

Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2021

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

Kurzfassung

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

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

21a/2022



Danksagung:

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

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

Für das Projektteam: Peter Biermayr

Die Marktberichte im Internet:

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

Impressum:

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

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

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

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

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

Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2021

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

Kurzfassung

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



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



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



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



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



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



Wien, Mai 2022

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

Vorwort



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

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

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

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

Leonore Gewessler

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

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation, Methode und Inhalt	9
2. Einleitung.....	9
3. Feste Biomasse – Brennstoffe.....	10
4. Feste Biomasse – Kessel und Öfen	12
5. Photovoltaik.....	14
6. Photovoltaik Batteriespeichersysteme.....	16
7. Solarthermie	18
8. Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen.....	20
9. Wärmepumpen	22
10. Bauteilaktivierung in Gebäuden.....	24
11. Windkraft.....	26
12. Schlussfolgerungen	28
13. Tabellarische Zusammenfassung der Projektergebnisse	30
14. Literaturverzeichnis.....	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich bis 2021	10
Abbildung 2 – Entwicklung des österreichischen Pelletsmarktes bis 2021.....	11
Abbildung 3 – Die Marktentwicklung von Biomassekesseln in Österreich bis 2021.....	12
Abbildung 4 – In Österreich verkaufte Biomasseöfen und -herde bis 2021	13
Abbildung 5 – Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2021	14
Abbildung 6 – Systempreise für 5 kW_{peak} netzgekoppelte PV-Anlagen bis 2021	15
Abbildung 7 – Nutzbare PV-Batteriespeicherkapazität in MWh bis 2021.....	16
Abbildung 8 – Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich	17
Abbildung 9 – Marktentwicklung der Solarthermie in Österreich bis 2021.....	18
Abbildung 10 – Produktion, Export und Import von Sonnenkollektoren in Österreich.....	19
Abbildung 11 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens	20
Abbildung 12 – Volumen von Behälterwasserspeichern über Errichtungsjahren	21
Abbildung 11 – Die Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich bis 2021	22
Abbildung 12 – Marktanteile der Wärmequellsysteme bis 2021.....	23
Abbildung 13 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials bis 2021.....	24
Abbildung 14 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen.....	25
Abbildung 15 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2021	26
Abbildung 16 – Durchschnittliche Anlagenleistung der Neuinstallationen bis 2021	27

1. Motivation, Methode und Inhalt

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

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

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

2. Einleitung

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

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

3. Feste Biomasse – Brennstoffe

Der Anteil an erneuerbarer Energie am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch ist in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen. 2020 betrug der Anteil der Bioenergie an der gesamten erneuerbaren Energie rund 53 %. Im Anteil der Bioenergie sind neben den festen Biobrennstoffen auch Biogas, Deponiegas, Biodiesel, Klärschlamm, Ablauge sowie Tiermehl und -fett enthalten. Den überwiegenden Anteil der Bioenergie machen jedoch die festen Biobrennstoffe aus. Die energetische Nutzung fester Biomasse stellt in Österreich traditionell eine der tragenden Säulen der erneuerbaren Energienutzung dar. Mittels fester biogener Brennstoffe konnten im Jahr 2021 rund 10,2 Mio. t CO_{2äqu} eingespart werden. Die Biobrennstoffbranche konnte 2021 einen Gesamtumsatz von 1,567 Mrd. € erwirtschaften. Dies entspricht einem Beschäftigungseffekt von 17.932 Vollzeitarbeitsplätzen.

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 des Bruttoinlandsverbrauchs, 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 wachsender Verkaufszahlen von Biomasetechnologien wieder an und erreichte im Jahr 2021 204,9 PJ. Der Hackgutverbrauch stieg seit Beginn der 1980er Jahre, mit Ausnahme 2014, kontinuierlich an und erreichte im Jahr 2021 ein Maximum von rund 95,2 PJ.

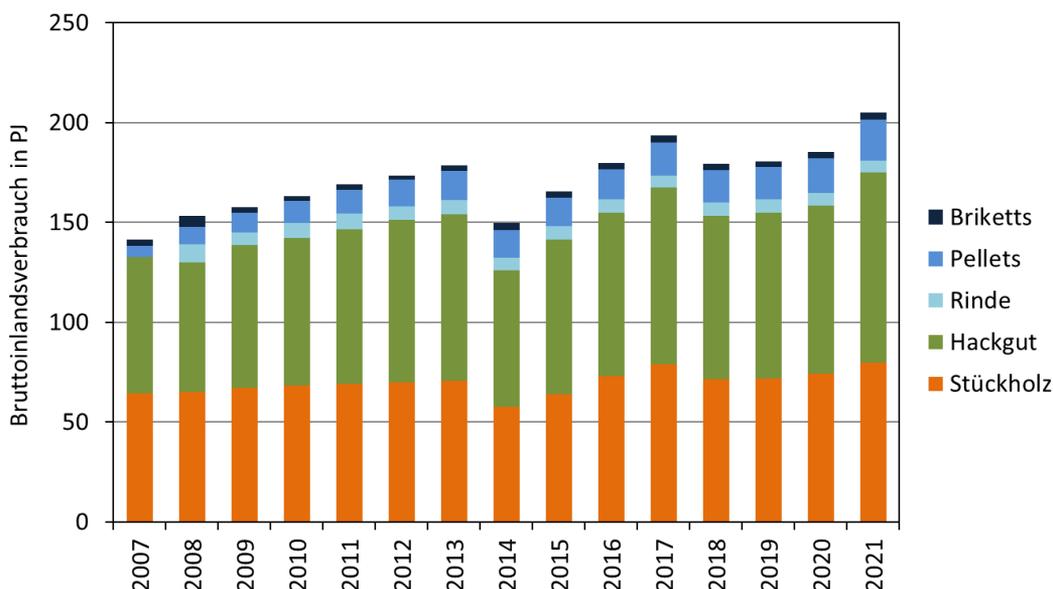


Abbildung 1 – Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich bis 2021

Quelle: BEST (2022)

Holzpellets etablierten sich seit den 1990er Jahren als erneuerbarer Brennstoff für die Nutzung in automatisierten biogenen Heizsystemen für sehr kleine bis mittlere Leistungen. Wie in **Abbildung 2** dokumentiert ist, war der Pelletsmarkt bis zum Jahr 2006 durch ein stabiles jährliches Wachstum zwischen 30 % und 40 % pro Jahr gekennzeichnet. Im Jahr 2006 kam es durch eine Verknappungssituation zu einem starken Preisanstieg des Brennstoffes, der im Jahr 2007 signifikante Einbrüche des Pelletkesselmarktes und auch des Pelletverbrauchs mit sich brachte. Infolgedessen wurden die Produktionskapazitäten kontinuierlich ausgebaut, wodurch sich der Inlandsmarkt wieder erholte. In den Folgejahren stieg auch der inländische

Pelletsverbrauch kontinuierlich an. Im Vergleich zu 2020 stieg der nationale Pelletsverbrauch im Jahr 2021 um 17,2 % auf rund 20,3 PJ (entspricht 1.190.000 t) Pellets. Zur Sicherung der Pelletsversorgung haben rund 30 aktive österreichische Pelletsproduzenten eine Produktionskapazität von rund 1,8 Mio.t/a aufgebaut.

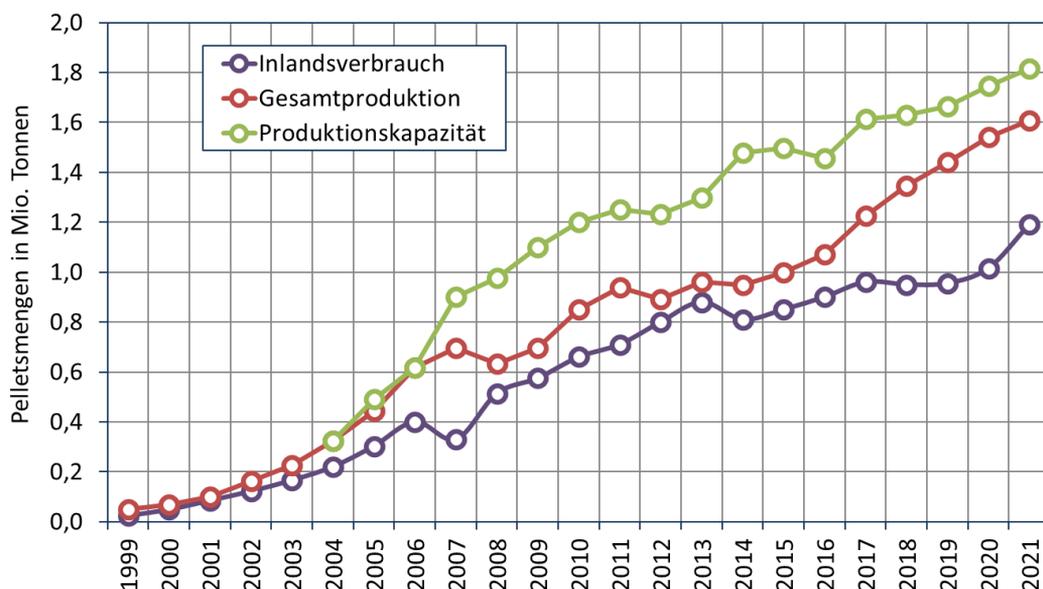


Abbildung 2 – Entwicklung des österreichischen Pelletsmarktes bis 2021
Verbrauch, Produktion und Produktionskapazität
 Quelle: proPellets Austria (2022)

Der weitere Erfolg der Bioenergie hängt maßgeblich von der Verfügbarkeit geeigneter Rohstoffe zu wettbewerbsfähigen Preisen ab. Aktuell ist die Rohstoffverfügbarkeit aufgrund von Kalamitäten in Österreich und den Nachbarländern sehr hoch. Neben der klassischen Nutzung zur Raumwärmebereitstellung rückt zunehmend auch die Rolle der Bioenergie als Teil eines Gesamtsystems in Kombination mit anderen Erneuerbaren in den Fokus. Hier können Biomassebrennstoffe vor allem als leicht speicherbare Energieträger punkten.

Großes Zukunftspotenzial liegt in der Nutzung von Biomasse für die Bereitstellung von Prozesswärme für die Industrie im Rahmen der Dekarbonisierung. Welche Umwandlungswege bzw. Zwischenschritte (biogene Sekundärenergieträger wie z. B. "greening the gas") hier besprochen werden, hängt maßgeblich von den jeweiligen Anwendungen und deren Anforderungen ab. Im Sinne einer möglichst effizienten Ressourcennutzung ist in diesem Zusammenhang auch die Co-Produktion von Strom und/oder stofflichen Produkten wie z. B. Pflanzkohle von großem Interesse.

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

4. Feste Biomasse – Kessel und Öfen

Der Markt für Biomassekessel wuchs in Österreich im Zeitraum von 2000 bis 2006 kontinuierlich mit hohen Wachstumsraten. 2007 reduzierte sich der Absatz aller Kesseltypen aufgrund der niedrigen Ölpreise, siehe **Abbildung 3**. 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. Die Verkaufszahlen der Pelletsfeuerungen erhöhten sich im Jahr 2021 sogar um 51,8 %, jene der Stückholz-Pellets-Kombikessel um 26 %. Die Verkaufszahlen der Hackgutkessel mit einer Leistungsgröße kleiner als 100 kW legten um 28,2 % zu, jene der Stückholzkessel um 14,8 %.

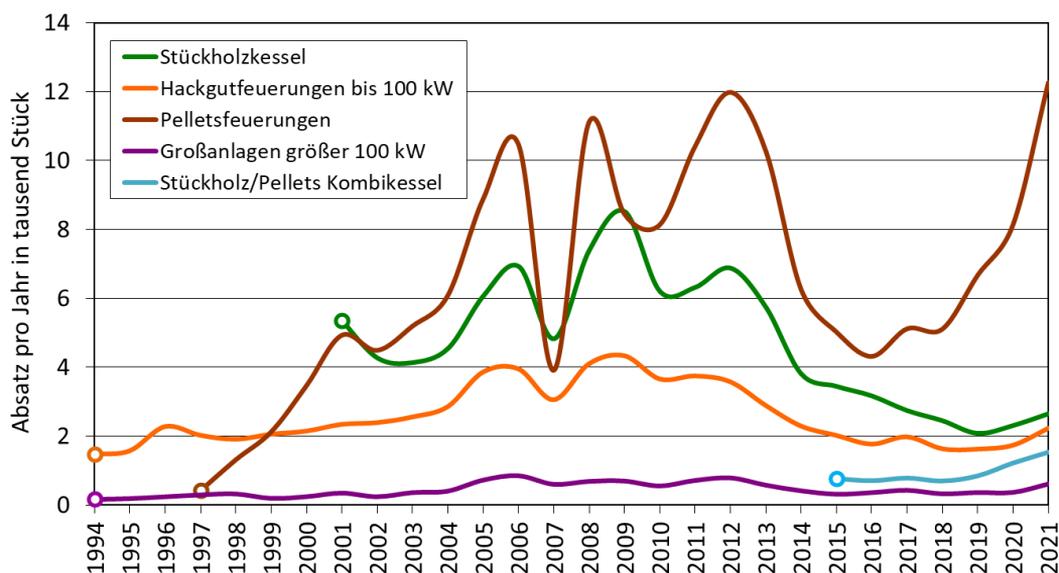


Abbildung 3 – Die Marktentwicklung von Biomassekesseln in Österreich bis 2021

Quelle: LK NÖ (2022)

Im Jahr 2021 wurden auf dem österreichischen Markt 12.344 Pelletskessel, 2.657 typengeprüfte Stückholzkessel, 1.531 Stückholz-Pellets Kombikessel sowie 2.753 Hackschnitzelkessel – jeweils aller Leistungsklassen – abgesetzt. Im Hinblick auf zu erwartende weitere Steigerungen der Verkaufszahlen ist die österreichische Industrie aus heutiger Sicht aufgrund großer Produktionskapazitäten, einem hohen Grad an Automatisierung sowie einer Professionalität bei Forschung, Entwicklung und Vertrieb gut gerüstet. Forschungsanstrengungen bei Biomassekesseln fokussieren auf die weitere Reduktion der Emissionen und den Einsatz von Biomasse als Energieträger in industriellen und gewerblichen Prozessen mit hohem Wärmebedarf. Um weiterhin Erfolge auf internationalen Märkten erzielen zu können, wird eine Kostensenkung im Bereich der Anlagentechnik unter Beibehaltung der hohen technischen Qualität angestrebt.

Im Jahr 2021 konnten zusätzlich zu den oben genannten Biomassekesseln mindestens 2.400 Pelletöfen, 5.500 Herde und 8.000 Kaminöfen verkauft werden, siehe **Abbildung 4**. Somit konnten für alle drei Segmente im Vergleich zum Vorjahr steigende Verkaufszahlen beobachtet werden. 2021 ist der Umsatz der österreichischen Ofen- und Herdbranche ebenfalls wieder gestiegen. Der im letzten Jahrzehnt beobachtbare Rückgang bei der Anzahl der jährlich verkauften Kaminöfen lässt sich unter anderem mit dem zunehmenden Bau von Passiv- und Niedrigenergiehäusern, in denen der Einsatz von Kaminöfen nicht notwendig ist, sowie der steigenden Anschlussdichte an Nah- und Fernwärmenetzen begründen.

Holz ist der traditionelle Brennstoff in Österreich. Allerdings wird die Relevanz der Biomasse für die Raumwärmebereitstellung langfristig eher abnehmen. Dazu tragen neben der thermischen Verbesserung des Gebäudebestands besonders auch der Umstieg auf strombasierte Heizsysteme wie z. B. Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen, sowie der Klimawandel und die damit verbundene Reduktion der Heizgradtage bei. Für Raumheizgeräte wie z. B. Öfen ist diese Prognose nur bedingt zutreffend, da hier nach wie vor ein reges Interesse am Komfortfaktor einer Holzfeuerung im Wohnraum besteht. Für diese Raumheizgeräte sind Aspekte wie Design, Optik und Wohlbefinden wesentlich für die Kaufentscheidung. Zudem nimmt der Wunsch nach einem “Back-up“ System zur elektrizitätsunabhängigen Wärmebereitstellung in vielen Haushalten weiter zu.

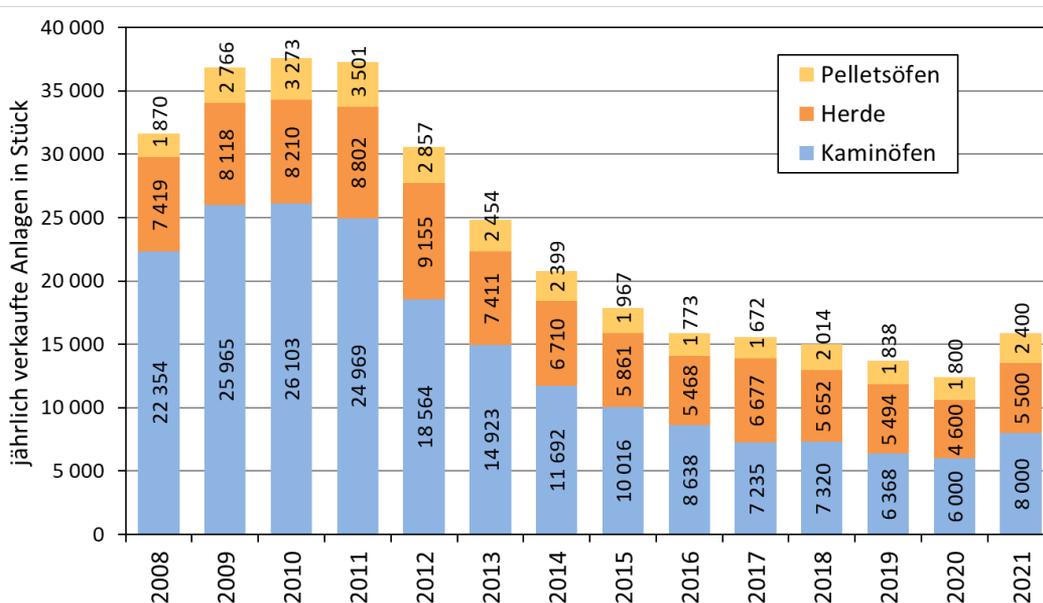


Abbildung 4 – In Österreich verkaufte Biomasseöfen und -herde bis 2021
 Quelle: BEST (2022)

Österreichische Biomassekesselhersteller setzen typischer Weise ca. 80 % - 85 % ihrer Produktion im Ausland ab. Die Exportquoten liegen im Bereich der Kaminöfen und Herde bei ca. 60 % - 70 % und bei Pelletöfen bei ca. 90 %. Durch die Wirtschaftstätigkeit im Biomassekessel- und -ofenmarkt konnte 2021 von inländischen Unternehmen ein Umsatz von 1.712 Mio. Euro erwirtschaftet werden. Davon entfallen auf die Biomasseöfen und -herde 132 Mio. € und auf die Biomassekessel 1.580 Mio. €. Dies entspricht einem Beschäftigungseffekt von 7.006 Arbeitsplätzen. Davon können 432 Arbeitsplätze der Produktion und dem Handel von Öfen und Herden und 6.574 Arbeitsplätze der Biomassekesselbranche zugeordnet werden.

5. Photovoltaik

Der Photovoltaikmarkt erlebte in Österreich nach einer frühen Phase der Innovatoren und autarken Anlagen ab den 1980er Jahren mit dem Ökostromgesetz 2003 seinen ersten Aufschwung. Nach einem durch eine Förderanomalie ausgelösten Rekordzuwachs im Jahr 2013 pendelte sich der PV-Markt in den Folgejahren bei jährlichen Zubauraten zwischen 150 MW_{peak} und 190 MW_{peak} ein. Nach einer Steigerung der neu installierten Leistung in den Jahren 2019 (247 MW_{peak}) und 2020 (340,8 MW_{peak}) konnte auch im Jahr 2021 ein deutlicher Zuwachs erreicht werden: Wie in **Abbildung 5** ersichtlich, wurden Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 739,7 MW_{peak} neu installiert, was einem Zuwachs von ca. 117 % gegenüber dem Vorjahr entspricht.

In Österreich waren damit Ende 2021 Photovoltaikanlagen mit einer kumulierten Gesamtleistung von 2.783 MW_{peak} in Betrieb. Das entspricht einem Anstieg von 36,2 %. Die in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen führten 2021 zu einer Stromproduktion von mindestens 2.783 GWh und damit zu einer Reduktion der CO_{2äqu}-Emissionen im Umfang von 953.598 Tonnen.

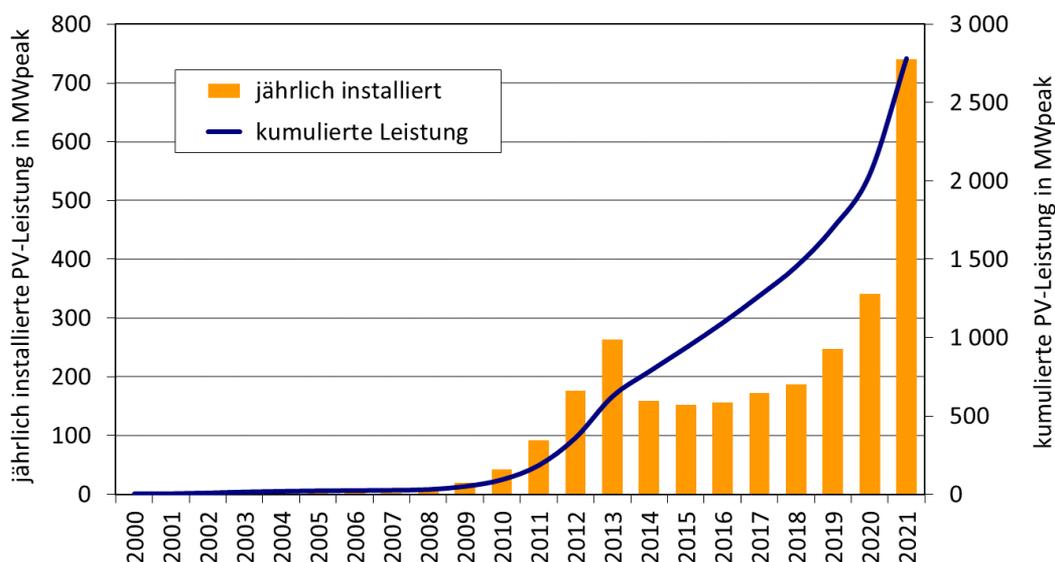


Abbildung 5 – Die Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2021

Quelle: Technikum Wien (2022)

Auch im Jahr 2021 wurde mit knapp 85 % der Großteil der neu installierten PV-Leistung aufdach montiert, gefolgt von freistehenden Anlagen mit 11,2 %. Fassaden- und dachintegrierte Anlagen spielten auch im Jahr 2021 nur eine untergeordnete Rolle. Bei den Solarzellen setzte sich der Trend zu monokristallinen Zellen auch im Jahr 2021 fort und erreichte mit einem Anteil von ca. 98 % an der gesamten in Österreich im Jahr 2021 neu installierten Leistung einen neuen Höchstwert.

Wie in **Abbildung 6** ersichtlich, wurde für schlüsselfertig installierte 5 kW_{peak} Anlagen für das Jahr 2021 ein Preis von rund 1.543 EUR/kW_{peak} erhoben. Das bedeutet einen Anstieg des mittleren Anlagenpreises einer 5 kW_{peak} Anlage um rund 2,4 % im Vergleich zu 2020. Auch die Durchschnittspreise für Anlagen mit einer Leistung von 10 kW_{peak} (2021: 1.297 Euro/kW_{peak}, 2020: 1.192 EUR/kW_{peak}) sowie 30 bis 50 kW_{peak} (2021: 1.065 EUR/kW_{peak}, 2020: 976 EUR/kW_{peak}) sind im Vergleich zu 2020 deutlich angestiegen.

Die österreichische Photovoltaikindustrie beschäftigt sich mit der Herstellung von Modulen, Wechselrichtern und weiteren Komponenten, der Planung, Installation, dem Monitoring und der Wartung von Anlagen sowie mit Forschung und Entwicklung. In diesem Wirtschaftssektor waren im Jahr 2021 4.529 Vollzeitbeschäftigte zu verbuchen. Die Anzahl der Beschäftigten in diesem Bereich dürfte jedoch deutlich höher liegen, da vor allem im Bereich der Produktion von PV-Zusatzkomponenten viele Hersteller ihre Produkte nicht ausschließlich für die PV-Sparte produzieren und daher keine bzw. keine verlässlichen Zahlen bezüglich der Angestellten im PV-Bereich liefern konnten. Der erwirtschaftete Umsatz der österreichischen PV-Branche betrug im Jahr 2021 annähernd 1,5 Milliarden EUR, wobei hier nur die Bereiche Modulproduktion, PV-Planung und Errichtung sowie Erlöse aus dem Stromverkauf der PV-Anlagenbetreiber erfasst wurden. Auch hier ist davon auszugehen, dass der tatsächlich erwirtschaftete Umsatz noch deutlich höher liegt.

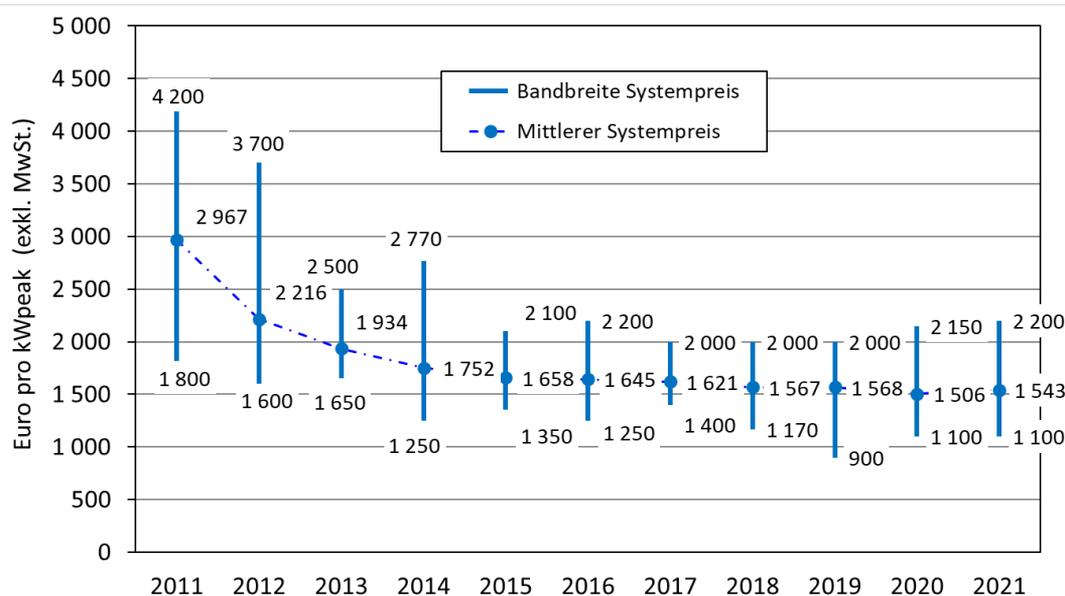


Abbildung 6 – Systempreise für 5 kW_{peak} netzgekoppelte PV-Anlagen bis 2021
 Mittelwert und Bandbreite, fertig installiert, Werte exkl. MwSt.
 Quelle: Technikum Wien (2022)

Für Österreich ist besonders die Entwicklung von photovoltaischen Systemen zur Integration in den Bau-, Mobilitäts- und Landwirtschaftsbereich von strategischer Bedeutung, da genau in diesen Sparten eine besonders hohe nationale Wertschöpfung erreichbar scheint. Mit einem BIPV (Bauwerkintegrierte PV) Forschungs- und Innovationschwerpunkt könnte die Chance für Österreichs Industrie bestehen, eine Nische zu besetzen, die weltweit Chancen für bedeutende Exportmärkte eröffnet. Dabei betrifft die Integration nicht nur architektonische, sondern auch systemische Aspekte der optimalen Nutzung des lokal erzeugten Stromes aus Photovoltaik.

Auch wenn die 2021 neu installierte PV-Leistung im Vergleich zum Vorjahr mehr als verdoppelt werden konnte, bedarf es dennoch weiterer Bemühungen, um das Ziel der Bundesregierung – 100 % Strom aus Erneuerbaren bis 2030 und damit verbunden eine installierte PV-Leistung von zusätzlich ca. 11 GW_{peak} – zu erreichen. Handlungsbedarf zeigt auch der Vergleich mit unseren Nachbarländern, wo Österreich mit etwa 4,3 % der jährlichen Stromaufbringung aus Photovoltaik im unteren Mittelfeld und damit auch deutlich unter dem EU-Schnitt von 7,3 % liegt.

6. Photovoltaik Batteriespeichersysteme

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

Für das Jahr 2021 ergab die Erhebung einen Zubau in Österreich von ca. 8.755 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 131 MWh. Verglichen mit dem Vorjahr bedeutet dies einen Anstieg der neu installierten Speicherkapazität in Österreich um 131 % (2020: 56,8 MWh).

Insgesamt wurden damit in Österreich seit 2014 20.662 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 252 MWh errichtet, siehe **Abbildung 7**. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Anstieg der insgesamt verfügbaren Speicherkapazität um 109 % (2020: 121 MWh).

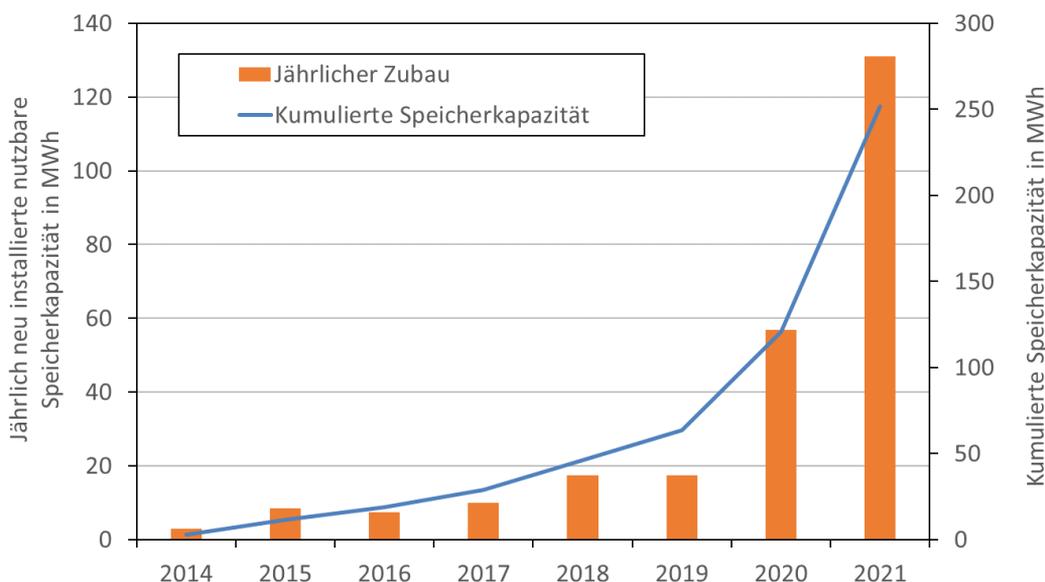


Abbildung 7 – Nutzbare PV-Batteriespeicherkapazität in MWh bis 2021

Quelle: Technikum Wien (2022)

Während im Jahr 2020 noch mehr als 90 % der neu installierten Speicherkapazität mit Hilfe einer Förderung errichtet wurden, sank der Anteil der geförderten Speichersysteme im Jahr 2021 auf 72,8 %.

Für das Jahr 2021 wurde eine durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität von ca. 15 kWh pro Stromspeicher erhoben, was eine Zunahme von 15,6 % im Vergleich zum Vorjahr (13 kWh)

bedeutet. Damit setzt sich der Trend der letzten Jahre zu größeren Batteriekapazitäten pro Anlage im Jahr 2021 weiter fort.

Nicht nur im Jahr 2021, sondern auch in den Jahren zuvor 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 konnten im Jahr 2021 keine nennenswerten Marktanteile verbuchen.

Im Vergleich zum Vorjahr (2020: ca. 80 %) stieg der Anteil an DC-gekoppelten Systemen im Jahr 2021 weiter auf ca. 94% an. DC-gekoppelte Systeme überwiegen damit deutlich den Anteil der AC-gekoppelten Systeme (ca. 6 %). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Art der Speicherinstallation, wo 2021 ca. 63 % der installierten PV-Speichersysteme gemeinsam mit einer PV-Anlage installiert wurden. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies zwar einen Rückgang (2020: 76 %), der Anteil der gemeinsam mit einer PV-Anlage installierten Speichersysteme bleibt jedoch hoch.

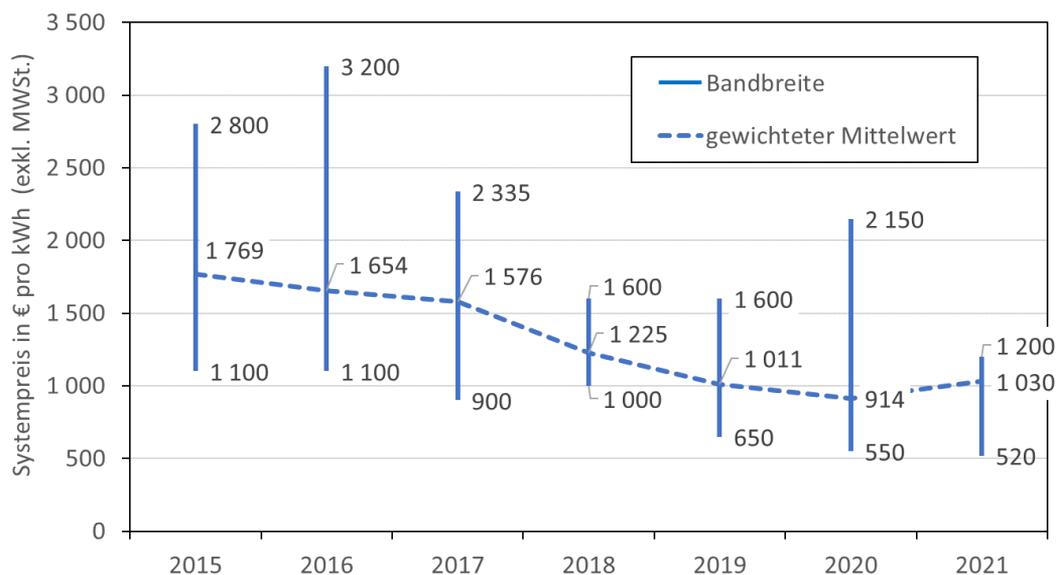


Abbildung 8 – Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich (Mittelwert und Bandbreite) exkl. MwSt. pro kWh nutzbare Speicherkapazität
 Quelle: Technikum Wien (2022)

Der Systempreis für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme betrug im Jahr 2021 in Österreich rund 1.030 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. MwSt. Das bedeutet einen Anstieg um rund 12,7 % im Vergleich zu 2020 (914 EUR/kWh_{nutz}), wie in **Abbildung 8** ersichtlich. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den Einkaufspreisen der PV-Planer und Errichter für PV-Speichersysteme. Im Jahr 2021 stieg der Mittelwert der genannten Einkaufspreise um 13,3 % und betrug 611 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität (2020: 539 EUR/kWh_{nutz}).

7. Solarthermie

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

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

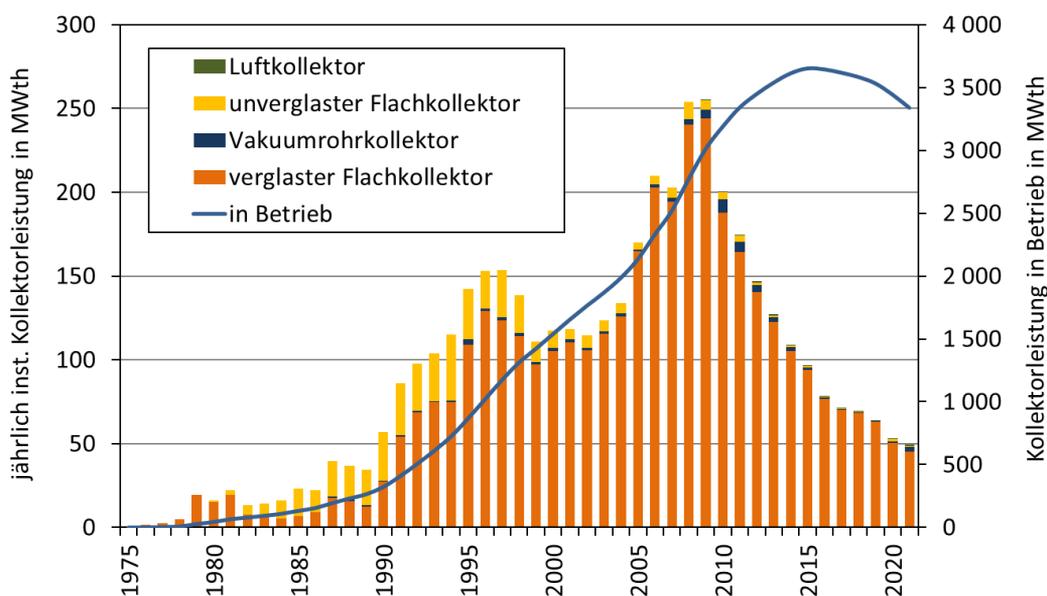


Abbildung 9 – Marktentwicklung der Solarthermie in Österreich bis 2021

Quelle: AEE INTEC (2022)

Mit Ende des Jahres 2021 waren in Österreich 4,8 Millionen Quadratmeter thermische Kollektoren in Betrieb, was einer installierten Leistung von 3,3 GW_{th} entspricht. Im weltweiten Vergleich liegt Österreich damit unter den Top 10 Ländern. Bezogen auf die installierte verglaste Kollektorfläche liegt Österreich auf Platz 9; bezogen auf installierter Kollektorfläche pro Einwohner auf Platz 4. Der Nutzwärmeertrag dieser Anlagen lag bei 2.131 GWh_{th}. Damit werden unter Zugrundelegung des österreichischen Wärmemixes 369.917 Tonnen an CO_{2äqu}-Emissionen vermieden.

Im Jahr 2021 wurden 70.410 m² thermische Sonnenkollektoren, entsprechend einer Leistung von 49,3 MW_{th} neu installiert, siehe **Abbildung 9**.

Der Exportanteil thermischer Kollektoren stieg von 84 % im Jahr 2020 auf 92 % im Jahr 2021. Wie in **Abbildung 10** dargestellt, stieg nach 12 Jahren Rückgang im Jahr 2021 erstmals auch wieder die Fläche der exportierten Kollektoren von 344.844 m² im Jahr 2020 auf 462.223 m² im Jahr 2021. Dabei ist zu beachten, dass der Export rund 660 % des Inlandsmarktes entspricht und österreichische Unternehmen damit einer der größten Zulieferer auf dem Weltmarkt sind.

In Österreich ist neben den Kleinanlagen für Einfamilienhäuser, insbesondere der Markt der thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung für Mehrfamilienhäuser durch die gesunkenen Preise von Photovoltaikanlagen sowie der verstärkten Nutzung von Wärmepumpen unter Druck.

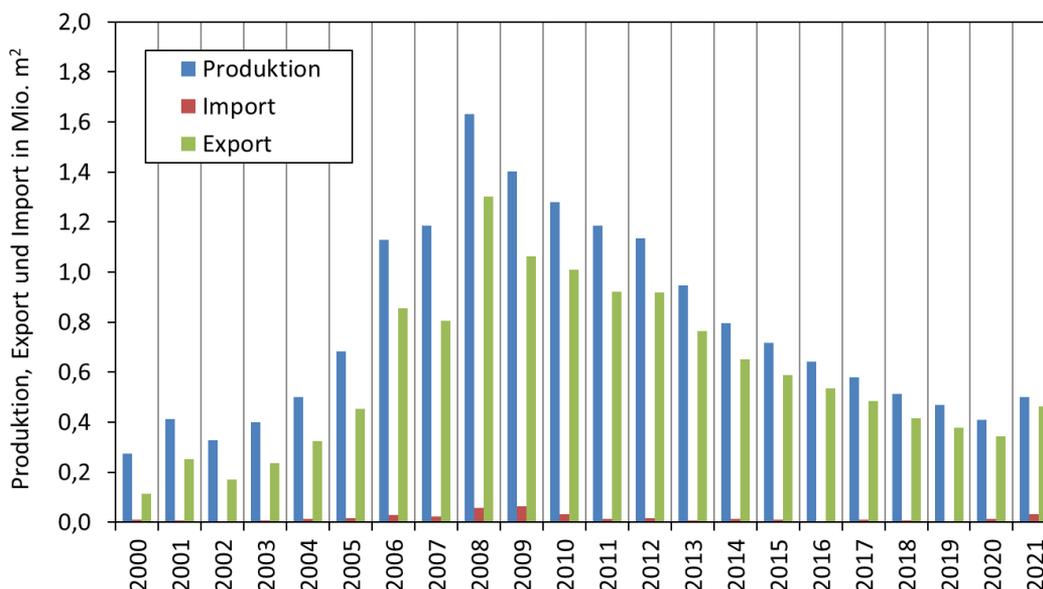


Abbildung 10 – Produktion, Export und Import von Sonnenkollektoren in Österreich
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Zwei andere Sektoren, in denen ein Wachstumspotenzial gesehen wird, sind solar unterstützte Nah- und Fernwärmanlagen sowie Solarwärme für industrielle Prozesse. Bedingt durch die Anlagengröße ergibt sich bei diesen Anwendungen ein Skaleneffekt, der sich positiv auf die Wärmegestehungskosten auswirkt und die Wärme daher ökonomisch konkurrenzfähig angeboten werden kann.

Insgesamt wurden bisher 22 solar unterstützte Nah- und Fernwärmanlagen mit 48.512 m² (34 MW_{th}) Kollektorfläche installiert. Damit liegt Österreich im weltweiten Vergleich an vierter Stelle. Im Jahr 2021 wurden die solare Fernwärmanlage Friesach mit 5.750 m² Kollektorfläche (4 MW_{th}) und in Graz Helios Phase 3 mit rund 2.200 m² Kollektorfläche (1,5 MW_{th}) in Betrieb genommen.

Auch solare Prozesswärme ist international gesehen ein Hoffungsmarkt der Solarthermiebranche. In Österreich wurden in jüngster Vergangenheit zahlreiche Anlagen für dieses Marktsegment vor allem in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie errichtet. Bisher sind 31 Anlagen mit insgesamt 10.804 m² (7,5 MW_{th}) installiert und in Betrieb. Damit liegt Österreich weltweit auf Platz vier hinter Mexiko, Deutschland und Indien.

Eine relativ neue Entwicklung sind PVT Kollektoren und Systeme. Diese wandeln Solarstrahlung sowohl in Solarwärme als auch in Solarstrom um. Die Gesamtfläche aller bisher in Österreich installierten PVT-Kollektoren beläuft sich auf 2.965 m² mit einer thermischen Leistung von 1.500 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 528 kW_{peak}. Dieser bisher relativ kleine Markt ist zwischen 2018 und 2021 um 340 % gewachsen.

Der Umsatz der Solarthermiebranche wurde für das Jahr 2021 mit 147,6 Mio. Euro abgeschätzt und die Anzahl der Vollzeit Arbeitsplätze kann mit ca. 1.200 beziffert werden.

8. Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen

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

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 bzw. Abwärmen genutzt werden und in vielen Fällen auch spezielle energiewirtschaftliche Aspekte, durch z. B. die 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. Hinsichtlich Wärmespeichertechnologie werden in österreichischen Nah- und Fernwärmenetzen bisher ausschließlich Behälterwasserspeicher eingesetzt.

Von den insgesamt 1.056 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 717 Wärmenetzen bereits Wärmespeicher als Flexibilitätselement installiert. In diesen Wärmenetzen wurde eine Gesamtanzahl von 951 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von rund 199.262 m³ erhoben. Die Verteilung des Behälterspeichervolumens ist in **Abbildung 11** ersichtlich.

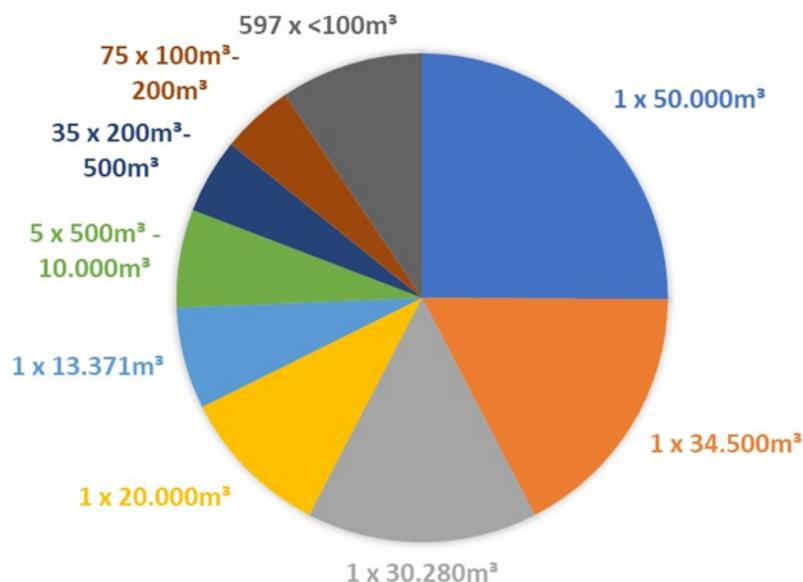


Abbildung 11 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenem Wärmenetz. Datenbasis: 717 Wärmenetze
 Quelle: AEE INTEC (2022)

Unter Berücksichtigung einer durchschnittlich nutzbaren Temperaturdifferenz von 35 K bilden die installierten Behälterwasserspeicher eine gesamte Wärmespeicherkapazität von rund 8,1 GWh.

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.

Konkret konnte für 590 Wärmenetze eine Zuordnung zum Installationsjahr des Wärmespeichers hergestellt werden. In **Abbildung 12** ist das jährlich installierte Speichervolumen der letzten sieben Jahre dargestellt. Das größte Speichervolumen wurde in diesem Zeitraum mit rund 4.500 m³ im Jahr 2017 installiert, wobei ein Großwasserspeicherspeicher mit 2.500 m³, gekoppelt an das Fernwärmenetz Graz, mehr als die Hälfte der Speicherkapazität ausmacht.

Im Jahr 2021 wurde ein Gesamtspeichervolumen von 4.280 m³ errichtet, das von insgesamt 53 Behälterwasserspeichern gebildet wird. Dieses im Jahr 2021 neu errichtete Volumen bedeutet eine Zunahme der gesamt installierten Speicherkapazität um rund 2,2 %.

Der größte im Jahr 2021 installierte Speicher hat ein Volumen von 1.000 m³ und dient als Flexibilitätsoption für eine solarthermische Großanlage sowie für Lastmanagement.

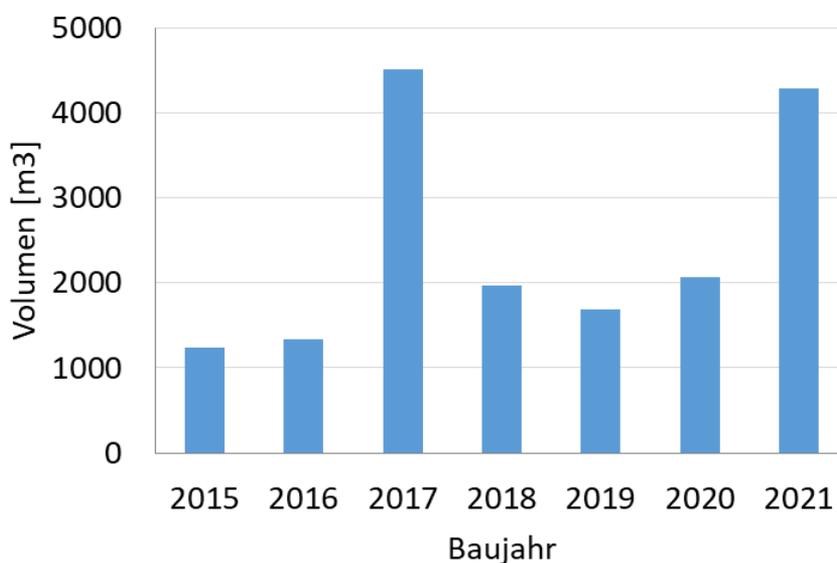


Abbildung 12 – Volumen von Behälterwasserspeichern über Errichtungsjahren 2015 bis 2021. Datenbasis: 220 Wärmespeicher in 184 Wärmenetzen
Quelle: AEE INTEC

Der überwiegende Anteil der Wärmespeicher wird dabei als Kurzzeitspeicher (Zeiträume zwischen Minuten und einem Tag) eingesetzt. Aber auch Anwendungen mit Speicherzeiträumen zwischen einem Tag und einem Monat bzw. sogar darüber hinaus konnten identifiziert werden.

9. Wärmepumpen

Die historische Entwicklung des Wärmepumpenmarktes in Österreich ist von einer ersten Phase einer starker Marktdiffusion von Brauchwasserwärmepumpen in den 1980er Jahren, einem deutlichen Markteinbruch in den 1990er Jahren und einer zweiten Phase einer starken Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen ab dem Jahr 2001 gekennzeichnet, siehe **Abbildung 13**. Die Verbreitung von Heizungswärmepumpen fand ab dem Jahr 2001 parallel zur Marktdiffusion von energieeffizienten Gebäuden statt, die durch einen geringen Heizwärmebedarf und geringe Heizungsvorlauftemperaturen gute Bedingungen für den energieeffizienten und wirtschaftlich attraktiven Einsatz von Wärmepumpen boten.

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

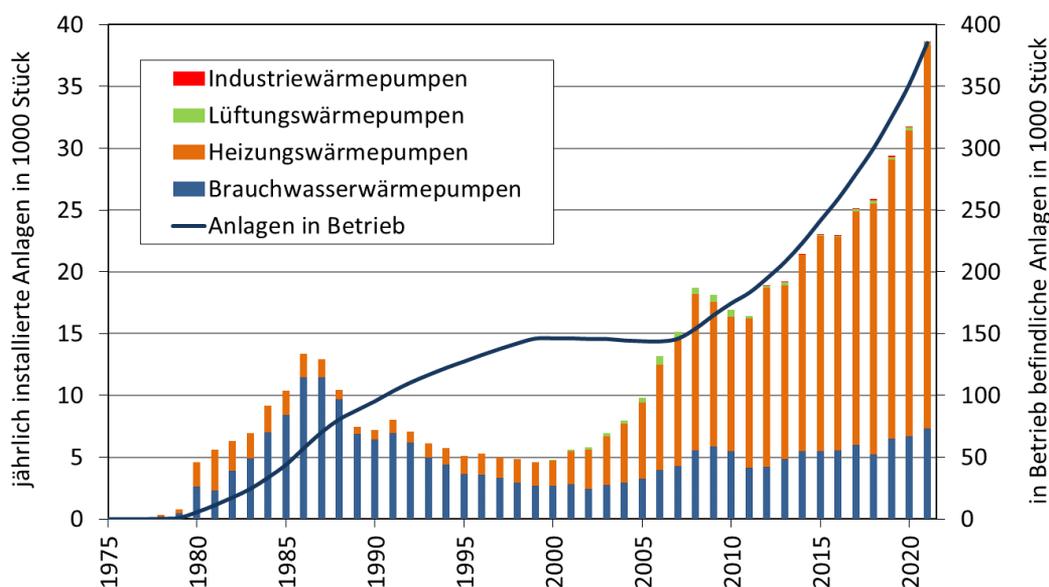


Abbildung 13 – Die Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich bis 2021

Quelle: ENFOS (2022)

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

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

Bezüglich der Marktzahlen der unterschiedlichen Wärmequellensysteme bestätigte sich im Jahr 2021 im Inlandsmarkt der langjährige Trend zu Luft/Wasser-Heizungswärmepumpen mit einem Marktanteil von 82,5 %. Am zweithäufigsten wurden mit einem Marktanteil von 14,3 % Sole/Wasser Heizungsärmepumpen installiert. Die Wärmequellen Luft/Luft, Wasser/Wasser und Direktverdampfung machten in Summe nur noch einen Marktanteil von 3,2 % aus. Die langfristige Entwicklung der Marktanteile der unterschiedlichen Wärmequellensysteme ist in **Abbildung 14** für den Zeitraum von 1990 bis 2021 dargestellt. Die historische Marktführerschaft der Direktverdampfungssysteme verlagerte sich rund um das Jahr 2000 auf Sole/Wasser-Systeme. Diese 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.

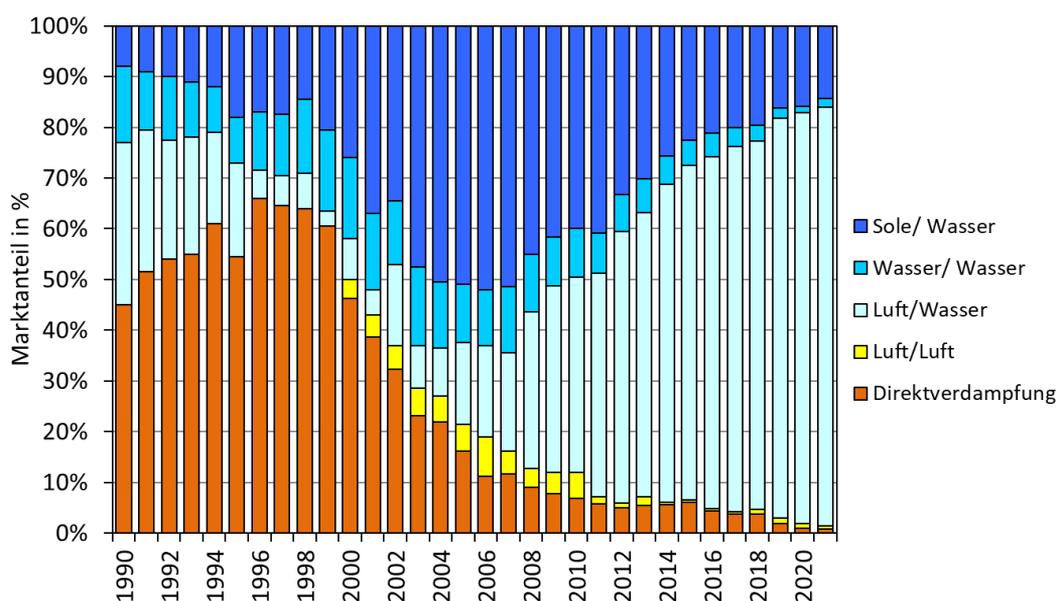


Abbildung 14 – Marktanteile der Wärmequellensysteme bis 2021 von jeweils neu installierten Heizungswärmepumpen im Inlandsmarkt
 Quelle: ENFOS (2022)

Der Trend zu Luft/Wasser-Systemen scheint nach wie vor ungebrochen, auch wenn das restliche Potenzial für den Wettbewerb durch die bereits geringen Anteile der anderen Systeme beschränkt ist. In Anbetracht der aktuellen Situation ist ein weiterer signifikanter Zugewinn von Marktanteilen für Luft/Wasser Systeme nur noch auf Kosten der Marktanteile von Sole/Wasser Systemen möglich. Die Hintergründe dieser Entwicklungen liegen einerseits an den geringeren Investitionskosten von Luft/Wasser-Wärmepumpensystemen, andererseits ist die Wärmequelle Luft in der Regel strukturell einfacher zu erschließen als das Erdreich oder das Grundwasser. In manchen Gebäudestrukturen ist Luft überhaupt die einzig mögliche Wärmequelle. Da in Zukunft überdies ein struktureller Wandel vom Gebäudeneubau zur Sanierung erfolgen wird, gewinnen strukturelle Rahmenbedingungen in gewachsenen Gebäude- und Siedlungsstrukturen, sowie der Aspekt der Gebäudetrockenlegung zusätzlich an Bedeutung, was die Marktdiffusion von Luft/Wasser-Systemen weiter begünstigen wird.

10. Bauteilaktivierung in Gebäuden

In Gebäuden und Gebäudeteilen kann Wärme und Kälte gespeichert werden. Haben Gebäude eine große Masse und eine gute Wärmedämmung, so resultiert daraus eine thermische Trägheit, die zur Lastverlagerung genutzt werden kann. In massive Gebäudeteile werden dafür Kunststoffschläuche eingebaut, durch die ein Wärmeträgermedium strömt. Für das übergeordnete Energiesystem dienlich ist eine Lastverlagerung dann, wenn z. B. ein Netzbetreiber die Möglichkeit hat, die Last über eine Schnittstelle in einem gewissen Rahmen zu steuern. Aktivierte Bauteile und Gebäude werden in der Regel mit Wärmepumpenanlagen geheizt und/oder gekühlt. Die in Österreich installierten Wärmepumpen lassen sich dabei ab dem Jahr 2005 in der Regel fernschalten und sind ab dem Jahr 2015 mit einer Smart Grid Schnittstelle ausgestattet, die eine Fernsteuerung der Anlage über die Kommunikationsschnittstelle eines Smart Meters ermöglicht. Ende des Jahres 2021 waren in Österreich ca. 152.200 Gebäude mit Smart Grid Wärmepumpen ausgestattet, was einem Lastverlagerungspotenzial von ca. 0,54 GW_{el} entspricht. Dieses Potenzial wuchs von 2020 auf 2021 dabei um 20 %, siehe **Abbildung 15**.

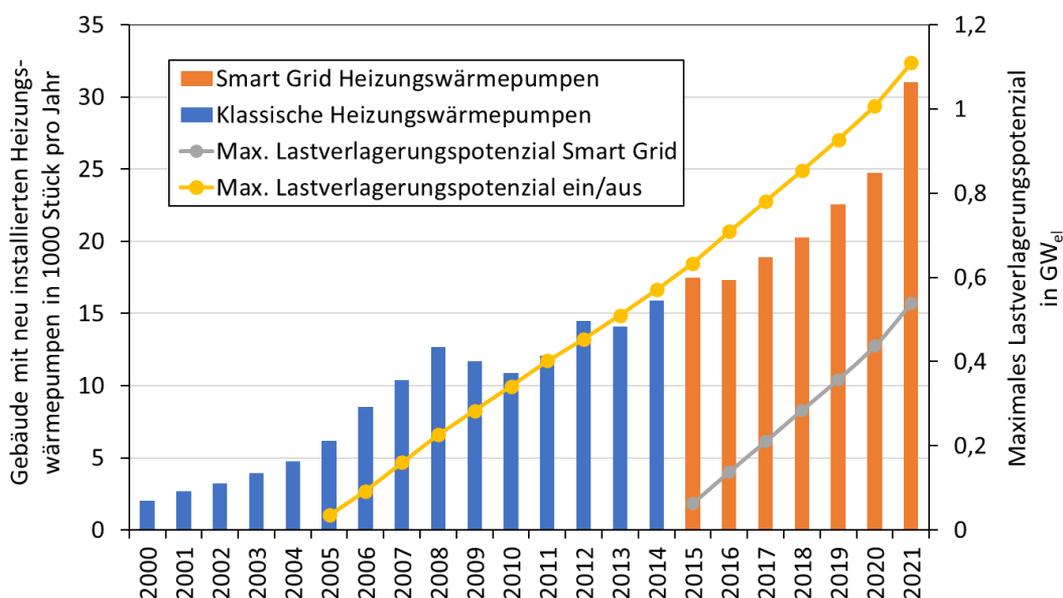


Abbildung 15 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials bis 2021 durch thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude. Quelle: ENFOS (2022)

Werden Gebäude mit fernschaltbaren Wärmepumpen in das Lastverlagerungspotenzial eingerechnet, so resultiert daraus im Jahr 2021 ein Bestand von 285.720 Gebäuden mit einem maximalen Lastverlagerungspotenzial von 1,11 GW_{el}. Dieses Potenzial ist von 2020 auf 2021 um 10,2 % angewachsen. Das maximale Lastverlagerungspotenzial kann dabei jedoch nur bei temperaturbedingt hohen Heiz- oder Kühlleistungsanforderungen abgerufen werden und ist entsprechend der Temperaturverteilung und unter Berücksichtigung der Heiz- und Kühlgrenztemperaturen und der Heiz- bzw. Kühlkurven über das Jahr verteilt. Das maximale netzdienliche Lastverlagerungspotenzial ist deshalb nur an wenigen Stunden im Jahr abrufbar, 50 % des maximalen Potenzials jedoch bereits an 1.120 Stunden im Jahr.

Die nur relativ kurzfristig (wenige Tage im Voraus) prognostizierbare Aufkommensstochastik und das durch die Taktung bzw. die Modulation der Anlagen 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 netzdienlichen Lastverlagerung mittels Bauteilaktivierung für Netzbetreiber in Zukunft jedoch rasch steigen.

Abbildung 16 dokumentiert die in Österreich jährlich neu installierte thermische Leistung von Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen. Die Abbildung zeigt, dass der Großteil des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials im Bereich der kleinen Leistungsklassen bis 20 kW angesiedelt ist. Zur Mobilisierung des Potenzials müssten Netzbetreiber deshalb eine "Schwarmlösung" anstreben, welche die zahlreichen dezentralen Kleinanlagen adressiert. Im Bestand 2021 waren dies rund 131.000 Anlagen bis 10 kW und 132.000 Anlagen größer 10 kW bis 20 kW. Hinzu kommen ca. 18.300 Anlagen größer 20 kW bis 50 kW und ca. 5.000 Anlagen größer 50 kW.

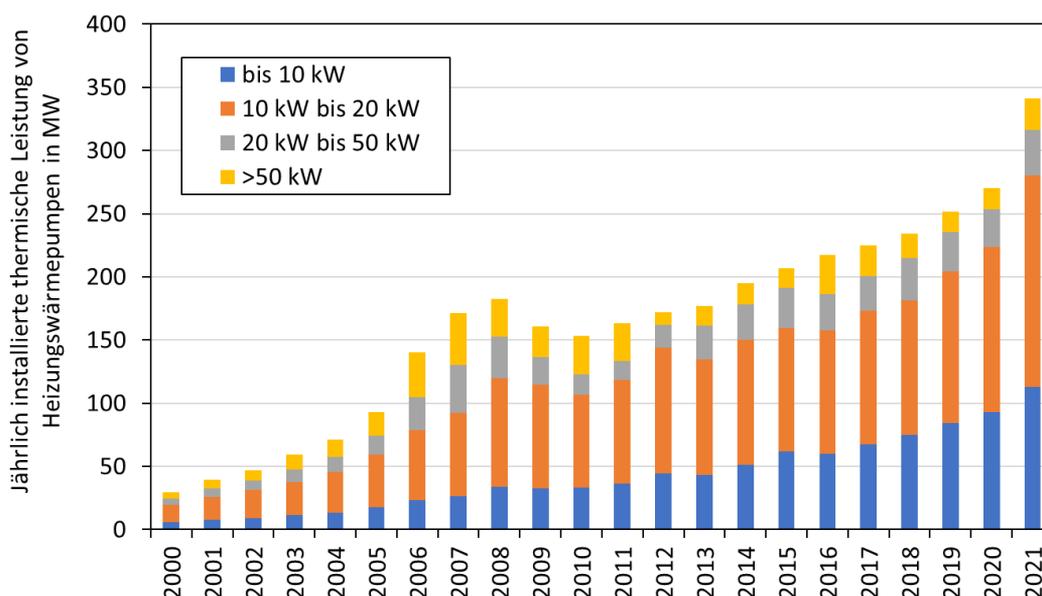


Abbildung 16 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen bis 2021. Quelle: ENFOS (2022)

Die nationale Wertschöpfung aus der thermischen Aktivierung von Gebäudeteilen und Gebäuden ist schwer separierbar. Streng technologiespezifisch sind dabei nur zusätzliche Planungsleistungen, 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.

Die bei der Bauteilaktivierung in Gebäuden erhöhten Planungskosten sind seit dem 15.12.2020 durch den Klima- und Energiefonds förderbar. Förderungen werden dabei in Abhängigkeit der verfügbaren Budgetmittel in Form von Zuschüssen für Planungsdienstleistungen vergeben.

Das Lastverlagerungspotenzial aus der thermischen Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden wird angesichts der sich abzeichnenden Marktentwicklung in den kommenden Jahren rasch anwachsen. Hierbei wird auch das Thema der Gebäudekühlung sukzessive an Bedeutung gewinnen. Mit der flächendeckenden Verfügbarkeit von Smart Metern und generell steigenden Anteilen volatilen erneuerbaren Stromes in den Netzen ist in den kommenden Jahren in der Folge die rasche Entwicklung von Geschäftsmodellen seitens der Netzbetreiber und Energieversorger zu erwarten.

11. Windkraft

Die historische Marktentwicklung der Windkraft in Österreich ist in **Abbildung 17** dargestellt. Während im Jahr 2020 der Ausbau der Windkraft fast zum Erliegen kam, konnte der Ausbau im Jahr 2021 auf mittlerem Niveau weitergehen. So wurden in Österreich insgesamt 292 MW neu errichtet. Von den insgesamt 67 Anlagen entfielen 20 Anlagen mit 68 MW auf Niederösterreich und 47 Anlagen mit 224 MW auf das Burgenland. Gleichzeitig wurden rund 103 MW an Windkraftleistung abgebaut, da sie durch moderne Anlagen ersetzt wurden. Ende des Jahres 2021 waren damit in Österreich insgesamt 1.305 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von 3.294 MW am Netz. Diese Leistung ermöglichte eine durchschnittliche jährliche Stromproduktion von 7,6 TWh, was mehr als 11 % des österreichischen Stromverbrauchs, beziehungsweise 2,2 Mio. Haushalten entspricht. Verglichen mit dem Bestand Ende 2020 erhöhte sich damit das Stromerzeugungspotential aus Windkraft geringfügig.

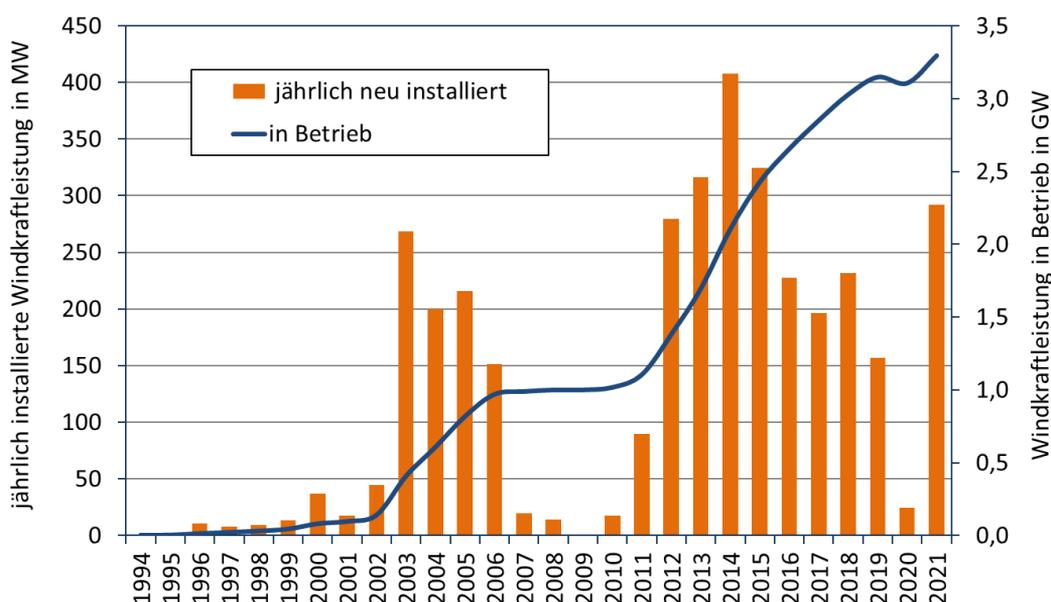


Abbildung 17 – Die Marktentwicklung der Windkraft in Österreich bis 2021
 Quelle: IG Windkraft (2022)

Der Großteil des Ausbaus 2021 wurde mit modernen Windkraftanlagen der 4 MW und 5 MW Generation bewerkstelligt. 92,3 % der neu installierten Leistung und 88,0 % der neu installierten Windräder waren Windräder dieser Leistungsklassen. Verglichen mit dem Bestand hat mit 50,4 % rund die Hälfte der Anlagen eine Leistung von 3 MW oder mehr, 42,7 % haben eine Leistung zwischen 1 und 3 MW und lediglich 6,9 % des Bestandes sind Anlagen in einer Größenklasse kleiner als 1 MW.

Der jährliche Zubau wird stark von der besten verfügbaren Anlagentechnologie beeinflusst. 2021 wurden in Österreich erstmals Anlagen der 5-MW-Klasse errichtet. Anlagen mit einer Leistung über 5 MW werden in den kommenden Jahren den Windenergiemarkt in Österreich bestimmen. Verdeutlicht wird das durch die Darstellung der durchschnittlichen Anlagenleistung bei den Neuinstallationen pro Jahr. Die durchschnittliche Größe neu installierter Anlagen stieg im Jahr 2021 auf 4,35 MW an, siehe **Abbildung 18**.

Ein weiterer Gradmesser für die eingesetzte Anlagentechnologie ist auch der Rotordurchmesser, der sich von durchschnittlich 24 m im Jahr 1994 auf durchschnittlich 144 m im Jahr

2021 steigerte. Durch die Nutzung von stabileren und besseren Windverhältnissen in höheren atmosphärischen Schichten und einer größeren Erntefläche ergibt sich ein Potential für einen rund 170-mal höheren Jahresenergieertrag.

Im Vergleich zum Jahr 2020, in dem die 25 MW der neu installierten Leistung von nur einem Hersteller stammen, kam es 2021 wieder zu einer stärkeren Diversifizierung des Marktes. Von der neu installierten Leistung wurden 61 % von GE, 22 % von Vestas und 17 % von Enercon geliefert. Den in Betrieb befindlichen Anlagenbestand dominiert weiterhin mit 56 % Enercon, gefolgt von Vestas mit 27 %.

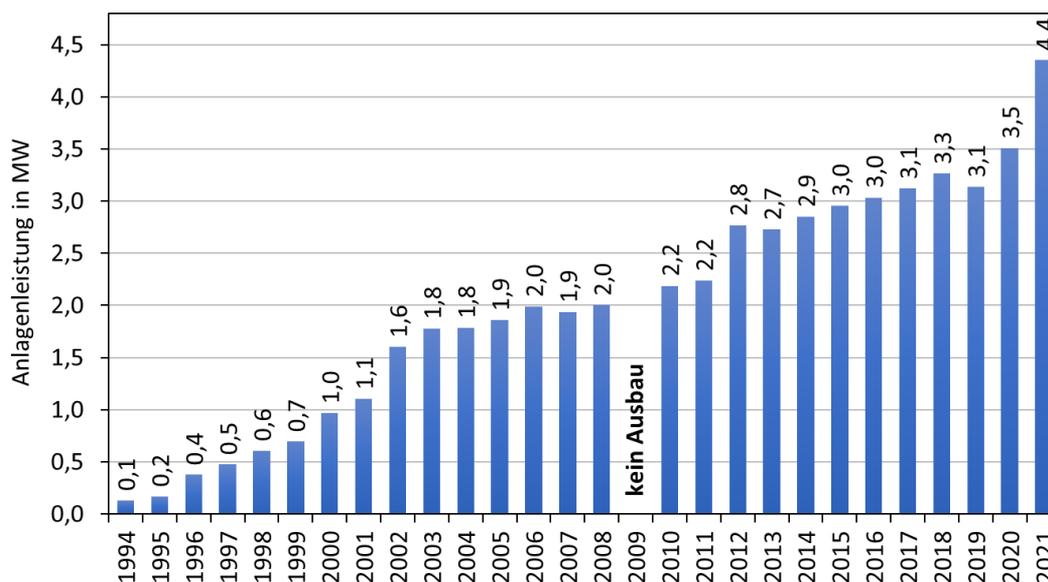


Abbildung 18 – Durchschnittliche Anlagenleistung der Neuinstallationen bis 2021
 Quelle: IG Windkraft (2022)

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

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

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

12. Schlussfolgerungen

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

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

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

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

Die Anreize zur Investition in Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeichertechnologien erreichen damit im Jahr 2022 einen historischen Höhepunkt. Die daraus resultierende großflächige Nachfrage nach entsprechenden Technologien und den

damit in Zusammenhang stehenden Dienstleistungen führt mittlerweile in vielen Bereichen zu Lieferengpässen und deutlichen Preisanstiegen. Die Geschwindigkeit der Energiewende scheint nun kurzfristig durch die vorhandene Produktionskapazität, die Verfügbarkeit von Dienstleistungen und die Leistungsfähigkeit der Lieferketten begrenzt. Die kurzfristig abrufbare Leistungsreserve der Erneuerbaren-Branche könnte dadurch im Jahr 2022 vielerorts erreicht werden. Eine vollständige Kompensation durch vermehrten Import von Technologien und Dienstleistungen scheint dabei wegen der gesamteuropäischen Nachfragesteigerung und der weiterhin bestehenden Lieferkettenproblematik unrealistisch.

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

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

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

Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021

13. Tabellarische Zusammenfassung der Projektergebnisse

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

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

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

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

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

⁵ inklusive der monetär bewerteten bereitgestellten erneuerbaren Energie

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

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

VZÄ: Vollzeitäquivalente

AutorInnen der Studie:

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

Impressum:

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

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

14. Literaturverzeichnis

AEE INTEC (2022) Beiträge und Berechnungen von AEE - Institut für Nachhaltige Technologien zur vorliegenden Studie.

BEST (2022) Beiträge und Berechnungen der Firma BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH zur vorliegenden Studie.

ENFOS (2022) Beiträge und Berechnungen der Firma ENFOS e.U. – Energie und Forst, Forschung und Service, zur vorliegenden Studie.

IG Windkraft (2022) Beiträge und Berechnungen der Interessengemeinschaft Windkraft Österreich-IGW zur vorliegenden Studie.

LK NÖ (2022b) Biomasse – Heizungserhebung 2021. Landwirtschaftskammer Niederösterreich, erarbeitet durch Herbert Haneder, St. Pölten 2022.

ProPellets Austria (2022) Pelletsproduktion, -produktionskapazität und –inlandsverbrauch und Produktionskapazitäten österreichischer Hersteller in Tonnen. Datenermittlung durch Christian Schlagitweit, Wolfsgraben.

Technikum Wien (2022) Beiträge und Berechnungen der Firma Technikum Wien GmbH zur vorliegenden Studie.



**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)