PV-Wertschöpfungskette sollte rasch und unbürokratisch erfolgen, um bei den massiven globalen Ausbautendenzen der Photovoltaikindustrie nicht das Nachsehen zu haben. Mittelfristig ist zu erwarten, dass zumindest eine weitere Verdoppelung des aktuellen jährlichen Marktes realistisch scheint, wenn die notwendigen Weichenstellungen bei Netz, Arbeitskräften und heimischer Produktion rasch erfolgen.

Photovoltaik Batteriespeicher

Auch bei den PV-Speichersystemen konnte trotz Fachkräftemangel sowie Material- bzw. Komponentenengpässe erneut ein deutlicher Zuwachs erzielt werden. Gründe dafür sind sowohl im Privat- als auch im Gewerbebereich weiterhin sinkende Investitionskosten in Verbindung mit steigenden Strompreisen, aber auch der Wunsch nach Energieautonomie sowie die Sorge vor einem Blackout. PV Speichersysteme gewinnen damit zunehmend an Bedeutung für die Energiewende.

In diesem Kontext rückt daher immer stärker die Frage in den Mittelpunkt, wie (geförderte) PV-Speichersysteme zukünftig netz- und/oder systemdienlich eingesetzt werden können – vor allem vor dem Hintergrund, dass PV-Speichersysteme in Österreich nahezu ausschließlich eigenverbrauchsoptimiert bewirtschaftet werden und damit keinen bzw. keinen verlässlich positiven Beitrag für das Stromnetz bzw. unser Versorgungssystem leisten. Anders als noch vor einigen Jahren in Deutschland gibt es in Österreich auch keine energietechnisch bzw. volkswirtschaftlich sinnvollen Auflagen bei Inanspruchnahme von Förderungen für PV-

Speichersysteme. Die baldige Einführung zielorientierter Fördermechanismen ist daher von großer Bedeutung um das Potenzial vorhandener und zukünftiger PV-Speichersysteme in Österreich nutzen zu können.

Diverse Studien zeigen darüber hinaus, dass Stromspeicher nicht immer die wirtschaftlichste Option darstellen, sondern auch andere Flexibilitätspotenziale mit geringerem (finanziellen) Aufwand einen vergleichbaren Systemnutzen bieten können. Im Sinne einer kosten- und nutzeffizienten Energiewende bedarf es daher einer klaren Strategie sowie nachvollziehbarer Entscheidungsgrundlagen um einen koordinierten, bedarfsgerechten und optimalen Ausbau der Speicherkapazitäten sowie weiterer Flexibilitäten in Österreich sicherstellen zu können.

Solarthermie

Die Entwicklung der Solarthermie am Inlandsmarkt muss als kritisch bezeichnet werden. Trotz enormer Potenziale (der Wärmeanteil am österreichischen Energieverbrauch beträgt rund 50 %, über 60 % davon werden nach wie vor fossil gedeckt) ist der Inlandsmarkt seit Jahren rückläufig. Hier ist die Politik gefordert, für den aktuellen Hauptmarkt der Ein- und Mehrfamilienhäuser endlich die notwendigen Rahmenbedingungen zu setzen. Erfolgreiche Marktentwicklungen in anderen europäischen Ländern (z. B. zweistelliges Marktwachstum in Deutschland, Italien, Polen und Griechenland) zeigen, dass trotz Konkurrenzsituation zwischen Erneuerbaren mit gezielten Förderimpulsen und legislativer Lenkung nachhaltige Marktimpulse möglich sind. Hier gilt es in Österreich in Zusammenarbeit zwischen Branche und öffentlicher Hand rasch neue Ansätze zu finden. Die Rückgänge im Wohnungssektor konnten bis dato durch Aktivitäten im Bereich solarthermischer Großanlagen in den Sektoren Nah- und Fernwärme bzw. industrielle Prozesswärme nicht kompensiert werden. Aktuell über 20 in Ausarbeitung befindliche Machbarkeitsstudien für solarthermische Großanlagen (jeweils $> 3,5 \text{ MW}_{\text{th}}$) stimmen positiv und lassen konkrete Umsetzungsprojekte für die nächsten Jahre erwarten. Was die Branche für die Erschließung des Großanlagenmarktes benötigt, ist Kontinuität im Förderungsumfeld.

Ein Exportanteil von 95 % an der österreichischen Jahresproduktion zeigt die wichtige Position bzw. das Potenzial österreichischer Unternehmen als anerkannte Zulieferer am Weltmarkt. Um die ausgezeichnete Positionierung am Weltmarkt zu halten bzw. auszubauen und auch den Heimmarkt mit Innovation zu stimulieren, braucht es gezielte FTI-Aktivitäten, insbesondere im Bereich von Hybridkollektoren (PVT), saisonaler Wärmespeicher sowie in neuen verfahrenstechnischen Anwendungen wie z. B. Solarreaktoren (zur Generierung von H_2 oder CH_4 aus Reststoffen) und die Abwasseraufbereitung.

Aufgrund der über Jahre aufgebauten Expertise und Produktionskapazitäten sowie hoher Verfügbarkeit von Materialressourcen ist Solarthermie ein ausgezeichnetes Beispiel für hohe österreichische Technologiesouveränität und im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energietechnologien auch für hohe heimische Wertschöpfung.

Großwärmespeicher

Der Bedarf an Flexibilität im Betrieb von Nah- und Fernwärmenetzen wird aufgrund der Transformation des Energieversorgungssystems in den nächsten Jahren rasant ansteigen. Erfolgte bisher die Versorgung mit Fernwärme zum überwiegenden Teil zentral über wenige Kesselanlagen, erfordert die Substitution der fossilen Energieträger und die limitierte Verfügbarkeit des Energieträgers Biomasse einen Umbau auf mehrere, verteilte Anlagen basierend auf erneuerbaren Energieträgern und Abwärme. Die Treiber für diese sowohl

national als auch international zu beobachtende Entwicklung sind insbesondere die Volatilität der Energiequellen sowie wirtschaftliche Gesichtspunkte. Großwärmespeicher können hierzu die erforderlichen Flexibilitäten vergleichsweise kostengünstig bereitstellen. Bilden die aktuell eingesetzten Speichertechnologien im Wesentlichen Behälterwasserspeicher, so ist davon auszugehen, dass zukünftig, insbesondere für erforderliche Speicherkapazitäten $>1 \text{ GWh}_{\text{th}}$, Erdbeckenspeicher, Aquiferspeicher und Bohrfeldspeicher an Bedeutung gewinnen werden. Aber auch Hochtemperaturwärmespeicher in Verbindung mit sogenannten Carnot-Batterien (P2H2P) wird eine entsprechende Bedeutung zukommen.

Österreichische Unternehmen, insbesondere aus dem Bereich des Anlagenbaus und der Bautechnik, sind im internationalen Umfeld bei der Technologie- bzw. Produktentwicklung für die nächste Generation an Großwärmespeichern sehr gut positioniert. Um zukünftig auch am gerade in Entstehung befindlichen Markt für Großwärmespeicher (Speicherkapazität $>1 \text{ GWh}_{\text{th}}$) partizipieren zu können, müssen die bisherigen Aktivitäten rasch mit gezielten FTI-Maßnahmen (national wie auch auf kooperativer, internationaler Ebene) unterstützt werden. Nur so kann in einer Phase, wo die Technologieführerschaft noch nicht besetzt ist, rasch konkurrenzfähige Technologie entwickelt bzw. Technologiesouveränität aufgebaut werden.

Wärmepumpen

Die enorme Steigerung des Absatzes von Wärmepumpen im Jahr 2022 belegt einerseits die Leistungsfähigkeit der Branche unter schwierigen Umständen wie Lieferkettenprobleme und Fachkräftemangel und andererseits die Eignung der Technologie, einen wesentlichen Teil der Wärmewende zu bewerkstelligen. Die Herausforderung liegt in den kommenden Jahren jedoch darin, die nunmehrige Entwicklungsdynamik beizubehalten und mittelfristig zu stabilisieren. In Hinblick auf die Wärmewende geht es in der Folge nicht nur darum, den Wärmebedarf des Neubaus zu decken. Die größere Herausforderung liegt im Ersatz des gewaltigen Bestandes an öl- und gasbasierten Wärmebereitstellungsanlagen. Die größte energiepolitische Aufgabe besteht dabei darin, die im Jahr 2022 gemessenen Diffusionsraten auch in Zeiten wieder rückläufiger Preise und guter Verfügbarkeit fossiler Energie abzusichern.

Die Stärke der österreichischen Wärmepumpenhersteller liegt in ihrer langjährigen Erfahrung im Bereich des nationalen und internationalen Marktes sowie der technologischen Forschung und Entwicklung. Nicht zuletzt die nationalen geographischen, klimatischen und strukturellen Bedingungen führten bei den österreichischen Wärmepumpenherstellern zu einer breiten Kompetenz, z. B. in Hinblick auf die Nutzung unterschiedlicher Wärmequellen, Leistungsklassen oder Einsatzbereiche. Die österreichische Forschungs-, Technologie- und Innovationsstrategie kann dieses Profil in Zukunft durch Anreize für nationale und internationale Forschungs- und Entwicklungskooperationen weiter fördern. Für die mittel- bis langfristige Weiterentwicklung der Technologie und der Marktdiffusion in Österreich sind darüber hinaus Maßnahmen erforderlich, welche die Verfügbarkeit von Fachkräften in den Bereichen F&E, Produktion, sowie Implementierung der Technologie fördern.

Bauteilaktivierung in Gebäuden

Die Speicherung von Wärme und/oder Kälte in Bauteilen von Gebäuden oder in ganzen Gebäuden stellt in Österreich ein großes Speicherpotenzial dar, das im Zuge der Energiewende wertvolle Beiträge zum Lastmanagement leisten kann. Zwar geht es dabei primär um die kurz- bis mittelfristige Speicherung von Wärme und/oder Kälte, also um thermische Energie. Da dieser Ansatz im strengeren Sinne jedoch mit dem Einsatz von Wärmepumpen verbunden ist, entsteht auf diesem Wege ein großes netzdienliches Lastverlagerungspotenzial von

elektrischer Energie. Eine smarte Nutzung dieses Potenzials setzt die Verfügbarkeit von Smart Grid Ready Wärmepumpen und von Smart Metern voraus. Entsprechende Wärmepumpen diffundieren nicht zuletzt durch das Rekordergebnis des Jahres 2022 zurzeit rasch in den Markt und die Netzbetreiber arbeiten mit Hochdruck an der flächendeckenden Installation von Smart Metern. Dies lässt auch das theoretisch nutzbare Lastverlagerungspotential rasch anwachsen und mit zunehmender Anlagendichte wird die Hebung des Potenzials für die Akteure aus der Energiewirtschaft immer attraktiver. Mit der Entwicklung passender Geschäftsmodelle ist zu erwarten, dass die Nutzung bereits vorhandener Potenziale zeitnah erfolgen wird.

Die erforderlichen technischen Komponenten wie passende Baustoffe, Wärmetauscher, das Smart Grid Interface an den Wärmepumpen oder die Smart Meter sind heute Standardkomponenten. Chancen für Forschung und Entwicklung liegen jedoch entlang der Wertschöpfungskette im Bereich der optimalen thermischen Erschließung der Gebäude, des Energiemanagements innerhalb des Gebäudes, im Bereich der Geschäftsmodelle der Netzbetreiber und ggf. der Energielieferanten, sowie bei Algorithmen zur optimalen Nutzung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials im Netzbetrieb. Förderlich sind in diesem Bereich die Berücksichtigung dieser Themen in entsprechenden Forschungsprogrammen und die Förderung nationaler und internationaler Kooperationen zwischen Akteuren aus der Energiewirtschaft und entsprechenden Forschungseinrichtungen.

Windkraft

2022 wurden 87 Windkraftanlagen (netto 60) errichtet. Der wieder angesprungene Windkraftausbau ist noch nicht auf das Ende 2022 geänderte Förderregime durch das Erneuerbare-Ausbau-Gesetz (EAG), sondern allein auf das alte Ökostromgesetz zurückzuführen. Bei den ersten zwei Fördervergaben durch das EAG wurde nur die Hälfte der Windkraftleistung vergeben. Dies spiegelt auch die internationalen Erfahrungen wider, dass bei einer starken Änderung des Förderregimes die Branche deutlich verunsichert ist und erst mit der Zeit mit dem neuen Fördersystem umzugehen lernt. Darüber hinaus haben sich im letzten Jahr die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen komplett auf den Kopf gestellt. Durch stark steigende Anlagenpreise und angehobene Zinssätze haben sich die Projekte stark verteuert. Eine Anpassung des EAG an die neuen Rahmenbedingungen ist daher eine Grundvoraussetzung für einen raschen Windkraftausbau in Österreich. Neben weiteren gesetzlichen Änderungen (Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungs-Gesetz, Elektrizitätswirtschaftsgesetz, Klimaschutzgesetz) sind vor allem Änderungen auf Ebene der Bundesländer ausständig. In allen Bundesländern müssen die Ausbauziele der Windkraft an die Klimaneutralität 2040 angepasst, mehr Flächen für den Windkraftausbau ausgewiesen und zusätzliches Personal in den Genehmigungsbehörden eingestellt werden. Die österreichische Bundes- und besonders die Landespolitik der nächsten Monate entscheidet, wie die Windkraftentwicklung der nächsten 3 bis 4 Jahre ausfallen wird.

Innovative Energiespeicher

Gegenüber der ersten Erhebung für das Jahr 2020 hat sich im Bereich der Innovativen Energiespeicher die Anzahl der identifizierten Firmen und Forschungseinrichtungen von 36 auf 47 im Jahr 2022 erhöht. Die Anzahl der Patenteinreichungen im Bereich Batterien, Wasserstoff und Brennstoffzellen hat in den letzten 5 Jahren deutlich zugenommen. Einzelne Firmen sind seit der Erhebung 2020 verschwunden oder haben den Bereich aufgegeben, insgesamt ist eine Belebung der Szene zu beobachten. Trotzdem ist dieser Bereich weiterhin überschaubar. Es

ist davon auszugehen, dass die Zahl der Firmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der innovativen Energiespeicher in den nächsten Jahren weiter steigen wird. Eine Intensivierung der Forschung und Entwicklung wird nichtsdestotrotz notwendig sein, um im internationalen Vergleich bestehen zu können. Für den Aufbau von Produktionskapazitäten und die Markteinführung sind geeignete, möglichst unbürokratische Förderungen und Instrumente als Zusatz zu bestehenden Angeboten (z. B. bestehende Förderungen für Start-ups) gefragt. Interessierte neue Firmen oder Forschungseinrichtungen sind explizit eingeladen sich beim Team der Marktstatistik zu melden, bzw. einen Fragebogen auszufüllen, um die Marktstatistik kontinuierlich zu verbessern.

1.2 Steckbrief 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. Aufgrund der sehr warmen Witterung im Jahr 2022 erreicht der Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 196,9 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 2021 stieg der nationale Pelletsverbrauch im Jahr 2022 um 6,9 % auf rund 21,6 PJ bzw. 1.272.500 Tonnen. Zur Sicherung der Pelletsversorgung haben rund 35 aktive österreichische Pelletsproduzenten eine Produktionskapazität von rund 2,04 Mio. t/a aufgebaut.

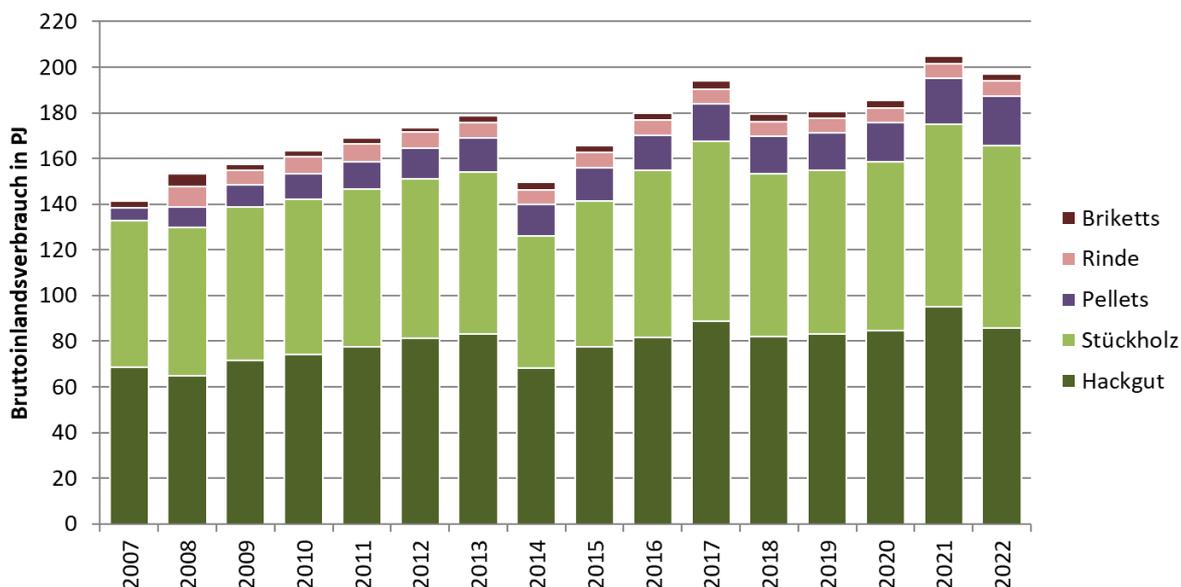


Abbildung 1 – Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich von 2007 bis 2022

Quelle: BEST (2023)

Mittels fester biogener Brennstoffe konnten im Jahr 2022 rund 9,86 Mio. t CO_{2äqu} eingespart werden. Die Biobrennstoffbranche konnte 2022 einen Gesamtumsatz von 2,273 Mrd. € erwirtschaften, was in dieser Branche einem Beschäftigungseffekt von 18.759 Vollzeitarbeitsplätzen entspricht. Der Erfolg der Bioenergie hängt maßgeblich von der Verfügbarkeit geeigneter Rohstoffe zu wettbewerbsfähigen Preisen ab. Im Jahr 2022 waren die Holzbrennstoffpreise überdurchschnittlich stark von der Teuerung betroffen. Daher ist im 4. Quartal auch die Nachfrage nach Biomassekesseln stark eingebrochen. Aktuell pendeln sich die Preise wieder ein. 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.

1.3 Steckbrief 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 Pelletskessel, 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. Aufgrund der Energiekrise konnten im Jahr 2022 sogar Rekordabsatzzahlen beobachtet werden: Die Verkaufszahlen der Pelletsfeuerungen erhöhten sich im Jahr 2022 sogar um 87,5 %, jene der Stückholz-Pellets-Kombikessel um 68,7 %. Die Verkaufszahlen der Stückholzkessel legten um 22,8 %, jene der Hackgutkessel (<100 kW) stagnierten allerdings.

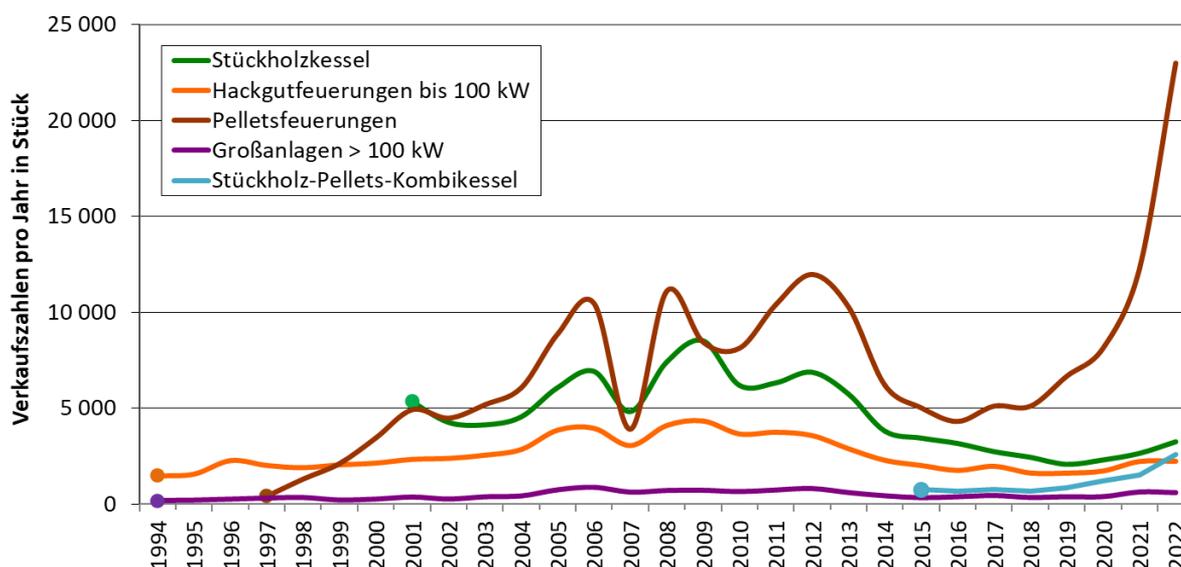


Abbildung 2 – Die Marktentwicklung von Biomassekesseln in Österreich bis 2022

Quelle: LK NÖ (2023)

Im Jahr 2022 wurden auf dem österreichischen Markt 23.071 Pelletskessel, 3.264 typengeprüfte Stückholzkessel, 2.583 Stückholz-Pellets Kombikessel sowie 2.727 Hackschnitzelkessel – jeweils alle Leistungsklassen – abgesetzt. Zusätzlich konnten mindestens 2.300 Pelletsöfen, 7.400 Herde und 12.600 Kaminöfen verkauft werden. Österreichische Biomassekesselhersteller setzen typischer Weise ca. 80 % - 85 % ihrer Produktion im Ausland ab. Durch die Wirtschaftstätigkeit im Biomassekessel- und -ofenmarkt konnte 2022 ein Umsatz von 2.660 Mio. Euro erwirtschaftet werden, was einen Beschäftigungseffekt von 9.366 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.

1.4 Steckbrief 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 bereits im Jahr 2004 durch die Deckelung der Tarifförderung wieder ein. Nach einem durch eine Förderanomalie ausgelösten ersten Rekordzuwachs im Jahr 2013 pendelte sich der PV-Markt in Jahren 2014 bis 2018 bei jährlichen Zubauraten zwischen 150 MW_{peak} und 190 MW_{peak} ein. Nach einer kontinuierlichen Steigerung der neu installierten Leistung in den Folgejahren konnte im Jahr 2021 mit 739,7 MW_{peak} ein deutlicher Zuwachs erzielt werden, der im Jahr 2022 erneut übertroffen wurde. Wie in **Abbildung 3** ersichtlich, wurden im Jahr 2022 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.009,1 MW_{peak} neu installiert, was einem Zuwachs von ca. 36,4 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. In Österreich waren damit Ende 2022 Photovoltaikanlagen mit einer kumulierten Gesamtleistung von 3.791,7 MW_{peak} in Betrieb. Das entspricht einem Anstieg von 36,3 %. Die in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen führten 2022 zu einer Stromproduktion von mindestens 3.791,7 GWh und damit zu einer Reduktion der CO_{2äqu}-Emissionen im Umfang von 1.382.076 Tonnen.

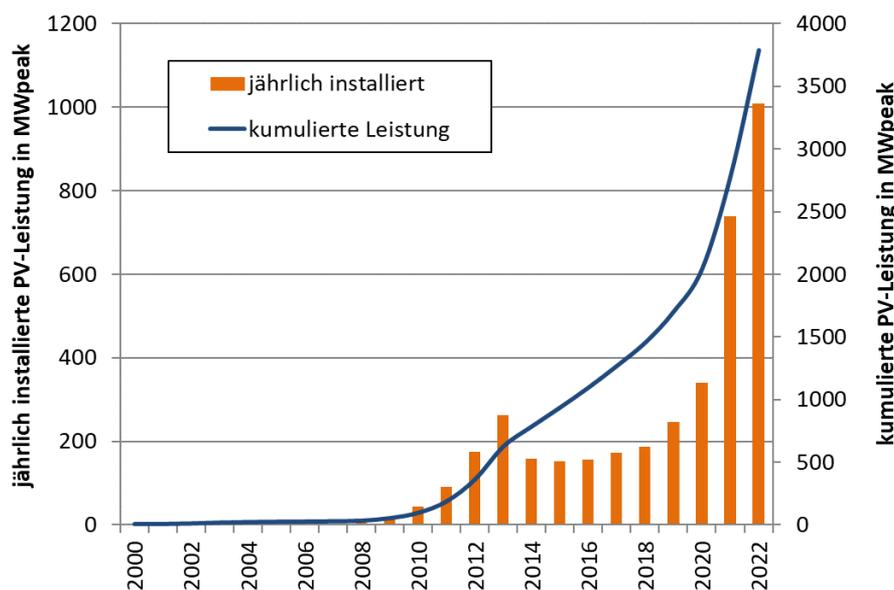


Abbildung 3 – Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2022

Quelle: Technikum Wien (2023)

Der mittlere Systempreis einer netzgekoppelten 5 kW_{peak} Photovoltaikanlage in Österreich ist im Vergleich zum Vorjahr von 1.543 Euro/kW_{peak} exkl. MwSt. auf 1.669 Euro/kW_{peak} exkl. MwSt. gestiegen.

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 2022 6.075 Vollzeit Arbeitsplätze zu verbuchen. 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.

1.5 Steckbrief 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.

Für das Jahr 2022 ergab die Erhebung einen Zubau von ca. 17.111 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 229,7 MWh. Davon wurden ca. 89,7 % mit Hilfe einer Förderung und 10,3 % ohne Fördermittel errichtet. Insgesamt wurden damit in Österreich seit 2014 37.130 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 481,4 MWh errichtet, siehe **Abbildung 4**.

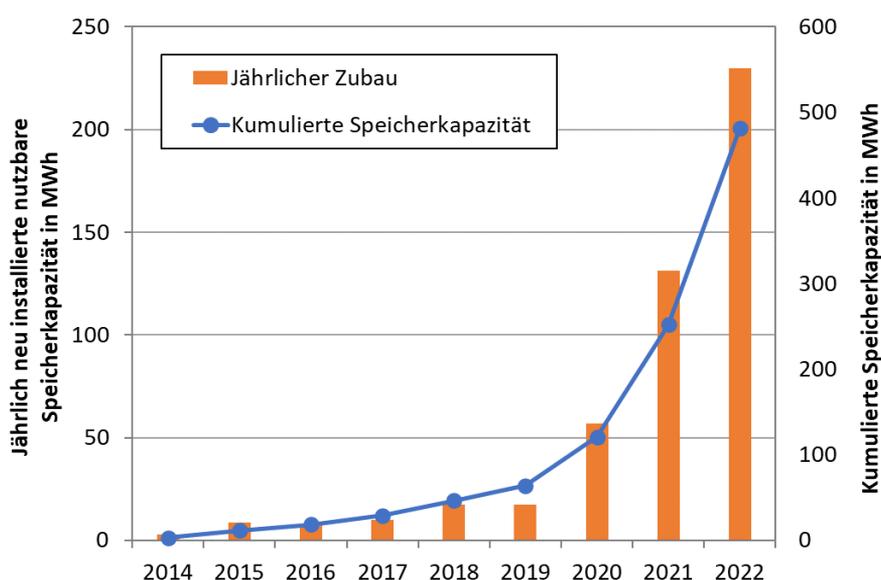


Abbildung 4 – PV-Batteriespeicherkapazität in MWh von 2014 bis 2022

Quelle: Technikum Wien (2023)

Für das Jahr 2022 wurde für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme ein Preis von rund 986 Euro pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. MwSt. erhoben. Das bedeutet einen Rückgang um rund 4,3 % im Vergleich zu 2021 (1.030 Euro/kWh_{nutz}). Ein konträres Bild zeigt sich bei den Einkaufspreisen für PV-Speichersysteme: Wie bereits im Vorjahr stieg auch im Jahr 2022 der Mittelwert der genannten Einkaufspreise um 15,5 % und betrug 705 Euro pro kWh nutzbare Speicherkapazität (2021: 611 Euro/kWh_{nutz}). Für das Jahr 2022 wurde eine durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität von ca. 13,4 kWh pro Stromspeicher erhoben, was einen Rückgang von 10,4 % im Vergleich zum Jahr 2021 bedeutet. Damit setzt sich der Trend der letzten Jahre zu größeren Batteriekapazitäten im Jahr 2022 nicht fort.

Im Vergleich zum Vorjahr ging der Anteil an DC-gekoppelten Systemen mit ca. 84 % im Jahr 2022 etwas zurück, überwiegt aber weiterhin deutlich den Anteil der AC-gekoppelten Systeme mit ca. 16 %. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Art der Speicherinstallation, wo 2022 ca. 84 % der installierten PV-Speichersysteme gemeinsam mit einer PV-Anlage installiert wurden. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen deutlichen Anstieg (2021: 63 %).

1.6 Steckbrief 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 255,4 MW_{th} den historischen Höchstwert.

Nach der Phase des massiven Wachstums bis zum Jahr 2009 ist der Inlandsmarkt nun seit 13 Jahren rückläufig. Diese Entwicklung war nicht nur in Österreich, sondern bis auf wenige Ausnahmen auch in den meisten europäischen Ländern ähnlich. Seit zwei Jahren gibt es in einigen europäischen Ländern aber wieder steigende Installationszahlen. So nicht der österreichische Inlandsmarkt, der im Jahr 2022 im Vergleich zum Jahr 2021 wieder einen Rückgang von 16 % verzeichnete.

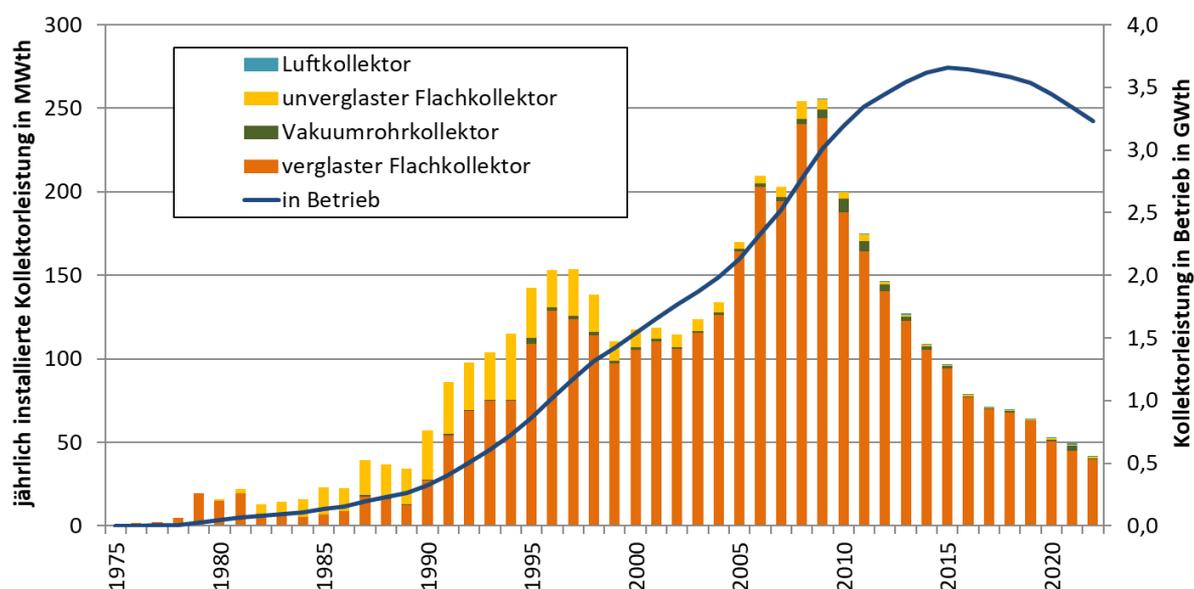


Abbildung 5 – Marktentwicklung der Solarthermie in Österreich bis 2022

Quelle: AEE INTEC (2023)

Mit Ende des Jahres 2022 waren in Österreich 4,6 Millionen Quadratmeter thermische Kollektoren in Betrieb, was einer installierten Leistung von 3,2 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 die installierte Kollektorfläche pro Einwohner auf Platz 4.

Der Nutzwärmeertrag dieser Anlagen lag bei 2.063 GWh_{th}. Damit werden unter Zugrundelegung des österreichischen Wärmemixes 369.890 Tonnen an CO_{2äqu}-Emissionen vermieden. Im Jahr 2022 wurden 59.160 m² thermische Sonnenkollektoren, entsprechend einer Leistung von 41,4 MW_{th} neu installiert, siehe **Abbildung 5**.

Im Vorjahr stieg die Fläche der exportierten Kollektoren von 462.223 m² im Jahr 2021 auf 535.285 m² im Jahr 2022. Dieser Anstieg führte zu einer Erhöhung des Exportanteils an in Österreich produzierten thermischen Kollektoren von 92 % im Jahr 2021 auf 95 % im Jahr 2022. Österreichische Unternehmen sind damit wichtige Zulieferer auf dem Solarthermie-Weltmarkt. Der Umsatz der Solarthermiebranche wurde für das Jahr 2022 mit 151,6 Mio. Euro abgeschätzt und die Anzahl der Vollzeitbeschäftigten kann mit ca. 1.300 beziffert werden.

1.7 Steckbrief 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 2022 betrug die insgesamt in diesem Sektor generierte Wärmemenge rund 24,7 TWh und der Zuwachs konnte seit dem Jahr 2000 um 81 % gesteigert werden, siehe Statistik Austria (2023b). Die Datenbasis für die gegenständlichen Analysen bildeten 1.073 erhobene Wärmenetze, die im Jahr 2022 insgesamt etwa 20,8 TWh an Wärme verkaufen konnten.

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 Abwärmern Flexibilitäts-elemente benötigt werden. Eine Möglichkeit derartige Flexibilität in Nah- und Fernwärmenetzen bereitzustellen bilden Wärmespeicher. Von den insgesamt 1.073 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 766 Wärmenetzen bereits Wärmespeicher als Flexibilitäts-element installiert. In diesen Wärmenetzen wurde eine Gesamtanzahl von 1.015 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von 204.099 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 8,3 GWh.

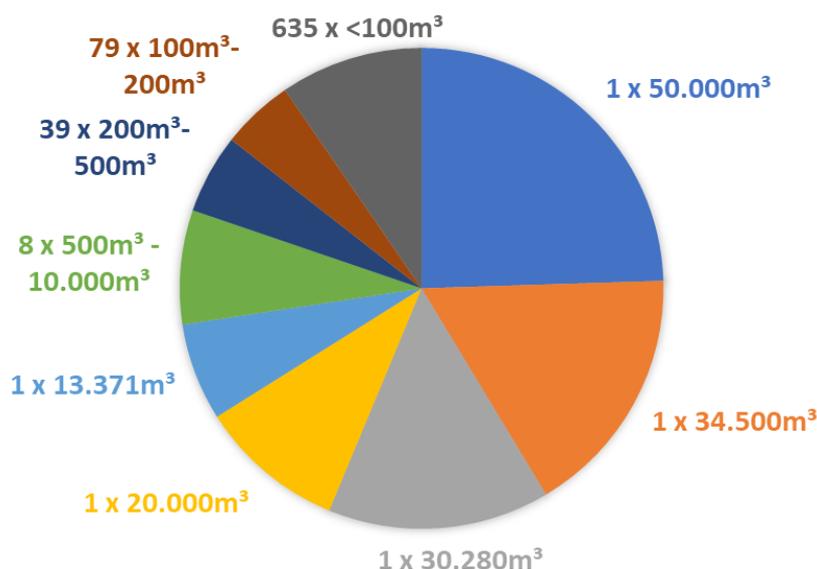


Abbildung 6 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenem Wärmenetz im Jahr 2022. Datenbasis: 766 Wärmenetze
 Quelle: AEE INTEC (2023)

Im Jahr 2022 wurden 35 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von 3.326 m³ errichtet, was eine Steigerung der insgesamt installierten Speicherkapazität um rund 1,6 % bedeutet. Der größte im Jahr 2022 installierte Speicher hat ein Volumen von 1.400 m³ und dient zur Flexibilisierung der Generierung von Fernwärme aus Biomasse, Abwärme und P2H.

1.8 Steckbrief Wärmepumpen

Der österreichische Wärmepumpenmarkt entwickelte sich in der Zeitspanne von 2000 bis 2008 kontinuierlich, mit hohen Wachstumsraten und synchron mit der Marktdiffusion energieeffizienter Gebäude, die durch einen geringen Heizwärmebedarf und geringe Heizungsvorlauftemperaturen gute Bedingungen für den Einsatz von Wärmepumpen boten. Ab 2009 kam es bedingt durch die Finanz- und Wirtschaftskrise zu leicht rückläufigen Verkaufszahlen, wobei sich ab 2012 ein neuer Wachstumstrend einstellte, siehe **Abbildung 7**.

Das Jahr 2021 zeichnete sich bereits durch ein auffallend starkes Marktwachstum von 21,6 % aus. Dies war für die Branche ein wichtiges Signal und induzierte seitens der Unternehmen Investitionen in Struktur und Erzeugungskapazität. Eine nicht vorhersehbare Verkettung von Faktoren, wie der extreme Anstieg der Energiepreise, Unsicherheiten bei der Versorgung mit fossilen Energieträgern und eine historische Geldentwertung bei einem gleichzeitig diffusionsfördernden energiepolitischen Umfeld führten im Jahr 2022 schlussendlich zu einem Marktwachstum von 59,9 %, zu dem alle Wärmepumpenarten beitrugen. 2022 wurden in Österreich 49.192 Heizungs-wärmepumpen, 11.153 Brauchwasserwärmepumpen, 1.201 Lüftungs- und Luftwärmepumpen und 131 Industriewärmepumpen verkauft.

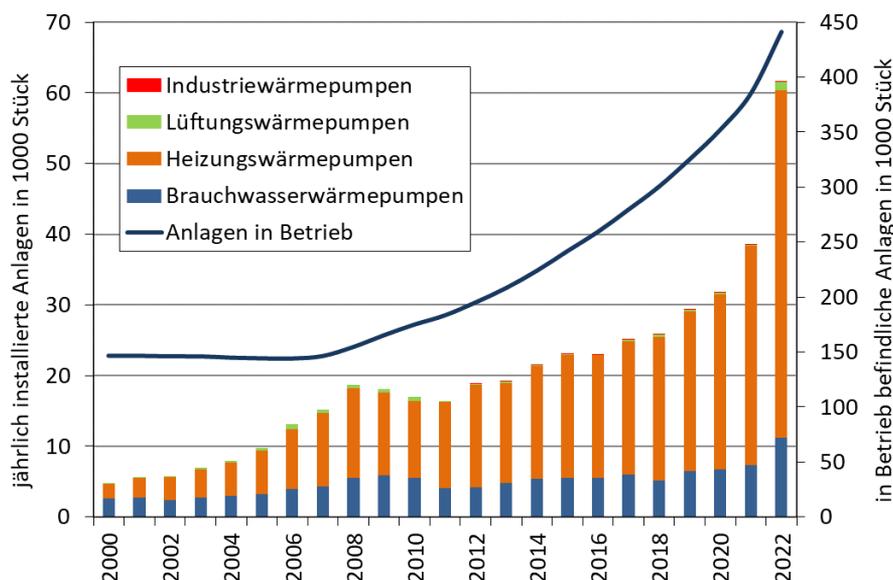


Abbildung 7 – Die Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich bis 2022

Quelle: ENFOS (2023)

Der Anteil des Exportmarktes am Gesamtumsatz aller Wärmepumpen betrug im Jahr 2022 nach Stückzahlen 23,7 %. Der Wirtschaftsbereich Wärmepumpe erzielte im Jahr 2022 einen Gesamtumsatz von 1.437 Mio. Euro und bewirkte einen Beschäftigungseffekt von 3.104 Vollzeit Arbeitsplätzen. Weiters konnten im Jahr 2022 durch den Einsatz von Wärmepumpen netto 1.001.847 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 sowie die Anwendung in industriellen Prozessen mit hohen Temperaturanforderungen ergänzen das Innovationsspektrum.

1.9 Steckbrief 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 2022 waren in Österreich ca. 201.400 Gebäude mit Smart Grid Wärmepumpen ausgestattet, was einem Lastverlagerungspotenzial von ca. 0,70 GW_{el} entspricht. Dieses Potenzial wuchs von 2021 auf 2022 dabei um 29 %, siehe **Abbildung 8**.

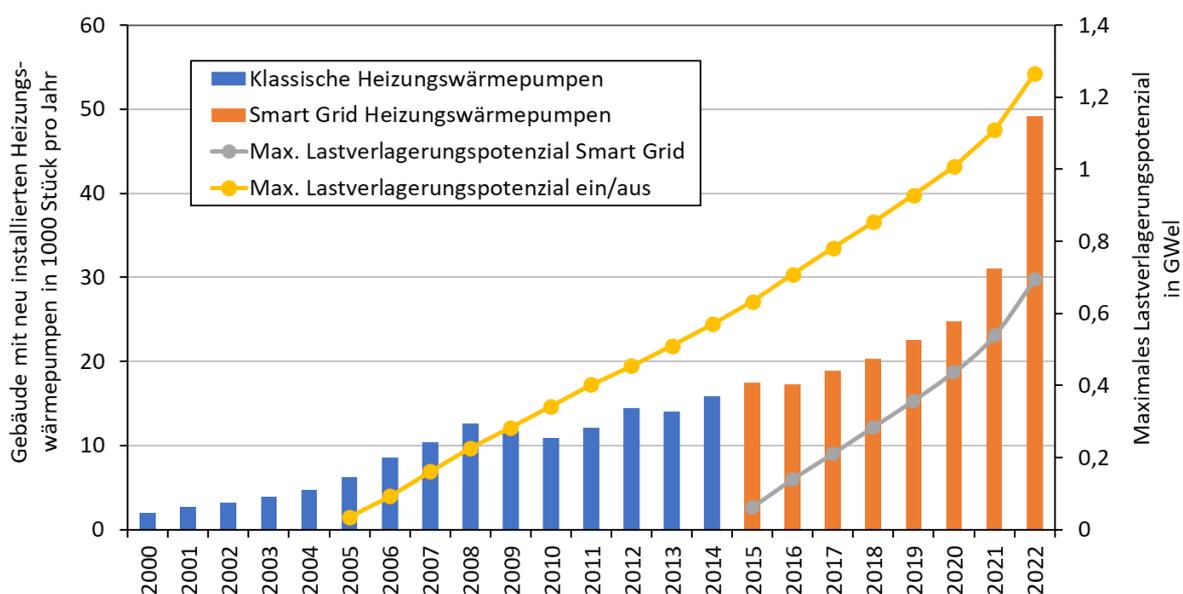


Abbildung 8 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials durch thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude. Quelle: ENFOS (2023)

Werden Gebäude mit fernschaltbaren Wärmepumpen in das Lastverlagerungspotenzial eingerechnet, so resultiert daraus im Jahr 2022 ein Bestand von ca. 334.900 Gebäuden mit einem maximalen Lastverlagerungspotenzial von 1,27 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 in der Folge auch eine rasche Entwicklung von Geschäftsmodellen seitens der Netzbetreiber bzw. der Energieversorger zu erwarten.

1.10 Steckbrief 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 und 2022 fortgesetzt werden. So wurden in Österreich im Jahr 2022 insgesamt 87 Windräder mit einer Leistung von 315 MW neu errichtet und 27 Windräder mit 49 MW abgebaut. Von den insgesamt 87 Anlagen entfielen 39 Anlagen mit 128 MW auf Niederösterreich und 30 Anlagen mit 128 MW auf das Burgenland. 9 Windräder mit 30 MW wurden in der Steiermark, 8 Windräder mit 26 MW in Kärnten und ein Windrad mit 3 MW in Oberösterreich errichtet. Gleichzeitig wurden rund 22 Windräder mit 49 MW an Windkraftleistung abgebaut und durch moderne Anlagen ersetzt. Ende des Jahres 2022 waren damit 1.366 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von 3.560 MW am Netz. Diese Leistung ermöglichte eine durchschnittliche jährliche Stromproduktion von 8,2 TWh, was mehr als 11 % des österreichischen Stromverbrauchs, beziehungsweise 2,3 Mio. Haushalten entspricht. Verglichen mit dem Bestand Ende 2021 erhöhte sich damit das Stromerzeugungspotential aus Windkraft um 0,6 TWh.

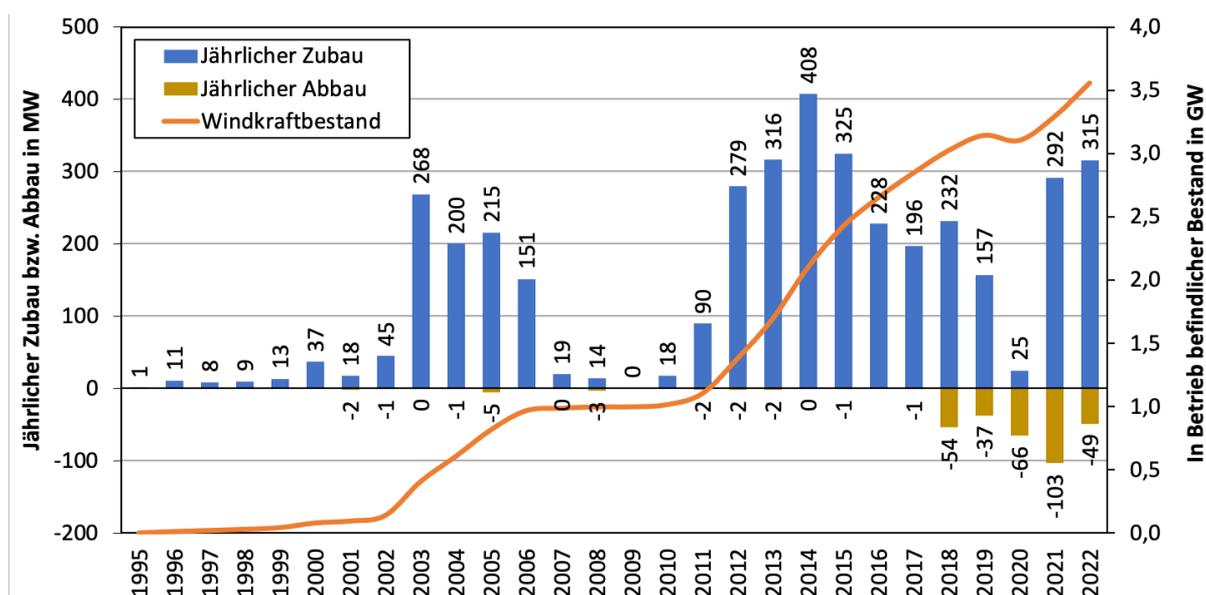


Abbildung 9 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2022

Quelle: IG Windkraft (2023)

Insgesamt wurde im Jahr 2022 ein Gesamtumsatz der Windkraftbranche – darunter Windenergiebetreiber sowie Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen – von 2.160 Mio. Euro erwirtschaftet. Das bedeutet eine große Steigerung gegenüber dem Vorjahr, vor allem aufgrund der gestiegenen Strompreise. In der österreichischen Windbranche waren Ende 2022 rund 5.950 Personen beschäftigt. Davon 2.510 in den Bereichen Errichtung, Rückbau, Wartung und Service und 590 bei Betreibern von Windkraftanlagen. Aus der liefernden Industrie wurden rund 3.440 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 wurden bzw. werden erst in den Jahren 2021 bis 2025 realisiert. Alle 2022 errichteten Projekte wurden mittels Ökostromgesetz gefördert. Projekte, die aus dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz eine Förderzusage bekommen haben, werden voraussichtlich erst frühestens 2024 an das Stromnetz angeschlossen werden können.

1.11 Steckbrief innovative Energiespeicher

Zu den innovativen Speichersystemen zählen in diesem Bericht Wasserstoffspeicher, Power-to-Gas, innovative stationäre elektrische Speicher, Latentwärmespeicher und thermochemische Speicher. Als innovative stationäre elektrische Speicher wurden vor allem Redox-Flow Speicher und Natrium-Ionen Batteriespeicher (Salzwasserbatterie) betrachtet. Außerdem wurde die Herstellung von Komponenten und Dienstleistungen berücksichtigt, um ein umfassendes Bild zu erhalten. Insgesamt wurden 47 österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen ermittelt, welche innovative Speichertechnologien innerhalb dieser Gruppen beforschen oder am österreichischen Markt anbieten. Die meisten Firmen und Forschungseinrichtungen beschäftigen sich mit Wasserstoffspeichern, gefolgt von innovativen stationären elektrischen Speichern. 22 AkteurInnen bieten ihre Speicher bereits am österreichischen Markt an, 25 beteiligen sich aktiv an deren Erforschung. Eine Aufschlüsselung über die einzelnen Technologien ist in **Abbildung 10** zu sehen. Unter den verschiedenen Gruppen dominieren Wasserstoffbasierte Technologien sowie innovative stationäre elektrische Speicher.

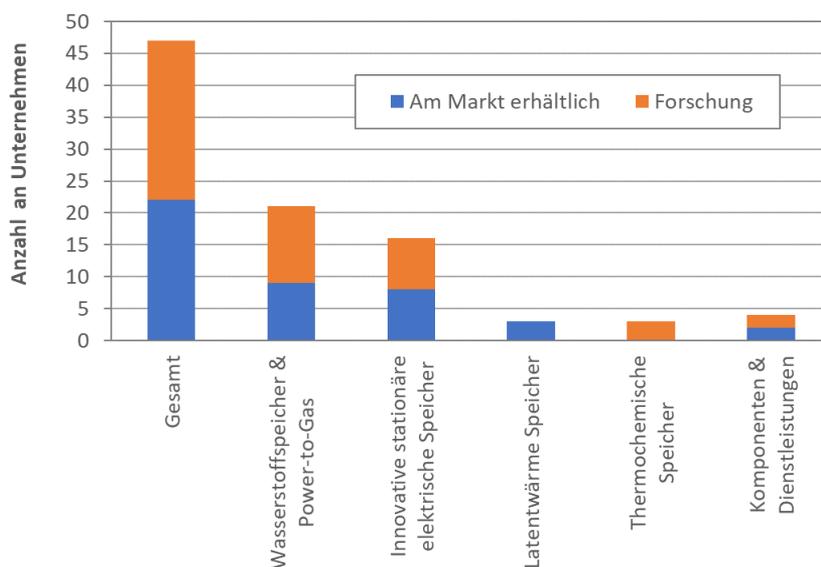


Abbildung 10 – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten (Status 2023). Quelle: BEST (2023)

Im Vergleich zum Jahr 2020 nehmen innovative Speichertechnologien insgesamt nach wie vor einen geringen Marktanteil ein, wenn überhaupt schon Marktreife erreicht wurde. Allerdings sind verstärkt Forschungsaktivitäten von Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Start-ups und KMUs sowie von internationalen Unternehmen zu verzeichnen. Dadurch ist der Markt sehr dynamisch. Die TRLs erstrecken sich, je nach Technologie, über den Bereich 2-9. Für die Zukunft wird erwartet, dass der Speicherbereich sehr stark an Bedeutung gewinnen wird. Innovative Systeme werden dabei stärker gefragt sein, da die Anforderungen ja nach Bereich sehr vielfältig sind. Besonderes Potenzial weisen dabei Wasserstoffspeicher sowie innovative Speichersysteme, z. B. Salzwasserbatterien, auf. Fortschritte in Forschung und Entwicklung spiegeln sich außerdem in Patenten wider: Im Durchschnitt wurden 1974 bis 2022 9 Patente pro Jahr für Batterien angemeldet, wobei der Durchschnitt 2018 bis 2022 bei 19,8 Anmeldungen pro Jahr liegt.

Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2022

1.12 Tabellarische Zusammenfassung der Projektergebnisse

Ergebnisse	Biomasse Brennstoffe	Biomassekessel	Biomasseöfen	Photovoltaik	Solarthermie	Wärmepumpen	Windkraft
Inlandsmarkt 2022	197 PJ	31.645 Stk.	22.300 Stk.	1.009 MW _{peak}	41,4 MW _{th}	61.677 Stk.	315 MW _{el}
Veränderung 2021→2022	-4 %	+64,0 %	+40,3%	+36,4 %	-16,0 %	+59,9 %	+7,8 %
Anlagen in Betrieb 2022	n.r.	ca. 695.000 Stk.	n.v.	3.792 MW _{peak}	3.230 MW _{th}	441.068 Stk.	3.560 MW _{el}
Exportquote im Technologie- Produktionsbereich 2022	Handelsbilanz: 246.543 Tonnen ⁴ Nettoimporte	78 %		54 % ²	95 %	24 %	88 %
Energieertrag 2022 ³	197 PJ oder 54.972 GWh			3.792 GWh	2.063 GWh	5.892 GWh	8.200 GWh
CO ₂ – Einsparungen (netto) ¹	9,856 Mio. t			1,380 Mio. t	0,370 Mio. t	1,002 Mio. t	2,989 Mio. t
Branchenumsatz 2022 ⁵	2.273 Mio.€	2.500 Mio.€	160 Mio.€	2.414 Mio.€	358 Mio.€	1.437 Mio.€	2.160 Mio. €
Beschäftigung 2022	18.759 VZÄ	8.789 VZÄ	577 VZÄ	6.075 VZÄ	1.300 VZÄ	3.104 VZÄ	5.950 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 2022 ca. 82 %.

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

⁴ erfasst sind hier Stückholz, Hackgut und Pellets, Datenbasis 2022.

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, Stefan Aigenbauer, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Christian Fink, Marilene Fuhrmann, Franz Hengel, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Doris Matschegg, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Thomas Riegler, Stefan Savic, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, 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: DI (FH) Volker Schaffler, MA

2 Summary and conclusions

2.1 Conclusions

2022 was characterized by framework conditions which led to a remarkably high market diffusion of technologies for the use and storage of renewable energy in many areas. The energy prices which had begun to rise in 2021 were dramatically increased due to the aggressive war of Russia against the Ukraine. At the same time great uncertainties arose in regard to the security of supply with energy at first with a focus on natural gas then other energy carriers were also concerned. Additionally, the exceedingly high increase of the consumer prices brought about doubts about the currency stability respectively the monetary value. Independently of these mostly exogenous factors the concrete technologies were likewise pushed by the energy political environment in 2022.

This diffusion environment led to a historical growth of the domestic market in many areas in 2022 whereby the sales figures had already been on a high level and on a growth course the year before. The strongest increase could be observed in the area of biomass boilers with plus 64 %, in the area of heat pumps with plus 60 % and in the area of photovoltaics with plus 36 %. For all of those areas investment decisions of private households were determining. In this regard the productivity of the domestic producing industry, trading companies and the connected crafts, which made this growth possible may be labelled astonishing. Still existing problems with supply chains and a limit to available professionals led to delays in some places throughout the business year without whose obstructing effects the market growth would have been still higher.

Thus, the market development 2022 shows a clear growth in the area of the investigated technologies over a wide range. The long-term continuous increase in the areas heat pumps, photovoltaics and biomass boilers could be confirmed once more. However, there was equally a strong revival in the area of wind power for the second year in a row after the stagnation of the expansion in 2020. With regard to the attainment of the national energy- and climate targets for 2030 respectively 2040 the market development of 2022 provides a significant impulse. Anyhow, in order to reach that goal, the existing market dynamics have to be further extended and stabilized over a longer period.

Subsequently technology specific conclusions are drawn. Summarizing profiles for the investigated technologies complete the current chapter.

Solid biomass – fuels

In addition to the classic use of bioenergy for space heating, by 2050 the focus will increasingly be on the role of bioenergy as part of an overall system in combination with other renewables. Here, biomass fuels can score above all as weather-independent energy suppliers and as energy storage. Used in a targeted manner, bioenergy thus has the best chance of making a significant contribution to achieving national and European climate and energy targets. The thermal conversion of biomass is also of central importance as part of the circular economy. Thus, the production of bio-based raw materials such as biochar or pyrolysis oil is increasing.

In 2022, against the background of international developments and the energy crisis, increasing prices could be observed for biomass fuels, especially for pellets. The very high pellet prices in 2022 are an impediment to further market diffusion, as high fuel costs represent a competitive disadvantage compared to other renewable technologies, given

price-sensitive end-users. In this context, it will be interesting if the proposal planned in the government program to anchor an obligation for pellet stockpiling for producers and importers in the Raw Materials Stockpiling Act is implemented. Initiated by support programs to achieve climate and energy targets, business operators in the bioenergy sector could still make good use of the upswing in 2022. In doing so, they can build on existing know-how. More than further technological optimization, simplification and flexibilization of technologies are needed. However, the most important thing at present is to correct the image loss triggered by the high fuel prices, which already manifested itself in decreasing sales figures for biomass boilers in Q4 2022. In order to continue to ensure a predominantly domestic fuel supply in the medium to long term, it is crucial that the Austrian sawmill industry, which has already expanded its capacities in recent years, is able to maintain them. Activities such as those currently planned or already being carried out in the Forest Fund should be continued.

Solid biomass – boilers and stoves

The Austrian biomass boiler manufacturers are well prepared for an increased demand. The limiting factor for the faster expansion of biomass heating systems in the future is likely to be the associated crafts (installers, heating engineers) - countermeasures such as qualification offensives or upgrading of craft professions (monetarily and socially) are urgently needed here. By 2050, the provision of space heating by solid biomass will certainly lose relevance. In addition to the thermal improvement of the building stock, the switch to electricity-based heating systems (e.g. heat pumps in combination with PV) as well as uncertainties in connection with rising biomass prices, as well as climate change and the associated reduction in heating degree days, will contribute to this development. The currently observed increasingly stringent reviews, approvals and subsidy guidelines in international markets should be specifically contrasted with the contribution of biomass to decarbonization. For stoves, this prognosis is only conditionally applicable, since here aspects such as design/optics, well-being and the feeling of safety due to a "back-up" system are essential for the purchase decision. These aspects should be content of future R&D activities and in awareness raising.

At the same time, process heat offers enormous potential, as it is mostly provided by fossil fuels today and the necessary temperature levels are difficult to achieve by other renewable heat technologies. Here lies a great potential for the future with regard to the decarbonization of industry. Which conversion paths or intermediate steps (e.g. green gas) are taken largely depends on the respective applications and their requirements. The current situation on the energy markets is additionally accelerating the development of process heat solutions using bioenergy. The expected increase in biomass demand must be taken into account accordingly in strategic planning.

Austrian technology providers are largely characterized by a high degree of domestic vertical integration. In the last 2 years, manufacturing capacities in Austria have been greatly expanded, especially for biomass boilers. In order to maintain this status, it is important to continue programs such as Raus aus Gas und Öl (Get out of Gas and Oil) in order to accelerate the phase-out of fossil fuels in space heating.

Furthermore, the mobility sector should be mentioned as an important field of application for biomass resources. In addition to "classic" biofuels, innovative synthetic fuels from biomass (e.g. Fischer Tropsch fuels from solid biomass) represent interesting alternatives for various applications (green diesel/gasoline and kerosene). For this, R&D activities should be intensified so that these technologies can eventually be implemented, and also exported.

Photovoltaics

Despite the increase in the domestic photovoltaic market in 2022 with more than one GW of newly installed systems for the first time, it cannot be expected that the climate and energy targets can be easily achieved. Attention should no longer be given primarily to the 2030 electricity targets, but to the 2040 climate neutrality target. Increasingly occurring problems with network access or with the possibility of feeding in excess energy must be solved quickly in order not to slow down the current development significantly. The lack of qualified specialists, which is already causing long waiting times during installation, must be counteracted quickly. Delivery problems with components should be reduced, since the rapid increase in the PV market worldwide is leading to enormous increases in production of the PV-relevant components. Opportunities for the Austrian market apart from installation would arise above all if research and development were intensified in order to bring new and innovative PV components and applications onto the market, thereby reducing dependence on Asia. The prime example of this is building-integrated photovoltaics. The development and expansion of innovative PV module but also cell production and other productions along the entire PV value should be done quickly and unbureaucratically in order not to be left behind by the massive global expansion tendencies of the photovoltaic industry. In the medium term, it can be expected that at least a further doubling of the current annual market seems realistic if the necessary course is set quickly for the network, installers and domestic production.

PV battery storage systems

Despite a shortage of professionals, materials and components, significant growth has been achieved once again in PV storage systems. The reasons for this include further decreases in investment costs in combination with rising electricity prices, for both residential and commercial sectors. Additionally, the desire for energy autonomy and concerns about blackouts contribute to the increased adoption of PV storage systems. Thus, PV battery storage systems are gaining increasing significance for the energy transition.

In this context, the question of how (subsidized) PV storage systems can be used in a grid- and/or system-friendly manner is becoming increasingly central. This is particularly relevant considering that PV storage systems in Austria are mainly used for self-consumption optimization, thus not making a reliably positive contribution to the grid. Unlike several years ago in Germany, there are no energy-technical or macroeconomically relevant requirements for accessing subsidies for PV storage systems in Austria. Therefore, the imminent introduction of targeted funding mechanisms is of great importance to unlock the potential of existing and future PV storage systems in Austria.

Furthermore, various studies indicate that energy storage may not always be the most economically viable option. Other flexibility potentials with lower financial expenditure can offer comparable system benefits. In order to achieve a cost-effective and beneficial energy transition, a clear strategy and comprehensible decision-making foundations are needed to ensure a coordinated, demand-driven, and optimal expansion of storage capacities and other flexibilities in Austria.

Solar thermal collectors

The development of solar thermal energy on the domestic market must be described as critical. Despite enormous potential (the share of heat in Austrian energy consumption is around 50 %, over 60 % of which is still covered by fossil fuels), the domestic market has been declining for years. Here, politics is called upon to finally set the necessary framework

conditions for the current main market of single-family and multi-family houses. Successful market developments in other European countries (e.g. double-digit market growth in Germany, Italy, Poland and Greece) show that despite the competitive situation between renewables, sustainable market impulses are possible with targeted subsidy impulses and legal governance. In Austria, new approaches must be found quickly in cooperation between the industry and the public sector. The decline in the residential sector could not be compensated for by activities in the field of large-scale solar thermal plants in the local and district heating or industrial process heat sectors. Currently, more than 20 feasibility studies for large-scale solar thermal plants (each > 3.5 MW_{th}) are being prepared and give reason to expect concrete implementation projects in the coming years. The sector needs is continuity in the funding environment to open up the market for large-scale plants.

An export share of 95 % of Austrian annual production shows the important position and potential of Austrian companies as recognised suppliers on the world market. In order to maintain or expand the excellent positioning on the world market and also to stimulate the domestic market with innovation, targeted RTI activities are needed, especially in the area of hybrid collectors (PVT), seasonal heat storage and in new process engineering applications such as solar reactors (for generating H₂ or CH₄ from residues) and wastewater treatment.

Due to the expertise and production capacities built up over the years as well as the high availability of material resources, solar thermal energy is an excellent example of high Austrian technological sovereignty and, compared to other renewable energy technologies, also of high domestic value creation.

Large-scale heat storage in local and district heating systems

The need for flexibility in the operation of local and district heating networks will increase rapidly in the coming years due to the transformation of the energy supply system. Whereas district heating has so far been supplied mainly centrally via a few boiler plants, the substitution of fossil fuels and the limited availability of biomass as an energy source require a conversion to several distributed plants based on renewable energy sources and waste heat. The drivers for this development, which can be observed both nationally and internationally, are in particular the volatility of the energy sources as well as economic aspects. Large-scale heat storage facilities can provide the necessary flexibility at comparatively low cost. While the storage technologies currently in use are mainly insulated cylindrical water storages made of steel, it can be assumed that in the future, especially for the required storage capacities >1 GWh_{th}, underground pit storages, aquifer reservoirs and borehole fields will gain in importance. However, high-temperature heat storage in connection with so-called Carnot batteries (P2H2P) will also gain in importance.

Austrian companies, especially in the field of general plant construction and construction industry, are very well positioned in the international field in terms of technology and product development for the next generation of large-scale heat storage systems. In order to be able to participate in the emerging market for large-scale heat storage (storage capacity >1 GWh_{th}) in the future, the previous activities must be supported quickly with targeted RTI measures (nationally as well as on a cooperative, international level). This is the only way to quickly develop competitive technology and establish technological sovereignty in a phase where technology leadership has not yet been established.

Heat pumps

The extreme increase of the sales of heat pumps in 2022 shows on the one hand the capability of the sector under difficult circumstances like problems with supply chains and a lack of professionals and on the other hand the appropriateness of the technology to deal with an essential part of the energy transition. However, in the upcoming years the challenge will be to uphold the current development dynamics and to stabilize them in the mid-term. In regard to the energy transition, it will subsequently not only be the question of covering the heat demand of new buildings. The greater challenge lies with the substitution of the great stock of oil- and gas-based heating installations. The greatest energy-political task consists of securing the measured diffusion rates of 2022 equally in times of declining prices and good availability of fossil energy.

The strength of the Austrian heat pump producers lies with their long-time experience in the area of the national and international market as well as the technological research and development. Not least the national geographic, climatic and structural conditions led to a broad competence among the Austrian heat pump producers for instance in regard to the use of various sources of heat, performance classes or application areas. The Austrian research-, technology- and innovation strategy can further promote this profile in future through incentives for national and international research- and development cooperation. Moreover, for the further mid-term to long-term development of the technology and the market diffusion in Austria measurements are necessary which promote the availability of professionals in the areas R&D, production as well as the implementation of the technology.

Thermal activated building parts

The storage of heat and/or cooling in building components or in entire buildings is a great storage potential in Austria which can make a valuable contribution for the load management in the course of the energy transition. Primarily it is the question of short-term to long-term storage of heat and/or cooling thus thermal energy. However, as this approach is in a strict sense connected to the use of heat pumps, a great grid beneficial load transfer potential of electric energy is created in this manner. A smart use of this potential requires the availability of Smart Grid Ready heat pumps and Smart Meters. Corresponding heat pumps momentarily diffuse quickly into the market not least thanks to the record result of 2022 and the grid operators work with high-pressure on an area-wide installation of Smart Meters. This also causes the theoretically useable load transfer potential to grow rapidly and with an increasing density of installations the lifting of the potential for the agents of the energy economy become more and more attractive. With the development of suitable business models, it can be expected that the use of already existing potentials will follow soon.

The necessary technical components as suitable building materials, heat exchanger, the Smart Grid Interface of the heat pumps or the Smart Meters are nowadays standard components. Anyhow, chances for research and development lie with the value creation chain in the area of the ideal thermal development of buildings, the energy management within the building, in the area of business models of network operators and as the case may be the energy suppliers as well as with algorithms for an ideal use of the grid beneficial load transfer potential in grid operation. In this field the consideration of these topics in the corresponding research programs and the promoting of national and international cooperation between agents from the energy economy and the corresponding research institutions is favourable.

Wind power

In 2022 there have been built 87 wind power systems, 60 systems consider dismantling of repowered turbines. The restarted expansion of wind power is not caused by the new funding with the “Erneuerbare-Ausbau-Gesetz (EAG)” since the end of 2022 yet, but only because of contracts based on the “Ökostromgesetz” which ended 2020. In the first two calls for “EAG”, only half of the tendered wind power capacity could be assigned. This also reflects international experience that when there is a major change in the support regime, the industry is clearly unsettled and only learns to deal with the new support system over time. In addition, the economic framework conditions have turned completely upside down in the past year. Due to sharply rising plant prices and increased interest rates, projects have become much more expensive. An adaptation of the “Erneuerbare-Ausbau-Gesetz (EAG)” to the new framework conditions is therefore a basic prerequisite for a rapid expansion of wind power in Austria. In addition to further legal amendments (“Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungsgesetz”, “Elektrizitätswirtschaftsgesetz”, “Klimaschutzgesetz”), amendments at the level of the federal provinces are outstanding in particular. In all federal states, the expansion targets for wind power must be adjusted to climate neutrality in 2040, more areas must be designated for wind power expansion, and additional staff must be hired in the licensing authorities. The Austrian federal and especially the provincial policy of the next months will decide how the wind power development will turn out in the next 3 to 4 years.

Innovative energy storages

Compared to the first survey for 2020, the number of companies and research institutions identified in the area of Innovative Energy Storage has increased from 36 to 47 in 2022. The number of patent submissions in the area of batteries, hydrogen and fuel cells has increased significantly over the last 5 years. Individual companies have disappeared or abandoned the field since the 2020 survey, but overall, a revitalization of the scene can be observed. Nevertheless, this area remains manageable. It can be assumed that the number of companies and research institutions in the field of innovative energy storage will continue to increase in the coming years. Intensification of R&D will nevertheless be necessary in order to compete internationally. For the development of production capacities and the market launch, suitable, as unbureaucratic as possible, subsidies and instruments are required as an addition to existing offers (e.g. existing subsidies for start-ups). Interested new companies or research institutions are explicitly invited to contact the market statistics team or to fill in a questionnaire in order to continuously improve the market statistics.

2.2 Profile 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 11**. 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 2022 the consumption of solid biofuels decreased to 196.88 PJ due to high temperatures. The wood chips consumption was 85.7 PJ and thus exceeded the consumption of wood logs with 80.2 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 substantial price rise. The market recovered and the production capacity of 35 Austrian pellet manufacturers has been extended to 2.04 million tons a year. In 2022 the national pellet consumption amounted to 21.6 PJ respectively 1,272,500 tons.

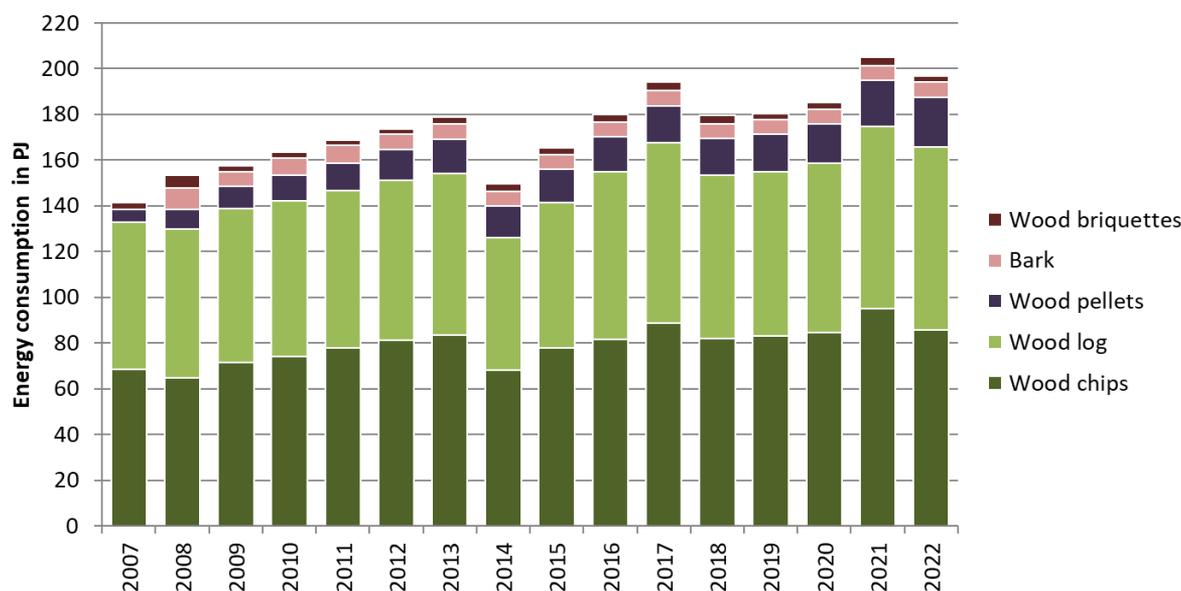


Figure 11 – Market development of biomass fuels in Austria from 2007 to 2022

Source: BEST (2023)

Fuels from solid biomass contributed to a CO₂ reduction of about 9.86 million tons in 2022. The whole sector of solid biofuels made a total turnover of 2.273 billion euros thus creating 18,759 jobs. The success of bioenergy highly depends on the availability of suitable biomass fuels in sufficient volumes and at competitive prices. In 2022, wood fuel prices were stronger influenced than average by inflation. As a result, demand for biomass boilers declined in the 4th quarter. Currently, prices are leveling off again. 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.

2.3 Profile 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 in 2007 for all types of biomass boilers due to low prices for heating oil and the mentioned supply shortage of pellets see [Figure 12](#). 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 and 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. Concerning the sales figures, 2022 was a record-setting year: the sales of pellet boilers (<100 kW) increased by 87.5 %, those of wood log/pellets combi by 68.7 %. The sales of wood log boilers increased by 22.8 %, the sales of small-scale (<100 kW) wood chip boilers stagnated.

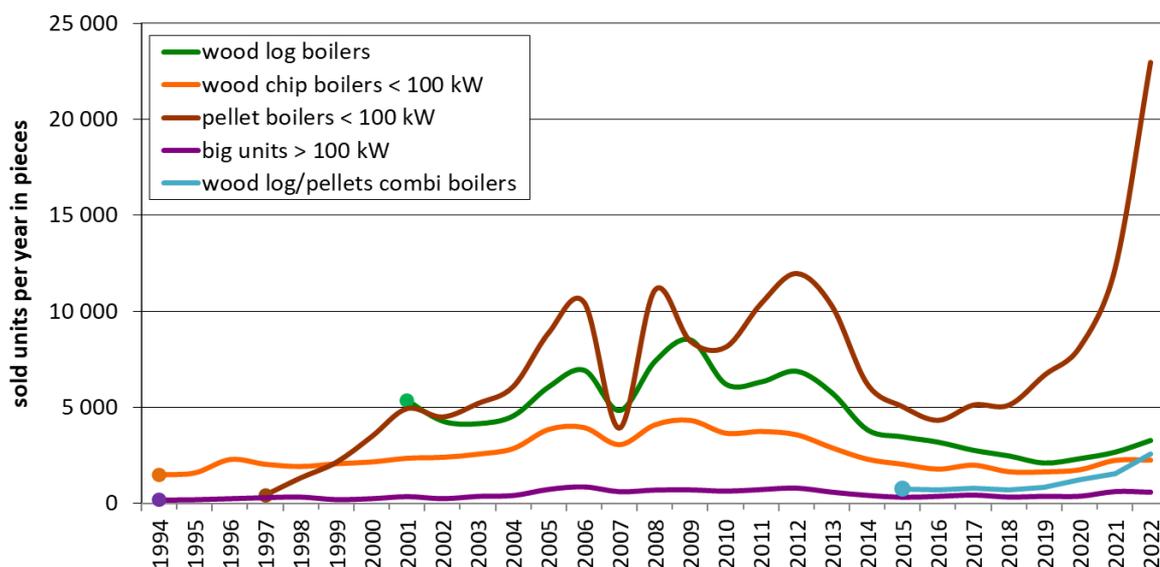


Figure 12 – Market development of biomass boilers in Austria from 1994 to 2022

Source: LK NÖ (2023)

In 2022 23,071 pellet boilers, 3,264 wood log boilers, 2,583 wood log-pellet combi-boilers and 2,727 wood chip boilers were sold on the Austrian market, all boilers concerning the whole range of power. Furthermore at least 2,300 pellet stoves, 7,400 cooking stoves and 12,600 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 2,660 million euro in 2022. This resulted in a total number of 9,366 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.

2.4 Profile 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 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 a continuous increase in the following years, in 2021 a substantial increase was generated (739.7 MW_{peak}), which was exceeded again in 2022: As shown in **Figure 13**, PV plants with a total capacity of 1,009.1 MW_{peak} were installed in 2022, which represents a significant increase of 36.4 %.

Hence, in 2022 the total amount of installed PV capacity in Austria was 3,791.7 MW_{peak}. This represents an increase of 36.3 %. As a consequence, the sum of produced electricity by PV plants in operation amounted to at least 3,791.7 GWh in 2022 and lead to a reduction in CO_{2equ}-emissions by 1,382,076 tons.

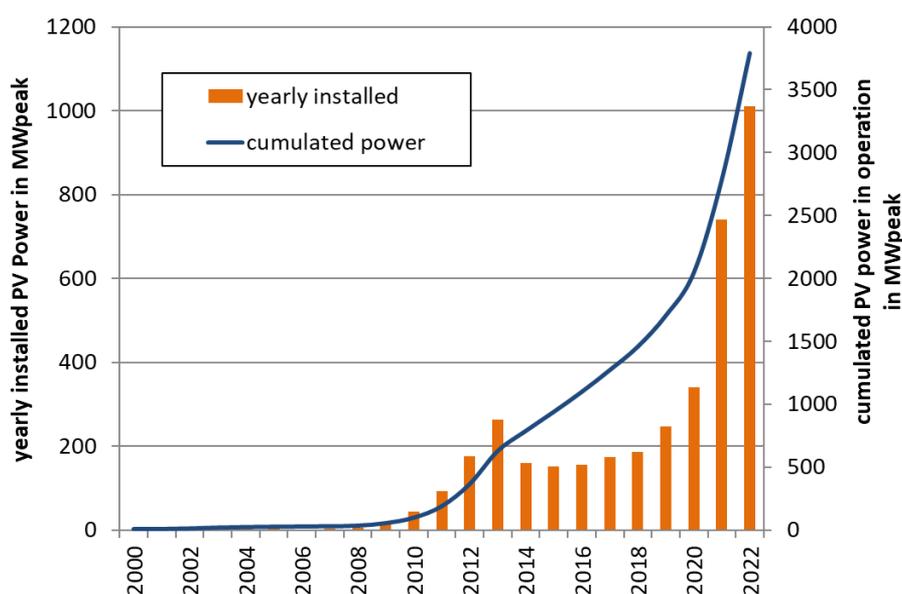


Figure 13 – Market development of photovoltaic systems in Austria until 2022

Source: Technikum Wien (2023)

The average system price of a grid-connected 5 kW_{peak} photovoltaic system in Austria has increased compared to 2021 (1,542 euros/kW_{peak} excl. VAT) to 1,669 euros/kW_{peak} excl. VAT in 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 6,075 persons are employed full-time, which raises solar technology to an overall substantial market.

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.

2.5 Profile 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.

17,111 PV storage systems were installed in 2022, representing an installed capacity of 229.7 MWh (net capacity) of storage. Of these, 89.7 % received a subsidy and 10.3 % were installed without subsidies. Since 2014, a total of 37,130 PV storage systems with a net capacity of 481.4 MWh were installed, see [Figure 14](#).

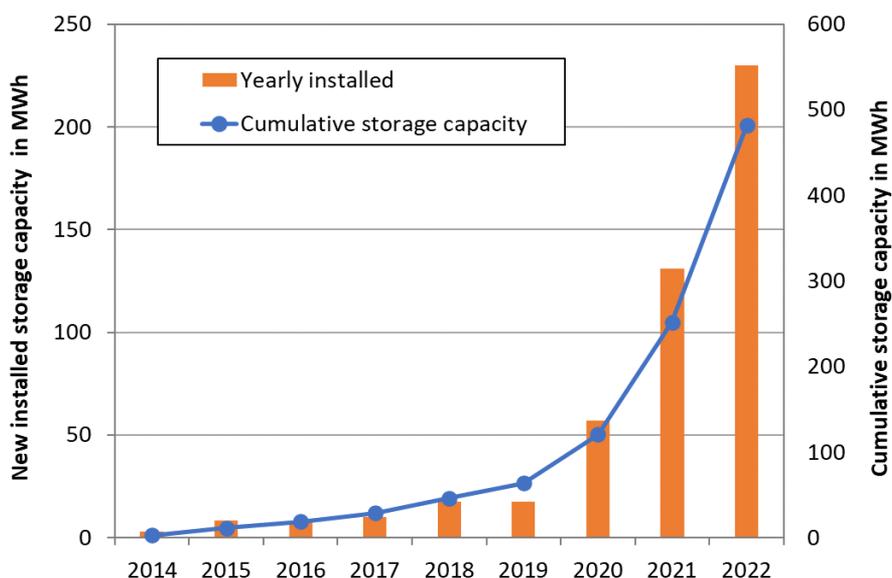


Figure 14 – Market development of PV battery storage systems in Austria until 2022
 Source: Technikum Wien (2023)

The average system price for a PV battery storage system decreased 4.3 % from 1.030 Euros/kWh net capacity to 986 euros/kWh net capacity excl. VAT. A look at the purchasing prices shows a different pattern: As in the previous year, the average purchasing price for a PV battery storage system increased by 15.5 % from 611 euros/kWh net capacity to 705 euros/kWh net capacity.

For the year 2022, an average usable storage capacity of approximately 13.4 kWh per PV battery storage system was recorded, indicating a decline of 10.4 % compared to 2021. This means that the trend to larger battery capacities observed in recent years did not continue in 2022.

In comparison to the previous year the proportion of DC-coupled systems slightly decreased in 2022 to approximately 84 %, but still significantly outweighed the share of AC-coupled systems with approximately 16 %. A similar pattern emerged regarding the type of storage installation, where around 84 % of installed PV battery storage systems in 2022 were installed together with a PV system. This represents a significant increase compared to the previous year (2021: 63%).

2.6 Profile 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 thirteen years. This development is not only observed in Austria, but also in most European countries, with a few exceptions. For the past two years, however, there have been increasing installation figures again in some European countries. But not the Austrian domestic market, which again recorded a decline of 16 % in 2022 compared to 2021.

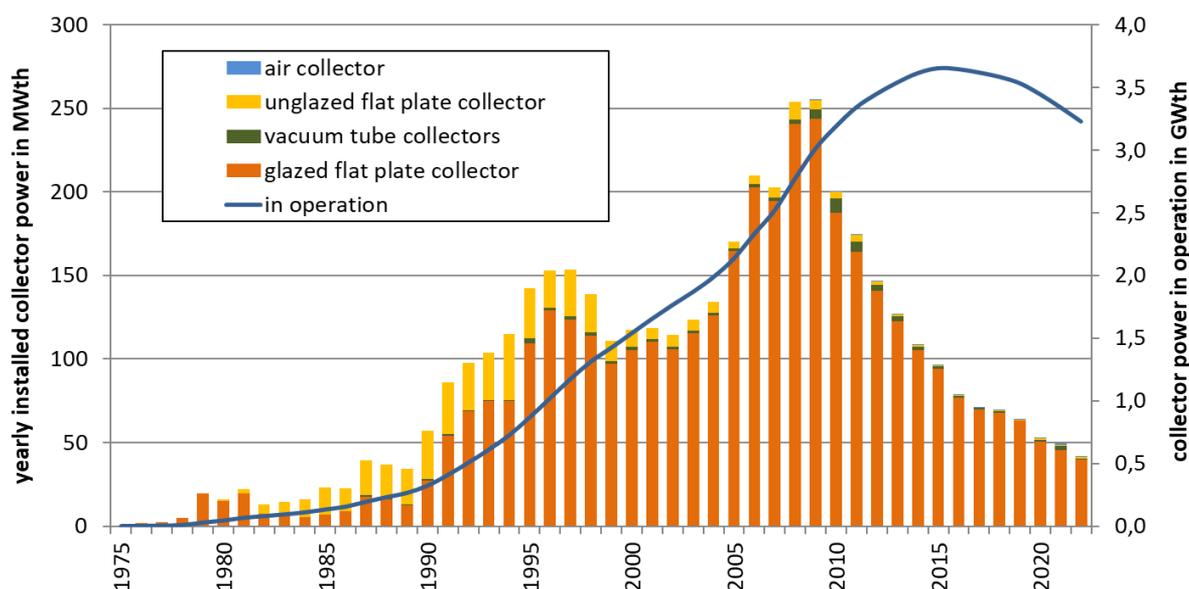


Figure 15 – Market development of solar thermal collectors in Austria until 2022

Source: AEE INTEC (2023)

By the end of the year 2022 approx. 4.6 million square meters of solar thermal collectors were in operation in Austria, which corresponds to an installed capacity of 3.2 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 2,063 GWh_{th}. The avoided CO₂-emissions are 369,890 tons. In 2022 a total of 59,160 m² solar thermal collectors were installed, which corresponds to an installed thermal capacity of 41.4 MW_{th} as **Figure 15** shows.

In the previous year, the area of exported collectors increased from 462,223 m² in 2021 to 535,285 m² in 2022. This increase led to an increase in the export share of thermal collectors produced in Austria from 92 % in 2021 to 95 % in 2022. Austrian companies are thus important suppliers on the world solar thermal market. The turnover of the Austrian solar thermal industry was estimated at 151,6 million euros for the year 2022. Therefore approx. 1,300 full-time jobs can be numbered in the solar thermal business.

2.7 Profile 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 2022, the total amount of heat generated in this sector was around 24.7 TWh and the growth has increased by 81 % since 2000, see Statistik Austria 2023b). The data basis for the present analyses was formed by 1,073 surveyed heating grids that could sell a total of about 20.8 TWh of heat in 2022.

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. Of the total of 1,073 local and district heating networks surveyed, heat storage systems have already been installed as a flexibility element in 766 heating networks over the last 20 years. In these heating networks, a total number of 1,015 tank water storage systems with a total volume of around 204,099 m³ were surveyed.

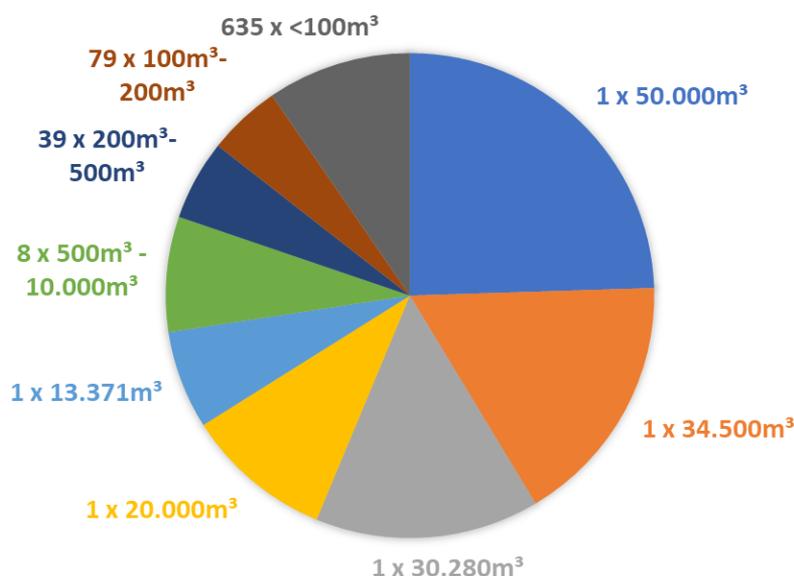


Figure 16 – Distribution of the total volume of tank water storage per surveyed heating network. Data basis: 766 heating networks
 Source: AEE INTEC (2023)

The distribution of the tank storage volume can be seen in **Figure 16**. 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 8.3 GWh.

In 2022, 35 tank water storage facilities with a total volume of 3,326 m³ were installed, which represents an increase in the total installed storage capacity of around 1.6 %. The largest storage facility installed in 2022 has a volume of 1,400 m³ and serves to flexibilise the generation of district heating from biomass, waste heat and P2H.

2.8 Heat pumps

The Austrian heat pump market developed continuously from 2000 to 2008 with high growth rates and synchronously with the market diffusion of energy efficient buildings that offered good conditions for the use of heat pumps due to a low heating energy demand and a low heating flow temperature. Since 2009 the sales figures decreased slightly caused by the financial and economic crisis whereby a new growth trend appeared beginning in 2012, see **Figure 17**.

2021 was already characterized by a noticeably strong market growth of 21.6 %. This was an important signal for the sector and brought about investments in structure and productivity capacity on the part of the companies. An unpredictable concatenation of factors as the extreme increase of energy prices, uncertainties concerning the supply with fossil energy sources and a historical inflation with a simultaneous diffusion promoting energy-political environment finally led to a market growth of 59.9 % in 2022 where all kinds of heat pump types contributed. In 2022 49,192 heat pumps for heating, 11,153 hot water heat pumps, 1,201 ventilation and air heat pumps and 131 industrial heat pumps were sold.

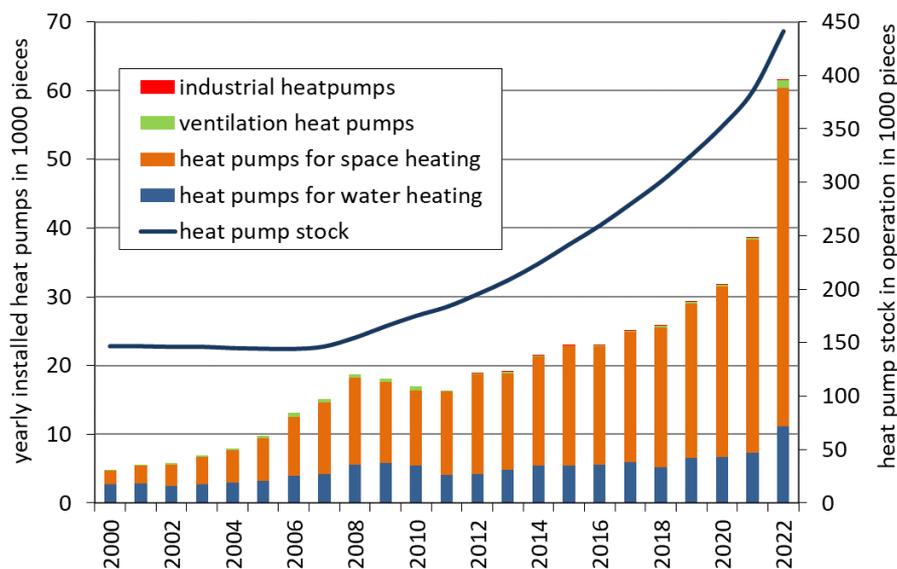


Figure 17 – Market development of heat pumps in Austria until 2022
 Source: ENFOS (2023)

The percentage of the export market in regard to the total sales of all heat pumps amounted to 23.7 % in quantities in 2022. The economic sector heat pumps reached a total turnover of 1,015 million euros and an employment effect of 3,104 full time jobs in 2022. Furthermore, thanks to the use of heat pumps 872,384 tons of CO_{2eq} emissions could be avoided in 2022.

Currently efforts in research and development concerning heat pump systems focus on combined installations with other technologies as for example a solar-thermal installation or photovoltaic installations, on expanding further energy services as space cooling and air conditioning or draining of buildings in the renovation area. The use of large heat pumps in district heating networks and energy networks as well as the use in industrial processes with high temperature requirements complete the range of innovations.

2.9 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 2022 approximately 201,400 buildings have been equipped with Smart Grid heat pumps in Austria which corresponds to a load transfer potential of approximately 0.70 GW_{el}. This potential has increased from 2021 to 2022 by 29 % see **Figure 18**.

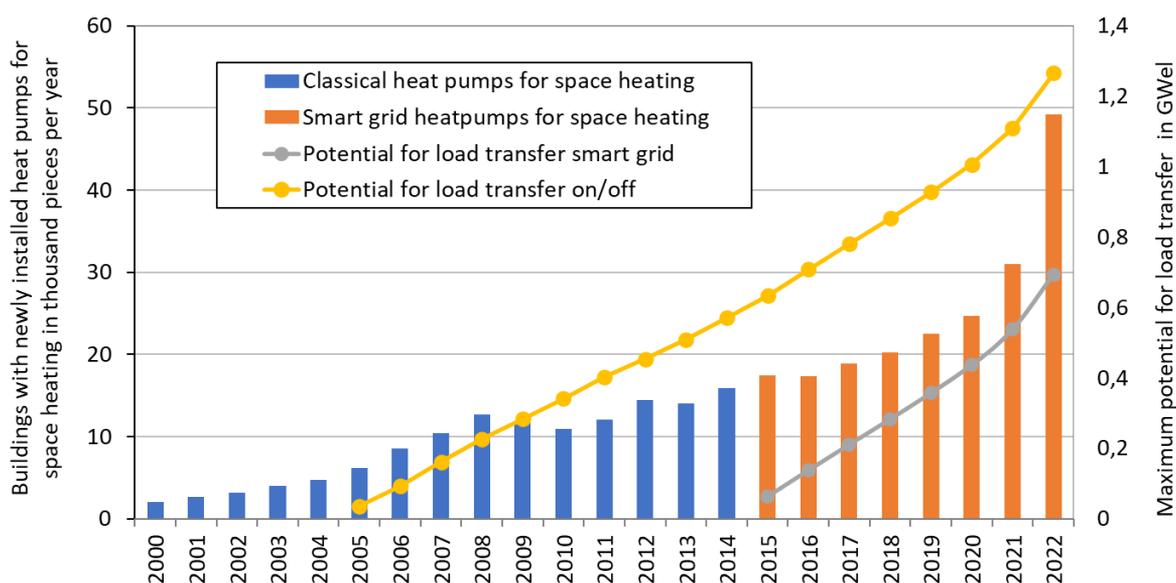


Figure 18 – Development of the grid-beneficial load shift potential with classic and Smart Grid heat pumps in pieces and the resulting load shift potential in GW_{el}. Source: ENFOS (2023)

If buildings with remotely switched heat pumps are taken into account for the load transfer potential this results in a stock of 334,900 buildings with a maximum load transfer potential of 1.27 GW_{el} in 2022. 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.

2.10 Wind power

The historical market development of wind power in Austria is shown in **Figure 19**. While the expansion of wind power almost came to a standstill in 2020, the expansion rose to a medium level in 2021 and continued on this level in 2022. A total of 315 MW was newly installed in Austria. Of the total of 87 systems, 39 systems with 128 MW were built in Lower Austria, 30 systems with 128 MW in Burgenland, 9 systems with 30 MW in Styria, 8 systems with 26 MW in Carinthia and 1 system with 3 MW in Upper Austria. At the same time, around 39 MW of wind power capacity was decommissioned. At the end of 2022, 1,366 wind turbines with a nominal output of 3,560 MW were connected to the grid. This output enabled an average annual electricity production of 8,2 TWh, which corresponds to more than 11 % of Austrian electricity consumption or 2.3 million households. Compared to the stock at the end of 2021, the electricity generation potential from wind power increased slightly by 0.6 TWh.

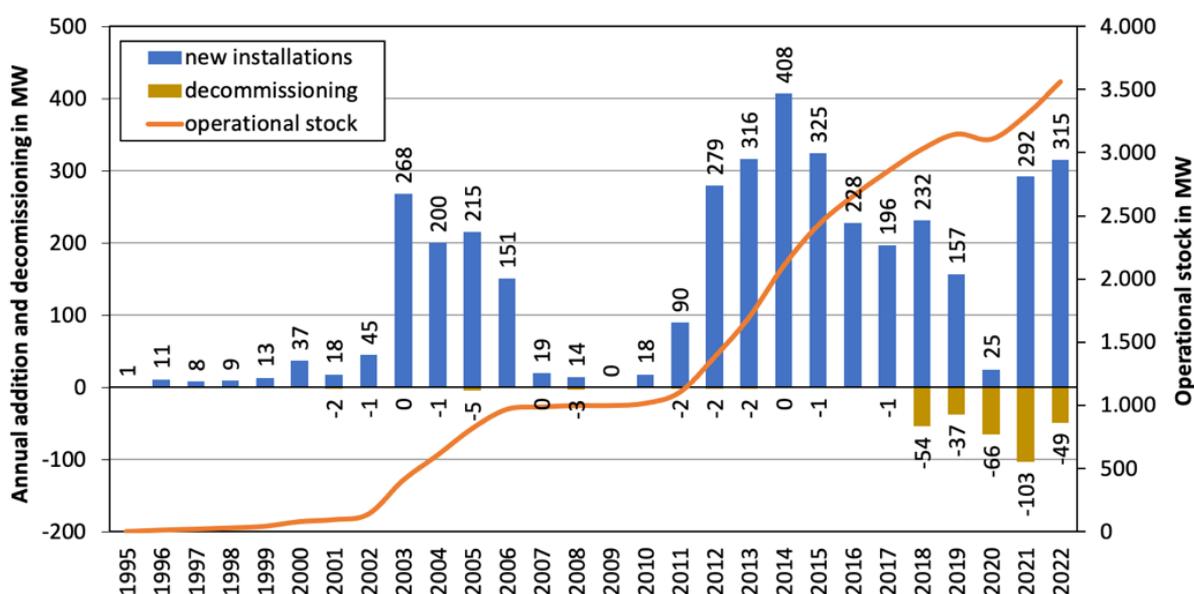


Figure 19 – Market development of wind power in Austria until 2022

Source: IG Windkraft (2023)

Around 5,950 people were employed in the Austrian wind industry at the end of 2022. 2,510 of them in the areas of construction, dismantling, maintenance and service, and 590 with operators of wind turbines. Around 3,440 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 from 2021 to 2025.

The projects built in 2022 enabled an investment volume of 460 million euros and 130 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.

2.11 Innovative energy storages

Innovative storage systems in this report include hydrogen storage, power-to-gas, innovative stationary electrical storage, latent heat storage, and thermochemical storage. In addition, component manufacturing and services were considered to provide a comprehensive overview. A total of 47 Austrian companies and research institutions were identified that are researching innovative storage technologies within these categories or offer them on the Austrian market. Most companies and research institutions deal with hydrogen storage, followed by innovative stationary electrical storage. 22 actors already offer their storage systems on the Austrian market, 25 are actively involved in their research. A distribution across the individual technologies can be seen in **Figure 20**. Among the different groups, hydrogen-based technologies and innovative stationary electric storage systems are the most dominant.

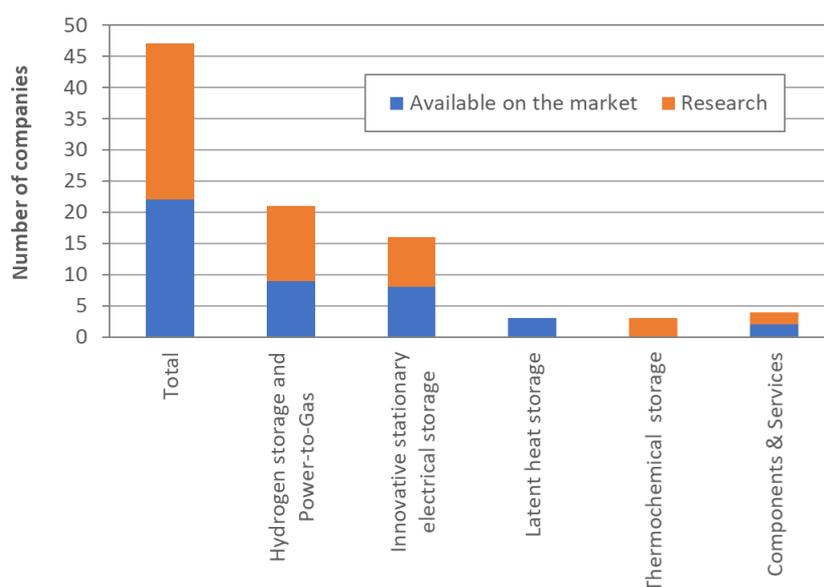


Figure 20 – Number of innovative storage companies and research institutions in 2022
 Source: BEST (2023)

Compared to 2020, innovative storage technologies still have a small market share overall, if they have reached market maturity at all. However, there is an increase in research activities by universities, non-university research institutions, start-ups and SMEs, as well as international companies. As a result, the market is very dynamic, with TRLs ranging from 2 to 9, depending on the technology. For the future, it is expected that the storage sector will become increasingly important.

Innovative systems will be in greater demand, as specific requirements are very diverse depending on the area of application. Hydrogen storage systems and innovative storage systems, e.g. sodium ion batteries, show particular potential. Progress in research and development is also reflected in patents: On average, 9 patents per year were registered for batteries from 1974 to 2022, whereas the average from 2018 to 2022 is 19.8 patents per year.

Innovative Energy Technologies in Austria – Market Development 2022

2.12 Tabular summary of the project results

Results	Solid biomass fuels	Biomass boilers	Biomass stoves	Photovoltaics	Solar thermal	Heatpumps	Wind power
Home market 2022	197 PJ	31,645 pieces	22,300 pieces	1,009 MW _{peak}	41.4 MW _{th}	61,677 pieces	315 MW _{el}
Change 2021→2022	-4.0 %	+64.0%	+40.3 %	+36.4 %	-16.0 %	+59.9 %	+7.8 %
In operation 2022	n.r.	695,000 pieces	n.v.	3,792 MW _{peak}	3,230 MW _{th}	441,068 pieces	3,560 MW _{el}
Export rate of technology production 2022	Trade balance: 246,543 Tonnes ⁴ net-import	78 %		54 % ²	95 %	24 %	88 %
Energy production 2022 ³	197 PJ or 54,972 GWh			3,792 GWh	2,131 GWh	5,892 GWh	8,200 GWh
CO _{2eq} – net savings ¹	9.856 Mio. t			1.380 Mio. t	0.370 Mio. t	1.002 Mio. t	2.989 Mio. t
Sector turnover 2022 ⁵	2,273 Mio.€	2,500 Mio.€	160 Mio.€	2,414 Mio.€	358 Mio.€	1,437 Mio.€	2,160 Mio. €
Jobs 2022	18,759 FTE	8,789 FTE	577 FTE	6,075 FTE	1,300 FTE	3,104 FTE	5,950 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 2022 was approx. 82 %.

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

⁴ Logs, wood chips and pellets are included here, database 2022.

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, Stefan Aigenbauer, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Christian Fink, Marilene Fuhrmann, Franz Hengel, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Doris Matschegg, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Thomas Riegler, Stefan Savic, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, 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: DI (FH) Volker Schaffler, MA

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)
- **Großwärmespeicher**
- **Wärmepumpen** (für die Raumheizung, Brauchwassererwärmung, Wohnraumlüftung und Industrieanwendungen)
- **Bauteilaktivierung in Gebäuden**
- **Windkraftanlagen**
- **Innovative Energiespeicher**

Die Marktentwicklung dieser Technologien (Verkaufszahlen im Inlands- und Exportmarkt) wird für das **Datenjahr 2022** 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. (2022) 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
- Dokumentation der verwendeten 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. (2021) 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 35 in Österreich aktiven Pelletsproduzenten. Hinsichtlich der Marktdaten von Holzbriketts wurde die Brennstoffhandelsgesellschaft 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 (2023). 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 – und damit seit dem Beginn der Marktdiffusion in Österreich – erhoben und dokumentiert. Die Erhebung wurde auch 2022 im Bereich der inländischen Photovoltaik Produktion und im Bereich der inländischen Photovoltaik-Installation mit Hilfe von unterschiedlichen Erhebungsformularen durchgeführt. 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 2022 ca. 250 Unternehmen, F&E Institutionen, Landes- und Bundesförderstellen, usw. befragt.

Die nachfolgend dargestellte Marktentwicklung der Photovoltaik (PV) für das Jahr 2022 in Österreich wurde über Daten von Investitions- und Einspeiseförderungen der Bundesländer, des Klima- und Energiefonds sowie der OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG ermittelt. Darüber hinaus wurden Datenmeldungen von österreichischen Unternehmen im Bereich der Photovoltaik eingearbeitet, die 2022 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 2022 bei den in Österreich tätigen Hersteller- und Vertriebsfirmen mit spezifischen standardisierten Erhebungsf formularen. 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.

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] Q_{Solar} . Diese Definition kommt seit 2010 zur Anwendung. Die ausgewiesenen Nutzwärmeerträge in den Markterhebungen bis 2009 waren als Energieeintrag in den jeweiligen Speicher definiert [2] Q_{Solar} , siehe **Abbildung 21**.

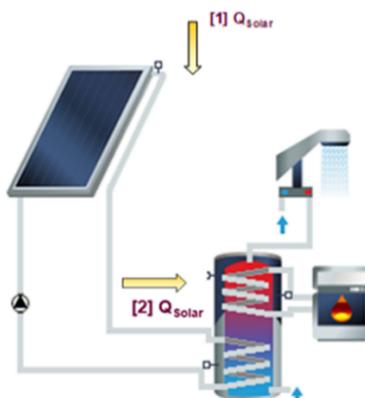


Abbildung 21 – Systemgrenzen bei der Ermittlung der Wärmemengen aus Solarthermie
 Quelle: AEE INTEC (2023)

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 (2023)

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	388

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 Online-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 2023 durchgeführt. Die ausgefüllten Fragebögen wurden extern gesammelt und anonymisiert. Im Zuge der Auswertung standen

damit anonyme, nicht aggregierte Mikrodaten zur Verfügung. Im Online-Fragebogen wurden Plausibilitätskontrollen implementiert. In Summe konnten für das Datenjahr 2022 die Daten von 47 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 3.500 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 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 2021 laut E-Control (2023b) hydraulische Speicherkraftwerke mit einer Brutto-Engpassleistung von 8,9 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 (Sorptions/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"¹ des Klima- und Energiefonds dar, dessen Intention es ist, relevante Themen zur Weiterentwicklung

¹ <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 2022 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 2022 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 2022 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, siehe Statistik Austria (2023b), FGW (2022) und Strimitzer (2022), so liegen auf Ebene des jeweiligen Wärmenetzes und Heizwerks praktisch keine öffentlich verfügbaren Informationen vor. Auch die genaue Anzahl an Wärmenetzen liegt nicht 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 2021 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 >5 MW 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 2021 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. (2021) 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.

3.2.5 Methodische Aspekte zu innovativen Energiespeichern

Für die Erhebung relevanter Marktdaten wurden zuerst österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen recherchiert, welche sich mit der Herstellung oder Erforschung innovativer Speichersysteme beschäftigen. Als Basis diente eine bereits erstellte Liste aus dem Jahr 2020, wobei Firmen und Forschungsprojekte bzw. -einrichtungen aktualisiert wurden, um

den derzeitigen Status so wie einen Vergleich zwischen den Jahren abzubilden. Um Daten zu technischen, wirtschaftlichen und marktrelevanten Aspekten sowie Einschätzungen zu künftigen Marktentwicklungen zu erheben, wurde ein Fragebogen in Anlehnung an die Erhebung aus dem Jahr 2020 erstellt. Dieser wurde an ProduzentInnen von innovativen Speichersystemen und/oder deren Schlüsselkomponenten sowie Forschungseinrichtungen aus Österreich übermittelt. Zusätzlich wurden qualitative Interviews in Anlehnung an den Fragebogen durchgeführt, Daten durch eine Internetrecherche ergänzt und eine Patentrecherche zu Wärmespeichern, Batterien, Wasserstoff und Brennstoffzellen durchgeführt.

Folgende Speichersysteme wurden für diese Marktstatistik als innovativ definiert, da sie in Österreich gerade auf den Markt gebracht wurden oder eine Rolle in der Forschung und Entwicklung spielen:

- Wasserstoffspeicher & Power-to-Gas (Brennstoffzelle, Elektrolyse, Druckspeicher)
- Innovative stationäre elektrische Speicher (Salzwasserbatterie, Redox-Flow-Batterie)
- Latentwärmespeicher (PCM, Eisspeicher)
- Thermochemische Speicher (Absorptions- und Adsorptionsspeicher)

Zusätzlich wird noch der Bereich „Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges“ einbezogen.

Die genannten Technologien sind Gegenstand der Forschung und Entwicklung oder spielen auf dem österreichischen Markt erst seit Kurzem eine Rolle. Einige der angeführten Informationen stammen von einzelnen ExpertInnen aus der Branche und haben nur eine eingeschränkte Repräsentativität. Daher besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Von den 47 kontaktierten Firmen haben 13 rückgemeldet. Somit liegt die gesamte Rücklaufquote bei 28 %, wobei es zu jeder Technologie eine Rückmeldung gab.

3.3 Grundlagen zur Berechnung der Treibhausgaseinsparungen

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 2021. Da ein Strukturwandel des Gesamt-Anlagenbestandes im Wärmebereich lange Zeitkonstanten aufweist, können die Daten von 2021 mit einem geringen Fehler auch für die Berechnung des Datenjahrs 2022 herangezogen werden. Wärme aus erneuerbarer Energie substituiert in der Folge Wärme aus dem österreichischen Wärmegestehungsmix mit einem Emissionskoeffizienten auf Endenergiebasis von $182,1 \text{ gCO}_2\text{äqu}/\text{kWh}$. 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 für die Berechnungen im Bereich der Biomasse, der Solarthermie und der Umweltwärme verwendet.

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 2022 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 2022 der E-Control (2023a). Die Importmengen werden dabei mit den jeweiligen nationalen Treibhausgas-Emissionskoeffizienten der Stromgestehung der einzelnen Importländer bewertet. Der mittlere Emissionskoeffizient des importierten Stroms betrug im Datenjahr 2022 dabei $364,5 \text{ gCO}_2\text{äqu}/\text{kWh}$.

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 2022 mit 181,3 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 2022 von 210,3 gCO_{2äqu}/kWh_{el} bewertet.

Die dargestellten Emissionskoeffizienten wurden aus Basisdaten der E-Control (2023a) und Berechnungen von ENFOS (2023) 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 (2022).

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 2022
 Quellen: E-Control (2023a,b), Statistik Austria (2022h), ENFOS (2023)

Sektor	Koeffizient [gCO _{2äqu} /kWh]	Anwendungsbereiche
Substitution von Wärme (Wärmemix Österreich)	182,1	Feste Biomasse Kessel und Öfen (Brauchwasser und Raumwärme) Solarthermie (Brauchwasser und Raumwärme) Umweltwärme (Brauchwasser und Raumwärme)
Substitution von Strom (Importmix Österreich)	364,5	Photovoltaik, Windkraft
Stromverbrauch Charakteristik Bandlast	181,3	Feste Biomasse Kessel Brauchwasser Solaranlagen Brauchwasser Wärmepumpen Brauchwasser
Stromverbrauch Charakteristik HGT-korrelierte Last	210,3	Feste Biomasse Kessel und Öfen Raumwärme Solaranlagen Raumwärme Wärmepumpen 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 aus methodischer Sicht im Weiteren 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 stets durchgeführt. **Abbildung 22** veranschaulicht das verwendete Marktmodell bzw. die Systemgrenzen, wobei der Fokus der Betrachtungen in der vorliegenden Studie auf die Technologieproduktion gerichtet ist.

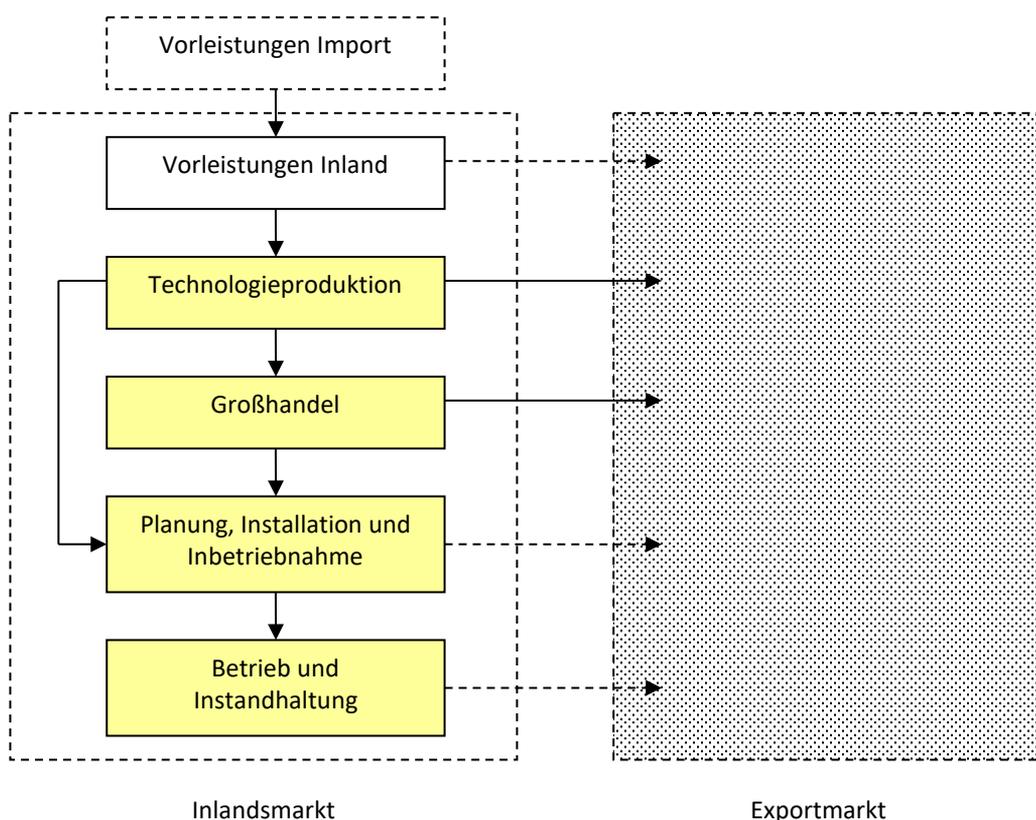


Abbildung 22 – Systemgrenzen der erfassten Wertschöpfungsbereiche
 Quelle: ENFOS (2023)

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. Bei der Auswahl der Quellen wurde hoher Wert auf Aktualität gelegt, da durch die diskontinuierliche Wirtschaftsentwicklung ab 2020 eine einfache Extrapolation entsprechender Multiplikatoren als wenig seriös eingestuft wird. Die wesentlichsten Datenquellen sind hierbei Publikationen empirischer Arbeiten der Statistik Austria, eine sehr detaillierte Studie von Lappöhn et al. (2022) sowie Branchendaten der Wirtschaftskammer Österreich betreffend das Datenjahr 2022. Weitere technologiespezifische Annahmen werden an geeigneter Stelle in den Technologiekapiteln dokumentiert.

Im Bereich der Branchenumsätze werden 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. 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 hier keine Berücksichtigung findet.

Tabelle 3 – Jahresumsatz pro Beschäftigtem für relevante Wirtschaftsbereiche

Quelle: siehe Angaben in der Tabelle

Wirtschaftsbereich	Umsatz pro Beschäftigtem in Euro/VZÄ	Quelle
Umweltwirtschaft	209 970	Statistik Austria (2022)
Management der Energieressourcen	291 605	Statistik Austria (2022)
Erneuerbare Energie	301 829	Statistik Austria (2022)
Wärme und Energieeinsparung	277 108	Statistik Austria (2022)
Biomasse/Biogas: Bereich Investitionseffekte	186 753	Lappöhn et al. (2022)
Photovoltaik: Bereich Investitionseffekte	182 534	Lappöhn et al. (2022)
Windkraft: Bereich Investitionseffekte	383 209	Lappöhn et al. (2022)
Effekte durch Investitionen in Anlagen allg.	171 806	Lappöhn et al. (2022)
Biomasse/Biogas: Bereich Betriebseffekte	82 419	Lappöhn et al. (2022)
Photovoltaik: Bereich Betriebseffekte	46 835	Lappöhn et al. (2022)
Windkraft: Bereich Betriebseffekte	107 461	Lappöhn et al. (2022)
Effekte durch Betrieb von Anlagen allg.	73 385	Lappöhn et al. (2022)
Sparte Industrie Österreich	404 070	WKO (2023)
Gewerbliche Wirtschaft Österreich	260 471	WKO (2023)
HKLS TechnikerIn Österreich	147 643	WKO (2023)
Elektro- und GebäudetechnikerIn Österreich	138 462	WKO (2023)
Baugewerbe Österreich	182 501	WKO (2023)
Bauhilfsgewerbe Österreich	145 436	WKO (2023)
Gewerbliche Dienstleister Österreich	63 885	WKO (2023)
Energiehandel Österreich	5 442 306	WKO (2023)
Maschinen- und Technologiehandel Österreich	531 983	WKO (2023)
Baustoff-, Eisen- u. Holzhandel Österreich	432 929	WKO (2023)
Elektro- und Elektronikindustrie Österreich	339 066	WKO (2023)
Maschinen- und Stahlbau Österreich	282 823	WKO (2023)

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
Euro, €	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 2022

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 2022 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 wesentliche 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 (2023)

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 Rohölpreises als Indikator für den Preis fossiler Energie ist in **Abbildung 23** für den Zeitraum von Jänner 2007 bis Februar 2023 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.

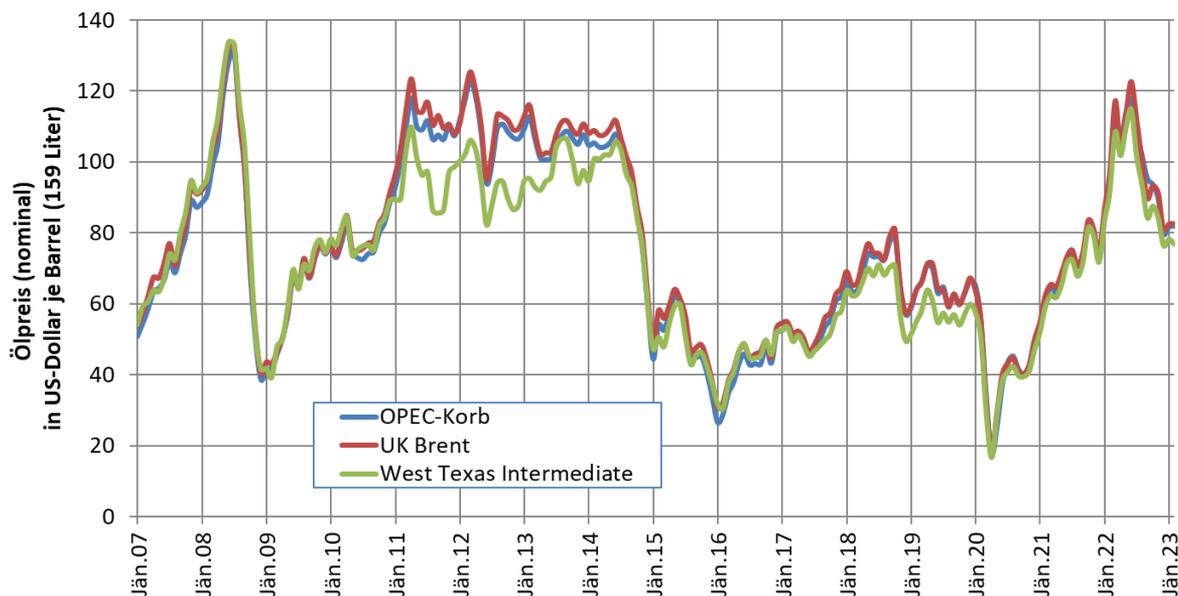


Abbildung 23 – Nominaler Rohölpreis von Jänner 2007 bis April 2021

Quelle: Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (2023)

Im Jahr 2022 kam es bedingt durch den Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine zu einem signifikanten Preisanstieg von Rohöl, wobei der mittlere Preis im Jahr 2022 98,50 US-Dollar pro Barrel betrug. Zu relativieren ist die langfristige Entwicklung der nominalen Preise mittlerweile durch die hohe Inflation, welche einen direkten Vergleich der historischen Hochpreisphasen erschwert. Prinzipiell waren die Preisanstiege bei fossilen Energieträgern im Jahr 2022, allen voran bei Erdgas und Heizöl, für die Marktdiffusion erneuerbarer Energietechnologien förderlich. Die möglichen Effekte wurden jedoch durch die gleichzeitig

stattfindenden und zum Teil noch deutlicher ausgeprägten Preissteigerungen bei elektrischem Strom und bei fester Biomasse egalisiert. Abschnittsweise war Heizöl im Jahr 2022 im Vergleich zu manchen Biomassebrennstoffen sogar relativ leicht und günstig verfügbar. Es kann für das Jahr 2022 daher angenommen werden, dass aus dem Preissignal alleine kein signifikanter relativer Vorteil für die gegenständlich untersuchten Technologien zur Nutzung Erneuerbarer abgeleitet werden kann.

4.3 Die Witterung

Wie in **Abbildung 24** ersichtlich, waren die Jahre ab 2014 durch zum Teil außergewöhnlich milde Witterung geprägt. So lag die Heizgradsumme 12/20 für Österreich im Jahr 2014 um 18,9 % unter dem langjährigen Mittelwert der Periode von 1980 bis 2022. Für das Jahr 2022 wurde eine Heizgradsumme von 2.868 Kd ermittelt, was abermals um 12,9 % unter dem langjährigen Mittel liegt. Dieser mittlerweile längerfristige Trend hat laut ExpertInnen aus der Heizkesselindustrie zwei Effekte: einerseits wird die technische Lebensdauer zahlreicher Kessel durch die geringere Einsatzdauer pro Jahr verlängert und andererseits werden z. B. private Öltanks nicht entleert. Die statistische Erhöhung der technischen Lebensdauer kann dabei auch anhand eines rückläufigen Absatzes von Heizkessel-Ersatzteilen bestätigt werden.

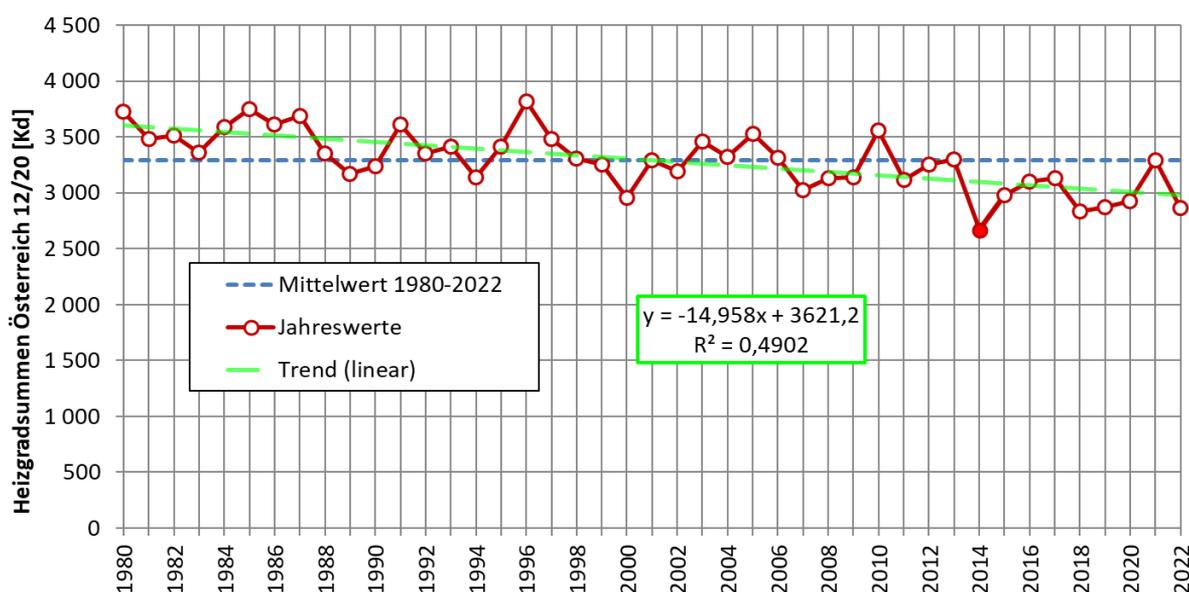


Abbildung 24 – Jahres-Heizgradsummen 12/20 für Österreich von 1980 bis 2022
 Quelle: Statistik Austria (2023h)

Aus statistischer Sicht waren somit in den Jahren 2014 bis 2022 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 bis 2021 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.

Mögliche Effekte der milden Witterung auf die Technologiediffusion wurden in den gegenständlich untersuchten Technologiebereichen im Jahr 2022 jedoch durch weitaus wirksamere Faktoren wie der Energiepreisteuerung, der verfügbaren anreizorientierten Instrumente und der starken Verunsicherung der Konsument*Innen in Hinblick auf die generelle Versorgungssicherheit mit Energie überlagert. Eine Quantifizierung witterungsbedingter Effekte muss hier deshalb unterbleiben.

4.4 Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung

Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung in Österreich war im Jahr 2022 durch eine weitere Erholung von den negativen Auswirkungen der Corona-Pandemie geprägt, wobei gleichzeitig negative Effekte des Angriffskrieges Russlands gegen die Ukraine spürbar wurden. Das Wachstum des realen Bruttoinlandsproduktes (BIP) betrug in Österreich im Jahr 2022 im Vergleich zum Vorjahr 2021 5,0 %, wobei vor allem das erste und zweite Quartal positiv zu Buche schlugen, siehe **Abbildung 25**. Das Wirtschaftswachstum in Österreich war damit im Jahr 2022 etwas höher als jenes im Euroraum mit 3,5 %. Sektorale wurde das Wirtschaftswachstum in Österreich im Jahr 2022 vor allem durch ein Wachstum der Nettoexporte, des Privatkonsums und einen Anstieg der Bruttoinvestitionen getragen.

Ein Anstieg der Wirtschaftsleistung war im Jahr 2022 auch in fast 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 2022 laut Eurostat in Deutschland 1,8 %, in Italien 3,7 %, in der Tschechischen Republik 2,4 %, in der Slowakei 1,7 %, in Ungarn 4,6 %, in Kroatien 6,3 % und in Slowenien 5,4 %. Das Wachstum des realen BIP in der gesamten EU betrug, gleich wie im Euroraum 3,5 %.

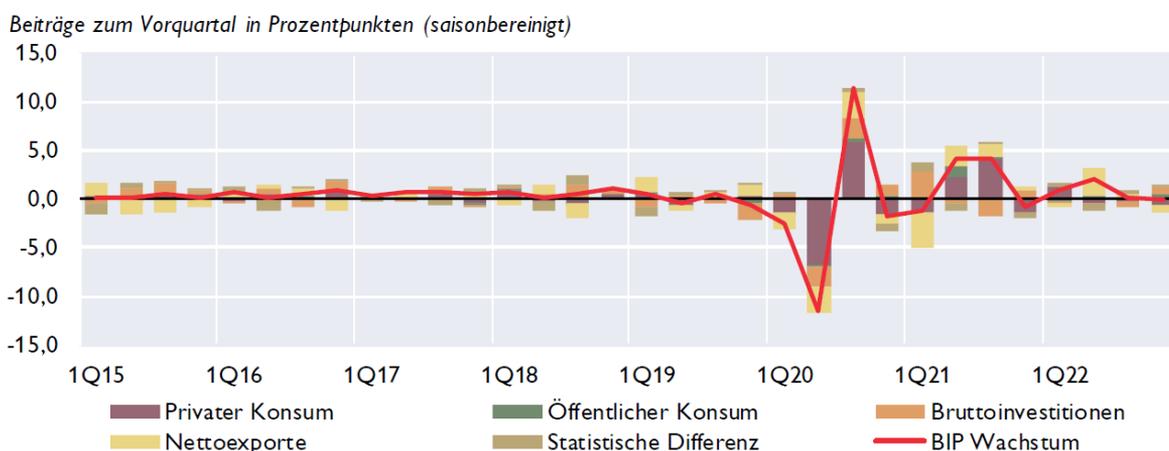


Abbildung 25 – Wachstumsbeiträge zum realen BIP in Österreich 2015 bis 2022

Quelle und Bildnachweis: ONB (2023)

Die allgemeine Wirtschaftsentwicklung war im Jahr 2022 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. Weitere kurzfristige Anreize für private Investitionen in Technologien zur Nutzung und Speicherung erneuerbarer Energie waren im Jahr 2022 durch die Entwicklung der Verbraucherpreise gegeben. Die Verbraucherpreise stiegen im Jahr 2022 laut Statistik Austria um 8,6 %, was als deutliches Signal der Geldentwertung wahrgenommen wurde.

Gemeinsam mit den im Jahr 2022 noch niedrigen Kreditzinsen war ein investitionsfreundliches Umfeld gegeben. Die Verbraucherpreise wuchsen in Österreich dabei in derselben Größenordnung, wie dies im Euroraum (8,4 %) zu beobachten war.

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 hierbei 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 schon im Lauf des Jahres 2021 kompensiert werden und im Jahr 2022 waren die Zahlen in etwa wie in der Periode vor Beginn der Corona-Pandemie, siehe **Abbildung 26**. In Österreich betrug die Arbeitslosenquote nach der Definition von Eurostat im Jahr 2022 4,8 %. Sie war damit geringer als im Euroraum (6,7 %) und auch geringer als im EU-Schnitt (6,1 %). Innerhalb der EU waren im Jahr 2022 Griechenland (12,4 %), Spanien (12,9 %) und Italien (8,1 %) die Länder mit den höchsten Arbeitslosenquoten und die Tschechische Republik (2,4 %), Polen (2,9 %) und Deutschland (3,1 %) die Länder mit den niedrigsten Arbeitslosenquoten.

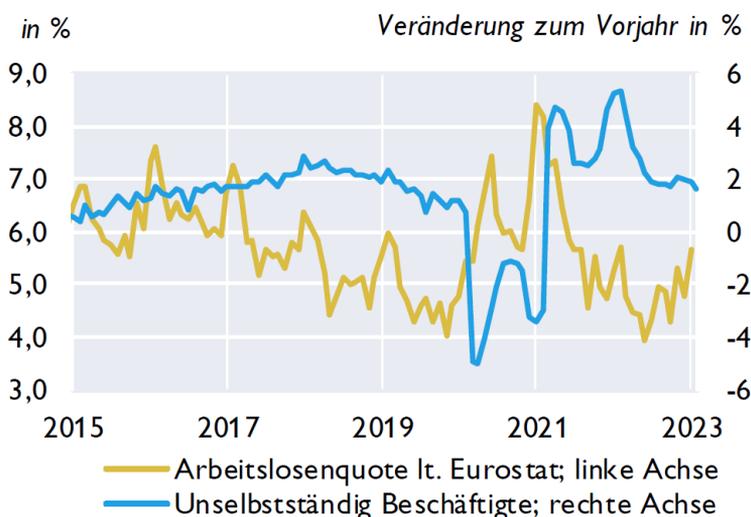


Abbildung 26 – Arbeitslosenquote und Beschäftigungswachstum in Österreich bis 2022
 Quelle und Bildnachweis: ONB (2023)

Die Entwicklung der Beschäftigungssituation in Österreich, aber auch in den meisten innereuropäischen Exportdestinationen im Jahr 2022 war für die Marktdiffusion von Technologien zur Nutzung und Speicherung erneuerbarer Energie somit ein fördernder Faktor.

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 2022 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 und mittels Bundesförderprogrammen vergeben. Auf Bundesebene waren 2022 sowohl Förderungen für private Haushalte als auch Förderungen für den gewerblichen Bereich verfügbar. Bundesförderungen

wurden dabei von der KPC abgewickelt. 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. Über alle Technologien hinweg konnten für das Datenjahr 2022 deutlich verstärkte Anreize aus energiepolitischen Instrumenten beobachtet werden.

4.7 Der Heizungsmarkt

Die längerfristige strukturelle Entwicklung des Heizungsbestandes in österreichischen Hauptwohnsitzen ist anhand der aktuellsten verfügbaren Daten zum Energieeinsatz der Haushalte der Statistik Austria (2023i) in **Abbildung 27** 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, welche große Teile des absoluten Wachstums in urbanen Gebieten bedienen. Heizsysteme auf Basis von Kohle, Koks oder Briketts waren als Auslaufmodell zuletzt bereits fast bedeutungslos, während Strom-Direktheizungen nach wie vor mit einem signifikanten Anteil im Heizungsmix vertreten sind.

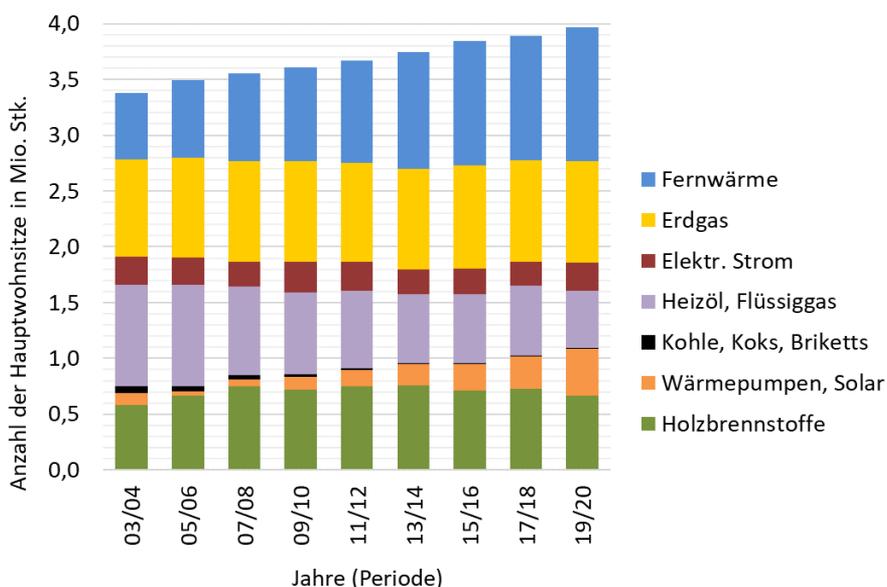


Abbildung 27 – Bestandsentwicklung der Haupt-Heizsysteme in österreichischen Hauptwohnsitzen Datenquelle: Statistik Austria (2023i)

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) publizierten Informationen über den österreichischen Inlands-Heizungsmarkt ermöglichen gemeinsam mit den in der vorliegenden Studie erhobenen Daten und den Mikrozensusdaten der Statistik Austria eine grobe Darstellung der Entwicklung des Gesamt-Heizungsmarktes in Österreich. Die entsprechende Entwicklung ist in **Abbildung 28** 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 die Datenjahre 2021 und 2022 lediglich grobe Schätzungen sind. Die relativen Anteile der Heizsysteme sind in **Abbildung 29** dargestellt.

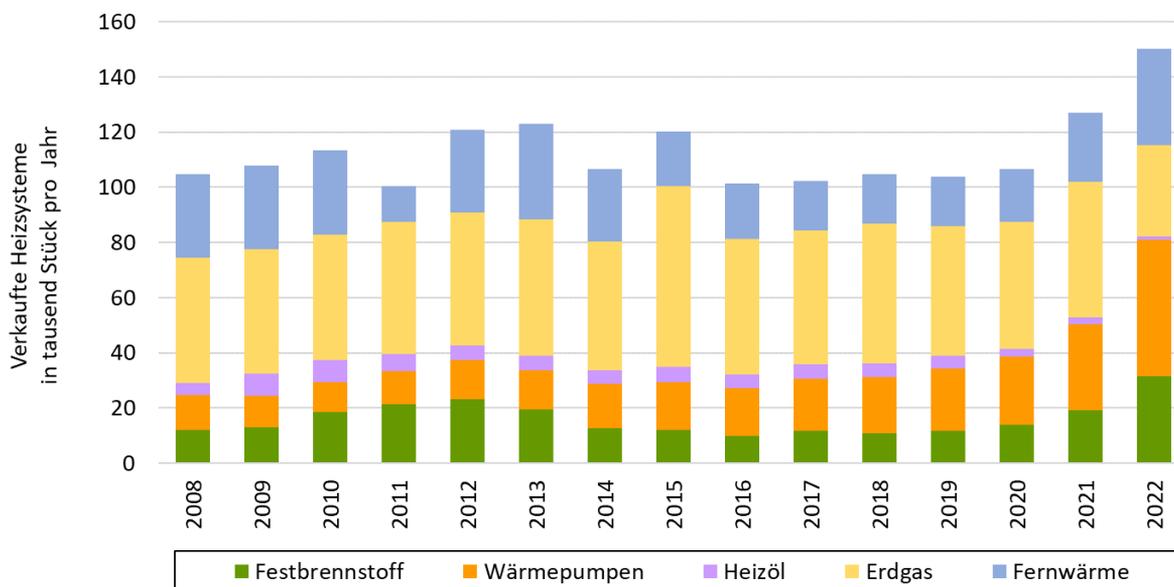


Abbildung 28 – Jährlich in Österreich verkaufte Heizungssysteme von 2008 bis 2022
 Quellen: BEST (2023), ENFOS (2023), VÖK (2019), VÖK (2023), Statistik Austria (2023i)

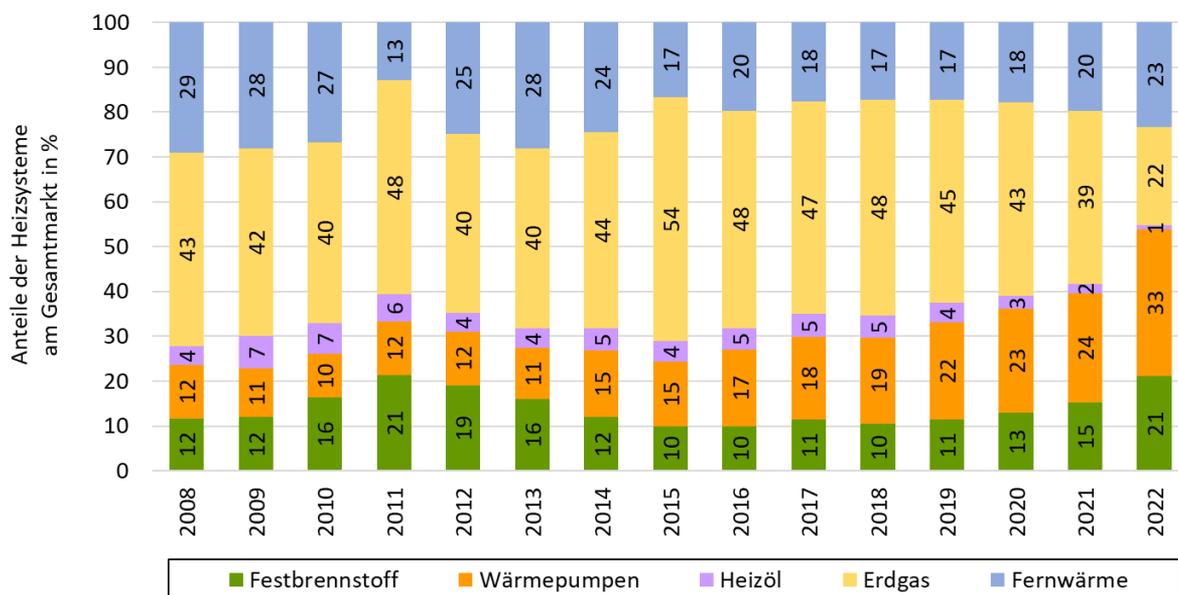


Abbildung 29 – Anteile der in Österreich verkauften Heizungssysteme 2008 bis 2022
 Quellen: BEST (2023), ENFOS (2023), VÖK (2019), VÖK (2023), Statistik Austria (2023i)

In **Abbildung 29** lässt sich die strukturelle Veränderung des Heizungsmarktes in Österreich gut nachvollziehen. Eine konsistente Strukturänderung wird dabei ab dem Jahr 2015 evident. Marktanteile von heizöl- und erdgasbasierten Heizsystemen gingen dabei sukzessive auf Wärmepumpen- und Biomasseheizungen bzw. auch auf neue Fernwärmeanschlüsse über. Das Jahr 2022 erscheint dann als Unstetigkeit – als ob einige Jahre in der Zeitreihe fehlen würden, bzw. die weitere Entwicklung vorgezogen wurde. Verursacht wurde diese rasante Entwicklung

durch mehrere Faktoren. Dies waren vor allem die stark steigenden Energiepreise und die wachsende Unsicherheit bezüglich Versorgungssicherheit, wobei beide Faktoren zu einem überwiegenden Teil aus dem Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine resultierten. Hinzu kam die hohe Inflation, welche einen Anreiz zur kurzfristigen realen Veranlagung privater Geldrücklagen schuf. Die Steigerung der Nachfrage im Heizungsbereich wurde im Jahr 2022 vielerorts durch die Verfügbarkeit von Technologie und Arbeitskraft limitiert und wäre ohne diese Faktoren noch deutlicher ausgefallen.

Im Jahr 2022 war die Heizungswärmepumpe in Österreich mit 33 % Marktanteil das am häufigsten verkaufte Heizsystem. Mit deutlichem Abstand folgten Fernwärmeanschlüsse (23 %), Gasheizungen (22 %) und Biomasseheizungen (21 %). Die bisherige Dominanz der Gasheizungen wurde damit gebrochen und neue Ölheizungen spielten de facto keine Rolle mehr. Die Entwicklung des Heizungsmarktes im Jahr 2022 kann damit auch als ein Ausblick in die weitere Marktentwicklung gesehen werden. Fernwärme und Wärmepumpen bedienen dabei urbane Räume, Wärmepumpen und Biomasseheizsysteme decken den Wärmebedarf der dezentralen Wärmenachfrage. Eine aktuelle umfassende Studie des Deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (2022) zeichnet unter dem Titel "Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045" ein deckungsgleiches Bild von der zukünftigen Raumwärmebereitstellung in Deutschland, wobei die längerfristige Rolle der Biomasse im Raumwärmebereich in der zitierten Studie gering eingeschätzt wird. Die strukturelle Entwicklung des Heizungsmarktes im Jahr 2022 ist also kein nationales Spezifikum, sondern trifft auch auf typische Exportdestinationen österreichischer Heizungsproduzenten und Handelsunternehmen zu.

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 2022 werden aufgrund der Witterung für die Berechnung 1.580 Volllaststunden für kleine Anlagen und 2.600 Volllaststunden für mittlere und große Anlagen angenommen - mit der Fülle an warmen bis sehr warmen Monaten war 2022 insgesamt deutlich wärmer als die meisten Jahre der vergangenen 200 Jahre.

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. Zusätzlich wird zur Ermittlung des Stückholzverbrauchs für 2020 jene 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-Pellets 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 2022 ein Verbrauch an festen Biobrennstoffen (Briketts, Pellets, Rinde, Hackgut und Stückholz) von rund 14,8 Mio. t ermittelt, siehe **Tabelle 7** und **Abbildung 30**.

Tabelle 7 - Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2017 bis 2022 in Tonnen
Quellen: Statistik Austria (2023a,b), proPellets Austria (2023),
Auskunft GENOL (2023)

Energieträger	Bruttoinlandsverbrauch in t-lutro					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pellets	960.000	954.110	955.000	1.015.000	1.190.000	1.273.000
Briketts	222.300	198.900	169.000	185.000	210.000	156.000
Hackgut	7.398.333	6.815.131	6.933.333	7.045.000	7.932.500	7.139.000
Rinde	546.024	582.426	581.836	525.143	528.000	614.000
Stückholz	5.506.294	5.009.538	5.017.483	5.174.825	5.566.433	5.603.000
Gesamt	14.632.951	13.560.105	13.656.652	13.944.968	15.426.933	14.785.000

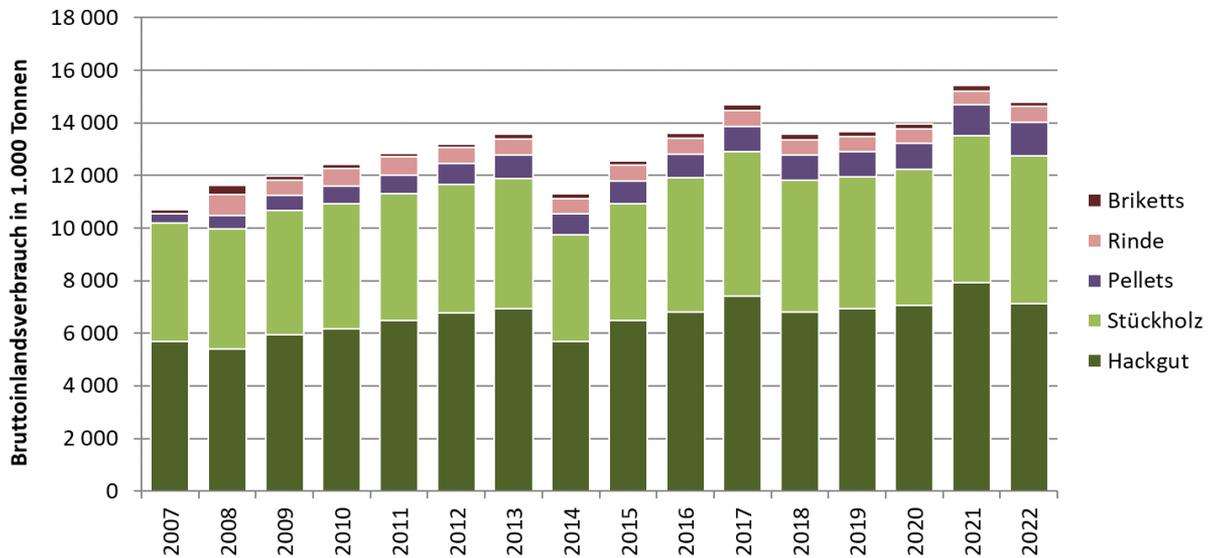


Abbildung 30 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2007 bis 2022 in 1.000 Tonnen. Der Rindenanteil ist bei den Werten für 2007 beim Hackgut inkludiert.
 Quellen: proPellets Austria (2023), Auskunft GENOL (2023), BEST (2023)

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 31** 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 Pelletskesselmarktes und auch des Pelletsverbrauchs mit sich brachte. Der historische Trendbruch im Jahr 2007 ist in **Abbildung 31** deutlich zu sehen und hatte seine Ursache in einer wenig strategisch ausgerichteten Vorgehensweise der Pelletsindustrie in einem extrem wachsenden Markt. Es ist zu befürchten, dass der im Jahr 2022 zu beobachtende Preisanstieg ebenfalls zu solchen Einbrüchen in den darauffolgenden Jahren führt.

Der Inlandsmarkt hatte sich im Jahr 2008 durch einen Ausbau der Produktionskapazitäten 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 2022 wurden rund 1.782.000 t Pellets produziert (+10,9 % im Vergleich zu 2021). Zudem wurde die Produktionskapazität im Jahr 2022 auf 2.035.000 t (+12 %) massiv 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 Pelletsverbrauch

kontinuierlich an und erreicht im Jahr 2022 rund 1.272.500 t. Die Anzahl der österreichischen Pelletsproduzenten stieg von 15 im Jahr 2009 auf 35 aktive österreichische Pelletsproduzenten im Jahr 2022 an.

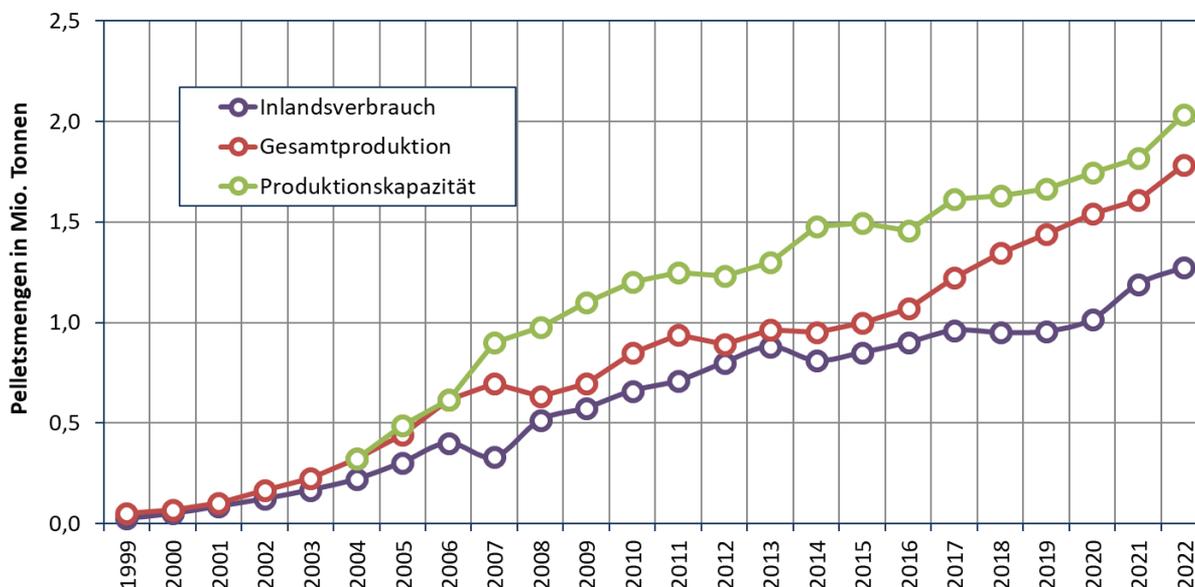


Abbildung 31 – Entwicklung des österreichischen Pelletsmarktes von 1999 bis 2022

Verbrauch, Produktion und Produktionskapazität.

Quelle: proPellets Austria (2023)

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 gesunkenen 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 1.680 bzw. 1.798 für kleine Anlagen sowie auf 2.750 bzw. 2.943 Stunden für mittlere und große Anlagen. Entsprechend der sehr warmen Witterung wurden im Jahr 2022 die Volllaststunden auf 1.580 Volllaststunden bzw. 2.600 Volllaststunden reduziert.

Wie in **Abbildung 32** 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. Seit 2020 liegt der Hackgutverbrauch wieder über 7 Mio. t.

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.

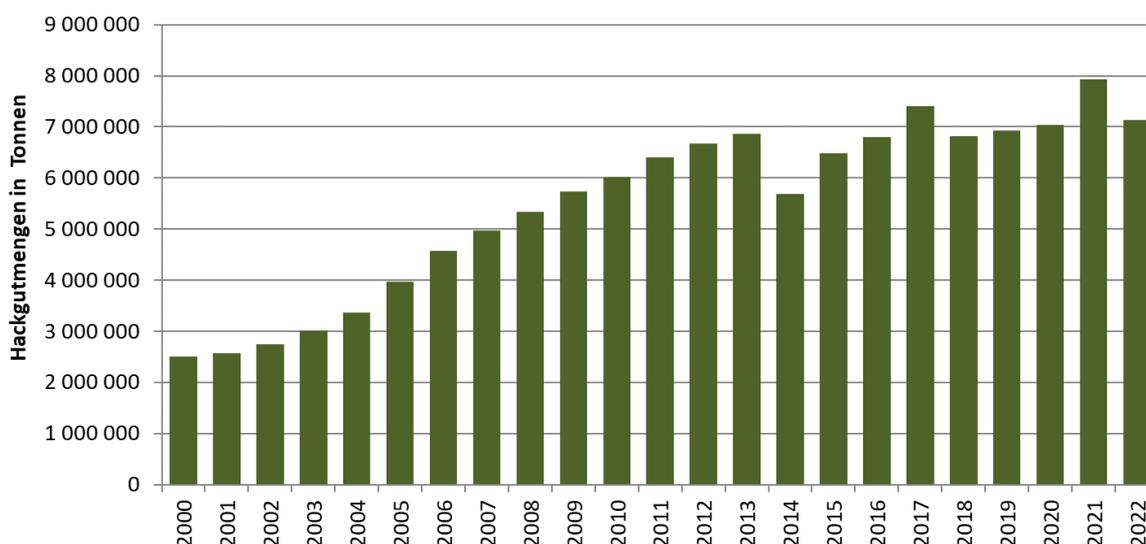


Abbildung 32 – Marktentwicklung des Hackgutes in Österreich von 2000 bis 2022
abgeschätzter Inlandsverbrauch in Tonnen. Quelle: BEST (2023)

Im Zeitraum 2016 bis 2021 sind leicht sinkende Hackgutpreise, insbesondere für das Sortiment „Hackgut mit Rinde“ zu beobachten, siehe **Abbildung 33**. 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. 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. Im Jahr 2022 kann auch bei diesen Sortimenten ein starker Preisanstieg beobachtet werden: Der Jahresdurchschnittspreis für „Hackgut mit Rinde“ beläuft sich auf 22,43 €/rm, für „Hackgut ohne Rinde“ bzw. für Sägespäne steigen die Jahresdurchschnittspreise auf 19,00 €/rm bzw. 17,59 €/rm.

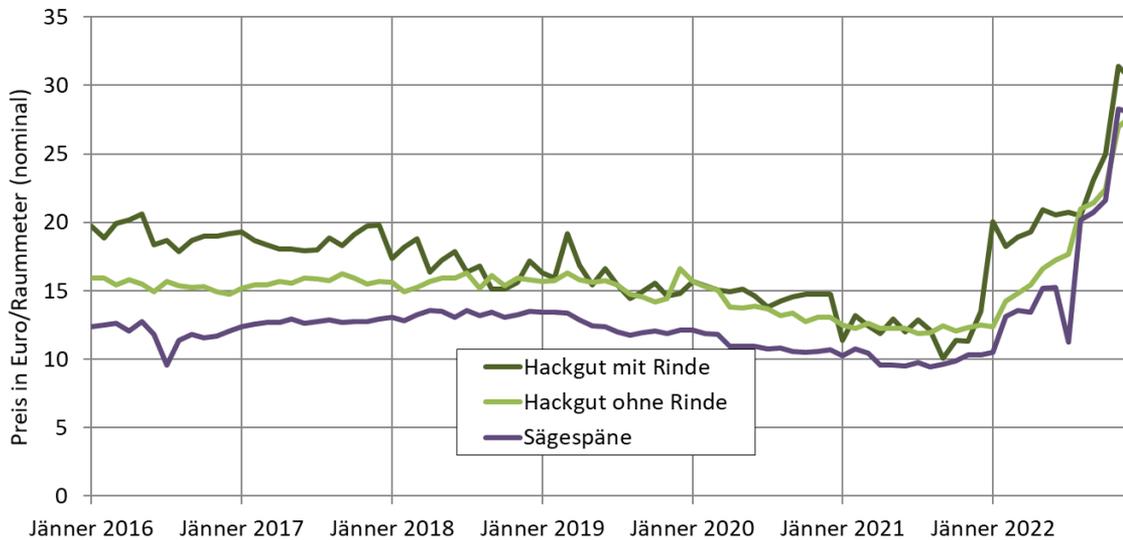


Abbildung 33 – Preisentwicklung für Hackgut mit und ohne Rinde sowie Sägespäne je Raummeter von 2016 bis 2022.

Quelle: Statistik Austria (2023a), BEST (2023)

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. Trotz der warmen Witterung steigt aufgrund der stark gestiegenen Anzahl der Neuinstallationen der Stückholzverbrauch im Jahr 2022 auf 5,6 Mio. t an. 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 von Interesse. Ein Umstieg von Allesbrennern auf Stückholzkessel ist v.a. im bäuerlichen Bereich zu erkennen. 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 Erhebungen zur Feldfruchtproduktion bzw. Bodennutzung der Statistik Austria (2021, 2023c). Für Kurzumtrieb sind nur Daten aus 2020 vorhanden – es wurden in Österreich 1334 ha Kurzumtriebsholz angebaut. Die Fläche für Energiegräser betrug 2020 1118 ha, 2021 1052 und 2022 1011 ha.

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 war in den letzten Jahren rückläufig und bewegen sich auf geringem Niveau.

Table 8 – Bruttoinlandsverbrauch agrarischer Biobrennstoffe 2020 bis 2022

Quelle: Statistik Austria (2021, 2023c), BEST (2023)

Energieträger	Bruttoinlandsverbrauch in t			Bruttoinlandsverbrauch in PJ		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Energiegräser*	15.652	14.728	14.154	0,28	0,27	0,25
Kurzumtriebsholz ²	14.674	14.674	14.674	0,26	0,26	0,26

*Für Energiegräser ist die Gesamtanbaufläche zugrunde gelegt. Davon können Teile auch als Vieheinstreu verwendet werden.

Stroh für energetische Zwecke wird in Österreich unverändert nur in geringen Mengen genutzt. In Niederösterreich ist die Nutzung von knapp 10.000 t Stroh in vier Fernwärmanlagen für das Jahr 2022 bekannt (Amt der NÖ Landesregierung (2023)). Zwei der Strohkraftwerke wurden 2019 wieder auf Holzbiomasse umgestellt. Das energetische Strohpotential Österreichs ist auch zukünftig als moderat einzuschätzen. Für 2022 sind insgesamt knapp 1,8 Mio. t Stroh laut Statistik Austria (2023c) 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. 2022 wurden in Österreich rund 215.000 ha Körnermais angebaut (Statistik Austria (2023c)) – der bezifferte Ertrag lag bei 2,1 Mio. 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 34** dargestellt, macht feste primäre 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 2021 wurden in den EU27 Ländern 10.212 PJ Primärenergie aus erneuerbare Energie bereitgestellt.

²Für 2021 und 2022 wurden die Zahlen von 2020 verwendet, da keine aktuelleren vorliegen und davon auszugehen ist, dass es keine großen Veränderungen gab

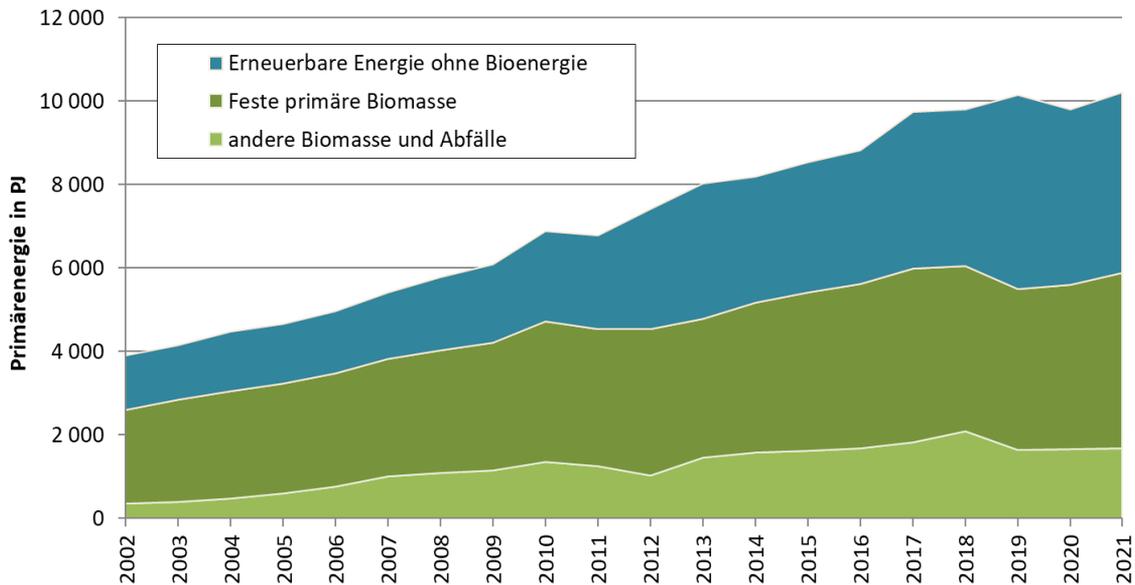


Abbildung 34 – Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie in den EU27 Staaten (bis 2019 EU28) in PJ. Quelle: Eurostat (2023a)

Internationale Pelletsmärkte

Die weltweite Produktion von Pellets betrug 2021 ca. 40 Mio. t. Etwa die Hälfte davon wurde in Europa produziert. Innerhalb Europas produziert Deutschland nach wie vor die größte Menge: ca. 3,4 Mio. t. Lettland folgt mit ca. 2,1 Mio. t, dann Schweden mit 1,9, Polen und Frankreich mit jeweils 1, 8 Mio. t. Österreich liegt mit ca. 1,5 Mio. t nicht mehr unter den ersten Fünf. Die EU27 Länder führen beim Pelletsverbrauch mit ca. 24,5 Mio. t (Bioenergy Europe (2022a)). Innerhalb der EU listet Bioenergy Europe (2022a) Großbritannien, Dänemark, Italien, Niederlande und Deutschland als die Top 5 Verbrauchsländer für die Wärmeerzeugung im Jahr 2021. Diese Reihung ist fast identisch mit den Vorjahren.

Auch im Jahr 2022 waren die Produktion (ca. 3,6 Mio. t) und der Verbrauch (3,2 Mio. t) in Deutschland mehr als doppelt so hoch wie in Österreich, wie in **Abbildung 35** ersichtlich ist.

Das Jahr 2020 markiert eine Trendwende für den Pelletsmarkt in Deutschland. So wurde der europäische Spitzenplatz bei der Pelletsproduktion mit erstmals über 3 Mio. Tonnen t weiter ausgebaut und auch am Heizungsmarkt geht es deutlich aufwärts, berichtet der Deutsche Energieholz- und Pellets-Verband (DEPV (2021)). Dieser Trend hält auch 2022 an.

In **Abbildung 36** wird der Verlauf der Pelletsproduktion, des Pelletsverbrauchs sowie der Produktionskapazität von 2016 bis 2022 in Deutschland dargestellt. Die Produktionskapazität wurde in Deutschland kontinuierlich von 2,3 Mio. t im Jahr 2016 auf knapp 4 Mio. t im Jahr 2022 ausgebaut. Der Pelletsverbrauch stieg im selben Zeitraum von 2 Mio. t auf 3,2 Mio. t und die Pelletsproduktion von 1,9 Mio. t auf 3,6 Mio. t an (DEPI (2023b)).

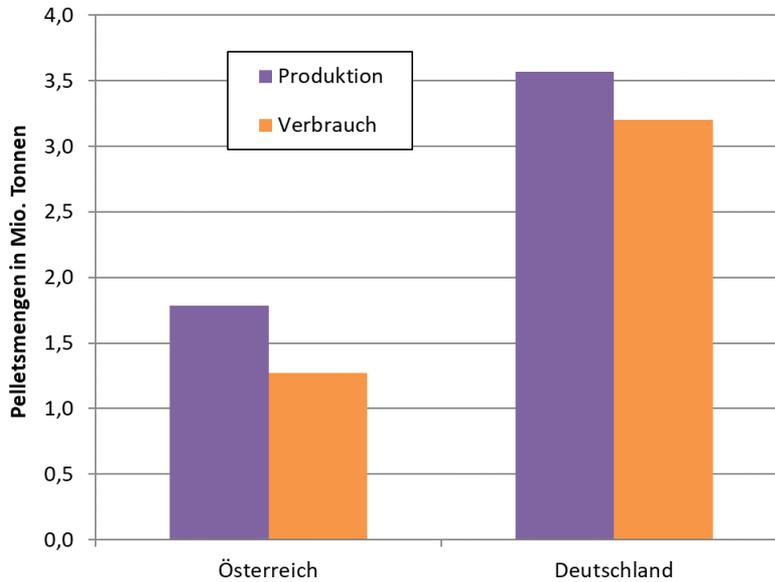


Abbildung 35 – Pelletsproduktion und –verbrauch in Deutschland und Österreich 2022
 Datenquellen: proPellets Austria (2023), DEPI (2023b)

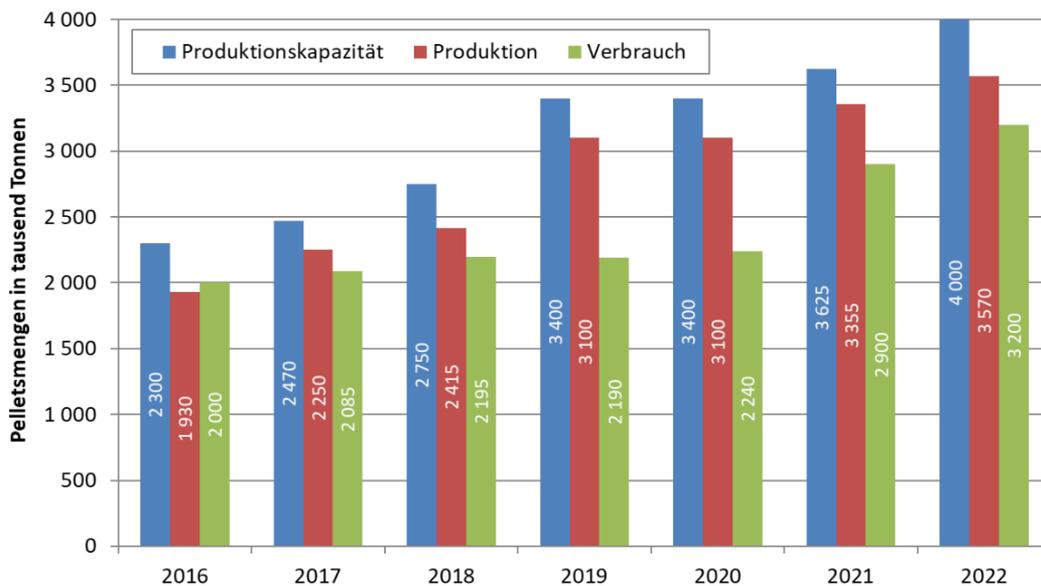


Abbildung 36 – Pelletsproduktion, -kapazität und -inlandsbedarf in Deutschland für die Jahre 2016 bis 2022. Datenquelle: DEPI (2023b)

Nach einem konstanten Wachstum des **italienischen** Pelletsmarktes bis 2021, wurden 2022 etwas weniger Pellets konsumiert – nämlich etwa 3 Mio. t, wovon rund 450.000 t in Italien produziert wurden, siehe AIEL (2023). Die steigende Anzahl an installierten Heizungen inkl. Pelletsheizungen erhöhte lange die Nachfrage von Holzpellets; der Rückgang von Heizgradtagen erklärt den Rückgang des Pelletsverbrauchs. Die Gaspreise sind 2021 wieder gestiegen und deren Entwicklung trägt generell auch zur erhöhten Nachfrage von Holzpellets bei. In Italien werden nur ca. 15 % des eigenen Pelletsbedarfes produziert: 2022 wurden mehr als 2,5 Mio. t importiert, die fehlende Differenz wurde durch Lagervorräte ausgeglichen. Die Anzahl der italienischen Pelletsproduzenten mit einem ENplus-Zertifikat blieb konstant bei 48, siehe EN Plus (2023).

5.3 Produktion, Import und Export

Produktionsseitig sind für das Holzaufkommen Daten aus der Holzeinschlagsmeldung des BMLRT (2022) verfügbar, die von Forstbetrieben geschlagenes Holz zur energetischen Verwertung ausweisen. Hier wurde 2021 eine Menge von umgerechnet über 4,9 Mio. Efm (= 2 Mio. t-atro) Holz für die energetische Nutzung (Stückholz und Waldhackgut) erhoben. **Abbildung 37** zeigt den Holzeinschlag von 2006 bis 2021 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.

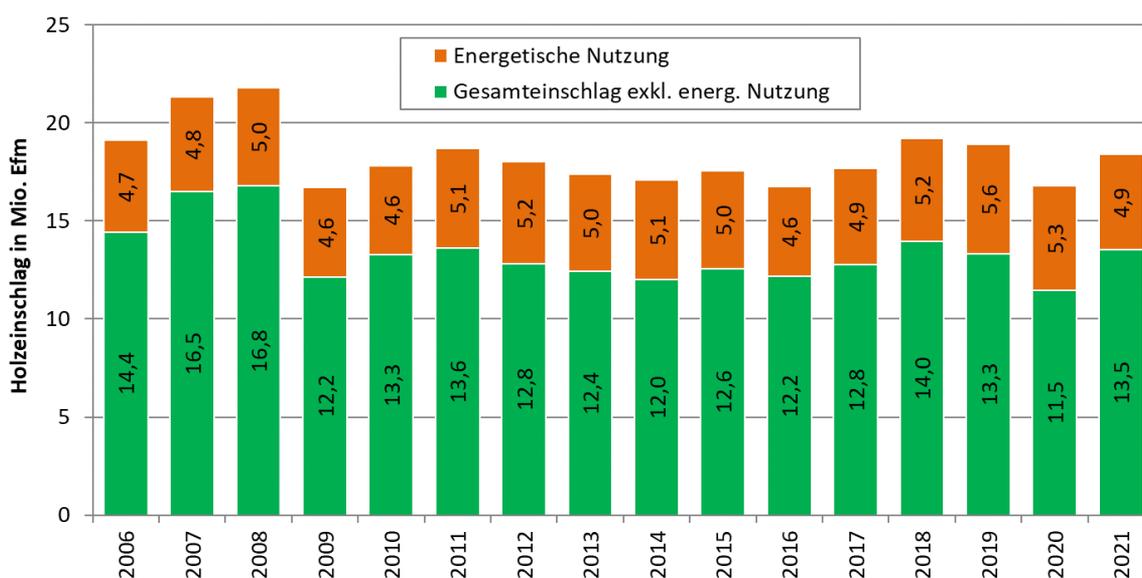


Abbildung 37 – Jährlicher Holzeinschlag in Österreich in Mio. Efm von 2006 bis 2021
 Quelle: BMLRT (2022)

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.

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 35 Pelletsproduzenten eine Produktionskapazität von rund 2,04 Mio. t auf, welche bis 2024 auf über 2,7 Mio. t ausgebaut werden soll, siehe **Tabelle 9**. Im Jahr 2025 wurden in Österreich rund 1.782.000 t Holzpellets produziert, siehe proPellets Austria (2023). 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 – Bestehende bzw. bis 2024 geplante Produktionskapazitäten der österr. Pelletsproduzenten im In- und Ausland. Quelle: proPellets Austria (2023)

Pelletsproduzent	Produktionskapazität in Österreich bis 2024 in Tonnen	Produktionskapazität im Ausland in Tonnen
Andreas Wiessbauer GmbH	80.000	
Binderholz GmbH	172.000	190.000 (DE)
Cycle Energy	140.000	
Donausäge Rumpelmayr GmbH	80.000	
EHO Pellets GmbH	120.000	
Enzlmüller	6.000	
Eschelmüller	15.000	
Ennstal Pellets	18.000	
Franz Moser GmbH	70.000	
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	
Kirnbauer Holzindustrie	6.000	
KP Wood Energy GmbH	30.000	
Labek Biopellets	1.000	
Mafi Naturholzboden GmbH	14.000	
MAK Holz GmbH	30.000	
Mayr-Melnhof	142.000	175.000 (CZ, RO)
Nawaro	150.000	
Pelletsone GmbH	8.000	
Pelletswerk Waldviertel GmbH	25.000	
Pfeifer Holz GmbH & CoKG	220.000	350.000 (DE, CZ)
Prothermpellets OG	500	
RZ Pellets	504.000	
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	
Stallinger Holding	50.000	
Sturmberger	45.000	
Tilly Holzindustrie	150.000	
Vorarlberger Mühlen und Mischfutterwerke GmbH (Ländle Pellets)	25.000	
Weinsbergpellets	65.000	
Summe	2.711.200	1.253.000
Summe total	3.964.200	

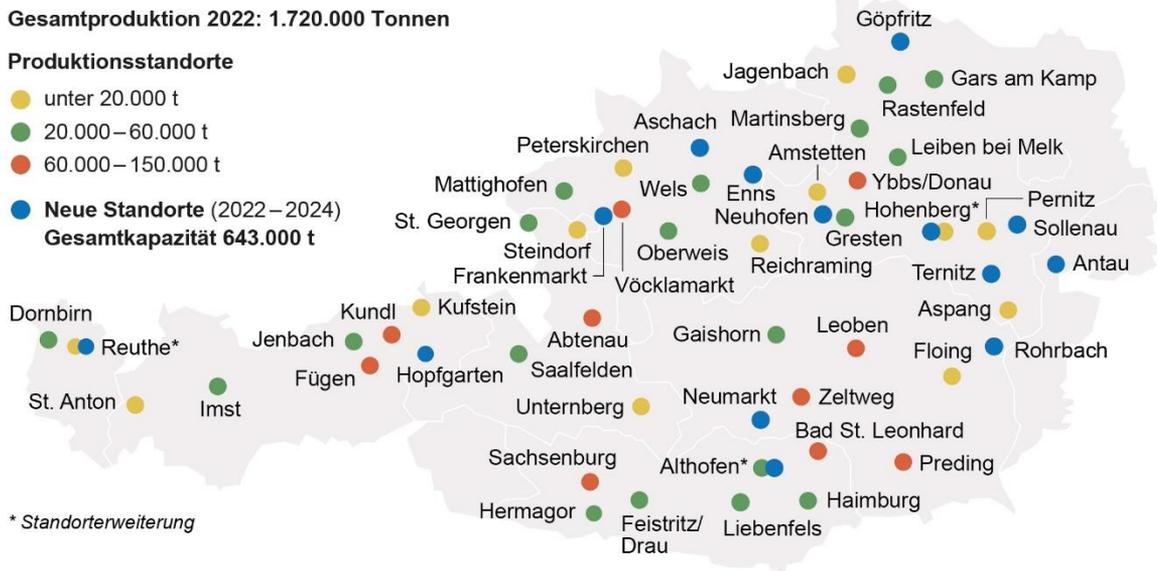
Standorte der Pelletproduktion

Gesamtproduktion 2022: 1.720.000 Tonnen

Produktionsstandorte

- unter 20.000 t
- 20.000–60.000 t
- 60.000–150.000 t

● Neue Standorte (2022–2024)
Gesamtkapazität 643.000 t



Auftraggeber, Quelle: proPellets Austria

APA-GRAFIK ON DEMAND

Abbildung 38 – Pelletsproduktionsstandorte in Österreich
Gesamtproduktion: vorläufiger Wert. Quelle: proPellets Austria (2023)

Der verstärkte internationale Handel mit Pellets macht sich auch 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. Zwischen 2018 und 2021 steigt die Nettoexportrate auf rund 38 % an. Im Jahr 2022 sinkt die Nettoexportrate von Pellets auf 36,4 %. Insgesamt wurden im Jahr 2022 rund 363.000 t Pellets nach Österreich importiert und 778.000 t exportiert.

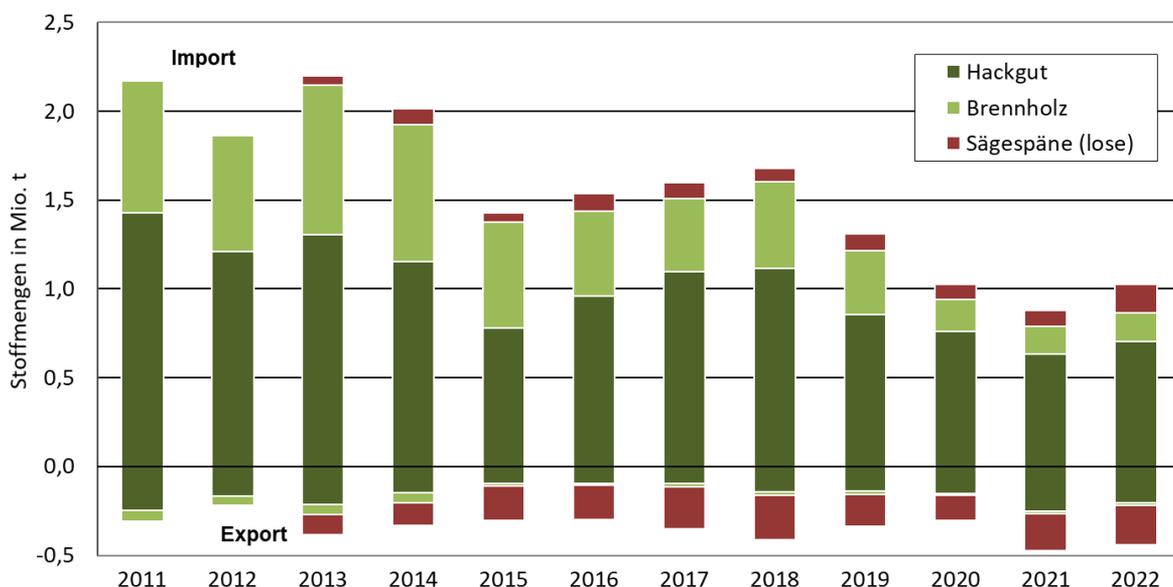


Abbildung 39 – Österreichs Außenhandel – Brennholz, Hackgut und Sägespäne lose
von 2011 bis 2022. Quelle: Eurostat (2023b)

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 39**. 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. Im Jahr 2022 kann wieder eine Zunahme bei den Importen beobachtet werden: 1,03 Mio. t. Bei den Exporten hingegen ist nach einem leichten Anstieg 2021 im Jahr 2022 wieder ein leichter Rückgang zu beobachten: insgesamt betragen die Exporte von Brennholz, Hackgut und Sägespänen 0,44 Mio. t im Jahr 2022.

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 über 0,65 Mio. t nach Österreich im Jahr 2022 gab (2021: 0,5 Mio. t). Dagegen überwog bei Holzpellets mit einem Überschuss von 415.778 t der Export vor importierten Mengen im Jahr 2022.

Tabelle 10 – Außenhandel Österreichs mit Hackgut, Stückholz und Pellets 2022
Quellen: BEST (2023), Eurostat (2023b), proPellets Austria (2023)

Brennstoff	Import in t	Export in t	Handelsbilanz (+ /-) in t
Hackgut	706.268	-204.882	501.386
Stückholz	160.935	-12.213	148.722
Pellets	362.306	-778.084	-415.778
Total	1.229.509	-982.966	246.543
+ ... 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 1970 deutlich gestiegen. War 1970 noch ein Anteil erneuerbarer Energie im Bruttoinlandsverbrauch von 15,5 % zu beobachten, so lag dieser Anteil im Jahr 2020 bei 32,6 %, siehe **Abbildung 40**. 2021³ beträgt dieser Wert 31,4 %. Innerhalb des Anteils der erneuerbaren Energien ist der Anteil der Bioenergie ebenfalls von 38,0 % im Jahr 1970 auf rund 60 % im Jahr 2021 gestiegen (der Maximalwert betrug im Jahr 2016 60,3 %). Im Anteil der Bioenergie sind neben den festen Biobrennstoffen auch das Biogas, Deponiegas, Biodiesel, Klärschlamm, Ablauge sowie Tiermehl und -fett enthalten. Den überwiegenden Anteil der Bioenergie machen jedoch die festen Biobrennstoffe aus.

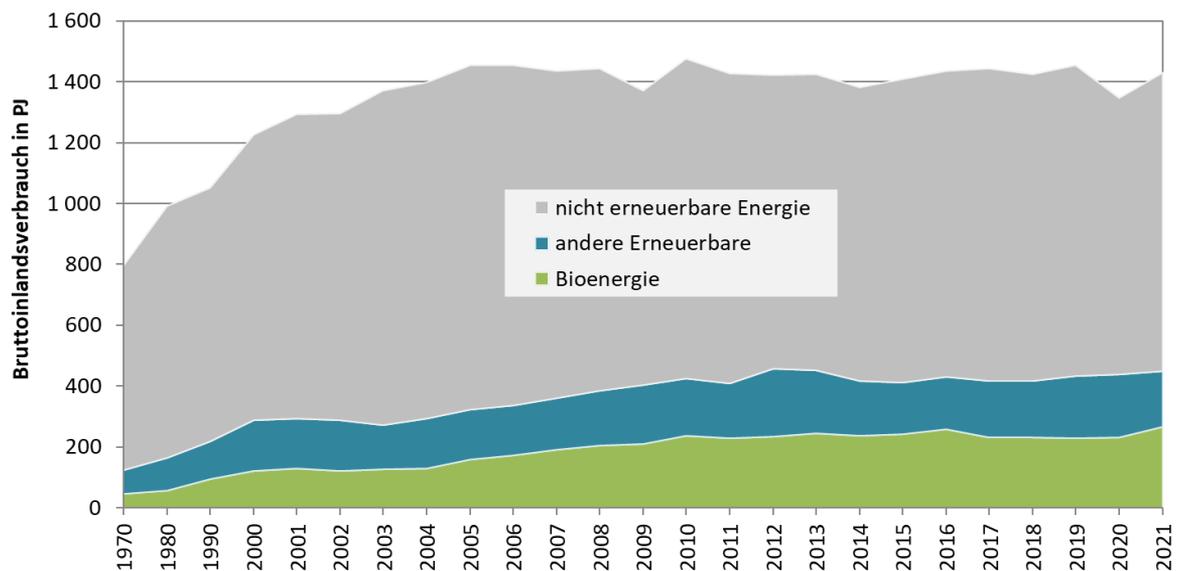


Abbildung 40 – Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsverbrauches und des Anteiles erneuerbarer Energie von 1970 bis 2021 in PJ.

Anmerkung: die Zeitachse ist nichtlinear dargestellt. Quelle: Statistik Austria (2023b)

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.

³ Statistik Austria (2023b) 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 (2023)

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 2022 ein Verbrauch an festen Biobrennstoffen (Briketts, Pellets, Rinde, Hackgut und Stückholz) von rund 197 PJ ermittelt werden siehe hierzu auch **Abbildung 41** und **Tabelle 12**.

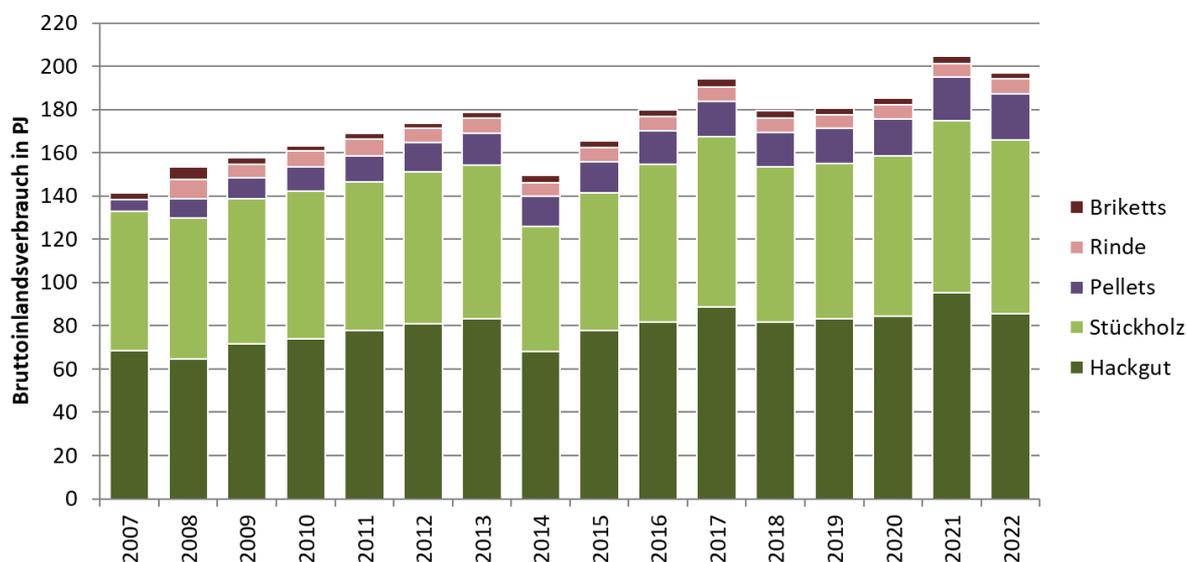


Abbildung 41 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe von 2007 bis 2022 in PJ
Quellen: proPellets Austria (2023); Statistik Austria (2023b); Auskunft GENOL (2023); eigene Hochrechnungen für 2008 bis 2022; Anmerkung: der Rindenanteil ist bei den Werten für 2007 beim Hackgut inkludiert

Tabelle 12 – Bruttoinlandsverbrauch fester Biobrennstoffe 2017 bis 2022 in PJ
Quellen: Statistik Austria (2023b), proPellets Austria (2023),
GENOL (2023), BEST (2023)

Energieträger	Bruttoinlandsverbrauch in PJ					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pellets	16,3	16,2	16,2	17,3	20,23	21,63
Briketts	3,8	3,4	2,9	3,2	3,57	2,70
Hackgut	88,8	81,8	83,2	84,5	95,19	85,67
Rinde	6,0	6,4	6,4	6,3	6,30	6,75
Stückholz	78,7	71,6	71,8	74,0	79,6	80,13
Gesamt	193,6	179,4	180,5	185,3	204,89	196,88

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 182,1 gCO₂äqu/kWh Endenergie substituiert, wie dies bereits in **Kapitel 3.3.3** dargestellt wurde.

Die biogene Brennstoffenergie, welche im Jahr 2022 in einem Ausmaß von 197,57 PJ eingesetzt wurde, wird großteils in Wärme umgewandelt und mit einem gegenüber dem Vorjahr wiederum gesunkenen Anteil von 0,7 PJ in KWK Anlagen verstromt. Die Einsparung durch die Substitution von nicht erneuerbarer Wärme beträgt somit 9,958 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 2022 mit 210,3 gCO₂äqu/kWh bewertet, siehe dazu auch **Kapitel 3.3.3**. Mit diesem Ansatz ergibt sich ein CO₂-Äquivalent der eingesetzten Hilfsenergie elektrischer Strom von 173.122 t, welche von der Bruttoeinsparung in Abzug gebracht werden.

Als Einsparung aus der Stromerzeugung mittels Biomasse KWK wird unter Verwendung des Faktors 364,5 gCO₂äqu/kWh ein CO₂-Äquivalent von 70.875 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 4,72 Mio. t Öl. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 13** zusammengefasst.

Tabelle 13 – CO₂äqu-Einsparung durch Biomassefeuerungen in Österreich im Jahr 2022

Quelle: BEST (2023)

Biogener Brennstoffverbrauch 2022	Heizöläquivalent des biogenen Brennstoffverbrauchs 2022	CO ₂ -Äquivalent Nettoeinsparung unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs der Kessel
PJ/Jahr	toe/Jahr	t CO ₂ äqu/Jahr
197,57	4.718.908	9.856.157

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 2022 sind die durchschnittlichen Biomassebrennstoffpreise aufgrund der internationalen Entwicklungen sehr stark gestiegen.

Tabelle 14 – Durchschnittliche Marktpreise für gehandelte Biobrennstoffe im Jahr 2022
Quellen: ProPellets Austria (2023), Statistik Austria (2023d), GENOL (2023), BEST (2023)

Biobrennstoff	durchschnittlicher Preis je Handelseinheit (exkl. MWSt.)
Pellets	382 €/t
Briketts aus Sägenebenprodukten	548 €/t
Waldhackgut	21 €/srm
Rinde	36 €/t
Stückholz	85 €/rm
Kurzumtriebsholz	21 €/srm
Stroh	94,17 €/t
Miscanthus	21 €/srm

Insgesamt ergibt sich aus dieser Berechnung im österreichischen Markt für feste Biobrennstoffe im Jahr 2022 ein Gesamtumsatz aus dem Brennstoffverkauf von 2.273 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 (2023) bezogen wurden. Da sich das Jahr 2022 durch eine sehr starke Preissteigerung auszeichnete, werden die vorher genannten Umsatzfaktoren je VZÄ mit dem Energieholzindex der LKNÖ (2023) angepasst. Dabei wird der Mittelwert aus den Indexzahlen der Quartale 1-3/2022 gebildet. Das Quartal 4/2022 wird nicht berücksichtigt, weil dieser Indexwert im Sinne eines statistischen Ausreißers extrem hoch war. Somit ergibt sich ein Multiplikator von 1,29 für diese Faktoren (z. B. für die Pelletsproduktion $378.142 \text{ €/VZÄ} \times 1,29 = 487.803 \text{ €/VZÄ}$). Die Nettoexporte bei den Holzpellets und die Nettoimporte bei Hackgut und Stückholz (siehe **Tabelle 10**) werden mit dem Multiplikator für den Holzhandel mit 432.929€ Umsatz je VZÄ berücksichtigt. Insgesamt ergibt sich aus dieser Berechnung eine Beschäftigtenzahl von 18.759 Vollzeitäquivalenten durch den Inlandsverbrauch und Export von festen Biobrennstoffen, siehe **Tabelle 15**.

Tabelle 15 – Umsätze und Arbeitsplätze im Inlandsmarkt für Biobrennstoffe 2022

Quelle: BEST (2023)

	Gesamtumsatz (Produktion, Bereitstellung, Handel, Verkauf) exkl. MWSt.	Arbeitsplätze (primär) in Österreich im Jahr 2022 (Vollzeitäquivalente)
Gesamtsumme	2.273 Mio. €	18.759 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 Tendenz⁴.

⁴ <https://www.bfw.gv.at/pressemeldungen/forstfrauenkonferenz-wald-in-frauenhaenden-konferenz-2021/>, aufgerufen am 25.04.2023

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 Rohstoffsortimente (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 eröffnen Technologien zur Produktion von Biokohle 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 in der Stahlindustrie, für verschiedenste Absorptions- bzw. Adsorptionsanwendungen oder als Zuschlagstoff für Werkstoffe im Polymer- oder Baustoffbereich. Die Dynamik der Entwicklungen spiegelt sich in aktuellen F&E-Aktivitäten wider. Neben zahlreichen Projektvorhaben, in denen verschiedenste Anwendungsbereiche für erneuerbare Kohlenstoffprodukte untersucht werden, gewinnt auch die Beforschung von Umwandlungsprozessen und entsprechenden Technologien an Bedeutung. Aktivitäten laufen hier z. B. am Josef Ressel Zentrum für die Produktion von Pulveraktivkohle aus kommunalen Reststoffen (Management Center Innsbruck) oder im Green Carbon Lab des COMET-Kompetenzzentrums BEST.

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 beim Verbrauch fester Biomasse in den letzten zwei Jahrzehnten ein kontinuierlich steigender Trend festgestellt werden. Lag der Verbrauch für das Jahr 2013 noch bei 178,7 PJ (= 4,25 Mtoe), konnte 2022 ein Verbrauch von 196,88 PJ (=4,70 Mtoe) festgestellt werden. Somit wurde bereits 2013, der im Nationalen Aktionsplan für erneuerbare Energien angegebene Anteil fester Biomasse am Endenergieverbrauch überschritten.

Zudem wurden im Regierungsprogramm 2020-2024 und im 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
- 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. Zudem soll laut dem Entwurf des Erneuerbare-Gase-Gesetzes (EGG) jährlich insgesamt mindestens 7,5 TWh Grünes Gas in das Gasnetz eingespeist werden.

Tabelle 16 – Roadmaps für den österreichischen Biomassebrennstoffmarkt
Quelle: BEST (2023)

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 in ca. 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, z. B. die Produktion von Pellets geringerer Qualitäten als A1 für den Einsatz im gewerblichen oder kommunalen Bereich.

Förderaktionen, die den Ersatz fossiler Heizungssysteme durch klimafreundliche Technologien forcieren (Stichwort „Raus aus dem Öl und Gas“) zeigen aktuell einen deutlichen Anstieg der Verkaufszahlen für Biomasse Kessel – vor allem Pelletskessel. Die Preisentwicklung der Pellets und die laufenden Ermittlungen der Bundeswettbewerbsbehörde haben allerdings einen starken Imageverlust mit sich gebracht. Es ist mit einem Rückgang der Verkaufszahlen von Pelletsfeuerungen und einer Stagnation des Pelletsmarktes zu rechnen. Das Ausmaß ist jedoch schwer abzuschätzen und wird wesentlich davon abhängen, ob es der Branche gelingt, den Imageschaden zu reparieren. Darüber hinaus bleibt der Einfluss, wie die Punkte des aktuellen Regierungsübereinkommens weiter umgesetzt werden bzw. auf welche der alternativen Energietechnologien KonsumentInnen setzen. Auch die Nationalratswahlen 2024 und deren politische Folgen werden die zukünftige Entwicklung beeinflussen – dabei ist vollkommen offen, wie. 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).

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 größeren Produktionsausfällen bei Sägebetrieben kommt, würde das auch zu einer Verknappung von Sägenebenprodukten führen, und sich in weiterer Folge negativ auf die Pelletsbranche auswirken. Die aktuellen Preissteigerungen hemmen Investitionen – von Privaten und von Firmen. Zusätzlich erfährt die Branche Gegenwind auf europäischer Ebene. Die provisorische Einigung vom März 2023 in der laufenden Überarbeitung der Renewable Energy Directive (RED III) stimmt jedoch positiv und erlaubt den weiteren Ausbau von holzbasierter Bioenergie.

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 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 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Im aktuellen statistischen Report von Bioenergy Europe (2022b) 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 2020) hin zur landwirtschaftlichen Biomasse zu verzeichnen, siehe **Abbildung 42**. Für 2050 wird ein mittleres Potenzial von rund 17.000 PJ angegeben. Der Anteil der landwirtschaftlichen Biomasse beträgt dann ca. 60 %.

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.

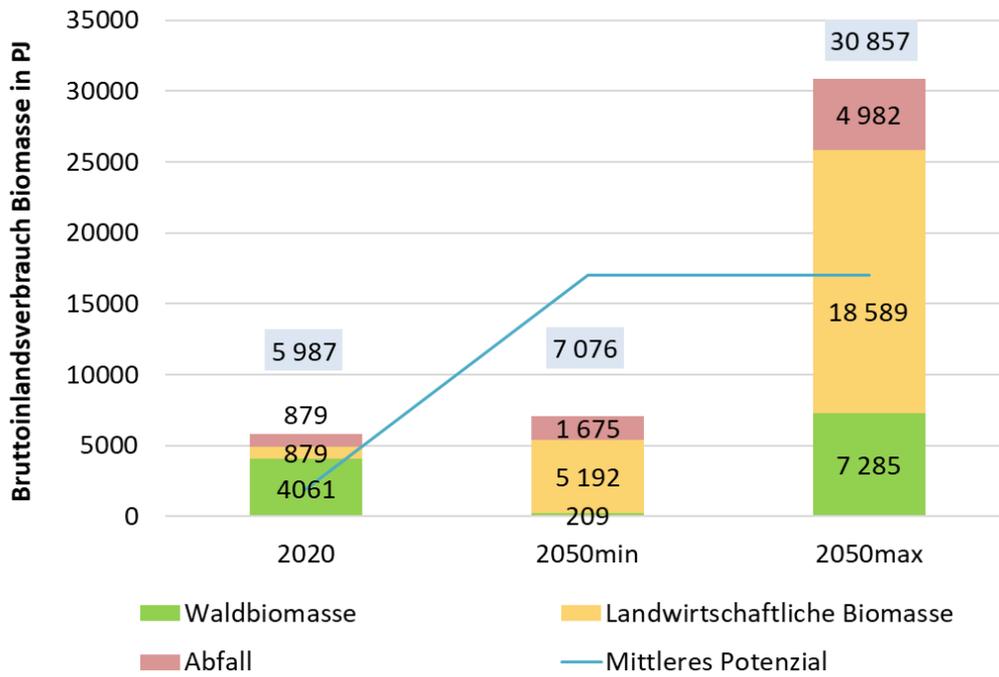


Abbildung 42 – Bruttoinlandsverbrauch von Biomasse im Jahr 2020 und Potenzial im Jahr 2050 für die EU27 + UK in Mtoe.
Quellen: Bioenergy Europe (2022b), Faaij (2018)

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 Biomasse-Heizungserhebung, siehe LK NÖ (2023). Die Marktdaten und wertschöpfungsrelevanten Firmenkenn-zahlen 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}. Pelletskessel haben eine durchschnittliche Leistungsgröße von 20 kW_{th}, Stückholz-Pellets Kombikessel haben eine durchschnittliche Leistungsgröße von rund 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 Pelletskessel 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 Pelletskesseln 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 Pelletskesseln 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 Pelletskesseln 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 Pelletskesseln 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 Pelletskessel-Verkaufszahlen um weitere 13,6 %. Der Verkauf von Stückholzkesseln sank um weitere 8 %. 2016 wurden zudem insgesamt 696 Stückholz-Pellets Kombikessel, deren Absatzzahlen erstmals im Jahr 2015 (763 Stück) erhoben wurden, installiert. Nach vier Jahren mit rückläufigen Verkaufszahlen konnte 2017 wieder ein Absatzwachstum bei Pelletskesseln (+19,3 %), Stückholz-Pellets 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 Pelletskesseln verzeichnen dabei ein Minus von nur 0,16 %, Stückholzkessel ein Minus von 10,7 %, Stückholz-Pellets 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 Pelletskesseln ist sogar ein Absatzwachstum von 30 % (insg. 6.670 Stück) zu beobachten, die Verkaufszahlen der Stückholz-Pellets 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. Im Jahr 2022, insbesondere in den ersten drei Quartalen, sind aufgrund der Energiekrise stark gestiegene Verkaufszahlen zu beobachten. Im vierten Quartal 2022 sinken die Verkaufszahlen wieder ab, da die stark gestiegen Preise von Holzbrennstoffen, insbesondere von Pellets, das Vertrauen in die Branche zum Teil beschädigt haben. Im Jahr 2022 wurden 22.968 Stück (+87,5 %) Pelletsfeuerungen, 2.583 Stück (+68,7 %) Stückholz-Pellets-Kombikessel, 2.245 Stück (+0,6 %) Hackgutkessel (<100 kW) und 3.264 Stück (+22,8 %) Stückholzkessel in Österreich installiert.

Die Inlands-Marktentwicklung der Biomassekessel im Leistungsbereich bis 100 kW_{th} ist in **Abbildung 43** dargestellt. Die Stückzahlen und die jeweils installierte Nennwärmeleistung sind in **Tabelle 17** dokumentiert. Die Aufteilung nach Bundesländern ist in **Abbildung 44** dargestellt. In Niederösterreich wurden 2022 insgesamt 8.557 Biomassekessel unter 100 kW_{th} installiert, gefolgt von der Steiermark mit 6.909 Stück und Oberösterreich mit 6.616 Stück.

Die jährlich installierten Pelletskessel < 100 kW_{th} und die installierte Leistung in MW_{th} von 1997 bis 2022 sind in **Abbildung 45** dargestellt. Im Jahr 2022 wurde ein historisches Maximum bei den neu installierten Pelletskessel < 100 kW_{th} mit 22.968 Stück erreicht. Die installierte Leistung ist auf 448,4 MW_{th} angestiegen.

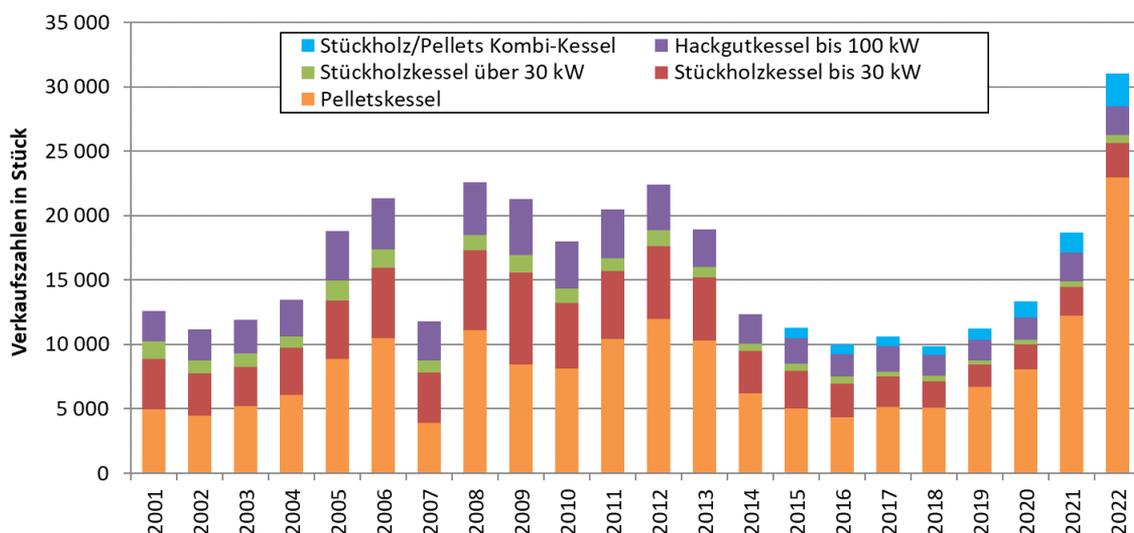


Abbildung 43 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW_{th}

Quelle: LK NÖ (2023)

Tabelle 17 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel bis 100 kW_{th}
 Anmerkung: Stückholz/Pellets-Kombikessel wurden erstmals 2015 erhoben. Quelle: LK NÖ (2023)

Kesseltyp	Anzahl der jährlich in Österreich installierten Biomassekessel bis 100 kW _{th} in Stück												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pelletsessel	8.131	10.400	11.971	10.281	6.209	5.029	4.320	5.118	5.110	6.670	8.073	12.247	22.968
Stückholzkessel bis 30 kW	5.117	5.319	5.627	4.909	3.278	2.908	2.660	2.367	2.051	1.764	1.940	2.207	2.698
Stückholzkessel über 30 kW	1.094	1.009	1.260	845	542	544	517	383	405	324	375	450	566
Stückholz/Pellets-Kombikessel	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	763	696	775	689	837	1.215	1.531	2.583
Hackgutkessel Bis 100 kW	3.656	3.744	3.573	2.891	2.294	2.308	1.773	1.982	1.638	1.628	1.741	2.232	2.245
Summen	17.998	20.472	22.431	18.926	12.323	11.552	9.966	10.625	9.893	11.223	13.344	18.667	31.060
	Gesamte jährlich installierte Nennwärmeleistung in kW _{th}												
Pelletsessel	175.284	227.141	267.054	229.956	136.679	104.704	85.693	106.469	112.332	136.613	162.115	255.395	448.446
Stückholzkessel	168.156	164.780	198.480	156.427	99.473	91.582	84.798	73.919	67.197	54.463	60.730	71.472	86.921
Stückholz/Pellets-Kombikessel	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	17.948	14.710	19.613	18.501	19.952	29.550	38.589	64.965
Hackgutkessel Bis 100 kW	171.579	174.630	166.487	141.638	110.291	93.132	80.398	90.998	74.162	69.878	75.357	103.164	98.981
Summen	515.019	566.551	632.021	528.021	346.443	307.366	265.599	290.999	272.192	280.906	327.752	468.620	699.313

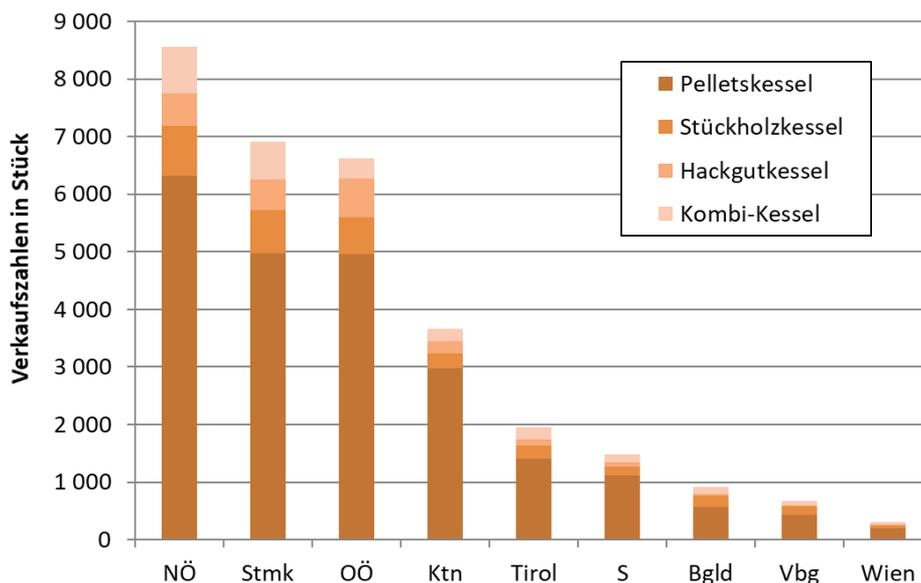


Abbildung 44 – Verkaufte Biomassekessel im Leistungsbereich bis 100 kW_{th} im Jahr 2022 aufgeteilt nach Bundesländern. Quelle: LK NÖ (2023)

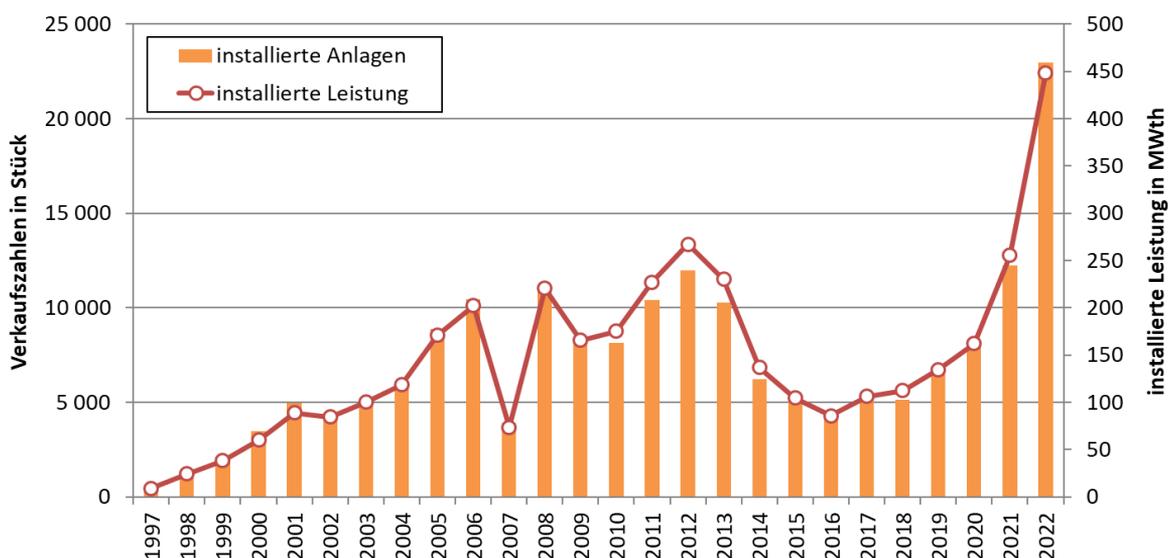


Abbildung 45 – Jährlich installierte Pelletsboiler < 100 kW_{th} in Stück und installierter Leistung in MW_{th} von 1997 bis 2022. Quelle: LK NÖ (2023)

Der Altbestand an Biomassekesseln wurde 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 2022 wurden 86.890 Hackgutfeuerungen bis 100 kW_{th} mit einer Gesamtleistung von über 3.992 MW_{th} erfasst. Die seit 2001 erfassten typengeprüften Stückholzboiler ergeben bis 2022 eine Zahl von 103.234 Stück mit einer Gesamtleistung von 2.873 MW_{th}. Pelletsboiler wurden von 1997 bis 2022 mit 187.469 Stück und rund 3.818 MW_{th} Gesamtleistung erhoben.

Seit 2015 wurden insgesamt 9.089 Stück Stückholz-Pellets Kombikessel mit einer Gesamtleistung von rund 223,8 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 Pelletskessel 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 2022 abbilden, siehe **Abbildung 46**.

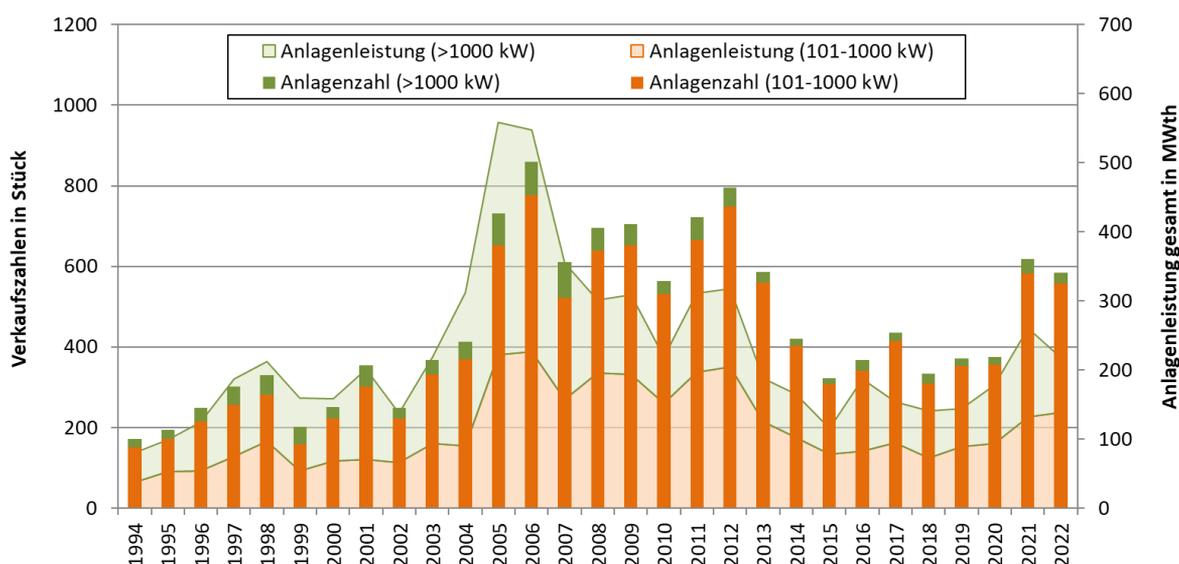


Abbildung 46 – Jährlich in Österreich verkaufte Biomassekessel großer Leistung von 1994 bis 2022. Quelle: LK NÖ (2023)

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 Pelletskesseln 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. Im Jahr 2022 geht die Verkaufszahl um 4,2 % zurück, auf 558 Stück mit einer Leistung von 139 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 Jahr waren es wieder nur mehr 27 Anlage mit einer Leistung von 79 MW.

Im Zeitraum von 1980 bis 2022 wurden auf dem österreichischen Inlandsmarkt insgesamt 13.906 Biomassefeuerungen mittlerer Leistung (101 bis 1000 kW_{th}) mit einer Gesamtleistung von 3.844 MW_{th} abgesetzt. Im gleichen Zeitraum wurden 1.345 Großanlagen über 1 MW Nennwärmeleistung mit einer Gesamtleistung von 3.703 MW_{th} verkauft. Insgesamt konnten im Zeitraum von 1980 bis 2022 in Österreich somit 15.251 Anlagen über 100 kW Nennwärmeleistung mit einer Gesamtleistung von 7.547 MW_{th} installiert werden. Die Stückzahlen und Leistungen der Anlagen sind in **Tabelle 18** dokumentiert.

Die Stückzahlen aufgeteilt nach den Bundesländern sind in **Abbildung 47** dargestellt. Die meisten Biomassekessel mittlerer und großer Leistung wurden 2022 in Oberösterreich (137 Stück im mittleren Leistungsbereich bzw. 4 Stück über 1 MW) und in Niederösterreich installiert (127 Stück im mittleren Leistungsbereich bzw. 2 Stück über 1 MW) installiert, gefolgt von der Steiermark mit 113 Stück bzw. 3 Stück).

Tabelle 18 – Jährlich installierte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung

Quelle: LK NÖ (2023)

Leistung	Anzahl der jährlich in Österreich installierten Biomassekessel mittlerer und großer Leistung in Stück												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	1980 – 2022
101 bis 1000 kW	665	749	559	403	308	341	415	310	353	356	582	558	13.906
über 1000 kW	56	47	27	18	15	27	21	23	19	19	36	27	1.345
Summen	721	796	586	421	323	368	436	333	372	375	618	585	15.251
	Gesamte installierte Nennwärmeleistung in kW												
101 bis 1000 kW	196.578	203.985	125.544	102.810	77.795	82.729	95.290	73.075	89.356	93.480	131.954	139.318	3.844.054
über 1000 kW	114.300	114.300	61.985	61.950	37.090	103.850	78.640	67.150	55.050	84.600	129.350	79.100	3.702.539
Summen	310.878	318.285	187.529	164.760	114.885	186.579	173.930	140.225	144.406	178.080	261.304	218.418	7.546.593

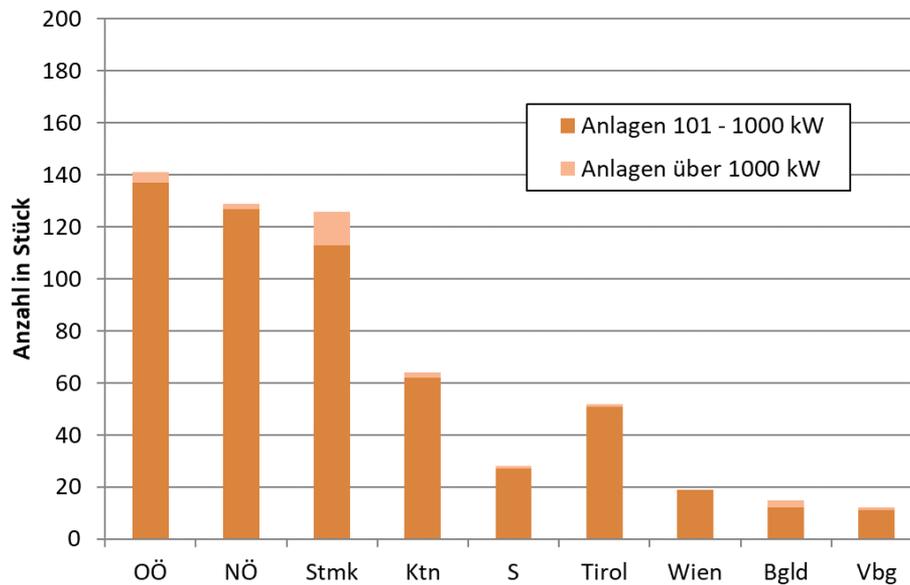


Abbildung 47 – Verkaufte Biomassekessel mittlerer und großer Leistung 2022 in Stück, aufgeteilt nach Bundesländern. Quelle: LK NÖ (2023)

6.1.2 Erfasste Produzenten von Biomassekesseln, -öfen und -herden

Folgende Firmen haben die NÖ Landwirtschaftskammer bei der Erhebung der Daten für den Kesselmarkt unterstützt, siehe LK NÖ (2023), 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
- HARGASSNER GmbH
- HDG Bavaria GmbH
- HERZ-Energietechnik GmbH
- Hoval GmbH
- HZA GmbH
- Kohlbach Energieanlagen GmbH
- KWB Energiesysteme GmbH
- Lohberger 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
- Rika Innovative Ofentechnik GmbH

- Santer Solarprofi GesmbH
- Schmid Energy Solutions GmbH
- SL Technik GmbH
- Solarbayer GmbH
- Solarfocus GmbH
- Strebelwerk 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 mit 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 – 2022 zeichnet mit 0,7 PJ einen historischen Tiefstand, siehe **Abbildung 48**.

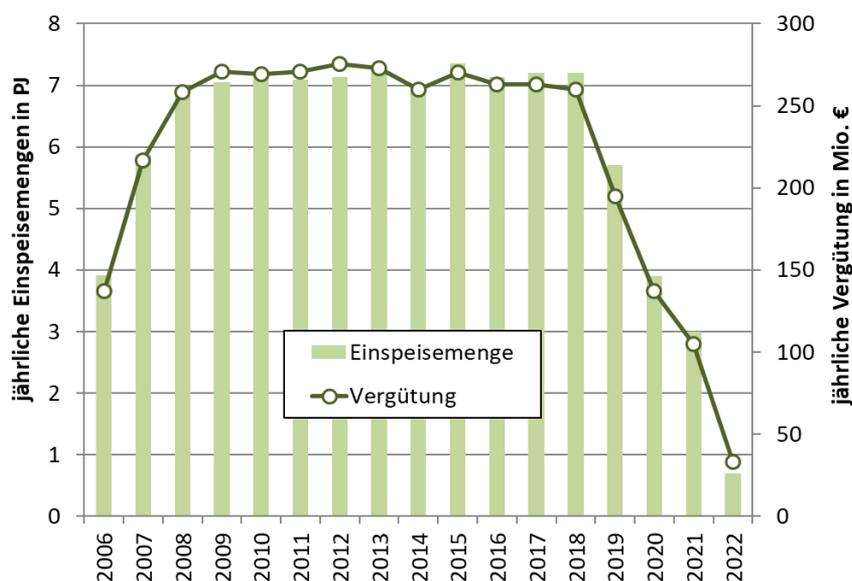


Abbildung 48 – Einspeisemengen und Vergütung für Strom aus fester Biomasse
Nettovergütung. Datenquelle: OeMAG (2023a)

Ein Grund für den ausbleibenden Ausbau bzw. Rückgang waren auch die Einspeisetarife, die seit 2012 (13,9 Cent/kWh_{el}) auf niedrigem Niveau waren (2022: 17,95 Cent/kWh_{el}; OeMAG (2023a)). Die EAG-Marktprämienverordnung 2022 ist die aktuelle Grundlage für die Vergütung und sollte eine Trendwende bringen. Auf ihrer Basis wurden bereits wieder Anlagen in Betrieb genommen.

In **Abbildung 49** ist die Bestandsentwicklung aktiver Ökostromanlagen mit Brennstoff fester Biomasse und installierter Leistung in MW_{el} von 2008 bis 2022 dargestellt. 2022 hatten 80 KWK Anlagen einen aktiven Vertrag mit der Oemag und produzierten mit einer Gesamtleistung von 59 MW_{el} – dies entspricht einem historischen Tiefstand, vgl. auch **Tabelle 19**. Der Hauptgrund dafür war, dass für viele Anlagen der Tarif nach Ökostromgesetz ausgelaufen ist. Diese Situation und der dramatische Rückgang von mehr als 6 PJ bei der Einspeisemenge innerhalb der letzten 5 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 19 – Kennzahlen von Biomasse Kraft-Wärme-Kopplungen von 2014 bis 2022
durchschnittliche Anzahl, registrierte MW_{el}, Einspeisemenge in PJ und Vergütung (netto)
in Mio. Euro von Strom aus fester Biomasse. Quelle: OeMAG (2023b)

Biomasse KWK	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Anzahl	129	131	127	132	140	146	133	129	80
Nennleistung in MW _{el}	318,6	320,9	310	310	310	279	197	165	59
Einspeise-menge in PJ	6,99	7,36	7,13	7,20	7,20	5,7	3,9	3	0,7
Vergütung netto in Mio. €	259,7	270,4	263	263	260	195	137	105	33

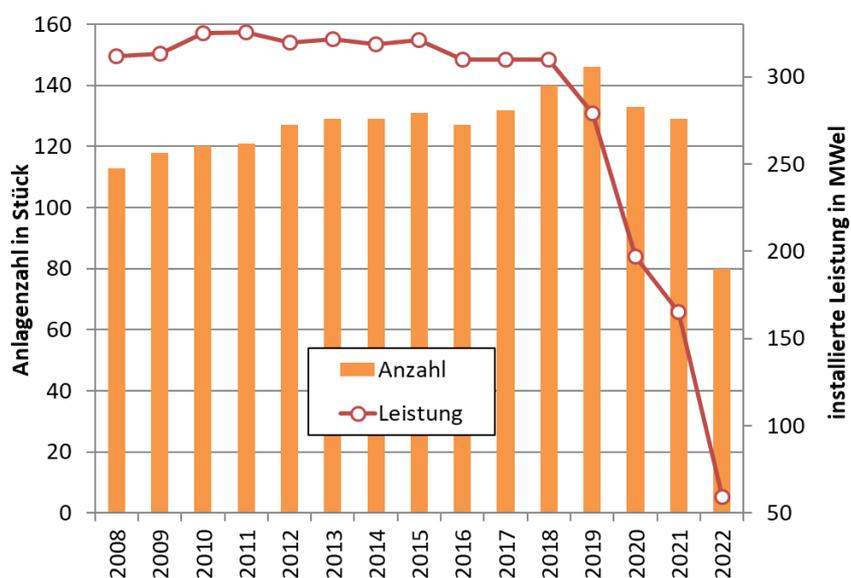


Abbildung 49 – Bestandsentwicklung Ökostromanlagen mit Brennstoff feste Biomasse
installierte Leistung aktiver Anlagen in MW_{el}. Datenquelle: OeMAG (2023b)

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 2022 abgeschätzt. Die Ergebnisse der Erhebung sind in **Abbildung 50** dargestellt.

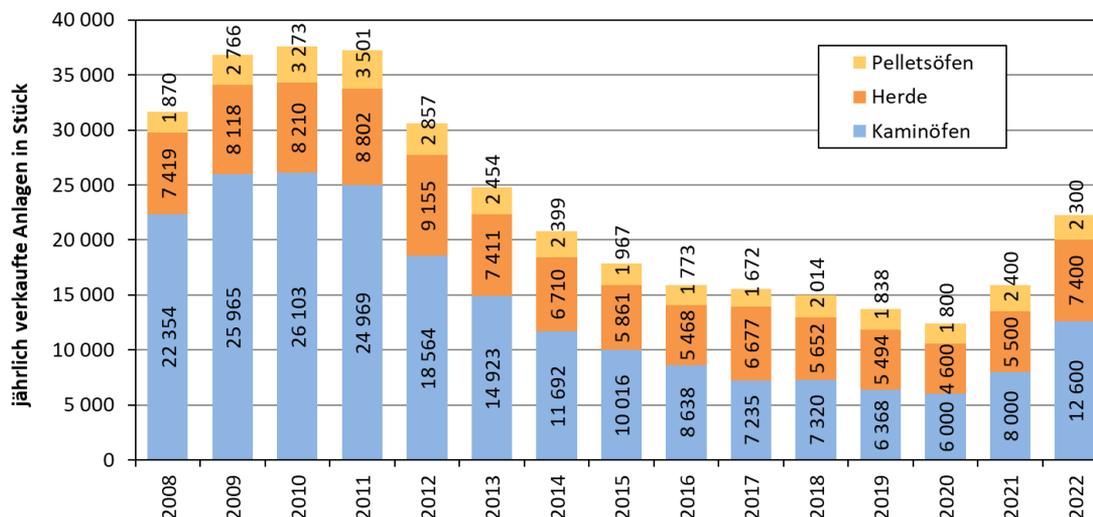


Abbildung 50 – In Österreich verkaufte Biomasseöfen und -herde von 2008 bis 2022
Quelle: BEST (2023)

Im Jahr 2022 wurden in Österreich mindestens 12.600 mit Stückgut befeuerte Kaminöfen abgesetzt, wobei, im Vergleich zu 2021 ein deutlicher Anstieg der verkauften Stückzahl zu beobachten war. Die Gründe für die abnehmenden Verkaufszahlen bis 2020 waren 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. In den letzten zwei Jahren nahmen die Verkaufszahlen wieder zu, dabei dominiert der Wunsch nach einem „Back-up“ System die Kaufsentscheidung.

Bei den mit Holz befeuerten Herden konnte ebenfalls ein Anstieg der Verkaufszahlen beobachtet werden. Im Jahr 2022 wurden zumindest 7.400 Stück verkauft. Zudem wurden 2022 in Österreich zumindest 2.300 Pelletsöfen 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 2022 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 Pelletsöfen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen und hat 2021 180.000 Stück erreicht – damit ist Frankreich eines jener europäischen Länder mit den stärksten Zuwächsen. Der Verkauf von Kesseln verdoppelte sich zwischen 2020 und 2021 von 16.000 auf 32.000. Auch hier waren Förderungen für den Austausch alter Ölkessel ausschlaggebend, siehe Bioenergy Europe (2022a).

6.2.1 Italienischer und deutscher Kesselmarkt

In **Abbildung 51** sind die Stückzahlen der jährlich installierten Pelletskessel <50 kW_{th} von 2005 bis 2022 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. Seit 2019 hält ein deutlicher Aufwärtstrend an. 2022 wurde mit 22.968 verkauften Stück ein historisches Maximum erreicht. Nach stagnierenden Jahren in Deutschland zeigt sich 2020 ein starker Aufwärtstrend, der 2022 auch hier mit > 65.000 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.

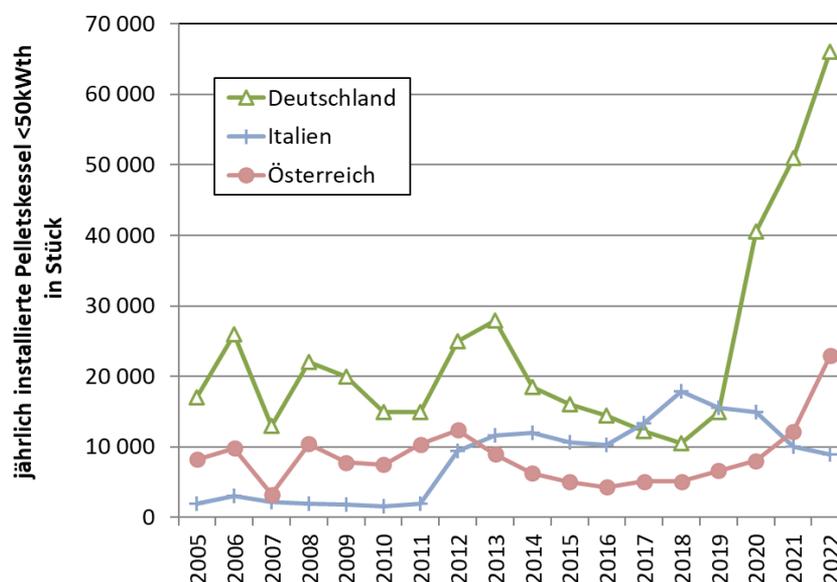


Abbildung 51 – Pelletskessel < 50 kW in Deutschland, Italien und Österreich jährliche Neuinstallationen. Quellen: DEPI (2023), AIEL (2023), LK NÖ (2023a)

Die Bestandszahlen für Pelletskessel und -öfen in Deutschland zeigen nach wie vor einen steigenden Trend, siehe **Abbildung 52**. 2022 waren 275.000 Pellets-Kaminöfen, 393.000 Pelletskessel <50 kW und 12.000 Pelletskessel >50 kW installiert. Eine Prognose für 2023 lässt weiter steigende Bestandszahlen erwarten, siehe DEPI (2023a).

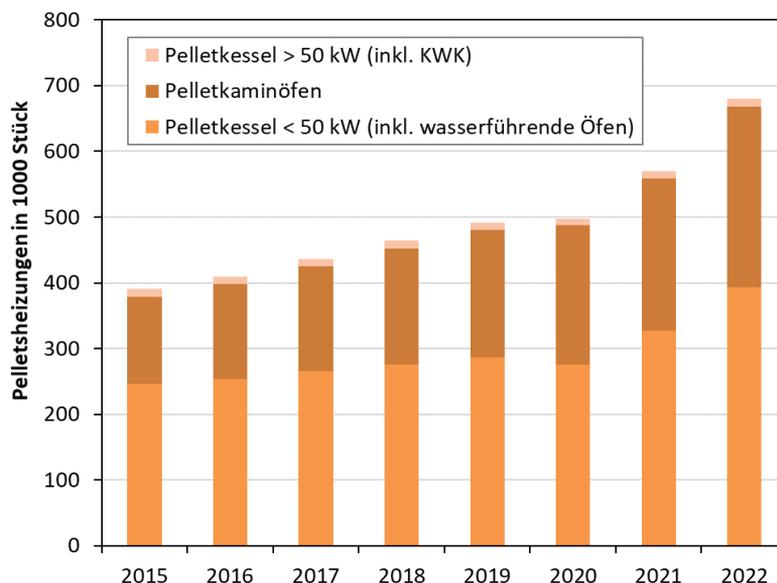


Abbildung 52 – Gesamtbestand an Pelletsheizungen (-kesseln) in Deutschland
Quelle: DEPI (2023a)

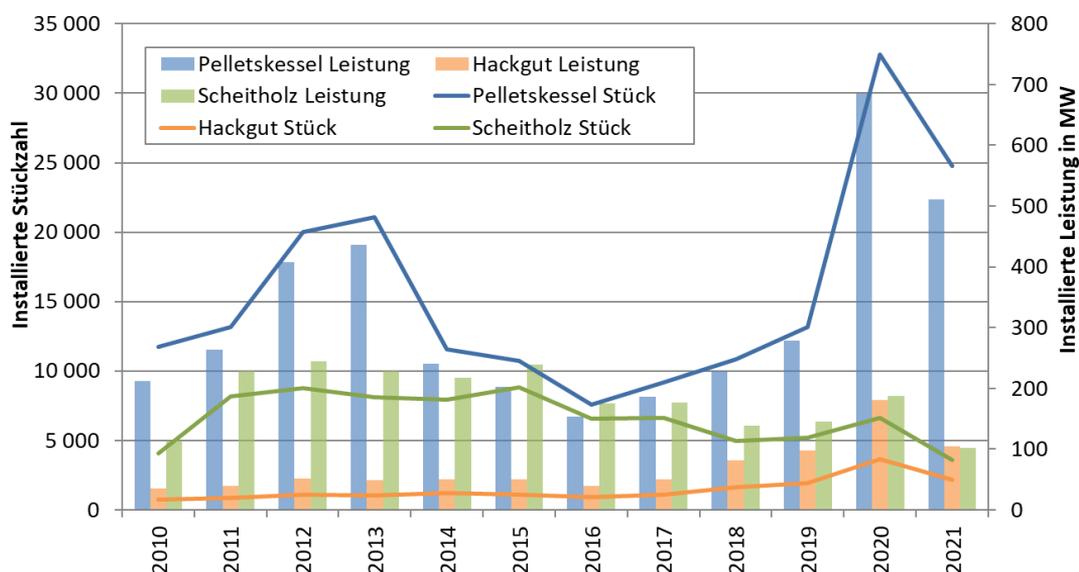


Abbildung 53 – Jährlich geförderte Biomassekessel bis 100 kW_{th} in Deutschland nach Stückzahl und Leistung von 2010 bis 2020. Datenquelle: eclareon (2023)

Die jährlich installierten Stückzahlen und die jährlich installierte Leistung von **staatlich geförderten** Biomassekesseln in Deutschland sind in **Abbildung 53** 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 und 2022 gibt es zum Zeitpunkt der Erhebung noch keine vollständigen Daten zu den staatlich geförderten Biomassekesseln.

Insgesamt steigen die Verkaufszahlen in Deutschland jedenfalls – siehe auch **Abbildung 51**. Mit ca. 110.000 neuen Pelletsfeuerungen konnte der Absatz gegenüber dem Vorjahr noch einmal um 57 % gesteigert werden. Damit waren in Deutschland Ende 2022 rund 680.000 Pelletsfeuerungen in Betrieb, siehe DEPI (2023a).

6.2.2 Italienischer und deutscher Ofenmarkt

In **Abbildung 54** sind die jährlich installierten Pelletsöfen in den Ländern Deutschland und Italien von 2010 bis 2022 dargestellt. Die meisten Pelletsöfen werden in Italien abgesetzt – 2022 waren es 140.000 (minus 7 %). 2022 wurden in Deutschland 43.000 Pelletsöfen neu installiert, was einem Zuwachs von über 100 % entspricht.

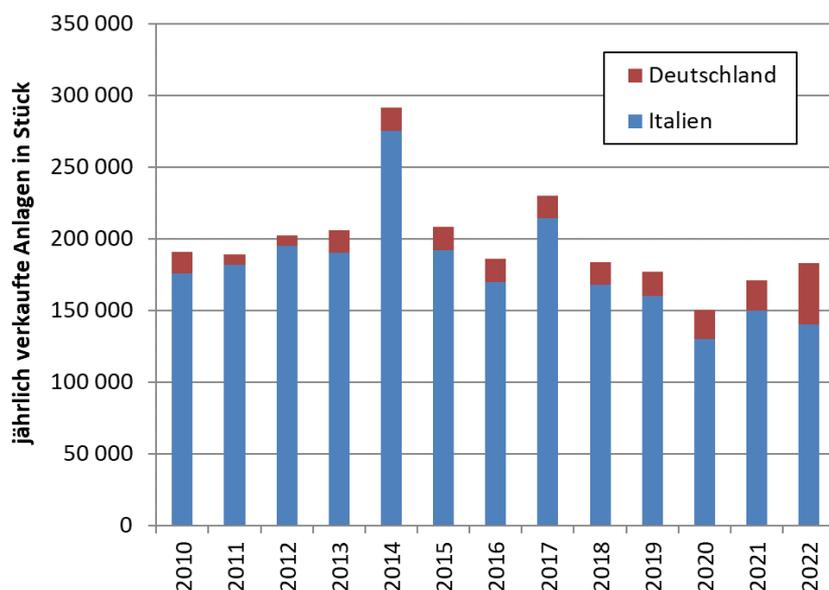


Abbildung 54 – Verkaufte Pelletsöfen in Deutschland und Italien von 2010 bis 2022
 Datenquelle: DEPI (2023a), AIEL (2023)

Der italienische Markt für Pelletsöfen (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 Pelletsofenmarkt – unterbrochen durch einen Aufwärtstrend 2017 – wieder rückläufig. 2022 sind die Verkaufszahlen nach einem Anstieg 2021 wieder leicht rückläufig. 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 (0,45 Mio. t im Jahr 2022), siehe **Abbildung 55**.

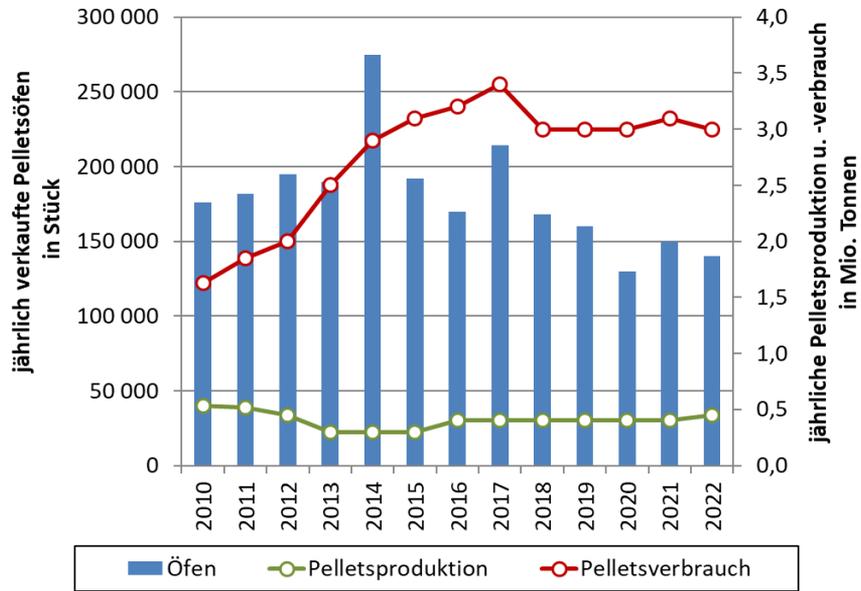


Abbildung 55 – Pelletsöfen, Pelletsverbrauch und -produktion in Italien 2010 bis 2022
 Datenquelle: AIEL (2023)

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 2022 eine positive Entwicklung beim Export. 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** zwischen 50 % und 70 %, für **Pelletsöfen** bei ca. 95 %. Die genannten Exportländer sind Deutschland, Frankreich, Belgien und die Italien. Importiert wird aus Deutschland, Ungarn, Tschechien, Rumänien, Portugal und China.

Die Abschätzung der Produktion in Zahlen ist in **Tabelle 20** dokumentiert.

Tabelle 20 – Produktion von Biomassefeuerungen in Stück in Österreich 2020 bis 2022
Quelle: BEST (2023)

Biomasse Feuerung	Produktion 2020	Produktion 2021	Produktion 2022	Angenommene Exportquote 2022 in %
Pelletskessel	54.213	82.293	153.120	85
Stückholzkessel bis 30 kW	9.700	11.035	13.490	80
Stückholzkessel über 30 kW	1.875	2.250	2.830	80
Stückholz-Pellets Kombikessel	6.075	7.655	11.225	80
Hackgutkessel bis 100 kW	8.705	11.160	12.915	80
Kaminöfen	14.863	28.571	45.000	71
Herde	11.488	13.750	18.500	50
Pelletsöfen	18.000	36.923	35.385	95,5

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 u.a. im Rahmen der Herstellerbefragung erhoben. Für Stückgut befeuerte Kaminöfen konnte für das Jahr 2022 ein durchschnittlicher Verkaufspreis (exkl. MWSt.) von 700 € ermittelt werden. Der Verkaufspreis von Herden lag bei durchschnittlich 850 €, Pelletsöfen wurden für rund 2.800 € verkauft.

Die Preise für Kessel kleinerer Leistung sind im Vergleich zum Vorjahr stabil geblieben. Entsprechend der Erhebung bei österreichischen Kesselherstellern lag der durchschnittliche Verkaufspreis für Pelletskessel bei 13.000 €. Der Verkaufspreis für Stückgutkessel lag 2022 bei 8.300 € und für Hackgutkessel kleiner Leistung bei 20.000 €. 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 21** zusammengestellt und werden im Weiteren zur Kalkulation der Gesamtumsätze herangezogen.

Aus der Erhebung bei österreichischen Ofen- und Herdproduzenten wurden die verkauften Stückzahlen (siehe **Tabelle 17** und **Tabelle 18**, **Abbildung 50**) ermittelt und mit den durchschnittlichen Verkaufspreisen entsprechend **Tabelle 21** konnten zusammen mit durchschnittlichen Exportquoten (ca. 80 % für Kaminöfen und Herde, ca. 96 % 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 2.660 Mio. € (Herstellung inkl. Export, Handel, Zubehör, Lieferung, Anschluss). Davon entfallen auf die Biomasseöfen und –herde 160 Mio. € und auf die Biomassekessel 2.500 Mio. €.

Tabelle 21 – Durchschnittliche Marktpreise für verschiedene Biomassefeuerungen unterschiedlicher Leistungsklassen, exklusive MWSt.

Quelle: BEST (2023)

Art der Biomassefeuerung	Durchschnittlicher Verkaufspreis in € ohne MWSt.
Öfen und Herde	
Kaminöfen	700
Herde	850
Pelletsöfen	2.800
Kessel	
Pellets bis 25 kW	12.000
Pellets über 25 kW	14.000
Stückholz bis 30 kW	8.300
Stückholz über 30 kW	12.000
Pellets-Stückholz Kombi bis 40 kW	17.500
Hackgut bis 100 kW	20.000
Hackgut 101 bis 250 kW	38.000
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 2022 sind in **Tabelle 22** dargestellt. Aus der Erhebung bei österreichischen Ofen- und Herdproduzenten wurden die verkauften Stückzahlen im In- und Ausland, erhoben und die Umsätze und Arbeitsplätze ermittelt (siehe **Kapitel 6.6**). Zusammen mit dem branchenüblichen Handelsfaktor wurde der im Endpreis enthaltene Handelsumsatz herangezogen, um mit einem empirisch relevanten Faktor für den Beschäftigtenanteil mit 186.759 € Umsatz je Vollzeitäquivalent die jeweiligen Arbeitsplätze im Handel und der Installation von Biomasseöfen und –herden zu ermitteln, siehe hierzu auch **Kapitel 3.4**. Hieraus ergibt sich die Gesamtzahl von 577 Arbeitsplätzen, die direkt durch die Produktion und Handel von Öfen und Herden in Österreich bestehen und ein Gesamtumsatz von rund 160 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 2.100 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 5.140 abgeschätzt werden. Mit der branchenspezifischen Beschäftigungsintensität von 282.823 € Umsatz je Vollzeitäquivalent für Maschinenbau und dem relevanten Handelsfaktor für Maschinen- und Technologiehandel von 531.983 €/VZÄ kann ein Gesamtumsatz der Biomassekesselbranche von rund 2.500 Mio. € und 8.789 Arbeitsplätzen ermittelt werden.

Für Biomasseöfen, -herde und -kessel ergibt sich somit ein Gesamtumsatz von 2.660 Mio. € und eine primäre Beschäftigung im Ausmaß von 9.366 Arbeitsplätzen.

Tabelle 22 – Umsatz und Arbeitsplätze aus Biomasseöfen, -herde und -kessel 2022

Quelle: BEST (2023)

	Gesamtumsatz (Herstellung inkl. Export, Handel, Zubehör, Lieferung, Anschluss)	Arbeitsplätze (primär) in Österreich (Vollzeitäquivalente)
Biomasseöfen und -herde	160 Mio. €	577
Biomassekessel	2.500 Mio. €	8.789
Insgesamt	2.660 Mio. €	9.366

Bei den befragten Herstellern von Öfen und Herden wurde 38 % weibliches und 62 % 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 Prüfmethoden 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 Prüfmethoden in den nächsten Jahren führen wird.

6.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

In **Tabelle 23** 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.

Tabelle 23 – Roadmaps für Biomassetechnologien

Quelle: Recherche BEST (2023)

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 ihre beabsichtigte Wirkung, und die bereitgestellten Fördermittel werden stark nachgefragt. Für 2023/24 ist die Fortsetzung der Initiative mit weiteren Fördermitteln beschlossen. Aufgrund der hohen Pelletspreise im Jahr 2022, dem Einschreiten der Bundeswettbewerbsbehörde und dem damit einhergehenden Imageschaden der Branche ist damit zu rechnen, dass die Verkaufszahlen für Biomassekessel in naher Zukunft wieder zurück gehen werden. In den nächsten Jahren steht der Austausch der ersten Generation von Pellets Kesseln, die in Österreich vor über 20 Jahren installiert wurden an – der Großteil dieser wird wahrscheinlich durch Pellets Kessel ersetzt, falls es gelingt, das Image der Branche wieder zu verbessern.

Auch Deutschland, das ja seit vielen Jahren der wichtigste Markt für viele Hersteller ist, gibt es nach wie vor eine Förderoffensive für den Austausch von fossilen Heizungen. Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) kombiniert eine ganze Reihe von Fördermöglichkeiten für Maßnahmen im Gebäudesektor. Beispielsweise sind in der BEG auch für den Heizungsaustausch als Einzelmaßnahme sehr attraktive Fördersätze enthalten. Die im Jänner in Kraft getretenen Förderrichtlinien⁵ stellen für den deutschen Markt jedoch eine zusätzliche Hürde dar. Es wird erwartet, dass die Verkaufszahlen stagnieren bzw. rückläufig sein werden.

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. Der positive Trend steigender Verkaufszahlen bei Scheitholzkombikesseln hält vermutlich an.

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.

In den nächsten Jahren werden im Vordergrund der „Raus aus dem Öl und 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. Mittelfristig wird das Thema der Prozesswärme bzw. industriellen Nutzung der festen Biobrennstoffe an Bedeutung gewinnen.

In den kommenden Jahren wird der Biomassekesselmarkt stark von der Regeneration des Images der Branche, der laufenden Überarbeitung der Renewable Energy Directive (RED III),

⁵ Neue [Bundesförderrichtlinien](#) in Deutschland für Biomasseheizungen: z. B. nur in Kombination mit Solarthermie oder Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung. Emissionsgrenze für Staub: 2,5 mg/m³.

sowie von den politischen Konsequenzen der nächsten Nationalratswahl 2024 abhängen. Inwieweit dann noch der Ersatz fossiler Energieträger gefördert wird, wird auch entscheidend für die Marktentwicklung sein.

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 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Österreich als walddreiches 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 Biofuels Barometer“⁶.

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).

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.

⁶ <https://www.eurobserv-er.org/solid-biomass-barometer-2022/>

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 (739,7 MW_{peak}). Dieser wurde im Jahr 2022 erneut deutlich übertroffen: Verglichen mit den Verkaufszahlen des Jahres 2021 ist die Gesamtleistung der 2022 in Österreich neu installierten PV Anlagen mit rund 1.009,1 MW_{peak} deutlich gestiegen (+36,43 %). Die Entwicklung der jährlich installierten Leistung von autarken und netzgekoppelten Anlagen ist in **Abbildung 56** und in **Tabelle 24** dargestellt.

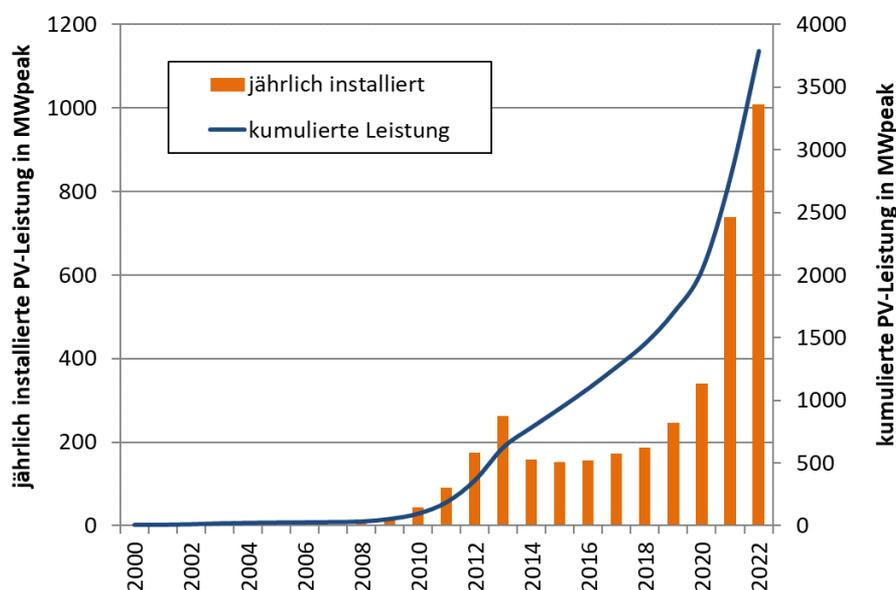


Abbildung 56 – Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung der Jahre 2000 bis 2022
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Technikum Wien (2023)

Die gesamte in Österreich im Jahr 2022 neu installierte Photovoltaikleistung setzt sich dabei aus ca. 1.008,6 MW_{peak} netzgekoppelten und ca. 0,5 MW_{peak} autarken Photovoltaikanlagen zusammen. Damit konnten bei den netzgekoppelten PV-Anlagen deutliche Zuwächse erzielt werden. In Summe wurden im Jahr 2022 ca. 72.900 PV-Anlagen installiert.

Tabelle 24 – Jährlich in Österreich installierte PV-Leistung von 1992 bis 2022

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Technikum Wien (2023)

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
2022	1.008.602	500 **	1.009.102
Veränderung 21/22	+36,45 %	+0,00 %	+36,43 %

* 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) PV-Planer und - Errichter

** Expertenschätzung sowie Hochrechnung über Erhebung von n = 26 (2019), n = 29 (2020), n = 23 (2021), n = 15 (2022) PV Planer und Errichter

Bezüglich des Ausbaus von autarken Anlagen konnte kein nennenswerter Zuwachs beobachtet werden. Hier handelt es sich um immer vielfältigere Anwendungen für autarke PV-Klein- und Kleinstanlagen, wie z. B. 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 2021 sowie der im Jahr 2022 neu installierten PV-Leistung abzüglich der im Jahr 2022 außer Betrieb genommenen Anlagen. Da eine Marktdiffusion von Photovoltaikanlagen in Österreich erst zu Beginn der 1990er stattfand und Anlagen mit einer relevanten Gesamtleistung erst ab dem Jahr 2000 dokumentiert wurden, kann davon ausgegangen werden, dass bis 2022 kein nennenswerter Anteil der Anlagen aufgrund des Erreichens der maximalen Lebensdauer außer Betrieb genommen wurde, da die maximale bis 2022 erreichte Lebensdauer unter der zu erwartenden Lebensdauer von 25 bis 30 Jahren liegt. Diese Annahme hat sich im Zuge der Datenerhebung bestätigt, da von den befragten Anlagenplanern und -errichtern auch 2022 keine PV-Anlagen in relevantem Ausmaß ausgetauscht bzw. außer Betrieb genommen wurden. **Abbildung 57** und **Tabelle 25** illustrieren bzw. dokumentieren die kumulierte, in Österreich installierte Photovoltaikleistung von 1992 bis 2022.

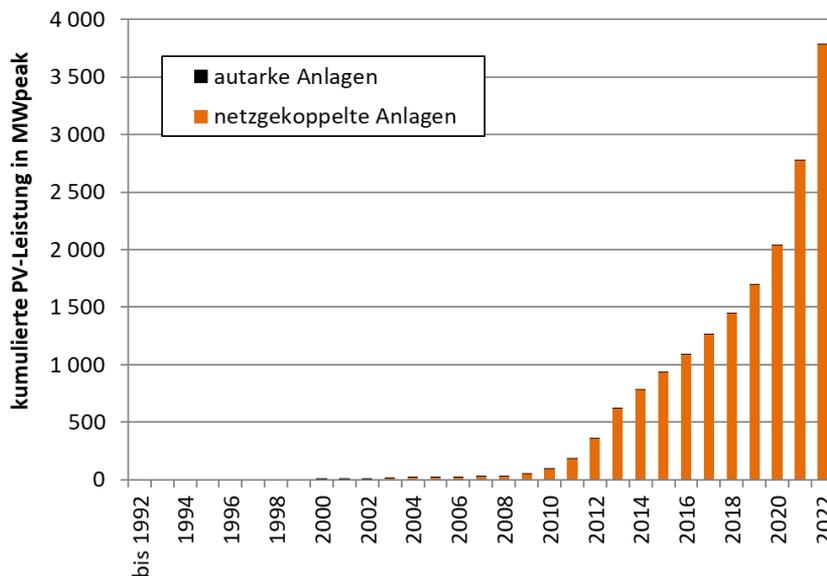


Abbildung 57 – Kumulierte installierte PV-Leistung in MW_{peak} von 1992 bis 2022
Quellen: bis 2006: Faninger (2007); ab 2007: Technikum Wien (2023)

Tabelle 25 – Kumulierte installierte PV-Leistung von 1992 bis 2022
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007); ab 2007: Technikum Wien (2023)

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
2022	3.782.508	9.197 **	3.791.704
Veränderung 19/22	30,69 %	6,11 %	30,60 %
Veränderung 21/22	36,36 %	5,75 %	36,26 %
mittlere jährliche Veränderung 2012/2022	26,58 %	6,89 %	26,45 %
* 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) PV Planer und Errichter			
** Expertenschätzung sowie Hochrechnung über Erhebung von n = 26 (2019), n = 29 (2020), n = 23 (2021), n = 15 (2022) PV Planer und Errichter			

Im Jahr 2022 ergibt sich ein Anstieg der kumulierten Leistung der netzgekoppelten Anlagen um 36,36 % von 2.773,9 MW_{peak} Ende 2021 auf 3.782,5 MW_{peak}. Die kumulierte Leistung der autarken Anlagen stieg ebenfalls um 5,75 % von rund 8,7 MW_{peak} auf 9,2 MW_{peak}. Insgesamt konnte im Jahr 2022 somit ein Zuwachs der Leistung von 2.782,6 MW_{peak} auf 3.791,7 MW_{peak} an in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen verzeichnet werden. Das entspricht einem Anstieg von rund 36,26 %.

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 2022b) waren Ende 2021 netzgekoppelte PV-Anlagen mit einer kumulierten Leistung von 2.635 MW_{peak} in Österreich installiert. Im Vergleich dazu wurden im Zuge der Erhebungen für die Marktstatistik 2021 netzgekoppelte PV-Anlagen mit einer Engpassleistung von 2.773,9 MW_{peak} (+5,27 %) erfasst (siehe **Tabelle 26**). Gründe für diese Abweichung sind in erster Linie die gerade in den Anfangsjahren mangelhafte Datenqualität und -verfügbarkeit sowie der nicht exakt übereinstimmende Erfassungszeitraum der beiden Datenerhebungen.

Tabelle 26 – Vergleich der installierten PV Leistung in Österreich
Quellen: Technikum Wien (2023), E-Control (2023b)

	2019	2020	2021
E-Control Bestandsstatistik	1.619.085 kW _{peak}	1.976.141 kW _{peak}	2.635.161 kW _{peak}
Marktstatistik	1.694.396 kW _{peak}	2.034.737 kW _{peak}	2.773.905 kW _{peak}
Abweichung	75.311 kW _{peak}	58.596 kW _{peak}	138.744 kW _{peak}

7.1.3 Installierte Solarzellentypen

In **Abbildung 58** werden die ermittelten Anteile der unterschiedlichen installierten Solarzellentypen der vergangenen dreizehn Jahre dargestellt. 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. Nachdem monokristalline Zellen bereits im Vorjahr einen Anteil von ca. 98 % an der gesamten in Österreich im Jahr 2021 neu installierten Leistung erreichen konnten, stieg der Anteil monokristalliner Zellen im Jahr 2022 erneut. Das bedeutet, dass im Jahr 2022 fast ausschließlich monokristalline Zellen installiert wurden. Polykristalline Zellen und Dünnschichtzellen spielen somit keine Rolle mehr am österreichischen PV-Markt.

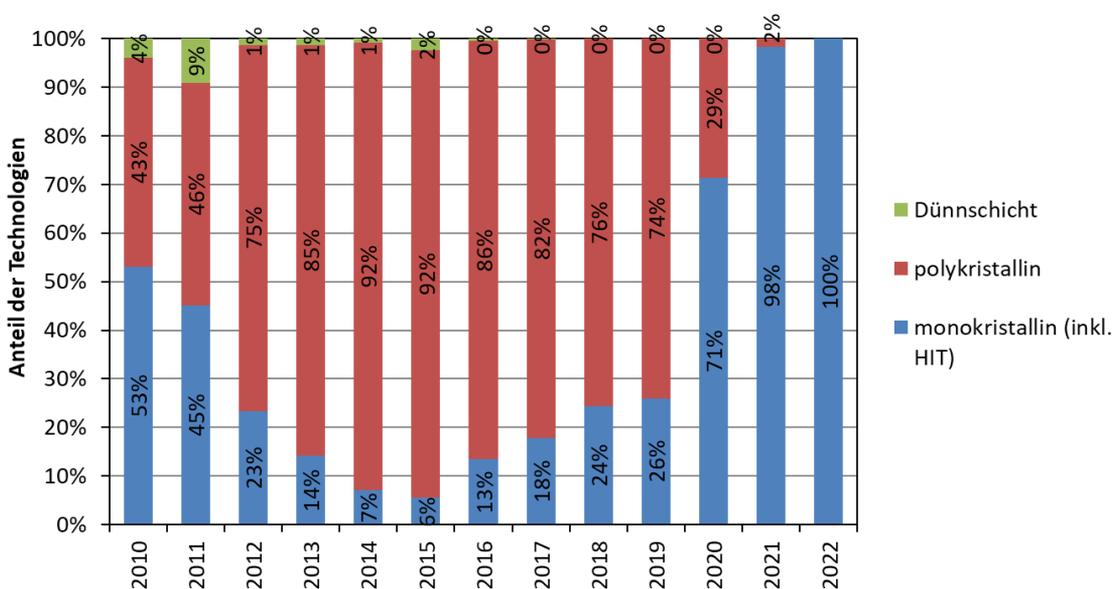
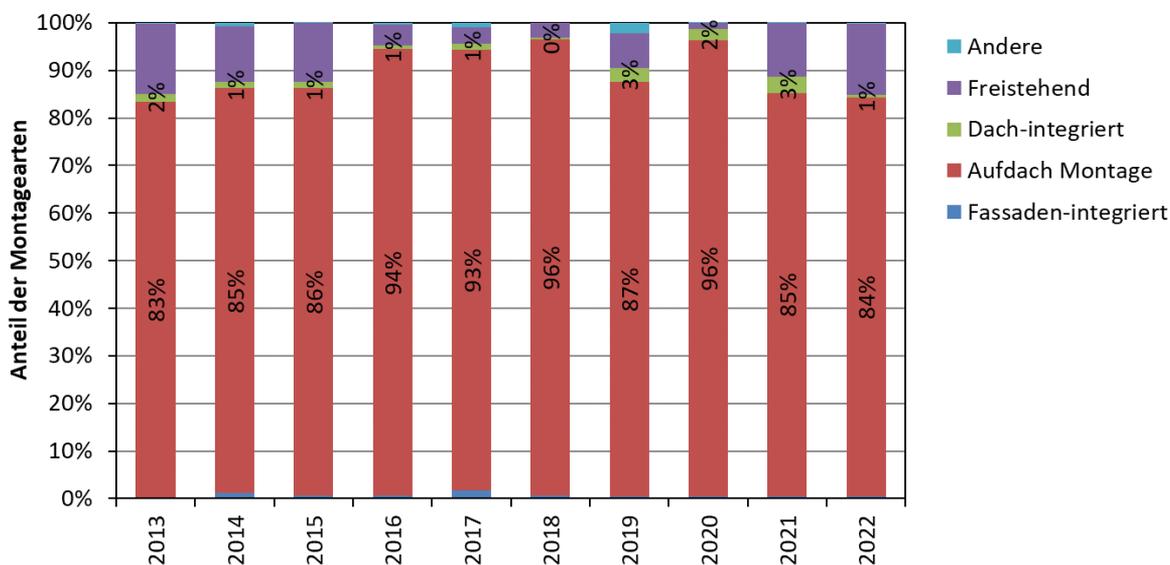


Abbildung 58 – Installierte Solarzellentypen in Österreich 2010 bis 2022

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, 2022: n=15 Quelle: Technikum Wien (2023)

7.1.4 Anlagen- und Montageart

In **Abbildung 59** sind die Anteile der unterschiedlichen Montagearten der im Jahr 2022 neu installierten PV Anlagen dargestellt. Diese Angaben wurden auf Basis der Rückmeldungen der befragten Anlagenerrichter und -planer erhoben.



**Abbildung 59 – Montageart der in Österreich installierten Photovoltaikanlagen
In den Jahren 2013 bis 2022**

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, 2022: n=15 Quelle: Technikum Wien (2023)

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 lag bei 84,8 %. Mit einem Anteil von 83,7 % blieb der Anteil der Aufdach-Montage auch im Jahr 2022 nahezu unverändert. Im Vergleich dazu stieg der Anteil der freistehenden PV-Anlagen an der gesamten neu installierten Leistung von 11,2 % im Jahr 2021 auf 14,9 % im Jahr 2022. Der Anteil der fassaden- (2021: 0,47 %, 2022: 0,53 %) und dachintegrierten Anlagen (2021: 3,4 %, 2022: 0,71 %) sank im Jahr 2022 in Summe. Fassaden- und dachintegrierte Anlagen spielen damit auch im Jahr 2022 nur eine untergeordnete Rolle.

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 2022 abgebildet. **Abbildung 60** zeigt die mittleren Verkaufspreise der österreichischen Modul-Produzenten, **Abbildung 61** 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 62**, **Abbildung 63** und **Abbildung 64**). Alle Preise sind in Euro pro kW_{peak} und exklusive Mehrwertsteuer (MwSt.) angegeben.

Modulverkaufs- (Produzent) und Einkaufspreise (Installateur)

Abbildung 60 zeigt die Entwicklung der Modulverkaufspreise österreichischer Hersteller sowie deren Bandbreite von 2011 bis 2022. Aufgrund der immer größer werdenden Bandbreite der produzierten Leistung als auch der Verkaufspreise der österreichischen PV Produzenten, 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 Euro/kW_{peak}. Im Vergleich dazu stieg der durchschnittliche Modul-Verkaufspreis im Jahr 2022 deutlich auf 439 Euro/kW_{peak} (+38,4 % im Vergleich zum Vorjahr) und lag damit in etwa auf dem Niveau von 2019.

Auch bei der Berechnung des Mittelwertes der Moduleinkaufspreise der österreichischen Anlagenerrichter und Planer wurde 2022 die jeweils installierte Leistung der Anlagenplaner und -errichter mitberücksichtigt. **Abbildung 61** 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. 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 Euro/kW_{peak}. Während der Moduleinkaufspreis im Jahr 2021 nahezu unverändert blieb (269,1 Euro/kW_{peak}) stieg dieser im Jahr 2022 auf 298 Euro/kW_{peak} (+10,7 % im Vergleich zum Vorjahr), was in etwa dem durchschnittlichen Moduleinkaufspreis 2019 entspricht. **Abbildung 61** zeigt jedoch auch, dass die Moduleinkaufspreise der österreichischen Anlagenplaner und -errichter stark variieren.

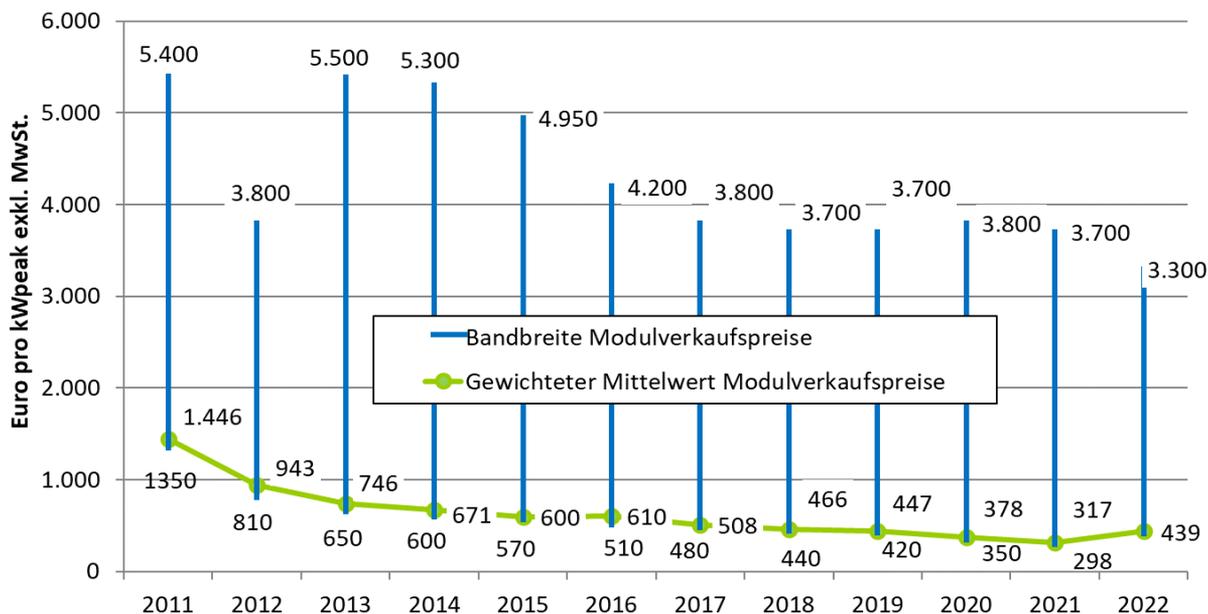


Abbildung 60 – Modulverkaufspreise österreichischer Modulhersteller 2011 bis 2022
Gewichteter Mittelwert und Bandbreite, Werte exkl. MWSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011: n=6, 2012: n=5, 2013: n=7, 2014: n=5, 2015: n=4, 2016: n=5, 2017: n=3, 2018: n=4 und
 2019: n=3, 2020: n=3, 2021: n=3, 2022: n=3. Quelle: Technikum Wien (2023)

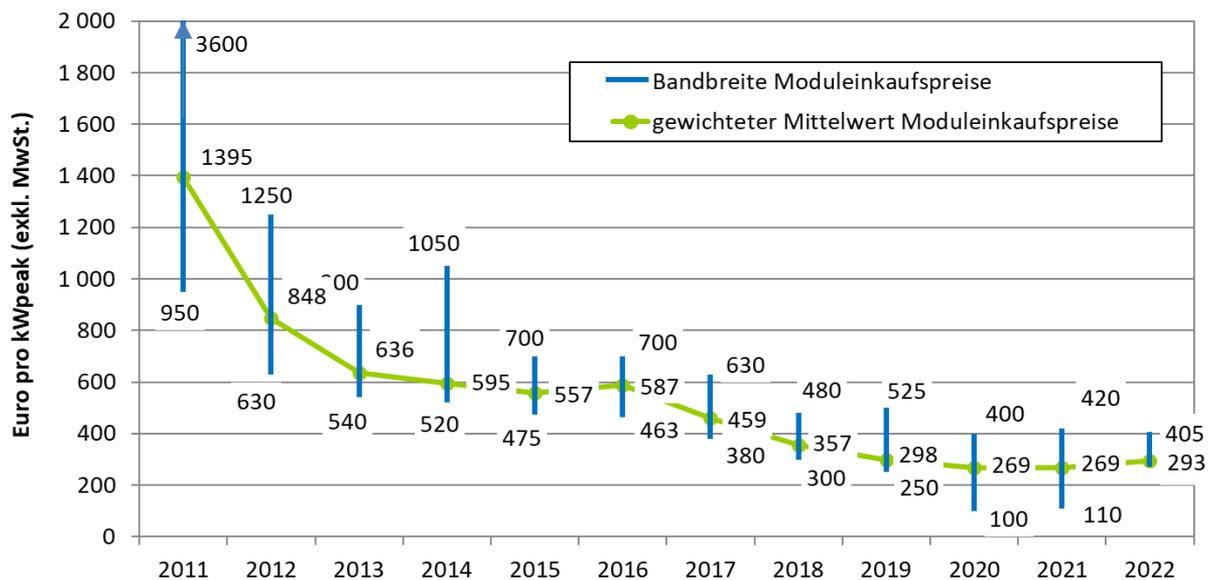


Abbildung 61 – Moduleinkaufspreise von Anlagenerrichtern und Planern 2011 bis 2022
Mittelwert und Bandbreite, Werte exkl. MWSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011: n=26, 2012: n=28, 2013: n=32, 2014: n=28, 2015: n=24, 2016: n=15,
 2017: n=21, 2018: n=20, 2019: n=18, 2020: n=25, 2021: n=18, 2022: n=15.
Quelle: Technikum Wien (2023)

Typische Systempreise für 5 kWpeak, 10 kWpeak und 30 bis 50 kWpeak Anlagen

Bei der Berechnung der durchschnittlichen Systempreise für 5 kW_{peak}, 10 kW_{peak} und 30 bis 50 kW_{peak} Anlagen wurde wie auch in den Vorjahren die installierte Leistung der PV-Anlagenplaner und -errichter miteinbezogen (gewichteter Mittelwert). Darüber hinaus

wurden heuer erstmal auch verfügbaren Daten aus ausgewählten Förderprogrammen bei der Berechnung berücksichtigt.

Für das Jahr 2022 wurde für schlüsselfertig installierte 5 kW_{peak} Anlagen ein Preis von rund 1.669 Euro/kW_{peak} erhoben. Das bedeutet einen Anstieg des mittleren Anlagenpreises einer 5 kW_{peak} Anlage um rund 8,17 % im Vergleich zu 2021 (2021: 1.543 Euro/kW_{peak}). Auch der Durchschnittspreis für Anlagen mit einer Leistung von 10 kW_{peak} ist im Vergleich zu 2021 mit 1.448 Euro/kW_{peak} deutlich angestiegen (2021: 1.297 Euro/kW_{peak}). Die durchschnittlichen Systempreise für PV-Anlagen mit einer Leistung von 5 kW_{peak} bzw. 10 kW_{peak} sind damit in etwa so hoch, wie zuletzt vor 7 bis 8 Jahren.

Wie im Vorjahr wurden auch im Jahr 2022 Systempreise für Anlagen mit einer Leistung von 30 bis 50 kW_{peak} erhoben. Der Durchschnittspreis für Anlagen dieser Größenordnung liegt im Jahr 2022 bei 1.140 Euro/kW_{peak} und damit um 7,11 % höher als im Vorjahr (2021: 1.065 Euro/kW_{peak}).

Die Entwicklung typischer Systemverkaufspreise für schlüsselfertige Anlagen mit Leistungen von 5 kW_{peak} und 10 kW_{peak} ist in **Abbildung 62** und **Abbildung 63** 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 31,66 % geringer als bei einer 5 kW_{peak} Anlage.

Der Anteil des mittleren Moduleinkaufspreises pro kW_{peak} (**Abbildung 61**) am durchschnittlichen Komplettsystempreis einer 5 kW_{peak} Anlage (**Abbildung 62**) betrug etwa 17,86 %, bei einer 10 kW_{peak} Anlage 20,59 % und bei einer 30 bis 50 kW_{peak} Anlage 26,13 %.

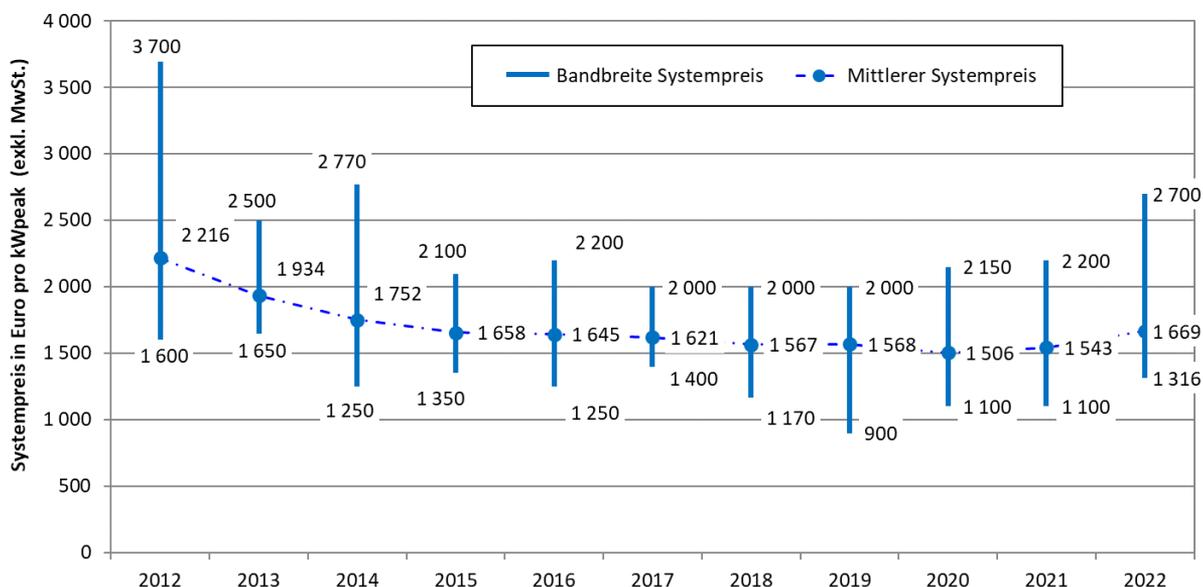


Abbildung 62 – Systempreise für 5 kW_{peak} netzgekoppelte Anlagen 2012 bis 2022
Mittelwert und Bandbreite, fertig installiert, Werte exkl. MwSt.; Anzahl der Nennungen:
2011: n=26, 2012: n=27, 2013: n=28, 2014: n=31, 2015: n=28, 2016: n=20, 2017: n=23,
2018: n=20, 2019: n=24, 2020: n=17, 2021: n=17, 2022: n=13.
Quelle: Technikum Wien (2023)

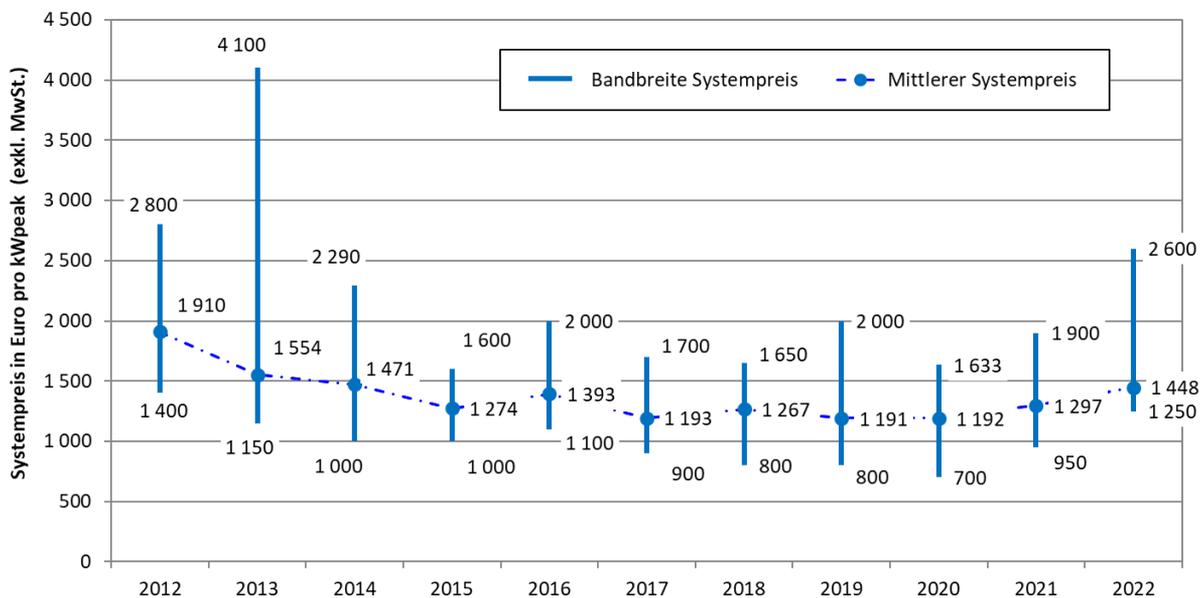


Abbildung 63 – Systempreise für ≥ 10 kW_{peak} netzgekoppelte Anlagen 2012 bis 2022
Mittelwert und Bandbreite, fertig installiert, Werte exkl. MwSt.; Anzahl der Nennungen:
 2011 n=26, 2012: n=26, 2013: n=28, 2014: n=33, 2015: n=26, 2016: n=20, 2017: n=23, 2018:
 n=21, 2019: n=23, 2020: n=17, 2021: n=17, 2022: n=13.
Quelle: Technikum Wien (2023)

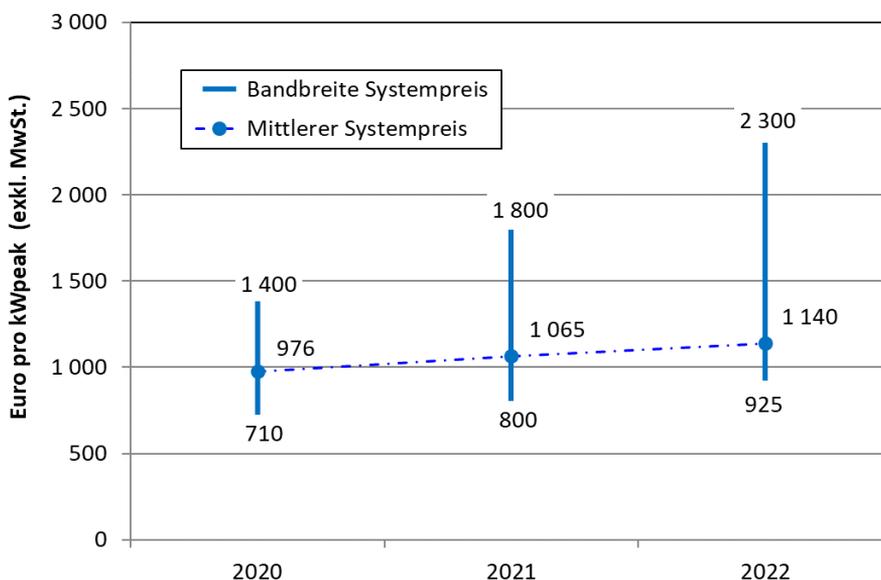


Abbildung 64 – Systempreise für 30 bis 50 kW_{peak} netzgekoppelte Anlagen 2020 bis 2022
Mittelwert und Bandbreite, fertig installiert, Werte exkl. MwSt.
Anzahl der Nennungen: 2020: n=17, 2021: n=17, 2022: n=14.
Quelle: Technikum Wien (2023)

7.1.6 Förderinstrumente

Auch im Jahr 2022 waren weiterhin unterschiedlichste Förderbedingungen in den Bundesländern und auch auf Bundesebene vorhanden. Mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) wurden 2022 auch neue Förderungen für die Neuerrichtung und Erweiterung von Photovoltaikanlagen eingeführt. Die „Ökostromeinspeiseförderung (ÖSG 2012)“ sowie die „Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012“ wurden folglich durch den „EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher“ abgelöst. Trotz der neuen Förderung war auch im Jahr 2022 eine Förderzusage mit zeitlicher Diskontinuität und aufgrund der limitierten Fördermittel mit einer starken Unsicherheit verbunden.

Tabelle 27 gibt einen Gesamtüberblick über die Förderlandschaft in Österreich für die Jahre 2021 und 2022. 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)
- EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)
- Ökostromeinspeiseförderung (ÖSG 2012) / Tarifförderung
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)
- Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)

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

Somit konnte im Jahr 2022 in Österreich – wie in **Abbildung 65** ersichtlich – mit Unterstützung der Förderungen eine neu installierte Leistung von rund 897,05 MW_{peak} verzeichnet werden.

Zusätzlich wurde mittels der Erhebung bei den österreichischen PV Anlagenplanern und -errichtern eine Leistung von rund 111,55 MW_{peak} ermittelt, welche ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln installiert wurde. Daraus ergibt sich eine neu installierte Gesamtleistung von rund 1.008,6 MW_{peak} (netzgekoppelte Anlagen).

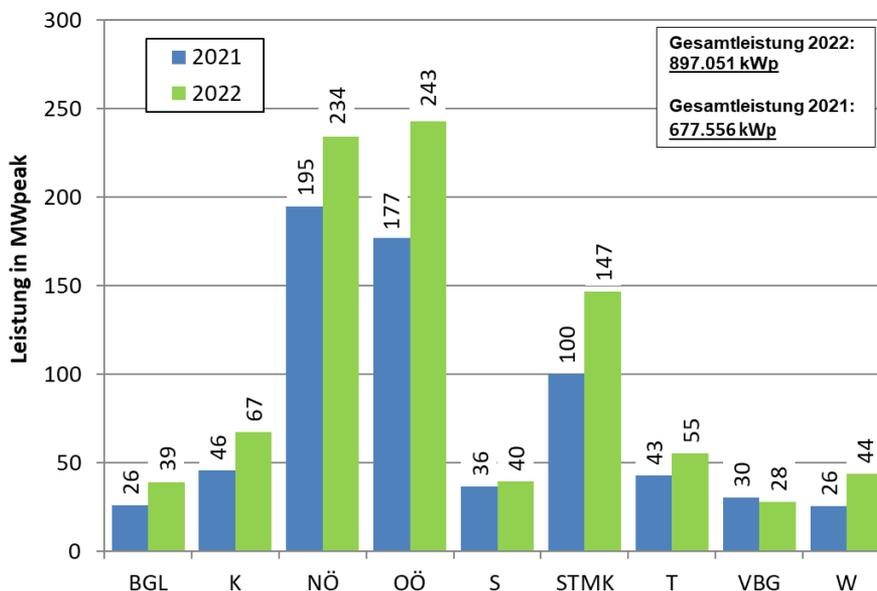


Abbildung 65 – Geförderte Anlagenleistung je Bundesland

Tarif- und Investförderung des Bundes und der Länder, exkl. Wohnbauförderung, 2021 und 2022. Quellen: Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, OeMAG, Landesförderstellen und Erhebung/Berechnungen Technikum Wien (2023)

Tabelle 27 – PV Investitions- und Tarifförderung des Bundes und der Länder 2021 und 2022. Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, Landesförderstellen, Statistik Austria (2023a), Technikum Wien (2023)

Bundesländer		BGLD	K	NÖ	OÖ	S	STMK	T	VBG	W	Summe	Gesamte installierte Leistung kWp
Ohne Förderung installierte Leistung ¹	kWp										111 551	1 008 602
Tarif- und Investitions-förderung gesamt 2022	kWp	39 126	67 394	234 332	242 961	39 511	146 832	55 253	27 966	43 675	897 051	
Anteil an der gesamten geförderten Leistung in %	2022	4,4%	7,5%	26,1%	27,1%	4,4%	16,4%	6,2%	3,1%	4,9%		
Wp/Kopf ²	2022	129,9	118,4	136,4	159,5	69,5	116,0	71,6	68,8	22,0		
Tarifförderung Ökostromgesetz 2022	kWp	484	1 944	13 031	18 599	1 447	4 634	2 607	1 902	511	45 158	
Investitionsförderung gesamt 2022	kEUR	7 268	15 019	49 169	48 607	8 546	33 066	11 580	5 615	7 607	186 477	
	kWp	38 642	65 450	221 301	224 363	38 064	142 199	52 646	26 064	43 164	851 893	
Investitionsförderung gesamt 2021	kEUR	4 935	7 491	28 032	24 289	6 606	15 436	5 670	3 774	3 612	99 845	
	kWp	18 274	30 567	113 433	97 215	24 227	57 834	24 604	16 488	20 692	403 333	
Investitionsförderung gesamt: Veränderung in kWp zwischen 2021 und 2022	%	111,5%	114,1%	95,1%	130,8%	57,1%	145,9%	114,0%	58,1%	108,6%		
Investitionsförderung EAG 2022	kEUR	2 142	5 494	19 964	20 826	2 004	15 505	3 134	2 322	514	71 904	
	kWp	8 154	21 563	84 847	93 921	8 648	61 882	13 020	10 351	2 032	304 416	
Investitionsförderung OeMAG 2022	kEUR	120	70	2 359	3 364	296	962	455	434	234	8 295	
	kWp	597	437	12 289	20 846	1 591	4 752	2 324	3 180	1 311	47 327	
Investitionsförderung KLIEN 2022	kEUR	5 006	9 456	26 847	24 417	3 568	16 598	7 721	2 858	1 946	98 416	
	kWp	29 891	43 450	124 165	109 595	17 529	75 566	36 831	12 534	12 217	461 780	
Investitionsförderung der Länder 2022	kEUR	0	0	0	0	2 679	0	272	0	4 913	7 863	
	kWp	0	0	0	0	10 296	0	471	0	27 604	38 371	
Wohnbauförderung gesamt 2022 ³	kEUR	k.A.	6 854	3 254	k.A.	0	2 364	2 324	0	0	14 795	
	kWp	k.A.	17 304	24 234	6 776	0	k.A.	12 485	0	0	60 799	

¹ Hochrechnung basierend auf Nennungen der PV-Planer und Errichter im Zuge der Erhebung.

² Bezogen auf Einwohner je Bundesland 2022.

³ Im Zuge der Wohnbauförderung werden PV-Anlagen in Form von Darlehen sowie rückzahlbaren und nicht rückzahlbaren Zuschüssen gefördert und können daher nicht zu den anderen kWp-basierten Fördersummen addiert werden. Die Kombination mit anderen Bundes- oder Landesförderungen ist nicht ausgeschlossen, wodurch in KTN, NÖ, OÖ, der STMK und T davon auszugehen ist, dass die im Zuge der Wohnbauförderung geförderte Leistung bereits anderweitig erfasst wurde.

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, EAG) geförderte installierte PV-Leistung (**Abbildung 66**) sowie die Fördersummen der Länder und des Bundes (KLIEN, OeMAG §27a ÖSG 2012, EAG) auf Bundesländerebene (**Abbildung 67**) dargestellt. Über Ökostromeinspeiseförderung (ÖSG 2012) geförderte Anlagen wurden in diesen Aufstellungen nicht berücksichtigt.

Abbildung 66 zeigt die gesamte geförderte Anlagenleistung je Bundesland für die Jahre 2021 und 2022. Mit einer installierten PV-Leistung von 224,4 MW_{peak} liegt dabei Oberösterreich an der Spitze, gefolgt von Niederösterreich (221,3 MW_{peak}) und Steiermark (142,2 MW_{peak}). Ausnahmslos wurde in allen Bundesländern im Jahr 2022 ein – mitunter deutlicher - Zuwachs hinsichtlich der neu installierten PV-Leistung im Vergleich zum Jahr 2021 verzeichnet.

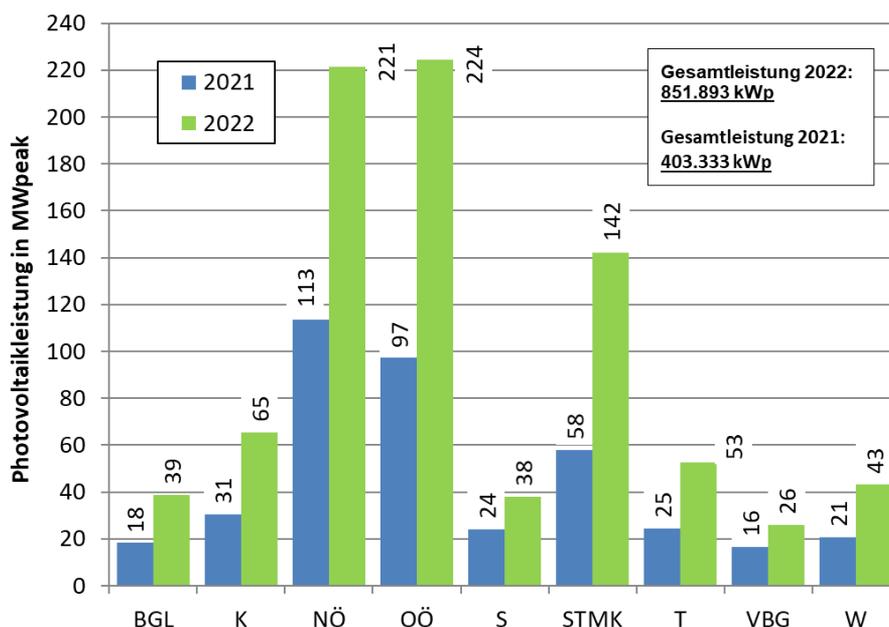


Abbildung 66 – Geförderte PV-Anlagenleistung je Bundesland

Investitionsförderung der Bundesländer, Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012, EAG Investitionszuschuss sowie KLIEN Förderungen, exkl. Wohnbauförderung und Tarifförderung, 2021 und 2022

Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, Kommunalkredit Public Consulting GmbH und Erhebung/Berechnungen Technikum Wien (2023)

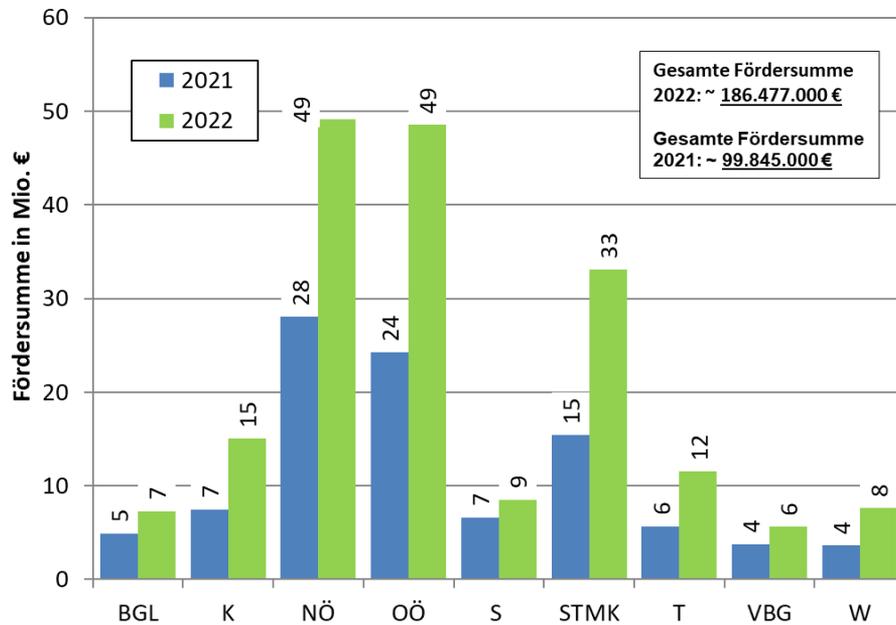


Abbildung 67 – Fördersumme für PV-Investitionsförderungen je Bundesland
Investitionsförderung der Bundesländer, Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012, EAG
Investitionszuschuss sowie KLIEN Förderungen, exkl. Wohnbauförderung und Tarifförderung,
2021 und 2022

Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, Kommunalkredit Public Consulting GmbH und
Erhebung und Berechnungen Technikum Wien

Abbildung 67 zeigt die gesamten Fördersummen der Investitionsförderungen je Bundesland in den Jahren 2021 und 2022. Hier liegt Niederösterreich knapp mit 49,2 Mio. Euro an der Spitze, gefolgt von OÖ mit 48,6 Mio. Euro und der Steiermark mit 33,1 Mio. Euro. Dahinter folgen Kärnten mit 15 Mio. Euro und Tirol mit 11,6 Mio. Euro.

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 und den Förderungen über das Erneuerbaren Ausbau Gesetz gab es in einigen Bundesländern zusätzliche landesspezifische PV Förderprogramme, wie im Folgenden kurz zusammengefasst:

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

Details zur Investitionsförderung des Klima und Energiefonds

Seitens des Klima- und Energiefonds gab es 2022 zwei Photovoltaik Förderaktionen, bei der im Jahr 2022 aktiv Förderungen beantragt werden konnten:

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). Baureife Projekte konnten in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden Budgets laufend, jedoch längstens bis 31.12.2022 eingereicht werden.

Nachdem das zur Verfügung stehende Budget bereits nach wenigen Monaten ausgeschöpft war, erfolgte im Rahmen des Programms „Übergangsbestimmungen – Photovoltaik Anlagen“ eine Budgeterhöhung (Klima- und Energiefonds 2022a). Im Zuge dieser einmaligen Übergangsbestimmungen wurden PV-Anlagen gefördert,

- für die bereits im Rahmen der Förderungsaktion „Photovoltaik-Anlagen 2020-2022“ eine Registrierung erfolgt ist, die aber innerhalb der 12-Wochen-Frist nicht umgesetzt werden konnten und deren Registrierung deshalb nach dem 08.04.2022 abgelaufen ist
- bzw. deren Beauftragung im Zeitraum von 22.12.2020 bis 20.04.2022 erfolgt ist.

Der Förderantrag musste im Zeitraum 23.05.2022 bis spätestens 21.01.2023 gestellt werden.

Im Programm „Klima und Energie-Modellregionen“ wurden 2022 neu installierte, stationäre Stromerzeugungsanlagen im Netzparallelbetrieb mit Stromspeicher und Notstromfunktionalität sowie die Nachrüstung von Stromspeichern für bestehende erneuerbare Stromerzeugungsanlagen gefördert. Jedenfalls ist ein System sicherzustellen, das die Versorgung von krisenrelevanter Infrastruktur (erneuerbare Stromerzeugung + Speicherung + Notfallresilienzmanagement) gewährleistet. Die Mindestgröße der Erzeugungsanlage beträgt $5 \text{ kW}_{\text{peak}}$, die Maximalgröße $1 \text{ MW}_{\text{peak}}$. Der Fördersatz beträgt 35 % der Mehrinvestitionskosten.

Bei den Förderaktionen „Photovoltaik-Anlagen in der Land- und Forstwirtschaft“ (für land- und forstwirtschaftliche Betriebe) sowie „KEM – Photovoltaikanlagen“ (für Gemeinden, Vereine, öffentliche Institutionen, usw. in Klima und Energie Modellregionen) konnten 2022 keine neuen Projekte zur Förderung eingereicht werden (Klima- und Energiefonds 2021a, 2021b). PV-Anlagen, die bereits im Vorjahr eine Förderzusage seitens des Klima- und Energiefonds erhalten haben, wurden jedoch im Jahr 2022 umgesetzt und werden somit in der Statistik im Jahr 2022 erfasst:

Tabelle 28 zeigt die vom Klima- und Energiefonds (KLIEN) geförderte PV-Leistung in kW_{peak} der Jahre 2008 bis 2022 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. 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 %), der jedoch bereits im Folgejahr mit einer geförderten Leistung von 461.780 kW_{peak} (+ 57,3 %) deutlich übertroffen wurde.

Tabelle 28 – Geförderte PV-Leistung des Klima- und Energiefonds je Bundesland von 2008 bis 2022. Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2008 bis 2022, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	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
2022	29.891	43.450	124.165	109.595	17.529	75.566	36.831	12.534	12.217	461.780
Gesamt	75.325	98.628	351.443	296.326	46.149	200.190	86.095	51.999	30.370	1.236.344

Tabelle 29 – PV-Fördersumme des Klima- und Energiefonds je Bundesland
 Von 2008 bis 2021. Quellen: Klima- und Energiefonds, KPC GmbH
 und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	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
2022	5.006	9.456	26.847	24.417	3.568	16.598	7.720	2.858	1.946	98.416
Gesamt	19.088	26.520	94.948	86.914	12.355	66.996	27.290	15.663	6.679	356.453

In **Tabelle 29** ist die bisher ausbezahlte Fördersumme der Jahre 2008 bis 2022 angeführt. Insgesamt wurden vom Klima- und Energiefonds seit 2008 Anlagen mit einer Leistung von ca. 1.236,4 MW_{peak} mit ca. 356,5 Mio. Euro gefördert.

Details zum EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher

Mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) wurden neue Förderungen für die Neuerrichtung und Erweiterung von Photovoltaikanlagen und die damit verbundene Neuerrichtung von Stromspeichern eingeführt. Unternehmen und Private konnten ab April über das Onlineportal der OeMAG, später EAG-Abwicklungsstelle, einen Investitionszuschuss beantragen. Wurde dabei ein neuer Stromspeicher gebaut, konnte auch dieser gefördert werden. Jeder Antrag wurde anhand der Modulspitzenleistung der Photovoltaikanlage einer der folgenden Kategorien zugeordnet:

- Kategorie A: bis 10 kW_{peak} mit/ohne Stromspeicher (Förderhöhe 285 Euro/kW_{peak})
- Kategorie B: mehr als 10 kW_{peak} bis 20 kW_{peak} mit/ohne Stromspeicher (Förderhöhe max. 250 Euro/kW_{peak})
- Kategorie C: mehr als 20 kW_{peak} bis 100 kW_{peak} mit/ohne Stromspeicher (Förderhöhe max 180 Euro/kW_{peak})
- Kategorie D: mehr als 100 kW_{peak} bis 1.000 kW_{peak} mit/ohne Stromspeicher (Förderhöhe max. 170 Euro/kW_{peak})

Innovative Photovoltaikanlagen wie z. B. schwimmende Anlagen oder Anlagen als Parkplatzüberdachung erhielten 30 % mehr. Bei Photovoltaikanlagen auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche oder einer Fläche im Grünland verringert sich die Höhe des Zuschlagswertes um einen Abschlag von 25 %. Dieser Abschlag entfiel jedoch zur Gänze

oder teilweise für Anlagen, die bestimmte Bedingungen erfüllten (z. B. Errichtung als Agri-PV-Anlage).

Das Ausschreibungsvolumen für Photovoltaik-Anlagen 2022 betrug 700.000 kW_{peak}. Die Investitionszuschüsse wurden in vier Fördercalls vergeben. Eingereicht werden konnte im Zeitraum von April bis November 2022.

Table 30 – Details zum EAG Investitionszuschuss Photovoltaik
Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der geförderten PV Anlagen für 2022.
Quellen: OeMAG (2023) und Berechnungen Technikum Wien (2023)

Merkm ^{al}	2022
Anzahl geförderter PV-Anlagen	29.745
Geförderte PV-Leistung in kW _{peak}	304.416
Fördersumme / Auszahlungsbetrag in kEuro	71.903,5

Table 31 zeigt Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der im Rahmen des EAG Investitionszuschusses geförderten PV Anlagen im Jahr 2022. In Summe wurden im Jahr 2022 29.745 Anlagen mit einer Leistung von 304.416 kW_{peak} gefördert.

Anmerkung: Da zum Stichtag der Datenerhebung noch nicht alle Daten für die im Jahr 2022 geförderten und endabgerechneten PV-Anlagen vorliegen, wurden die geförderte Leistung sowie die Fördersumme aufgrund der bereits vorliegenden Daten hochgerechnet. Etwaige Abweichungen durch die Hochrechnung werden im Folgejahr korrigiert.

Details zur EAG Marktprämienförderung

Im Zuge des EAG wurde Ende 2022 die erste Ausschreibung für die Marktprämienförderung für PV-Anlagen abgehalten. Da die Errichtung der geförderten Projekte jedoch erst in den Folgejahren erfolgt, sind aus dieser Förderschiene keine Projekte in die Marktstatistik eingeflossen.

Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012

Seit dem Jahr 2018 gab es alternativ zur Tarifförderung auch die Möglichkeit, eine Investitionsförderung gemäß §27a für Photovoltaikanlagen und Stromspeicher zu beantragen (Bundesgesetzblatt 2017). Diese Förderung wurde im Jahr 2022 vom „EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher“ abgelöst. Jedoch konnten PV-Anlagen, die bereits im Vorjahr eine Förderzusage erhalten haben, im Jahr 2022 umgesetzt werden und sind somit in der Statistik im Datenjahr 2022 erfasst.

Tabelle 31 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012
Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der geförderten PV Anlagen für 2020 bis 2022.
Quellen: OeMAG (2022) und Berechnungen Technikum Wien (2022)

Merkmal	2020	2021	2022	Veränderung 2021/2022
Anzahl geförderter PV-Anlagen	3.683	1.925	477	-75,22 %
Geförderte PV-Leistung in kW _{peak}	54.111	82.501	47.327	-42,63 %
Fördersumme in kEuro	11.470	16.332	8.295	-49,21 %

Tabelle 31 zeigt Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der im Rahmen der Investitionsförderung gemäß §27a geförderten PV Anlagen von 2020 bis 2022. In Summe wurden im Jahr 2022 477 Anlagen mit einer Leistung von 47.327 kW_{peak} gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Rückgang der geförderten Leistung um 42,63 % (2021: 82.501 kW_{peak}).

Details zur Ökostromeinspeiseförderung (ÖSG 2012) / OeMAG Tarifförderung

Bis einschließlich 2021 galt die Ökostromtarifförderung für neu installierte PV Anlagen mit einer Leistung größer 5 kW_{peak}. Wie die „Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012“ wurde auch diese Förderung im Jahr 2022 vom „EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher“ abgelöst. Jedoch konnten auch hier PV-Anlagen, die bereits im Vorjahr eine Förderzusage erhalten haben, im Jahr 2022 umgesetzt werden und sind somit in der Statistik im Datenjahr 2022 erfasst.

Tabelle 32 zeigt die Anzahl der zum Stichtag 31.12.2022 aktiven Verträge mit der OeMAG . Die kumulierte Leistung dieser 21.842 mit der OeMAG in einem Vertragsverhältnis stehenden Photovoltaikanlagen beträgt ca. 485,72 MW_{peak}. Das entspricht einem Rückgang von etwa 859,4 MW_{peak} im Jahr 2022, der mutmaßlich durch den hohen Marktpreis und den damit verbundenen freiwilligen Umstieg auf eine Vergütung zum Marktpreis begründet ist.

Anmerkung: PV-Anlagenbesitzer, die bereits über einen Vertrag mit der OeMAG auf Vergütung zum festgelegten Einspeisetarif nach § 12 ÖSG 2012 verfügen, können gemäß § 13 Abs. 2 ÖSG 2012 rechtsverbindlich auf den Anspruch auf Vergütung zum per Verordnung festgelegten Einspeisetarif nach § 12 ÖSG 2012 verzichten und auf eine Vergütung zum Marktpreis umsteigen. Dies gilt ausschließlich für Anlagen mit einer Engpassleistung kleiner 500 kW_{peak}. Der Zeitraum des Verzichts beträgt mindestens 12 Monate ab dem Stichtag der Umstellung auf den Marktpreis (OeMAG 2023).

Dementsprechend sank auch die Einspeisemenge von etwa 927,9 GWh in 2021 auf rund 620,1 GWh im Jahr 2022. Die Nettovergütung sank von rund 169,6 Mio. Euro in 2021 auf etwa 123 Mio. Euro in 2022. Das entspricht einem Rückgang von rund 33,2 % bei der Einspeisemenge und 27,5 % bei der Vergütung. Die Durchschnittsvergütung pro kWh stieg um 8,5 % von 18,28 €Cent auf 19,84 €Cent.

Tabelle 32 – Aktive OeMAG- Verträge der Jahre 2020 bis 2022
kumulierte installierte Leistung sowie gesamte Einspeisemengen und Vergütung.
Quellen: OeMAG (2023) und Berechnungen Technikum Wien (2023)

Daten jeweils zum 31.12.	2020	2021	2022	Differenz 2021/2022	Veränderung 2021/2022
Anzahl der aktiven Verträge (Stück)	35.104	42.255	21.842	-20.413	-48,3 %
Kumulierte installierte Leistung der aktiven Verträge (kW _{peak})	1.151.186	1.444.078	584.720	-859.358	-59,5 %
Einspeisemengen (MWh)	827.091	927.926	620.129	-307.797	-33,2 %
Vergütung netto in €	159.447.364	169.631.053	123.017.936	-46.613.117	-27,5 %
Durchschnittsvergütung in €Cent/kWh	19,28	18,28	19,84	1,56	8,5 %

7.1.7 Dokumentation der Datenquellen

In diesem Kapitel werden die Firmen, welche aufgrund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des PV Marktberichtes 2022 berücksichtigt werden konnten, aufgelistet. Im Erhebungsjahr 2022 wurden insgesamt ca. 250 Firmen und Institutionen befragt, wobei die Rücklaufquote bei ca. 21 % lag.

Mehr als 50 Firmen und Institutionen, die im Folgenden aufgelistet werden, konnten auf Grund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des Photovoltaik Marktberichts für 2022 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:

- AIT Austrian Institute of Technology
- Amt der Kärntner Landesregierung
- Amt der NÖ Landesregierung
- Amt der Tiroler Landesregierung
- Amt der Vorarlberger Landesregierung
- ATB-Becker Photovoltaik GmbH
- BMI Austria GmbH
- E.S.V. R.STORCH eu
- e.denzel GmbH
- Elektro Papst GmbH
- Energie Agentur Steiermark GmbH
- Energie Steiermark Green Power GmbH
- Energieinstitut an der JKU
- ENFOS e.U
- Fortuna Solar eG
- FH Technikum Wien
- Fronius International GmbH
- Greenlemon 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
- my-PV GmbH
- Nikko Photovoltaik GmbH
- neoom AG
- OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
- OÖ Energiesparverband
- Plansee SE
- PVI GmbH
- Polymer Competence Center Leoben GmbH
- PV Invest GmbH & KPV Solar GmbH
- RWA Raiffeisen Ware Austria AG
- Silicon Austria Labs GmbH
- Sonnenplatz Großschönau
- Stadtwerke Kapfenberg GmbH
- sun.e-solution GmbH
- Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
- SUREnergy GmbH
- Technische Universität Graz, ICTM
- Technische Universität Wien, Energy Economics Group
- TU Wien – Institut für Computertechnik
- VERBUND Energy4Business GmbH
- Welser Profile AG
- xelectrix Power
- 4ward Energy Research GmbH
- Holz die Sonne ins Haus Photovoltaik und Nahwärme GmbH

7.2 Marktentwicklung im Ausland

Vorläufige weltweite Marktdaten zeigen, dass der globale PV-Markt auch im Jahr 2022 ein deutliches Wachstum verzeichnen konnte. PV-Anlagen mit einer Engpassleistung von mind. 240 GW_{peak} wurden installiert, was einer Steigerung der jährlich neu installierten PV-Leistung um etwa 38 % entspricht (2021: 174 GW_{peak}). Damit waren Ende 2022 weltweit Photovoltaikanlagen mit einer kumulierten Gesamtleistung von etwa 1.185 GW_{peak} installiert (IEA PVPS 2023).

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 2022. Im Jahr 2022 wurden PV-Anlagen mit einer Leistung von 106 GW_{peak} installiert, verglichen mit 54 GW_{peak} im Jahr 2021, 48,2 GW_{peak} im Jahr 2020 und 30,1 GW_{peak} im Jahr 2019. China bleibt mit einer kumulierten Gesamtleistung von etwa 414,5 GW_{peak}, was über einem Drittel der weltweiten installierten PV-Leistung entspricht, an der Spitze.

Die Europäische Union war 2022 mit einer neu installierten PV-Leistung von 39 GW_{peak} der zweitgrößte globale PV-Markt, während im Rest Europas PV-Anlagen mit einer Leistung von rund 3,4 GW_{peak} installiert wurden. Größter europäischer Markt war Spanien (8,1 GW_{peak}), gefolgt von Deutschland (7,5 GW_{peak}), Polen (4,9 GW_{peak}) und den Niederlanden (3,9 GW_{peak}).

Der US-Markt verzeichnete im Jahr 2022 einen deutlichen Rückgang auf 18,6 GW_{peak} (2021: 26,9 GW_{peak}), was auf Handelsbarrieren und Lieferengpässe sowie auf Probleme mit der Netzintegration zurückzuführen ist.

Während in Indien ein deutlicher Anstieg der neu installierten PV-Leistung auf 18,1 GW_{peak} verzeichnet werden konnte (2021: 13 GW_{peak}), stagnierte der japanische Markt (6,5 GW_{peak}). Erstmals unter den Top-Ländern befindet sich Brasilien mit einer neu installierten PV-Leistung von 9,9 GW_{peak}.

Ende 2022 konnten bereits 9 Länder mehr als 10 % ihres Stromverbrauchs durch PV-Strom abdecken, allen voran Spanien mit über 19 %. Österreich liegt mit etwa 6,6 % deutlich unter dem EU-Durchschnitt von 8,7 %.

Betreffend der Montagearten wurde im Jahr 2022 ein Anteil von 48 % als gebäudeverbunden gemeldet. Der Rest ist überwiegend PV-Freiflächenanlagen zuzuordnen, inkludiert sind dabei auch schwimmende PV-Anlagen und Agri-PV-Anlagen.

7.3 Produktion, Import und Export

Die Entwicklung des österreichischen Photovoltaikmodul-Marktes der Jahre 2018 bis 2022 ist in **Tabelle 33** sowie in **Abbildung 68** dargestellt. Auch im Jahr 2022 wurden die Angaben über die Leistung der in Österreich gefertigten Photovoltaikmodule direkt bei den heimischen PV-Modulproduzenten erhoben. Wie im Vorjahr konnte auch 2022 ein Anstieg der produzierten Leistung um 5,1 % auf 208.256 MW_{peak} (2021: 198.143 MW_{peak}) verzeichnet werden.

Tabelle 33 zeigt, dass im Jahr 2022 in Österreich Photovoltaikmodule mit einer Leistung von insgesamt 208,3 MW_{peak} produziert wurden. Davon wurden 112 MW_{peak} exportiert, was einer Exportrate von ca. 53,8 % entspricht. 96,3 MW_{peak} bzw. etwa 46,2 % der produzierten Module wurden 2022 in Österreich weiterverkauft. Der Anteil der heimischen Produktion am Inlandsmarkt sank damit auch im Jahr 2022 im Vergleich zum Vorjahr auf 9,5 % (2021: 14,0 %). Hinsichtlich der Exportquote ist zu erwähnen, dass aus der Erhebung nicht ersichtlich ist, welcher Anteil der knapp 96,3 MW_{peak} über Händler exportiert wurde und damit die Exportquote weiter erhöht. Aus der Differenz zwischen Inlandsmarkt und Weiterverkauf in Österreich ergibt sich ein Nettoimport an PV-Modulleistung von rund 912,3 MW_{peak} im Jahr 2022, was 90,5 % des Inlandsmarktes entspricht.

Tabelle 33 – PV Modul-Fertigung in Österreich 2018 bis 2022
 Quelle: Erhebung Technikum Wien (2023)

Werte in kW _{peak} und %	2018	2019	2020	2021	2022	Veränderung 21/22
Eigene Fertigung (P) ¹	131.959	126.434	134.350	198.143	208.256	5,1 %
davon Export in das Ausland (X) ²	65.689	76.211	76.450	94.669	112.003	18,3 %
Anteil an Fertigung in %	49,8 %	60,3 %	56,9 %	47,78 %	53,78 %	12,6 %
davon Weiterverkauf in Österreich (PV) ²	61.931	48.905	50.006	103.468	96.254	-7,0 %
Anteil an Fertigung in %	46,9 %	38,7 %	37,2 %	52,22 %	46,22 %	
Anteil an Inlandsmarkt in %	33,3 %	19,8 %	14,7 %	14,0%	9,5 %	
davon auf Lager ² (31.12.2022) (L)	4.333	1.340	7.899	2	0	100,0 %
Anteil an Fertigung in %	3,3 %	1,1%	5,88 %	0,00%	0,00 %	
Inlandsmarkt (IM)	186.161	246.961	340.341	739.168	1.008.602	36,5 %
Anteil an Fertigung in %	141,1 %	195,3 %	253,3 %	373,0 %	484,3 %	
Nettoimport (IM - PV)	124.230	198.056	290.335	635.700	912.348	43,5 %
Anteil an Inlandsmarkt in %	66,7 %	80,2 %	85,3 %	86,0 %	90,5 %	5,2 %

¹ Die Werte inkludieren für 2018, 2019, 2020, 2021 sowie 2022 eine ExpertInnenschätzung 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 2022 auf Basis der zur Verfügung stehenden Rückmeldungen jener heimischer Produzenten, die dazu Angaben machten, hochgerechnet.

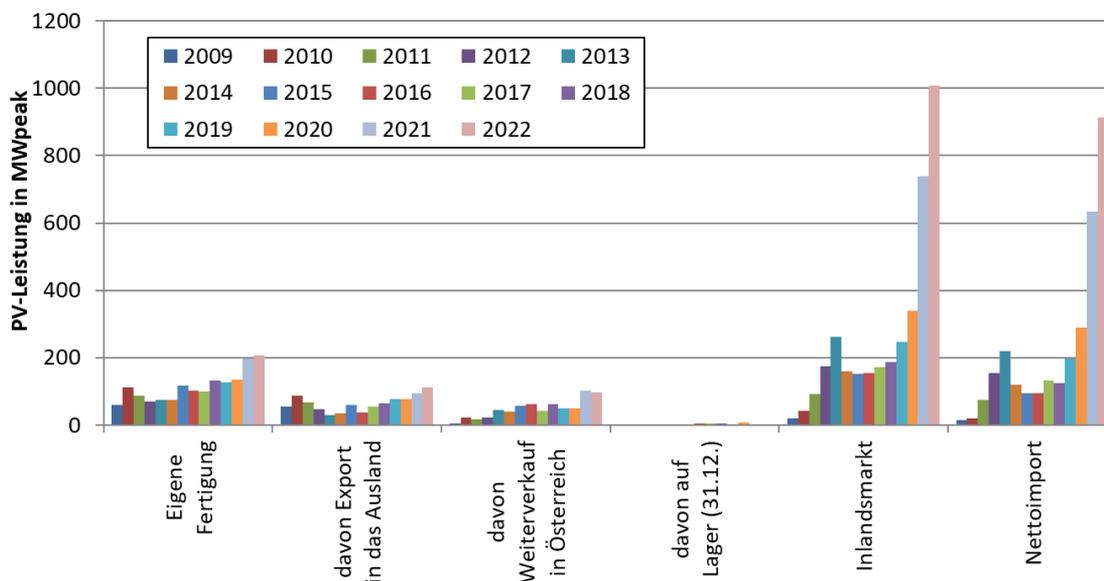


Abbildung 68 – Österreichische Photovoltaik-Modulfertigung der Jahre 2009 bis 2022
 Quelle: Technikum Wien (2023)

Produktion und Export von Wechselrichtern

Die Wechselrichterproduktion ist für die österreichische Photovoltaikindustrie von großer Wichtigkeit. Auch wenn der österreichische Markt zunehmend an Bedeutung gewinnt, 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 %) unverändert hoch. Nach einem leichten Rückgang im Jahr 2021 auf 89 % sank diese auch im Jahr 2022 auf 82 %. **Tabelle 34** beschreibt die erhobenen Daten der vergangenen vier Jahre der österreichischen Wechselrichterproduktion. Im Gegensatz zum Vorjahr war im Jahr 2022 ein deutlicher Anstieg von 3.570 MW_{peak} auf 4.146 MW_{peak} zu verzeichnen (+16,13 %).

Tabelle 34 – Wechselrichterproduktion in Österreich 2019 bis 2022
 Quelle: Technikum Wien (2023)

Wechselrichter	Produktion			
	2019	2020	2021	2022
Leistung [MW]	3.499	3.657	3.570	4.146

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 3.791.704 kW_{peak} Ende 2022.

Die errechnete Strommenge, welche durch die kumulierte österreichische Photovoltaik Anlagenleistung im Jahr 2022 produziert wurde, beträgt rund 3.791,7 GWh. Dies entspricht bei einer Endabgabe an das öffentliche Netz in Österreich in 2022 von 57.442 GWh einem Anteil von rund 6,6 % (E-Control 2022a).

7.5 Treibhausgaseinsparungen

Weitere Annahmen betreffen die Emissionskoeffizienten der substituierten elektrischen Energie und die Anzahl der Volllaststunden. Der CO_{2äqu} Emissionskoeffizient wurde, wie in [Tabelle 35](#) detailliert erläutert, mit 364,5 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 2022
Quelle: Berechnung Technikum Wien (2023)

Ermittlung CO₂-Einsparungen 2022	
Kumulierte installierte PV-Leistung	3.791.704 kW _{peak}
Volllaststunden	1.000 h/a
Erzeugte Strommenge	3.791.704 MWh/a
Emissionskoeffizient der Substitution	364,5 gCO _{2äqu} /kWh
Eingesparte CO₂-Emission	1.382.076 t CO_{2äqu}

Die ermittelte CO_{2äqu}-Einsparung errechnet sich für das Jahr 2022 auf 1.382.076 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 2022 verwendet, wie in **Abbildung 62** dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass nahezu 100 % der in Österreich neu installierten PV-Anlagen im Jahr 2022 von inländischen PV-Planern und –errichtern installiert wurden. Der errechnete Gesamtumsatz der österreichischen PV-Planer und Errichter beträgt damit ca. 1.684,1 Mio. Euro für das Jahr 2022.

Die Preisanteile für Module (rund 33 %), Wechselrichter (rund 19 %), Personal (rund 27 %) sowie für Verkabelung, Unterkonstruktion und weitere Komponenten (rund 20 %) am Komplettsystempreis sind in **Tabelle 36** aufgelistet. Erwähnenswert ist hier die Entwicklung des Personalkostenanteils, der von 16 % im Jahr 2021 auf 27 % im Jahr 2022 gestiegen ist.

Aus den Daten der Erhebung geht hervor, dass 9,54 % der im Inland installierten Module sowie 36,6 % der eingesetzten Wechselrichter im Jahr 2022 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 777,5 Mio. Euro, was 46,2 % des Umsatzes entspricht.

Die österreichischen Modulproduzenten produzierten im Jahr 2022 PV-Module mit einer Gesamtleistung von 208.256 kW_{peak}. Davon wurden insgesamt 112.003 kW_{peak} exportiert und 96.254 kW_{peak} in Österreich weiterverkauft. Der damit verbundene Umsatz im Jahr 2022 beträgt 91,3 Mio. Euro.

Die Erlöse aus dem Stromverkauf der PV-Anlagenbetreiber betragen im Jahr 2022 über 638,82 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 584,7 MW_{peak} auf.
- (2) Kategorie 2 beinhaltet alle autarken PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung Ende 2022 von 9,2 MW_{peak}.
- (3) Kategorie 3 umfasst alle netzgekoppelten Anlagen, die keinen Einspeisetarif nach dem Ökostromgesetz erhalten. Ende 2022 betrug deren installierte Leistung 3.197,8 MW_{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 2022
 PV-Anlagenplaner und –errichter. Quelle: Technikum Wien (2023)

Neu installierte Anlagen 2021	kW_{peak}	1.009.102
Typischer mittlerer Systempreis für fertig installierte 5 kW_{peak} PV-Anlage 2021	Euro/kW_{peak}	1.668,9
davon Modul *	Euro/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	556,8 33 %
davon Wechselrichter *	Euro/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	320,2 19 %
davon Personalkosten *	Euro/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	455,3 27 %
davon Verkabelung, Unterkonstruktion & weitere Komponenten *	Euro/kW _{peak} <i>Anteil am System</i>	336,7 20 %
Gesamtumsatz (PV-Planer und -errichter)	Mio. Euro	1.684,1
davon Modul	Mio. Euro	561,9
davon Wechselrichter	Mio. Euro	323,1
davon Personalkosten	Mio. Euro	459,4
davon Verkabelung, Unterkonstruktion, Installation & weitere Komponenten	Mio. Euro	339,7
Gesamte inländische Wertschöpfung (PV-Planer und -errichter)	Mio. Euro	777,5
davon Modul (9,54 % aus dem Inland *)	Mio. Euro	53,6
davon Wechselrichter (36,50 % aus dem Inland *)	Mio. Euro	117,9
davon Personalkosten (100 % aus dem Inland *)	Mio. Euro	459,4
davon Verkabelung, Unterkonstruktion, Installation & weitere Komponenten (43,13 % aus dem Inland *)	Mio. Euro	146,5
Anteil inländischer Wertschöpfung an Gesamtumsatz (PV-Planer und -errichter)		46,2 %
* Erhebung über 15 österreichische Anlagenplaner und Errichter		

Die Erlöse der Anlagenbetreiber aus Kategorie 1, die aus dem Stromverkauf an die OeMAG im Jahr 2022 erzielt wurden, betragen laut OeMAG rund 123,02 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 2022 in Höhe von 18,75 €Cent/kWh bewertet, siehe Statistik Austria (2023b). 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 ca. 15 €Cent pro eingespeister Kilowattstunde gerechnet werden (PV Austria 2023). Die auf dieser Basis berechneten Opportunitätskosten für Strom von autarken PV-Anlagen und Überschusseinspeisern betragen im Jahr 2022 über 515,8 Mio. Euro. Die Erlöse aus dem Verkauf von PV-Strom in Österreich im Jahr 2022 sind in **Tabelle 37** zusammengefasst.

Tabelle 37 – Erlöse aus dem Verkauf von PV-Strom in Österreich im Jahr 2022
 Quelle: Erhebung und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	PV-Leistung Ende 2022 in kW_{peak}	Erlöse in Mio. Euro
(1) PV-Anlagen, die einen Einspeisetarif nach dem Ökostromgesetz erhalten	584.720	123,02
(2) autarke PV-Anlagen	9.197	1,72
(3) Überschusseinspeiser	3.197.788	514,08
Gesamt	3.791.704	638,82

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 mehr als 20 österreichischen Anlagenplanern und –errichtern, die ca. 20 % der 2022 in Österreich neu installierten Leistung repräsentieren, wurden die durchschnittlichen Arbeitsplätze pro installiertem MW_{peak} ermittelt und anhand der 2022 neu installierten PV Leistung hochgerechnet. Dabei wurden nur Anlagenplaner und –errichter berücksichtigt, die im Jahr 2022 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 2022 installierten Leistung von 1.009,1 MW_{peak} ergeben sich seitens der PV-Planer und –errichter somit 4.236 Arbeitsplätze, was einen Anstieg um etwa 36 % im Vergleich zum Vorjahr bedeutet. Damit sind die PV-Planer und –errichter für 69,7 % der gesamten Arbeitsplätze der PV-Branche verantwortlich.

Mit 1.051 Arbeitsplätzen (17,3 %) 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 471 Arbeitsplätze im Bereich der Forschung und Entwicklung (7,7 %) sowie 317 Arbeitsplätze seitens der österreichischen Modulproduzenten (5,2 %) erhoben.

Die Gesamtsumme im Jahr 2022 kann somit mit 6.075 Arbeitsplätzen beziffert werden. Dies entspricht einem Zuwachs von 34,1 % im Vergleich zu 2021. Verantwortlich dafür ist in erster Linie der deutliche Anstieg der in Österreich im Jahr 2022 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 2016 bis 2022
 Quelle: Erhebung und Berechnung Technikum Wien (2023)

Arbeitsplätze in Vollzeitäquivalenten	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Anteil an Summe 2022	Veränderung 2021/2022
Modul- und Zellenproduzenten ¹	171	116	138	135	172	185	317	5,2 %	71,45 %
Anlagenplaner und -errichter ²	1.145	1.257	931	1.227	1.432	3.104	4.236	69,7 %	36,45 %
Wechselrichter und Zusatzkomponenten ¹	906	871	927	873	748	811	1.051	17,3 %	29,59 %
Forschung und Entwicklung	601	570	549	514	403	429	471	7,7 %	9,78 %
Gesamt	2.822	2.813	2.544	2.749	2.755	4.529	6.075	100,0 %	+ 34,1 %
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} .									

7.8 Innovationen

Derzeit machen kristalline Silizium (c-Si)-Technologien mehr als 95 % der gesamten weltweiten Zellproduktion aus. Monokristalline PV-Zellen, bestehend aus Wafer, die unter Verwendung eines Einkristall-Wachstumsverfahrens hergestellt wurden, verfügen über kommerzielle Wirkungsgrade zwischen 20 % und 25 % (Single Junction) und haben sich in den letzten Jahren mit einem Marktanteil von über 90 % zur dominierenden Technologie entwickelt. Im Gegenzug haben multikristalline Silizium (mc-Si) Zellen, auch polykristallin genannt, massiv an Bedeutung verloren.

Kommerzielle Dünnschichtmaterialien sind Cadmium Tellurid (CDTE) und Copperindium-(Gallium) -Diselenid (CIGS und CIS). Amorphes (a-Si) und Mikromorphes-Silizium (μ -Si), die früher einen nennenswerten Marktanteil hatten, konnten weder preislich noch in Bezug auf den Wirkungsgrad mit einer der zuvor erwähnten kristallinen Siliziumtechnologien bzw. Dünnschichttechnologien mithalten.

Tandemzellen, basierend auf Perowskiten, werden ebenfalls erforscht, entweder auf Basis kristallinem Silizium oder auf 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 so ausgeführt wird, dass Albedo genug Licht reflektiert, ist eine Steigerung der Energieerzeugung bei fix montierten Modulen von bis zu 15 % möglich, bei einem einachsigen nachgeführten System sogar bis zu 30-35 %. Aktuelle Großprojekte in Wüstengebieten haben das Marktvertrauen in die bifaziale PV Technologie gestärkt, was dazu führt, dass sich Produktionslinien zunehmend in Richtung bifazialer Module bewegen.

Bei den Modulen ist ein signifikanter Trend zu Glas/Glas-Modulen erkennbar, speziell in Verbindung mit bifazialer Technologie. Typischerweise werden auf Front- und Rückseite 2 mm Gläser eingesetzt. Dadurch wird Glas-Glas-Modulen eine längere Lebensdauer zugeschrieben.

Die Glas-Glas-Technologie sorgt auch für eine hohe mechanische Belastbarkeit und ein geringes Degradationsverhalten sowie für eine geringere Anfälligkeit für Microrisse.

Neue Marktsegmente, die 2022 weltweit weiter an Schwung gewonnen haben, sind Floating-PV und Agrar-PV. Auch in Österreich wurde im Jahr 2022 in Grafenwörth eine Floating PV-Anlage (Inbetriebnahme Anfang 2023) mit 24,5 MW_{peak} errichtet, die auch europaweit für Aufsehen sorgt. Im Sektor der Agrar-PV wurden 2022 erste Anlagen im MW-Bereich errichtet, darunter eine Anlage in Bruck/Leitha (3 MW_{peak}).

Österreichs Mitarbeit im Photovoltaikprogramm der Internationalen Energieagentur IEA-PVPS (www.iea-pvps.org) ist für die Überführung internationaler Forschungsaktivitäten in die heimische Photovoltaik-Innovationsszene wesentlich: Aktuell ist Österreich an 6 von 8 laufenden Forschungsaktivitäten (Tasks) in der IEA beteiligt und leitet ein Task (Task 14: Solar PV in the 100 % RES power System). Neben den Themen der verstärkten Netzintegration und der PV in Gebäuden arbeiten Österreichs ExpertInnen an den folgenden Themen: globale 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 Vertreter wahrgenommen. Ergebnisse und Kooperationen, die sich aus diesem Netzwerk ergeben, werden direkt in die Österreichische Innovationslandschaft eingespielt, wobei die österreichische Technologieplattform Photovoltaik (TPPV) 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.

Seitens der PV-Planer und Errichter werden vermehrt Probleme beim Netzzugang genannt. Abhilfe könnte hier mehr Transparenz seitens der Netzbetreiber hinsichtlich des aktuellen Netzzustandes vor Ort, aber auch hinsichtlich vorhandener Netzausbaupläne schaffen. Um die politischen Ausbauziele zu erreichen, erscheint eine rasche Digitalisierung des Verteilnetzes als essenziell, ebenso die Rolle der E-Control als Schlichtungsstelle. Das EAG hat hier - u.a. mit pauschalierten Netzzutrittsentgelten - für Erleichterungen gesorgt. Weiters wurden bürokratische Barrieren wie Betriebsanlagengenehmigungen und Bescheideinholungen vielfach entschärft, wobei auch hier noch weitere Vereinfachungen zielführend wären.

Das Ziel der aktuellen Bundesregierung, 100 % Strom aus Erneuerbaren bis 2030 zu generieren und die damit verbundene Erhöhung der installierten PV-Leistung um ca. 11 GW_{peak}, kann nur mit jährlichen Ausbauraten größer 1 GW_{peak} erreicht werden - eine Rate die 2022 erstmals erreicht wurde. Damit könnte die PV im Jahr 2030 etwa 15 % des österreichischen Stromverbrauchs (bei einer angenommenen Steigerung um 20 % im Vergleich zu 2016) abdecken.

Ambitioniertere Vorgaben für PV-Verpflichtungen im Neubau und bei Sanierungen in den nationalen bautechnischen Vorschriften (OIB Richtlinie), bei Parkraumüberdachungen und anderen Anwendungen könnten das Erreichen der Roadmap-Szenarien sicherstellen. Förderungen sollten verstärkt auf Anwendungen umgeleitet werden, wo der Markt noch gering entwickelt ist (Bauwerksintegration, Überdachungen, Agri-PV, Floating-PV,...). Weiters wäre anzudenken, dem Vor-Ort-Management der erzeugten Energie durch die Förderung von Energiemanagementsystemen eine größere Bedeutung zu geben um die lokale Erzeugung bestmöglich mit den lokalen Energiebedürfnissen wie z. B. E-Mobilität, Wärmepumpen und Kühllasten abzustimmen. Weiters sollten jene Fördermodelle, bei denen großer Zulauf aus der breiten Bevölkerung zu erwarten ist, auf einfach zu administrierende Modelle wie z. B. ein Aussetzen der Mehrwertsteuer oder andere Steuererleichterungen umgestellt werden.

Eine der stärksten Barrieren dürfte im Eigenbedarfsvorrang liegen, der dazu führt, dass geeignete Dächer nicht vollständig 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.

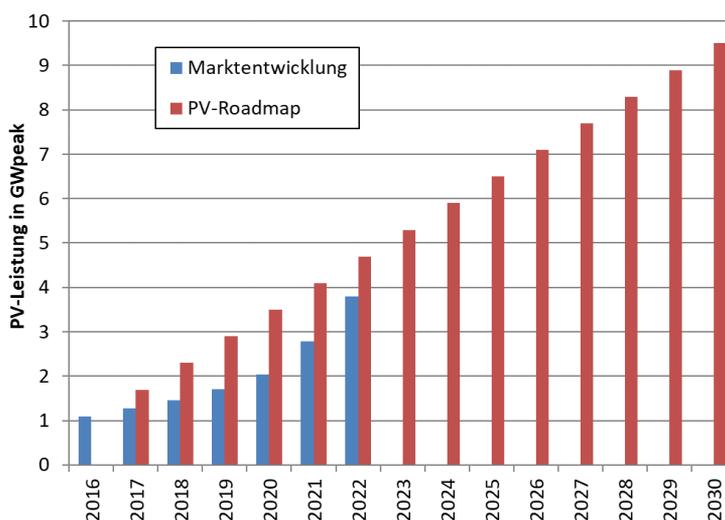


Abbildung 69 – Tatsächliche PV-Marktentwicklung und Roadmap-Szenario

Quellen: FH Technikum Wien (2023), Fechner et. al. (2016)

Wie in **Abbildung 69** ersichtlich sind die Realität sowie die Roadmap-Pfade (bzw. die diesen recht ähnlichen aktuellen Regierungsziele) noch voneinander entfernt, nähern sich aber seit einigen Jahren kontinuierlich an. Die aktuellen 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 (Verpflichtungen einführen, Baurichtlinien ambitionierter gestalten,...). 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. Die Möglichkeit der Erreichung einer erhöhten Biodiversität bei Freiflächenanlagen ist mittlerweile wissenschaftlich vielfach nachgewiesen und sollte entsprechend geplanten Freiflächenanlagen rasch zur Realisierung verhelfen.

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.

Bereits zum vierten Mal wird von der TPPV ein „Österreichischer Innovationsaward für Integrierte Photovoltaik“ durchgeführt, der 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

Der Ukrainekrieg, die damit verbundene Verfügbarkeit von Erdgas sowie die steigenden Energiepreise haben im Jahr 2022 zu einer noch nie dagewesenen Nachfrage für Photovoltaik geführt. Mittlerweile wird auch auf höchster politischer Ebene die rasche Ablösung des fossilen Energiesystems gefordert. Photovoltaik, eine Technologie, die lange als teure Nischentechnologie betrachtet wurde, hat es dabei geschafft, sich zu einer der wichtigsten und in vielen Anwendungsarten mittlerweile auch billigsten Technologien für die Energiewende zu etablieren. Die vielfältige Anwendbarkeit, inklusive der Integrationsmöglichkeit 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 Art der Stromerzeugung aufsteigen wird.

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. Die mit dem weltweiten Marktboom gleichzeitig auch intensiviertere Photovoltaikforschung lässt eine weitere Annäherung der Wirkungsgrade von marktüblichen Technologien an die im Labor erreichten Wirkungsgrade erwarten. Derartige Rekorde im Labor zeigen das grundsätzliche Potenzial bei der Effizienz, die sich wenn auch langsam, aber doch beständig nach oben entwickelt. Gemittelt über die letzten 10 Jahren lag der absolute Wirkungsgradzuwachs der am Markt verfügbaren Technologien bei jährlich etwa 0,55 %. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Entwicklung zumindest anhält bzw. sogar leicht zunimmt.

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 bei der Produktion auszugleichen, während PV-Anlagen im Süden diesen je nach Technologie bereits nach 1,5 Jahren und weniger ausgleichen. „Sustainable Manufacturing“ ist im Trend, Recyclingfähigkeit wird mehr und mehr bereits im Produktionsprozess Beachtung finden⁷. Neuentwicklungen bei Wechselrichtern konzentrieren sich vermehrt auf netzdienliche Funktionen sowie Funktionen zur Optimierung des Eigenverbrauchs. Hybrid-Wechselrichter, die direkt mit Speichern kombiniert werden können, kommen vermehrt auf den Markt.

Die weltweit, speziell aber auch in Österreich, erwartete starke Zunahme des Stromverbrauchs ist eine Herausforderung, aber auch eine besondere Chance für die Photovoltaik. Mobilitätslösungen bieten ebenso wie der Bereich der Klimatisierung gute Optionen, diese Anwendung direkt mit der photovoltaischen Stromerzeugung zu verbinden. Die nun rasch zunehmende Digitalisierung wird den Strombedarf weiter steigern.

7.10.1 Voraussichtliche Entwicklungen 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 vorgeben. Damit einher geht die Notwendigkeit die 2022 erreichte Marktgröße zumindest

⁷ Photovoltaics report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE Conferences & Consulting GmbH Freiburg, 14 March 2019 www.ise.fraunhofer.de

aufrechtzuerhalten bzw. noch zu steigern. Fragen der Flächennutzung stehend aktuell in den Bundesländern im Mittelpunkt der Diskussion. Vorrangiges Ziel ist es vielfach, 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 jedoch auch Freiflächen auszubauen sein, wobei hier eine Kategorisierung u.a. entsprechend der ökologischen Wertigkeit und der vorliegenden Netzreserven erfolgen sollte. Weiters sollte als wesentliches Kriterium bei steuernden Eingriffen auch die 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 sowie ökologisch verträgliche Nutzung von Photovoltaik auf Freiflächen wurden in den letzten Jahren veröffentlicht (PV Austria 2020). Klar ist mittlerweile, dass PV Freiflächenanlagen bei Einhaltung bestimmter Vorgaben (Verzicht auf landwirtschaftlich hochwertige Böden, ausreichende Belichtung und gleichmäßige Bewässerung, Rücksichtnahme auf Orts- und Landschaftsbild und Naturschutz,...) 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,...) 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 PV-Erzeugung und Nutzung nahe beeinander liegen. Hier sind nicht nur die verringerten Übertragungsverluste zu nennen, sondern auch weitergehende, damit verbundene Anreize, Effekte und Potenziale wie z. B. Energieeinsparungen, Umstieg auf E-Mobilität mit Strom aus der eigenen PV Anlage,... die erschlossen werden können.

Akzeptanz, Synergien mit anderen Energielösungen, lokales Energiemanagement und das Schaffen eines nationalen Heimmarktes für innovative PV-System-Lösungen, die weltweit exportiert werden können, sind generelle 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 Infrastrukturbetreiber aus dem Gebäude- und Mobilitätsbereich sowie diverse Energieberatungen und öffentliche Stellen in Bund und Länder zu nennen. Indirekt ist die Verbindung zu anderen Technologiethemen wie Wasserstoff, Elektromobilität und Wärmepumpen zu erwähnen, die alle mit einem starken Ausbau der Photovoltaik in Verbindung gebracht werden. Eine weitere indirekt treibende Kraft ist der mittlerweile vergleichsweise geringe Investitionsbedarf, der es - vor allem bei Einbeziehung der öffentlichen Förderungen - vielfach ermöglicht, Amortisationszeiten von wenigen Jahren zu erreichen.

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 2022 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 2022 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 2022 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 2022 sehr positiv. Im Vergleich zum Vorjahr verbesserte sich die Akzeptanz für erneuerbare Energietechnologien und -projekte erneut – noch nie war die Akzeptanz von erneuerbaren Energieprojekten in Österreich so hoch. Fast 9 von 10 Österreicher:innen befürworteten den Ausbau von Photovoltaik in der eigenen Gemeinde (Hampl et al. 2023).

In diesem Kontext gewinnen PV-Speichersysteme zunehmend an Bedeutung. Dies zeigt der Umstand, dass bereits 70 % der EigenheimbesitzerInnen, die eine PV-Anlage planten, auch über den Kauf eines Stromspeichers nachdachten (42 %) bzw. sich bereits dafür entschieden hatten (28 %).

Darüber hinaus waren im Jahr 2022 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 2022 wurden in Österreich 15.354 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 206.114 kWh mit Hilfe einer Förderung errichtet.

Neben den geförderten PV-Speichersystemen wurden in Österreich auch im Jahr 2022 PV-Speichersysteme ohne Förderung errichtet, da unter anderem Förderungen 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 2022 mittels Befragung österreichischer PV-Planer und Errichter (n=12) ermittelt und anhand der 2022 geförderten PV-Speichersysteme hochgerechnet. Basierend auf dieser Hochrechnung wurden in Österreich im Jahr 2022 1.757 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 23.591 kWh ohne Förderung errichtet.

In Summe ergibt sich damit im Jahr 2022 ein Zubau von 17.111 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 229.705 kWh. Verglichen mit den Verkaufszahlen des Jahres 2021 ist die neu installierte Speichernutzkapazität der 2022 in Österreich neu installierten PV-Speichersysteme deutlich von 131.129 kWh auf 229.705 kWh gestiegen (+75,2 %). 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 2022

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
2022	15.354	1.757	17.111	206.114	23.591	229.705
Veränderung 2021/2022	+ 140,8 %	-26,2 %	+ 95,5 %	+ 115,9 %	- 33,8 %	+ 75,2 %

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

Wie in **Abbildung 70** ersichtlich wurden 89,73 % mit einer Förderung und 10,27 % 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).

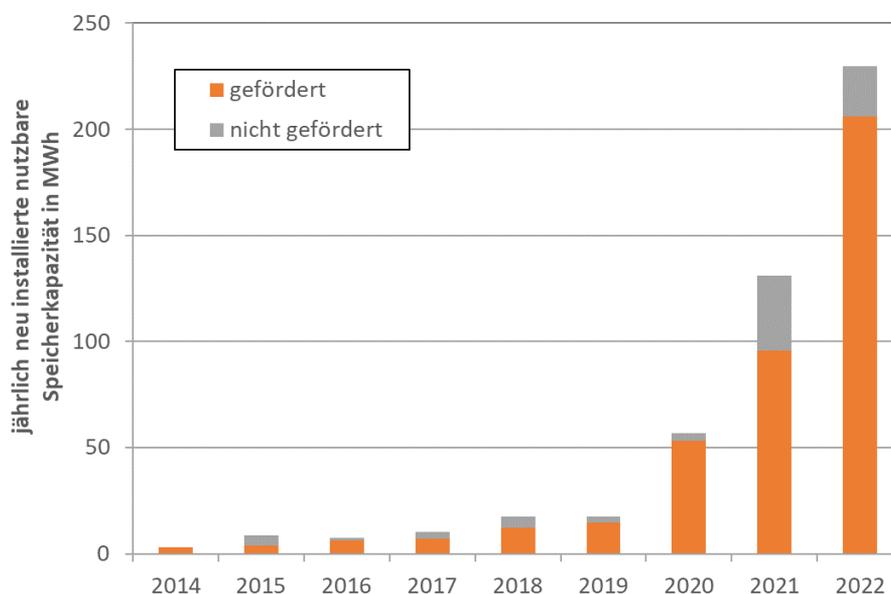


Abbildung 70 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2022 in Österreich geförderte und nicht geförderten Systeme.

Quelle: Technikum Wien (2023)

Von den im Jahr 2022 neu installierten Stromspeichern wurden ca. 84 % gemeinsam mit einer PV Anlage errichtet, der Rest (ca. 16 %) 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 2021 sowie der im Jahr 2022 neu installierten Anlagen. Wie in **Tabelle 40** ersichtlich waren damit Ende 2022 37.130 PV Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 481.428 kWh in Betrieb. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Anstieg um etwa 91,3 % (2021: 251.723 kWh).

Tabelle 40 – Anzahl und nutzbare Speicherkapazität von PV-Speichersystemen in Stück Anlagen und kWh von 2014 bis 2022 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
2022	30.791	6.339	37.130	401.710	79.717	481.428
Veränderung 2021/2022	+ 99,5 %	+ 38,4 %	85,5 %	+ 105,4 %	+ 42,0 %	+ 91,3 %

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

8.2.4 Entwicklung der Einkaufs- und Systempreise

Abbildung 71 und **Abbildung 72** zeigen die Entwicklung der Einkaufs- und Verkaufspreise für Batteriespeichersysteme österreichischer PV-Planer und Errichter sowie deren Bandbreite von 2015 bis 2022. Bei der Berechnung des Mittelwertes wurde jeweils die installierte Speicherkapazität der Anlagenplaner und -errichter mitberücksichtigt (gewichteter Mittelwert).

Einkaufspreise: **Abbildung 71** 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. Dieser Trend setzte sich auch im Jahr 2022 fort: Der durchschnittliche Einkaufspreis betrug 705 Euro/kWh_{nutz} (+15,5 % im Vergleich zum Vorjahr bzw. +2,4 % im Vergleich zu 2019).

Systempreise: **Abbildung 72** 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 %. Während sich in den Vorjahren stets ein ähnliches Bild wie bei den Einkaufspreisen zeigte, verlief die Entwicklung im Jahr 2022 konträr: So wurde für das Jahr 2022 für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme ein Preis von rund 986 Euro pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl.

MwSt. erhoben, was einen Rückgang von rund 4,3 % im Vergleich zu 2021 (1.030 Euro/kWh_{nutz}) bedeutet, wie in **Abbildung 72** ersichtlich.

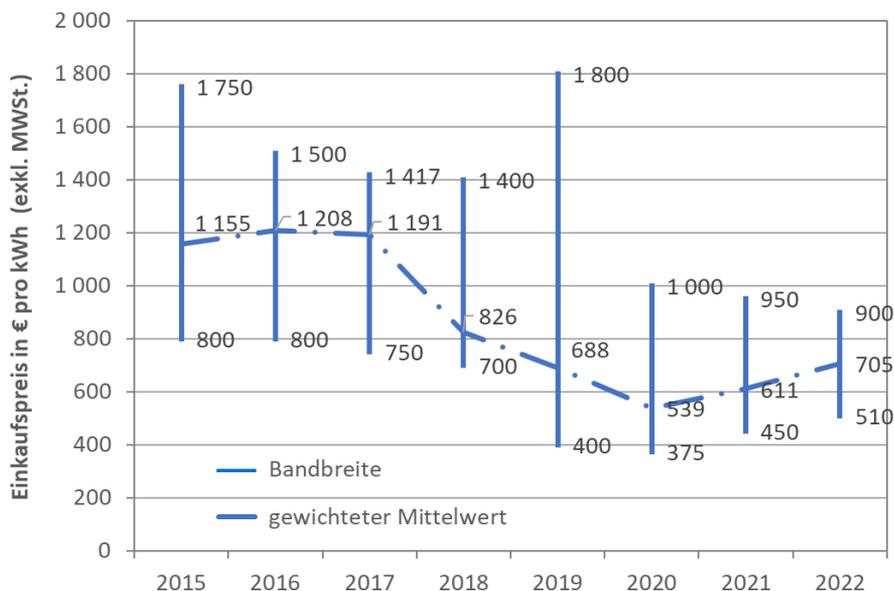


Abbildung 71 – Entwicklung der Einkaufspreise für PV-Speichersysteme in Österreich (Mittelwert und Bandbreite) exkl. MwSt. pro kWh nutzbare Speicherkapazität. Anzahl der Nennungen: 2015: n=7, 2016: n=10, 2017: n=15, 2018: n=9, 2019: n=15, 2020: n = 14, 2021: n = 10, 2022: n = 8. Quelle: Technikum Wien (2023)

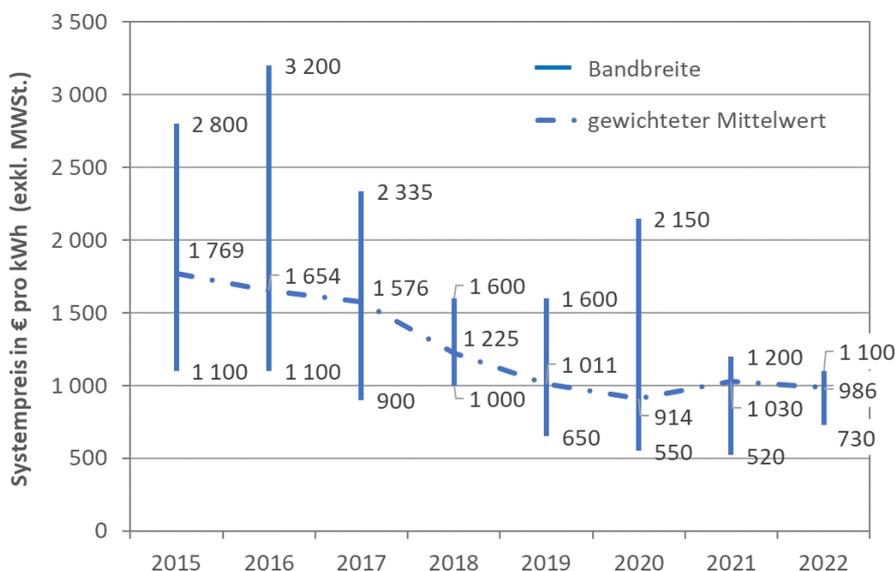


Abbildung 72 – Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich (Mittelwert und Bandbreite) exkl. MwSt. pro kWh nutzbare Speicherkapazität. Anzahl der Nennungen: 2015: n=9, 2016: n=20, 2017: n=17, 2018: n=10, 2019: n=15, 2020: n = 17, 2021: n = 16, 2022: n = 8. Quelle: Technikum Wien (2023)

8.2.5 Förderinstrumente

Wie in den Vorjahren waren auch im Jahr 2022 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 2022. 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)
- EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)

In Summe konnten im Jahr 2022 in Österreich 15.354 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 206.114 kWh mit Unterstützung der verfügbaren Förderungen errichtet werden.

Tabelle 41 – Investitionsförderung des Bundes und der Länder 2021 und 2022
Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, Landesförderstellen, Statistik Austria (2023a) und Berechnung/Erhebung Technikum Wien (2023)

Bundesländer		BGLD	K	NÖ	OÖ	S	STMK	T	VBG	W	Summe	Gesamte installierte Kapazität kWh	
Ohne Förderung installierte Kapazität	kWh											23.591	229.705
Investitionsförderung gesamt 2022	kWh	2.920	32.944	40.381	63.916	8.432	45.668	4.179	3.014	4.660	206.114		
Anteil an der gesamten geförderten Kapazität 2022	%	1%	16%	20%	31%	4%	22%	2%	1%	2%			
Wh/Kopf 2022		9,7	57,9	23,5	42,0	14,8	36,1	5,4	7,4	2,4			
Investitionsförderung gesamt 2021	kWh	2.029	15.108	19.345	23.335	1.120	25.291	3.310	2.654	3.295	95.487		
Investitionsförderung gesamt: Veränderung in kWh zwischen 21/22		69,5%	45,9%	47,9%	36,5%	13,3%	55,4%	79,2%	88,1%	70,7%			
Investitionsförderung OeMAG EAG 2022	kWh	2.101	12.276	28.764	45.047	2.741	33.086	2.409	2.286	812	129.524		
Investitionsförderung OeMAG ÖSG 2022	kWh	171	115	3.709	5.141	186	2.943	434	331	122	13.153		
Investitionsförderung KLIEN 2022	kWh	648	1.575	7.908	13.728	716	9.638	1.239	397	189	36.038		
Investitionsförderung der Länder 2022	kWh	0	18.978	0	0	4.789	0	97	0	3.536	27.400		

Abbildung 73 zeigt die jährlich neu installierte Speicherkapazität der geförderten PV-Speichersysteme je Bundesland für die Jahre 2014 bis 2022. Dabei wurden nicht nur die Investitionsförderungen der Bundesländer, sondern auch die verfügbaren Bundesförderungen berücksichtigt. Mit 4.320 geförderten PV-Speichersystemen mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 63.916 kWh liegt Oberösterreich an der Spitze, gefolgt von der Steiermark (3.275 Speicher, 45.668 kWh), Niederösterreich (2.752 Speicher, 40.381 kWh), Kärnten (3.023 Speicher, 32.944 kWh), Salzburg (809 Speicher, 8.432 kWh), Wien (440

Speicher, 4.660 kWh), Tirol (291 Speicher, 4.179 kWh), Vorarlberg (191 Speicher, 3.014 kWh) und dem Burgenland (253 Speicher, 2.920 kWh).

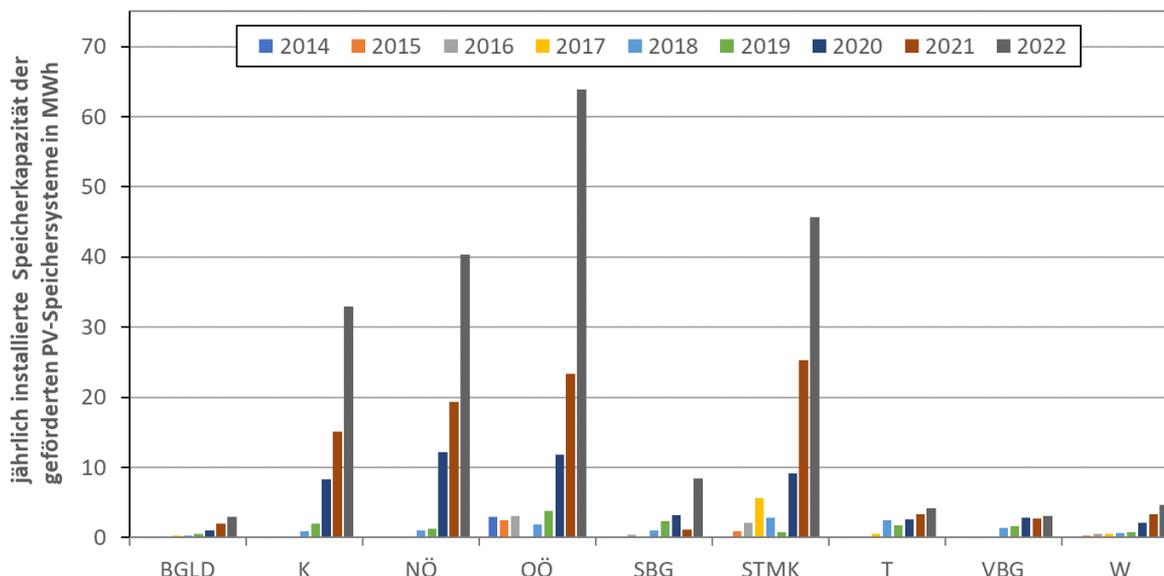


Abbildung 73 – Geförderte PV-Speichersysteme je Bundesland
 Jährlich neu installierte Speicherkapazität der im Rahmen der verfügbaren Förderprogramme errichteten PV-Speichersysteme für die Jahre 2014 bis 2022.
 Quelle: Technikum Wien (2023)

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 2022 in mehreren Bundesländern Investitionsförderungen für Stromspeichersysteme verfügbar. So konnten beim Kauf eines PV-Speichersystems in den Bundesländern Kärnten, Salzburg, Tirol und Wien länderspezifische Investitionsförderungen in Anspruch genommen werden.

Tabelle 42 – Anzahl der geförderten PV-Speichersysteme in den Bundesländern von 2014 bis 2022. Quellen: Landesförderstellen und Berechnungen Technikum Wien (2023)

Jahr	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
2022	0	1.678	0	0	389	0	11	0	331	2.409
Gesamt	365	3.690	0	1.454	1.120	1.294	705	215	964	9.807

Tabelle 43 – Geförderte Speicherkapazität in kWh nutzbare Speicherkapazität in den Bundesländern von 2014 bis 2022.

Quellen: Landesförderstellen und Berechnungen Technikum Wien (2023)

Jahr	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
2022	0	18.978	0	0	4.789	0	97	0	3.536	27.400
Gesamt	1.706	40.897	0	11.732	11.669	11.579	4.709	2.042	10.031	94.365

Tabelle 42 und **Tabelle 43** zeigen Anzahl und Speicherkapazität der im Rahmen der Investitionsförderung der Bundesländer geförderten PV-Speichersysteme von 2014 bis 2022. In Summe wurden im Jahr 2022 2.409 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 27.400 kWh gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Zuwachs der geförderten Speicherkapazität von 27,8 % (2021: 21.445 kWh).

Details zum EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher

Mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) wurden neue Förderungen für die Neuerrichtung und Erweiterung von Photovoltaikanlagen und die damit verbundene Neuerrichtung von Stromspeichern eingeführt. Stromspeicher wurden nur dann gefördert, wenn diese im Zuge der Neuerrichtung einer PV Anlage errichtet wurde. Die Förderfähigkeit eines Stromspeichers war daher an den Antrag für eine Photovoltaikanlage gebunden. Nachrüstungen oder Erweiterungen von Stromspeichern bei bestehenden PV Anlagen wurden nicht gefördert.

Gefördert wurden maximal 50 kWh Nettokapazität, die Errichtung größerer Stromspeicher war jedoch möglich. Weiters musste die eingereichte (nutzbare) Speicherkapazität mind. 0,5 kWh pro kW_{peak} installierter PV-Engpassleistung betragen. Die Förderhöhe betrug 200 Euro/kWh nutzbare Speicherkapazität.

Tabelle 44 – Details zum EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der geförderten PV Anlagen für 2022.

Quellen: OeMAG (2023) und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	2022
Anzahl geförderter Stromspeicher	10.206
Geförderte Speicherkapazität in kWh	129.524
Fördersumme / Auszahlungsbetrag in Euro	6.649.719

Tabelle 44 zeigt Anzahl, Leistung sowie Fördersumme der im Rahmen des EAG Investitionszuschusses geförderten Stromspeicher im Jahr 2022. In Summe wurden im Jahr 2022 10.206 Anlagen mit einer Leistung von 129.524 kW_{peak} gefördert.

Anmerkung: Da zum Stichtag der Datenerhebung noch nicht alle Daten für die im Jahr 2022 geförderten und endabgerechneten Stromspeicher vorliegen, wurden die geförderte Speicherkapazität sowie die Fördersumme aufgrund der bereits vorliegenden Daten hochgerechnet. Etwaige Fehler durch die Hochrechnung werden im Folgejahr korrigiert.

Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012

Seit dem Jahr 2018 gab es alternativ zur Tarifförderung auch die Möglichkeit eine Investitionsförderung gemäß §27a für Photovoltaikanlagen und Stromspeicher zu beantragen (Bundesgesetzblatt 2017). Diese Förderung wurde im Jahr 2022 vom „EAG Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher“ abgelöst. Jedoch konnten Stromspeicher, die bereits im Vorjahr eine Förderzusage erhalten haben, im Jahr 2022 umgesetzt werden und sind somit in der Statistik im Datenjahr 2022 erfasst.

Tabelle 45 zeigt Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der im Rahmen der Investitionsförderung gemäß §27a geförderten PV-Speichersysteme von 2018 bis 2021. In Summe wurden im Jahr 2022 759 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 13.153 kWh gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Rückgang der geförderten Speicherkapazität von 74,5 % (2021: 51.525 kWh).

Tabelle 45 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012

Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der geförderten PV-Speichersysteme für 2019 bis 2022. Quellen: OeMAG und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	2019	2020	2021	2022	Veränderung 2021/2022
Anzahl geförderter PV-Speichersysteme	330	2.480	3.373	759	- 77,5 %
Geförderte nutzbare Speicherkapazität in kWh	4.032	32.961	51.525	13.153	- 74,5 %
Fördersumme in Euro	2.806.857	7.257.700	10.563.379	2.284.851	- 78,4 %

Details zur Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds

Ergänzt wird das bundesweite Förderangebot für Speichersysteme durch die Förderprogramme „Klima und Energie Modellregionen“ und „Stromspeicher-Anlagen“. Im Programm „Stromspeicher-Anlagen“ wurden ausschließlich neu installierte Stromspeicheranlagen sowie die Erweiterung von bestehenden Stromspeicheranlagen bis zu einer nutzbaren Speicherkapazität von 50 kWh gefördert, die zur Speicherung von Strom aus bereits bestehenden Stromerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Quellen dienen. Die Mindestgröße betrug 4 kWh nutzbare Stromspeicherkapazität sowie mindestens 0,5 kWh nutzbare Speicherkapazität pro kW_{peak} installierter PV-Leistung. Die Förderpauschale betrug 200 Euro/kWh nutzbarer Speicherkapazität, maximal jedoch 35 % der anerkekbaren Investitionskosten. Das Budget für 2022 betrug 15 Mio. Euro (Klima und Energiefonds 2022b).

Im Programm „Klima und Energie-Modellregionen“ wurden 2022 neu installierte, stationäre Stromerzeugungsanlagen im Netzparallelbetrieb mit Stromspeicher und

Notstromfunktionalität sowie die Nachrüstung von Stromspeichern für bestehende erneuerbare Stromerzeugungsanlagen gefördert (Klima und Energiefonds 2021b). Jedenfalls musste ein System errichtet werden, das die Versorgung von krisenrelevanter Infrastruktur (erneuerbare Stromerzeugung + Speicherung + Notfallresilienzmanagement) gewährleistet. Die maximal geförderte nutzbare Speicherkapazität war abhängig von der Größe der Erzeugungsanlage, wobei bis zu einer spezifischen Speicherkapazität von 3 kWh/kWp gefördert wurde. Bleispeicher waren nicht förderbar. Der Fördersatz betrug 35 % der Mehrinvestitionskosten.

Darüber hinaus wurden im Datenjahr 2022 PV-Speichersysteme berücksichtigt, die bereits 2021 eine Förderzusage im Förderprogramm „Photovoltaik- und Speicheranlagen in der Land- und Forstwirtschaft“ erhalten hatten und im Jahr 2022 errichtet wurden. Neue Projekte konnten hier im Jahr 2022 nicht mehr eingereicht werden (Klima und Energiefonds 2021a).

Tabelle 46 und **Tabelle 47** zeigen Anzahl und Speicherkapazität der im Rahmen der Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds geförderten PV-Speichersysteme des Jahres 2022 in den Bundesländern. Zählkriterium für alle Angaben ist das Datum der Endabrechnung.

**Tabelle 46 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:
Anzahl je Bundesland in den Jahren 2020 bis 2022.**

Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2019, 2020, 2021 und 2022, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	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
2022	38	102	430	754	44	537	44	21	10	1.980
Summe	55	238	900	1.224	66	1.019	96	32	10	3.640

**Tabelle 47 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher:
nutzbare Speicherkapazität je Bundesland in den Jahren 2020 bis 2022.**

Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2019, 2020, 2021 und 2022, KPC GmbH und Berechnungen Technikum Wien (2023)

	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
2022	648	1.575	7.908	13.728	716	9.638	1.239	397	189	36.038
Summe	1.013	4.499	16.353	23.098	1.363	17.311	2.253	588	189	66.669

Deutlich zu erkennen ist, dass im Jahr 2022 die meisten Antragsteller aus den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark kamen. In Summe wurden im Jahr 2022 1.980 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 36.038 kWh gefördert.

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 einzelnen Demonstrationsanlagen sowie Forschungsprojekten bzw. 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.⁸ 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 kommerzielle Großspeicher außerhalb von Forschungsprojekten errichtet. Beispielhaft erwähnt seien hier die „BlueBattery“ sowie der Stromspeicher in der IKEA Filiale am Wiener Westbahnhof, die in den letzten Jahren realisiert wurden. Die 2020 beim Donaukraftwerk Wallsee-Mitterkirchen von der Verbund AG installierte „BlueBattery“ ist mit einer Kapazität von 14,2 MWh und einer Leistung von 8 MW aktuell der größte Batteriespeicher in Österreich wird zur Netzstützung durch die Lieferung von Primärregelenergie eingesetzt.⁹ Der aktuell größte inhouse-Batteriespeicher in Europa wurde 2021 in der IKEA-Filiale am Wiener Westbahnhof installiert. Der mit einer Kapazität von 1.042 kWh und einer Leistung von 880 kW wird unter anderem zur Netzstützung durch die Lieferung von Primärregelenergie eingesetzt¹⁰.

⁸ Nähere Informationen zum Projekt SEKOHS: <https://greenenergylab.at/projects/sekohs-theiss-demo/>

⁹ Nähere Informationen zur BlueBattery: <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/news-presse/presse/2020/09/17/blue-battery-eroeffnung>

¹⁰ 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 Technische Systemeigenschaften der geförderten PV-Speichersysteme

8.4.1 Durchschnittliche Speicherkapazität

Für das Jahr 2022 wurde eine durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität von ca. 13,4 kWh pro Stromspeicher erhoben, was einen Rückgang von 10,4 % im Vergleich zum Jahr 2021 (15 kWh) bedeutet. Damit setzt sich der Trend der letzten Jahre zu größeren Batteriekapazitäten im Jahr 2022 nicht fort, wie in **Abbildung 74** ersichtlich.

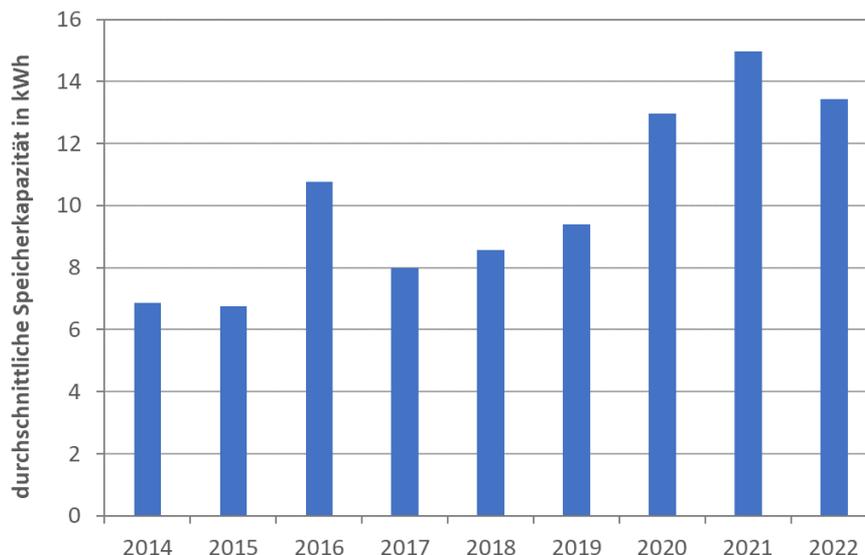


Abbildung 74 – Entwicklung der durchschnittlichen Speichernutzkapazität in kWh der in den Jahren 2014 bis 2022 in Österreich neu installierten, geförderten PV-Speichersysteme. Quelle: Technikum Wien (2023)

8.4.2 Batterietechnologie

In **Abbildung 75** werden die ermittelten Anteile der unterschiedlichen installierten Batteriespeichertechnologien von 2016 bis 2022 dargestellt. Nicht nur im Jahr 2022, 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.

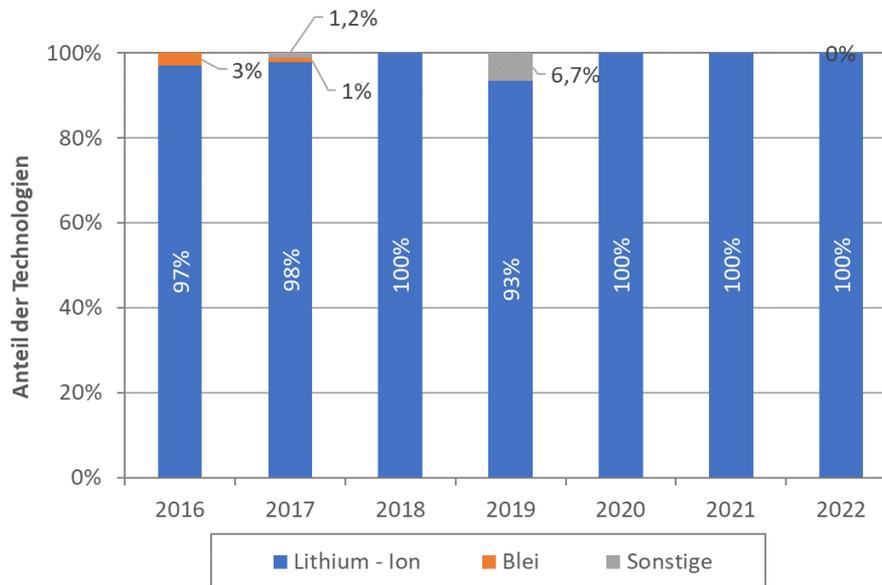


Abbildung 75 – Installierte Speichersysteme nach Technologie von 2016 bis 2022
 2015 keine Erhebung, Anzahl der Nennungen: 2016: n=16, 2017: n=19, 2018: n=12, 2019:
 n=19, 2020: n = 17, 2021: n = 18, 2022: n = 12. Quelle: Technikum Wien (2023)

8.4.3 Art der Speicherinstallation und Systemdesign

Abbildung 76 gibt einen Überblick über die Art der Speicherinstallation und das Systemdesign der installierten PV-Speichersysteme der Jahre 2016 bis 2022. In Blau ist dabei der Anteil an gleichspannungs- (DC) bzw. wechelspannungsseitig (AC) gekoppelten Speichersystemen dargestellt. Im Vergleich zum Vorjahr (2021: ca. 94 %) ging der Anteil an DC-gekoppelten Systemen im Jahr 2022 etwas zurück (ca. 84 %), überwiegt aber weiterhin deutlich den Anteil der AC-gekoppelten Systeme (ca. 16 %).

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Art der Speicherinstallation (in Grün), wo 2022 ca. 84 % der installierten PV-Speichersysteme gemeinsam mit einer PV-Anlage installiert wurden. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen deutlichen Anstieg (2021: 63 %) der gemeinsam mit einer PV-Anlage installierten Speichersysteme. Mit ein Grund dafür sind die Rahmenbedingungen der im Jahr 2022 verfügbaren Förderungen, die in vielen Fällen auf die gemeinsame Errichtung von PV-Anlage und Speichersystem abzielen und Nachrüstungen nicht fördern.

Der Vergleich der beiden Kennzahlen legt dabei den Schluss nahe, dass bei neuinstallierten Komplettsystemen (PV und Speicher werden gleichzeitig installiert) auch im Jahr 2022 nahezu ausschließlich DC-gekoppelte Systeme zum Einsatz kamen, während bei nachträglich installierten PV-Speichersystemen weiterhin primär AC-gekoppelte Systeme eingesetzt wurden.

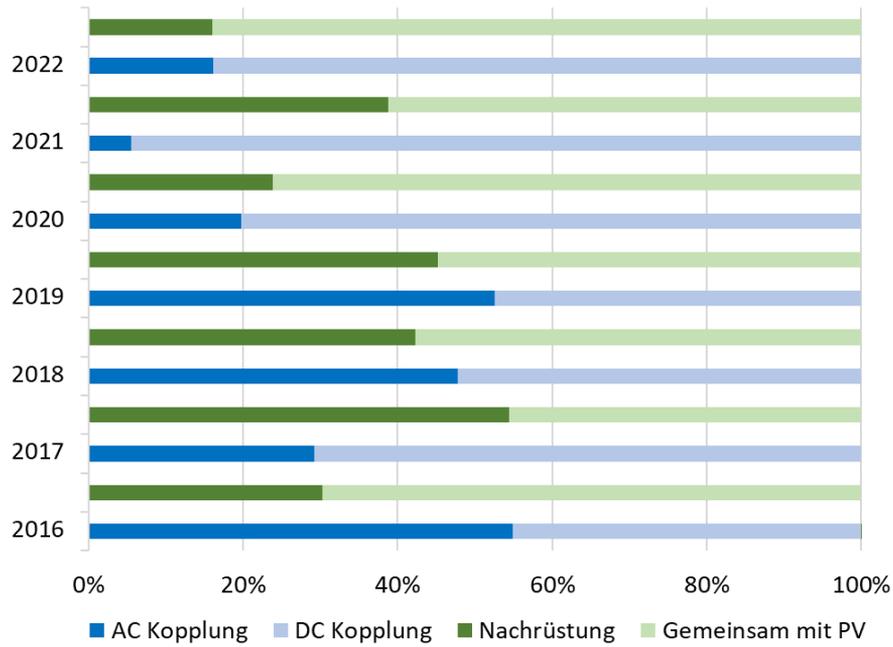


Abbildung 76 – Installationstyp und Systemdesign der PV-Speichersysteme
Anteile an den jeweils in den Jahren 2016 bis 2022 installierten PV-Speichersysteme.
Anzahl der Nennungen: 2016: n=16, 2017: n=19, 2018: n=12, 2019: n=19, 2020: n = 17, 2021:
n = 18, 2022: n = 11. Quelle: Technikum Wien (2023)

8.5 Dokumentation der Datenquellen

In diesem Kapitel werden die Firmen, welche aufgrund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung der Speicher-Marktstatistik 2022 berücksichtigt werden konnten, aufgelistet. Im Erhebungsjahr 2022 wurden insgesamt ca. 200 Firmen und Institutionen befragt, wobei die Rücklaufquote bei etwa 12 % lag.

23 Firmen und Institutionen, die im Folgenden aufgelistet werden, konnten auf Grund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des Marktberichts für 2022 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 Kärntner Landesregierung
- Amt der NÖ Landesregierung
- Amt der Tiroler Landesregierung
- Amt der Vorarlberger Landesregierung
- E.S.V. R.STORCH eu
- e.denzel GmbH
- Elektro Papst GmbH
- Energie Agentur Steiermark GmbH
- Fortuna Solar eG
- Greenlemon gmbh
- Kiendler GmbH
- Klima- und Energiefonds
- Kommunalkredit Public Consulting GmbH
- Land Salzburg - Referat Energiewirtschaft und -beratung
- MA20 der Stadt Wien
- Nikko Photovoltaik GmbH
- OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
- OÖ Energiesparverband
- RWA Raiffeisen Ware Austria AG
- Stadtwerke Kapfenberg GmbH
- sun.e-solution GmbH
- VERBUND Energy4Business GmbH
- Holz die Sonne ins Haus Photovoltaik und Nahwärme 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 3.200 m² und einer Kühlleistung von 600 kW errichtet.

Trotz der hohen Potenzialeinschätzungen in diversen österreichischen und europäischen Studien ist das Marktvolumen für Neuinstallationen in Österreich nun seit 13 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 Einsatz der thermischen Solarenergie im Bereich der gewerblichen und industriellen Anwendung sowie bei Fernwärmeanlagen konnte die Markteinbrüche im Wohnbaubereich nicht kompensieren.

Aufgrund dieser Entwicklungen und gleichzeitig vorliegender unvorteilhafter Bundesförderungen im Kleinanlagenbereich, musste im Jahr 2022 wieder ein Marktrückgang von 16 % verzeichnet werden. Im Jahr 2022 wurde eine Leistung von 41,4 MW_{th} entsprechend einer Kollektorfläche von 59.160 m² installiert. Damit ist der Markt von thermischen Solaranlagen in Österreich wieder auf dem Niveau von Ende der 1980er Jahre.

Bemerkenswert an der langjährigen Entwicklung ist, dass die Diversität der eingesetzten Kollektortypen 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 Kollektortypen spielten im Jahr 2022 kaum mehr eine Rolle, auch wenn die Installation von unverglasten Kollektoren in den letzten beiden Jahren wieder leicht angestiegen ist. Von der

gesamt installierten Kollektorfläche von 59.160 m² (41,4 MW_{th}) waren 96 % oder 56.830 m² (39,8 MW_{th}) verglaste Flachkollektoren, 660 m² (0,5 MW_{th}) Vakuumrohr-Kollektoren und 1.480 m² (1 MW_{th}) unverglaste Flachkollektoren. Der Anteil der Luftkollektoren beträgt 190 m² (0,1 MW_{th}).

Zusätzlich zu den oben genannten Kollektoren wurden in Österreich im Jahr 2022 insgesamt 1.003 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 77** dargestellt.

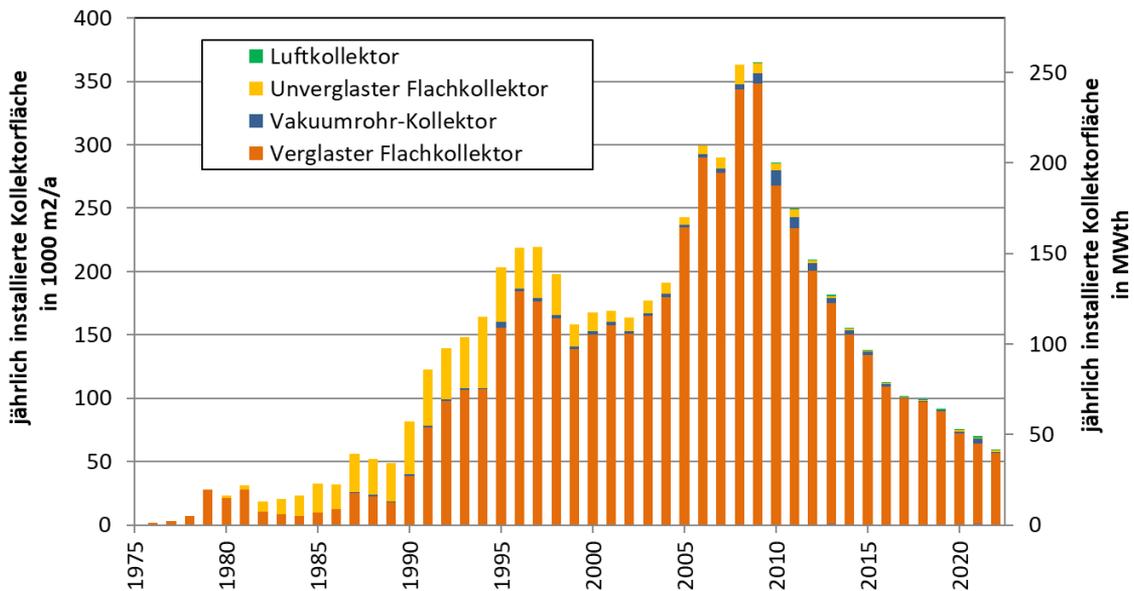


Abbildung 77 – Jährlich installierte Kollektorfläche und Leistung in Österreich von 1975 bis 2022 in m² und MW_{th} nach Kollektortyp.
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2023)

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 2022, nach Kollektortyp; grau hinterlegte Felder: nicht mehr in Betrieb.
Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2023)

Jährlich in Österreich installierte Kollektorfläche in m²					
Zeitraum 1975 - 2022					
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
2022	1.480	56.830	660	190	59.160
1975-2022	680.791	5.504.826	99.993	7.458	6.293.068
1998-2022	171.445	4.354.358	81.213	7.458	4.616.474

Tabelle 49 – Jährlich installierte Kollektorfläche in Österreich in MW_{th} von 1975 bis 2022, nach Kollektortyp; grau hinterlegte Felder: nicht mehr in Betrieb.
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2023)

Jährlich in Österreich installierte Sonnenkollektoren in MW _{th} Zeitraum 1975 - 2022					
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
2022	1,0	39,8	0,5	0,1	41,4
1975-2022	476	3.854	70	5	4.405
1998-2022	120	3.048	57	5	3.230

9.1.2 In Betrieb befindliche Anlagen

Im Jahr 2022 waren in Österreich 4.614.474 m² thermische Sonnenkollektoren in Betrieb, das entspricht einer Gesamtleistung von 3.230 MW_{th}. Davon sind 4.354.358 m² (3.048 MW_{th}) verglaste Flachkollektoren, 171.445 m² (120 MW_{th}) unverglaste Flachkollektoren, 81.213 m² (57 MW_{th}) Vakuumrohr-Kollektoren und 7.458 m² (5 MW_{th}) Luftkollektoren.

Im weltweiten Vergleich liegt Österreich damit unter den Top 10 Ländern. Bezogen auf die installierte verglaste Kollektorfläche liegt Österreich auf Platz 9, bezogen auf die installierte Kollektorfläche pro Einwohner auf Platz 4, siehe Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023).

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 78** veranschaulicht die Entwicklung der in Österreich jeweils in Betrieb befindlichen Kollektorfläche von 1998 bis 2022 unterteilt nach Kollektortypen.

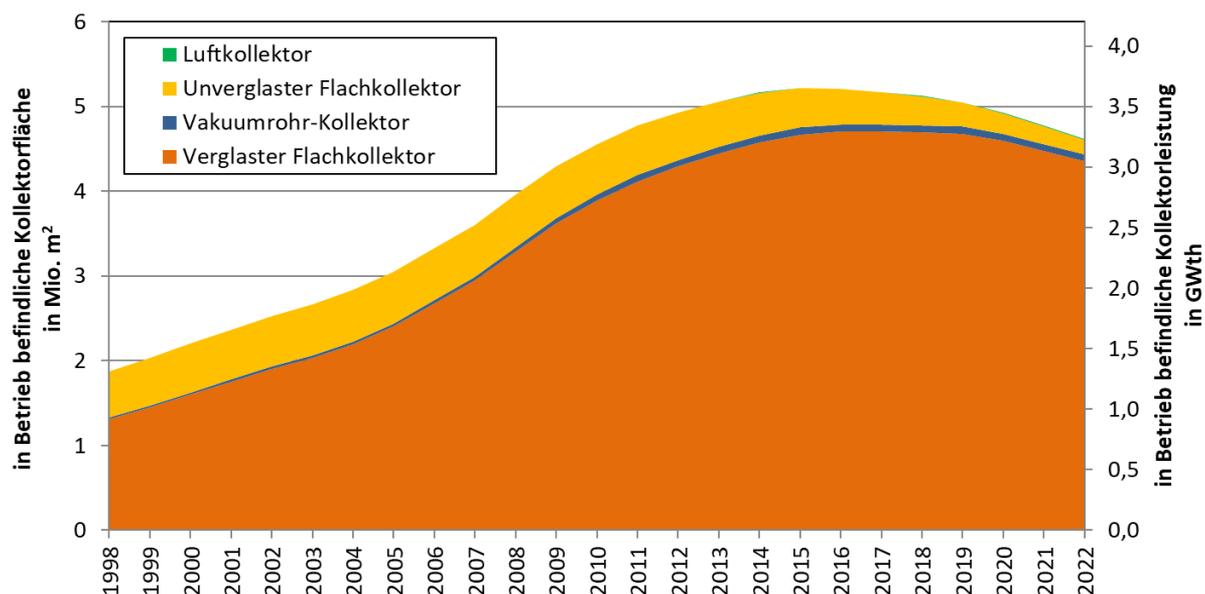


Abbildung 78 – In Betrieb befindliche thermische Kollektoren in Österreich
 Kollektorfläche bzw. installierte Leistung in den Jahren 1998 bis 2022.
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2023)

9.1.3 PVT-Kollektoren

Photovoltaisch-Thermische (PVT) Kollektoren, die in **Abbildung 78** nicht enthalten sind, wandeln Solarstrahlung sowohl in Solarwärme als auch in Solarstrom um und erreichen so pro Flächeneinheit einen höheren Energieertrag als die jeweiligen Einzeltechnologien (je eine halbe Flächeneinheit PV und Solarthermie) gemeinsam. 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 damit unterschiedliche Temperaturniveaus.

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

In Österreich hingegen wurden bisher nur wassergeführte unabgedeckte PVT-Kollektoren (hoher Stromertrag steht im Vordergrund) sowie wassergeführte abgedeckte PVT-Kollektoren (höheres Abwärmetemperaturniveau steht im Vordergrund) installiert. 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. Ein übliches Anwendungsgebiet ist in diesem Zusammenhang auch die sommerliche Regenerierung von Tiefensondensfeldern bzw. Flächenkollektoren unter Gebäuden.

Die Gesamtfläche aller bisher in Österreich installierten PVT-Kollektoren beläuft sich auf 3.968 m² mit einer thermischen Leistung von ca. 1.970 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 761 kW_{peak}.

Wie in **Tabelle 50** dargestellt, wurden im Jahr 2022 PVT-Kollektoren mit einer Gesamtfläche von 1.003 m² entsprechend einer thermischen Leistung von 473 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 236 kW_{peak} installiert. Diese teilen sich auf in 627 m² wassergeführte unabgedeckte PVT-Kollektoren und 376 m² wassergeführte abgedeckte PVT-Kollektoren.

Im Jahr 2022 wurden rund ein Viertel der insgesamt in Österreich installierten PVT-Kollektoren errichtet.

Tabelle 50 – Jährlich installierte PVT-Kollektorfläche in Österreich in m²
Quelle: AEE INTEC (2023)

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
2022	1.003	473	236
Gesamt	3.968	1.970	761

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 2022 neu installierten Solaranlagen nach unterschiedlichen Bereichen ist in **Abbildung 79** und **Abbildung 80** dargestellt. Wie schon oben angeführt, stellt der Einfamilienhausbereich den größten Markt dar. 71 % der Solaranlagen wurden im Einfamilienhausbereich installiert, 11 % im Mehrfamilienhausbereich. Jeweils 7 % der Kollektorfläche sind den Bereichen Gewerbe und Industrie sowie Hotel- und Freizeitbetriebe zuzuordnen. Auf solare Fernwärme entfielen im Jahr 2022 4 % der installierten Kollektorfläche.

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

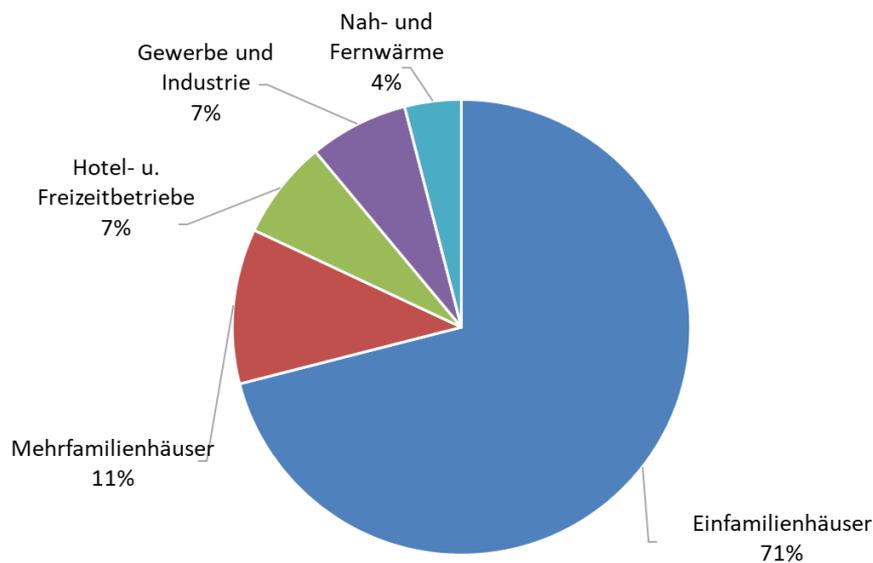


Abbildung 79 – Neu installierte thermische Solaranlagen 2022 nach Einsatzbereichen
 Quelle: AEE INTEC (2023)

Bemerkenswert ist die Entwicklung des Mehrfamilienhaussektors in den vergangenen fünf Jahren. Zwischen 2018 und 2020 wurden zwischen 38 % und 28 % der Kollektorfläche im Mehrfamilienhausbereich installiert. Im Jahr 2021 reduzierte sich der Anteil dieses Einsatzbereichs auf 18 % und im Jahr 2022 schließlich auf 11 %. Hier spiegeln sich einerseits das rückläufige Interesse von Wohnbauträgern durch die fehlenden oder unattraktiven Förderungen im Vergleich zur Photovoltaik sowie andererseits das fehlende Bewusstsein in Bezug auf Flächenverfügbarkeit und Technologieeffizienz wider.

Wie in **Abbildung 80** dargestellt, wurden 39 % der Solaranlagen als Maßnahme im Zuge eines Neubaus installiert. Im Rahmen einer Heizungssanierung im Altbau wurden 37 % der Solaranlagen errichtet und 24 % als Einzelmaßnahme im Altbau installiert.

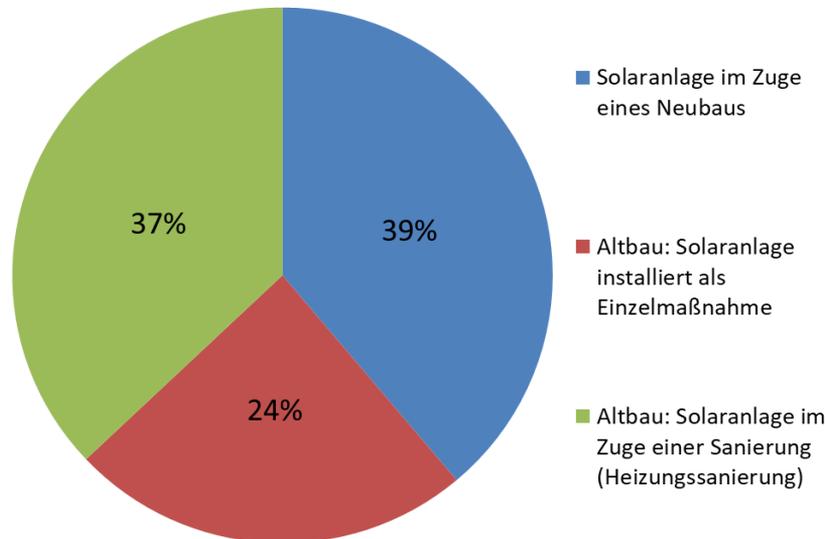


Abbildung 80 – Neu installierte thermische Solaranlagen 2022 nach Baumaßnahmen
 Quelle: AEE INTEC (2023)

Sieht man sich den Verlauf der letzten fünf Jahre an, dann wird deutlich, dass der Anteil der thermischen Solaranlagen, die im Rahmen einer Heizungssanierung errichtet wurden, wieder ansteigen. In den Jahren 2018 und 2019 wurden noch fast 40 % der Anlagen im Rahmen einer Heizungssanierung errichtet. Im Jahr 2020 wurde der bisherige Tiefststand mit 22 % erreicht und in den Jahren 2021 und 2022 erfolgte wieder ein Anstieg auf 28 % bzw. 37 %.

Die Hauptursache für den Anstieg liegt darin begründet, dass aufgrund des Wegfalls der Direktförderung für Private des Klima- und Energiefonds mit Ende März 2022 der Anteil der im Neubau errichteten Solaranlagen deutlich gesunken ist. Der Beitrag, der stattdessen im Zuge der Heizungstausch-Förderung des Bundes „Raus aus Öl“ gestarteten Förderung „Solarbonus“ für im Zuge von Heizungsumstellungen installierte Solaranlagen, konnte den Wegfall an Kollektorfläche im Neubau aber nicht kompensieren. Denn der Branche ist es mit rund 580 Anlagen und 6.500 m² Kollektorfläche, gefördert über den seit April 2022 verfügbaren Solarbonus, leider nicht gelungen die Dynamik der Förderaktion mit insgesamt über 40.000 Heizungsumstellungen für sich zu nutzen. Es wurde deutlich, dass in der aktuellen Förderungs-Ausgestaltung zum Heizungstausch leider der Anreiz für die Installation einer Solarthermieanlage fehlt. Denn der Solarbonus kann mit pauschal 1.500 Euro je Anlage die zusätzlich - zu den schon erheblichen Umstellungskosten für den Kesseltausch - entstehenden Investitionskosten für eine thermische Solaranlage nicht ausreichend attraktivieren.

Wie in **Abbildung 81** ersichtlich, entfiel im Jahr 2022 die Aufteilung der installierten Kollektorfläche zu 39 % auf Anlagen zur Warmwasserbereitung, zu 56 % auf Kombianlagen (Warmwasser und Heizungsunterstützung) 4 % auf Nah- und Fernwärmesysteme sowie 1 % auf industrielle Prozesswärme.

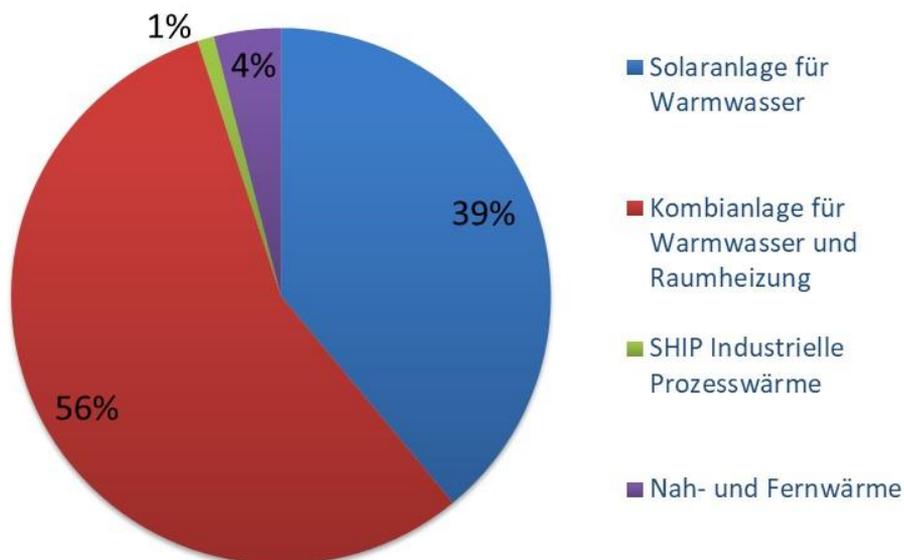


Abbildung 81 – Installierte Kollektorfläche 2022 nach Anwendungsbereichen
 Quelle: AEE INTEC (2023)

9.1.5 Bundesländerzuordnung

Die Zuordnung der im Jahr 2022 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 82** dargestellt.

Die im Jahr 2022 in Österreich installierten verglasten Kollektoren (Flach- und Vakuumrohr-Kollektoren) mit einer Gesamtfläche von 57.490 m² (40,3 MW_{th}) teilen sich auf die Bundesländer wie folgt auf: Oberösterreich 25 %, Steiermark 23 %, Tirol 18 %, Vorarlberg und Niederösterreich mit je 10 %, Kärnten 7 %, Salzburg und Wien mit je 3 % und Burgenland mit 1 %.

Luftkollektoren und unverglaste Kollektoren (Schwimmbadkollektoren) werden in der Bundesländerstatistik nicht berücksichtigt.

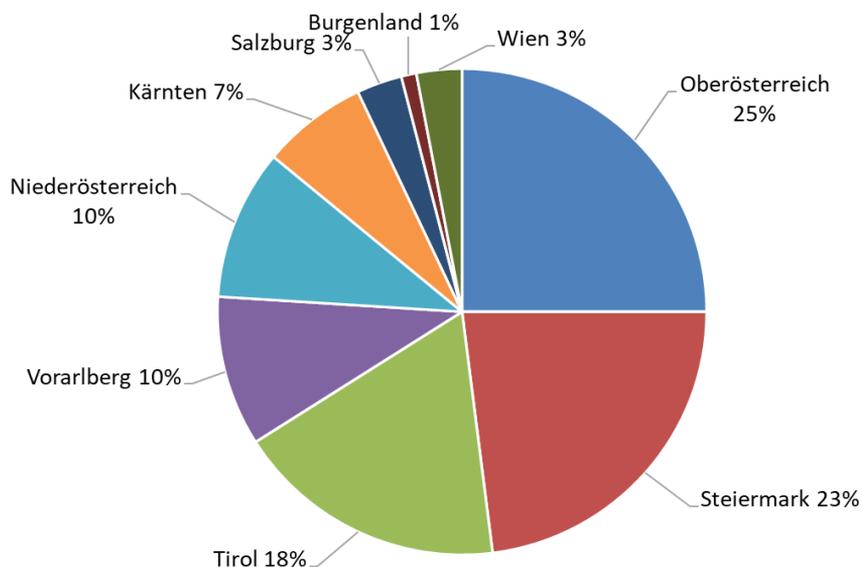
Tabelle 51 – Verglaste Kollektorfläche 2022 nach Bundesländern ohne unverglaste Kollektoren und Luftkollektoren. Quelle: AEE INTEC (2023)

2022	Verglaste Kollektoren	Bundesländeranteil
Oberösterreich	14.232	25 %
Steiermark	13.335	23 %
Vorarlberg	5.923	10 %
Niederösterreich	5.416	10 %
Tirol	10.422	18 %
Kärnten	3.808	7 %
Salzburg	1.875	3 %
Burgenland	810	1 %
Wien	1.669	3 %
Gesamt	57.490 m²	100 %

Auch wenn die gesamt installierte Kollektorfläche im Jahr 2022 rückläufig war, so sind doch sehr unterschiedliche Trends in den einzelnen Bundesländern zu erkennen.

Die Bundesländer Wien (+58 %) und Tirol (+11 %) konnten ihre Kollektorflächen im Vergleich zum Jahr 2021 zum Teil deutlich erhöhen.

Den größten Rückgang mit über 30 % verzeichneten Kärnten und das Burgenland. Alle anderen Bundesländer lagen beim Rückgang im Bundesdurchschnitt.



**Abbildung 82 – Installierte verglaste Kollektoren im Jahr 2022 nach Bundesländern
Flach- und Vakuumrohr-Kollektoren
Quelle: AEE INTEC (2023)**

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. 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 Förderungsinstrumente (Direktförderungen kombiniert mit fixen Einspeisevergütungen für Solarstrom) gesehen. Aber auch Änderungen in der Förderpolitik der Bundesländer für Solarthermie (z. B. keine Direktförderung des Bundeslandes Niederösterreich seit 2010 und des Bundeslandes Wien seit Ende 2021) bzw. Änderungen in den Baugesetzen

(Solarverpflichtungen im Neubau bei gleichzeitiger Entscheidungsfreiheit ob Solarthermie oder PV gewählt wird) haben trotz signifikanter Vorteile in der Flächeneffizienz dazu beigetragen, dass häufig die Photovoltaik der Solarthermie vorgezogen wird.

Derzeit sind die **Förderungen der Bundesländer** sehr unterschiedlich strukturiert. Diese reichen von Direktzuschüssen, die bis auf Niederösterreich und Wien in allen Bundesländern in unterschiedlichen Höhen gewährt werden, über Darlehen bis hin zu Annuitätenzuschüssen.

Die im Jahr 2022 von den Bundesländern ausbezahlten finanziellen Zuschüsse für thermische Solaranlagen sind in der **Tabelle 52** ersichtlich.

Tabelle 52 – Landesförderungen für solarthermische Anlagen 2022
Datenquelle: Erhebung AEE INTEC (2023)

Förderungen der Länder für Solaranlagen im Jahr 2022		
Bundesland	Euro	Form der Förderung
Wien	keine Angabe	Landesdarlehen im Zuge der Wohnbauförderung
Niederösterreich	1.982.975	Annuitätenzuschuss & Darlehen
Oberösterreich	615.000	Direktförderung & Geförderte Kredite
Salzburg	99.426	Direktzuschuss
Tirol	740.609	Einmalzuschuss & Annuitätenzuschuß
Vorarlberg	636.720	Direktzuschuss
Kärnten	286.214	Direktzuschuss & Darlehen
Steiermark	525.739	Direktzuschuss
Burgenland	24.598	Direktzuschuss ¹¹

Die Förderungen beziehen sich – je nach Bundesland – auf direkte Zuschüsse, auf begünstigte Darlehen im Rahmen der Wohnbauförderung sowie auf Annuitätenzuschüsse. Die 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 2022 ausbezahlten Beträge beziehen¹². D. h. diese Beträge müssen nicht mit der im Jahr 2022 errichteten Kollektorfläche übereinstimmen, da im Jahr 2022 teilweise Anlagen gefördert wurden, die schon im Jahr 2021 errichtet wurden.

Bundesförderungen

Die Abwicklung und Vergabe von Bundesförderungen für thermische Solaranlagen erfolgte über die Kommunalkredit Public Consulting (KPC).

Über die Förderschiene Umweltförderung im Inland wurden für Gewerbe- und Industriebetriebe sowie im Tourismusbereich im Jahr 2022 insgesamt 63 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von 2.144 m² mit einem Betrag von € 323.314,- gefördert.

Die für Gewerbe- und Industriebetriebe im Rahmen der Umweltförderung im Inland ausbezahlten Förderungen sind in **Tabelle 53** dargestellt.

¹¹ Burgenland: Nur Anlagen aus dem Burgenländischen Ökoenergiefonds

¹² Vom Land Salzburg wurden für 2022 hinsichtlich der über die Wohnbauförderung geförderten Anlagen bis zum Redaktionsschluss dieses Berichts keine Daten zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen des Förderprogramms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ des Klima- und Energiefonds wurden im Jahr 2022 Förderzusagen für eine Kollektorfläche von 8.396 m² und einem Förderbetrag von rund € 5,6 Mio. getätigt.

Für Private wurden im Jahr 2022 im Zuge des Förderprogramms des Klima- und Energiefonds (bis Ende März verfügbar) und des Heizkesseltauschprogramms „Raus aus Öl“ der Bundesregierung (ab April verfügbar) € 1.182.529,- an Fördermittel ausbezahlt und damit 11.657 m² Kollektorfläche gefördert.

Tabelle 53 – Umweltförderung der KPC im Gewerbe- und Industriebereich 2022

Datenquellen: KPC (2023), Erhebung AEE INTEC (2023)

Bundesland	Anzahl [-]	umweltrelevante Investitionskosten [€]	Förderung [€]	Kollektorfläche [m ²]
Burgenland				
Kärnten	8	128.527 €	27.860 €	195 m ²
Niederösterreich	3	23.596 €	6.515 €	44 m ²
Oberösterreich	8	172.897 €	45.610 €	318 m ²
Salzburg	3	74.895 €	13.950 €	93 m ²
Steiermark	14	422.155 €	91.665 €	562 m ²
Tirol	23	507.980 €	117.628 €	792 m ²
Vorarlberg	4	74.094 €	20.086 €	140 m ²
Wien				
Summe	63	1.404.144 €	323.314 €	2.144 m²

Nicht nur am Beispiel des österreichischen Solarthermiemarktes, sondern auch aus internationalen Erfahrungen wird deutlich, dass die energiepolitischen Rahmenbedingungen und die Ausgestaltung von Förderprogrammen erhebliche Auswirkungen auf die Nutzung der thermischen Solarenergie haben können.

9.1.7 Erfasste Solarthermiefirmen

Die im Folgenden angeführten 27 österreichischen Kollektorproduzenten und -vertriebsfirmen haben Daten bzw. Informationen für die Erstellung des Berichts „Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2022 - Berichtsteil Solarthermie“ zur Verfügung gestellt:

- AEPC GmbH
- CONA Entwicklungs- u. Handelsges.m.b.H.
- Einsiedler Solartechnik
- Frauenthal Handel
- Gasokol Austria GmbH
- GC Gruppe Österreich, Fachgroßhandel für Haustechnik
- GREENoneTEC Solarindustrie GmbH
- KWB – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH
- MSG – MySolar GmbH
- ökoTech Solarkollektoren GmbH
- RITTER XL Solar
- Savosolar GmbH
- SIKO SOLAR Vertriebs Ges.m.b.H.
- Solarfocus GmbH
- SOLARier Gesellschaft für erneuerbare Energie mbH
- Solator GmbH
- S.O.L.I.D. Solar Energy Systems GmbH
- Solkav GmbH
- Sonnenkraft GmbH
- SSP Products – Santer Solarprofi GesmbH
- SST Solar GmbH
- Strebelwerk GmbH
- Viessmann GmbH
- VÖK – Öst. Kesselhersteller
- Walter Bösch GmbH & Co KG
- Winkler Solar GmbH
- 3F SOLAR Technologies GmbH

9.2 Marktentwicklung weltweit

Die kumulierte solarthermische Leistung, die Ende 2022 weltweit in Betrieb war, betrug 540 GW_{th} (771 Millionen Quadratmeter). Der entsprechende jährliche solarthermische Energieertrag kann mit 440 TWh beziffert werden, siehe Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023).

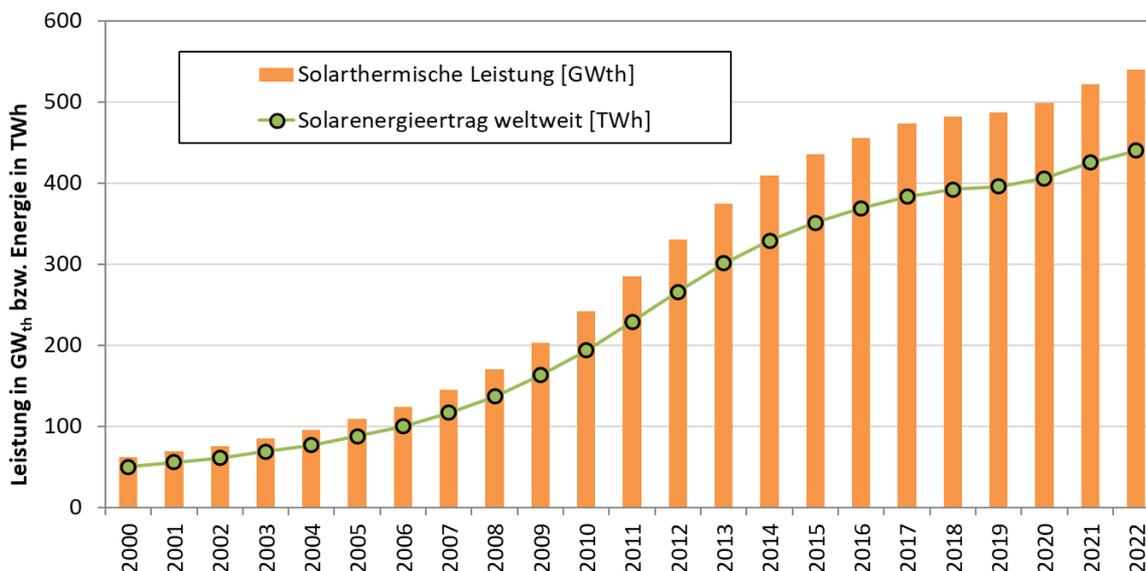


Abbildung 83 – Weltweit installierte Leistung und Energieerträge 2000-2022

Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023)

9.2.1 Entwicklungen im Jahr 2022

Mit Ausnahme einiger weniger Länder hat die Solarthermie seit mehreren Jahren weltweit sehr herausfordernde Zeiten durchgemacht. Dies spiegelte sich über Jahre in der Verringerung der jährlichen Zuwachsraten wider. Insbesondere wurde 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.

Im Jahr 2022 wurde eine Gesamtleistung von 23 GW_{th} oder 33 Millionen Quadratmeter Kollektorfläche installiert. Nach sieben Jahren mit jährlichen Rückgängen der installierten Kollektorfläche zwischen 2014 und 2019 und einem leichten Anstieg im Jahr 2021, ist im Jahr 2022 wieder ein Rückgang von 10,4 % zu verzeichnen. Obwohl in den meisten Wirtschaftsregionen seit 2021 ein Aufwärtstrend mit steigenden Absatzzahlen zu beobachten ist, wird dieser positive Trend von den beiden sehr großen Märkten in China und Indien überschattet. Die Marktrückgänge im Jahr 2022 sind in China durch die harten Abriegelungsmaßnahmen aufgrund der Covid 19-Pandemie und in Indien durch veränderte Förderungen und starke Konkurrenz durch die Photovoltaik begründet. Sehr erfreuliche Marktentwicklungen gab es hingegen in Italien mit einem Wachstum von 43 %, in Frankreich (29 %), Griechenland (17 %), Polen und Deutschland (11 %) und Zypern (5 %). Südafrika, der stärkste Solarthermiemarkt in Subsahara-Afrika, verzeichnete ebenfalls einen Anstieg von 9 %.

Gegenläufige Tendenzen gab es neben China und Indien auch in traditionell starken Ländern wie Dänemark (-67 %), Österreich (-16 %), Spanien (-4 %) und Brasilien (-2 %).

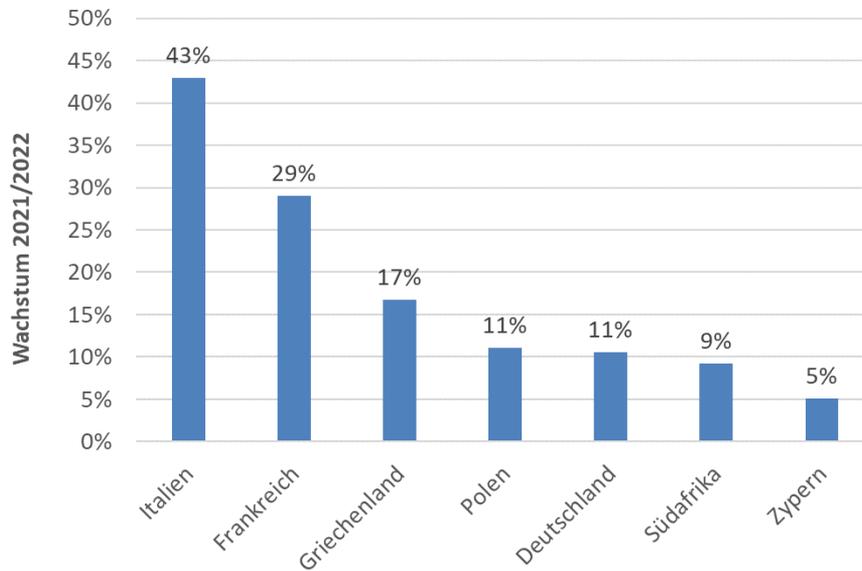


Abbildung 84 – Die Länder mit den größten Marktzuwächsen im Jahr 2022
 Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023)

9.2.2 Solare Fernwärme und Großanlagen für Mehrfamilienhäuser

Weltweit waren mit Ende des Jahres 2022 insgesamt 325 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von knapp über 2,56 Millionen Quadratmetern (1.795 MW_{th}) in Betrieb, die an Fern- oder Nahwärmesysteme angeschlossen sind. 63 % der Kollektorfläche bzw. 123 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. Diese Änderungen bedingten 2020 auch die Schließung des weltweit führenden Unternehmens im Bereich der solaren Fernwärme. Im Jahr 2020 kamen noch drei Anlagenerweiterungen und eine Neuanlage hinzu, in 2021 und 2022 wurde in Dänemark nur noch eine solare Fernwärmeanlage im Jahr neu installiert (8.013 m² und 2.664 m²).

Zwei Länder, die seit einigen Jahren stark auf solare Fernwärme setzen, sind China und Deutschland. In China sind 67 solare Fernwärmesysteme mit einer installierten Leistung von 400 MW_{th} in Betrieb und in Deutschland sind es 51 Anlagen mit 112,4 MW_{th}.

Im weltweiten Vergleich liegt Österreich an vierter Stelle mit bisher 20 installierten solaren Fernwärmesystemen und einer installierten Leistung von 34,1 MW_{th}. Davon wurde im Jahr 2022 eine Erweiterung des Projektes Graz Helios mit 1,5 MW_{th} (2.134 m²) in Betrieb genommen. Die Gesamtkollektorfläche dieses Fernwärmesystems beläuft sich nun auf etwa 6.100 m² (4,3 MW_{th}).

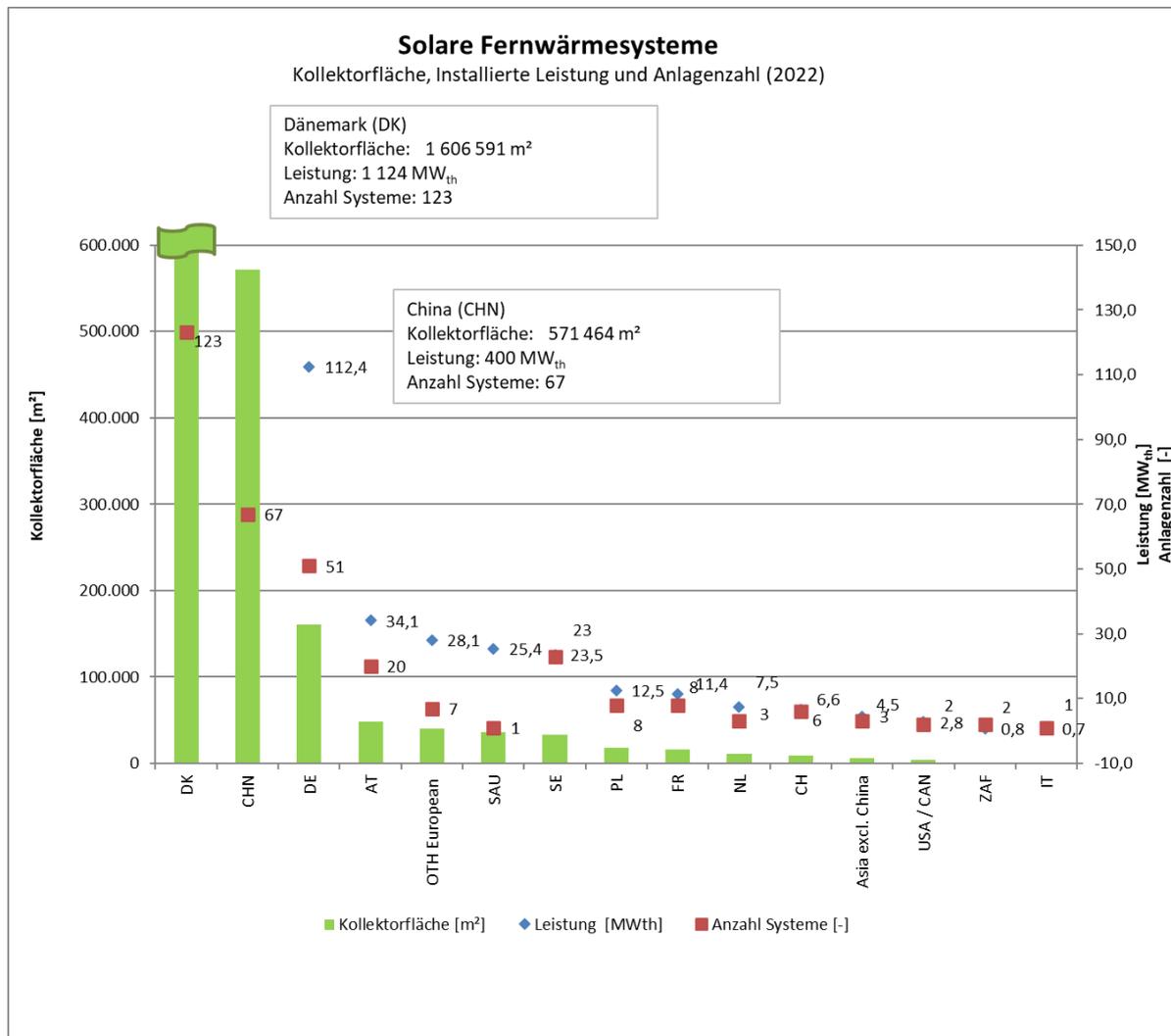


Abbildung 85 – Solare Fernwärmesysteme
Leistungen und Kollektorfläche installiert sowie Anzahl der Anlagen im Jahr 2022 (alle Anlagen größer 500 m² Kollektorfläche bzw. 0,35MW_{th}).
Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023)

Zusätzlich zu den solaren Fernwärmesystemen waren Ende 2022 weltweit rund 247 solarthermische Großanlagen (> 350 kW_{th}; 500 m²) dokumentiert, die Wohngebäude, Gewerbebetriebe oder öffentliche Gebäude mit Wärme versorgen. Die installierte Gesamtleistung dieser Systeme beträgt 430 MW_{th} (614.740 m²).

9.2.3 Solare Prozesswärme

Das weltweite Interesse an solarthermischen Anlagen zur Bereitstellung von Wärme für industrielle Prozesse (SHIP-Anlagen) ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Realisierte Projekte reichen von kleinen Demonstrationsanlagen bis zu sehr großen Systemen im 100 MW-Sektor. Die Anzahl der in Betrieb befindlichen SHIP-Anlagen betrug Ende 2022 1.089 Anlagen mit 1,22 Mio. m² Kollektorfläche und eine Leistung von 856 MW_{th}. Da eine Vielzahl dieser Anlagen unter 10 m² Kollektorfläche groß ist und auch die Datenherkunft (Kollektorfläche, Kollektortype, installierte Leistung, Art der Anwendung, etc.) bei einigen Anlagen unsicher ist, werden in nachfolgenden Aussagen und Grafiken nur Anlagen mit einer

Größe von mindestens 50 m² Kollektorfläche oder 35 kW_{th} basierend auf zuverlässiger Datenquelle berücksichtigt. Dies trifft auf 494 solare Prozesswärmesysteme zu, die gemeinsam eine Gesamtkollektorfläche von rund 1,07 Million m² (645 MW_{th}) ausmachen, siehe Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023).

Die folgende Abbildung zeigt die weltweit installierten und im Detail erfassten solaren Prozesswärmesysteme nach Ländern. Mexiko, Deutschland, Indien und China haben die meisten installierten Systeme, gefolgt von Österreich, das mit insgesamt 40 Anlagen vor Spanien und den USA an sehr guter 5. Stelle liegt.

Die weltweit größte solare Prozesswärmanlage Miraah im Oman verfügt über eine installierte Leistung von 300 MW_{th}. Der solar erzeugte Dampf wird bei dieser Anlage in einem Ölfeld zur Ölförderung verwendet.

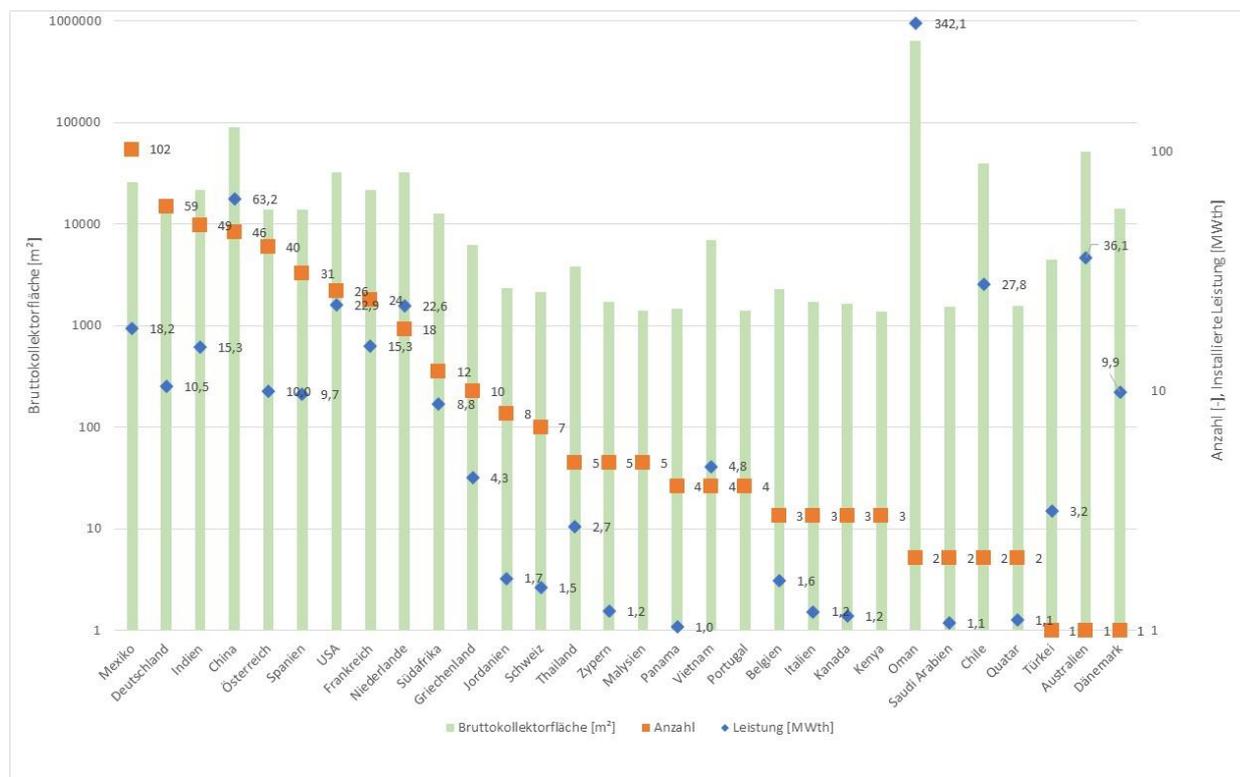


Abbildung 86 – Solare Prozesswärmanlagen weltweit im Jahr 2022 für Länder zu denen Detaildaten vorliegen. Quelle: Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023)

9.2.4 Weltweit führende Länder

Da dazu noch keine globalen Zahlen aus dem Jahr 2022 vorliegen, werden nachfolgend die Entwicklungen aus dem Jahr 2021 dargestellt.

Mit 381,6 GW_{th} war China 2021 führend in Bezug auf die kumulierte installierte Leistung von wassergeführten Kollektoren. Mit einer installierten Leistung von 18,9 GW_{th}, 18,2 GW_{th} bzw. 15,7 GW_{th} folgten die Türkei, USA und Deutschland. Österreich lag mit 3,3 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. (2023).

9.3 Produktion, Import und Export

9.3.1 Thermische Kollektoren

Wie aus **Abbildung 87** 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 2022 konnte wieder ein Zuwachs von 12 % zum Jahr 2021 in der Produktion verzeichnet werden. Die Inlandsproduktion im Jahr 2022 betrug 563.178 m² entsprechend einer Leistung von 394,2 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 2022 lag der Import bei 31.370 m². Hier muss aber angemerkt werden, dass rund 50 % der importierten Kollektoren wieder exportiert wurden.

Die Produktion, der Export und der Import von thermischen Sonnenkollektoren (alle Kollektortypen) in Österreich in den Jahren 2000 bis 2022 sind in **Abbildung 87** dargestellt.

Wie bei der Produktion, ist auch beim Export aufgrund der positiven Marktentwicklung in einigen Exportmärkten eine erfreuliche Entwicklung feststellbar. Im Jahr 2022 wurden 535.285 m² Kollektorfläche exportiert. Das ist eine Steigerung von 16 % bezogen auf das Jahr 2021. Bezieht man den Exportanteil der verglasten Flachkollektoren auf die Produktion, so entspricht dies einer Exportrate von 95 %.

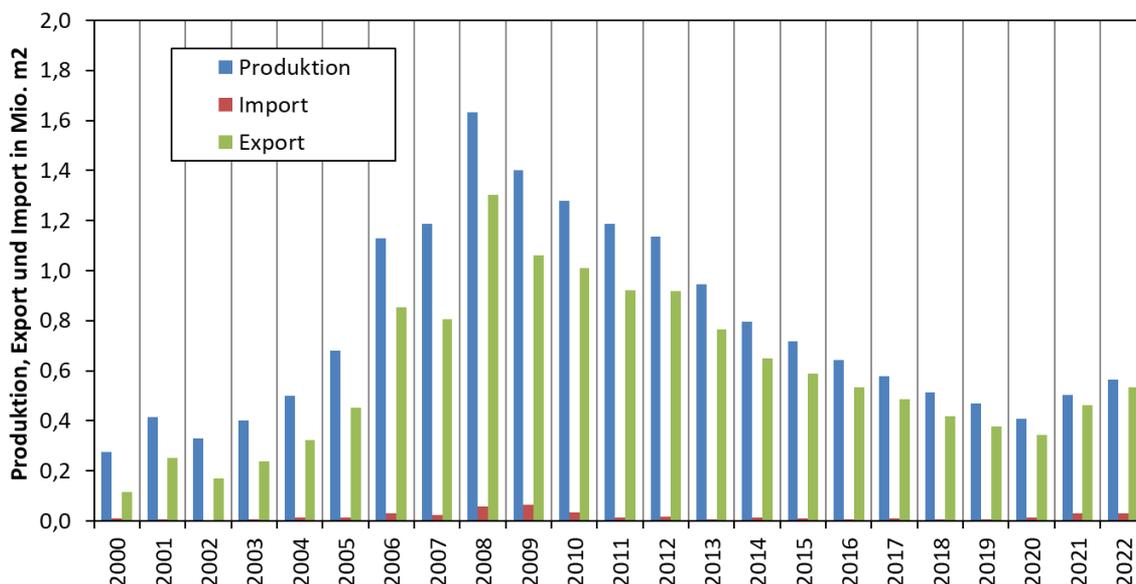


Abbildung 87 – Produktion, Export und Import von Sonnenkollektoren in Österreich von 2000 bis 2022. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2023)

Die in Österreich im Jahr 2022 gefertigten Flachkollektoren wurden fast zur Gänze, 95 %, exportiert. Bei Luftkollektoren lag der Exportanteil bei 77 % und betrug 662 m² Kollektorfläche. Der Exportanteil der unverglasten Flachkollektoren (Schwimmbadabsorber)

wurde nicht dokumentiert. Weiters bleibt zu erwähnen, dass das österreichische Unternehmen Ecotherm im Rahmen des EU-Projektes „Hycool“ 1.160 m² Fresnell Kollektoren (konzentrierende Kollektortechnik) nach Spanien geliefert hat, wo die Kollektoren zur Dampferzeugung in zwei Industriebetriebe integriert wurden.

Die wichtigsten Exportmärkte innerhalb der Europäischen Union waren Deutschland, Italien und Frankreich. Die wichtigsten Exportländer der österreichischen Solartechnikunternehmen im Jahr 2022 sind nach Anteilen in **Abbildung 88** dargestellt.

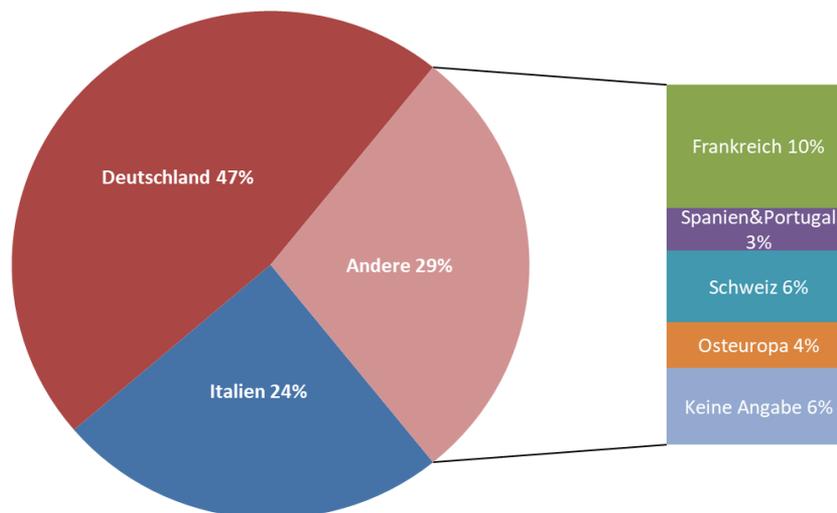


Abbildung 88 – Exportländer österreichischer Solartechnikunternehmen 2022

Quelle: AEE INTEC (2023)

Die nachfolgende **Abbildung 89** und **Abbildung 90** dokumentieren die österreichische Produktion von thermischen Sonnenkollektoren nach Kollektortyp von 2000 bis 2022. **Abbildung 89** verdeutlicht die dominierende Rolle des verglasten Flachkollektors in der österreichischen Produktion und die Entwicklung der Produktion in den vergangenen 23 Jahren.

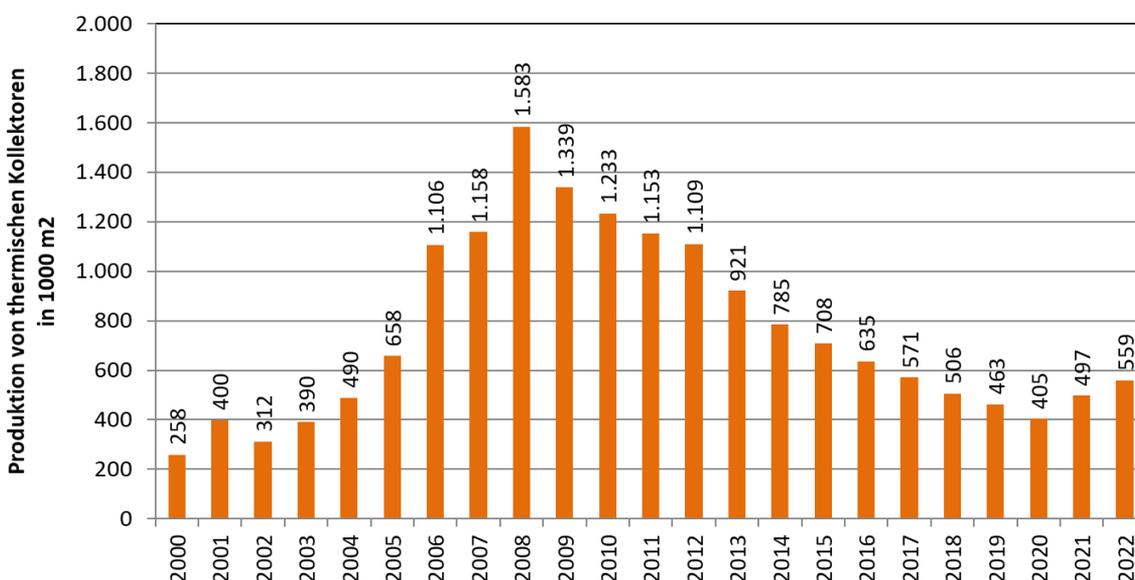


Abbildung 89 – Produktion von verglasten Flachkollektoren in Österreich

in den Jahren 2000 bis 2022. Quellen: bis 2006: Faninger (2007); ab 2007: AEE INTEC (2023)

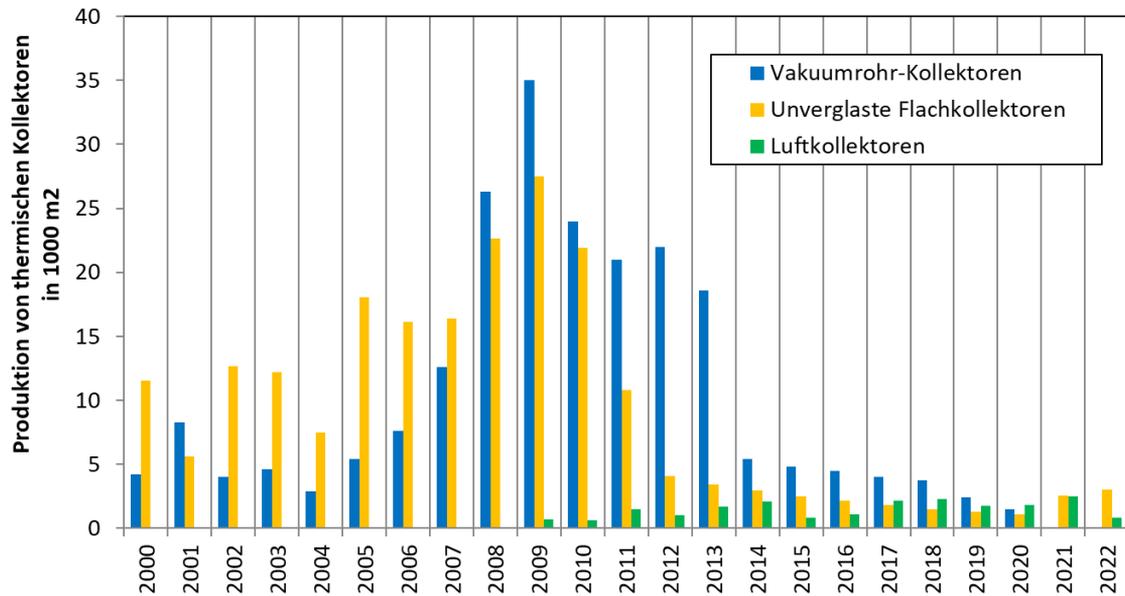


Abbildung 90 – Produktion von thermischen Solarkollektoren in Österreich
Unverglaste Kollektoren, Vakuumrohr- und Luftkollektoren, in den Jahren 2000 bis 2022.
Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: AEE INTEC (2023)

Die österreichische Produktion von verglasten Flachkollektoren, Vakuumrohr-Kollektoren und Luftkollektoren verteilt sich auf 9 Unternehmen, wobei seit einigen Jahren über 90 % der Produktion in der Hand von nur einem Unternehmen liegt, siehe **Abbildung 91**. Dieses Unternehmen ist auch der weltweit größte Hersteller von Flachkollektoren. Das Unternehmen mit dem zweitgrößten Produktionsanteil liegt bei 4 % gefolgt von zwei Firmen mit jeweils rund 1 %. Die weiteren fünf Firmen haben zusammen einen Marktanteil von rund 1 %.

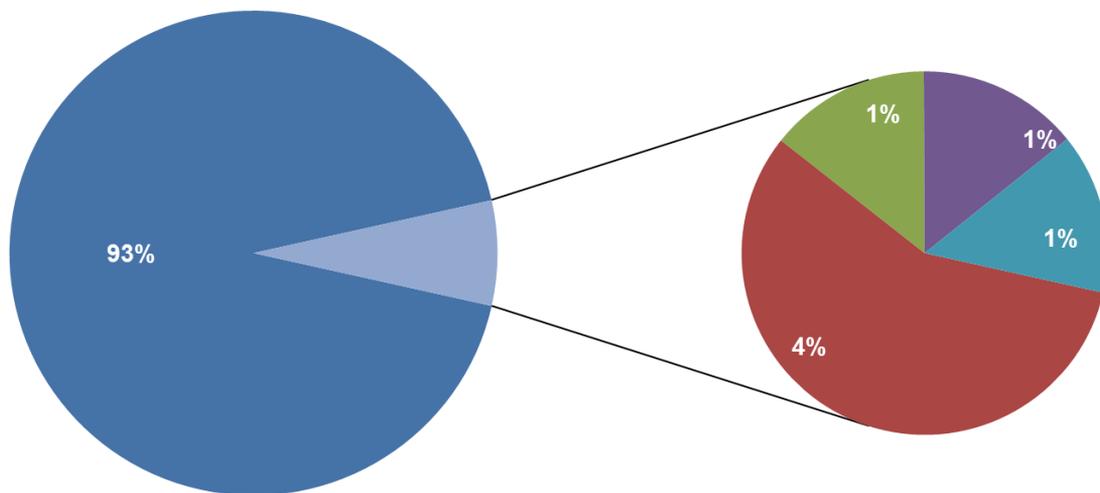


Abbildung 91 – Marktanteile der wesentlichen Kollektorproduzenten in Österreich
Verglaste Flachkollektoren, Vakuumrohr-Kollektoren und Luftkollektoren.
Quelle: AEE INTEC (2023)

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 2022 insgesamt 2.396 m² PVT-Kollektoren mit einer thermischen Leistung von 1.241 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 622 kW_{peak} in Österreich produziert. Rund 61 % der Produktion wurde exportiert (Deutschland).

Unter Berücksichtigung der Importe nach Österreich wurden insgesamt 1.003 m² PVT-Kollektoren mit einer thermischen Leistung von 473 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 236 kW_{peak} neu installiert. Die kumulierte installierte PVT-Kollektorfläche beträgt Ende 2022 in Österreich 3.968 m².

Tabelle 54 – Produktion, Export und Inlandsinstallation von PVT-Kollektoren
Quelle: AEE INTEC (2023)

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
2022	2.396	1.241	622	61	1.003	473	236
Gesamt	9.856	5.030	1.950		3.968	1.970	761

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 27,22 GWh. Bezogen auf den Wärmeertrag aller Solaranlagen von 2.063 GWh liegt damit der Stromverbrauch bei ca. 1,3 % oder einer Arbeitszahl von 76.

Tabelle 55 – Nutzwärmeertrag von thermischen Solaranlagen im Jahr 2022

Quelle: AEE INTEC (2023)

Anlagentype	Brutto-Nutzwärmeertrag ¹³
Solaranlagen zur Warmwasserbereitung sowie solare Kombianlagen für Warmwasser und Raumheizung	2.007 GWh/Jahr
Unverglaste Flachkollektoren zur Schwimmbaderwärmung	56 GWh/Jahr
Gesamt	2.063 GWh/Jahr

9.5 Treibhausgaseinsparungen

Insgesamt wurde im Jahr 2022 durch alle in Österreich in Betrieb befindlichen Solaranlagen ein Brutto-Nutzwärmeertrag von 2.063 GWh erzielt. Dies entspricht unter Zugrundelegung der Substitution des Energiemixes des Wärmesektors einer Vermeidung von 369.890 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 5.334 Tonnen.

Tabelle 56 – Treibhausgaseinsparungen durch thermische Solaranlagen im Jahr 2022

Quelle: AEE INTEC (2023)

Anlagentype	CO _{2äqu} -Netto-Einsparung ¹⁴ [Tonnen/Jahr]
Solaranlagen zur Warmwasserbereitung sowie solare Kombianlagen für Warmwasser und Raumheizung	359.870
Unverglaste Flachkollektoren zur Schwimmbaderwärmung	10.020
Gesamt	369.890

¹³ Nutzwärmeertrag ohne Berücksichtigung der für Regelung und Pumpen erforderlichen elektrischen Energie.

¹⁴ 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 2022 rund 151,6 Millionen Euro (Weiss, W., Issakson, C., Adensam, H. (2005)), (Köppl, A., Kletzan-Slamanig, C., Köberl, K. (2013)).

Der Umsatz, der in Österreich installierten thermischen Solaranlagen betrug im Jahr 2022 rund 52,8 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 2022

Quelle: AEE INTEC (2023)

Umsatzbereiche	Mio €
Technologieproduktion im Inland	17,9
Planungsleistungen	0,5
Assembling / Handel	17,5
Installation / Anlagenerrichtung	16,9
Umsatz durch in Österreich installierte Anlagen	52,8
Umsatz durch Technologieexporte	98,8
Gesamtumsatz	151,6
Bewertung der erzeugten erneuerbaren Energie	206,3

Der Umsatz der Solarthermiebranche, der durch Exporte erzielt wurde, lag im Jahr 2022 bei 98,8 Millionen Euro. Nimmt man eine monetäre Bewertung, der durch die im Jahr 2022 in Österreich in Betrieb befindlichen thermischen Solaranlagen erzeugten erneuerbaren Energie, bezogen auf Endkunden-Wärmepreise (10 €ct/kWh) vor, so ergibt sich eine zusätzliche Wertschöpfung von € 206,3 Millionen.

Die Entwicklung der Kollektor- und Solarsystem-Preise in Österreich wird in **Abbildung 92** bezogen auf die installierte thermische Leistung von 1997 – 2022 dargestellt. Die ausgewiesenen, am Markt angebotenen Preise sind Mittelwerte der Angaben der drei führenden österreichischen Solartechnikfirmen für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern. Die angegebenen Preise sind Listenpreise und auf das Jahr 2022 inflationsbereinigt, sowie exklusive Mehrwertsteuer und Montage.

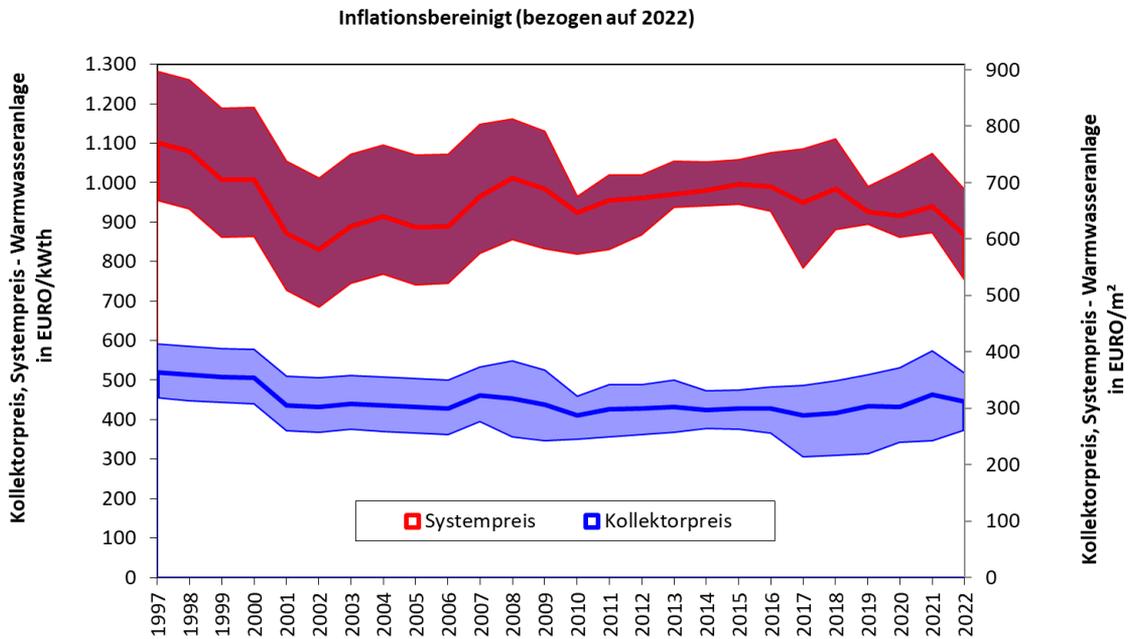


Abbildung 92 – Preise für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Österreich
Kollektor- und Solarsystempreise von 1997 bis 2022, inflationsbereinigte
Preise exklusive Mehrwertsteuer und Montage. Quelle: AEE INTEC (2023)

9.7 Beschäftigungseffekte

Mit dem im Jahr 2022 erzielten Gesamtumsatz von 151,6 Millionen Euro bei Neuanlagen und der Wartung von bestehenden Solaranlagen sind primäre Arbeitsplatzeffekte von rund 1.300 Vollzeitbeschäftigten verbunden (IRENA, (2021)).

In **Abbildung 93** ist die Entwicklung der Arbeitsplätze und des Gesamtumsatzes der letzten 13 Jahre dargestellt. Mit dem dramatischen Rückgang des Umsatzes von mehr als 420 Millionen Euro im Jahr 2010 auf 147 Millionen Euro im Jahr 2021 war auch ein Rückgang auf 1.200 Arbeitsplätze verbunden.

Durch den im Jahr 2022 wieder deutlich erhöhten Export konnte der Umsatz auf 151,6 Millionen Euro gesteigert und damit auch die Arbeitsplätze auf 1.300 Vollzeit-äquivalente erhöht werden.

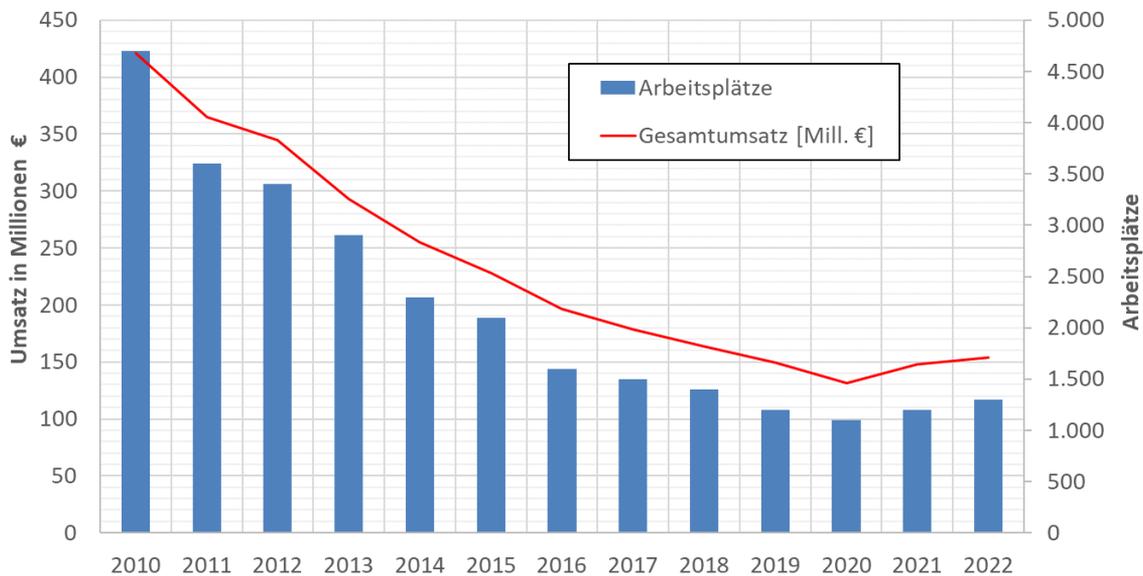


Abbildung 93 – Arbeitsplätze und Gesamtumsatz in den Jahren 2010 – 2022
 Quelle: AEE INTEC (2023)

9.8 Innovationen

Aus derzeitiger Sicht sind bei kleinen, gepumpten thermischen Solaranlagen bei den Hauptkomponenten Kollektor, Speicher und Regelung keine weitreichenden technologischen Innovationen in Sicht, die rasch in den Markt gebracht werden können. Auf der systemischen Ebene liegen die Innovationen in der standardisierten Kopplung von abgedeckten Kollektoren mit z. B. Wärmepumpenanlagen. Auch die Weiterentwicklung von PVT-Kollektoren bietet erhebliches Innovationspotenzial.

Hingegen bietet Solarthermie insbesondere die Möglichkeit für legistische Innovationen im Wirkungsbereich der öffentlichen Hand (z. B. Vorgaben für die Einsparung von wertvoller Biomasse und hochwertigen elektrischen Strom für Warmwasserbereitung und Niedertemperaturanwendungen im Sommerhalbjahr; die Steuerung von Technologievorgaben in Bezug auf die Flächeneffizienz von Solarthermie im Vergleich mit Photovoltaik; die Vorgabe von Mindestarbeitszahlen bei Wärmepumpenkombinationen, um die Vorteile von Solarthermieeinbindung auf der Quellenseite von Wärmepumpen und Quellenregenerierung zu berücksichtigen; etc.).

Großanlagen für Fernwärme und industrielle Anwendungen

Bei Großanlagen für Fernwärme und industrielle Anwendungen werden folgende Innovationen gesehen:

- Neue Montagesysteme, welche eine Reduktion der Montagezeiten erwarten lassen.
- Neue Geschäftsmodelle, bei denen Unternehmen die Planung, Errichtung, Finanzierung und den Betrieb der Anlage aus einer Hand anbieten.
- Systemische Kopplung mit Wärmepumpentechnologien (Kompressions- und Absorptionstechnologien)
- Kopplung mit neuartigen Wärmespeichertechnologien (Erdreich als Quellenspeicher für Wärmepumpen, Großwasserwärmespeicher)

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. Für Österreich kommt hinzu, dass im Jahr 2021 eine unvorteilhafte Veränderung des Bundesförderungssystems im Kleinanlagenbereich vorgenommen wurde.

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 94** 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 2022 installierten Kollektorflächen hervorgeht (dargestellt durch die rote Linie in den Jahren 2014 bis 2022), liegen die realen Entwicklungen in den dargestellten Jahren deutlich unter dem in der Roadmap dargestellten „Business as Usual Szenario“.

Im Jahr 2022 lag die tatsächlich installierte Kollektorfläche um rund 60 % unter den Erwartungen des „BAU-Szenario“.

Abkürzungen in der Legende von **Abbildung 94** und **Abbildung 95**:

- 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

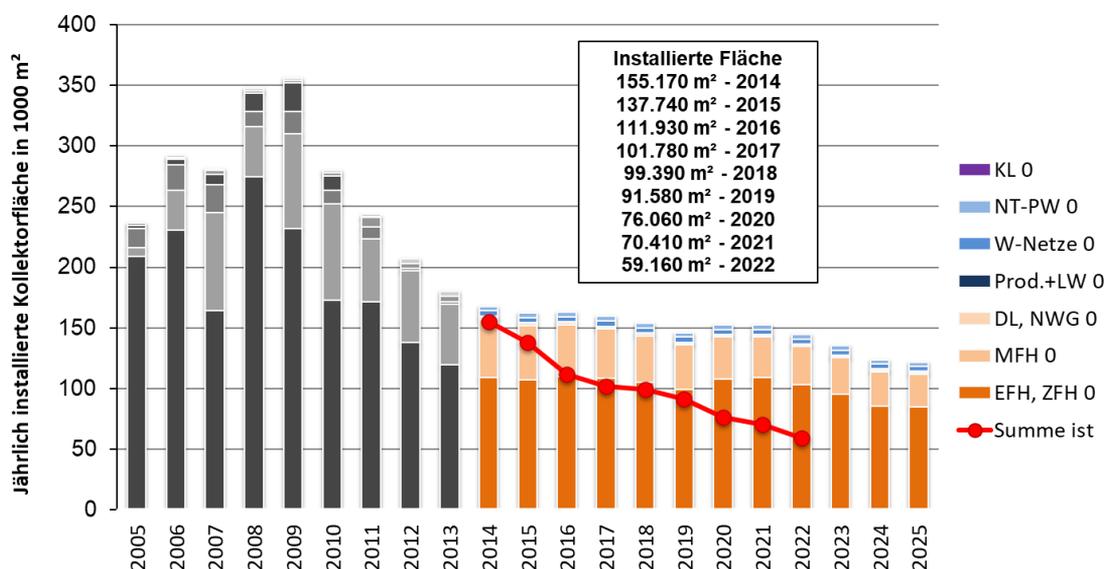


Abbildung 94 – Jährliche Kollektorfläche: „Business as Usual“ Szenario und Realität; die tatsächliche Entwicklung in den Jahren 2014 bis 2022 entspricht der roten Linie „Summe ist“. Quelle: Fink et al (2014)

Im „Business as Usual“ Szenario wurde bei Studiererstellung erwartet, dass sich die jährliche Rückgangsdynamik verlangsamt, insgesamt aber zwischen 2012 und 2025 ein durchschnittlicher Marktückgang 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 sich im Bereich größerer Anlagen (Geschoßwohnbau, gewerbliche Anwendungen, Netzintegrationen, etc.) neben technologischen Weiterentwicklungen angepasste Branchenkonzepte und Geschäftsmodelle für die Erschließung dieser Marktsegmente entwickeln 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 95** dargestellt.

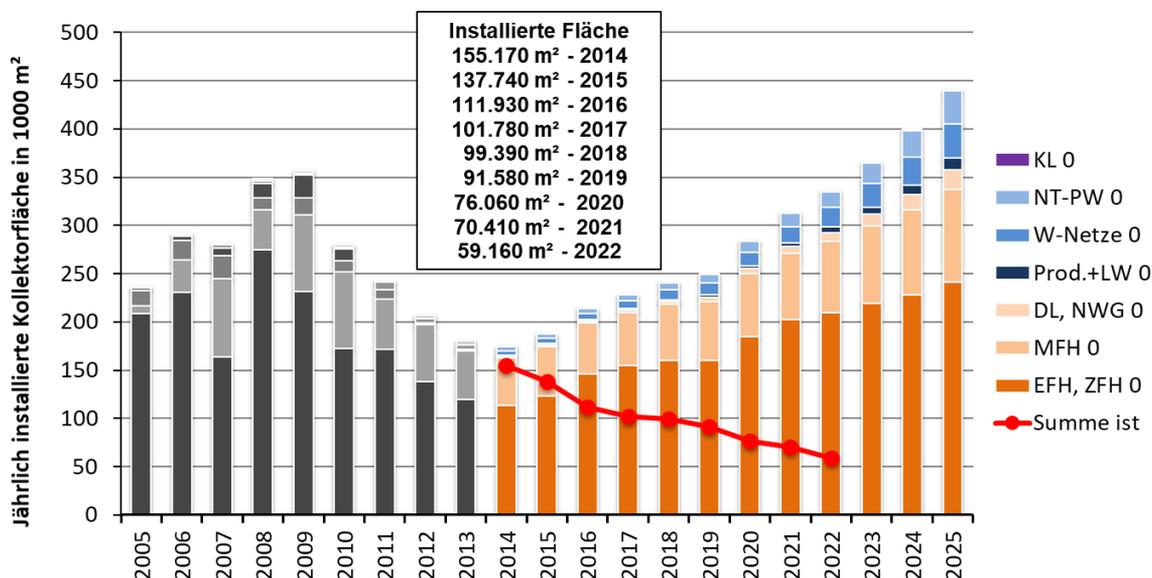


Abbildung 95 – Jährliche Kollektorfläche: „Forcierte Aktivitäten“ Szenario und Realität
 Quelle: Fink et al. (2014)

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 92** 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 2022 installierte Kollektorfläche liegt um rund 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 2023 zeigen im Vergleich zum ersten Quartal 2022 eine Fortführung des Abwärtstrends. Im ersten Quartal 2023 lagen die Verkaufszahlen nach Angaben des Verbandes um 13 % unter denen des 1. Quartals 2022.

9.10.1 Voraussichtliche Entwicklungen des Marktes

In den letzten 10 Jahren unterschied sich die österreichische Marktentwicklung nicht grundsätzlich von den 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 konnte in Deutschland seit dem Jahr 2020 erreicht werden, denn der Solarthermie-Markt 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 500 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 diese Entwicklung mit praktisch identen Marktzahlen bestätigt werden, bevor die installierte Kollektorfläche in 2022 um weitere 11 % gesteigert wurde.

In Europa verzeichnen neben Griechenland und Deutschland weiters auch Italien und Polen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren positive Marktentwicklungen. Nach einem Marktwachstum von 83 % im Jahr 2021 wuchs der Solarthermiemarkt in Italien im Jahr 2022 um 43 % und in Polen betrug das Wachstum 17 % im Jahr 2021 und 11 % im Jahr 2022. Positive Marktentwicklungen in Europa im Jahr 2022 sind auch in Frankreich (29 %) und Zypern (5 %) zu verzeichnen (Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023)).

Diese Länderbeispiele zeigen, dass es möglich ist Solarthermiemärkte mit positiven Wachstumszahlen zu entwickeln. Voraussetzung ist dafür aber praktisch immer eine Initialzündung durch ein gezieltes Förderprogramm.

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 Mehrfamilienhäuser unter Druck. Im Marktsegment der Mehrfamilienhäuser ging der Anteil an der jährlich gesamt installierten Fläche von 38 % im Jahr 2018 auf 11 % im Jahr 2022 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.

In der nachfolgenden **Abbildung 96** ist der historische Installationsverlauf 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 errichtet. Im Jahr 2022 wurden 2.209 m² Kollektorfläche (eine Netzkopplung unter 100 m² Kollektorfläche sowie eine weitere Ausbaustufe mit 2.134 m² Kollektorfläche (1,5 MW_{th})) im Projekt Graz Helios installiert. Insgesamt wurden in diesem Anwendungssegment bisher 48.680 m² Kollektorfläche installiert.

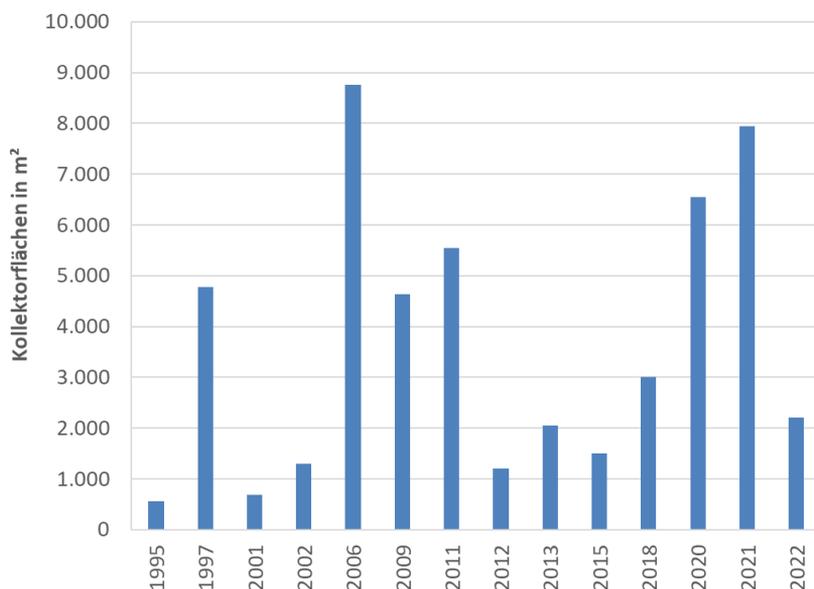


Abbildung 96 – Historischer Verlauf der jährlich neu installierten Solaranlagen für Nah- und Fernwärmenetze. Quelle: AEE INTEC (2023)

Derzeit sind einige weitere solar unterstützte Nah- und Fernwärmeanlagen in Planung oder Umsetzung, die in diesem Marktsegment einen weiteren positiven Trend im Jahr 2023 erwarten lassen.

Weiters finanziert der Klima- und Energiefonds im Rahmen des Programms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ seit dem Jahr 2021 Machbarkeitsstudien für solarthermische Anlagen im Nah- und Fernwärmesektor größer 5.000 m². Bis Ende 2022 wurden 15 Machbarkeitsstudien beauftragt, deren Ergebnisse insgesamt eine Gesamtkollektorfläche von rund 680.000 m² ausmacht, also etwa 475 MW_{th}. Das bedeutet, dass die Anlagen im Schnitt 45.000 m² (~30 MW_{th}) groß sind. Aufgrund der enormen Entwicklungszeit derartiger Projekte können erste Umsetzungsprojekte aus dieser Initiative frühestens im Jahr 2024 erwartet werden.

Ein wesentlicher Impuls wird ebenso durch eine Erweiterung des Investitionsförderprogramms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ des Klima- und Energiefonds erwartet, das seit 2021 nun auch Anlagen größer 5.000 m² Kollektorfläche eine attraktive Investitionsförderung bietet.

Industrielle Prozesswärme

Wie oben angeführt, ist auch solare Prozesswärme international gesehen ein Hoffungsmarkt 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 13.887 m² (10 MW_{th}) installiert und in Betrieb.

2022 wurden zwei Prozesswärmeanlagen mit einer Kollektorfläche von 481 m² (0,34 MW_{th}) in Betrieb genommen.

In gleicher Art und Weise wie bei solarer Fernwärme finanziert der Klima- und Energiefonds im Rahmen des Programms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ seit dem Jahr 2021 Machbarkeitsstudien für solarthermische Anlagen größer 5.000 m² in Produktionsbetrieben. Bis Ende 2022 wurden 12 Machbarkeitsstudien beauftragt, deren Ergebnisse insgesamt eine Gesamtkollektorfläche von rund 260.000 m² ausmacht, also etwa 182 MW_{th}. Das bedeutet,

dass die Anlagen im Schnitt 22.000 m² (~15 MW_{th}) groß sind. Auch hier können aufgrund der langen Entwicklungszeit derartiger Projekte erste Umsetzungsprojekte aus dieser Initiative frühestens im Jahr 2024 erwartet werden.

Ebenso ermöglicht die Erweiterung des Investitionsförderprogramms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ des Klima- und Energiefonds im Jahr 2021 nun auch solaren Prozesswärmeanlagen größer 5.000 m² Kollektorfläche eine attraktive Investitionsförderung.

Marktzuwächse bei PVT-Kollektoren

Ein ähnlich positiver Trend wie bei den großen Fernwärmeanlagen bzw. bei den Prozesswärmeanlagen 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 2022 ein beachtliches jährliches Marktwachstum verzeichnet werden, das durchaus Potenzial hat, weiter fortgeschrieben zu werden. Nach einem Marktwachstum von 34 % im Jahr 2021 folgte im Jahr 2022 mit 1.003 m² installierter PVT-Fläche eine Bestätigung auf gleichem Niveau. Aufgrund der hohen Flächeneffizienz wird zukünftig insbesondere in Anwendungen mit limitierter Oberflächenverfügbarkeit (z. B. im Geschosswohnbau oder generell im urbanen Bereich) bei der Warmwasserbereitung, der Versorgung von Niedertemperaturheizungen oder zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme auf der Quellenseite von Wärmepumpen eine hohe Marktrelevanz gesehen (sowohl ungedeckte als auch abgedeckte PVT-Kollektoren).

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, Luftkollektoren und unverglaste Kollektoren produzieren von 18 im Jahr 2010 auf nunmehr 9 in 2022 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 traditionelle Mitgliedsbetriebe verloren. Wobei insbesondere in den letzten Jahren die Mitgliederanzahl wieder zugenommen hat, insbesondere durch Unternehmen aus anderen europäischen Ländern, Biomasseheizungsunternehmen, die auch Solarthermie anbieten sowie Ingenieurbüros bzw. Projektentwicklungsunternehmen. Motivation für die Mitgliedschaft sind nicht zuletzt Verbandsaktivitäten im Bereich des Lobbyings solarthermischer Großanlagen (Informationsveranstaltungen, Investitionsförderungen, Machbarkeitsstudien, etc.)

Neben den Produzenten zählen die Systemanbieter, der Sanitärgrößhandel und die Installateure zu den wesentlichen Akteuren bei der konkreten Implementierung von thermischen Solaranlagen.

In **Abbildung 97** 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.

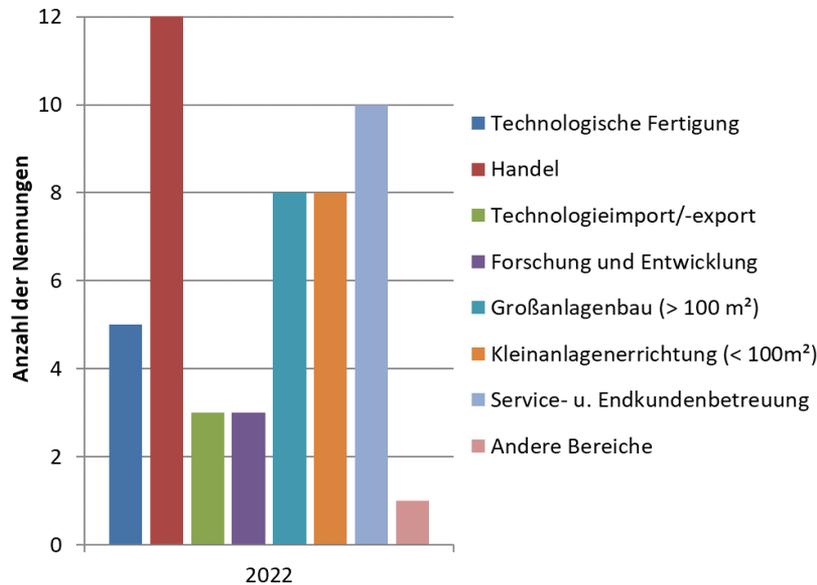


Abbildung 97 – Tätigkeitsfelder der Unternehmen in der Solarthermie Branche
 Stichprobe: 15 Unternehmen. Quelle: AEE INTEC (2023)

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, der Klima- und Energiefonds sowie die Bundesländer 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. Dabei gilt es die hohe Flächeneffizienz solarthermischer Anlagen im Vergleich mit z. B. Photovoltaik zu berücksichtigen und Vorgaben seitens der öffentlichen Hand im verantwortungsvollen Umgang mit der Nutzung von zur Verfügung stehenden Flächen vorzugeben. Als besonders wichtig erscheinen die nachfolgenden Maßnahmen:

- Beibehaltung und Sicherstellung der Mittel für die Investitionsförderung „Solarthermie – Solare Großanlagen“ des Klima und Energiefonds.

- Beibehaltung und Sicherstellung der Mittel für die Erstellung von Machbarkeitsstudien im Rahmen des Programms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ des Klima und Energiefonds.
- Überarbeitung der Implementierung von Solarthermieranlagen in das Kesseltauschprogramm der Bundesregierung, das in der aktuellen Ausführung erhebliche Nachteile für die Technologie mit sich bringt.
- Wiederauflage einer Investitionsförderung des Bundes für Solarthermieranlagen errichtet in privaten Neubauten.
- Technologieleitung in den Baugesetzen der Bundesländer zur Berücksichtigung der Flächeneffizienz von Solarthermie.

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 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 Wärmезukunft 2050

Auch die Autoren, der von der TU Wien veröffentlichten Studie Wärmезukunft 2050 von 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 Anfang Jänner 2022 mit 3.342 MW_{th} im europäischen Vergleich an fünfter Stelle hinter Deutschland mit 15.568 MW_{th}, Griechenland 3.623 MW_{th}, Italien 3.585 MW_{th} und Spanien mit 3.407 MW_{th}, siehe **Abbildung 98**.

Hier ist anzumerken, dass Österreich im Jahr 2020 noch an zweiter Stelle hinter Deutschland lag und somit in zwei Jahren drei Plätze verloren hat. Die Entwicklungen in Griechenland, Italien und Spanien zeigen aber, dass mit entsprechenden Aktivitäten auch bei den aktuell für die Solarwärme schwierigen Rahmenbedingungen, ein Marktwachstum möglich ist.

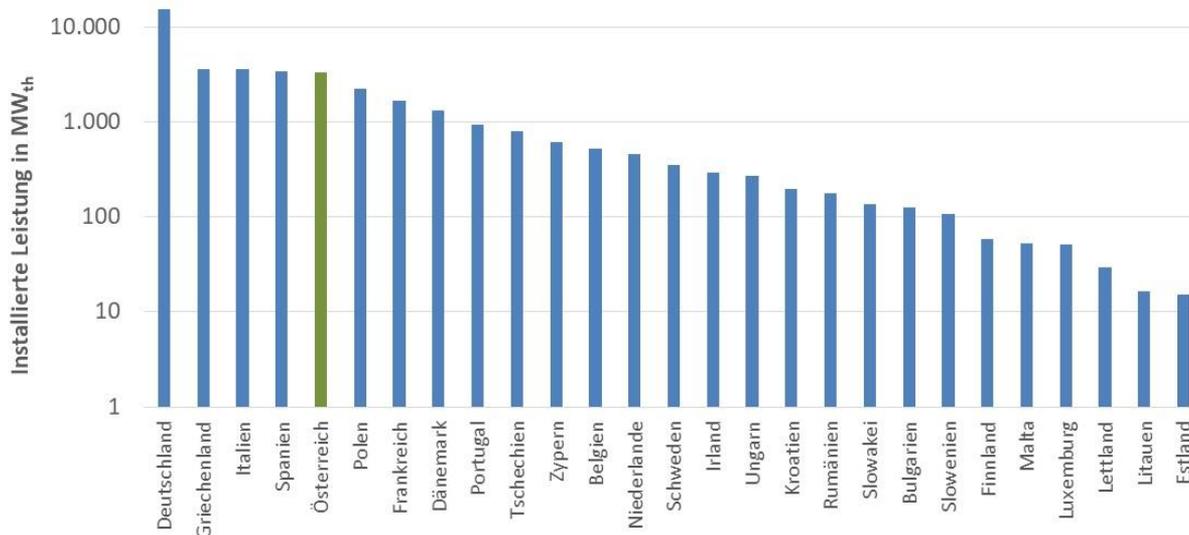


Abbildung 98 – Bestand thermischer Solaranlagen in den EU27 Ländern
 Datenstand Jänner 2022. Quelle: AEE INTEC (2023)

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 gebaut, so startete ca. ab dem Jahr 1990 die Errichtung sogenannter Nahwärmenetze auf Basis fester Biomasse in kleineren Städten und Dörfern. Für das Jahr 2022¹⁵ ergab die Extrapolation der Fernwärmegenerierung rund 24,7 TWh, die der verkauften Wärmemenge rund 21,1 TWh und die der Verteilverluste durchschnittlich rund 16 % siehe Statistik Austria (2023b). Aufgrund der zum Zeitpunkt der Berichtslegung für 2022 noch nicht vorliegenden Daten, bestimmt durch lineare Extrapolation der Daten 2015 bis 2021.

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 Landwirtschaftssektor. Wie in **Abbildung 99** dargestellt, konnte seit dem Jahr 2000 der Verkauf von Nah- und Fernwärme um rund 81 % gesteigert werden.

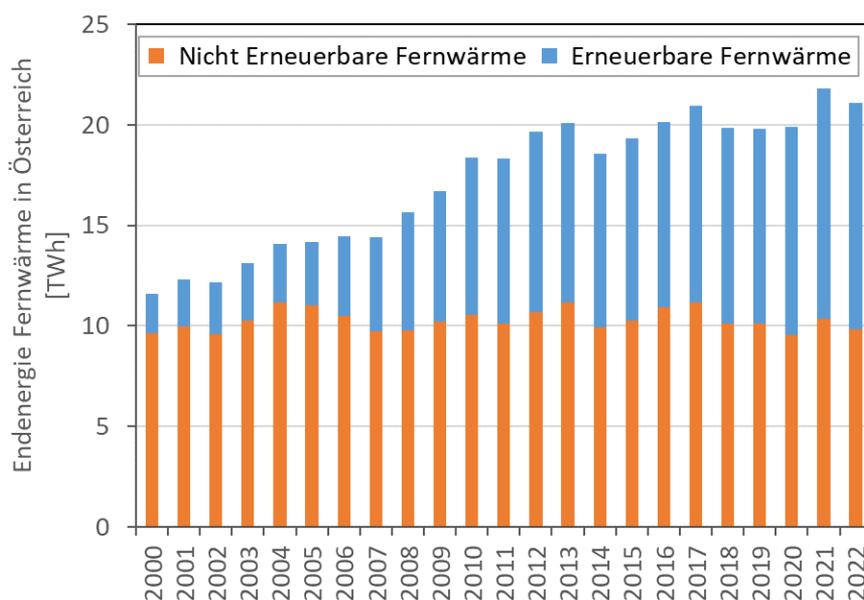


Abbildung 99 – Nah- und Fernwärmeverkauf von 2000 bis 2022 und Aufteilung in erneuerbare und nicht erneuerbare Anteile
 Quelle: Statistik Austria (2023b)

Laut dem Fachverband Gas Wärme beträgt der Nah- und Fernwärmeanteil bei allen österreichischen Wohnungen im Jahr 2021 27,2 %, siehe FGW (2022)¹⁶. Wurden im Jahr 2000

¹⁵ Da seitens Statistik Austria zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung noch keine Daten für 2022 vorlagen, wurde eine lineare Extrapolation zwischen 2015 und 2021 durchgeführt, um die weitere Entwicklung als Trend zu berücksichtigen. Die extrapolierten Daten für 2022 bedingen jedoch Unsicherheiten, da sich insbesondere durch den Ukrainekrieg stärkere Aktivitäten zur Reduktion der Abhängigkeit von russischem Erdgas ergaben. Im nächstjährigen Bericht werden die extrapolierten Zahlenwerte mit den tatsächlichen Zahlenwerten ergänzt und neuerlich interpretiert.

¹⁶ Die vom Fachverband Gas Wärme (FGW) für das Jahr 2022 erhobenen Daten lagen zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung noch nicht vor, weshalb hier die Daten aus 2021 angeführt wurden. Die tatsächlichen Daten für 2022 werden im nächstjährigen Bericht integriert und neu interpretiert.

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).

Der Anteil erneuerbarer Energieträger, welcher überwiegend aus fester Biomasse besteht, betrug im Jahr 2022 rund 53,4 %, was im Vergleich zu rund 20 % im Jahr 2000 eine deutliche Steigerung bedeutet, siehe Statistik Austria (2023b). 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 KWK-Anteil an der Wärmeerzeugung nimmt in absoluten Zahlen zu, der Fernwärmeverkauf steigt aber schneller an, weshalb der KWK-Anteil tendenziell sinkt und im Jahr 2021 bei 56 % lag, 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, Abwärme aus Gas-KWK sowie Abwärme 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, die zur Spitzenlastabdeckung und als Ausfallsreserve häufig mit wenig investitionsintensiven Öl- und Gaskesseln ausgestattet sind, siehe Strimitzer (2022).

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 Regelenergiemarkt, 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 17,8 TWh erhoben werden und beträgt damit rund 79,5 % an der im Jahr 2022 gesamt verkauften Wärmemenge, die entsprechend eines vorläufigen Erhebungsergebnisses der Statistik Austria (2023b) rund 21,1 TWh beträgt. **Abbildung 100** 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 Wärmenetzen 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 2,3 TWh.

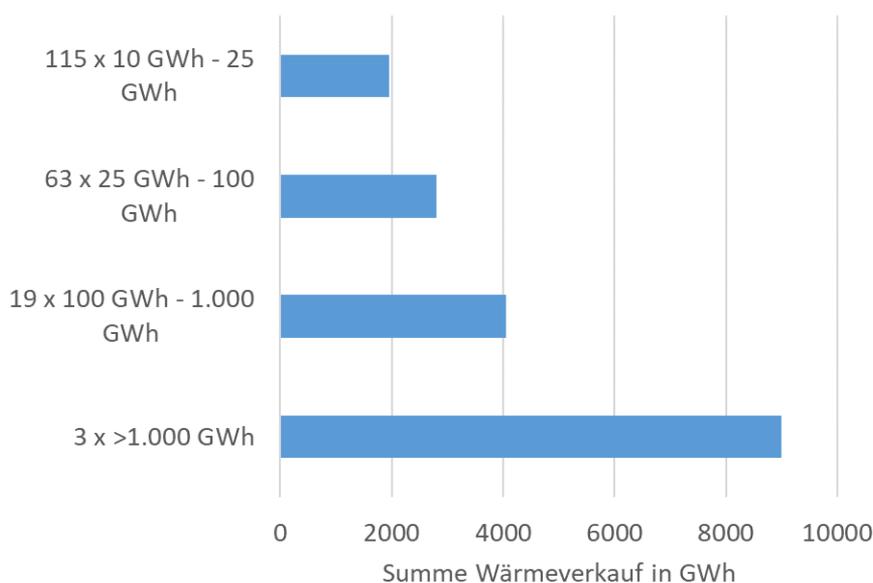


Abbildung 100 – Kategorisierung der 200 größten erhobenen Wärmenetze auf Basis der verkauften Jahreswärmemenge (Datenbasis: 200 Wärmenetze)
Quelle: AEE INTEC (2023)

Insgesamt konnte für alle 1.073 erhobenen Wärmenetze ein jährlicher Wärmeverkauf von rund 20,8 TWh erhoben werden. Wie **Abbildung 101** zeigt, liegen 577 erhobene Wärmenetze dabei bereits unter 5 GWh verkaufter Wärme pro Jahr.

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 102** zeigt hierzu die prozentuelle Verteilung der genannten Technologien und Wärmequellen für die hinsichtlich Jahreswärmeverkauf größten 200 Wärmenetze. 402 Nennungen in 9 verschiedenen Kategorien an Wärmeerzeugungsanlagen zeigen einerseits eine breite Streuung und andererseits, dass häufig multiple Erzeugungsanlagen und Wärmequellen eingesetzt werden (402 Nennungen aus 182 Wärmenetzen bedeuten im Durchschnitt 2,2 Erzeugungstechnologien je Wärmenetz). Mit knapp über einem Drittel

kommen Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis von Biomasse am häufigsten vor (36 %), gefolgt von Öl- und Gasanlagen (rund 27 %), Aggregate zur Rauchgaskondensation bzw. Economiser (rund 13 %), Abwärmenutzung (rund 8 %), sowie KWK-Abwärme mit rund 8 %. Die Generierungstechnologien Wärmepumpe, Solarthermie, Direktstrom und Geothermie weisen Anwendungshäufigkeiten zwischen rund 1 % und rund 2 % auf. Diese Zahlen geben keine Aussagen über Größe und Anzahl der Betriebsstunden, sondern rein nur über die Häufigkeit der Installation.

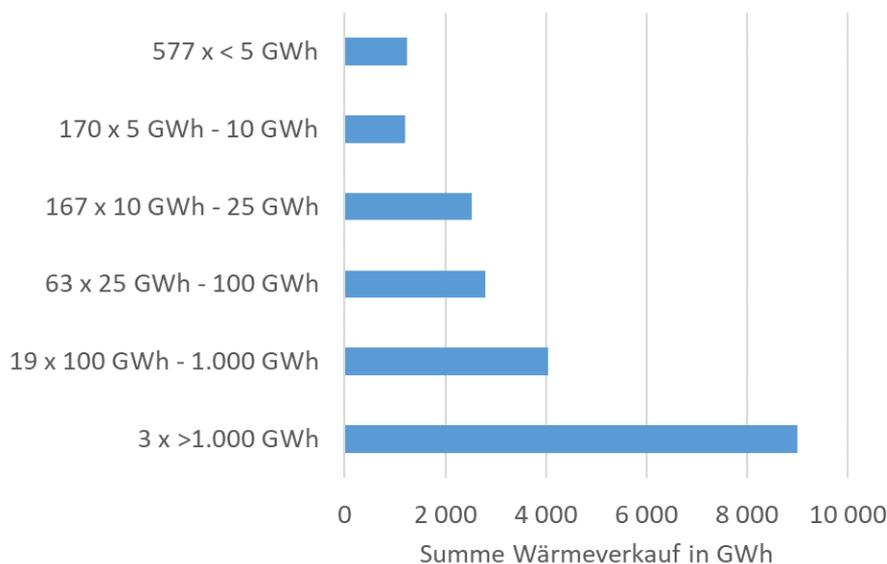


Abbildung 101 – Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze auf Basis der verkauften Jahreswärmemenge (Datenbasis: 999 Wärmenetze)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

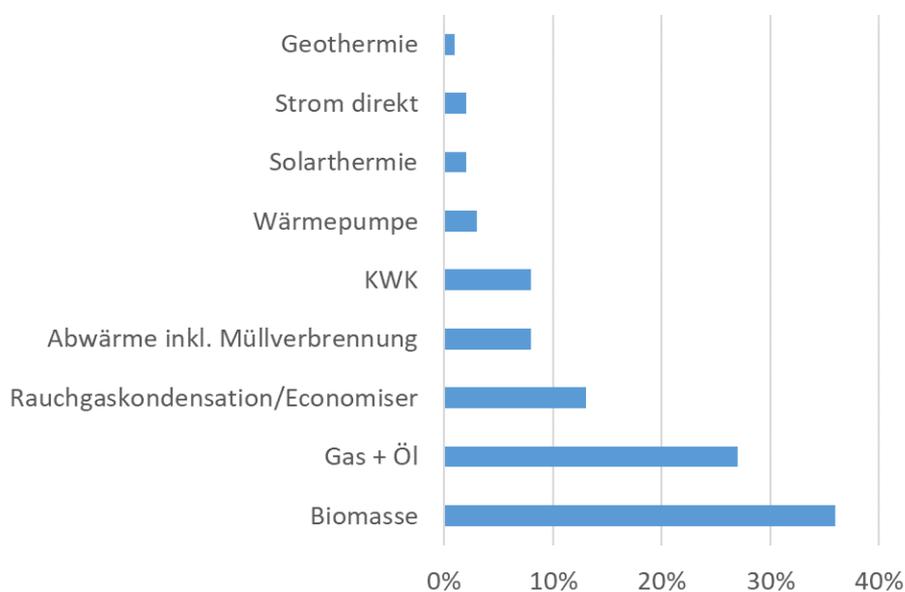


Abbildung 102 – Prozentuelle Verteilung der für die größten 200 Wärmenetze erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen (Datenbasis: 402 Angaben von 182 Netzbetreibern)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

Wendet man diese Darstellungsart für alle 1.073 erhobenen Wärmenetze und die dazugehörigen 1.687 erhaltenen Angaben an, wird deutlich, dass der Anteil an Erzeugungsanlagen basierend auf Biomasse auf rund 55 % ansteigt und die Installationshäufigkeit aller anderen Technologien und Wärmequellen abnimmt, siehe **Abbildung 103**. Dies liegt in der großen Marktdurchdringung der Biomasseversorgung in den kleineren Wärmenetzen mit geringerem Jahreswärmeverkauf begründet.

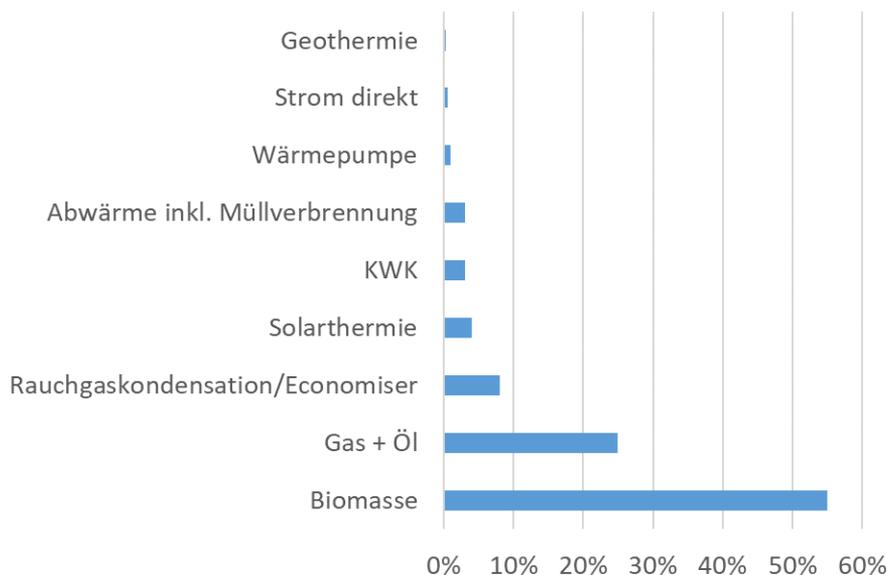


Abbildung 103 – Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen
Datenbasis: 1.687 Angaben von 1002 Netzbetreibern
Quelle: AEE INTEC (2023)

Von den insgesamt 1.073 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 766 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 766 Wärmenetzen installierten Wärmespeicher nicht vollständig identifiziert werden. Konkret konnte für 806 Wärmespeicher in 608 Wärmenetzen 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 104**, 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.

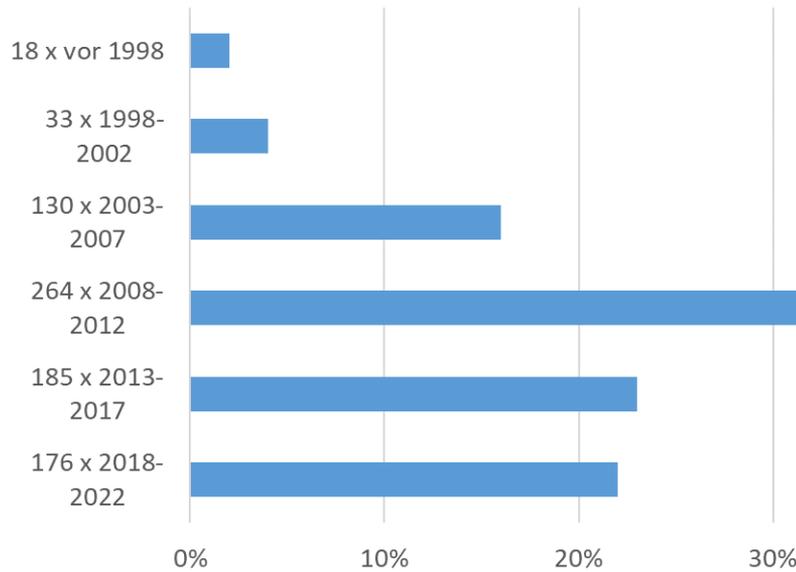


Abbildung 104 – Prozentuelle Verteilung der Speichererrichtungsjahre für Behälterwasserspeicher (Datenbasis: 608 Wärmenetze)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

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 105**. 2022 wurden insgesamt 35 Behälterwasserspeicher mit 3.326 m³ Speichervolumen in 30 Wärmenetzen installiert.

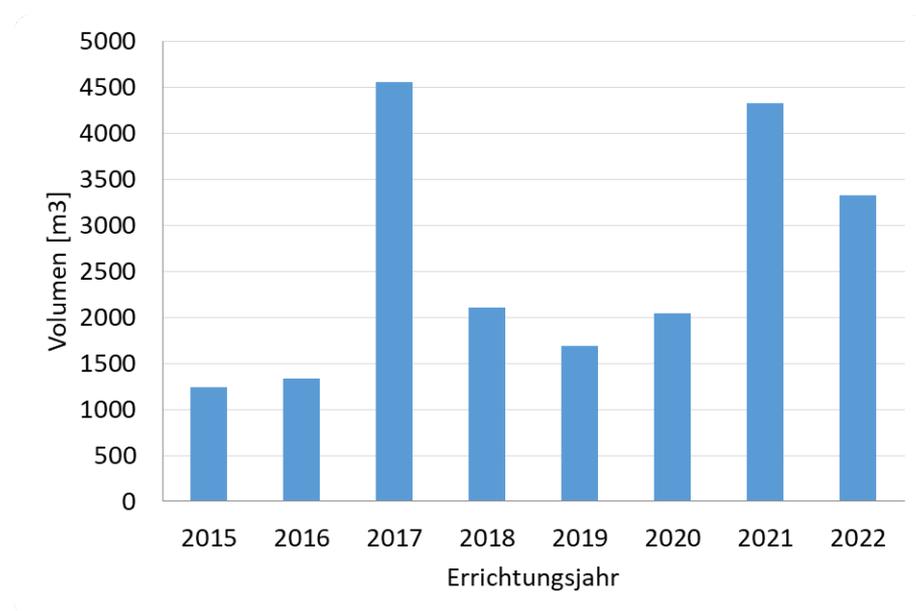


Abbildung 105 – Volumen von Behälterwasserspeichern über Errichtungsjahr von 2015 bis 2022 (Datenbasis: 259 Wärmespeicher in 226 Wärmenetzen)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

10.1.3 In Betrieb befindliche Anlagen

Anzahl der Wärmespeicher in den insgesamt 1.073 erhobenen Wärmenetzen:

Konkret konnten 766 Wärmenetze identifiziert werden, die Wärmespeicher als Flexibilitäts-element nutzen. In diesen 766 Wärmenetzen sind 1.015 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von 204.099 m³ installiert. Die 3.326 m³ Zuwachs an Speicherkapazität im Jahr 2022 bedeuten eine Steigerung der insgesamt installierten Speicherkapazität um rund 1,6 %. Der größte im Jahr 2022 installierte Speicher betrug 1.400 m³ (Fernwärmenetz Hall).

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 106** ist die Größenverteilung der insgesamt in den 766 Wärmenetzen installierten Volumina an Behälterwasserspeichern dargestellt.

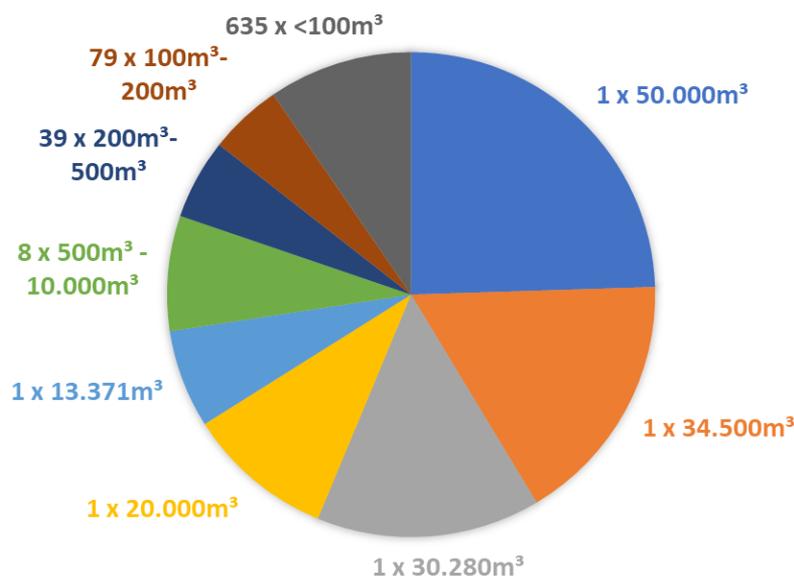


Abbildung 106 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenem Wärmenetz (Datenbasis: 766 Wärmenetze)

Quelle: AEE INTEC (2023)

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 8,3 GWh. Trägt man die jährlich verkauften Wärmemengen über den zugehörigen installierten Wärmespeicherkapazitäten je Wärmenetz auf **Abbildung 107**, 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.

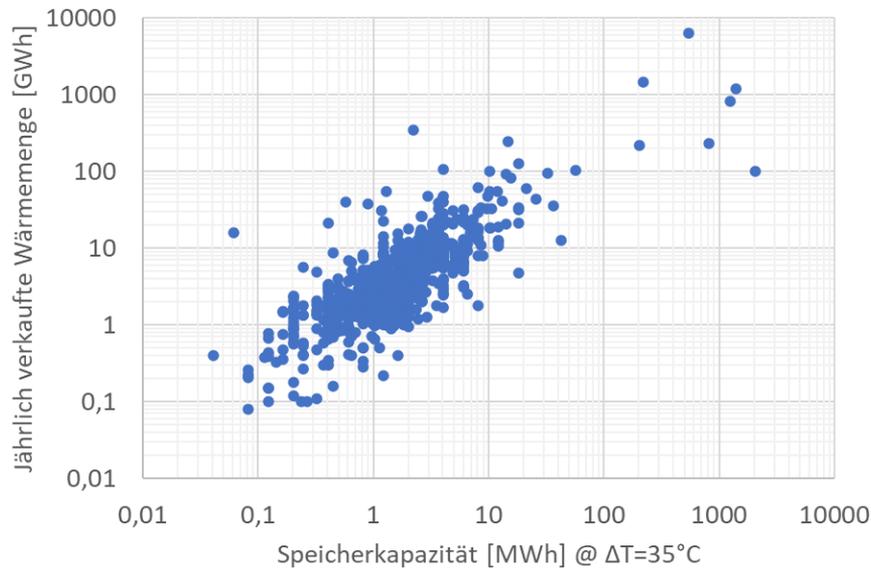


Abbildung 107 – Die jährlich verkaufte Wärmemenge je erhobenem Wärmenetz über der jeweils gesamt installierten Wärmespeicherkapazität
 Datenbasis: 702 Wärmenetze, Quelle: AEE INTEC (2023)

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 108 zeigt, dass die größte Anzahl an den erhobenen Wärmespeichern in Verbindung mit Spitzenlastmanagement (78 %) eingesetzt wird, gefolgt von der Speicherung fluktuierender Erneuerbarer (11 %) sowie der Speicherung von Abwärmen und Überschüssen (6 %). Für die Flexibilisierung von KWK-Betriebsweisen werden 3 % und den Einsatz am Regelenergie–markt sowie sonstige Einsatzzwecke jeweils 1 % 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 109** ist dazu die Zuteilung der insgesamt erhobenen Wärmespeicher nach der Speicherdauer dargestellt. Der überwiegende Anteil der Wärmespeicher (rund 79 %) werden dabei als Kurzzeitspeicher (Zeiträume zwischen Minuten und einem Tag) eingesetzt. Als Wärmespeicher für einen Zeitraum zwischen einem Tag und einem Monat werden 15 % 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).

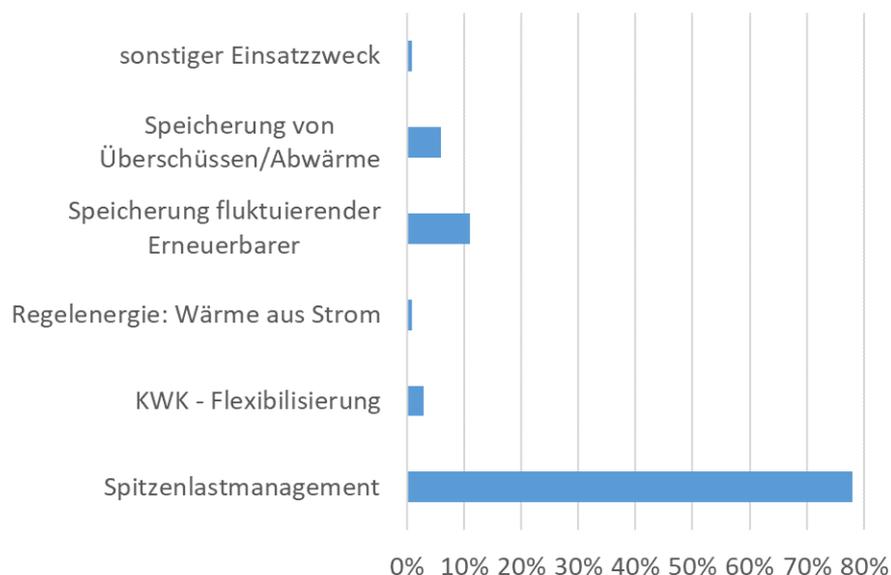


Abbildung 108 – Nutzung der installierten Speicherkapazitäten in den insgesamt erhobenen Wärmenetzen (Datenbasis: 289 Speichernutzungsangaben für 227 Wärmenetze, Mehrfachnennungen je Netz möglich)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

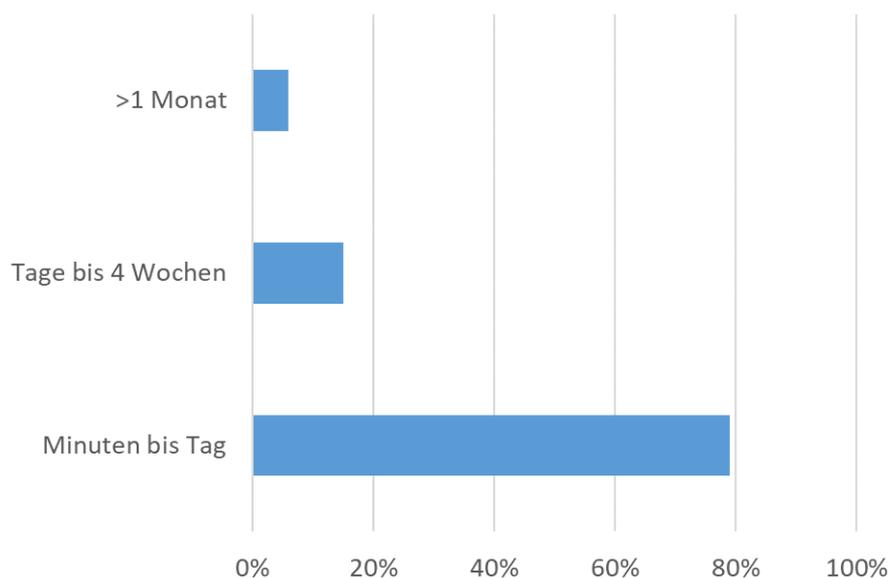


Abbildung 109 – Zuteilung der Wärmespeicher nach Speicherdauer
 Datenbasis: 104 Angaben für 88 Wärmenetze, Mehrfachnennungen je Netz möglich
 Quelle: AEE INTEC (2023)

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 115. Das dabei installierte Gesamtvolumen an Behälterwasserspeichern beträgt rund 178.698 m³ und unter Berücksichtigung einer Temperaturdifferenz von 35 K eine gesamte Wärmespeicherkapazität von 7,3 GWh.

Abbildung 110 zeigt dazu die Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz in den größten 200 Wärmenetzen (Definition der Wärmenetzgröße über Kriterium Wärmeverkauf). Im Vergleich zu **Abbildung 106**, welche die Verteilung der Behälterspeicher in den insgesamt 766 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 39 auf 31. Stärker ändert sich die Situation in den letzten beiden Größenkategorien (100 bis 200 m³ sowie <100 m³), in denen sich die Anzahl der erhobenen Wärmespeicher aufgrund des Größendeckels (größte 200 Wärmenetze) einmal um 54 und einmal um 575 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.

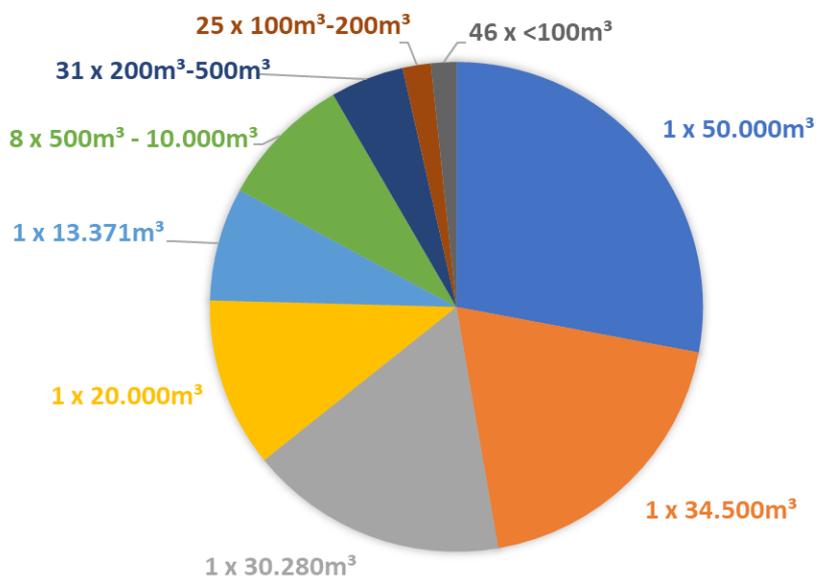


Abbildung 110 – Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz in den 200 größten Wärmenetzen (Datenbasis: 115 Wärmespeicher in 200 Wärmenetzen)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

Die erhobenen Daten betreffend Speichernutzung und Speicherdauer für die 200 größten Wärmenetze unterscheiden sich im Vergleich zu **Abbildung 108** und **Abbildung 109** 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 59 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 111**. Die Preisangaben verstehen sich inkl. Behälterkosten, Kosten für Wärme- und Witterungsschutz sowie anteiliger baulicher Kosten (z. B. Fundament) bzw. exkl. Umsatzsteuer.

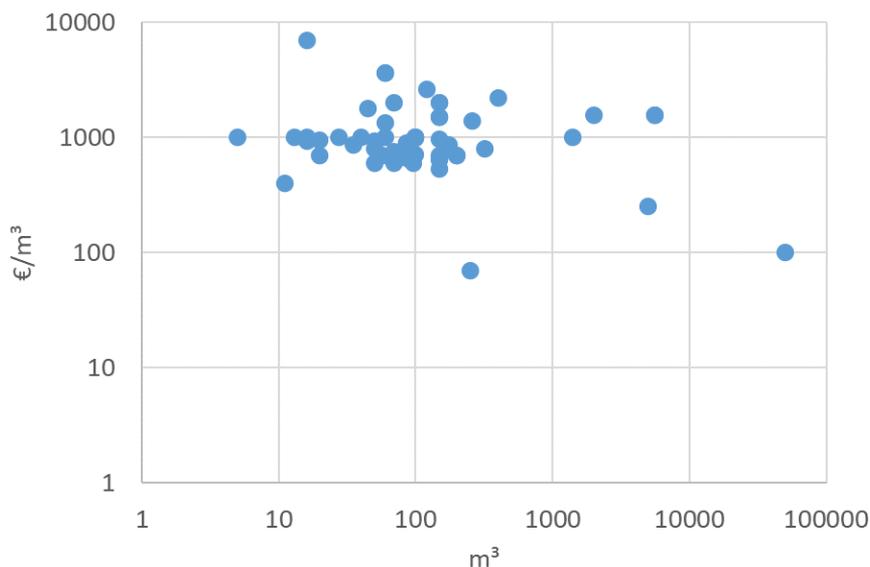


Abbildung 111 – Verteilung der Preisangaben von 59 Behälterwasserspeichern inkl. Kosten für Wärme- und Witterungsschutz sowie anteiliger baulicher Kosten, exkl. Umsatzsteuer (Datenbasis: 59 Wärmespeicher)
 Quelle: AEE INTEC (2023)

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 Quellenspeicher 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 2022 neu errichteter Behälterspeicher in Österreich

Fernwärmenetz Hall in Tirol, Behälterspeicher mit 1.400 m³

Der im Jahr 2022 größte in Österreich errichtete Wärmespeicher mit 1.400 m³ dient der Hall AG als multipler Wärmespeicher im Fernwärmenetz Hall in Tirol, siehe **Abbildung 112**. Im Zuge der Errichtung einer neuen Power-to-Heat (P2H)-Anlage mit Elektrodenkessel, welche im April 2023 mit einer elektrischen Leistung von 20 MW in Betrieb gegangen ist, wurde der neue oberirdische Großwärmedruckspeicher als Stahltankspeicher errichtet.



Abbildung 112 – Errichtung des Großwärmespeichers in Hall in Tirol mit 1.400 m³ und 97 MWh thermische Kapazität mit Fertigstellung im Dezember 2022
Bildnachweis: © www.kremsmueller.com

Der Großwärmespeicher erfüllt dabei drei Hauptfunktionen:

- Lastmanagement und Wärmespeicherung in Verbindung mit dem 18 MW umfassenden Biomasseheizkraftwerk
- Speicherung industrieller Abwärme
- Speicherung der Wärme aus der neu errichteten P2H Anlage

Für die oben genannten Speicheraufgaben ergibt sich in zeitlicher Hinsicht eine Speichernutzung als Stundenspeicher. Mit einer Höhe von 25 m und einem Durchmesser von 9 m beläuft sich die Kapazität des 1.400 m³ Speichers mit den Systemtemperaturen von 110 °C/50°C auf 97,4 MWh_{th}. Der Bau des Speichers dauerte 10 Monate und wurde im Dezember 2022 fertiggestellt. Die Kosten des Speichers beliefen sich auf 1,4 Millionen Euro, siehe Egger (2023).

11 Marktentwicklung Wärmepumpen

11.1 Marktentwicklung in Österreich

Die nachfolgende Dokumentation des österreichischen Wärmepumpeninlands- und -exportmarktes für das Datenjahr 2022 berücksichtigt die Datenmeldungen von 47 österreichischen Wärmepumpenproduzenten und Wärmepumpen-Vertriebsfirmen. Eine Liste der teilnehmenden Firmen ist in **Kapitel 11.1.6** dokumentiert.

11.1.1 Verkaufszahlen nach Typ und Leistungsklasse

Im Zuge der vorliegenden Marktstatistik (Ausgabe 2023 zum Datenjahr 2022) werden im Kapitel Wärmepumpen alle Darstellungen von Zeitreihen auf den Zeitraum ab dem Jahr 2000 reduziert, um einen Fokus auf das aktuelle und zukünftige Marktgeschehen zu legen. Der Zeitraum ab dem Jahr 2000 enthält die vollständige Historie des aktuellen in Betrieb befindlichen Anlagenbestandes in Österreich und ist aus diffusionstheoretischer Sicht für die zukünftige Marktentwicklung relevant. Die gesamte dokumentierte Historie der Wärmepumpentechnologie in Österreich ab dem Jahr 1975 wurde in den früheren Ausgaben der vorliegenden Studie wiederkehrend dokumentiert. Diese Daten sind in den Marktstatistik-Publikationen bis zur Ausgabe 2022 (Datenjahr 2021) vollständig enthalten und stehen dort für eine allfällige Nachnutzung zur Verfügung, siehe Biermayr et al. (2022).

Die Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes ist in **Abbildung 113** somit vom Jahr 2000 bis zum Datenjahr 2022 dargestellt. Eine Darstellung getrennt nach Heizungswärmepumpen und Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung ist in **Abbildung 114** dokumentiert. Ab dem Jahr 2000 stiegen die Verkaufszahlen vor allem im Bereich der Heizungswärmepumpen kontinuierlich und mit hohen Wachstumsraten an.

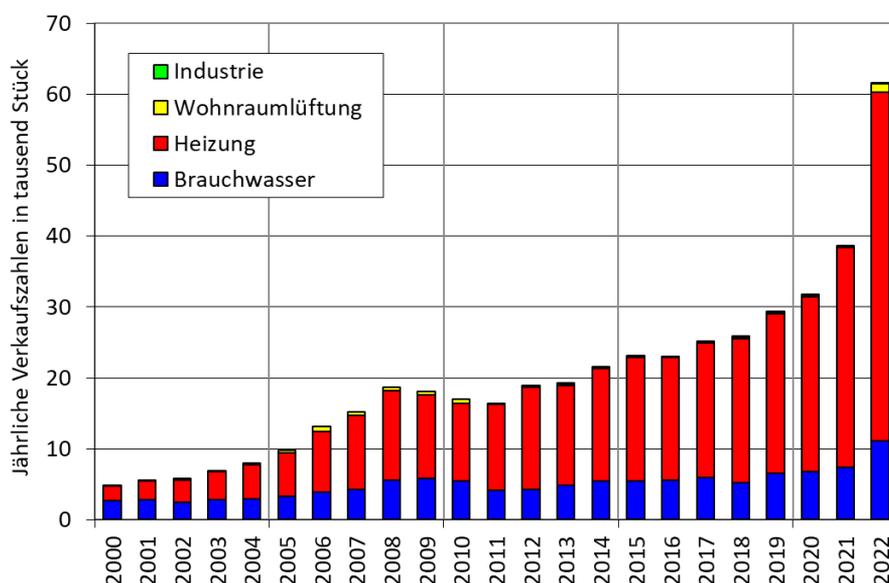


Abbildung 113 – Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich bis 2022

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

Die Hintergründe dieses Wachstums waren 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 der Bundesländer und Bundesförderungen für den gewerblichen Bereich zur Verfügung.

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 Jahr 2021 sukzessive steigerte. Im Jahr 2021 war bereits ein sehr hohes Wachstum von 21,6 % zu beobachten, welches in der Branche auch hohe Investitionen in Strukturen und Produktionskapazitäten auslöste, sofern solche Investitionen nicht schon zu einem früheren Zeitpunkt eingeleitet wurden.

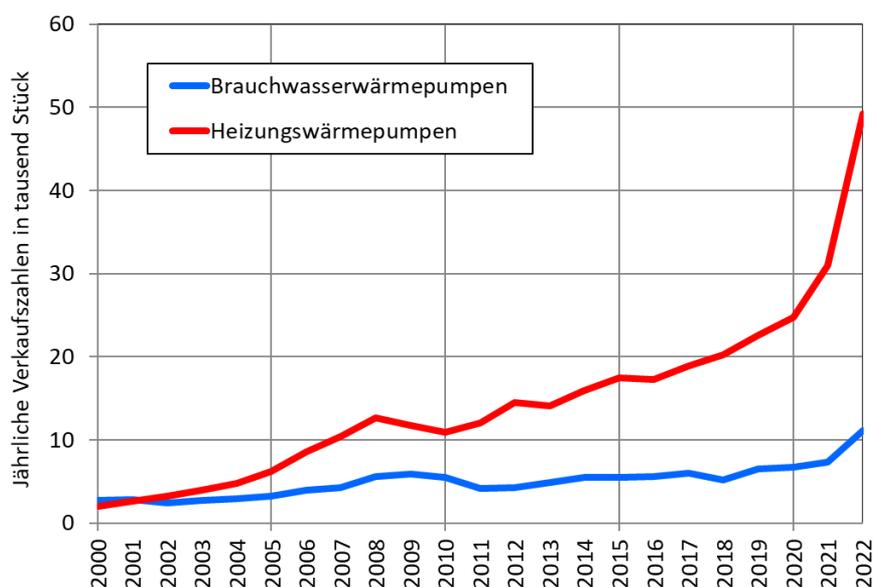


Abbildung 114 – Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen in Österreich bis 2022
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

Das Jahr 2022 entwickelte sich durch das nicht planbare gleichzeitige Auftreten zahlreicher, überwiegend exogener fördernder Faktoren, zu einem Jahr mit einer historisch maximalen Wachstumsrate. Über alle Wärmepumpenarten und Leistungsklassen hinweg wuchs der Absatz im Inlandsmarkt um 59,9 %. Wesentliche Faktoren waren hierbei die teilweise dramatisch ansteigenden Energiepreise, Unsicherheiten bezüglich der Verfügbarkeit vor allem fossiler Energieträger, die ungewöhnlich hohe Geldentwertung, sowie ein günstiges energiepolitisches Umfeld. Wesentlich war hierbei, dass sich die Branche bereits im Vorjahr bzw. in den Vorjahren auf einen Wachstumsmarkt einstellen konnte. Das in diesem Umfang nicht vorhersehbare Wachstum konnte deshalb mit einer maximalen inländischen Wertschöpfung ermöglicht werden.

Die Absatzzahlen steigerten sich im Inlandsmarkt im Bereich der Heizungswärmepumpen um 61,6 %, im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen um 51,9 % und im Bereich der Industrierärmepumpen um 134 %. In Stückzahlen ausgedrückt wurden im Jahr 2022 im

Inlandsmarkt 50.393 Heizungswärmepumpen, 11.153 Brauchwasserwärmepumpen und 131 Industriewärmepumpen abgesetzt. Die Entwicklung der Verkaufszahlen nach Wärmepumpentypen und Leistungsklassen vom Jahr 2021 auf das Jahr 2022 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 Entwicklung des Inlandsmarktes für Heizungswärmepumpen exklusive Luft/Luft- und Lüftungswärmepumpen zeigt im Jahr 2022 ein Wachstum von 58,6 %. Eine maximale Steigerung der Absatzzahlen kann dabei mit einem Plus von 72,8 % in der Leistungsklasse größer 10 kW bis 20 kW beobachtet werden. Mit 23.142 verkauften Heizungswärmepumpen ist diese Leistungsklasse auch jene mit dem größten Absatz nach Stückzahlen. Ein ähnliches Ergebnis ist in der Leistungsklasse größer 5 kW bis 10 kW zu beobachten. Hier beträgt der Absatz 22.845 Stück mit einer Steigerung von 49,0 % zum Vorjahr. Der außergewöhnlich starke Zuwachs in der Leistungsklasse größer 10 kW bis 20 kW ist auch ein robuster Hinweis auf ein starkes Wachstum des Kesseltausch- und Sanierungsmarktes im Eigenheimbereich, welcher typischer Weise in dieser Leistungsklasse angesiedelt ist.

Die Leistungsklasse größer 20 kW bis 50 kW ist mit 2.110 verkauften Heizungswärmepumpen die drittstärkste Klasse, wobei der Zuwachs von 2021 auf 2022 51,0 % betrug. Nach Stückzahlen gerechnet, entfallen im Jahr 2022 97,8 % aller im Inlandsmarkt verkauften Heizungswärmepumpen auf die Leistungsklassen größer 5 kW bis 50 kW. Heizungswärmepumpen in den höheren Leistungsklassen zeigten im Jahr 2022 im Inlandsmarkt ebenfalls Wachstumstrends. So wurde der Absatz in der Leistungsklasse größer 50 kW bis 100 kW um 29,1 % auf 315 Stück gesteigert. In den Leistungsklassen von 350 kW bis 1.500 kW konnte erstmals der Verkauf von 10 Stück dokumentiert werden. Alleine in der Leistungsklasse von 100 kW bis 350 kW war ein Rückgang des Absatzes um 27,0 % auf 46 Stück zu beobachten.

Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung erfreuten sich im Jahr 2022 im Inlandsmarkt ebenfalls stark wachsender Beliebtheit. Die Verkaufszahlen steigerten sich bei dieser Wärmepumpenart von 7.343 Stück im Jahr 2021 auf 11.153 Stück im Jahr 2022, was einem Zuwachs von 51,9 % entspricht. Nach dem eher verhaltenen Wachstum dieses Segments in den vergangenen Jahren zeigte sich hier eine neue Wachstumsdynamik. Über die Hintergründe dieses Wachstums können auf Basis der vorliegenden Daten nur Vermutungen angestellt werden. Naheliegend wäre, dass zahlreiche KonsumentInnen aufgrund exorbitant gestiegener Strompreise ältere Strom-Direkt-Boiler im Jahr 2022 durch energieeffiziente Brauchwasserwärmepumpen ersetzt haben. Anreizorientierte energiepolitische Instrumente waren an dieser spezifischen Entwicklung kaum beteiligt, da nur in einzelnen Bundesländern entsprechende Fördermodelle für Brauchwasserwärmepumpen existierten.

Der Absatz von Industriewärmepumpen konnte im Inlandsmarkt ebenfalls deutlich gesteigert werden. Der Absatz wuchs von 56 Stück im Jahr 2021 auf 131 Stück im Jahr 2022, was einer Steigerung um 134 % entspricht. Im Jahr 2022 wurde damit der bisher höchste Jahresabsatz an Industriewärmepumpen erzielt. Die fördernden Faktoren in diesem Segment waren 2022 zwar ähnlich gelagert, wie im Segment der Heizungswärmepumpen. Zusätzlich ist jedoch zu bedenken, dass es sich hierbei oftmals um projektspezifisch gefertigte Maschinen handelt, welche eine längere planungs- und fertigungstechnische Vorlaufzeit benötigen. Insofern können in diesem Bereich Investitionsentscheidungen und die zugehörigen Aufträge bis zu einem gewissen Grad noch dem Jahr 2021 zugeordnet werden.

Tabelle 58 – Absatz von Wärmepumpen in den Jahren 2021 und 2022
Inlandsmarkt, Exportmarkt und Gesamtabsatz nach Typ und Leistungsklasse.
 Quelle: ENFOS (2023)

Art und Leistungsklassen ¹⁷	Absatz	2021 (Stück)	2022 (Stück)	Veränderung 2021/2022
Heizungswärmepumpen bis 5 kW	Gesamtabsatz	679	792	+16,6%
	Inlandsmarkt	588	724	+23,1%
	Exportmarkt	91	68	-25,3%
Heizungswärmepumpen größer 5 kW bis 10 kW	Gesamtabsatz	18 088	25 665	+41,9%
	Inlandsmarkt	15 330	22 845	+49,0%
	Exportmarkt	2 758	2 820	+2,2%
Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW	Gesamtabsatz	20 283	28 571	+40,9%
	Inlandsmarkt	13 389	23 142	+72,8%
	Exportmarkt	6 894	5 429	-21,3%
Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW	Gesamtabsatz	3 276	3 724	+13,7%
	Inlandsmarkt	1 397	2 110	+51,0%
	Exportmarkt	1 879	1 614	-14,1%
Heizungswärmepumpen größer 50 kW bis 100 kW	Gesamtabsatz	501	427	-14,8%
	Inlandsmarkt	244	315	+29,1%
	Exportmarkt	257	112	-56,4%
Heizungswärmepumpen größer 100 kW bis 350 kW	Gesamtabsatz	104	55	-47,1%
	Inlandsmarkt	63	46	-27,0%
	Exportmarkt	41	9	-78,0%
Heizungswärmepumpen größer 350 kW bis 600 kW	Gesamtabsatz	4	3	-25,0%
	Inlandsmarkt	0	2	-
	Exportmarkt	4	1	-75,0%
Heizungswärmepumpen größer 600 kW bis 1500 kW	Gesamtabsatz	4	8	+100,0%
	Inlandsmarkt	0	8	-
	Exportmarkt	4	0	-100,0%
Alle Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung	Gesamtabsatz	42 939	59 245	+38,0%
	Inlandsmarkt	31 011	49 192	+58,6%
	Exportmarkt	11 928	10 053	-15,7%
Industriewärmepumpen	Gesamtabsatz	56	143	+155,4%
	Inlandsmarkt	56	131	+133,9%
	Exportmarkt	0	12	-
Brauchwasserwärmepumpen	Gesamtabsatz	14 214	20 201	+42,1%
	Inlandsmarkt	7 343	11 153	+51,9%
	Exportmarkt	6 871	9 048	+31,7%
Luft/Luft und Lüftungswärmepumpen ¹⁸	Gesamtabsatz	190	1271	+568,9%
	Inlandsmarkt	173	1201	+594,2%
	Exportmarkt	17	70	+311,8%
Alle Wärmepumpen	Gesamtabsatz	57 399	80 860	+40,9%
	Inlandsmarkt	38 583	61 677	+59,9%
	Exportmarkt	18 816	19 183	+2,0%

¹⁷ Für die Leistungsklasse größer 1500 kW erfolgten keine Datenmeldungen, weshalb diese Klasse in den Tabellen 2 und 3 nicht dargestellt wurde.

¹⁸ In dieser Kategorie wurden 2022 erstmals auch Luft/Luft Wärmepumpen erfasst, was zur dargestellten Steigerung der Verkaufszahlen führt.

11.1.2 Thermische Leistung, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen

Für das Datenjahr 2022 liegen zu den Merkmalen mittlere thermische Leistung je Leistungsklasse, Anteile von Kombianlagen, Anlagen mit passiver oder aktiver Kühlfunktion und Hybridanlagen Datenmeldungen von 37 von insgesamt 47 meldenden Firmen vor. 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 und den Ergebnissen aus dem Datenjahr 2021 gegenübergestellt.

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.

Der Anteil an Smart Grid Ready Wärmepumpen an der Gesamtheit der im Jahr 2021 im österreichischen Inlandsmarkt verkauften Wärmepumpen war den Ergebnissen der Erhebung zum Datenjahr 2021 (= Vorjahreserhebung) 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 in Gebäuden genutzt. Da dieses Ergebnis eindeutig und robust war und dieser Umstand auch im Zuge von qualitativen Erhebungen bestätigt wurde, wurde dieses Merkmal in der Erhebung zum Datenjahr 2022 nicht mehr abgefragt.

Das Merkmal “Kombianlage“, d. h. kombiniert Wärmepumpe zur Raumheizung und Brauchwassererwärmung, zeigt einen steigenden Trend. Im Jahr 2022 betrug der Anteil an Kombianlagen bei den verkauften Heizungswärmepumpen in den Leistungsklassen bis 5 kW und größer 5 kW bis 10 kW jeweils 81 % und in der Leistungsklasse größer 10 kW bis 20 kW 78 %. Rund 8 von 10 in diesen Leistungsklassen verkauften Heizungswärmepumpen werden somit auch zur Brauchwassererwärmung eingesetzt. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der reinen Brauchwasser-Wärmepumpen wurden im Jahr 2022 in Österreich somit fast 50.000 Wärmepumpensysteme installiert, welche die Dienstleistung der Brauchwassererwärmung bereitstellen können.

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 (nur 37 von 47 Firmen melden diese Daten) 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 die Bereitstellung von Raumkälte zunehmend nachgefragt wird.

Die Meldungen für den Absatz von Hybridanlagen blieben auch bei der Erhebung zum Datenjahr 2022 im großen und ganzen im niedrigen einstelligen Prozentbereich.

Tabelle 59 – Leistung, Smart Grid, Kombianlagen, Kühlfunktion und Hybridanlagen für Heizungswärmepumpen im Inlandsmarkt. Quelle: ENFOS (2023)

Heizungswärmepumpen bis 5 kW (n=12)¹	2021	2022
Mittlere thermische Leistung	3,6 kW	4,3 kW
Anteil an Kombianlagen	80 %	81 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	67 %	12 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	65 %	55 %
Anteil an Hybridanlagen	-	4 %
Heizungswärmepumpen >5 kW bis 10 kW (n=29)		
Mittlere thermische Leistung	7,6 kW	7,6 kW
Anteil an Kombianlagen	77 %	81 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	42 %	20 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	56 %	55 %
Anteil an Hybridanlagen	8 %	4 %
Heizungswärmepumpen >10 kW bis 20 kW (n=27)		
Mittlere thermische Leistung	14,0 kW	14,9 kW
Anteil an Kombianlagen	62 %	78 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	32 %	16 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	56 %	46 %
Anteil an Hybridanlagen	11 %	6 %
Heizungswärmepumpen >20 bis 50 kW (n=18)		
Mittlere thermische Leistung	28,1 kW	29,8 kW
Anteil an Kombianlagen	66 %	67 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	23 %	21 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	54 %	32 %
Anteil an Hybridanlagen	-	6 %
Heizungswärmepumpen >50 bis 100 kW (n=10)		
Mittlere thermische Leistung	73,8 kW	69,6 kW
Anteil an Kombianlagen	95 %	35 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	29 %	42 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	39 %	40 %
Anteil an Hybridanlagen	6 %	15 %
Heizungswärmepumpen >100 bis 350 kW² (n=4)		
Mittlere thermische Leistung	186,8 kW	148,0 kW
Anteil an Kombianlagen	94 %	0 %
Anteil an Anlagen mit passiver Kühlfunktion	62 %	50 %
Anteil an Anlagen mit aktiver Kühlfunktion	78 %	8 %
Anteil an Hybridanlagen	5 %	0 %

¹ Anzahl der Betriebe, von denen Meldungen für das jeweilige Segment für 2022 vorliegen.

² In allen höheren Leistungsklassen liegen jeweils Datenmeldungen von n<3 Betrieben vor, weshalb die Darstellung hier aus Datenschutzgründen unterbleiben muss.

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 115** und **Abbildung 116**. 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 2022 in Österreich 106.728 Brauchwasserwärmepumpen, 327.027 Heizungswärmepumpen, 6.704 Wohnraumlüftungswärmepumpen und 609 Industrierärmepumpen in Betrieb. Insgesamt waren dies 441.068 Wärmepumpen für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche. Die hier dargestellten Bestandszahlen bilden in der Folge die Basis der Kalkulation des energetischen Ertrages und der Emissionseinsparungen in den nachfolgenden Kapiteln.

Im österreichischen Inlandsmarkt wurden vom Beginn der Marktdiffusion bis zum Jahr 2022 insgesamt 604.569 Wärmepumpenanlagen verkauft. Davon waren 228.907 Brauchwasserwärmepumpen, 367.989 Heizungswärmepumpen, 7.064 Wohnraumlüftungswärmepumpen und 609 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, welche in historischen Ausgaben der vorliegenden Studie für den Zeitraum von 2020 bis 2025 prognostiziert wurde, bereits beobachtet werden. Zum stark wachsenden Markt der Erstanschaffung kommt mittlerweile eine jährlich wachsende Zahl an Ersatzkäufen hinzu. Den Zahlen zufolge wird die Anschaffung einer Wärmepumpe in der Regel auch wieder bestätigt.

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, erscheinen deshalb eine Bestätigung von bestehenden Wärmepumpenanlagen am Ende ihrer technischen Lebensdauer und der vermehrte Tausch von z. B. erdgasbasierten Wärmebereitstellungssystemen gegen Wärmepumpen als sehr wahrscheinlich.

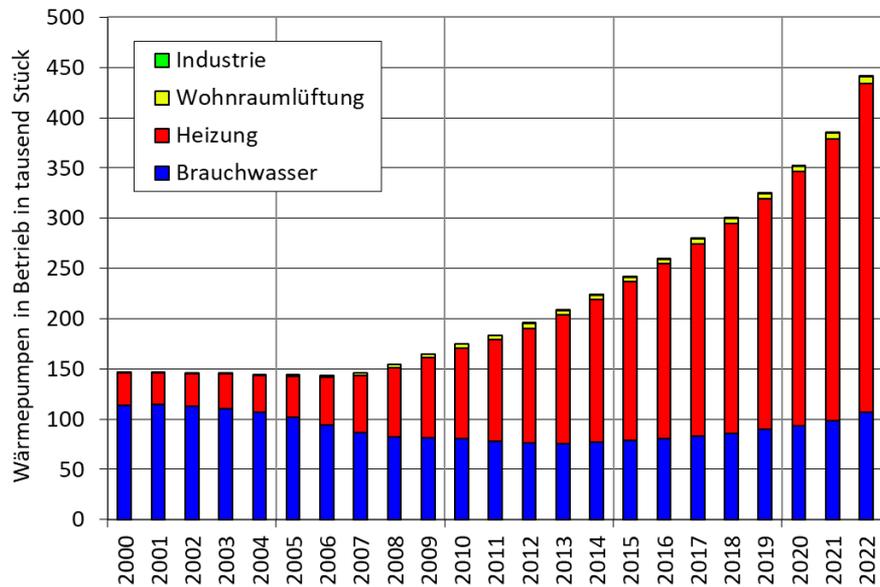


Abbildung 115 – Wärmepumpen-Bestandsentwicklung in Österreich bis 2022
Lebensdauer: 20 Jahre. Quellen: bis 2006: Faninger (2007),
ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

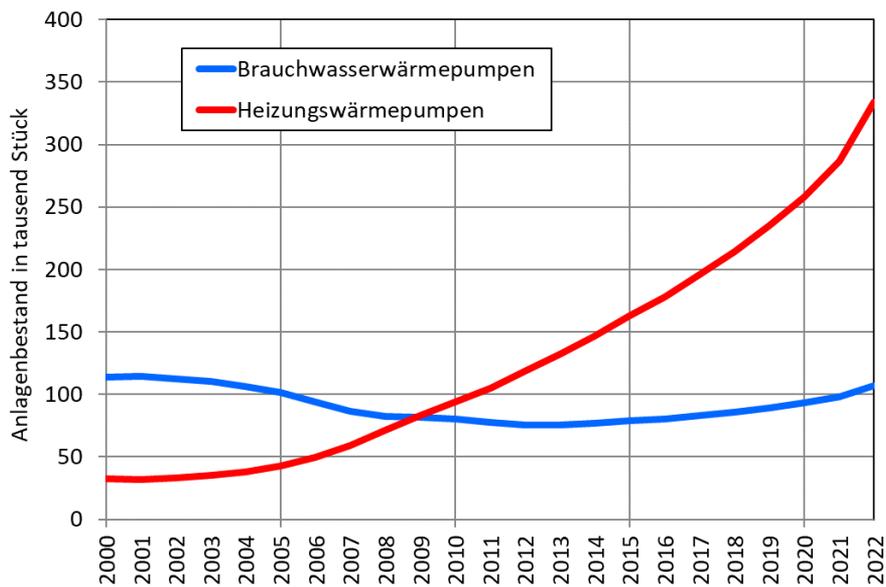


Abbildung 116 – Bestandsentwicklung Brauchwasser- u. Heizungswärmepumpen
Lebensdauer: 20 Jahre. Quellen: bis 2006: Faninger (2007),
ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

Tabelle 60 – Entwicklung des Wärmepumpen-Inlandsmarktes in Österreich
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

Jährliche Verkaufszahlen von Wärmepumpen im österreichischen Inlandsmarkt					
Jahr	Brauchwasser	Heizung	WRL	Industrie	Gesamt
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
2022	11.153	49.192	1.201	131	61.677
Gesamtsumme: 1975-2022					
	228.907	367.989	7.064	609	604.569
Annahme 20 Jahre Lebensdauer: Betrachtungszeitraum 2003-2022					
	106.728	327.027	6.704	609	441.068
grau hinterlegt: diese Anlagen sind nicht mehr in Betrieb; WRL: Wohnraumlüftung, ab 2022 Wohnraumlüftung und Luftwärmepumpen; Anmerkung: die Datenjahre 1975 bis 1999 werden ab der vorliegenden Ausgabe der Marktstatistik nicht mehr dokumentiert. Die entsprechenden Daten sind jedoch in den Ausgaben zum Datenjahr 2021 und frühere verfügbar, siehe Biermayr et al. (2022).					

Tabelle 61 – Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Österreich
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Österreich jeweils in Betrieb befindlicher Anlagenbestand (Lebensdauer = 20 Jahre)					
Jahr	Brauchwasser	Heizung	WRL	Industrie	Gesamt
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
2022	106.728	327.027	6.704	609	441.068

Auf eine Abbildung des ausscheidenden Bestandes mittels Weibull-Verteilung wurde in der vorliegenden Studie verzichtet. Einerseits um 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 2021 und 2022 verkauften Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen und Wärmequellsystemen dokumentiert. Der mittlerweile langfristige Trend zu Luft/Wasser-Wärmequellsystemen bestätigte sich auch im Datenjahr 2022.

Das in absoluten Stückzahlen mit großem Abstand absatzstärkste Segment des Luft/Wasser Wärmequellsystems verzeichnete von 2021 auf 2022 einen Zuwachs von 68,8 %, wobei der stärkste leistungsclassenspezifische Zuwachs dieses Wärmequellsystems im Massenmarkt in der Höhe von 87,4 % im Leistungssegment größer 10 kW bis 20 kW zu beobachten war. Aber auch im ebenfalls sehr stückzahlstarken Leistungssegment größer 5 kW bis 10 kW war bei diesem Wärmequellsystem ein sehr hoher Zuwachs von 56,2 % zu beobachten.

Eine starke Steigerung des Anteiles der Wärmequelle Luft ist seit dem Jahr 2004 zu beobachten. Im Jahr 2022 erreichte dieses Wärmequellsystem einen Marktanteil von 86,2 %, womit in diesem Jahr beinahe 9 von 10 in Österreich neu installierte Heizungswärmepumpen Luft/Wasser Wärmepumpen waren. Die Stückzahlen und die Marktanteile der unterschiedlichen Wärmequellsysteme sind für die Jahre 2021 und 2022 in **Tabelle 62** dokumentiert und in **Abbildung 117** für das Jahr 2022 veranschaulicht.

Tabelle 62 – Marktanteile unterschiedlicher Wärmequellsysteme 2021 und 2022 im Inlandsmarkt. Quelle: ENFOS (2023)

Leistungsklasse	Typ	Anzahl im Jahr 2021	Anteil im Jahr 2021	Anzahl im Jahr 2022	Anteil im Jahr 2022
alle Heizungs-Wärmepumpen (inkl. Wohnraumlüftung)	Luft/Luft	173	0,6%	1 201	2,4%
	Luft/Wasser	25.741	82,5%	43.444	86,2%
	Wasser/Wasser	546	1,8%	529	1,0%
	Sole/Wasser	4.472	14,3%	4.989	9,9%
	Direktverdampfung	252	0,8%	230	0,5%
	Summe		31.184	100,0%	50.393

Sole/Wasser Wärmepumpen stellen im österreichischen Inlandsmarkt die zweithäufigste Wärmepumpentype dar. Ihr Anteil am Gesamtabsatz reduzierte sich von 2021 auf 2022 zwar von 14,3 % auf 9,9 %. In absoluten Zahlen konnte der Absatz jedoch von 4.472 Stück auf 4.989 Stück gesteigert werden, was einem Anstieg der Verkaufszahlen um 11,6 % entspricht. Angesichts der enormen allgemeinen Absatzsteigerungen von Wärmepumpen im Jahr 2022 fällt das Wachstum der Verkaufszahlen von Sole/Wasser Wärmepumpen nicht sofort auf. Es ist aber zweifelsohne ein starkes Lebenszeichen dieses Marktsegments und möglicher Weise auch ein Zeiger in Hinblick auf eine Renaissance dieses Wärmequellsystems.

Die Marktanteile der weiteren Wärmequellsysteme Luft/Luft und Wohnraumlüftung (2,4 %), Wasser/Wasser (1,0 %) und Direktverdampfung (0,5 %) stellen in Hinblick auf das Gesamt-Marktvolumen Nischenmärkte dar. Die Anzahl der erfassten verkauften Luft/Luft- und Lüftungswärmepumpen steigerte sich dabei allerdings von 173 Stück im Jahr 2021 auf 1.201 Stück im Jahr 2022 beträchtlich, was auf eine vollständigere Erhebung und eine sukzessive Miterfassung von Luft/Luft Systemen zurückzuführen ist. Wasser/Wasser und Direktverdampfer Wärmepumpen zeigen hingegen stagnierende Verkaufszahlen und sinkende Marktanteile.

Tabelle 63 – Wärmepumpen-Inlandsmarkt nach Wärmequellsystemen
 Quelle: ENFOS (2023)

Leistungsklasse	Typ	Inlandsmarkt 2021 in Stück	Inlandsmarkt 2022 in Stück	Veränderung 2021/2022 in %
bis 5 kW	Luft/Luft	173	1201	+594,2%
	Luft/Wasser	576	707	+22,7%
	Wasser/Wasser	0	0	0,0%
	Sole/Wasser	11	13	+18,2%
	Direktverdampfung	1	4	+300,0%
	Summe		761	1 925
größer 5 kW bis 10 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	13 378	20 899	+56,2%
	Wasser/Wasser	122	54	-55,7%
	Sole/Wasser	1 787	1 856	+3,9%
	Direktverdampfung	43	36	-16,3%
	Summe		15 330	22 845
größer 10 kW bis 20 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	10 819	20 270	+87,4%
	Wasser/Wasser	309	358	+15,9%
	Sole/Wasser	2 082	2 387	+14,6%
	Direktverdampfung	179	127	-29,1%
	Summe		13 389	23 142
größer 20 kW bis 50 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	815	1 391	+70,7%
	Wasser/Wasser	95	85	-10,5%
	Sole/Wasser	458	571	+24,7%
	Direktverdampfung	29	63	+117,2%
	Summe		1 397	2 110
größer 50 kW bis 100 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	146	157	+7,5%
	Wasser/Wasser	17	19	+11,8%
	Sole/Wasser	81	139	+71,6%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe		244	315
größer 100 kW bis 350 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	7	17	+142,9%
	Wasser/Wasser	3	6	+100,0%
	Sole/Wasser	53	23	-56,6%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe		63	46
größer 350 kW bis 600 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	0	1	-
	Wasser/Wasser	0	1	-
	Sole/Wasser	0	0	0,0%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe		0	2
größer 600 kW bis 1500 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	0	2	-
	Wasser/Wasser	0	6	-
	Sole/Wasser	0	0	0,0%
	Direktverdampfung	0	0	0,0%
	Summe		0	8
alle Heizungs- Wärmepumpen (inkl. Wohnraumlüftung)	Luft/Luft	173	1 201	+594,2%
	Luft/Wasser	25 741	43 444	+68,8%
	Wasser/Wasser	546	529	-3,1%
	Sole/Wasser	4 472	4 989	+11,6%
	Direktverdampfung	252	230	-8,7%
	Summe		31 184	50 393

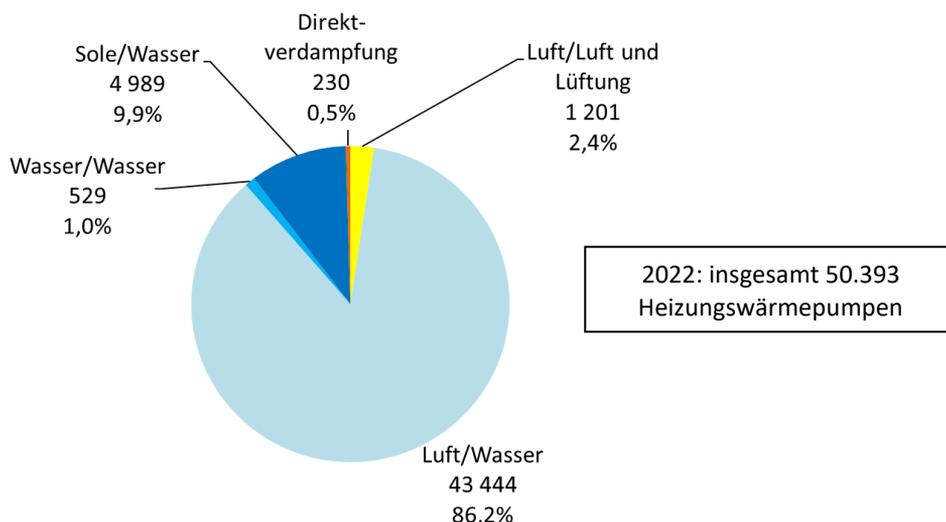


Abbildung 117 – Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt 2022
 Quelle: ENFOS (2023)

Die historische Entwicklung der Anteile der Wärmequellsysteme am Inlandsmarkt ist für den Zeitraum von 2000 bis 2022 in **Abbildung 118** 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.

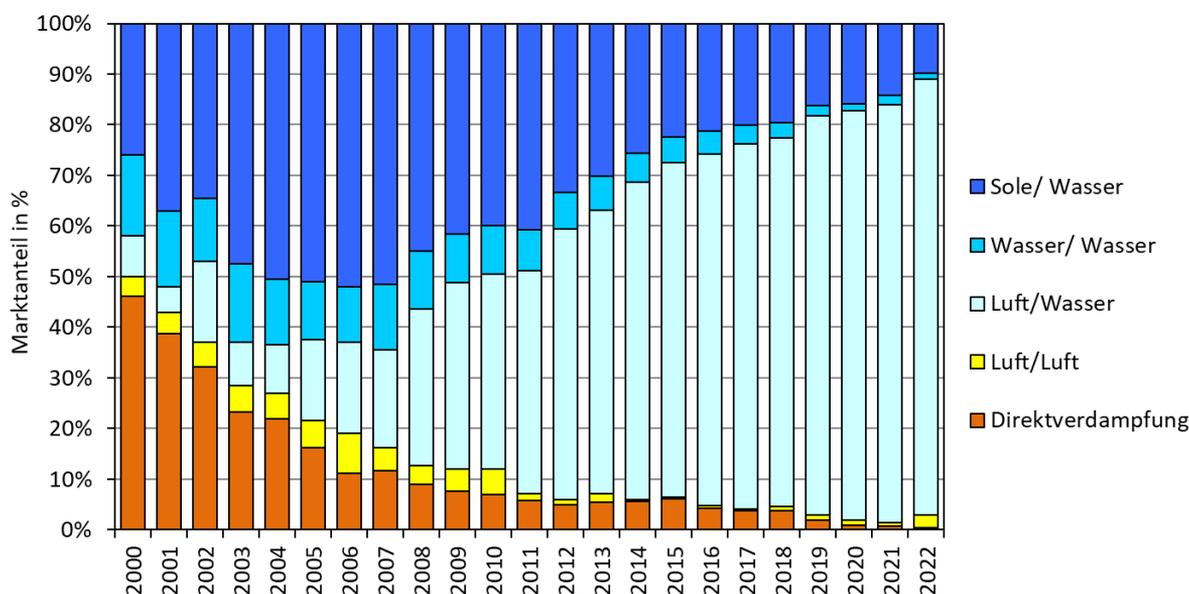


Abbildung 118 – Marktanteile der Wärmequellsysteme im Inlandsmarkt
 Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

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 auch 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 begünstigen wird.

Der starke Trend zu Luft/Wasser Systemen bringt in Vergesellschaftung mit der raschen Marktdiffusion aber auch neue Herausforderungen. Die Schallemissionen der Luftwärmetauschergebläse 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 Wärmequellsysteme von Heizungswärmepumpen spiegelt sich auch in der Entwicklung des Bestandes wider, siehe **Abbildung 119**. Aufgrund der gegebenen historischen Entwicklung und des laufenden Ausscheidens alter Anlagen aus dem Bestand wird der überwiegende Teil des aktuellen Bestandwachstums von Luft/Wasser Heizungswärmepumpen getragen. Ein weiteres, wenn auch deutlich geringeres Bestandwachstum, ist bei den Sole/Wasser-Heizungswärmepumpen und neuerdings auch im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen gegeben.

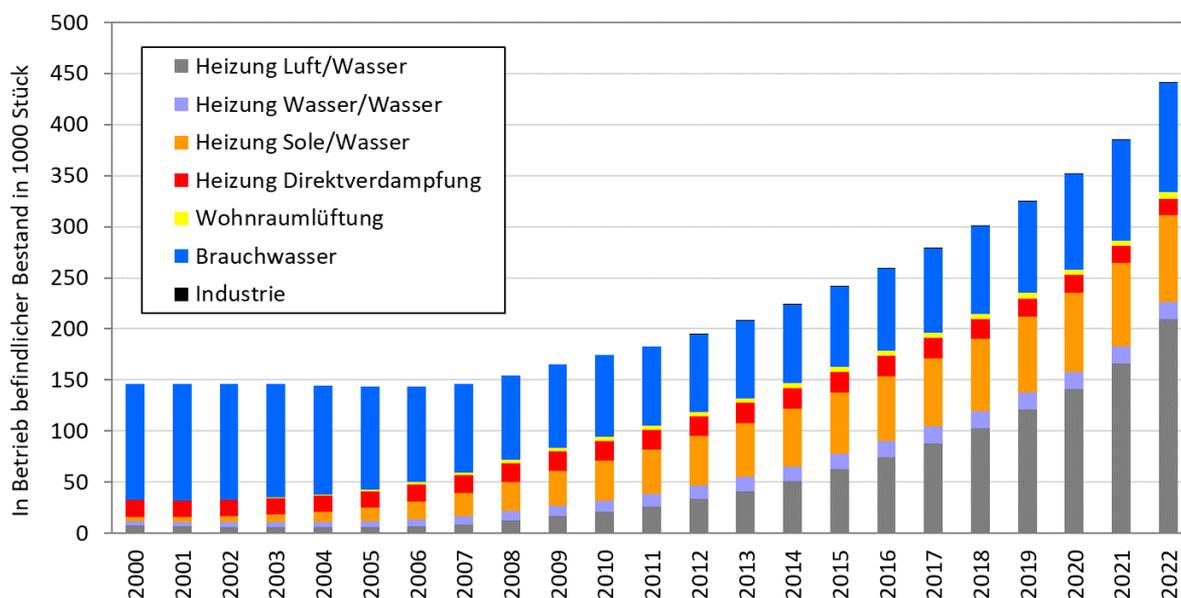


Abbildung 119 – In Betrieb befindlicher Wärmepumpenbestand in Österreich nach Arten und Wärmequellsystemen.

Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

11.1.5 Förderungen und Bundesländerstatistiken

Förderungen für Wärmepumpenanlagen waren im Jahr 2022 auf Bundesebene und auf Ebene der Bundesländer verfügbar. Auf Bundesebene waren dies die Förderprogramme “Raus aus Öl und Gas“, “Sauber Heizen für Alle“ und ein Förderprogramm zur Förderung gewerblicher Wärmepumpenanlagen. Die Förderinstrumente waren auf Bundesebene nicht rückzahlbare Investitionszuschüsse. Die Förderungsabwicklung erfolgte über die Kommunalkredit Public Consulting (KPC). Details zu den spezifischen Instrumenten und Hintergründe sind im Umweltförderungsbericht des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie dargestellt, siehe BMK (2023). Im Jahr 2022 wurden innerhalb des Förderprogramms “Raus aus Öl und Gas“ 14.256 Wärmepumpenanlagen mit insgesamt 98,2 Mio. Euro gefördert. Im Förderprogramm “Sauber Heizen für Alle“ waren es im selben Jahr 200 Wärmepumpenanlagen, welche insgesamt mit 1,5 Mio. Euro gefördert wurden, siehe hierzu **Tabelle 64**. Die Verteilung der Förderfälle nach Wärmequellsystemen entspricht dabei weitestgehend jener Verteilung, welche durch die Markterhebung ermittelt wurde.

Tabelle 64 – Wärmepumpenförderungen des Bundes im Jahr 2022
in den Programmen “Raus aus Öl und Gas“ und “Sauber Heizen für Alle“ Quelle: KPC

“Raus aus Öl und Gas“ 2022		
Art der Wärmepumpe	Anzahl	Förderung in Euro
Luftwärmepumpe	13.010	90.245.381
Solewärmepumpe	938	5.986.639
Wasserwärmepumpe	308	1.968.970
Gesamtsumme	14.256	98.200.990
“Sauber Heizen für Alle“ 2022		
Art der Wärmepumpe	Anzahl	Förderung in Euro
Luftwärmepumpe	182	1.363.907
Solewärmepumpe	14	105.000
Wasserwärmepumpe	4	30.000
Gesamtsumme	200	1.498.907

Die Förderung von Wärmepumpen an gewerblichen Standorten durch die KPC umfasste im Jahr 2022 379 Wärmepumpenanlagen und eine Gesamtfördersumme von 5,8 Mio. Euro. Da diese Förderung aufgegliedert nach Bundesländern vorliegt, wurden die entsprechenden Daten gemeinsam mit den anschließend thematisierten Wärmepumpenförderungen der Bundesländer in **Tabelle 65** dargestellt.

Auf Ebene der Bundesländer gab es länderspezifische Fördermöglichkeiten, welche zumeist auf Ebene der Wohnauförderungen angesiedelt waren. Die Rahmenbedingungen für die Landesförderungen waren dabei ebenso unterschiedlich wie die Art der verfügbaren Instrumente. Zumeist handelte es sich bei den Förderinstrumenten um nicht rückzahlbare Investitionszuschüsse, seltener wurden Annuitätenzuschüsse oder geförderte Wohnbaudarlehen gewährt. Abgewickelt wurden die Förderungen der Bundesländer über die Wohnauförderungsstellen oder die Energiereferate der Länder.

Weiters existierten Förderungen, welche beispielsweise von Energieversorgern vergeben wurden. Diese Anreize werden im Folgenden jedoch nicht dokumentiert, da sie nicht systematisch erhoben wurden.

Mittels Befragungen der Förderstellen der Länder konnten für das Datenjahr 2022 in Summe 15.495 geförderte Heizungswärmepumpen und 676 geförderte Brauchwasserwärmepumpen ermittelt werden, welche in Summe mit 47,0 Mio. Euro gefördert wurden.

Bei der Summation der Förderfälle muss berücksichtigt werden, dass manche Förderungen der Bundesländer Anschlussförderungen an die Förderungen des Bundes sind und diese deshalb ein und dieselben Anlagen betreffen. Eine einfache Summation der Wärmepumpenanlagen ist deshalb nicht möglich. Bei den Fördersummen hingegen, liegen getrennte Angaben für die Fördersummen aus dem Bundesbudget und für die Fördersummen aus Landesmitteln vor. Daraus folgt, dass im Jahr 2022 in Summe 147,2 Mio. Euro aus Bundes- und Landesmitteln zur Förderung von Wärmepumpen aufgewendet wurde. Auf Basis der vorliegenden Informationen zu den Landesförderungen kann eine Gesamtzahl von ca. 21.000 im Jahr 2022 in Österreich geförderten Wärmepumpen abgeschätzt werden.

Dies entspricht ca. 42 % des Heizungswärmepumpen-Inlandsmarktes und ca. 6 % 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 Wärmepumpen und der Abwicklung der Förderung. Interessant ist, dass die Anteile der geförderten Wärmepumpen an den insgesamt installierten Wärmepumpen über die letzten Jahre hinweg trotz dynamischer Marktentwicklung stets konstant waren, im Jahr 2022 durch das deutlich erweiterte Förderangebot aber signifikant anstiegen. Werden tarifliche Anreize für Wärmepumpen seitens der Elektrizitätsversorgungsunternehmen außer Acht gelassen, so ist anzunehmen, dass im österreichischen Inlandsmarkt folglich ca. 64 % aller im Jahr 2022 neu installierten Heizungs- und Brauchwasserwärmepumpen ohne Förderungen errichtet wurden.

Tabelle 65 – Wärmepumpenförderungen im Jahr 2022 nach Bundesländern

Quelle: Förderstellen der Länder, KPC, ENFOS (2023)

Land	Landesförderungen 2022			KPC Förderung für gewerbliche Anlagen 2022		Total 2022	
	Anzahl WW [Stk.]	Anzahl HZ [Stk.]	Förderung [Euro]	Anzahl [Stk.]	Förderung [Euro]	Anzahl [Stk.]	Förderung [Euro]
Bgld	586	1 562	4 894 302	16	92 725	2 164	4 987 027
Ktn	0	446	2 641 000	18	122 492	464	2 763 492
NÖ	72	7 218	15 126 000	71	618 770	7 361	15 744 770
OÖ	0	3 112	4 700 000	94	2 037 907	3 206	6 737 907
Sbg	0	380	1 166 886	39	756 637	419	1 923 523
Stmk	18	728	905 352	26	341 840	772	1 247 192
Tir	0	1 565	11 114 330	81	1 441 919	1 646	12 556 249
Vo	0	184	763 061	22	329 204	206	1 092 265
Wien	0	300	5 666 346	12	99 890	312	5 766 236
Gesamt	676	15 495	46 977 277	379	5 841 384	16 550	52 818 661

Die in **Tabelle 65** dokumentierten Zahlen aus den Landesförderungen und der KPC Förderung für Wärmepumpenanlagen an gewerblichen Standorten sind in **Abbildung 120** veranschaulicht. 44 % der in Österreich im Jahr 2022 über Landesförderungen oder Förderungen von Wärmepumpenanlagen an gewerblichen Standorten geförderten Anlagen waren in Niederösterreich angesiedelt, gefolgt von Oberösterreich mit 19 %, dem Burgenland mit 13 % und Tirol mit 10 %. Die restlichen Anteile von jeweils maximal 5 % entfallen auf die verbleibenden Bundesländer.

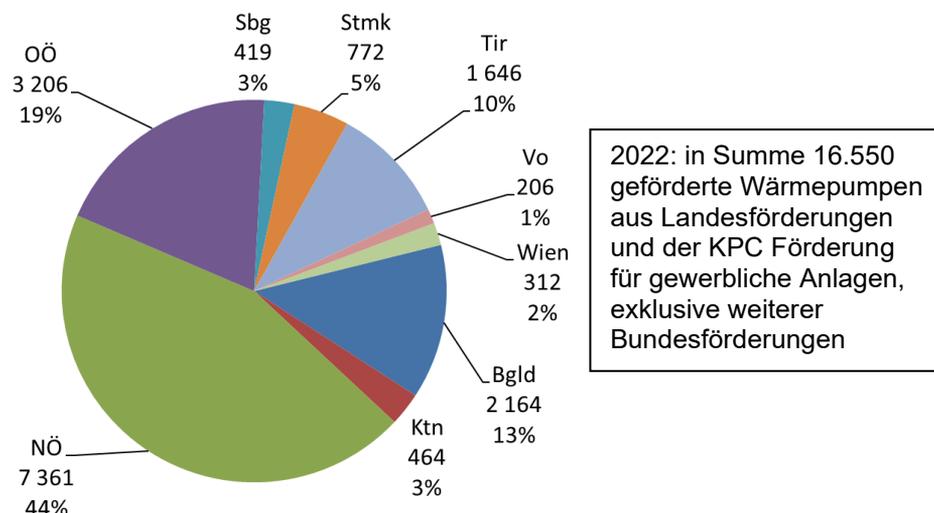


Abbildung 120 – Verteilung geförderter Wärmepumpen auf die Bundesländer
Wärmepumpenförderungen der Bundesländer und der KPC für gewerbliche Anlagen 2022
in Stück Anlagen und Prozent. Quellen: Förderstellen der Länder, KPC, ENFOS (2023)

Details zu den Landesförderungen für Wärmepumpen im Jahr 2022:

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 2022 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. Heizungswärmepumpen wurden mit 35 % der förderbaren Sanierungskosten höchstens aber in einer Höhe von € 6.000 in Form eines Einmalzuschusses gefördert.

Niederösterreich: Im Rahmen der NÖ Wohnungsförderung wurde ein energie- und klimarelevantes Gesamtpaket mit variablen Qualitätsvorgaben für Gebäudehülle und Haustechnik gefördert, wobei den einzelnen Komponenten, so auch der Wärmepumpe, nicht explizit eine Förderungshöhe zugeordnet wird. Da das Gesamtpaket gefördert wird, kann den Einzelkomponenten keine konkrete Förderhöhe zugeordnet werden. 2022 waren folgende Fördermodelle verfügbar: a) Wohnungsneubau Mehrfamilienhaus: Das Land übernimmt die

Haftung für die Rückzahlung eines Kapitalmarktdarlehens. Diese Haftungsübernahme bewirkt einen günstigen Ausleihungszinssatz; b) Eigenheimerrichtung: Direktdarlehen des Landes, Verzinsung 1 %; c) Wohnungs- und Eigenheimsanierung: Annuitätenzuschüsse zu Bankdarlehen mit einer normierten Laufzeit von 10, 15 oder 20 Jahren werden halbjährlich auf Laufzeit des Darlehens ausbezahlt. Unter bestimmten Voraussetzungen kann als Förderung bei der Eigenheimsanierung (alternativ) auch ein Einmalzuschuss gewählt werden. d) Direktzuschüsse: im Zuge der Förderschiene „NÖ Raus aus Öl und Gas“ sowie bei der Aktion „Sauber Heizen für Alle“ werden u. a. Wärmepumpen als Ersatz für Öl- oder Gasheizungen über Direktzuschuss gefördert. Der max. Direktzuschuss pro Förderung beträgt bei „NÖ Raus aus Öl und Gas“ € 3.000 und bei „Sauber Heizen für Alle“ (Mittel, die das Landesbudget betreffen) € 3.500.

Oberösterreich: Es wurden ausschließlich Heizungswärmepumpen (inkl. Kombianlagen) mittels Direktzuschüssen gefördert. Förderungen waren im Neubau im Rahmen von Wohnbaufördermaßnahmen und beim Heizkesseltausch bzw. in der Energieförderung 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 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 2022 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. Zudem gab es auch eine Wärmepumpenförderung der Abt. Wasser-, Forst- und Energierecht.

Vorarlberg: Zur Verfügung standen Förderungen für die Bereiche Altbau und Neubau und die Kategorien Eigenheime und Mehrwohnhäuser. Bezuschusst wurden elektrisch betriebene Heizungswärmepumpen mit den Wärmequellensystemen 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 Neubau Geschoßwohnbau. Im Rahmen der Wohnungsverbesserung (Heizungsumstellung – Eigenheim) wurden zusätzlich Einmalzuschüsse vergeben.

11.1.6 Erfasste Wärmepumpenfirmen

Die vorliegende Studie berücksichtigt die Daten von folgenden 47 österreichischen Unternehmen aus dem Bereich Wärmepumpen (Nennung in alphabetischer Reihung):

- AERSYS GmbH
- AHI Carrier GmbH
- AIR COND International GmbH
- ait-austria GmbH, Marke alpha innotec
- ait-austria GmbH, Marke NOVELAN
- Austria Email AG
- Bauer Franz Ges.m.b.H.
- BDR Thermea Group
- Bosch, Robert Bosch AG
- BUDERUS, Robert Bosch AG
- Daikin Airconditioning Central Europe HandelsgmbH
- Drexel und Weiss energieeffiziente Haustechniksysteme GmbH
- Elco Austria GmbH
- FläktGroup Austria GmbH
- Glen Dimplex Austria GmbH
- Harreither GmbH
- HEATWEST KÄLTE-KLIMA-WÄRMETECHNIK
- Heliotherm Wärmepumpentechnik GesmbH
- HERZ Energietechnik GmbH
- Hoval Gesellschaft m.b.H.
- HTS Heizungstechnische Produkte, Service Groß- und Detailhandelsgesellschaft m. b. H.
- IDM Energiesysteme GmbH
- KERMI GmbH
- KNV Energietechnik GmbH
- KRONOTERM Wärmepumpen Austria
- LG Electronics Deutschland GmbH, Zweigniederlassung Österreich
- M-TEC GmbH
- MTF Marken-Distributions GmbH
- NILAN Lüftungssysteme Handels GmbH
- OCHSNER Wärmepumpen GmbH
- Olymp Werk GmbH
- OVUM Heiztechnik GmbH
- Panasonic Deutschland eine Div. der Panasonic Marketing Europe GmbH
- REMKO GmbH & Co. KG
- ROCKENBAUER Wärmepumpen GmbH
- Santer Solarprofi GmbH
- Saunier Duval (Vaillant)
- SIKO GmbH
- SOLARFOCUS GmbH
- Stiebel Eltron GmbH
- Vaillant Group Austria GmbH
- 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 Daten¹⁹ 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 121** in absoluten Zahlen für das Jahr 2020 dargestellt. Österreich nimmt in dieser Darstellung den 14. Rang ein.

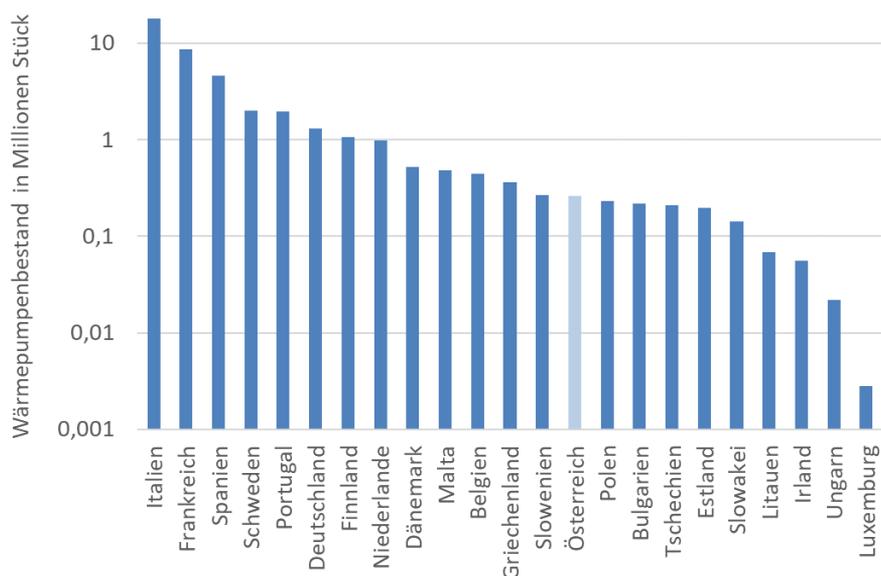


Abbildung 121 – Wärmepumpenbestand in den EU 27 Ländern im Jahr 2020

Quelle: Euroobserver (2021)

Die verfügbaren Daten zum Wärmepumpenmarkt in den EU 27 Ländern im Jahr 2020 sind in **Abbildung 122** 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 123**. Demnach wurden die Ziele der hintergrundigen Roadmaps bis zum Jahr 2020 erreicht.

¹⁹ Bei Redaktionsschluss im Mai 2023

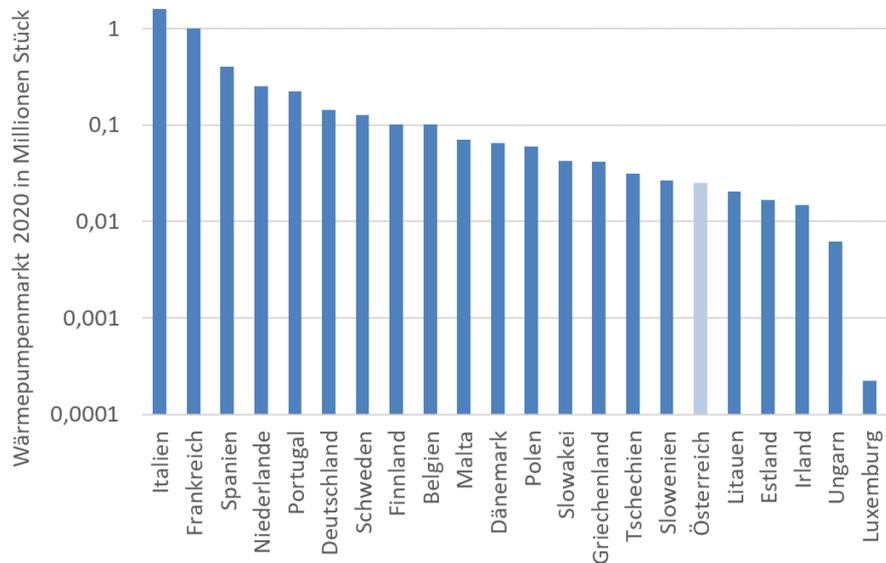


Abbildung 122 – Wärmepumpenmarkt in EU27-Ländern im Jahr 2020
 Quelle: Euroobserver (2021)

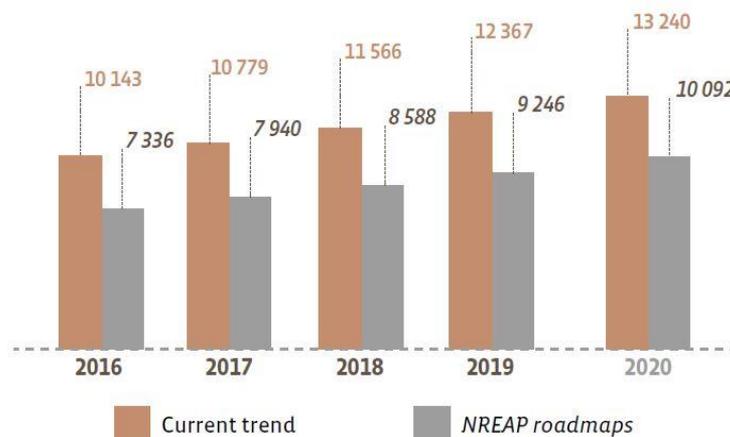


Abbildung 123 – Umweltwärme aus Wärmepumpen in den EU28 in kt
 Tatsächlicher Trend und Ziele der nationalen Aktionspläne.
 Quelle und Bildnachweis: Euroobserver (2021)

Laut Internationaler Energieagentur IEA (2023) steigerte sich der Absatz von Wärmepumpen auf globaler Ebene von 2021 auf 2022 um 11 %. In Europa kam es im selben Zeitraum zu einem Rekordwachstum von beinahe 40 %, wobei das Marktsegment der Luft/Wasser Wärmepumpen um 50 % wuchs. In Europa wurden dabei im Jahr 2022 ca. 3 Mio. Wärmepumpen neu installiert. Für Europa wird der Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine und die damit in Zusammenhang stehenden Preissteigerungen bei Erdgas und anderen Energieträgern als wesentliches Motiv genannt. In den USA überstiegen die Verkaufszahlen von Wärmepumpen erstmals jene von Gasfeuerungen. Alleine in China, welches den weltweit größten Wärmepumpenmarkt repräsentiert, kam es wegen der rückläufigen allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung zu einer Stagnation der Verkaufszahlen.

Global war das Wachstum von Luft/Wasser Wärmepumpen im Jahr 2022 mit einem Plus von 24 % deutlich stärker ausgeprägt als das Wachstum von Luft/Luft Wärmepumpen mit einem

Plus von 5 %. Laut IEA (2023) konzentrieren sich die Neuinstallationen von Wärmepumpen global auf die Anwendungsbereiche neue und bestehende Einfamilienhäuser. Für eine Fortsetzung des Wachstums wird ein neuer Fokus auf Mehrfamilienhäuser und auf gewerbliche Bauten empfohlen. Weiters wird die Forcierung der thermischen Gebäudesanierung angeregt, welche den Boden für weitere energieeffiziente Einsatzbereiche für Heizungswärmepumpen bereitet.

11.3 Produktion, Import und Exportmarkt

Zur Produktion von Wärmepumpen in Österreich liegen für das Datenjahr 2022 Meldungen von 38 von insgesamt 47 erhobenen Firmen vor. Meldende Firmen sind dabei tendenziell produzierende Betriebe. Insgesamt produzierten österreichische Wärmepumpenhersteller im Jahr 2022 28.576 Wärmepumpen aller Kategorien und Leistungsklassen. Bezogen auf den Gesamtabsatz der meldenden Firmen in der Höhe von 55.299 Stück entspricht dies einem Anteil von 51,7 %. Die in diesem Bereich meldenden Firmen produzierten im Jahr 2022 also mehr als die Hälfte der von ihnen im Inlandsmarkt und im Exportmarkt abgesetzten Wärmepumpen selbst.

Eine eigene Produktion von Wärmepumpen war im Jahr 2022 im Segment der Heizungswärmepumpen in der Leistungsklasse bis 5 kW bei 5 Firmen gegeben, größer 5 kW bis 10 kW bei 16 Firmen, größer 10 kW bis 20 kW bei 15 Firmen, größer 20 kW bis 50 kW bei 8 Firmen, größer 50 kW bis 100 kW bei 6 Firmen und in den höheren Leistungsklassen produzierten jeweils maximal 3 Firmen selbst. Im Segment der Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung meldeten für das Jahr 2022 5 Firmen eine eigene Produktion.

Wird die Eigenproduktion der in einem Leistungssegment produzierenden Firmen auf den Gesamtabsatz derselben Firmen bezogen, so lässt sich ein erstaunlich hoher Anteil an Eigenfertigung beobachten. Dieser beträgt im Segment der Heizungswärmepumpen in der Leistungsklasse bis 5 kW 78,5 %, größer 5 kW bis 10 kW 89,7 %, größer 10 kW bis 20 kW 93,5 %, größer 20 kW bis 50 kW 98,7 %, größer 50 kW bis 100 kW 93,9 % und im Leistungssegment größer 100 kW bis 350 kW 100 %. Der Anteil der Eigenfertigung steigt demnach tendenziell mit der Leistungsklasse. Im Bereich der Wärmepumpen zur Brauchwasserbereitung beträgt der Anteil der Eigenfertigung am Gesamtabsatz bei den selbst produzierenden Firmen ebenfalls 100 %, wobei 62 % der selbst gefertigten Brauchwasserwärmepumpen in den Export gehen und 38 % in den Inlandsmarkt.

Die gesamten Verkaufszahlen aller 47 erhobenen Firmen im Exportmarkt in den Jahren 2021 und 2022 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 124**.

Die Anzahl der exportierten Wärmepumpen aller Kategorien und Leistungsklassen stieg von 18.816 Stück im Jahr 2021 um 2,0 % auf 19.183 Stück im Jahr 2022. Die einzelnen

Leistungsklassen von Heizungswärmepumpen präsentierten sich dabei sehr unterschiedlich, wobei Zuwächse beim Export von Heizungswärmepumpen ausschließlich in der Leistungsklasse größer 5 kW bis 10 kW (+2,2 %) zu beobachten waren. Weitere, auch in absoluten Stückzahlen umfangreiche Exportzuwächse traten bei den Brauchwasserwärmepumpen (+31,7 %) auf.

Tabelle 66 – Exportquote Wärmepumpen in den Jahren 2021 und 2022
 Quelle: ENFOS (2023)

Type und Leistungsklasse	Exportquote 2021 [%]	Exportquote 2022 [%]
HZWP bis 5 kW	13,4%	8,6%
HZWP > 5 bis 10 kW	15,2%	11,0%
HZWP > 10 kW bis 20 kW	34,0%	19,0%
HZWP > 20 kW bis 50 kW	57,4%	43,3%
HZWP > 50 kW bis 100 kW	51,3%	26,2%
HZWP > 100 kW bis 350 kW	39,4%	16,4%
HZWP > 350 kW bis 600 kW	100,0%	33,3%
HZWP > 600 kW bis 1500 kW	100,0%	0,0%
Alle Heizungswärmepumpen	27,8%	17,0%
Industriewärmepumpen	0,0%	8,4%
Brauchwasserwärmepumpen	48,3%	44,8%
Wohnraumlüftung	8,9%	5,5%
Alle Wärmepumpen	32,8%	23,7%

In **Tabelle 66** sind die Exportquoten in den Jahren 2021 und 2022 dokumentiert, wobei die exportierte Stückzahl stets auf den Gesamtabsatz der jeweiligen Kategorie bezogen wurde. Die Exportquote im Bereich der Heizungswärmepumpen reduzierte sich dabei von 27,8 % auf 17,0 %, während selbige im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen von 48,3 % auf 44,8 % zurückging, absolut jedoch von 6.871 Stück auf 9.048 Stück anstieg. Die Bedeutung der Exportmärkte für den Bereich der Heizungswärmepumpen bleibt für die Branche jedenfalls groß, 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 32,8 % im Jahr 2021 auf 23,7 % im Jahr 2022, wobei die absoluten Exportzahlen sogar von 18.816 Stück um 2,0 % auf 19.183 Stück anstiegen. Das Absinken der Quote ist somit alleine auf den besonders stark wachsenden Inlandsmarkt zurückzuführen.

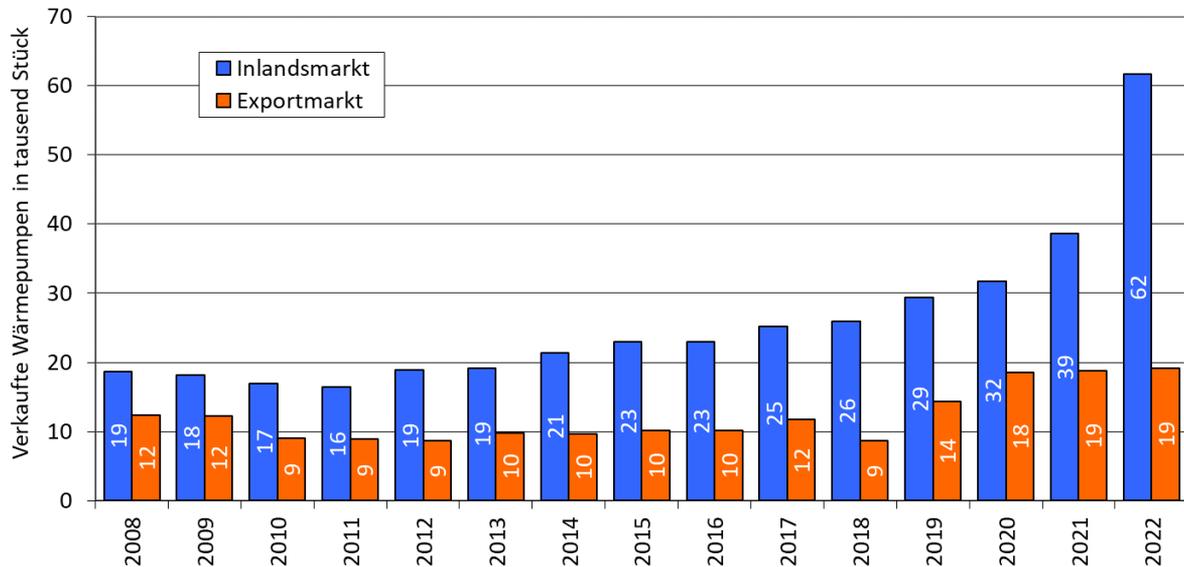


Abbildung 124 – Inlandsmarkt und Exportmarkt für Wärmepumpen 2008 bis 2022 alle Kategorien und Leistungsklassen. Quelle: Biermayr et al. (2022), ENFOS (2023)

Wesentliche Handelspartner:

Die Merkmale Import- und Exportdestinationen wurden im Zuge der Firmenbefragung von 38 Firmen gemeldet. Länder, aus denen Anlagen oder Anlagenkomponenten von österreichischen Wärmepumpenproduzenten oder Wärmepumpenhandelsunternehmen im Jahr 2022 nach Österreich importiert wurden sind, gereiht nach der 1., 2. u. 3. Priorität des befragten Unternehmens und der Anzahl der Nennungen (in Klammern):

1. Deutschland (20), Schweden (3), Frankreich (2)
2. Italien (7), Deutschland (6), Tschechien (3)
3. Italien (7), Frankreich (3), Schweiz (2)

Weiters wurden von jeweils maximal 2 befragten Firmen folgende Importländer genannt: Spanien, Slowakei, Slowenien, UK, Dänemark, Niederlande, Belgien, Ungarn, Polen, Liechtenstein, Thailand, Südkorea und China.

Länder, in die Anlagen oder Anlagenkomponenten von österreichischen Wärmepumpenproduzenten oder Wärmepumpenhandelsunternehmen im Jahr 2022 exportiert wurden sind, gereiht nach der 1., 2. u. 3. Priorität des befragten Unternehmens und der Anzahl der Nennungen (in Klammern):

1. Deutschland (19), Tschechien (2), Ungarn (2)
2. Schweiz (10), Italien (3), Slowenien (3)
3. Italien (5), Schweiz (3), Ungarn (2)

Weiters wurden von jeweils maximal einer befragten Firma folgende Exportländer genannt: Frankreich, UK, Slowakei, Niederlande, Polen, Belgien, Bulgarien und Norwegen.

Die wichtigsten Handelspartner der auskunftgebenden 38 (von 48) Firmen waren im Jahr 2022 damit eindeutig Deutschland, Italien und die Schweiz. Abgesehen von diesem Schwerpunkt konnten sowohl im Bereich des Imports als auch im Bereich des Exports weitere breit gestreute Handelsbeziehungen dokumentiert werden, welche auch einen weiteren Ausbau des Exportmarktes begünstigen.

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 2022 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 2022 ein Bestandsmodell verwendet. Dieses berücksichtigt, wie viele Wärmepumpen in jedem Jahr installiert wurden und welche Wärmequellensysteme 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 67** 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 67 – Beispielhafte Modellparameter des Wärmepumpen-Bestandsmodells

Quelle: ENFOS (2023)

Parameter	Wert 1975	Wert 2022	Wert 2030
Anteil der Kombianlagen im Bereich der HZ-WP	10,0 %	69,8 %	80,0 %
JAZ für reine Brauchwasserwärmepumpen	2,0	2,4	2,5
JAZ für Brauchwasserbereitung in Kombianlagen	2,2	3,3	3,5
Mittlere Heizungsvorlauftemperatur bei T _{na}	70 °C	40,1 °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	8,8 MWh/a	8,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, >10 bis 20 kW	34,0 MWh/a	20,3 MWh/a	18,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, >20 bis 50 kW	75,0 MWh/a	53,6 MWh/a	50,0 MWh/a
Q _{therm} pro WP, > 50 kW	300,0 MWh/a	197,5 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	3,5	3,7
JAZ Wasser/Wasser WP, bis 10 kW	3,0	5,1	5,4
JAZ Sole/Wasser WP, bis 10 kW	2,6	5,0	5,4
JAZ Direktverdampfung WP bis 10 kW	3,2	5,4	5,8
Anmerkung: die für das Jahr 2022 angegebenen Werte werden in der Berechnung auf die im Jahr 2022 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 68** für die Teilbereiche Raumheizung, Brauchwassererwärmung, Industriewärmepumpen und Total dokumentiert. Insgesamt wurden im Jahr 2022 durch alle in Österreich in Betrieb befindlichen Wärmepumpen 8.854 GWh thermische Energie bereitgestellt, wobei hiervon 2.963 GWh auf den Einsatz elektrischen Stroms und 5.892 GWh auf die Nutzung von Umweltwärme zurückzuführen ist.

Tabelle 68 – Ergebnisse aus dem Wärmepumpen-Bestandsmodell für das Jahr 2022
Quelle: ENFOS (2023)

Merkmal	Wert	Einheit
Thermische Energie aus Wärmepumpen für die Raumheizung	7.042	GWh _{therm}
Thermische Energie aus Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung	969	GWh _{therm}
Thermische Energie aus Industriewärmepumpen	844	GWh _{therm}
Thermische Energie total	8.854	GWh_{therm}
Stromverbrauch für Wärmepumpen für die Raumheizung	2.470	GWh _{el}
Stromverbrauch für Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung	341	GWh _{el}
Stromverbrauch für Industriewärmepumpen	152	GWh _{el}
Stromverbrauch total	2.963	GWh_{el}
Umweltwärme aus Wärmepumpen für die Raumheizung	4.573	GWh _{therm}
Umweltwärme aus Wärmepumpen für die Brauchwassererwärmung	628	GWh _{therm}
Umweltwärme aus Industriewärmepumpen	692	GWh _{therm}
Umweltwärme total	5.892	GWh_{therm}

11.5 Treibhausgaseinsparungen

Es wird – wie bereits Eingangs in **Kapitel 3.3** erläutert – angenommen, dass die Wärmepumpentechnologie im Jahr 2022 den Mix der österreichischen Wärmegegestehung im Jahr 2022 mit 182,1 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 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 2022 von 181,3 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 209,3 gCO_{2äqu}/kWh bewertet.

Die CO₂ Bruttoeinsparungen aus dem Einsatz von Wärmepumpen betragen im Jahr 2022 auf Basis der oben dokumentierten Annahmen auf 1.612.400 t CO_{2äqu}. Durch den Einsatz elektrischen Stroms für den Antrieb der Wärmepumpen wurden gleichzeitig 610.553 t CO_{2äqu} emittiert.

Die **Nettoeinsparungen** aus dem Betrieb des Wärmepumpenbestandes in Österreich im Jahr 2022 betragen damit **1.001.847 t CO_{2äqu}**.

11.6 Umsatz und Wertschöpfung

Die Berechnung des Branchenumsatzes und der Arbeitsplätze erfolgt nach der in **Kapitel 3.4** dargestellten Methode²⁰. 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 2022 ermittelten Stückzahlen hochgerechnet.

Der Gesamtumsatz der Wärmepumpenbranche (Produktion, Handel, Installation) wurde für das Jahr 2022 mit 847,7 Mio. Euro berechnet. Davon entfallen 80,1 Mio. Euro auf den Exportbereich²¹ und 767,7 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. Dieser Wert wird obigen Komponenten hinzugerechnet, um den gesamten betriebswirtschaftlichen Wert der Technologie zu beschreiben. Die einzelnen Positionen sind in **Tabelle 69** zusammengefasst.

Tabelle 69 – Umsatz der österreichischen Wärmepumpenbranche 2022

Quelle: ENFOS (2023)

Wirtschaftsbereich 2022	primäre Umsätze in Mio. Euro
Produktion von Wärmepumpen	411,3
Produktion von Wärmequellensysteme	30,8
Handel mit Wärmepumpen	222,0
Handel mit Wärmequellensystemen	7,8
Installation und Inbetriebnahme	175,7
Summe direkte Wirtschaftsleistung	847,7
Umweltwärme im Ausmaß von 5.892 GWh	589,2
Gesamtsumme	1.436,9

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 559 Mio. Euro abgeschätzt werden.

²⁰ Parallel zur Berechnung der Umsätze aus den Verkaufszahlen wurden diese auch empirisch bei den österreichischen Wärmepumpenherstellern und –handelsunternehmen erhoben. Angaben zum Umsatz 2022 wurden von 30 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 2022 von den meldenden Firmen für den Wirtschaftsbereich Wärmepumpen ein Umsatz von 438 Mio. Euro bekanntgegeben, was im Vergleich zu den errechneten Werten in einem plausiblen Bereich liegt.

²¹ 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 Wirtschaftsbereichen²².

Die Beschäftigung durch die Wirtschaftstätigkeit im Bereich Wärmepumpen wurde für das Jahr 2022 mit einem Gesamteffekt von 3.104 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) berechnet. Dabei entfallen 1.801 Beschäftigte auf die Produktion von Wärmepumpen und Wärmequellsystemen, 511 Beschäftigte auf den Handel und 791 Beschäftigte auf den Bereich der Installation und Inbetriebnahme, siehe auch **Tabelle 70**.

Tabelle 70 – Arbeitsplätze in der österreichischen Wärmepumpenbranche 2022

Quelle: ENFOS (2023)

Wirtschaftsbereich 2022	primäre Beschäftigungseffekte in VZÄ
Produktion Wärmepumpen	1.648
Produktion Wärmequellsysteme	153
Handel mit Wärmepumpen	493
Handel mit Wärmequellsystemen	18
Installation und Inbetriebnahme	791
Summe	3.104

Im Zuge der Markterhebung für das Datenjahr 2022 wurden auch Geschlecht und Führungsebene der MitarbeiterInnen abgefragt. Hierzu konnten die Angaben von 24 Firmen ausgewertet werden. Das Ergebnis ist in **Tabelle 71** zusammengefasst.

Tabelle 71 – Arbeitsplätze nach Geschlecht und Führungsebene 2022

Quelle: ENFOS (2023)

Geschäftsbereich Wärmepumpen	weiblich	männlich	divers
Beschäftigte total	100,0 %		
Beschäftigte nach Geschlecht	29,4 %	69,7 %	0,9 %
davon obere Führungsebene	0,6 %	4,0 %	0,1 %
davon mittlere Führungsebene	1,3 %	8,0 %	0,0 %
davon untere Führungsebene	0,9 %	7,7 %	0,8 %
weitere Beschäftigte	26,6 %	50,1 %	0,0 %

Den vorliegenden Daten zufolge ist der Anteil der weiblichen Beschäftigten von 28,4 % im Jahr 2021 auf 29,4 % im Jahr 2022 angewachsen. Ebenso ist eine geringfügige Verschiebung des Anteils weiblicher Mitarbeiterinnen in höhere Führungsebenen zu beobachten.

²² 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 2022 von 28 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 2022 von den meldenden Firmen für den Wirtschaftsbereich Wärmepumpen 1.054 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 86,2 % Marktanteil im Jahr 2022 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 72** 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.

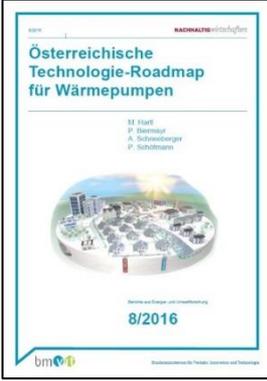
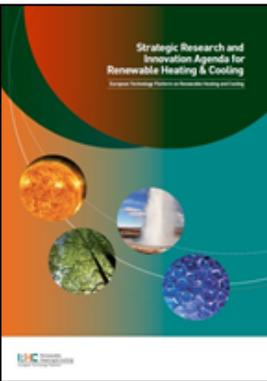
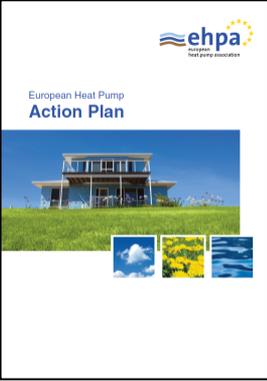
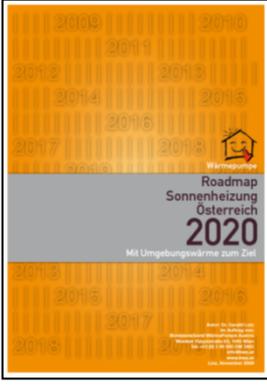
Die in der Österreichischen Technologie- und Umsetzungsroadmap für Wärmepumpen dargestellten Szenarien wurden sektorspezifisch definiert und umfassen jeweils ein Hoch, ein Mittel und ein Nieder Szenario. Beispielhaft werden an dieser Stelle die Szenarien für das Aggregat der Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) in **Abbildung 125** 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 Wärmepumpentype und jede Leistungsklasse entwickelt. Die Ergebnisse für den jeweils in Betrieb befindlichen Anlagenbestand der Szenarien sind in **Abbildung 126** dargestellt, die Zahlenwerte sowohl für die jährlichen Verkaufszahlen als auch für den Anlagenbestand sind in **Tabelle 73** 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 2022: 49.192 Stk.). Der in Betrieb befindliche Anlagenbestand erreicht im Hoch Szenario in Österreich im Jahr 2030 624.000 Heizungswärmepumpen (vgl. tatsächlich 327.027 Stk. im Jahr 2022). 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 2022 bereits deutlich über der Trajektorie des Hoch-Szenarios. Wie bereits ausführlich beschrieben, wurde der ungewöhnlich hohe Wachstumsschub des Wärmepumpenabsatzes im Jahr 2022 durch massiv diffusionsfördernde exogene Faktoren, welche großteils durch den Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine hervorgerufen wurden, bewirkt. Unabhängig davon und bereits länger existierende Faktoren, wie die “Raus aus dem Erdöl“ und die “Raus aus dem Erdgas“-Initiative der österreichischen Bundesregierung hatten jedoch bereits im Vorfeld ein diffusionsfreundliches Umfeld geschaffen, welches die ungewöhnliche Marktentwicklung des Jahres 2022 ermöglichte.

Die Frage der weiteren Marktentwicklung bis zum Jahr 2030 wird nicht zuletzt davon abhängen, ob es der nationalen Klima- und Energiepolitik gelingt, das aktuelle Diffusionsgeschehen auch in Zeiten wieder sinkender Preise fossiler Energie aufrecht zu erhalten. Hierfür wird ein umfassender Mix an Maßnahmen erforderlich sein, der neben anreizorientierten und informatorischen Instrumenten auch normative Instrumente enthält. Ein entsprechendes Energieeffizienzgesetz und ein Erneuerbare Wärme Gesetz sind hierbei unverzichtbar.

Tabelle 72 – Verfügbare Roadmaps zum Thema Wärmepumpe in Österreich
 Quelle: ENFOS (2023)

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>

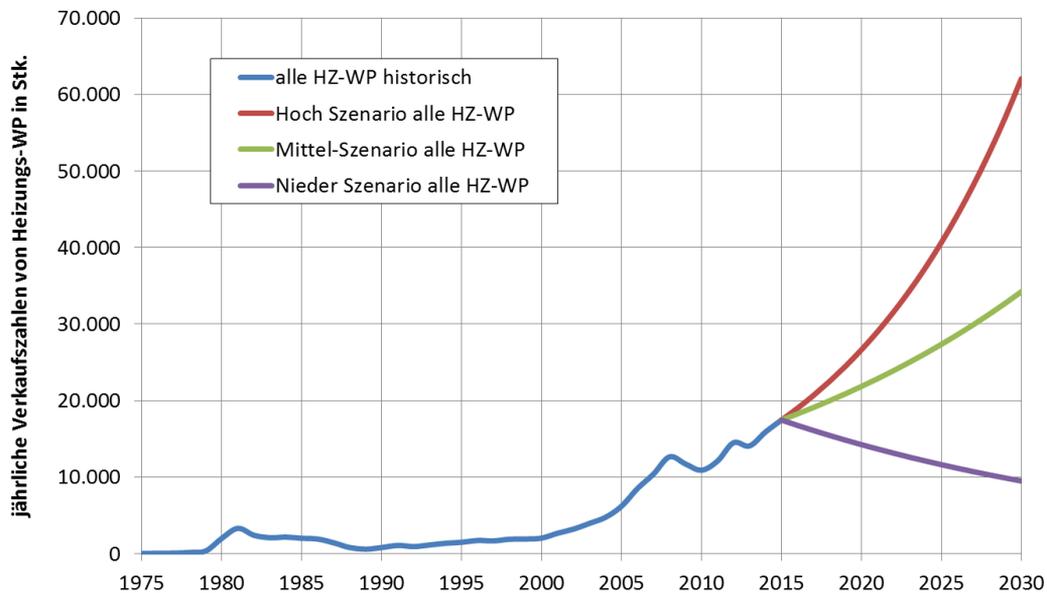


Abbildung 125 – Marktentwicklung und Szenarien Heizungswärmepumpen bis 2030
Historische Entwicklung der jährlichen Verkaufszahlen im österreichischen Inlandsmarkt und Szenarien der Österreichischen Wärmepumpenroadmap. Quelle: Hartl et al. (2016)

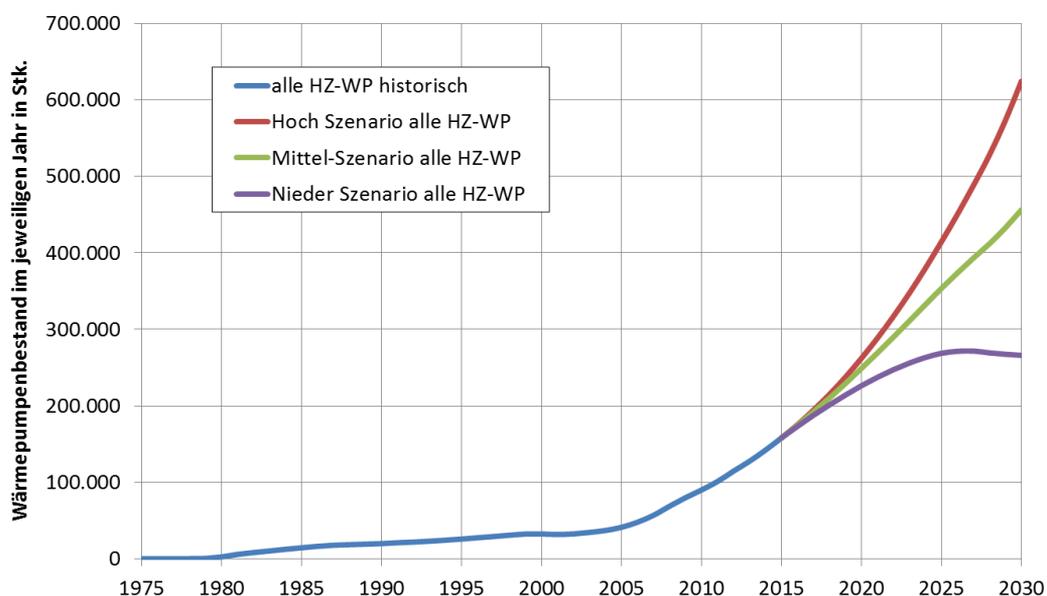


Abbildung 126 – Wärmepumpen-Anlagenbestand und Szenarien bis 2030
Quelle: Hartl et al. (2016)

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 73 – 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 Wärmequellsysteme der Heizungswärmepumpen und Wohnraumlüftungswärmepumpen. Dieses Szenario ist in **Abbildung 127** dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in **Tabelle 74** dokumentiert.

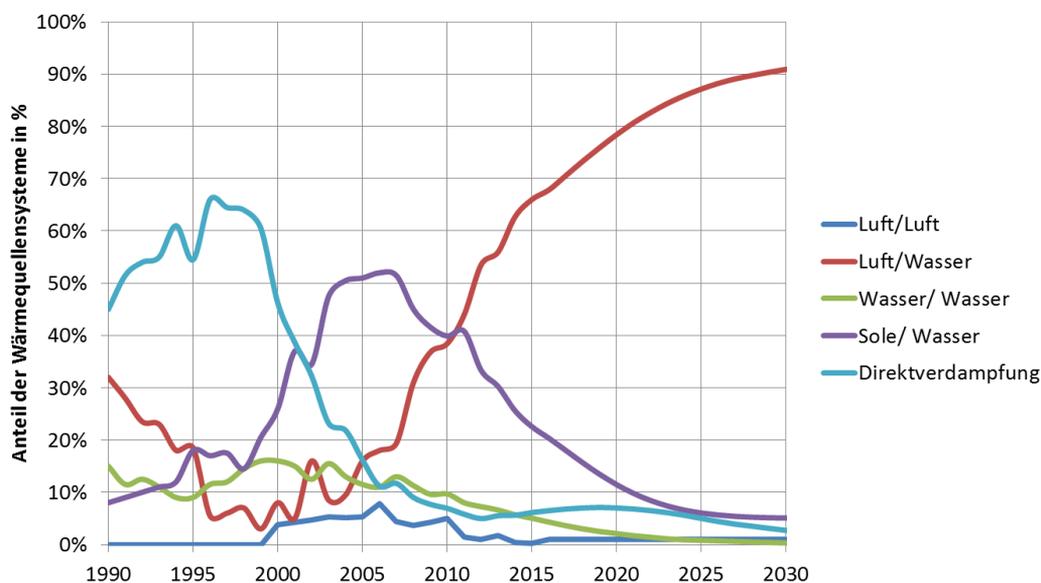


Abbildung 127 – Trendszenario Marktanteile Wärmequellsysteme bis 2030
Heizungs- und Wohnraumlüftungswärmepumpen; bis 2015: empirisch erhobene
Marktentwicklung; ab 2016: Szenarienergebnisse. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), von 2007
bis 2015: Biermayr et al. (2022), Hartl et al. (2016)

Bei einem Vergleich der tatsächlichen aktuellen Verteilung aus dem Jahr 2022 (Luft/Luft 2,4 %, Luft/Wasser 86,2 %, Wasser/Wasser 1,0 %, Sole/Wasser 9,9 %, Direktverdampfer 0,5 %), mit dem Trendszenario zeigt sich im großen und ganzen eine gute Deckung der Realität 2022 mit der Roadmap. 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 74 – 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 2022 und der durch den Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine stark veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Zeitkonstanten war zu erwarten, dass die Marktentwicklung noch deutlich über dem Hoch-Szenario verlaufen wird.

Mögliche Risiken in Hinblick auf die Fortsetzung des aktuellen Erfolgskurses der Wärmepumpenbranche liegen vor allem in den Bereichen allgemeine Wirtschaftsentwicklung und Kaufkraft, sinkende Preise fossiler Energie und den zukünftigen energiepolitischen Rahmenbedingungen. Diese Faktoren werden in den kommenden Jahren die Diffusionsgeschwindigkeit der Wärmepumpentechnologie in Österreich stark beeinflussen. Die prinzipielle Entwicklung des Wärmemarktes geht jedoch auch aus strukturellen Gründen in Richtung Wärmepumpe, was die hemmenden Faktoren relativiert. Somit stellt sich im Rahmen einer stetigen Entwicklung nicht mehr die Frage, ob die Wärmepumpe eine führende Rolle im Wärmemarkt einnehmen wird, sondern bloß, mit welchen Zeitkonstanten diese Entwicklung vonstatten geht.

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, wenn auch im Jahr 2022 die bereits thematisierten stark wirksamen exogenen Faktoren das Marktwachstum mitbestimmten. 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 Österreich im Vergleich zu den EU27 Ländern

Zu Redaktionsschluss waren aktuelle Daten zur Marktentwicklung in den EU 27 Ländern bezüglich dem Datenjahr 2022 noch nicht verfügbar. Die European Heat Pump Association (EHPA) listete 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. Diesbezüglich entlasten z. B. Photovoltaik-Batteriespeicher das elektrische Netz, da der Lastfluss über das Netz aufgrund der dezentralen Speicher reduziert wird. Photovoltaik-Batteriespeicher sind deshalb netzdienlich. Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen helfen bei der Systemintegration von volatiler erneuerbarer Wärme, z. B. aus thermischen Solaranlagen und eröffnen für den Netzbetreiber Möglichkeiten zur Optimierung der Anlage und deren Betrieb. Diese Speicher können deshalb ebenfalls 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 dar und bewirkt eine Einsparung von Energie, eröffnet dem übergeordneten Energiesystem aber keine Möglichkeit des Lastmanagements. Vergleichbar wäre dieser Fall 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 Wärmenetzen jedoch um prinzipiell thermisch sehr träge Systeme handelt (Speichereigenschaften des Wärmenetzes plus thermische Trägheit der

Last), wäre der mögliche zusätzliche Benefit einer frei abrufbaren kurz andauernden Lastverschiebung jedoch marginal.

Als Untersuchungsgegenstand verbleiben im Sinne systemdienlicher Energiespeicher 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 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 günstige unterbrechbare Wärmepumpentarife, welche einen Anreiz für die NutzerInnen darstellten. Eine größere Verbreitung fanden diese Systeme vor allem in Oberösterreich, das auch über einen großen Wärmepumpenbestand verfügt. Wegen der Eindeutigkeit der Ergebnisse aus den Erhebungen zu den Datenjahren 2020 und 2021 wurde das Merkmal “smart grid ready“ in der Erhebung zum Datenjahr 2022 nicht mehr abgefragt.

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 128 zeigt die Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen für den Zeitraum von 2000 bis 2022. Für das Bestandsmodell wird von einer technischen Lebensdauer der Wärmepumpenaggregate von 20 Jahren ausgegangen. D. h. der Gesamtbestand an Heizungswärmepumpen am Ende des Jahres 2022 umfasste die Jahrgänge von 2003 bis 2022 und belief sich auf 327.027 Stück.

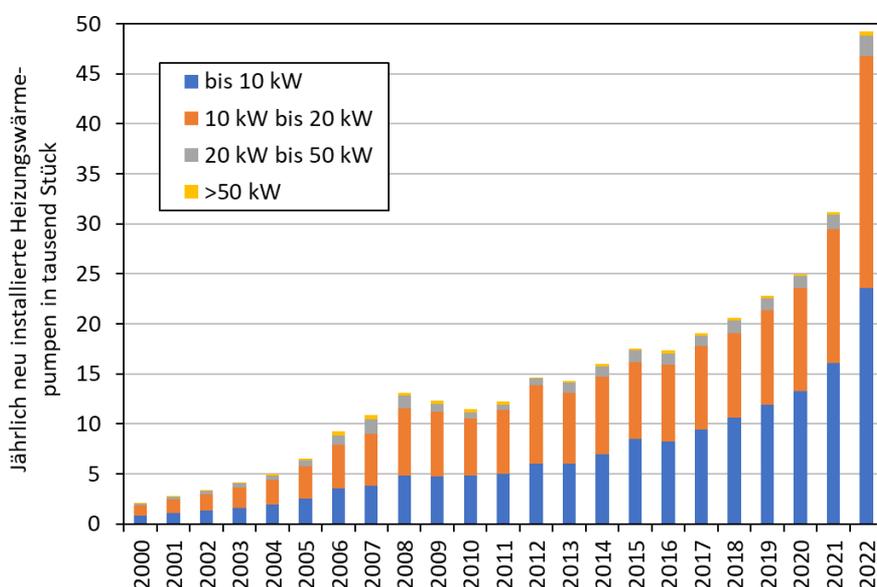


Abbildung 128 – Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2022. Quelle: ENFOS (2023)

Die Verteilung der Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen deutet bereits darauf hin, dass eine Nutzung des Gesamt-Lastverlagerungspotenzials eine Schwarmlösung erforderlich macht. Für die Bauteilaktivierung in Großprojekten sind die Leistungssegmente >50 kW relevant. Diese setzten sich im Datenjahr 2022 aus 315 Anlagen im Segment >50 kW bis 100 kW, 46 Anlagen im Segment >100 kW bis 350 kW, 2 Anlagen im Segment >350 kW bis 600

kW und 8 Anlagen im Segment >600 kW bis 1500 kW zusammen. Es handelt sich dabei jeweils um Heizungswärmepumpen, also nicht um projektspezifisch gefertigte Industriewärmepumpen, wie sie beispielsweise im Fernwärme- und Prozessbereich eingesetzt werden. Es handelte sich im Datenjahr 2022 folglich um insgesamt 371 Großprojekte mit wärmepumpenbasierter Wärme- und Kälteversorgung. Aus der Sicht der Nutzung eines Lastverlagerungspotenzials erscheinen diese Anlagen zunächst als besonders attraktiv, da pro Kommunikationsschnittstelle und pro Vertrag relativ große Leistungen abgerufen werden können. Die Verteilung der kumulierten Leistungen auf die Leistungsklassen zeigt jedoch, dass mit der Erschließung dieser Großprojekte alleine nur ein Bruchteil des gesamten Potenzials gehoben werden kann.

Abbildung 129 dokumentiert in diesem Sinne 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 als in der Darstellung nach Stückzahlen. Die absolute Bedeutung der großen Leistungsklassen bleibt allerdings weiterhin jener der kleinen Leistungsklassen deutlich untergeordnet. Aus der Sicht eines Netzbetreibers ist es daher unumgänglich, auch den großen “Schwarm” an Kleinanlagen ins Visier zu nehmen.

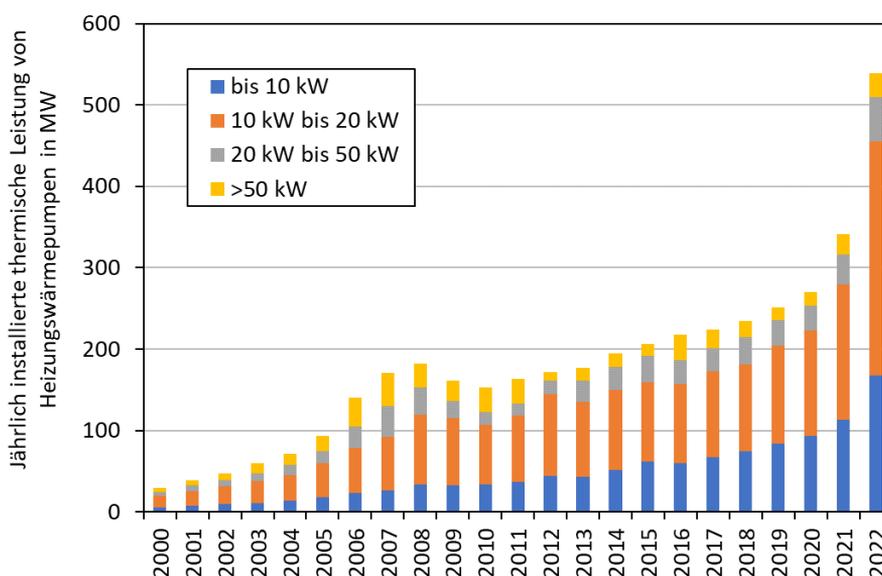


Abbildung 129 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2022. Quelle: ENFOS (2023)

Die installierte thermische Gesamtleistung aller in Österreich im Jahr 2022 in Betrieb befindlichen Heizungswärmepumpen betrug 4,0 GW. Werden nur jene Heizungswärmepumpen eingerechnet, die eine prinzipielle Rundsteuertauglichkeit aufweisen (Jahrgänge 2005 bis 2022), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung geringfügig auf 3,9 GW. Werden nur Smart Grid Heizungswärmepumpen eingerechnet (Jahrgänge 2015 bis 2022), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung weiter auf 2,3 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 2003 bis 2022) resultiert eine elektrische Leistung von 1,3 GW, für den

Bestand ab 2005 (Rundsteuertauglichkeit) ebenfalls rund 1,3 GW und für den Bestand ab 2015 (Smart Grid ready) 0,7 GW.

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 Lastverlagerungspotenzial, das in **Abbildung 130** einmal für die zumindest rundsteuertauglichen und einmal für die Smart Grid Heizungswärmepumpen dargestellt ist.

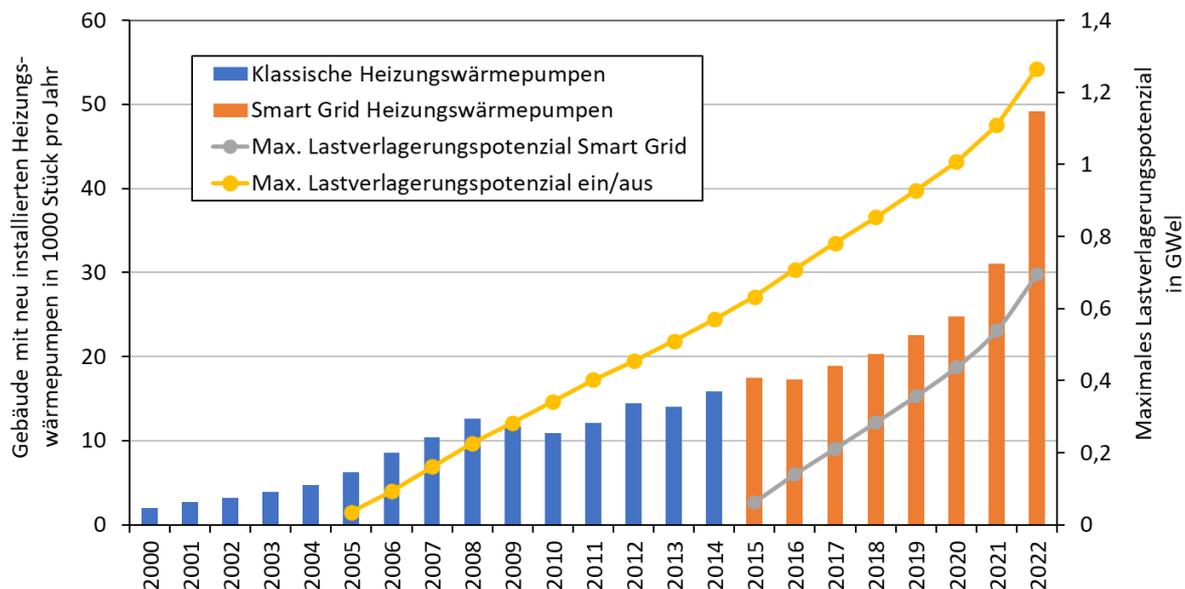


Abbildung 130 – Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen in Österreich. Quelle: ENFOS (2023)

Das tatsächlich adressierbare Lastverlagerungspotenzial korreliert mit der allgemeinen Heizungsanforderung (repräsentiert u. a. durch die Außentemperatur) und wird oberhalb der Heizgrenztemperatur marginal. Das heißt, dass ein Großteil des Lastverlagerungspotenzial nur bei kalter Witterung zur Verfügung steht. Für den Kühlbereich gelten prinzipiell dieselben Zusammenhänge, wobei das Lastverlagerungspotenzial im Kühlbereich in Österreich aufgrund des noch relativ geringen Ausstattungsgrades an Raumkühlung und -klimatisierung für Netzbetreiber kaum attraktiv sein dürfte. Aus strategischer Sicht kommt hinzu, dass die elektrische Leistung zur Deckung der sommerlichen Gebäudekühllast streng mit der Aufkommensstochastik von Photovoltaikstrom korreliert ist. Dadurch wird es in Zukunft voraussichtlich wenig attraktiv sein, Kühllasten zu verschieben.

Der Jahresgang und die Jahresdauerlinie für das relative Lastverlagerungspotenzial aus dem Heizungsbetrieb von Heizungswärmepumpen ist für einen Überdimensionierungsfaktor des Wärmebereitstellungssystems von 1 und einer linearen Heizkurve mit einer Heizgrenztemperatur von 12°C in **Abbildung 131** auf Stundenbasis dargestellt. Als Temperaturdatenbasis dient hierbei das Testreferenzjahr von Wr. Neustadt in Nieder-österreich. 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.

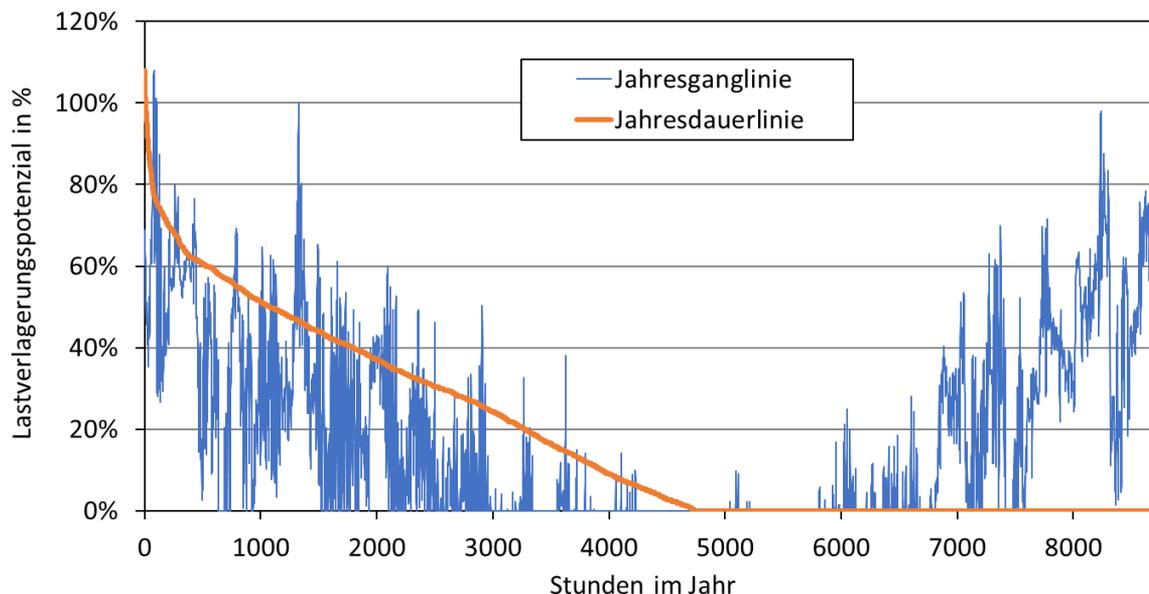


Abbildung 131 – Lastverlagerungspotenzial Gang- und Dauerlinie über ein Jahr auf Basis Testreferenzjahr Wr. Neustadt. Quelle: ENFOS (2023)

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 132** 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 2022 war in diesem Zusammenhang bereits jedes dritte verkaufte Heizsystem eine Wärmepumpenanlage.

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-Wärmeverteilssystemen 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.

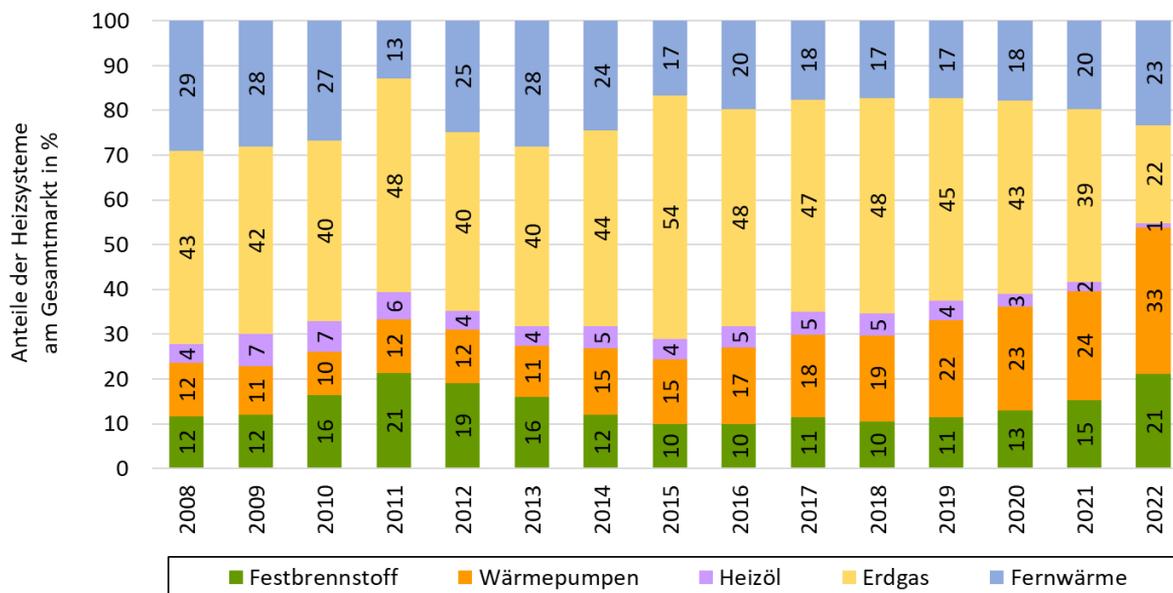


Abbildung 132 – Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt in Österreich, für die Jahre 2008 bis 2022. Quellen: VÖK (2022), ENFOS (2023)

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-Wärmeverteilssystem 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

Im Jahr 2022 war eine Förderung des Klima- und Energiefonds verfügbar, die Planungsdienstleistungen, die im Zusammenhang mit einer Bauteilaktivierung in Gebäuden standen, bezuschusste. Entsprechende Anträge für die Vergabe von Planungsdienstleistungen waren im Zeitraum von 17.12.2020 bis 31.03.2023 möglich, siehe Klima- und Energiefonds (2020).

Mögliche FörderungswerberInnen waren natürliche und juristische Personen, die geförderte und/oder freifinanzierte Bauprojekte mit überwiegender Wohnnutzung errichteten. Der Förderungszweck war die Verwendung der thermischen Speicherkapazität von Bauteilen zur Maximierung des Einsatzes von erneuerbarer Energie für die thermische Konditionierung von Gebäuden. Die Gebäude, auf welche die erarbeiteten Wärmeversorgungskonzepte angewendet wurden, mussten 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 setzte sich wie folgt zusammen:

- Pauschalbetrag zwischen 40.000 und 85.000 Euro in Abhängigkeit der Größe des Geschoßwohnbaus, siehe **Abbildung 133**. Dieser Kostenrahmen bzw. die in der Förderrichtlinie definierte Kostenfunktion gibt einen Hinweis auf die Höhe zusätzlicher Planungskosten im Falle der thermischen Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden.
- Bonus für Teilnahme am wissenschaftlichen Monitoring.
- Bonus für Projekte der Gebäudesanierung.
- Bonus für Projekte mit einem besonderen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft.

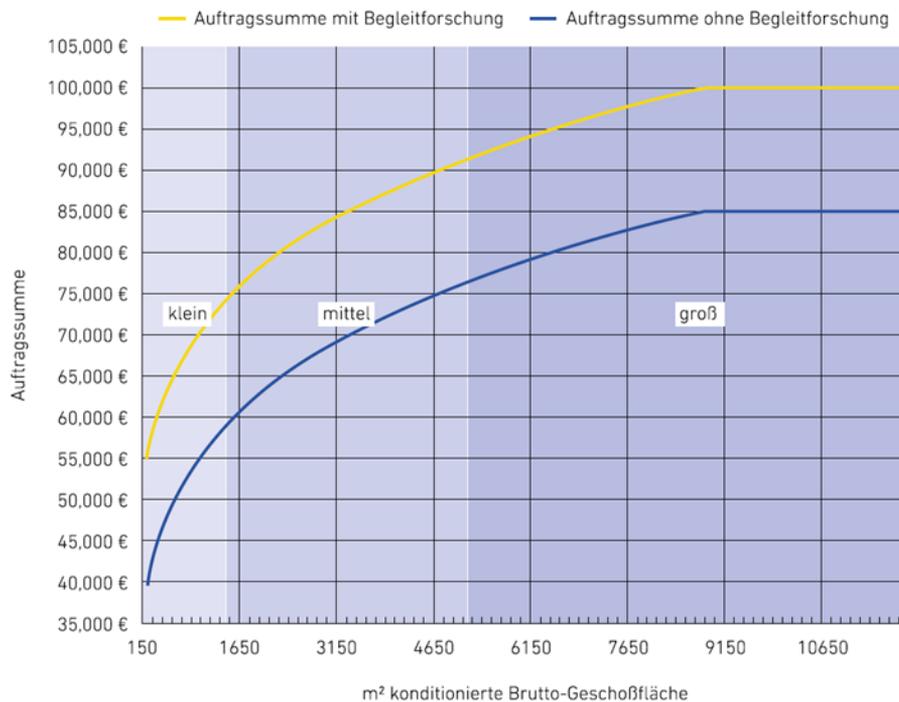


Abbildung 133 – Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung des Klima- und Energiefonds. Bildnachweis: Klima- und Energiefonds (2020)

Für AntragstellerInnen stand ein ausführlicher Leitfaden für “Planungsdienstleistungen Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung” zur Verfügung, siehe Klima- und Energiefonds (2020). Dieser Leitfaden für FörderwerberInnen enthält neben der Dokumentation der formalen Förderbedingungen auch zahlreiche Definitionen und technische Hinweise im Zusammenhang mit der thermischen Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden.

Laut Auskunft des Klima- und Energiefonds wurden mit Stand Mai 2023 im Zuge des spezifischen Förderprogrammes innerhalb der Programmlaufzeit 52 Beratungen von potenziellen FörderwerberInnen durchgeführt. Daraus entstanden insgesamt 19 formal genehmigte Projekte. 33 Beratungen bzw. Anträge mündeten nicht in Förderverträgen, da entweder die Förderbedingungen nicht erfüllt waren oder die Anträge von FörderungswerberInnen wieder zurückgezogen wurden. Dies geschah oftmals, da es in der Planungsphase von Bauprojekten zur Neuausrichtung selbiger kam und Projekte dann z. B. ohne Bauteilaktivierung ausgeführt wurden.

Insgesamt wurden für die 19 genehmigten Projekte Fördermittel in der Höhe von 1.432.000 Euro zugesagt bzw. vorausberechnet (Stand Mai 2023).

In einem von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) geförderten Forschungsprojekt mit dem Titel “Breitentest von energieeffizienten Demonstrationsgebäuden mit thermisch aktivierten Bauteilen” unter der Leitung von AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) wird gegenwärtig die Leistungsfähigkeit des Speicher- bzw. Energieflexibilitätspotentials sowie die Aspekte NutzerInnenkomfort, NutzerInnenzufriedenheit, Wirtschaftlichkeit und Funktionalität untersucht, siehe AEE INTEC (2021). Der Abschluss der Forschungsarbeiten ist mit 31.10.2024 (formales Projektende) geplant.

12.4 Technologiespezifische Informationen

Als technologiespezifische Fachinformation werden an dieser Stelle vier öffentlich zur Verfügung stehende Publikationen dokumentiert, 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 Wertschöpfungskette und Firmen

Die Wertschöpfungskette bezüglich thermischer Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden (Betonkernaktivierung) bzw. der thermischen Aktivierung von Gebäuden ist facettenreich und enthält folgende Wirtschaftsbereiche:

- Forschung und Entwicklung (Forschungseinrichtungen, betriebliche und außerbetriebliche Entwicklungsabteilungen: Systemtechnik, Materialwissenschaften, sozialwissenschaftliche Begleitforschung, Softwareentwicklung, Simulationstools, Entwicklung und Publikation von Planungsgrundlagen, Feldstudien)
- Planungsdienstleistungen (Ingenieurbüros, Architekturbüros, HLKS Planungsfirmen)
- Bauausführung (Bau- und Bauhilfsgewerbe)
- Installationsbetriebe (Herstellung der hydraulischen Verschaltung)
- Komponentenhersteller (Industrie, Hersteller von Kunststoffrohren, Armaturen, Mess-, Steuer- und Regeltechnik)
- Handel (mit spezifischen Halbzeugen und Komponenten)
- Energiewirtschaft (Netzbetreiber, Energieversorger, Stromhandel)

Aktivierbare Gebäudemassen, bestehend aus Beton, Bewehrungsstahl etc. werden der spezifischen Wertschöpfungskette hier nicht hinzugerechnet, da sie unabhängig von der Bauteilaktivierung die bautechnischen Erfordernisse der Gebäude betreffen.

Konkrete Beispiele für österreichische Firmen, die Produkte und Dienstleistungen im Bereich der thermischen Aktivierung von Bauteilen in Gebäuden bzw. Betonkernaktivierung anbieten (in alphabetischer Reihenfolge, die dokumentierte Auswahl ist nicht wertend):

- AEE - Institut für Nachhaltige Technologien, <https://www.aee-intec.at/>
- e7 energy innovation & engineering, Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik, <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/>
- Karl und Bremhorst Architekten, <https://kub-a.at/>
- KE KELIT GmbH, <https://www.kekelit.com/anwendungsbereiche/>
- Kuster Energielösungen GmbH, <https://www.futureisnow.eu/>
- Pipelife Austria GmbH & Co KG, <https://www.pipelife.at/referenzprojekte.html>
- Polysan Handelsgesellschaft m.b.H. & Co KG, <https://www.polysan.at/>
- RATZENBERGER Haustechnik – Installations GmbH, <https://www.ratzenberger.co.at/>
- REHAU Gesellschaft m.b.H., <https://www.rehau.com/at-de/>

13 Marktentwicklung Windkraft

13.1 Marktentwicklung in Österreich

13.1.1 Errichtung neuer Anlagen

Die historische Marktentwicklung der Windkraft in Österreich ist in **Abbildung 134** dargestellt. Der Ausbau im Jahr 2022 konnte mit 315 MW auf mittlerem Niveau gegenüber 2012 geringfügig gesteigert werden. Von den insgesamt 87 Anlagen entfielen 39 Anlagen mit 128 MW auf Niederösterreich, 30 Anlagen mit 128 MW auf das Burgenland, 9 Anlagen mit 30 MW auf die Steiermark, 8 Anlagen mit 26 MW auf Kärnten und 1 Anlage mit 3 MW auf Oberösterreich. Gleichzeitig wurden rund 49 MW an Windkraftleistung abgebaut, da diese durch moderne Anlagen ersetzt werden. Ende des Jahres 2022 waren damit 1.366 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von 3.560 MW am Netz. Diese Leistung ermöglichte eine jährliche Stromproduktion von 8,2 TWh, was mehr als 11 % des österreichischen Stromverbrauchs beziehungsweise 2,3 Mio. Haushalten entspricht. Verglichen mit dem Bestand Ende 2021 erhöhte sich damit das Stromerzeugungspotential aus Windkraft um 0,6 TWh.

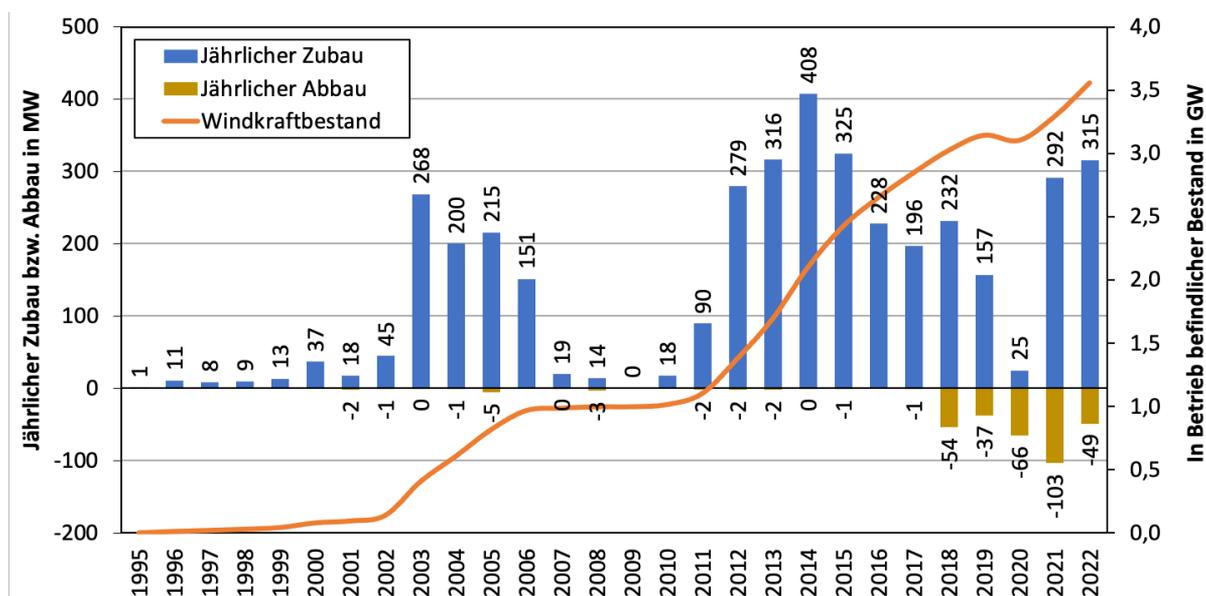


Abbildung 134 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2022

Quelle: IG Windkraft (2023)

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 werden erst in den Jahren 2021 bis 2025 realisiert werden. Alle 2022 errichteten Projekte wurden mittels Ökostromgesetz gefördert. Projekte die aus dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz eine Förderzusage bekommen haben werden voraussichtlich erst 2024 an das Stromnetz angeschlossen werden können. Durch die 2022 errichteten Projekte konnte ein Investitionsvolumen von 460 Mio. Euro sowie 129 Dauerarbeitsplätze für Wartung und Betrieb der Anlagen neu geschaffen werden. Darüber hinaus waren zusätzlich 2.075 Personen (Jahres-Vollzeitäquivalente) mit der Errichtung der Windräder beschäftigt.

In **Abbildung 135** ist der Netto-Ausbau dargestellt, der 2022 mit 266 MW wieder ein mittleres Niveau erreichte.

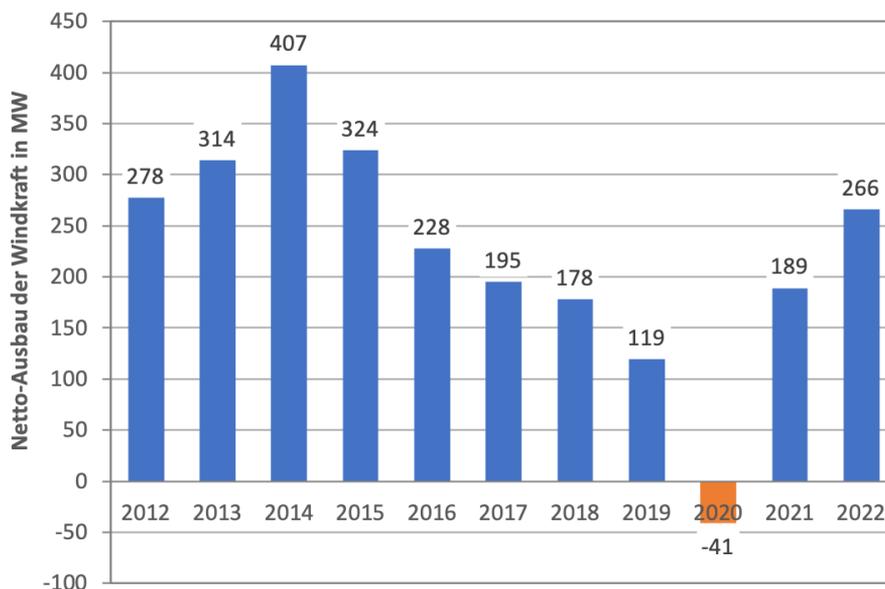


Abbildung 135 – Entwicklung des Netto-Ausbaus der Windkraft in Österreich
Quelle: IG Windkraft (2023)

13.1.2 Hersteller und Leistungsklassen

Der Markt wurde im Jahr 2022 mit 54,1 % von Vestas sowie mit 45,1 % von Enercon dominiert, Vensys hatte mit 0,8 % einen geringen Anteil am Ausbau. Damit haben im Vergleich zum Jahr 2021, in dem der Hersteller GE den Ausbau dominierte, wieder die beiden in Österreich verbreitetsten Hersteller den Zubau bestimmt. Insgesamt ist die Aufteilung des österreichischen Windkraftanlagenbestands gegenüber 2021 weitestgehend konstant geblieben. Das bedeutet, dass Enercon mit rund 56 % am Anlagenbestand den ersten Platz sowie Vestas mit über 29 % den zweiten Platz einnimmt. Des Weiteren sind noch knapp 8 % des Windkraftbestandes dem vor 3 Jahren insolvent gewordenen Anlagenhersteller Senvion zuzurechnen.

Abbildung 136 zeigt die Marktanteile des Zubaus im Jahr 2022, **Abbildung 137** die Verteilung des Anlagenbestandes Ende des Jahres 2022.

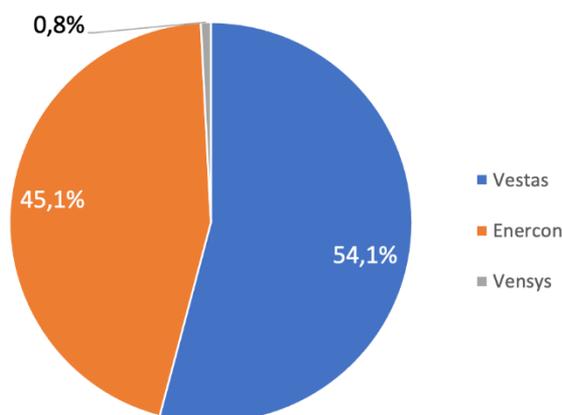


Abbildung 136 – Marktanteile der Windkraft-Anlagenhersteller am Zubau 2022
Quelle: IG Windkraft (2023)

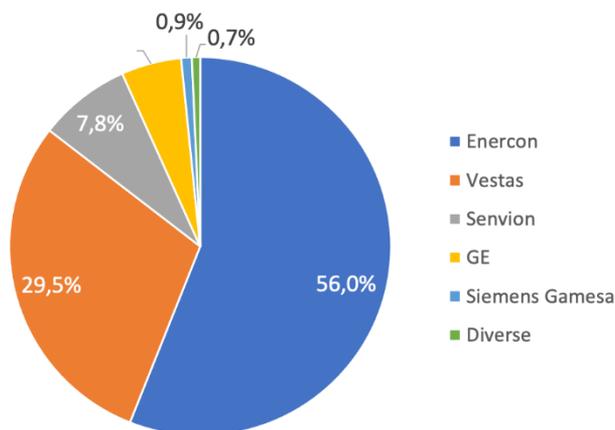


Abbildung 137 – Marktanteile am Bestand Ende 2022

Quelle: IG Windkraft (2023)

Hinsichtlich der Technologie existieren derzeit zwei Hauptgruppen: Anlagen mit Getriebe und getriebe lose 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 Dritteln auf direktgetriebenen Windkraftanlagen ohne Getriebe und zu etwa einem Drittel auf Windkraftanlagen mit Getriebe.

Ein großer Teil des Zuwachses wurde mit modernen Windkraftanlagen der 4- und 5-MW-Generation bewerkstelligt. 59 % der neu installierten Leistung und 52 % der neu installierten Windräder waren Windräder dieser Leistungsklassen. Vom Gesamtbestand hat mit 53,9 % mehr als die Hälfte der Anlagen eine Leistung von 3 MW oder mehr, 39,5 % haben eine Leistung von mindestens 1 MW und weniger als 3 MW und lediglich 6,6 % des Bestandes sind Anlagen in einer Größenklasse kleiner als 1 MW, siehe **Tabelle 77** und **Tabelle 78**. 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 im Durchschnitt 26-mal höhere Generatorleistung verfügen als damals. Die durchschnittliche Anlagenleistung der ersten beiden Errichtungsjahre (1994/95) betrug 0,15 MW, jene der letzten beiden Jahre (2021/22) 4 MW. Verdeutlicht wird das durch die Darstellung der durchschnittlichen Anlagenleistung bei den Neuinstallationen pro Jahr. Die durchschnittliche Anlagengröße betrug im Jahr 2022 3,6 MW, siehe **Abbildung 138**. Die Reduktion vom letzten Jahr ergibt sich dadurch, dass 2022 einige Projekte dabei waren, die nach der Fördervergabe nicht umgewidmet wurden und die Anlagenleistung daher jener der Genehmigung, die bereits einige Jahre zurücklag, entsprach. Die Spitze von 4,4 MW im Jahr 2021 ergab sich aus einem Großprojekt im Burgenland, bei welchem Anlagen von zu dieser Zeit überdurchschnittlicher Generatorleistung installiert wurden.

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 ist 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 139** zu sehen ist, betrug der durchschnittliche Rotordurchmesser der im Jahr 2022 in Österreich neu installierten Windkraftanlagen 129 Meter. Auch bei dieser Kennzahl ergibt sich die Spitze von 2021 aus dem oben erwähnten Großprojekt im Burgenland.

Table 75 – Kumulierte Windkraftleistung in den Bundesländern in 2021 und 2022

Quelle: IG Windkraft (2023)

Bundesland	2021	2022
Niederösterreich	1.753 MW	1.851 MW
Burgenland	1.224 MW	1.333 MW
Steiermark	260 MW	290 MW
Oberösterreich	47 MW	50 MW
Kärnten	1 MW	28 MW
Wien	8 MW	8 MW
Summe	3.294 MW	3.560 MW

Tabelle 76 – Zubau der 4- und 5-MW-Leistungsklasse im Jahr 2022

Quelle: IG Windkraft (2023)

Bundesland	Anzahl	Leistung (MW)	Anteil Leistung
Niederösterreich	17	67	35,1 %
Burgenland	29	124	64,9 %
Summe	46	191	100 %

Tabelle 77 – Zubau an Windkraftanlagen nach Leistungsklassen im Jahr 2022

Quelle: IG Windkraft (2023)

	Windkraft- anlagen	% der Neu- installation	Leistung in MW	% der Neu- installation
Summe 5-MW-Klasse	3	3,4	15,0	4,6
Summe 4-MW-Klasse	42	48,3	176,4	54,4
Summe 3-MW-Klasse	32	36,8	110,4	34,1
Summe Klasse < 3 MW	10	11,5	22,3	6,9
Summe der Neuinstallation	87		324,1 ²³	

Tabelle 78 – Bestand an Windkraftanlagen Ende 2022 nach Leistungsklassen

Quelle: IG Windkraft (2023)

Größenklasse	Anzahl	% des Bestandes
> 5 MW	39	2,9
4-5 MW	71	5,2
3-4 MW	625	45,8
2-3 MW	385	28,1
1-2 MW	156	11,4
< 1 MW	90	6,6
Summe alle Klassen	1.366	

²³ Die Differenz zur installierten Leistung 2022 ergibt sich aus der Differenz zwischen Nennleistung der Anlagen und Leistung im Netzzugang.

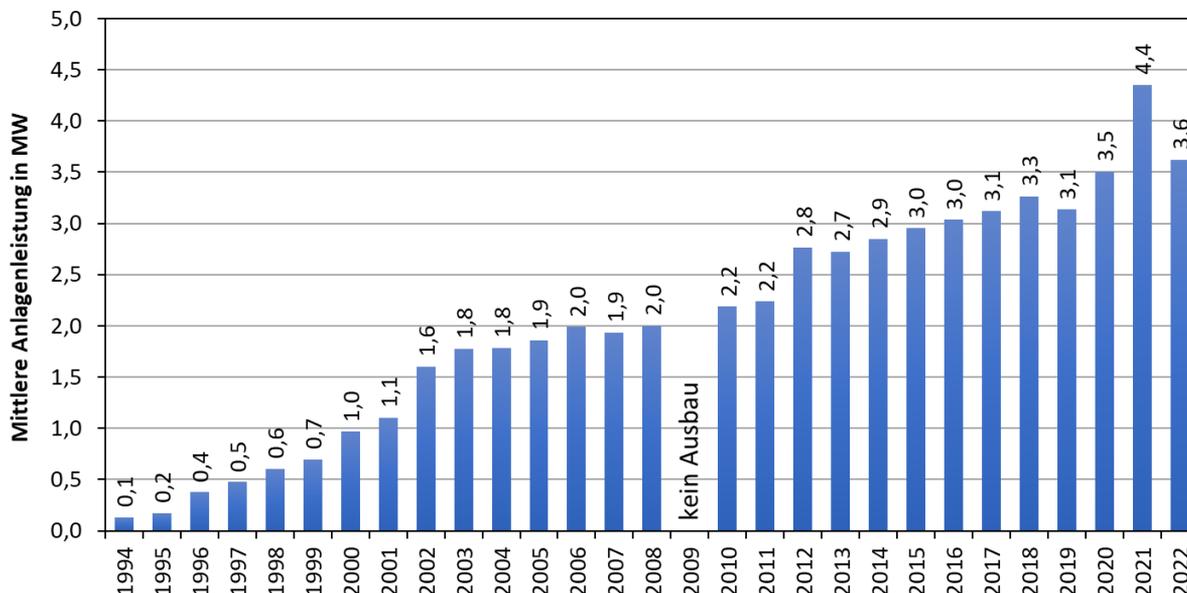


Abbildung 138 – Durchschnittliche Anlagenleistung der Neuinstallationen
 Quelle: IG Windkraft (2023)

Nach einem Spitzenwert bei durchschnittlicher Anlagenleistung und Rotordurchmesser im Jahr 2021 hat sich der stetige Anstieg beider Kennzahlen im Anschluss an das Jahr 2020 weiter fortgesetzt. Die Spitze von 2021 liegt hauptsächlich in der Umsetzung eines Großprojekts im Burgenland begründet, bei dem Anlagen mit gegenwärtig überdurchschnittlicher Dimension zum Einsatz kamen.

Betrachtet man die momentan zur Genehmigung eingereichten Anlangentypen, ist in den nächsten Jahren von weiteren signifikanten Steigerungen von Leistung und Rotordurchmesser auszugehen. Anlagen, die sich derzeit in Genehmigung befinden, haben Generatorleistungen von 6 bis 7 MW und Rotordurchmesser bis zu 200 m.

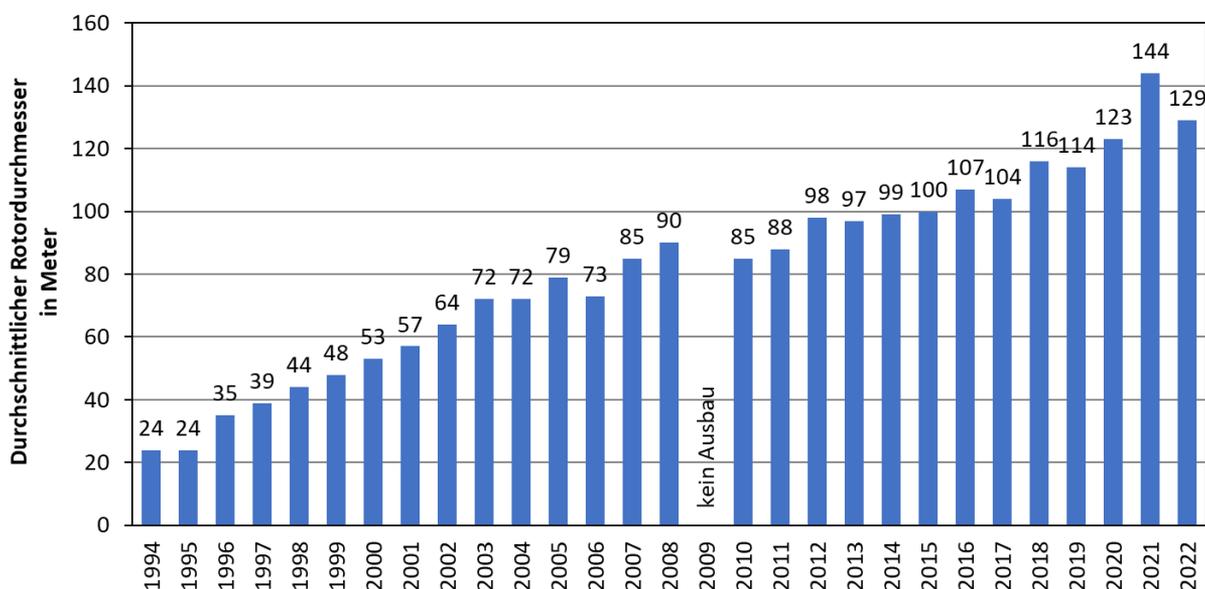


Abbildung 139 – Durchschnittlicher Rotordurchmesser der Neuinstallationen
 Quelle: IG Windkraft (2023)

13.1.3 Marktentwicklung Kleinwindkraft

Der Sektor Kleinwindenergieanlagen (KWEA) ist in Österreich noch sehr heterogen und statistisch schwierig zu erfassen. Der Kleinwindkraftreport 2022 der FH Technikum Wien nimmt sich dieser Situation an und gibt den aktuellsten Stand zur Marktlage wieder. Ende 2022 waren in Österreich demnach insgesamt 429 KWEA mit einer Gesamtleistung von ca. 290 kW in Betrieb, davon 188 KWEA mit einer Nennleistung bis 1 kW (43,8 %) sowie 223 KWEA mit einer Nennleistung zwischen 1 und 10 kW (52,0 %). Nur 18 KWEA wiesen eine Nennleistung > 10 kW auf (4,2 %). In Bezug auf die installierte Leistung entfallen 66,0 % auf KWEA mit einer Nennleistung zwischen 1 kW und 10 kW, 25,9 % auf Anlagen mit einer Nennleistung > 10 kW und lediglich 8,1 % 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 2022 von Hirschl et al. (2022).

13.2 Marktentwicklung im Ausland

13.2.1 Marktentwicklung der Windkraft weltweit

Die weltweite Entwicklung der Windkraft hat in bestimmten Regionen auch im Jahr 2022 enorm an Dynamik gewonnen und weiter einen Wachstumskurs genommen. Seit 2002 hat der Bestand von 31 GW auf 906 GW im Jahr 2022 zugenommen, was beinahe einer Verdreißigfachung entspricht. Weltweit wurden 2022 rund 78 GW Windkraftleistung errichtet, davon 69 GW Onshore und 9 GW Offshore.

Obwohl es von 2021 auf 2022 einen Rückgang von rund 17 % an den gesamten Neuanlagen gab, war 2022 trotzdem das Jahr mit dem drittgrößten Leistungszuwachs bisher. Der Rückgang des Ausbaus war die Folge des Auslaufens der Förderung in China. Für die Jahre 2023 bis 2027 wird eine stetige Steigerung der Neuerrichtungen weltweit erwartet, siehe **Abbildung 140**.

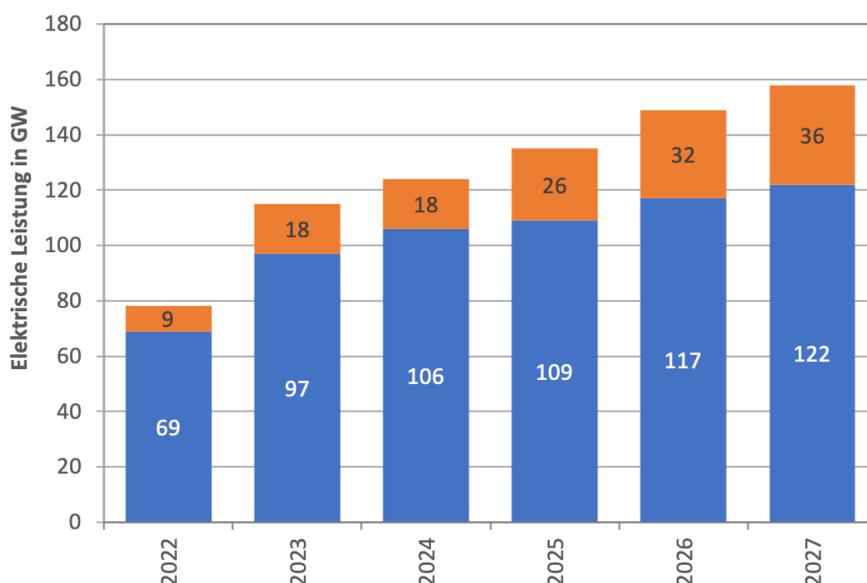


Abbildung 140 – Prognose des Windkraftausbaus weltweit
Quelle: GWEC (2022)

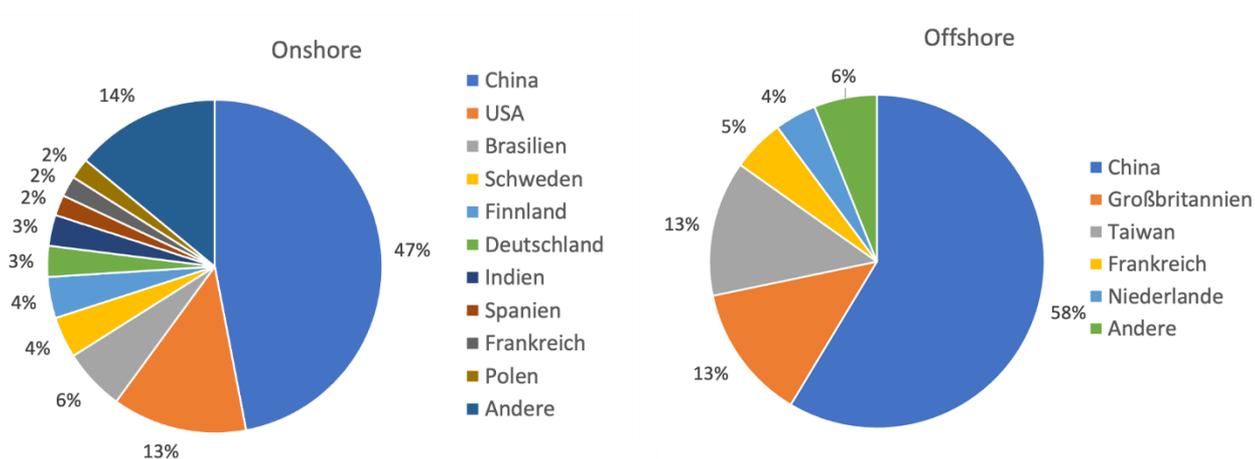


Abbildung 141 – Marktentwicklung weltweiter Gesamtzubau 2022
Quelle: GWEC (2022)

Wie **Abbildung 141** zu entnehmen ist, wurden allein in China Onshore 47 % und Offshore 58 % der neu installierten Windkraftleistung zugebaut. Wie schon 2021 entfiel der zweitgrößte Anteil an zusätzlicher Onshore-Windkraft mit 13 % auf die USA. Damit liegen auch im Jahr 2022 in diesem Sektor die Top-2-Märkte außerhalb von Europa, wobei die skandinavischen Länder Schweden und Finnland mit jeweils 4 % am Gesamtzubau erwähnt werden müssen. Hingegen verzeichnen im Offshore-Bereich europäische Länder stärkeres Wachstum, wie Großbritannien mit 13 % auf Rang 2 zeigt.

13.2.2 Marktentwicklung der Windkraft in Europa

In Gesamteuropa waren Ende 2022 Windstromkapazitäten von 255 GW installiert, wovon sich 88 % im Onshore- und 12 % im Offshore-Sektor befinden. Der Zubau von 19,2 GW teilt sich auf 2,5 GW Offshore und 16,7 GW Onshore auf und konnte damit um rund 7 % gegenüber dem Ausbau des Vorjahres gesteigert werden. Damit werden 17 % des Elektrizitätsbedarfs gedeckt, davon 14 % mit Onshore-Anlagen.

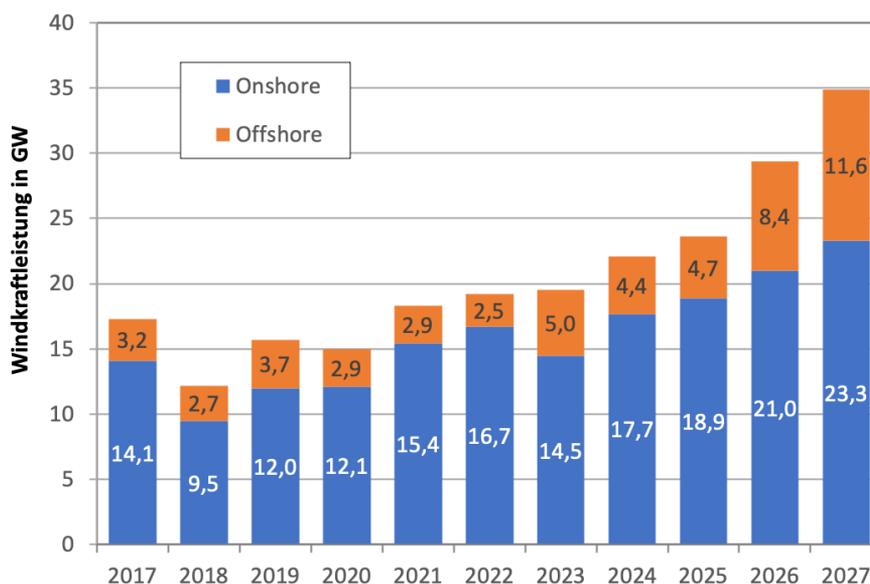


Abbildung 142 – Historische Neuinstallationen Onshore und Offshore in Europa mit Prognose bis 2027. Quelle: WindEurope (2022)

Mehr als zwei Drittel der in Europa 2022 installierten Leistung teilen sich auf nur 6 Länder auf, damit ist die Konzentration ähnlich hoch geblieben wie im Jahr 2021. Bemerkenswert ist, dass Schweden und Finnland bei der installierten Leistung an Land im Jahr 2022 auf den Rängen eins und zwei liegen, sie haben ihren Ausbau gegenüber der letzten Jahre massiv erhöht. Betrachtet man die Summe des Ausbaus von On- und Offshore, rangieren die beiden skandinavischen Länder nur noch hinter Deutschland.

In den EU-27 Staaten konnten insgesamt 2022 16,1 GW Windkraftleistung errichtet werden. Lediglich 1,2 GW Windkraftleistung davon wurde Offshore errichtet. Damit stehen in der EU Windräder mit einer Gesamtleistung von 204 GW, 8 % davon Offshore. In den EU-27 können damit 16 % des Elektrizitätsbedarfs durch Windkraft gedeckt werden, 14 % davon werden Onshore erzeugt, siehe WindEurope (2023).

Betrachtet man den Ausbau der Onshore-Windkraft in der EU-27, so sieht die Situation im Vergleich zu anderen Kontinenten und Regionen dramatisch aus. Zwar konnte der Ausbau

Onshore im letzten Jahr gegenüber 2021 gesteigert werden, hinsichtlich der EU-Zielvorgaben von 31 GW ist allerdings noch eine massive Steigerung notwendig, siehe hierzu **Abbildung 143**.

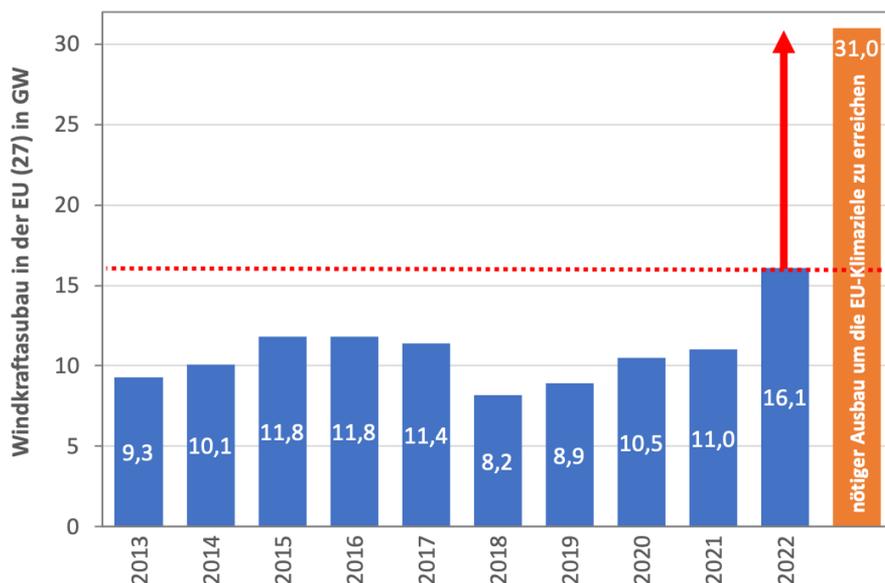


Abbildung 143 – Windkraftausbau EU-27 und Abschätzung des nötigen Ausbaus für die EU-Zielsetzung 2030. Quelle: WindEurope (2022)

Die leichte Erholung der Marktlage hat sich in für die österreichische Windindustrie wichtigen Märkten wie Deutschland fortgesetzt, verharrt aber nach wie vor auf niedrigem Niveau. Mit Installationen von 2,4 GW befindet sich 2022 lediglich auf dem Ausbauniveau von 2012. 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.

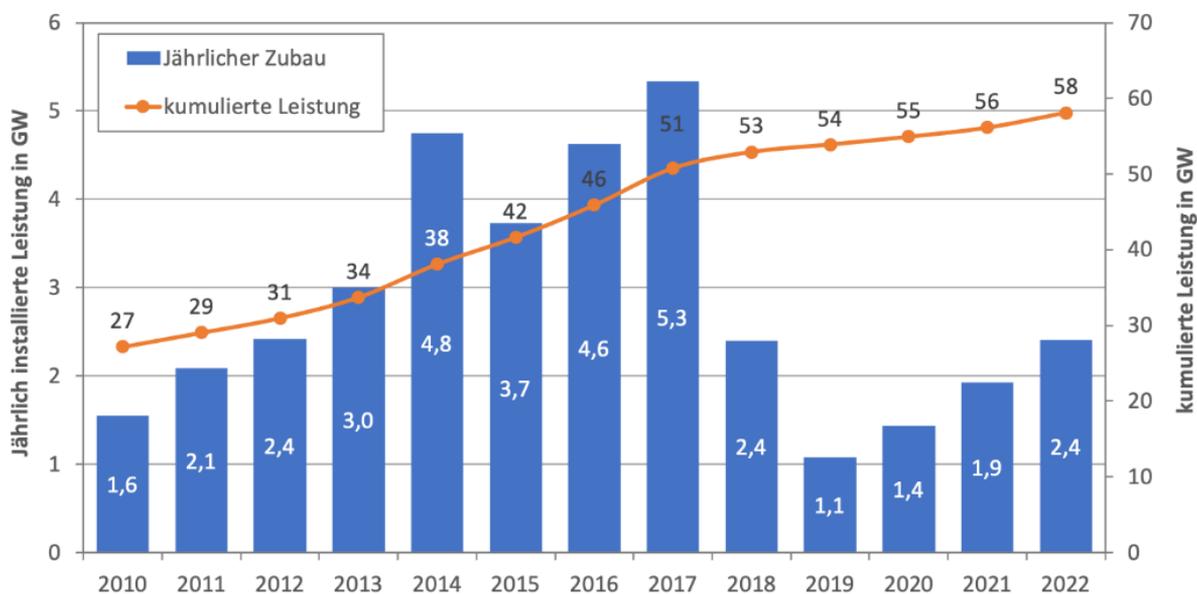


Abbildung 144 – Windkraft-Neuinstallation in Deutschland von 2010 bis 2021
Quelle: BWE (2021)

13.3 Produktion, Import und Export

Die Befragung von 180 Unternehmen der österreichischen Windkraftindustrie sowie 49 Windkraftbetreibern zeigt in **Abbildung 145**, dass die heimischen Unternehmen eine hohe Exportorientierung gemessen am Umsatz aufweisen. So gaben 39 % der Unternehmen an, einen Exportanteil von mehr als 75 % zu haben, 25 % der Unternehmen gaben einen Exportanteil zwischen 50 % und 75 % an. Für 24 % der Firmen spielt der Export ihrer Güter und Dienstleistungen mit einem Anteil von weniger als 25 % eine geringere Rolle. Im Durchschnitt kann ein Exportanteil von 88 % angenommen werden.

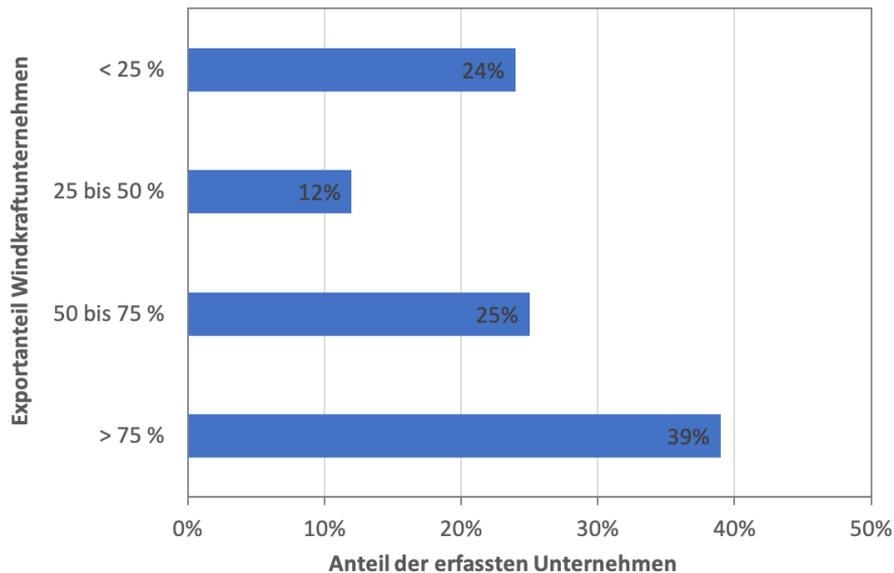


Abbildung 145 – Exportanteile der österreichischen Windkraft-Unternehmen 2022
 Quelle: IG Windkraft (2023)

Der Dominanz der europäischen Hersteller von Windkraftanlagen entsprechend, liegen ähnlich wie im Vorjahr die wesentlichsten Exportmärkte mit 51 % für die heimische Branche in Europa. Umgekehrt liegen damit über 49 % des Exportvolumens 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 146**. Asien nimmt mit 24 % 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 China, Deutschland, die USA und Frankreich. 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.

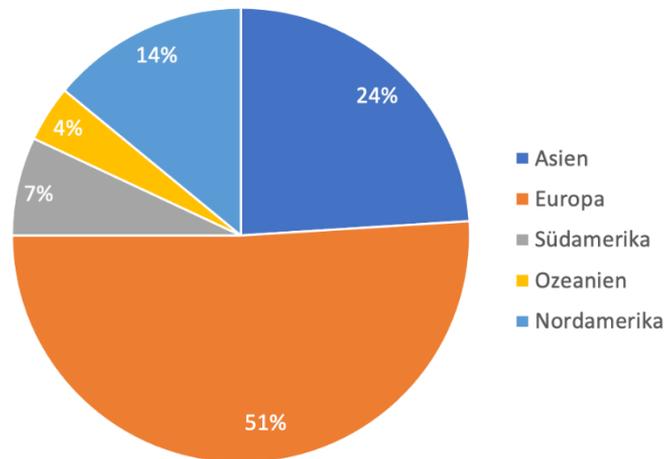


Abbildung 146 – Export nach Kontinenten im Jahr 2022
Quelle: IG Windkraft (2023)

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 147** (die Option "Abnahme" die ebenfalls zur Auswahl stand, wurde von keinem Unternehmen ausgewählt)

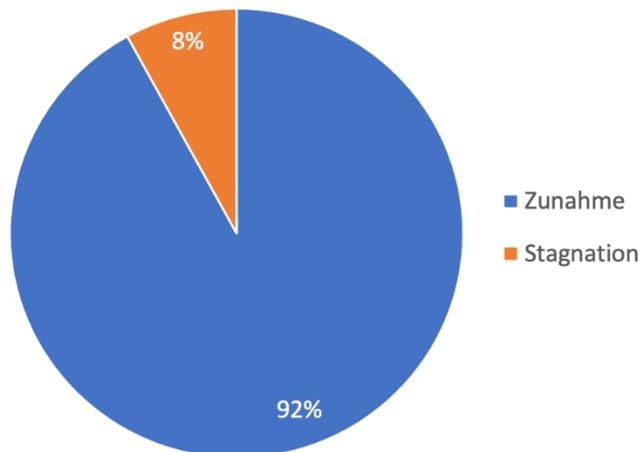


Abbildung 147 – Erwartung zukünftiger Entwicklung der Windkraft
Quelle: IG Windkraft (2023)

13.4 Genutzte erneuerbare Energie

Ende 2022 waren in Österreich 3.560 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 8.200 GWh Jahresstromerzeugung. Im Jahr 2022 wurden laut OeMAG rund 1.557 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 2022 eine gesamte Erzeugungsmenge von 8.200 GWh.

13.5 Treibhausgaseinsparungen

Die Berechnung und Erläuterung der CO_{2äqu}- Koeffizienten ist in **Kapitel 3.3** dokumentiert. Wie in **Tabelle 79** zusammengefasst, konnten im Jahr 2022 durch die Erzeugung von Elektrizität aus Windkraft im Szenario Substitution Importmix Österreich 2,989 Mio. Tonnen CO_{2äqu} eingespart werden. Im Szenario Substitution ausschließlich des Anteils von Atomstrom und Strom aus fossilen Energieträgern beträgt die Einsparung 4,427 Mio. Tonnen CO_{2äqu}.

Tabelle 79 – Einsparung von CO_{2äqu}-Emissionen durch Windstrom

Quelle: IG-Windkraft (2023)

Szenario	Koeffizient (gCO _{2äqu} /kWh)	Einsparung 2022 (tCO _{2äqu} /a)
Importmix Österreich	364,5	2.988.900
Importmix Österreich – nur Atomkraft und Strom aus fossilen Energieträgern	539,9	4.427.180

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.

Bei einer Lebenszyklusanalyse (LCA) eines modernen österreichischen Windparks (Anlagentyp V150 und Betriebsdauer von 20 Jahren) wurden CO_{2äqu}-Emissionen pro Kilowattstunde zwischen 8,5 und 12 gCO_{2äqu}/kWh errechnet. Die energetische Amortisationszeit liegt hier bei etwa 13 Monaten, siehe Razdan et.al. (2021).

13.6 Umsatz und Wertschöpfung

Insgesamt wurde im Jahr 2022 ein Gesamtumsatz der Windkraftbranche – darunter Windenergiebetreiber sowie Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen – von 2.160 Mio. 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 2022 errechnet. Alle Ökostromanlagen, die noch in der Tarifförderung der Ökostromabwicklungsstelle (OeMAG) sind, erzeugten 2022 1,6 TWh Elektrizität. Diese haben im Jahr 2022 einen Umsatz von 340,3 Mio. Euro erwirtschaftet. Durch den gestiegenen Strompreis stiegen viele Betreiber aus dem Fördersystem aus und vermarkteten ihren Strom selbst. Daher schrumpfte die in der Tarifförderung befindliche Windstrommenge im Vergleich zum Jahr 2021 auf ein Drittel zusammen. Die Stromerlöse lagen aber noch immer bei 74 % des Vorjahreswertes. Die Erlöse der rund 6,7 TWh erzeugte Windkraft außerhalb der OeMAG-Förderung konnte nur abgeschätzt werden. Durch unterschiedliche Vermarktungsstrategien der Betreiber und die im Dezember eingeführte Abschöpfung der Erlöse ist eine genaue Angabe der Stromerlöse schwierig. Durch eine Befragung der Branche kann der von der E-Control ausgewiesene durchschnittliche Windmarktwert für 2022 (24,9 Cent/ kWh) mit einem Abschlag von rund 25 % (Ausgleichsenergie, Risikoabschlag von Stromvermarktern, Abschöpfung u.a.) als realistische Größe (18,7 Cent/kWh) angenommen werden. Dies ergibt für die 6,7 TWh vermarktete Windstrommenge einen Umsatz von 1,2 Mrd. Euro. In Summe ergeben sich damit Erlöse aus der Bereitstellung von Strom aus Windkraft von 1,6 Mrd. Euro. Einen großen Anteil der Umsatzsteigerung von rund 115 % gegenüber 2021 ergibt sich aus den stark gestiegenen Strompreisen und dem dadurch bedingten Wechsel der Erzeuger in die Vermarktung mittels Marktpreis.

Durch die Errichtung von 315 MW neuer Windkraftleistung im Jahr 2022 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 2021 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 2022 rund 5.950 Personen beschäftigt. Davon 2.510 in den Bereichen Errichtung, Rückbau, Wartung und Service sowie 590 bei Betreibern von Windkraftanlagen. Aus der zuliefernden Industrie wurden rund 3.440 Beschäftigte gemeldet. Hinsichtlich der Genderverteilung bei den Beschäftigten war die Verteilung bei den Rückmeldungen wie folgt: 32 % der Beschäftigten sind weiblich und 68 % männlich (in der abgefragten Kategorie "divers" wurden von keinem Unternehmen Beschäftigte gemeldet).

Durch den wieder begonnenen Windkraftausbau konnte die Beschäftigungszahl im Vergleich zum Vorjahr wieder 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.

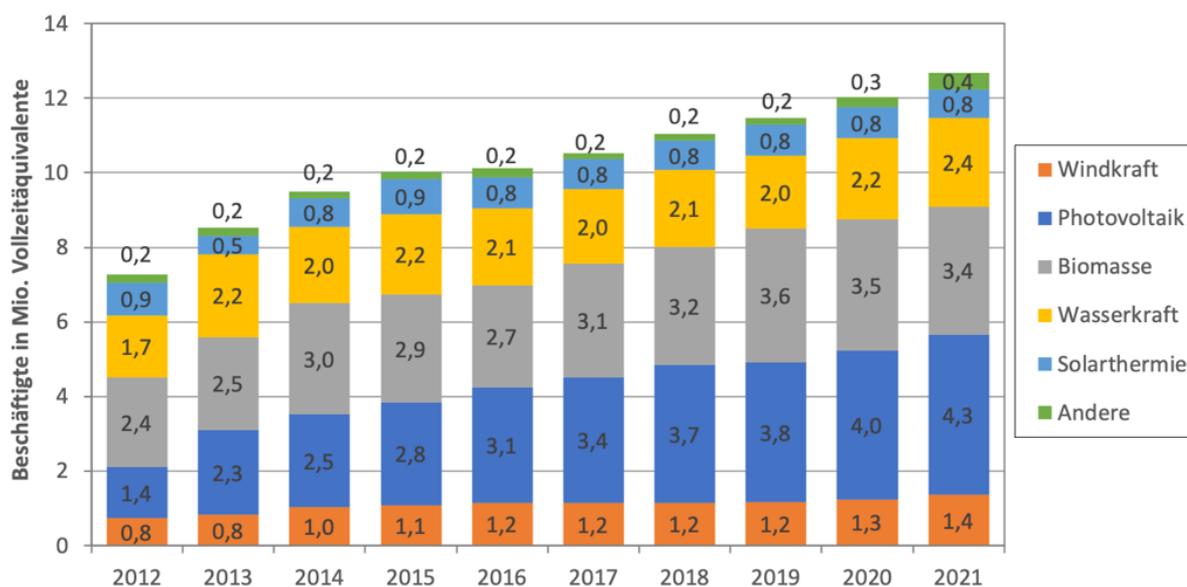


Abbildung 148 – Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energie weltweit

Quelle: IRENA (2022)

Die Internationale Erneuerbare Energien Agentur IRENA weist in einer aktuellen Erhebung die Beschäftigungsentwicklung der Windkraft sowie der erneuerbaren Energie weltweit aus, siehe **Abbildung 148**. Im Bereich der Windkraft waren 2021 1,4 Millionen Menschen beschäftigt. Die meisten Jobs in der weltweiten Windbranche befinden sich in China (48 %), gefolgt von, Europa (25 %) und den USA (16 %). Unter den 10 Ländern mit den meisten Arbeitsplätzen weltweit finden sich vier europäische, vier asiatische und zwei Amerikanische Staaten. Für Europa belegt Deutschland weltweit den zweiten Platz mit den meisten Jobs in der Windkraft, gefolgt von Dänemark auf Platz sieben. Was den Export der Windbranche betrifft ist noch immer Europa das Zentrum. Deutschland (34 %) und Dänemark (27 %) sind die zwei führenden Hersteller und Exporteure von Windrädern. In Summe konzentriert sich im Jahr 2020 mehr als 70 % des weltweiten Exportes der Windbranche auf die EU. Chinesische Unternehmen haben die Konzentration auf ihren Heimatmarkt langsam zurückgelassen. Der Exportanteil ist von 7,5 % im Jahr 2017 auf 20 % im Jahr 2021 zum drittichtigsten Exportland deutlich angewachsen, siehe EurObserv'ER (2022).

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. Auch die Firma Ventus Engineering ist ein junges Wiener Unternehmen, das sich auf die Dienstleistungen zur Leistungssteigerung bei Windkraftanlagen spezialisiert hat und in den letzten Jahren mit viel Forschungsarbeit ordentlich gewachsen ist. 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 72 % an, derzeit keine Forschungsaktivitäten in Auftrag gegeben zu haben, 28 % der Unternehmen haben laufende Forschungsprojekte - siehe **Abbildung 149**.

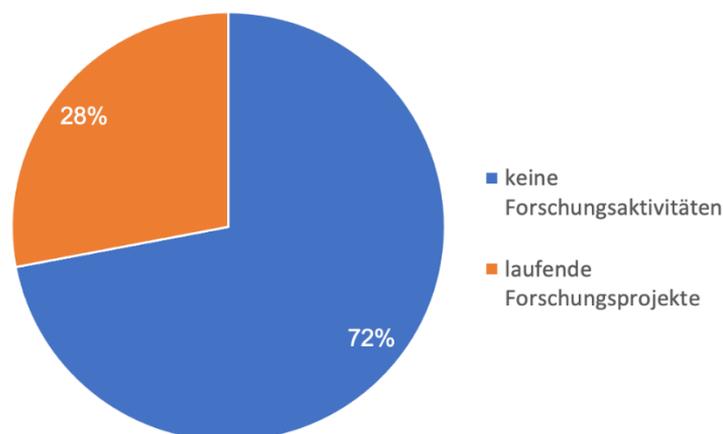


Abbildung 149 – Aktuelle Forschungsprojekte in der Windkraftbranche
Quelle: IG Windkraft (2023)

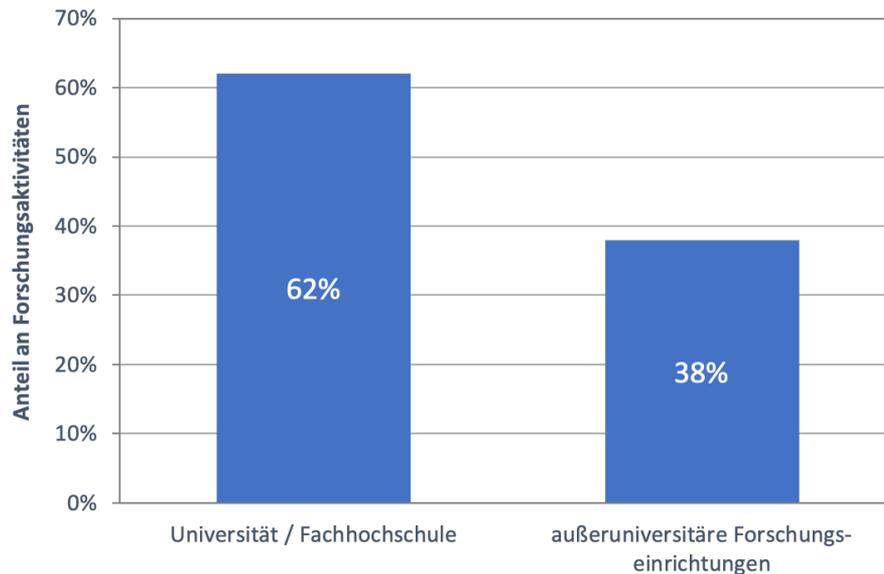


Abbildung 150 – Forschungspartner der Windkraftindustrie
 Quelle: IG Windkraft (2023)

Von jenen Unternehmen, die derzeit Forschungsprojekte durchführen, gaben 62 % an, Projekte mit Universitäten oder Fachhochschulen durchzuführen, 38 % gaben an, dabei mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten, siehe **Abbildung 150**.

13.9 Marktentwicklung in Bezug auf Roadmaps

Der moderate Ausbau der Windkraftanlagen im Umfang von 87 Anlagen (netto 60 Anlagen), bzw. von 315 MW (netto 266 MW) im Jahr 2022, kann in keiner Weise als Erholung oder Wachstumstrend gesehen werden. Einerseits, weil diese Menge noch weit von den angestrebten und benötigten Ausbaumengen von 120 Windrädern pro Jahr bis 2030 entfernt ist, andererseits, weil alle realisierten Projekte ausschließlich noch aus einer „Warteschlange“ aus der Strommarktnovelle 2019 stammen. Das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) trat erst im Dezember 2022 vollumfänglich in Kraft. Nach mehr als 1000 Tagen ohne Fördermöglichkeit für neue Windparks wird sich in den kommenden Monaten erst herausstellen, ob das neue Fördergesetz neue Impulse für zukünftige Projekte generieren kann. Bei den ersten zwei Fördervergaben durch das EAG wurden nur die Hälfte (265 MW von 530 MW zu vergebender Leistung) der Windkraftleistung vergeben. Dies spiegelt auch die internationalen Erfahrungen wieder, dass bei einer starken Änderung des Förderregimes die Branche deutlich verunsichert ist und erst mit der Zeit mit dem neuen Fördersystem umzugehen lernt.

Darüber hinaus erschweren die Nachwirkungen der Corona-Krise mit ihren Lieferkettenproblemen und die Gaskrise, die durch den russischen Krieg in der Ukraine ausgelöst wurde, ein rasches Hochlaufen des Windkraftausbaus in Österreich. Die Preise für Windkraftanlagen haben sich im letzten Jahr um durchschnittlich 40% erhöht. (WindEurope 2023) Auch die Steigerung der Kreditzinsen getrieben durch die starke Inflation hat die Finanzierungskosten um 100 % steigen lassen. Anfang 2023 waren bereits rund 200 Windräder mit 800 MW Windkraftleistung genehmigt. Für die tatsächliche Umsetzung dieser Windparks wird entscheidend sein, ob die Förderbedingungen an die komplett geänderten Marktbedingungen rasch angepasst werden.

Für den langfristigen Erfolg der österreichischen Windkraft ist 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 Photovoltaik, 5 TWh Wasserkraft und 1 TWh Biomasse erfolgen soll. Zusätzlich wird für die Erreichung der Wasserstoffstrategie und die Erreichung der Ziele des Gaswirtschaftsgesetzes extra Windstrom benötigt. Für die Windkraft bedeutet dies, dass im Vergleich zum Ausbau der letzten Jahre 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. Um die weiteren Ziele der Bundesregierung erreichen zu können muss sogar ein Ausbau von 1.500 Windrädern bis 2030 erfolgen. Durch das deutlich verspätete In-Kraft-Treten des EAG ist die Herausforderung, dieses Ziel zu erreichen, deutlich größer geworden.

13.10 Zehn-Jahre-Vorausschau auf Markt und Marktumfeld

Abseits des EAG konnte auch eine Novelle des Umweltverträglichkeits-Prüfungs-Gesetzes (UVP-G) Anfang April 2023 beschlossen werden. Das neue UVP-G wird die Genehmigungen von großen Windparkprojekten deutlich beschleunigen. Die Branchenvertretung der Windenergie IG Windkraft geht davon aus, dass diese Novelle die Genehmigungsdauer von großen Windparks beinahe halbieren wird. (IG Windkraft 2023) Darüber hinaus ist das Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungs-Gesetz (EABG) in Ausarbeitung. Diese „kleine Schwester des UVP-Gesetzes“ soll künftig in einem konzentrierten Genehmigungsverfahren zur Beschleunigung und Vereinfachung der Genehmigung von Erneuerbare-Energien-Anlagen beitragen, die unter der UVP-Grenze liegen. Für die Windkraft liegt diese Grenze bei 30 MW und für Anlagen über 1.000 Metern Seehöhe bei 15 MW. Ebenso werden eine bessere Strukturierung der Genehmigung und ein bundesweiter Sachverständigen-Pool angekündigt sowie Vorgaben für entsprechende Flächenausweisungen der Bundesländer.

Weiters ist auch die Überarbeitung des mittlerweile über zwölf Jahre alten Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes (EIWOG) geplant. Das neue Elektrizitätswirtschaftsgesetz (EIWG) soll dabei ein gesetzliches Regelwerk für den vorausschauenden Netzausbau und die Ausrichtung des Strommarkts auf Erneuerbare liefern und den energiewirtschaftlichen Veränderungen der letzten Jahre Rechnung tragen.

Darüber hinaus ist auch ein Klimaschutzgesetz von entscheidender Bedeutung. Dieses ermöglicht die Verschränkung der Zuständigkeiten auf den unterschiedlichen politischen

Ebenen. So hat der Staat Österreich gegenüber der EU Verpflichtungen bei der Reduktion der Treibhausgase und beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Die erneuerbaren Kraftwerke müssen aber in den Bundesländern errichtet werden. Diese sind es auch, die zum größten Teil für Energie- und Raumplanung zuständig sind und schlussendlich entscheiden, ob der Ausbau der erneuerbaren Kraftwerke tatsächlich umgesetzt werden kann. Ein Klimaschutzgesetz kann die gemeinsamen notwendigen Anstrengungen festschreiben und damit die Umsetzung des Ausbaus der Erneuerbaren leichter möglich machen.

Durch die zentrale Zuständigkeit bei Energie und Raumplanung der Bundesländer liegt auch dort derzeit der stärkste Handlungsbedarf. In keinem Bundesland sind die Rahmenbedingungen derzeit ausreichend, damit der Ausbau der erneuerbaren Kraftwerke auch in ausreichender Menge kommen kann. Es fehlt die Energieraumplanung mit ausreichenden Flächen für den Windkraftausbau, es fehlt Personal in den Genehmigungsbehörden und bei den Sachverständigen und es fehlt teilweise sogar das klare politische Ziel, die Windkraft im Bundesland ausbauen zu wollen.

Der aktuelle Ausbau wird derzeit 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 Potenziale zu nützen, siehe Winkelmeier et al. (2018). Eine entsprechende differenzierte Förderung nach Standorten ist dazu allerdings zwingend erforderlich, um mögliche Ausbaupotenziale von rund 1.000 MW in den westlichen Bundesländern zu realisieren. Die zukünftige Marktentwicklung der Windkraft in Österreich wird stark von der Ambition und dem Einsatz zur Erreichung der Klima- und Energieziele und denen dafür notwendigen gesetzlichen Rahmenbedingungen gerade auf nationaler Ebene und auf Ebene der Bundesländer abhängen. Nur dann kann der nötige Ausbau der Windkraft in Österreich in ausreichendem Maß erfolgen.

13.10.1 Akteure und treibende Kräfte

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. Nach wie vor hinken aber die tatsächlichen Maßnahmen und realen Umsetzungen den ambitionierten und notwendigen österreichischen Klima- und Energiezielen für 2030 sowie 2040, aber auch jenen auf europäischer Ebene, hinterher. Im vergangenen Jahr konnte auf Bundesebene das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz nach mehreren Jahren Diskussion endlich vollumfänglich in Kraft treten. Auch das Umweltverträglichkeits-Prüfungs-Gesetz konnte erfolgreich novelliert werden. Auf der Ebene der Bundesländer hat es aber nur einzelne Ankündigungen gegeben und nur ganz wenige Änderungen für die Windenergie wurden umgesetzt. Allein in Salzburg wurden 11 Zonen für die Errichtung von Windparks ausgewiesen. Der Ausbau der Windkraft konnte daher noch gar nicht beschleunigt werden und befindet sich auf dem Niveau von 2012. 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 oder bereits beschlossen haben. So möchte das Burgenland zehn Jahre früher als der Bund klimaneutral werden und hat dieses Ziel auch bereits im April 2022 gesetzlich verankert. 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.

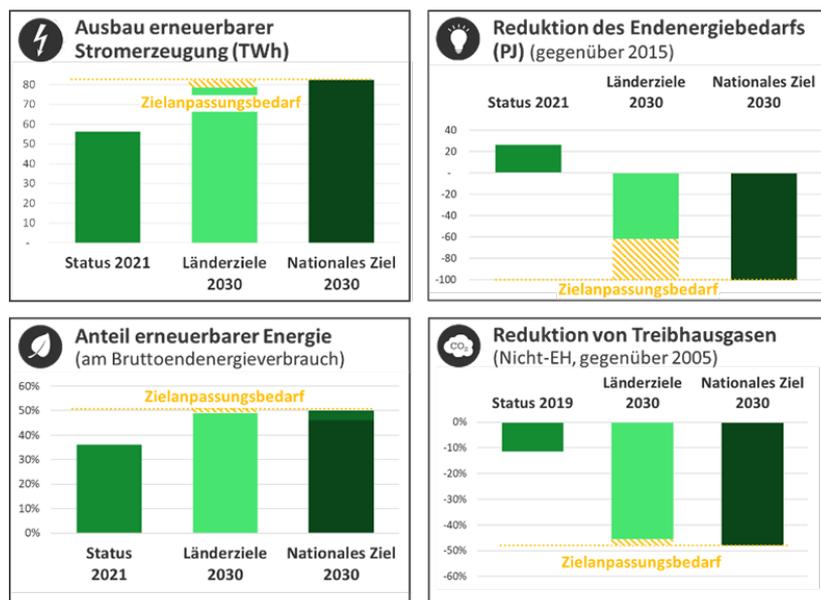


Abbildung 151 – Zielanpassungsbedarf zwischen Bundes- und Länderzielen 2030
 Quelle: Österreichische Energieagentur (2023)

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 ein Bundesland hat bisher auf die Energiekrise mit gesetzlichen Änderungen der Rahmenbedingungen reagiert. Das Burgenland hat Anfang April 2022 ein „Erneuerbaren-Beschleunigungsgesetz“ beschlossen. 2030 will das Burgenland dann den gesamten Energieverbrauch 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. Auch bei derzeitigen sehr hohen Strompreisen ist ein Fördersystem von immens wichtiger Bedeutung für die Fremdfinanzierung der Windparks. Das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz könnte diese Sicherheit bieten.

Das EAG reizt den Windkraftausbau mittels Marktprämienmodell mit einer Förderlaufzeit von 20 Jahren an. 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 wird 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 spielt die Windkraft in Österreich, über den dämpfenden Effekt der Windvermarktung beim Strompreis, zukünftig zusätzlich eine preisstabilisierende Rolle beim Strompreis.

Bei den ersten zwei Fördervergaben durch das EAG wurde nur die Hälfte der Windkraftleistung vergeben. Für eine abschließende Beurteilung ist es derzeit noch zu früh. Es deutet aber vieles darauf hin, dass die stark gestiegenen Anlagenpreise ein wesentlicher Grund dafür sein könnten, warum sich bereits genehmigte Projekte nicht an den Ausschreibungen beteiligen. 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.

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 von 11 Zonen 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 zwar über das Raumordnungsrecht Flächen zur Entwicklung der Windkraft ausgewiesen. Die zur Verfügung gestellten Flächen reichen aber für die Erreichung der Ausbau-Ziele auf Bundesebene nicht aus und müssen daher rasch ausgeweitet werden. Ebenfalls müssen die für die Windkraft hinderlichen Regelungen in Kärnten und Oberösterreich abgeändert und in weiteren Bundesländern erstmals Zonen festgelegt werden. Erste Bewegungen und Ankündigungen müssen noch verstärkt und dann umgesetzt werden. Die Bereitstellung von ausgewiesenen Flächen zur Windkraftentwicklung muss rasch erweitert und optimiert werden. Zur Erreichung der bundespolitischen Klima- und Energieziele müssen alle Bundesländer ihren Beitrag leisten, die verfügbaren Potenziale 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 und dem Klimaschutzgesetz.

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.

Mit der Umsetzung der UVP-G-Novelle könnte sich die Genehmigungszeit für Windparks nahezu halbieren. Damit auch kleinere Windparks (unter 30 MW und unter 15 MW über 1000 Meter Seehöhe) rascher genehmigt werden können, sollte das in Aussicht gestellte Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungs-Gesetz (EABG) möglichst rasch umgesetzt werden.

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 potenzielle Räume für die Photovoltaiknutzung vorhanden. Hier ist es notwendig, 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.

Derzeit kommt es immer wieder vor, dass bereits genehmigte Projekte mehrere Jahre auf einen Netzanschluss warten müssen, weil Verteilnetzbetreiber erst dann mit der Erweiterung der Netzinfrastruktur beginnen. Hier muss der Blick rasch von einer reaktiven Netzplanung zu einer vorausschauenden Netzplanung geändert werden, damit der Netzausbau nicht zum Flaschenhals der Energiewende wird.

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 Hebeteknik
- 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 dem Windkraftausbau in den nächsten 10 bis 20 Jahren eine bedeutende und tragende Rolle in der Erbringung der nötigen Energiemenge zukommen. Dabei geht es um die Umstellung des gesamten Energiesystems und nicht nur um die derzeitige Stromversorgung allein. In den nächsten Jahrzehnten wird durch die anstehende Elektrifizierung von industriellen Prozessen, durch die flächendeckende Einführung der Wärmepumpe im Gebäudesektor, sowie durch die E-Mobilität zusätzlicher Bedarf nach erneuerbarer Energie, insbesondere an 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 Klima- und Energiefonds, 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.
- Durch die Entwicklung der Windkrafttechnologie in den letzten Jahren ist das mögliche realisierbare Windkraftpotential bis 2030 mit dem Zubau von 1.500 Windrädern und einer jährlichen Stromproduktion von 23,5 TWh im Jahr 2030 nach Einschätzung des Branchenverbandes IG Windkraft deutlich angestiegen.

Das realisierbare Potential für 2050 für die Windkraftnutzung liegt aber um ein Vielfaches höher. 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.

Windkraftpotenzial 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 3.600 MW und erzeugen 8,2 TWh Windstrom.
- Auf 2 % der österreichischen Landesfläche (1.678 km²) könnte 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 80 – Flächenbedarf der Windkraft in Österreich

Quelle: Energiewerkstatt

	Flächenanteil Österreichs [%]	Flächenbedarf [km ²]	Leistung [MW]	Erzeugung [TWh/Jahr]	Anteil am Verbrauch [%]
Bestand 2021	0,20	184	3.600	8,2	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 2022 in den Top-15-Ländern Europas installierte Anzahl an Windkraftanlagen dargestellt. Mit 87 Anlagen ist Österreich nur im hinteren Feld zu finden.

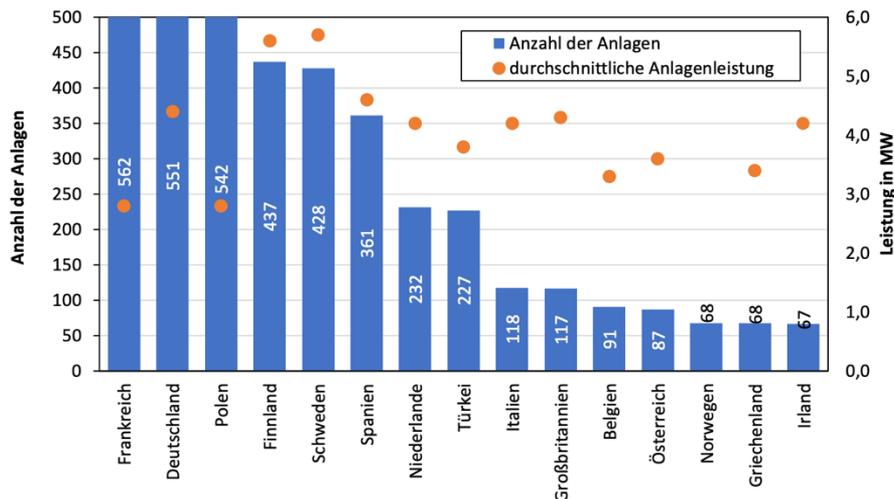


Abbildung 152 – Neuinstallationen von Windkraftanlagen in Europa 2022 nach Anzahl der Anlagen und durchschnittlicher Leistung. Quelle: WindEurope (2022)

14 Innovative Energiespeicher

14.1 Technologiebeschreibung und Stand der Technik

Die meisten innovativen Speichertechnologien befinden sich nach wie vor in Entwicklung bzw. in der Weiterentwicklung, wobei parallel auch bereits Klein- oder Vorserien auf dem Markt sind. Daher soll in diesem Kapitel ein Überblick über deren Einteilung, die für diesen Bericht getroffen wurde, sowie über die grundlegenden Funktionsweisen und den derzeitigen Stand der Technik laut Fragebögen gegeben werden. **Tabelle 81** fasst außerdem die berücksichtigten Technologien und deren Status in Österreich zusammen.

Tabelle 81 – Technologien und deren Status in Österreich
 Quellen: Austrian Institute of Technology (2018) und BEST (2023)

Technologie	Vermarktung in AT	Forschung in AT	TRL
Wasserstoffspeicher & Power-to-Gas	Ja	Ja	3-9
Brennstoffzellen	Ja	Ja	3-9
Metallhydridspeicher	Nein	Ja	2-4
Untergrundporenspeicher	Nein	Ja	4
Power-to-Gas	Ja	Ja	3-9
Stationäre elektrische Speicher	Ja	Ja	6-9
Redox-Flow-Batterie	Ja	Ja	6-9
Salzwasserbatterien	Ja	Ja	3-9
Latentwärmespeicher	Ja	Ja	2-9
Thermochemische Speicher	Nein	Ja	1-5

14.1.1 Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas

Wasserstoffspeichertechnologien beinhalten im Wesentlichen Brennstoffzellen und die Speicherung von Wasserstoff in Druckspeichern oder Metallhydridspeichern. Wasserstoff kann durch Elektrolyse (Power-to-Gas) oder thermo-chemische Gaserzeugung aus Biomasse und anschließender Synthese hergestellt werden.

Es gibt verschiedene Arten von **Brennstoffzellen**, wie z. B. alkalische Brennstoffzellen, Proton-Exchange-Membran-Brennstoffzellen und Solid-Oxide-Brennstoffzellen. Das Funktionsprinzip ist die Umwandlung von Wasserstoff in elektrische Energie. Dafür wird Reaktionsenergie genutzt, welche bei der Reaktion von Wasserstoff mit einem Oxidationsmittel wie Sauerstoff entsteht. Brennstoffzellen können mobil für den Transportsektor oder stationär in der Industrie als z. B. Back-up Stromerzeugung als Ersatz von Diesel-Notstromaggregaten verwendet werden. Vorteile von Brennstoffzellen sind die gute Regelbarkeit, hohe Wirkungsgrade, der geringe Wartungsaufwand und geringe Emissionen. Zu den Nachteilen zählen die hohen Investitionskosten. Je nach Technologie liegt der TRL zwischen 2 und 9, d. h. es befinden sich bereits unterschiedliche Produkte dieser Kategorie am Markt, während an anderen noch mit unterschiedlichem Reifegrad geforscht wird.

In Österreich wird derzeit an Proton-Exchange-Membran Brennstoffzellen für den Schwerverkehr und stationäre Anwendungen geforscht, wobei 2023 ein Markteintritt erwartet wird. Die Nennkapazität der Brennstoffzellen liegt bei 50 kW, während der Zielwert

für die zyklische Lebensdauer bei über 20.000 Zyklen liegt. Der Gesamtwirkungsgrad beträgt bei derzeitigem Stand 56 %.

Wasserstoffdruckspeicher speichern verdichteten Wasserstoff unter Druck (350-700 bar) über einen gewissen Zeitraum. Der aufgebrachte Druck bestimmt somit die Energiedichte und folglich den Platzbedarf und variiert je nach Anwendungsbereich und dessen Anforderungen. Für stationäre Anwendungen, die in der Industrie eingesetzt werden, wird Wasserstoff unter geringerem Druck und daher mit größerem Platzbedarf gespeichert. Mobile Anwendungen erfordern dagegen einen geringeren Platzbedarf, was einen höheren Druck bedingt. Ein Nachteil ist das hohe Gewicht der Speicher. Als Materialien für die Behälter werden meist Stahl oder kohlefaserverstärkte Verbundmaterialien verwendet. Es wird an leichteren Materialien geforscht, welche in der Lage sind, dem hohen Druck standzuhalten. In Österreich sind Wasserstoffdruckspeicher für die Speicherung von 20 kg bis 1.000 kg Wasserstoff erhältlich.

Während Wasserstoffdruckspeicher bereits auf dem österreichischen Markt erhältlich sind, befinden sich **Metallhydridspeicher** noch in Entwicklung (TRL 2-4). Bei einem Metallhydridspeicher wird Wasserstoff in einem Metall oder in Metalloxiden gespeichert. Wasserstoff und Metall bilden eine Verbindung, welche durch Reduzierung des Drucks und leichter Wärmezufuhr wieder getrennt wird. Ein mögliches Anwendungsgebiet sind mobile Brennstoffzellen für den Transportsektor. Metallhydridspeicher sind aufgrund des geringen Drucks sehr sicher, allerdings benötigt die Aufnahme bzw. Abgabe des Wasserstoffs mehr Zeit als bei Wasserstoffdruckspeichern. Der Speicher ist außerdem aufgrund des Metalls schwerer, wodurch sich die Anwendung im Transportsektor eher auf den Schwerverkehr einschränken wird. In Österreich wurde bereits 2020 an der Energiespeicherung in Metalloxiden zum Netzlastausgleich (Tag/Nacht, saisonal) mit einem TRL von 2-3, einer Kapazität zwischen 100 kWh und 100 GWh, einer Beladeleistung von 100 bis 100.000 kW, keiner Selbstentladung und einem Gesamtwirkungsgrad von 50-60 % geforscht. Diese Technologie hat bisher keine Marktreife erreicht, der TRL liegt derzeit allerdings bei 6 für eine Nennkapazität von 10 kWh, einer Lebensdauer von 500 Zyklen und einem Gesamtwirkungsgrad von 84 %.

Power-to-Gas bezeichnet die Umwandlung von Strom in gasförmige Brennstoffe, wie Wasserstoff oder Methan durch Elektrolyse. Bei einer **Elektrolyse** wird Wasser mit Hilfe von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff umgewandelt. Für die Elektrolyse sind verschiedene Technologien mit unterschiedlichen Marktanteilen bzw. Reifegraden am Markt oder in Entwicklung. Beispielsweise gibt es Alkalische Elektrolyseure, welche den größten Marktanteil haben. Diese arbeiten bei Umgebungstemperatur bis zu 120°C sowie bei 1 bis 200 bar mit einem Gesamtwirkungsgrad von 53-69 %. Die Polymer Electrolyte Membrane Elektrolyse hat einen sehr geringen Marktanteil, arbeitet bei Umgebungstemperatur bis zu 90°C sowie bei 1 bis 350 bar mit einem Gesamtwirkungsgrad von 63-76 %. Die sogenannte SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell) befindet sich noch im Forschungsstadium. Die Arbeitstemperatur liegt bei 600-800°C, der Druck bei 1-25 bar und der Gesamtwirkungsgrad soll 80-90 % erreichen.

Für die Herstellung von Methan wird weiters CO₂ und eine Methansynthese benötigt. Das CO₂ kann unter anderem aus Verbrennungsabgasen gewonnen werden. Methan kann in weiterer Folge z. B. in das Gasnetz eingespeist und in vorhandener Infrastruktur gespeichert werden. Wasserstoff kann in Druckspeichern gespeichert oder in Brennstoffzellen verwendet werden. Für die Einspeisung von Wasserstoff in das Gasnetz müssen die Gasleitungen wasserstofftauglich sein. Aktuell können laut ÖVGW Richtlinie bis zu 10 % Wasserstoff eingespeist werden (ÖVGW 2021). Vorteile der Power-to-Gas Technologie sind eine weite Verbreitung und die hohen Speicherkapazitäten durch das weit ausgebaute Gasnetz und

vorhandene Gasspeicher in Österreich. Dadurch sind Power-to-Gas Technologien gut für die Verwendung von Überschussstrom aus erneuerbaren Energien geeignet. Die zum Teil noch geringen Umwandlungswirkungsgrade stehen diesen Vorteilen gegenüber.

Derzeit wird in Österreich anwendungsorientierte Forschung betrieben, die auf die Nutzung von Wasserstoff in Industrie und Verkehr sowie die Einspeisung von Methan in das Erdgasnetz abzielt. In einem derzeit laufenden Projekt wurden eine PV und Elektrolyse Anlage sowie der Methanisierungsprozess in eine bestehende Biogasanlage integriert, um hier Synergien zu nutzen. Derzeit werden dabei 150 Tonnen Wasserstoff pro Jahr erzeugt, wobei geplant ist, diese Kapazität zu verdoppeln.

14.1.2 Innovative stationäre elektrische Speicher

In diesem Kapitel werden Redox-Flow-Batterien und Natrium-Ionen Batterien behandelt, da diese in ihrer Entwicklung relativ weit fortgeschritten sind. Zusätzlich wird an weiteren Speichertechnologien geforscht, die zu dieser Kategorie gezählt werden, derzeit aber noch geringe Relevanz haben. Ein Beispiel ist die Entwicklung einer Sauerstoff-Ionen Batterie.

Redox-Flow-Batterien sind elektrochemische Speicher, welche Strom mithilfe einer Flüssigkeit (Elektrolyt) speichern. Der Energieinhalt kann zwischen einigen kWh bis hin zu mehreren MWh liegen. Sie werden hauptsächlich für mehrstündige bis langfristige Anwendungen eingesetzt, zum Beispiel um Schwankungen im Netz durch erneuerbare Energieträger auszugleichen. Sie eignen sich daher auch für Microgrids oder Inselanlagen. Vorteile liegen in der hohen Lebensdauer und der Systemsicherheit, als Nachteile zählen die niedrige Energiedichte und der daraus resultierend hohe Platzbedarf. Aus diesem Grund werden Redox-Flow-Batterien stationär und nicht mobil angewendet. Redox-Flow-Batterien haben einen TRL von 8-9. In Österreich wird diese Art von Speicher bereits angeboten, wobei parallel auch noch Forschung mit einem TRL von 2 betrieben wird. Dabei handelt es sich um einen Redox-Flow-Speicher für PV Strom mit dem Speichermedium Eisenchlorid. Die Nennkapazität beträgt derzeit 1 MW mit einem Gesamtwirkungsgrad von 70 %. Der Markteintritt soll voraussichtlich 2027 erfolgen.

Bei einer **Natrium-Ionen Batterie** (oder Salzwasserbatterie) wandern Ionen aus dem Salzwasser zwischen Anode und Kathode und erzeugen dadurch einen Energiefluss. Durch den Wechsel zwischen Anode und Kathode wird die Batterie beladen bzw. entladen. Für Salzwasserbatterien werden weder Kupfer, Cobalt noch Nickel benötigt. Aufgrund des hohen Gewichts werden sie stationär im Privat- und Gewerbebereich eingesetzt. 2020 wurden bereits Salzwasserbatterien von einem österreichischen Hersteller angeboten. Die Kapazitäten lagen bei 5 kWh bis 270 kWh als anschlussfertige Gesamtsysteme. Die Beladeleistung lag zwischen 1 kW und 45 kW, die Entladeleistung bei 1 kW bis 48 kW, die Lebensdauer bei ca. 5.000 Zyklen bzw. 15 Jahren mit einer Selbstentladung von 10 % im Monat und einen Gesamtwirkungsgrad von 88,5 %. Die Produkte können, im Vergleich zu 2020, von einem anderen österreichischen Lieferanten am Markt bezogen werden. Es gibt auch neue Forschungsaktivitäten zu dieser Speichertechnologie mit einem TRL von 3. Ziel ist die Heimanwendung zur Speicherung von PV Strom. Die Nennkapazität liegt derzeit bei 8 kWh und die zyklische Lebensdauer bei 20 Zyklen. Der Markteintritt wird 2025 erwartet.

Ein internationales Forschungsprojekt mit österreichischer Beteiligung beschäftigt sich außerdem mit einem hybriden Energiespeichersystem, welches unter anderem aus einer Hochleistungs-Vanadium-Redox-Flow-Batterie und einem Superkondensator besteht. Das Projekt bewegt sich im Demonstrationsmaßstab von 10 bis 100 kWh. Der TRL der

Einzelkomponenten liegt ca. bei 6, während das Gesamtsystem im Laufe des Projektes einen TRL von 4 bis 5 erreichen soll. Die Technologie soll als Schnellenergiespeicher und zur Netzentlastung für mittelfristige sowie kurzfristige Anwendungen genutzt werden.

Außerdem wird an weiteren Speichertechnologien geforscht, die zu der Kategorie innovativer stationärer elektrischer Speicher gezählt werden, wie z. B. eine Sauerstoff-Ionen Batterie.

14.1.3 Latentwärmespeicher

Latentwärmespeicher nutzen die Energie, welche durch den Phasenwechsel (schmelzen, erstarren) des Speichermediums abgegeben wird. Die Temperatur des Speichermediums ändert sich während des Phasenwechsels kaum, was einen Speicherbetrieb bei annähernd konstanter Temperatur ermöglicht. Latentwärmespeicher können in einem kleinen Temperaturbereich rund um den Phasenwechsel sehr große Wärmemengen speichern. Beispiele für Latentwärmespeicher sind Eisspeicher, welche in öffentlichen Gebäuden wie Krankenhäusern oder Einkaufszentren eingesetzt werden.

Latentwärmespeicher variieren sehr stark bezüglich Anwendung und Temperaturniveau. Der TRL liegt zwischen 2 und 9. In Österreich werden unter anderem PCM-Vollgipsplatten und Verschattungslösungen basierend auf der Latentwärmetechnologie angeboten. Dabei werden Phasenwechselmaterialien in Gips bzw. Textilien eingearbeitet. Ab einem gewissen Temperaturniveau schmilzt das PCM-Material, dies geschieht z. B. durch Sonneneinstrahlung. Fällt die Temperatur danach unter einen bestimmten Punkt, erstarrt das PCM-Material und gibt die zuvor gespeicherte Wärme langsam frei.

14.1.4 Thermochemische Speicher

Thermochemische Speicher nutzen Absorption, Adsorption oder chemische Reaktionen. Bei Sorptionsspeichern werden physikalische Wechselwirkungen genutzt, bei denen sich ein Stoff in oder auf einem anderen Stoff anreichert. Oder es wird die Energie genutzt, welche beim Ablauf von chemischen Reaktionen aufgenommen bzw. abgegeben wird. Thermochemische Speicher können als Langzeitspeicher (Wochen-Monate, 60-100°C) im Gebäudebereich, oder als kaskadierender Speicher zur Abwärmenutzung in Produktionsprozessen von z. B. metallverarbeitenden Unternehmen (Tage, 60-250°C) verwendet werden. In Österreich wird Forschung zu thermochemischen Energiespeichermaterialien betrieben. Dabei handelt es sich um anwendungsorientierte Grundlagenforschung mit einem TRL von 3-4 für das Industrieabwärme-Recycling oder die solarthermische Wärmespeicherung. Ein Markteintritt dieser Technologie wird allerdings erst 2030 erwartet. Zudem wird an einem Langzeitwärmespeicher für Gebäude sowie für die gewerbliche und industrielle Trocknung mit Zeolith als Speichermedium geforscht. Der TRL liegt bei 4, die Nennkapazität bei 10 bis 1.000 kWh, die Lebensdauer bei 1.000 Zyklen und der Gesamtwirkungsgrad bei 50-70 %. Der voraussichtliche Markteintritt ist noch nicht bekannt.

14.1.5 Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges

Neben den bereits beschriebenen Technologien, sind österreichische Unternehmen und Forschungseinrichtungen auch in angrenzenden Bereichen tätig, die hier kurz beschrieben werden sollen. Diese umfassen den Maschinenbau, die Produktion von Einzelkomponenten, das Testen sowie das Recycling von Batterien.

Im Bereich Recycling von Batterien aus dem Sektor Elektromobilität liegt der TRL bei 7 mit einer Nennkapazität von 240 bis 10.000 kWh, einer Lebensdauer von über 5.000 Zyklen und

einem Gesamtwirkungsgrad von über 95 %. Potenzielle Anwendungsbereiche sind: Industrie und Produktion, Elektromobilität, Baustellen und Abbaustätten, Telekommunikation und Quartierspeicher. Der Markteintritt wird 2023 mit insgesamt verkauften 15 MWh erwartet.

Weiters ist Österreich im Maschinenbaubereich als Zulieferer für Speichieranwendungen tätig. Seit ca. 5 Jahren werden Systeme für Li-Ionen Batterien entwickelt und Module produziert. Die Anwendung dieser Module könnte theoretisch auf andere Speichertechnologien mit gleicher Geometrie ausgeweitet werden.

14.2 Marktentwicklung in Österreich

Viele der innovativen Speichersysteme sind derzeit noch in Entwicklung und noch nicht oder erst als Vorseriengeräte oder in geringen Stückzahlen auf dem österreichischen Markt erhältlich. Gegenüber 2020 ist eine verstärkte Forschungsaktivität zu erkennen, die durch Universitäten, andere Forschungseinrichtungen sowie Start-ups, KMUs und Großunternehmen erfolgt. Im Vergleich zu 2020 gibt es 6 zusätzliche Forschungseinrichtungen, die im Bereich innovativer Speichersysteme tätig sind. Außerdem sind 5 Unternehmen mehr am Markt, wobei der Anstieg auf Wasserstoff-basierten Technologien und innovativen stationären Speichern beruht. An dieser Stelle sei allerdings auch erwähnt, dass zwischen den beiden Erhebungen Ereignisse wie die Covid-19 Pandemie liegen, die sich auch auf die Speicherbranche ausgewirkt hat. Steigende Rohstoffpreise, Unterbrechungen in Lieferketten sowie starke Lieferverzögerungen wirkten sich v.a. auf Start-ups und KMUs aus. Somit wurde die Tätigkeit einiger Unternehmen eingestellt, nachdem diese schon am Markt etabliert waren.

Es wird erwartet, dass die erfassten innovativen Speichertechnologien in den nächsten Jahren erhöhte Aufmerksamkeit erfahren. Treiber dafür wird einerseits die technische Notwendigkeit sein, welche sich durch einen wachsenden Anteil von volatilen erneuerbaren Energieträgern im Energiemix ergibt. Andererseits wird es in den nächsten Jahren auch zu ökonomischen Vorteilen kommen, welche sich aufgrund fallender Preise für Speichersysteme und steigender Energiepreise ergeben. Die signifikanteste Entwicklung der Verkaufszahlen wird demnach für innovative stationäre elektrische Speicher erwartet, wobei die Konkurrenzsituation zum etablierten Lithium-Ionen Speicher, vor allem im mobilen Bereich, noch schwer abschätzbar ist. Der insgesamt steigende Bedarf an Stromspeichern in verschiedenen Anwendungsbereichen begünstigt jedenfalls eine Diversifizierung der Technologien. Die in diesem Kapitel angeführten Daten stammen aus der Erhebung durch den Fragebogen bzw. Interviews.

In Österreich konnten für das Jahr 2022 47 Firmen und Forschungseinrichtungen identifiziert werden, welche sich mit innovativen Speichertechnologien beschäftigen. Knapp über die Hälfte befindet sich allerdings noch im Forschungsstadium, während 21 Firmen bereits Produkte am Markt anbieten. Ein Überblick ist in **Abbildung 153** gegeben. Insgesamt sind das 11 Akteure mehr als im Jahr 2020, wobei 5 neue Unternehmen am Markt sind, während von 6 weiteren Einrichtungen Forschung betrieben wird. Nach wie vor dominieren Wasserstofftechnologien. In diesem Bereich haben zwei neue Unternehmen den Markt betreten. Auch im Bereich der innovativen stationären elektrischen Speicher sind zwei weitere Firmen am Markt, wobei die Forschungstätigkeit stärker gesteigert wurde. Kaum eine Veränderung zeigt sich im Bereich der Latentwärmespeicher und den thermochemischen Speichern. Bei Letzteren ist nach wie vor kein Unternehmen am Markt. Der Bereich Komponenten und Dienstleistungen wurde berücksichtigt, um zusätzliche Informationen zu Marktentwicklungen zu erfassen, allerdings wurden diese Unternehmen nicht umfassend

recherchiert, somit kann nur ausgesagt werden, dass zwei Unternehmen und zwei Forschungseinrichtungen kontaktiert wurden.

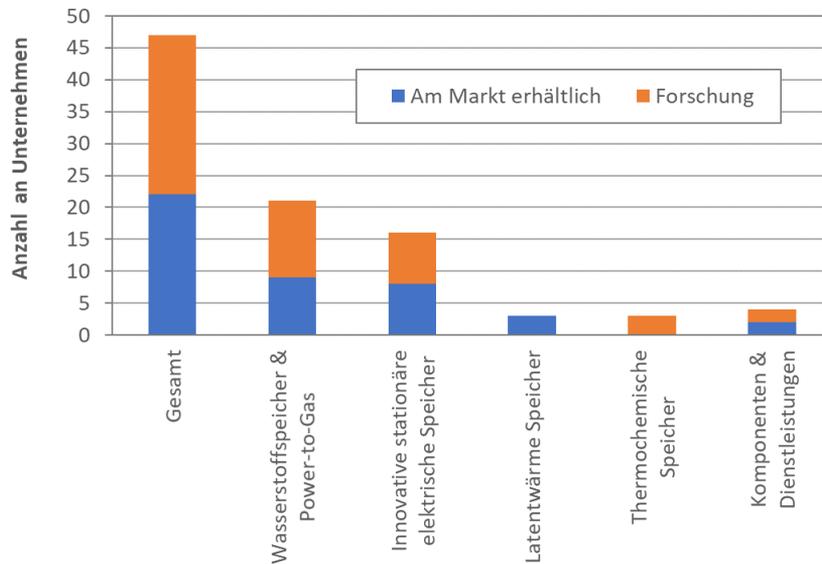


Abbildung 153 – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten (Status 2023). Quelle: BEST (2023)

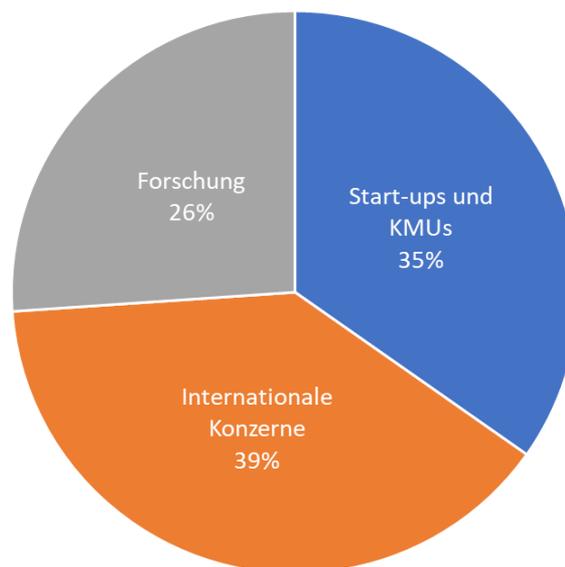


Abbildung 154 – AkteurInnen der Branche für innovative Speichertechnologien in Österreich; Verteilung in %. Quelle: BEST (2023)

Wie sich die Akteure auf Forschungseinrichtungen, KMUs und international tätige Unternehmen verteilen, ist in **Abbildung 154** dargestellt. Den Großteil, nämlich 39 %, stellen die international tätigen Unternehmen dar, gefolgt von 35 % Start-ups und KMUs sowie 26 % Forschungseinrichtungen. Letztere umfassen sowohl Universitäten als auch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Gerade bei den Start-ups haben viele noch nicht die Marktreife erreicht, sondern beschäftigen sich noch mit der Produktentwicklung und scheinen daher in

Abbildung 153 als Forschung auf. Ebenso sind viele internationale Unternehmen mit Standorten in Österreich in anderen Bereichen bereits am Markt, während in deren Forschungs- und Entwicklungsabteilungen an neuen, innovativen Technologien geforscht wird. Die Ausgaben der öffentlichen Hand für Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich werden jährlich im Auftrag des Klimaministeriums erhoben. Dabei ist zu sehen, dass Ausgaben im Bereich „Wasserstoff und Brennstoffzellen“ im Jahr 2021 im Vergleich zu den Vorjahren auf ein Vielfaches gesteigen sind (rund 41 Mio. € 2021). Der Großteil fällt auf den Subbereich Wasserstoff. Ausgaben für den Bereich Speicher lagen in einer Größenordnung von 26 Mio. €, was auch einen Anstieg seit dem Vorjahr bedeutet (Indinger und Rollings 2022).

Von den rückgemeldeten Fragebögen konnten für 2022 insgesamt 120 Vollzeitäquivalente (VZÄ) dokumentiert werden, was eine Steigerung von 3,6 % im Vergleich zu 2021 ist. Das sind allerdings nur jene VZÄ, die konkret für den Speicherbereich angegeben wurden. Häufig sind verschiedene Unternehmensbereiche jedoch gemischt, daher werden diese Arbeitsplätze nicht explizit für den Bereich Speicher gewertet. Von den 120 VZÄ fallen 3,5 % auf innovative stationäre Speicher, 5 % auf Wasserstofftechnologien 5,8 % auf thermo-chemische Speicher, sowie 85,7% auf Komponenten, Dienstleistungen und Sonstiges.

14.2.1 Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas

Es befinden sich bisher nur wenige Wasserstoffspeichertechnologien auf dem österreichischen Markt. Brennstoffzellen oder deren Schlüsselkomponenten werden meist für die Anwendung als saisonaler Langzeitspeicher oder für die Mobilität eingesetzt. Große Anlagen werden meist als Projektgeschäft abgewickelt.

Im Jahr 2022 gab es in Österreich 62 Wasserstoff (Brennstoffzellen) PKWs, was einen Anstieg von ca. 40 % gegenüber 2020 bedeutet, siehe Statistik Austria (2023e). Nach wie vor sind nur 5 Wasserstofftankstellen in Betrieb: Innsbruck, Asten, Wien, Wr. Neudorf und Graz (Gplautogas 2023).

Zudem gab es 2022 eine Systemlösung zur Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Rückverstromung von solarem Wasserstoff auf dem Markt. Die bisherigen Verkaufszahlen von Wasserstoffspeichertechnologien sind sehr gering. Allerdings werden, laut Angaben einiger Hersteller, innerhalb der nächsten 1-3 Jahre weitere Technologien basierend auf Wasserstoff auf den Markt kommen.

Im Bereich der Elektrolyse sind derzeit neue Technologien in Entwicklung, deren Markteintritt allerdings nicht bekannt ist. Ein österreichisches Unternehmen, welches bereits Brennstoffzellen anbietet, konnte im Jahr 2022 einen Umsatz im einstelligen Millionenbereich in der Sparte Speicher erzielen, wobei neue Arbeitsplätze im Vergleich zum Vorjahr geschaffen wurden, in welchem der Bereich Speicher noch nicht existiert hatte.

Die österreichische Produktion von Wasserstoff-basierenden Technologien erzielte 2022 einen Umsatz in ähnlichen Größenordnungen mit Arbeitsplätzen im Bereich von unter 100 VZÄ. Neue Brennstoffzellenbaugruppen sollen noch 2023 auf den Markt kommen. Der UVP befindet sich derzeit in einer Größenordnung von grob 2.000 €/kW, soll bis zum Jahr 2030 aber deutlich gesenkt werden (unter 1.000 €/kW). Die erzielbare Wertschöpfung in Österreich liegt dabei unter 50 %, weil u.a. Komponenten aus dem Ausland bezogen werden. Der erwartete Exportanteil der Produkte wird mit größer 90 % beziffert. Der Bau von Power-to-Gas Anlagen ermöglicht laut Expertenmeinung keine 100 %-ige Wertschöpfung im Inland, da einige Komponenten nicht oder nur spärlich erhältlich sind.

14.2.2 Innovative stationäre elektrische Speicher

Zu den innovativen stationären elektrischen Speichern zählen zum Beispiel Salzwasserbatterien und Redox-Flow-Batterien. Im Jahr 2020 wurden in Österreich mindestens 300 Salzwasserbatterien verkauft. Der UVP einer Salzwasserbatterie betrug ca. 1.000 €/kWh für das Gesamtsystem. Es fallen keine jährlichen Wartungskosten an. Das ursprüngliche Unternehmen ist allerdings nicht mehr tätig. Ein neues Unternehmen ist in der Forschung aktiv. Ein Markteintritt wird 2027 erwartet, die Wertschöpfung in Österreich wird mit 100 % angegeben.

Für Redox-Flow-Batterien wurde von Experten aus der Forschung angegeben, dass diese relativ einfach hochzukalieren sind und daher kostengünstig produziert werden könnten. In Österreich ist ein Markteintritt dieser Technologie für 2027 mit einer inländischen Wertschöpfung von 100 % geplant.

14.2.3 Latentwärmespeicher

Zu den Latentwärmespeichern zählen unter anderem die Eisspeicher und Latentwärmespeicher in Form von PCM. Obwohl Eisspeicher bereits von österreichischen Herstellern entwickelt und erforscht werden, werden sie derzeit noch nicht auf dem österreichischen Markt angeboten. Es gibt jedoch bereits Latentwärmespeicher in Form von PCM-Vollgipsplatten und Textilien auf dem Markt. Deren Verkaufszahlen sind jedoch nicht bekannt. Form und Anwendung von Latentwärmespeichern sind äußerst unterschiedlich, eine pauschale Aussage zu deren Preis ist daher nicht möglich. Eine PCM-Vollgipsplatte mit einer Dicke von 25 mm kostet beispielsweise 191,65 €/m². Im Vergleich dazu waren es 177,45 €/m² im Jahr 2020.

14.2.4 Thermochemische Speicher

Derzeit gibt es noch kein Produkt dieser Kategorie am Markt, weshalb zu marktrelevanten Daten keine Angaben gemacht werden können. Allerdings sind verstärkte Forschungsaktivitäten zu Materialien für die thermo-chemische Speicherung zu beobachten. Diese befindet sich jedoch noch in einem TRL Bereich von 3-4. Ein Markteintritt entsprechender Produkte wird erst 2030 erwartet. Die in Österreich zu erzielende Wertschöpfung liegt dabei bei ca. 50 %.

14.2.5 Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges

Die Bereiche Testen, Assembling, Module, Maschinenbau sowie recycelte Batterien betreffen nicht ausschließlich, aber zumindest zum Teil innovative Speicher. Im Bereich der Komponenten (z. B. Module) liegt die angegebene Wertschöpfung in Österreich bei ca. 50-60 %, während v.a. aus Deutschland aber auch aus anderen europäischen Ländern zugekauft wird. Gleichzeitig werden bis zu 98 % exportiert. Recycelte Batterien sollen 2023 mit einer Gesamtleistung im zweistelligen MWh-Bereich und einem Verkaufspreis von unter 1.000 €/kWh auf den Markt kommen. Die Wertschöpfung in Österreich liegt dabei bei 100 %, während ca. 50 % exportiert werden. Im Bereich Testen von Batterien waren 2022 mind. 40 VZÄ beschäftigt. Getestet wird u. a. die Sicherheit von Speichern, der Fokus wird aber auf E-Fahrzeuge allgemein gelegt.

14.3 Zahl der Patentanmeldungen

Die Zahl der Patentanmeldungen gibt Einblick in die Forschungsaktivitäten eines Landes, eines Unternehmens oder einer Branche (Kettner-Marx und Kletzan-Slamanig 2016). Für Umwelttechnologien insgesamt ist in Österreich ab 2005 ein deutlicher Anstieg der Zahl der Patentanmeldungen zu verzeichnen (Kettner-Marx und Kletzan-Slamanig 2016). Allgemein liegt Österreich bei den Patenten für Umwelttechnologien im internationalen Vergleich im Mittelfeld (Peneder et al. 2023). Wie in **Abbildung 155** und **Abbildung 156** zu sehen ist, weist die Anzahl angemeldeter Patente für Batterien und Wärmespeicher starke Fluktuationen über den Zeitverlauf auf.

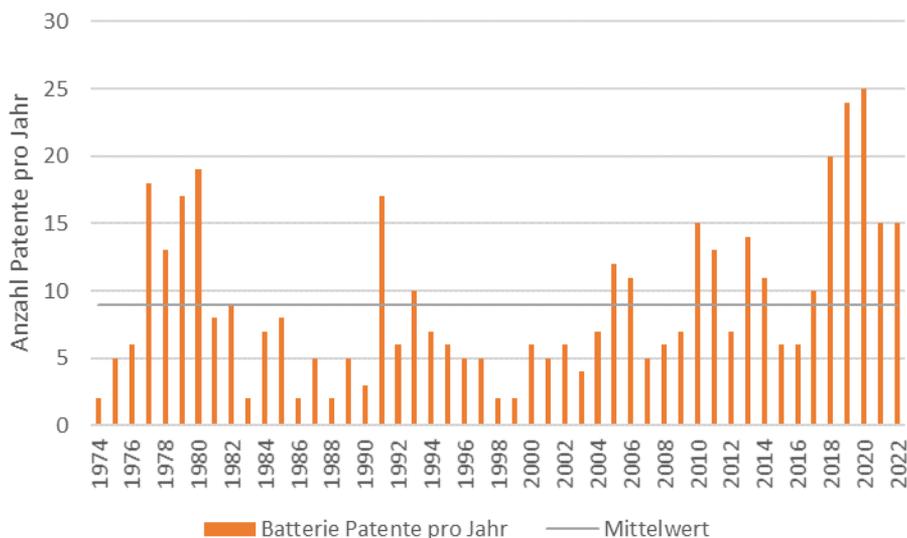


Abbildung 155 – Anzahl der jährlich eingereichten Batterie Patente in Österreich von 1974 bis 2022. Quelle: Österreichische Patentamtsdatenbank (2023) Aufbereitung und Auswertung BEST (2023)

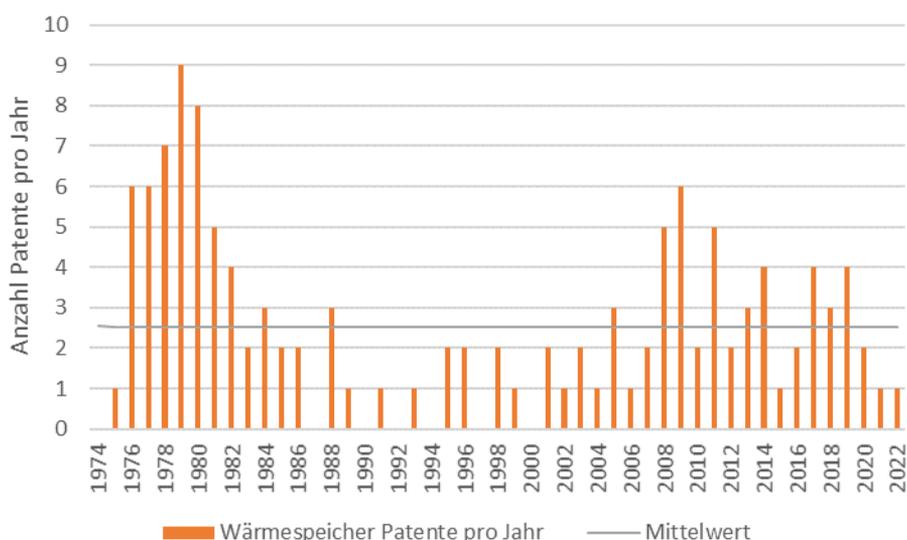


Abbildung 156 – Anzahl der jährlich eingereichten Wärmespeicher Patente in Österreich von 1974 bis 2022. Quelle: Österreichische Patentamtsdatenbank (2023) Aufbereitung und Auswertung BEST (2023)

Im Durchschnitt wurden 1974 bis 2022 9 Patente pro Jahr für Batterien sowie 2,6 Patente pro Jahr für Wärmespeicher angemeldet. Für Batterien lagen die jährlichen Patente in den letzten Jahren deutlich über dem Durchschnitt. Für die letzten 5 Jahre 2018 bis 2022 war der Durchschnitt bei 19,8 Anmeldungen pro Jahr.

Für den Bereich Wasserstoff (Wasserserstoffherzeugung, Wasserstoffspeicherung und Nutzung) ist erst seit 2019 ein signifikanter Anstieg bei den Patentanmeldungen zu sehen (**Abbildung 157**). Der Mittelwert von 1974 bis 2022 ist bei 2,7 Anmeldungen pro Jahr. Für die Jahre 2018 bis 2022 war der Durchschnitt bereits bei 12,5 Anmedungen pro Jahr. Noch signifikanter ist dieser Anstieg für den Bereich der Brennstoffzellen. Im langjährigen Durchschnitt wurden 8,3 Patente pro Jahr angemeldet, während der Durchschnitt im Zeitraum 2018 bis 2022 sogar bei 53,4 liegt. Somit ist in den letzten 5 Jahren ein deutlicher Fortschritt bei den Forschungsaktivitäten dieser Technologie zu erkennen.

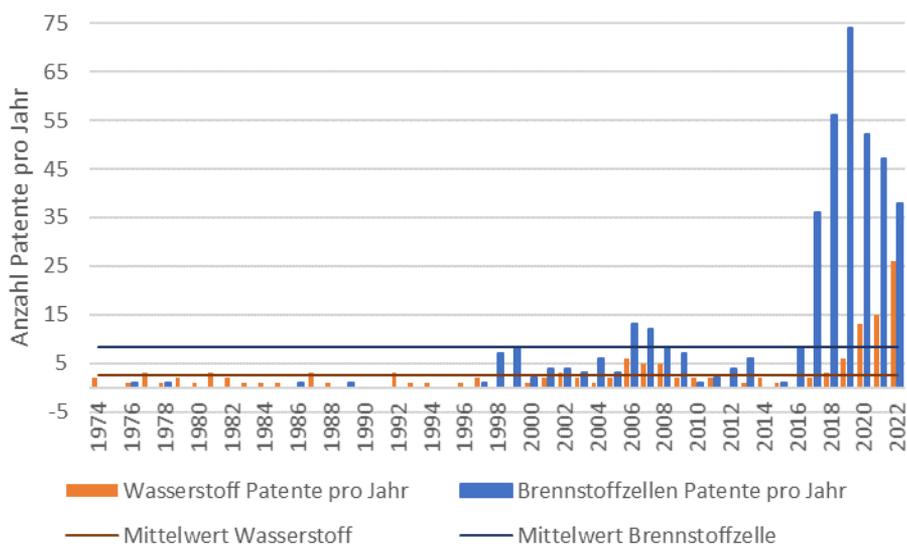


Abbildung 157 – Jährlich eingereichte Wasserstoff- und Brennstoffzellenpatente in Österreich von 1974 bis 2022. Quelle: Österreichische Patentamtsdatenbank (2023), Aufbereitung und Auswertung BEST (2023)

14.4 Zukünftige Entwicklung innovativer Speichersysteme

Diese Darstellung der zukünftigen Entwicklung fasst die subjektiven Einschätzungen befragter AkteurInnen in der Speicherbranche zusammen. Somit handelt es sich nicht um Prognosen, sondern Erwartungen, die auf branchenspezifischen Erfahrungen beruhen.

Bisher wurde auf ProduzentInnenseite ein extremes Wachstum der Speicherbranche beobachtet, welches u.A. auf politischen Entscheidungen beruht, da Speichersysteme stark gefördert und somit vorangetrieben wurden. Die zukünftige Entwicklung des Marktes innovativer Speichertechnologien wird ebenso als durchwegs positiv eingeschätzt. Einerseits wird eine verstärkte Forschungsaktivität erwartet, andererseits Marktdurchdringung bzw. steigende Marktanteile in verschiedenen Bereichen. Somit wird davon ausgegangen, dass der langfristige Trend positiv sein wird, wenn er auch mit gewissen Einbrüchen verbunden ist. Mit der Umsetzung der Ziele einer Energiewende werden vermehrt Speichersysteme benötigt. Aufgrund des wachsenden Anteils an erneuerbarer Energien und der damit einhergehenden Fluktuation des Energieangebotes muss das Stromnetz stabilisiert werden. Energiespeichertechnologien (Pumpspeicherkraftwerke, Wasserstoff, Batterien etc.) werden daher

eine entscheidende Rolle in der Transformation hin zu einem nachhaltigen Energiesystem einnehmen. Die Relevanz der Energiespeicherbranche wird daher in den nächsten 10-20 Jahren dramatisch zunehmen. Außerdem wird davon ausgegangen, dass Strompreise weiterhin auf hohem Niveau bleiben, weshalb vor allem das Interesse an Gesamtlösungen steigt (PV, Batterie, Wärmepumpen, etc.), welche durch Energiemanagementsysteme optimiert werden. Das erwartete Wachstum der Speicherbranche beschränkt sich nicht auf Österreich, sondern gilt weltweit. Im Zuge aktueller Dekarbonisierungsziele werden nachhaltige Systeme vergleichsweise stärker an Bedeutung gewinnen und zukünftig große Marktanteile übernehmen.

In Zukunft werden sich neue Anwendungsfelder für Speichersysteme etablieren, wodurch innovative Systeme an Bedeutung gewinnen. Das technische Potenzial ist nach Einschätzung eines Produzenten bei Weitem nicht ausgeschöpft. Während Li-Ionen Batterien in Zukunft hauptsächlich für den Verkehrssektor relevant sein werden, sind für andere Bereiche Alternativen notwendig. Diese Bereiche umfassen z. B. Baumaschinen, Busse, Minenfahrzeuge und stationäre Speicher.

Im Bereich der industriellen Produktion wird es zu einem Wandel der Systeme kommen: Die Entwicklung einer sinnvollen Abwärmenutzung, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen, Strom aus regenerativen Quellen und dessen Speicherung in Wasserstoffspeicher oder Gasspeicher über Power-to-Gas Anlagen, sowie die Flexibilisierung des Energiemanagements durch Nutzung von Wärmespeichern sind unumgänglich.

Aus technologischer Sicht werden weiter steigende Energiedichten bei bisher etablierten Speichersystemen erwartet. Steigende Li- und Ni-Preise werden die Branche allerdings dazu bringen, auf neue Technologien auszuweichen. Ein Beispiel für eine Alternative ist die Technologie der Na-Ionen Speicher. Im Bereich der Fahrzeuge werden derzeit neue Sensoren für die Batteriefehler-Früherkennung entwickelt, die dann auch künftig auf den Markt kommen.

Um spezifischen Anforderungen in verschiedenen Bereichen gerecht zu werden, wird die Bedeutung hybrider Systeme steigen. Die Entwicklungen hier sind sehr dynamisch. Im Bereich der Vanadium-Redox-Flow Batterien ist der asiatische Raum Spitzenreiter. Dort reichen die Kapazitäten bis in den MW Bereich. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Potenzial auch in Österreich realisiert werden könnte. Redox-Flow Batterien erlauben generell eine leichtere Hochskalierung als andere Speichersysteme. Da lediglich größere Tanks anstatt mehrerer Einzelkomponenten erforderlich sind, kann diese Technologie stärker von Economies of Scale profitieren.

Der Speichermarkt wird generell als sehr dynamisch betrachtet, da viele verschiedene Systeme im Umlauf sind. Es wird weiterhin von einer steigenden Stückzahl ausgegangen, die auf der Relevanz einer Energiewende beruhen. Diese ist laut Experteneinschätzung allerdings nur möglich, wenn ausreichend Elementarforschung betrieben wird. Hier besteht noch Potenzial zur Ausweitung, v.a. in den Bereichen Transport und Speicherung. Ebenso ist eine umsetzungsorientierte Forschung erforderlich, welche innovative Speichertechnologien in praxisrelevante Maßstäbe bringt. Vor allem für Wasserstofftechnologien wird das zukünftige Potenzial als sehr groß betrachtet.

14.5 Fördernde und hemmende Faktoren für Produktion und Vertrieb innovativer Speichertechnologien

Sowohl förderliche als auch hinderliche Aspekte in Entwicklung, Produktion und Vertrieb von innovativen Speichersystemen sind in den meisten Fällen nicht technologiespezifisch, und werden hier daher gesammelt für alle innovativen Speicher dargestellt.

Als **förderlich** werden große Trends wie die Abkehr von fossilen Brennstoffen sowie eine damit einhergehende Elektrifizierung in vielen Bereichen betrachtet, welche z.T. die weiteren Aspekte induzieren bzw. begünstigen. Diese Trends werden auch zunehmend politisch verstärkt. Mit dem Vorantreiben der Nutzbarmachung volatiler erneuerbarer Energieressourcen gewinnen auch Speichertechnologien immer mehr an Bedeutung. Genannt wurde auch die erforderliche Diversifizierung der Speichertechnologien, da neue Anwendungsbereiche entstehen, die mit konventionellen Technologien nicht realisierbar sind. Positiv sind in diesem Zusammenhang bestehende Förderschienen für einschlägige Forschung auf nationaler und transnationaler Ebene (z. B. ENIN, FCH-JU, FFG, IPCEI) zu nennen.

Auf der KonsumentInnenseite werden Förderungen für die Errichtung von PV und Batteriespeicherkombinationen als sinnvoll empfunden, ebenso wie Anreize zur Einsparung von CO₂ (Privatbereich, Industrie, Verkehr). Eine Umsetzung der Wasserstoffproduktion aus PV-Strom wird als möglich angesehen, wenn die Rahmenbedingungen förderlich gestaltet werden.

Auf der anderen Seite wurden einige Faktoren genannt, die sich **hinderlich** auf die Entwicklung, Produktion sowie den Vertrieb von innovativen Speichersystemen auswirken. Auch hier gibt es politische Faktoren, wie z. B. das Regulierungsregime und eine träge Gesetzesentwicklung, die Benachteiligung von Wasserstoff im Vergleich zu anderen Technologien in der Renewable Energy Directive, ein Mangel an ausreichenden Förderungen, sowie alternative Maßnahmen in der Form von Zertifikaten anstelle von realen Einsparungen. Auf Forschungsseite wurde genannt, dass zu wenig Fördervolumen vorhanden ist (Anzahl förderbarer Projekte sowie der Umfang pro Projekt). Auf wirtschaftlicher Seite wurde erwähnt, dass die derzeitigen Rahmenbedingungen eher hinderlich sind. Diese müssten so angepasst werden, dass Technologien von Economies of Scale bzw. Economies of Numbers profitieren können. Derzeit sind diese nämlich noch weit weg von einem wirtschaftlichen Betrieb, Kosten sinken allerdings tendenziell. Dieses Hindernis gilt es zu überwinden. Außerdem wirken sich billig verfügbare fossile Energieträger negativ auf die Ausweitung von erneuerbarem Strom und somit auch auf die weitere Etablierung von innovativen Speichertechnologien aus. Letztlich wurden auf ökonomischer Seite hohe Einspeisetarife, vor allem im Jahr 2022, genannt, die sich hinderlich auf die Etablierung von Speichern auswirken.

Auf der Ebene der Produktion stellt ein Fachpersonalmangel den wesentlichen Engpass dar. Hier fehlen IngenieurInnen mit mittlerer bis höherer technischer Ausbildung (HTL bzw. Universität). Als weiterer Faktor wurde „Zeit“ genannt, welche bremsend wirken kann: In Projekten mit erneuerbarem Strom und Speichertechnologien sind große Investitionen und Geldsummen im Spiel, die Implementierung dauert allerdings relativ lange. Ein derzeit wesentlich hinderlicher Aspekt in der Produktion sind außerdem die Lieferketten, da Schwierigkeiten in der Bereitstellung gewisser Komponenten (z. B. Steuerelektronik) bestehen.

Technologiespezifische, hinderliche Faktoren sind z. B. erhebliche Schwierigkeiten, Anlagenbauer zu finden. Dies wurde in Bezug auf die Methanisierungstechnologie genannt, wo es

kaum standardisierte Verfahren gibt und die Anlagen für den spezifischen Fall angepasst sein müssen. Dies könnte allerdings auch auf andere Technologien zutreffen. In Bezug auf Wasserstoff für den Verkehrssektor werden die Verfügbarkeit von Wasserstofftankstellen, fehlende CO₂ Steuern sowie Einfahrtsbeschränkungen/Maut in Städten als hinderlich betrachtet.

Als weitere hinderliche Aspekte wurden Bürokratie, Behörden- und Genehmigungsverfahren, Auflagen bei der Zulassung sowie die Trägheit von Netzbetreibern genannt. Letztendlich kann ein fehlendes Verständnis für innovative Technologien bremsend auf deren Etablierung wirken. Dies wurde in Bezug auf Gebrauchtbatterien genannt, kann aber auf alle innovativen Technologien übertragen werden.

15 Literaturverzeichnis

- AEE INTEC (2021)** BTTAB - Breitentest von energieeffizienten Demonstrationsgebäuden mit thermisch aktivierten Bauteilen, Projektbeschreibung, FFG Projektdatenbank, [https://projekte.ffg.at/projekt/pdf?id\[\]=4121990&](https://projekte.ffg.at/projekt/pdf?id[]=4121990&)
- AEE INTEC (2023)** Beiträge und Berechnungen von AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) zur vorliegenden Studie.
- AIEL (2023)** Associazione Italiana Energie Agroforestali, persönliche Auskunft, März 2023.
- Amt der NÖ Landesregierung (2023)** persönliche Auskunft, März 2023.
- 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
- Austrian Institute of Technology (2018)** Technologie-Roadmap, Energiespeichersysteme in und aus Österreich <https://speicherinitiative.at/wp-content/uploads/sites/8/2020/11/Technologieroadmap-Energiespeichersysteme2018.pdf> vom 18.04.2023
- 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 (2023)** 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, Stefan Aigenbauer, Monika Enigl, Christian Fink, Samuel Knabl, Kurt Leonhartsberger, Doris Matschegg, Evelyne Prem, Christoph Strasser (2021)** Energiespeicher in Österreich – Marktentwicklung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 35/2021.
- Biermayr Peter, 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, Michael Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2022)** Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 21b/2022, Wien, im Mai 2022.
- Bioenergy Europe (2022a)** Statistical Report 2022. Report Pellets, Brüssel.
- Bioenergy Europe (2022b)** Statistical Report 2022. Report Biomass Supply, Brüssel.
- BMK (2023)** Umweltinvestitionen des Bundes – Klima und Umweltschutzmaßnahmen 2022, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Herausgeber), Wien 2023.
- BMLRT (2022)** Holzeinschlagsmeldung 2021, Wien.
- 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. verfügbar unter https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/Novelle_Oekostromgesetz_2012.pdf

Bundeskanzleramt (2020) Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020 – 2024. <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:7b9e6755-2115-440c-b2ec-cbf64a931aa8/RegProgramm-lang.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022) Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin, Basel, München, Freiburg, Heidelberg, Dresden, 2022

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

Deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022) Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin, Basel, München, Freiburg, Heidelberg, Dresden, 2022.

Deutsches Pelletinstitut DEPI (2023a) Pelletfeuerungen in Deutschland.

Deutsches Pelletinstitut DEPI (2023b) Pelletproduktion und -verbrauch in Deutschland.

EAG-Marktprämienverordnung 2022 – EAG-MPV 2022 - Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie zur Gewährung von Marktprämien nach dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz für die Jahre 2022 und 2023.

E-Control (2022) Strom- und Gaskennzeichnungsbericht 2022, www.e-control.at

E-Control (2023a) Betriebsstatistik 2022, Bilanz der elektrischen Energie in Österreich, Öffentliches Netz, Monatliche Bilanz, Datenstand Februar 2023. <https://www.e-control.at/statistik/e-statistik/archiv/betriebsstatistik/2022>, Abfrage vom 02.04.2023.

E-Control (2023b) Bestandsstatistik 2022, Jahresreihen Kraftwerkspark für Stromerzeugung in Österreich, Brutto-Engpassleistung. <https://www.e-control.at/statistik/e-statistik/archiv/bestandsstatistik>, 01.04.2023.

Egger, A. (2023) Informationen zu Eckdaten und Einsatz des Großwärmespeichers Hall in Tirol, Hall AG; Erhalten am 08.05.2023

EN Plus (2023) <https://www.enplus-pellets.eu/en-in/certifications-en-in/producer-en-in.html>, Abfrage am 20.02.2023

ENFOS (2023) 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.

EurObserv'ER (2022) The Stage Of Renewable Energies In Europe Edition 2022 21st EurObserv'er Report <https://www.eurobserv-er.org/pdf/21th-annual-overview-barometer/?tmstv=1677579268>

Euroobserver (2021) Heat Pumps Barometer, <https://www.eurobserv-er.org/heat-pumps-barometer-2021/>

Europäische Kommission (2020) Energiestrategie, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de

Eurostat (2023a) Primärenergieerzeugung erneuerbarer Energie in der EU28/EU27. Brüssel.

Eurostat (2023b) Datenbank „Internationaler Warenhandel“ unter <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/main/data/database>

Faaij 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.

FGW (2022) Zahlenspiegel 2022; Fachverband Gas Wärme, Wien, 2022

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 Kubeczko, 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 (2023) Auskunft der Firma GENOL Gesellschaft m.b.H., Wien 2023.

Glpautogas (2023) Wasserstoff Tankstellen in Österreich auf April 2023 <https://www.glpautogas.info/de/wasserstoff-tankstellen-osterreich.html> vom 18.04.2023

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., Marterbauer, G., Nowshad, A., Strebl, M., Salmhofer, A., Grohs, L. (2023) Erneuerbare Energien in Österreich 2023 - Der jährliche Stimmungsbarometer österreichischer Haushalte zu erneuerbaren Energien. Jänner 2023, verfügbar unter https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/presse/Deloitte-Ergebnisbericht_Erneuerbare_Energien.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 (2023) Fuels and technologies – Heat pumps, Mai 2023, <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/heat-pumps>

IEA PVPS (2023) Snapshot of Global PV Markets2023. <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2023>, 25.04.2023

IG Windkraft (2023) Beiträge und Berechnungen der Interessengemeinschaft Windkraft Österreich-IGW zur vorliegenden Studie.

Indinger A.; Rollings M. (2022) Energieforschungserhebung 2021. Ausgaben der öffentlichen Hand in Österreich. Erhebung für die IEA. Berichte aus der Energie- und Umweltforschung 22/2022. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

IPCC (2018) IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung (SR1.5) <https://www.de-ipcc.de/256.php>

IRENA (2021) Renewable Energy and Jobs - Annual Report 2021.

Kettner-Marx C.; Kletzan-Slamanig D. (2016) Österreich 2025 – Umweltinnovationen in Österreich. Performance und Erfolgsfaktoren. WIFO-Monatsberichte 2016, 89(11): 809-820.

Klima- und Energiefonds (2020) Leitfaden für Planungsdienstleistungen, Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung, <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/LeitfadenTBA.pdf>

Klima- und Energiefonds (2020) Leitfaden Photovoltaik-Anlagen - Jahresprogramm 2020 - 2022. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_Photovoltaik_2020_2022.pdf, 25.02.2022.

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 (2022a) Leitfaden Übergangsbestimmungen Photovoltaik-Anlagen. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_Photovoltaik_Uebergangsbestimmungen.pdf, 25.02.2023.

Klima- und Energiefonds (2022b) Leitfaden Stromspeicheranlagen – Jahresprogramm 2022. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_Stromspeicher_2022.pdf, 25.02.2023.

Köppl Angela, Daniela Kletzan-Slamanig, Katharina Köberl (2013) Österreichische Umwelttechnikindustrie - Export und Wettbewerbsfähigkeit, WIFO, März 2013.

KPC – Kommunalcredit Public Consulting (2023) Auskunft über die Förderungen der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie durch die KPC im Jahr 2023.

Kranzl L., Müller A., Maia I., Büchele R., Hartner M. (2018) Wärmezukunft 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.

Lappöhn Sarah, Barbara Angleitner, Theresa Bürscher, Elisabeth Laa, Liliana Mateeva, Kerstin Plank, Alexander Schnabl, Hannes Zenz, Christian Kimmich (2022) Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung zur Ökostrommilliarde, Projektbericht, IHS Wien, 25. Mai 2022

LK NÖ (2023) Biomasse – Heizungserhebung 2022. Landwirtschaftskammer Niederösterreich, erarbeitet durch Herbert Haneder, St. Pölten 2023.

LK NÖ (2022) Monatlicher Holzmarktbericht Jänner 2022 bis Dezember 2022, Landwirtschaftskammer Niederösterreich, St. Pölten.

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.

OeMAG (2023a) Ökostrom Statistik – Einspeisemengen <https://www.oem-ag.at/de/oekostromneu/einspeisemengen/>; abgerufen am 03.04.2023

- OeMAG (2023b)** Ökostrom Statistik – Installierte Leistung und Verträge <https://www.oem-ag.at/de/oekostromneu/einspeisemengen/> abgerufen am 03.04.2023
- OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (2023)** Marktpreis. <https://www.oem-ag.at/de/marktpreis>, 01.04.2023
- ONB (2023)** Konjunktur aktuell – Berichte und Analysen zur wirtschaftlichen Lage, Österreichische Nationalbank, Ausgaben Jänner, März und Mai 2023.
- Österreichische Energieagentur (2023)** Klima- und Energiestrategien der Länder (update)
- Österreichische Patentamtsdatenbank (2023)** Nationale Patente Suche. Abrufbar unter: <https://see-ip.patentamt.at/NPatentSuche/>
- ÖVGW (2021)** ÖVGW Richtlinie G B210 Gasbeschaffenheit, Wien, 01.06.2021
https://portal.ovgw.at/pls/f?p=101:203:::::RP,203:P203_ID,P203_FROM_PAGE_ID:1075524,202 vom 18.04.2023
- Peneder M.; Bittschi B.; Köppl A.; Mayerhofer P.; Url T. (2023)** The WIFO Radar of Competitiveness for the Austrian Economy 2022. WIFO Reports on Austria 2/2023.
- Photovoltaic Austria (2020)** Photovoltaik-Nutzung in der Landwirtschaft. <https://pvaustria.at/wp-content/uploads/2020-Informationenbroschuere-Photovoltaik-Nutzung-in-der-Landwirtschaft-1.pdf> vom 25.04.2022
- ProPellets Austria (2023)** Pelletsproduktion, -produktionskapazität und –inlandsverbrauch und Produktionskapazitäten österreichischer Hersteller in Tonnen.
- PV Austria (2023)** PV-Strom verkaufen: PVA-Plattform für Überschuss-Einspeiser. <http://www.pvaustria.at/strom-verkaufen>, 02.04.2023.
- 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>
- Razdan Priyanka, Garrett Peter(2021)** SiteLCA of Electricity Production from Poysdorf-Wilfersdorf V 16.8MW wind plant comprising of four V150-4.2MW WTGs
- 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 (2021)** Statistik der Landwirtschaft 2020.
- Statistik Austria (2022)** Umweltbranche erwirtschaftet 2020 fast 42 Mrd., Pressemitteilung 12.837-135/22.
- Statistik Austria (2023a)** Monatliche Firmennachrichten / Konjunkturstatistik 2016-2022 Wien.
- Statistik Austria (2023b)** Energiestatistik. Gesamtenergiebilanzen Österreich 1970 bis 2021, Wien.
- Statistik Austria (2023c)** Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion – endgültiges Ergebnis 2022
- Statistik Austria (2023d)** Land- und forstwirtschaftliche Erzeugerpreise 2022.
- Statistik Austria (2023e)** Kraftfahrzeuge Bestand <https://www.statistik.at/statistiken/tourismus-und-verkehr/fahrzeuge/kfz-bestand> vom 18.04.2023
- Statistik Austria (2023f)** Bevölkerung zu Quartalsbeginn seit 2009 nach Staatsangehörigkeit und Bundesland. <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/bevoelkerungsstand/bevoelkerung-zu-jahres-/quartalsanfang>, 01.04.2023.
- Statistik Austria (2023g)** Jahresdurchschnittspreise und -steuern für die wichtigsten Energieträger <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiepreise-steuern>, 02.04.2023.
- Statistik Austria (2023h)** Monatliche Heizgradsummen in Österreich 2022.

Statistik Austria (2023i) Energieeinsatz der Haushalte, <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energieeinsatz-der-haushalte>

Sterner Michael, Ingo Stadler (2017) Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration; 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, ISBN 978-3-662-48892-8.

Strimitzer (2022) Biomasseheizungen in Österreich – Energieholz Marktentwicklung 2021; Österreichische Energieagentur, Wien, 2022

Technikum Wien (2023) 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 (2023) Informationen zum österreichischen Kesselmarkt, online verfügbar unter <http://www.heizungs.org/>; abgerufen im April 2023.

Weiss,W., Isaksson,C., Adensam, H. (2005) Wirtschaftsfaktor Sonnenenergie, BMVIT.

Weiss, W., Spörk-Dür, M. (2023) Solar Heat Worldwide - Global market development and trends in 2022 and detailed market figures 2021, IEA Solar Heating & Cooling Programme.

WindEurope (2023) <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/europe-invested-e17bn-in-new-wind-in-2022-the-lowest-since-2009/>

Winkelmeier Hans, Stefan Moidl (2018) Neubewertung des Potentials zur Nutzung der Windkraft in Österreich bis zum Jahr 2030, Energiewerkstatt Verein.

Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V. (2023) Rohölpreisentwicklung monatlich, Datenbankauszug, <https://en2x.de/service/statistiken/rohoelpreise/>

WKO (2023) Branchendaten 2022, Wirtschaftskammer Österreich, <https://wko.at/statistik/BranchenFV/>

A large, light blue geometric shape, resembling a right-angled triangle or a trapezoid, is positioned on the right side of the page. It has a vertical right edge and a horizontal top edge, with a diagonal line connecting the top-left corner to the bottom-right corner.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)