

# Energiespeicher in Österreich

## Marktentwicklung 2020

Photovoltaik-Batteriespeicher, Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen, Bauteilaktivierung und innovative Speichersysteme

Peter Biermayr, Stefan Aigenbauer, Monika Enigl,  
Christian Fink, Samuel Knabl, Kurt Leonhartsberger,  
Doris Matschegg, Evelyne Prem, Christoph Strasser  
Maximilian Wittmann

## **Danksagung:**

Am vorliegenden Marktbericht haben zahlreiche Personen in Unternehmen, 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!

Für das Projektteam: Peter Biermayr

## **Der Marktbericht im Internet:**

Der vorliegende Forschungsbericht wird unter dem Link

<https://nachhaltigwirtschaften.at/schriftenreihe/2021-35>

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: MR Dipl. Ing. Zillner Theodor

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/>

# Energiespeicher in Österreich

## Marktentwicklung 2020

### Photovoltaik-Batteriespeicher, Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen, Bauteilaktivierung und innovative Speichersysteme

Auftragnehmerin, Gesamtkoordination und Berichtsteil PV-Batteriespeicher:  
Technikum Wien GmbH  
Kurt Leonhartsberger, MSc.  
Maximilian Wittmann BSc.



Berichtsteil Solarthermie:  
AEE INTEC  
Ing. Christian Fink  
Samuel Knabl, M.Sc.



Wissenschaftliche Projektleitung, Editor und Berichtsteil Gebäudeaktivierung:  
ENFOS e.U.  
Dipl.-Ing. Dr. Peter Biermayr  
Mag. Evelyne Prem



Berichtsteil innovative Energiespeicher:  
BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH  
Stefan Aigenbauer DI (FH)  
Dipl.-Ing. Dr. Monika Enigl  
Matschegg Doris DI, M.Sc.  
Dipl.-Ing. Dr. Christoph Strasser



Wien, November 2021

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



## Vorwort



Das Klimaschutzministerium führt seit fast 30 Jahren, seit 1994, systematisch ein detailliertes Monitoring der Technologie- und Marktentwicklungen von innovativen Energietechnologien in Österreich durch. Für eine konsequente Energiewende und das Ziel Klimaneutralität in Österreich ist es unerlässlich, auch die Marktentwicklung von verschiedenen Energiespeichern zu erheben. Energiespeicher sowohl für Wärme als auch für Strom sind ein wichtiger Schlüssel zur Energiewende. Bisher haben u.a. fossile Energien als hochenergetische stoffliche Bevorratung und Speicher gedient. Der Anteil erneuerbarer Energien am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch im Jahr 2019 betrug 29,8 %. Fossile Energien machten 70,2 % aus.

Beim Übergang von einem fossil dominierten zu einem nachhaltigen erneuerbaren Energiesystem benötigt man in großem Umfang innovative Speichersysteme. Die Anforderungen an Energiespeicher sind deutlich höher. Die stoffliche Speicherung etwa von fester Biomasse oder Wasser in Hochspeichern wird durch Speicherung von Endenergie wie Strom oder Wärme ergänzt.

Daher hat das Klimaschutzministerium auch eine Markterhebung von Energiespeichern beauftragt: diese betrifft nicht nur das Datenjahr 2020, sondern erhebt auch jährliche Daten davor und visualisiert Zeitreihen. Das ist die erstmalige systematische Erfassung und Dokumentation des Bestandes von verschiedensten Arten von Energiespeichern in Österreich.

Die Speichererhebung fokussiert auf vier Bereiche: auf stationäre Photovoltaik-Batteriespeicher, Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen, thermische Aktivierung bzw. Bauteilaktivierung von Gebäuden und innovative Speichersysteme.

Das Klimaschutzministerium bedankt sich für die gute Zusammenarbeit mit den Wissenschaftler:innen vom FH Technikum Wien, AEE INTEC, BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH und ENFOS e.U. sowie bei Projektleiter Dr. Peter Biermayr.

Die Ergebnisse dieser Speichermarkt-Erhebung dient als Entscheidungsgrundlage für Forschungsfragen, für den Ausbau der Wärme- und Stromspeichersysteme und als Schlüssel einer ambitionierten Energiewende für ein klimaneutrales Österreich. Ich wünsche allen Leser:innen eine spannende Lektüre.

Leonore Gewessler

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



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>11</b>
1.1	Motivation, Methoden und Inhalt	11
1.2	Einleitung	11
1.3	PV-Speichersysteme	12
1.4	Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen	13
1.5	Bauteilaktivierung	14
1.6	Innovative Energiespeicher	15
1.7	Schlussfolgerungen	16
<b>2</b>	<b>Summary</b>	<b>17</b>
2.1	Motivation, methods and contents	17
2.2	Introduction	17
2.3	PV battery storage systems	18
2.4	Large-scale heat storage in local and district heating systems	19
2.5	Thermal activated building parts	20
2.6	Market development of innovative storage systems	21
2.7	Conclusions	22
<b>3</b>	<b>Einleitung</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Marktentwicklung PV-Batteriespeichersysteme</b>	<b>26</b>
4.1	Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden	26
4.2	Marktentwicklung	27
4.2.1	Rahmenbedingungen	27
4.2.2	Entwicklung der Verkaufszahlen	27
4.2.3	In Betrieb befindliche Anlagen	29
4.2.4	Entwicklung der Einkaufs- und Systempreise	29
4.2.5	Förderinstrumente	31
4.3	Großspeicher für energietechnische und -wirtschaftliche Anwendungen	35
4.4	Technische Systemeigenschaften der geförderten PV-Speichersysteme	36
4.4.1	Durchschnittliche Speicherkapazität	36
4.4.2	Batterietechnologie	36
4.4.3	Art der Speicherinstallation und Systemdesign	37
4.5	Dokumentation der Datenquellen	38
<b>5</b>	<b>Marktentwicklung Großwärmespeicher</b>	<b>40</b>
5.1	Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden	41
5.1.1	Datenerhebung mittels Stakeholder, Fragebogen und Interviews	42
5.1.2	Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze	43
5.2	Marktentwicklung	46

5.2.1	Entwicklung der Verkaufszahlen	46
5.2.2	In Betrieb befindliche Anlagen	46
5.2.3	Preise (Einkaufspreise, Systempreise)	51
5.2.4	Förderungen	51
5.3	Technologiespezifische Informationen	53
5.3.1	Einschätzungen der Netzbetreiber	53
5.3.2	Typische Bauweisen von Behälterspeichern	54
5.3.3	Darstellung des Quartiers „Viertel Zwei“	55
<b>6</b>	<b>Marktentwicklung Thermische Bauteilaktivierung in Gebäuden</b>	<b>57</b>
6.1	Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden	57
6.1.1	Definition des Untersuchungsgegenstandes	57
6.1.2	Erhebung der Marktentwicklung über Planungsdienstleistungen	58
6.1.3	Erhebung von Baustoffmengen	58
6.1.4	Ermittlung des Lastverlagerungspotenzials via Wärmepumpendaten	59
6.1.5	Smart Grid Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie	59
6.2	Marktentwicklung	60
6.2.1	Zukünftige Entwicklung	63
6.2.2	Kosten der Bauteilaktivierung	64
6.2.3	Förderungen	65
6.3	Technologiespezifische Informationen	67
6.4	Dokumentation von Datenquellen	68
<b>7</b>	<b>Marktentwicklung Innovative Speichersysteme</b>	<b>69</b>
7.1	Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden	69
7.2	Marktentwicklung	69
7.2.1	Entwicklung der Verkaufszahlen	69
7.2.2	Preise (UVP und erwarteter UVP)	70
7.3	Technologiespezifische Informationen	71
7.3.1	Technologiebeschreibung und technische Produktdaten	72
7.3.2	Beschäftigungseffekte (Umsatz, Arbeitsplätze)	75
7.3.3	Förderliche und hinderliche Aspekte	76
7.3.4	Ausblick: Erwartete Entwicklung der Speicherbranche	77
7.4	Technologiespezifische Schlussfolgerungen	78
7.5	Dokumentation der Datenquellen	79
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>80</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>82</b>
9.1	Abkürzungen	82

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> – Speicherkapazität in MWh von 2014 bis 2020 .....	12
<b>Abbildung 2</b> – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens.....	13
<b>Abbildung 3</b> – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials .....	14
<b>Abbildung 4</b> – Marktteilnehmer innovative Speichertechnologien in Österreich .....	15
<b>Figure 5</b> – Market development of PV battery storage systems in Austria until 2020 .....	18
<b>Figure 6</b> – Distribution of the total volume of tank water storage.....	19
<b>Figure 7</b> – Development of the grid-beneficial load shift potential .....	20
<b>Figure 8</b> – Market participants innovative storage technologies in Austria.....	21
<b>Abbildung 9</b> – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2020.....	28
<b>Abbildung 10</b> – Entwicklung der Einkaufspreise für PV-Speichersysteme in Österreich .....	30
<b>Abbildung 11</b> – Entwicklung der Systempreise für PV-Speichersysteme in Österreich .....	30
<b>Abbildung 12</b> – Geförderte PV-Speichersysteme je Bundesland .....	32
<b>Abbildung 13</b> – Entwicklung der durchschnittlichen Speichernutzkapazität in kWh.....	36
<b>Abbildung 14</b> – Installierte Speichersysteme nach Technologie von 2016 bis 2020.....	37
<b>Abbildung 15</b> – Installationstyp und Systemdesign der PV-Speichersysteme .....	38
<b>Abbildung 16</b> – Nah- und Fernwärmeverkauf von 2000 bis 2019.....	40
<b>Abbildung 17</b> – Kategorisierung der 200 größten erhobenen Wärmenetze.....	43
<b>Abbildung 18</b> – Kategorisierung aller erhobener Wärmenetze.....	44
<b>Abbildung 19</b> – Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen .....	45
<b>Abbildung 20</b> – Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen .....	45
<b>Abbildung 21</b> – Prozentuelle Verteilung der Speichererrichtungsjahre.....	46
<b>Abbildung 22</b> – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens .....	47
<b>Abbildung 23</b> – Jährlich verkaufte Wärmemenge je erhobenem Wärmenetz .....	48
<b>Abbildung 24</b> – Nutzung der installierten Speicherkapazitäten .....	49
<b>Abbildung 25</b> – Insgesamt erhobene Wärmespeicher nach der Speicherdauer.....	49
<b>Abbildung 26</b> – Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz.....	50
<b>Abbildung 27</b> – Verteilung der Preisangaben von 31 Behälterwasserspeichern .....	51
<b>Abbildung 28</b> – Einschätzung von Netzbetreibern zur Wichtigkeit von Wärmespeichern .....	53
<b>Abbildung 29</b> – Einschätzung von Netzbetreibern zum Umsetzungspotenzial.....	54
<b>Abbildung 30</b> – 11.000 m <sup>3</sup> Fernwärmespeicher der Wien Energie am Standort Simmering..	55
<b>Abbildung 31</b> – Ansicht des Quartiers „Viertel Zwei“ .....	55
<b>Abbildung 32</b> – Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich.....	61
<b>Abbildung 33</b> – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen.....	62
<b>Abbildung 34</b> – Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen.....	62
<b>Abbildung 35</b> – Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt.....	63
<b>Abbildung 36</b> – Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung .....	65
<b>Abbildung 37</b> – Marktteilnehmer innovative Speichertechnologien in Österreich .....	71
<b>Abbildung 38</b> – Akteur:innen in der Branche für innovative Speichertechnologien.....	75

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b> – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2020.....	28
<b>Tabelle 2</b> – Anzahl und nutzbare Speicherkapazität von PV-Speichersystemen.....	29
<b>Tabelle 3</b> – Investitionsförderungen für PV Speichersysteme im Jahr 2020 in Österreich .....	31
<b>Tabelle 4</b> – Investitionsförderung des Bundes und der Länder 2019 und 2020.....	32
<b>Tabelle 5</b> – Anzahl der geförderten PV-Speichersysteme in den Bundesländern.....	33
<b>Tabelle 6</b> – Geförderte Speicherkapazität in den Bundesländern von 2014 bis 2020 .....	33
<b>Tabelle 7</b> – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012 .....	34
<b>Tabelle 8</b> – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher .....	35
<b>Tabelle 9</b> – Technologien und deren Status in Österreich.....	75

# **1 Zusammenfassung**

## **1.1 Motivation, Methoden und Inhalt**

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 zentraler und dezentraler Energiespeicher erforderlich.

Österreich konnte im Jahr 2020 diesbezüglich auf einen historisch gewachsenen Bestand an hydraulischen Speicherkraftwerken mit einer Brutto-Engpassleistung von 8,8 GW und einer Brutto-Stromerzeugung von 14,7 TWh verweisen. Diese Speicherkapazität spielte bereits in der Vergangenheit bei der Optimierung des Kraftwerkseinsatzes und der Netzregelung eine zentrale Rolle. Im Zuge der Energiewende werden darüber hinaus jedoch weitere Speicherkapazitäten, sowohl im Strom-, als auch im Wärmebereich benötigt. Durch eine steigende Vernetzung von Sektoren entstehen dabei auch innovative Ansätze zur Umwandlung und Speicherung von Energie.

Die vorliegende Studie "Energiespeicher in Österreich – Marktentwicklung 2020" stellt die erstmalige systematische Erfassung und Dokumentation des Bestandes von Energiespeichern in Österreich dar. Untersucht wurden Photovoltaik-Batteriespeicher, Wärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen, die thermische Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden, sowie innovative Speicherkonzepte. Die Untersuchung basierte auf technologiespezifischen Literaturrecherchen, Experteninterviews, Auswertungen verfügbarer Statistiken und eigenen empirischen Datenerhebungen. Ein wesentlicher Aspekt der Untersuchung war die Konzeption und der Test von Erhebungs- und Analysemethoden, welche die Basis eines zukünftigen Speichermonitorings darstellen können.

## **1.2 Einleitung**

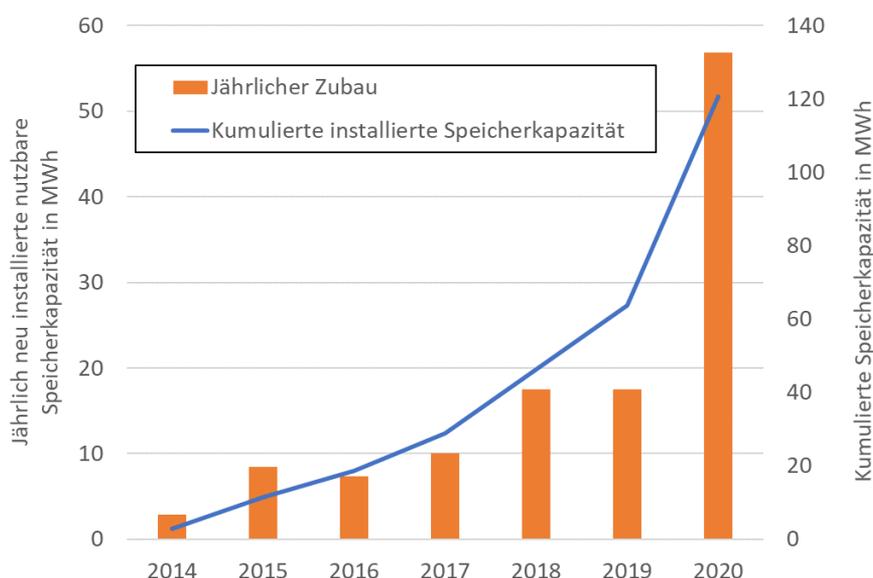
Energiespeicher haben in Österreich in Form von hydraulischen Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken eine lange Tradition. Darüber hinaus waren wasserbasierte Behälterspeicher in Nah- und Fernwärmesystemen auch schon vor dem Jahr 2000 etabliert und ermöglichten die Einsatzoptimierung der Kessel. Eine nennenswerte Marktdiffusion von Photovoltaik-Batteriespeichern setzte im Jahr 2014 ein und war vorrangig durch den Aspekt der Eigenverbrauchsmaximierung motiviert. Der systemdienliche Effekt der thermischen Aktivierung von Gebäudeteilen ist prinzipiell seit der Einführung entsprechender Schnittstellen bei Wärmepumpenaggregaten ab dem Jahr 2015 abrufbar. Innovative Energiespeicher wie Wasserstoffspeicher, Power to Gas, stationäre elektrische Speicher, Latentwärmespeicher und thermochemische Speicher befinden sich in einem frühen Stadium der Marktdiffusion oder noch im Stadium der Forschung und Entwicklung.

Der Stand des Innovations-Diffusionsprozesses von Speichertechnologien in Österreich ist technologiespezifisch somit stark unterschiedlich. Entsprechend unterschiedlich ist auch der mögliche kurz- bis mittelfristige Beitrag dieser Technologien zur Energiewende und der erforderliche energie- und forschungspolitische Rahmen zur weiteren Forcierung der Marktdiffusion.

### 1.3 PV-Speichersysteme

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 sowohl in Österreich als auch in Deutschland zunehmend zu einer Massenanwendung 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 2020 ergab die Erhebung einen Zubau von ca. 4.385 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 56,8 MWh. Davon wurden ca. 93,5 % mit Hilfe einer Förderung und 6,5 % ohne Fördermittel errichtet. Insgesamt wurden damit in Österreich seit 2014 11.908 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von ca. 120.594 kWh errichtet, siehe **Abbildung 1**.



**Abbildung 1 – Speicherkapazität in MWh von 2014 bis 2020**

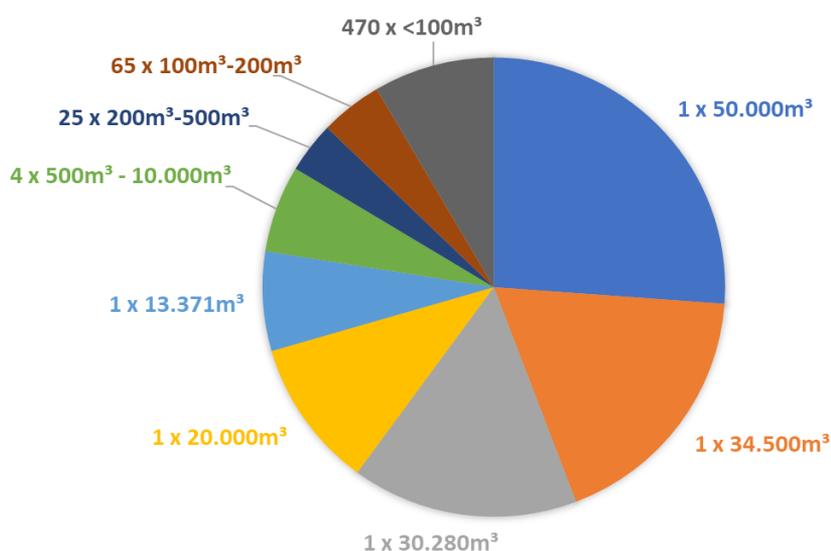
Quelle: Technikum Wien

Für das Jahr 2020 wurde für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme ein Preis von rund 914 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. MwSt. erhoben. Das bedeutet eine Preisreduktion um rund 9,6 % im Vergleich zu 2019 (1.011 EUR/kWh<sub>nutz</sub>).

## 1.4 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 2019 betrug die insgesamt in diesem Sektor verkaufte Wärmemenge rund 20,1 TWh und der Zuwachs konnte seit dem Jahr 2000 um 73 % gesteigert werden (Statistik Austria, 2019). Die Datenbasis für die gegenständlichen Analysen bildeten 875 erhobene Wärmenetze, die mit etwa 18,7 TWh rund 93 % der insgesamt verkauften Wärme ausmachen.

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 Flexibilitätselemente benötigt werden. Eine Möglichkeit derartige Flexibilität in Nah- und Fernwärmenetzen bereitzustellen bilden Wärmespeicher.

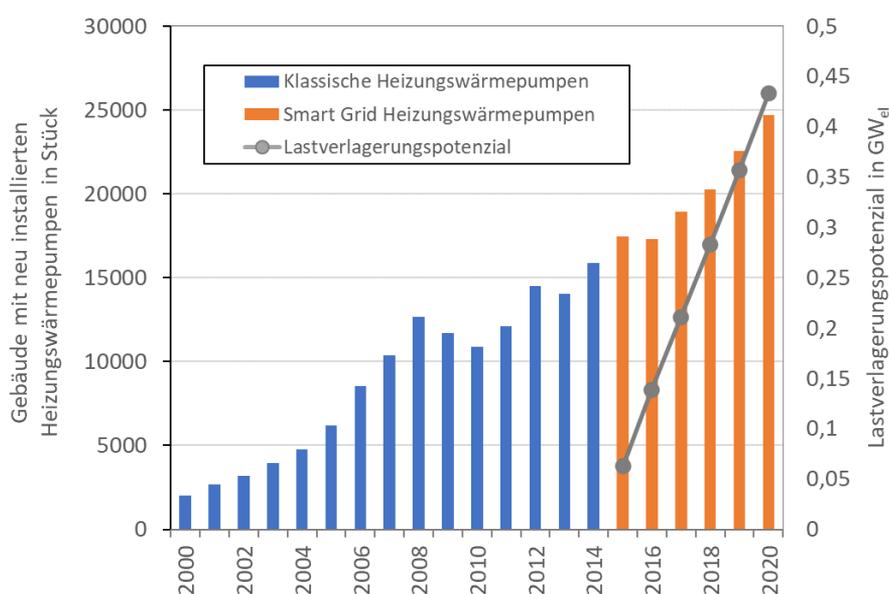


**Abbildung 2 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenem Wärmenetz. Datenbasis: 569 Wärmenetze**  
Quelle: AEE INTEC

Von den insgesamt 875 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 572 Wärmenetzen bereits Wärmespeicher als Flexibilitätselement installiert. In 569 Wärmenetzen wurde eine Gesamtanzahl von 840 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von rund 191.150 m<sup>3</sup> erhoben. Die Verteilung des Behälterspeichervolumens ist in **Abbildung 2** ersichtlich. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlich nutzbaren Temperaturdifferenz von 35 K ergibt sich für diesen Bestand eine gesamte Wärmespeicherkapazität von rund 7,8 GWh. Zusätzlich konnten in drei Wärmenetzen Erdsondenfelder mit einer gesamten Sondenlänge von 53,3 km als Quellspeicher für kalte Fernwärmenetze in Verbindung mit Wärmepumpen identifiziert werden.

## 1.5 Bauteilaktivierung

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. Wärmepumpen sind in Österreich ab dem Jahr 2015 mit einer entsprechenden Smart Grid Schnittstelle ausgestattet. Insgesamt waren dies am Ende des Jahres 2020 ca. 121.200 Gebäude, was einem Lastverlagerungspotenzial von ca. 0,43 GW<sub>el</sub> entspricht. Die Steigerung dieses Potenzials von 2019 auf 2020 betrug dabei ca. 20 %, siehe auch **Abbildung 3**.



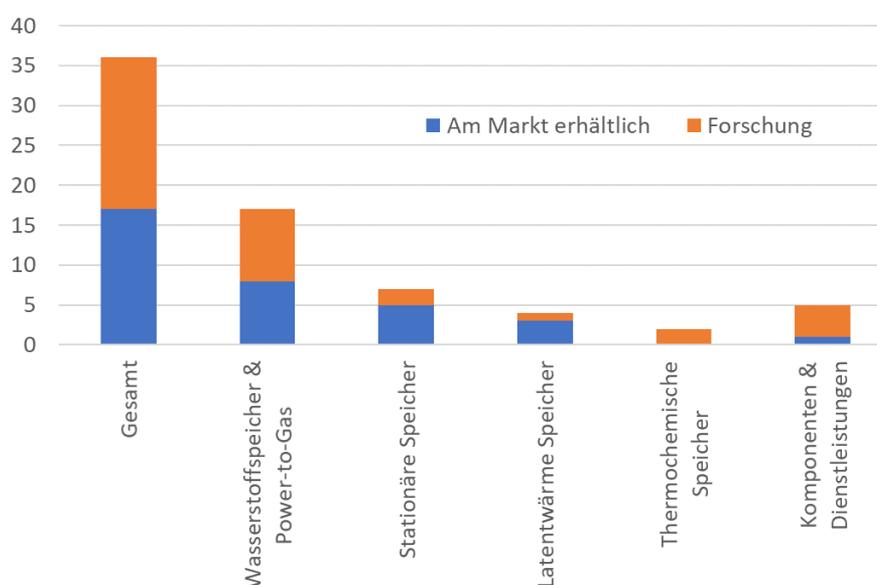
**Abbildung 3 – Entwicklung des netzdienlichen Lastverlagerungspotenzials**  
Jährlich neu mit klassischen und mit Smart Grid Heizwärmepumpen ausgestattete  
Gebäude in Stück und resultierendes Lastverlagerungspotenzial in GW<sub>el</sub>; Quelle: ENFOS

Die nationale Wertschöpfung aus der thermischen Aktivierung von Gebäudeteilen und Gebäuden ist schwer aus dem Geflecht des Gesamt-Energiesystems 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. Da selbst diese technologiespezifischen Komponenten eine Mehrfachnutzung aufweisen, ist eine Separierung der Wertschöpfung nicht möglich.

Der Umfang der möglichen systemdienlichen Effekte durch die Trägheit von Gebäudeheiz- und Kühllasten wird in Zukunft voraussichtlich stark anwachsen. Wesentliche Trends sind hierbei die steigende Energieeffizienz von Gebäuden, die starke Marktdiffusion von Smart Grid kompatiblen Wärmepumpenanlagen und die rasche Diffusion von Smart Metern. Mit einem steigenden Potenzial systemdienlicher Effekte ist dann auch die rasche Entwicklung von Geschäftsmodellen seitens der Netzbetreiber zu erwarten.

## 1.6 Innovative Energiespeicher

Zu den innovativen Speichersystemen zählt diese Marktstatistik: Wasserstoffspeicher & Power-to-Gas, innovative stationäre elektrische Speicher, Latentwärmespeicher und thermochemische Speicher. Insgesamt wurden 36 österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen ermittelt, welche innovative Speichertechnologien innerhalb dieser Technologiegruppen beforschen oder am österreichischen Markt anbieten. Zudem wird auch die Herstellung und Erforschung von Schlüsselkomponenten und Dienstleistungen, wie zum Beispiel die Überprüfung der Sicherheit, berücksichtigt. Die meisten Firmen und Forschungseinrichtungen beschäftigen sich mit Wasserstoffspeichern, gefolgt von innovativen stationären elektrischen Speichern. 17 Akteur:innen bieten ihre Speicher bereits am österreichischen Markt an, 19 beteiligen sich aktiv an deren Erforschung. Weitere Details sind in **Abbildung 4** ersichtlich.



**Abbildung 4 – Marktteilnehmer innovative Speichertechnologien in Österreich**  
Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen, welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten. Quelle: BEST

Die Verkaufszahlen von innovativen Speichern sind derzeit noch gering, allerdings wird ein Zuwachs in den nächsten Jahren erwartet. Gründe dafür werden fallende Preise für Speichersysteme und steigende Energiepreise sein. Im Jahr 2020 wurden in Österreich Mitarbeiter:innen, im Ausmaß von mindestens 40 VZÄ im Bereich innovative Speichersysteme, davon mindestens 5 VZÄ in der Brennstoffzellenforschung, mindestens 30 VZÄ im Bereich innovative stationäre elektrische Speicher und mindestens 6 VZÄ in der Forschung zu thermochemischen Speichern angestellt. Mit Ausnahme der thermochemischen Speicher, werden alle genannten Speichersysteme in Österreich auch am Markt zum Verkauf angeboten.

## 1.7 Schlussfolgerungen

Die Speicherung von Energie ist kein neues Thema. In klassischen fossil dominierten Energiesystemen spielt vor allem die stoffliche Bevorratung mit fossilen Energieträgern z. B. in Form von Kohlehalden, unterirdischen Erdgasspeichern und Öltanks eine wichtige Rolle. Der technische und ökonomische Aufwand für die quasi verlustfreie Speicherung der Sekundärenergieträger ist dabei meist gering. Motive der Versorgungssicherheit und der strategischen Reserven wurden spätestens seit der Liberalisierung der Energiemärkte durch ökonomische Aspekte erweitert oder ersetzt.

In einem nachhaltigen Energiesystem auf Basis erneuerbarer Energie erweitern sich die Anforderungen an Energiespeicher deutlich. Die stoffliche Speicherung z. B. von fester Biomasse auf Halde oder Wasser in Hochspeichern wird durch die Speicherung von Endenergie in Form von elektrischem Strom und Wärme ergänzt. Weiters ergibt sich durch den Systemwandel und die wachsende sektorale Vernetzung ein erweitertes Spektrum von Speicherkapazitäten, Speicherdauern und zusätzlichen Umwandlungsprozessen wie z. B. Power to X, die einfacher oder länger speicherbare Energieformen bereitstellen.

Die prinzipiellen qualitativen Anforderungen von Energiespeichern in einem zukünftigen nachhaltigen Energiesystem sind heute absehbar. Unklar ist jedoch, welcher Mix aus Bereitstellungstechnologien, Umwandlungsprozessen und Energiespeichern langfristig und gesellschaftlich optimal ist, da unterschiedliche Pfade zu einem solchen System führen können und zahlreiche Einflussgrößen kaum prognostizierbar sind. Ein "Fahrplan" für die Entwicklung und Marktdiffusion von Energiespeichern steht deshalb aktuell nicht zur Verfügung.

In Hinblick auf die nationalen Klima- und Energieziele 2030 (100 % erneuerbare Elektrizität bilanziell) und 2040 (weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems) besteht jedenfalls ein Bedarf an rasch ausbaubaren zusätzlichen Speicherkapazitäten. Um die Ziele in der zur Verfügung stehenden Zeit erreichen zu können, muss eine deutliche Steigerung der Diffusion von am Markt verfügbaren Speichertechnologien mit einer Intensivierung der Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen im innovativen Bereich Hand in Hand gehen. Entsprechende Innovationen betreffen dabei vor allem den Aspekt der Sektorkopplung, den Verkehrsbereich und bestimmte industrielle Prozesse.

Für eine optimale Ausgestaltung konkreter energie- und forschungspolitischer Instrumente zur Forcierung von Energiespeichern ist eine Definition von Entwicklungs- und Diffusionszielen erforderlich. Diese Ziele sollten unter Berücksichtigung des gesamten Energiesystems formuliert werden. Abgesehen von den Ausbauzielen für Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie ist hierbei eine Abstimmung mit dem Netzentwicklungsplan erforderlich, um auch netztopographisch bedingte regionale Anforderungen mit berücksichtigen zu können. Die auf dieser Basis definierten Maßnahmen müssen ihre Wirkung in Hinblick auf den knappen Zeitplan rasch und effektiv entfalten. Im Bereich der etablierten Speichertechnologien stellen entsprechend attraktive und ausreichend dotierte Marktanreizprogramme einen möglichen Zugang dar. Im Bereich der Innovationen sollte die national verfügbare Forschungskompetenz in Forschungseinrichtungen und Betrieben genutzt werden, um offene Forschungsfragen rasch abzuklären und Innovationen ehest möglich in das Pilot- und Demonstrationsstadium zu bringen. Ein wachsender Inlandsmarkt für Energiespeicher und ein Innovationsvorsprung eröffnen österreichischen Unternehmen schlussendlich ein großes Produktions- und Exportpotenzial.

## **2 Summary**

### **2.1 Motivation, methods and contents**

Energy storages are essential components of a sustainable energy system. The rise of renewable energy as for instance electricity from wind power, photovoltaics and hydropower or heat of solar thermal plants fluctuates spatially and temporally. In order to supply this rise of renewable energy if the percentage of renewables is increasing and the percentage of fossil energy is decreasing, growing capacities of central and decentralised energy storages are also necessary.

In this regard Austria could refer to a historically grown stock of hydraulic storage power plants with a gross bottleneck capacity of 8.8 GW and a gross electricity production of 14.7 TWh in 2020. This storage capacity already played a central role in the past when it came to optimizing the operation of power plants and the grid control. However, in the course of the energy transition further storage capacities are needed in the electricity sector as well as the heating sector. Through an increasing interconnection of sectors innovative approaches for the transition and storage of energy are thereby created.

The present study “Energy storages in Austria – market development 2020” displays the first systematic assessment and documentation of the stock of energy storages in Austria. Photovoltaic battery storages, heating storages in local heating networks and district heating networks, the thermal activation of building components and buildings as well as innovative storage concepts were investigated. The study was based on technologically specific literature research, interviews with experts, evaluations of available statistics and empirical data collection. An essential aspect of the study was the concept and test of survey and analysis methods which can be the basis of a future storage monitoring.

### **2.2 Introduction**

Energy storages have a long tradition in Austria in terms of hydraulic storages and pumped-storage power plants. Furthermore water-based container storages in local heating systems and district heating systems were already established before 2000 and made the operation optimisation of boilers possible. A considerable market diffusion of photovoltaic battery storages began in 2014 and was mainly motivated by the aspect of maximisation of the private consumption. The beneficial effect of the thermal activation of building parts is basically perceivable since the introduction of corresponding smart grid interfaces of thermal heat pump units since the year 2015. Innovative energy storages as hydrogen storage systems, power to gas, stationary electrical storages, latent heat storage systems and thermochemical storage systems are in an early phase of market diffusion or are still in a stage of research and development.

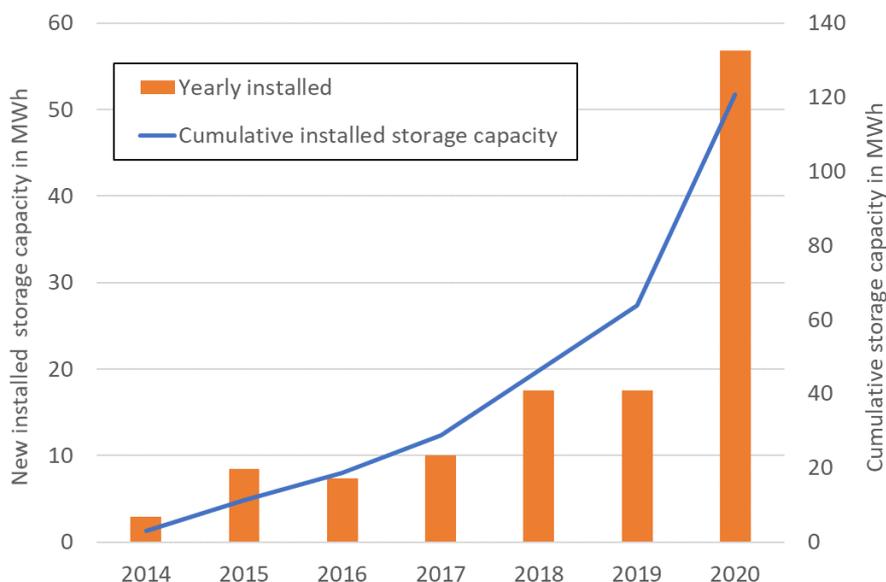
Consequently, the state of the innovation diffusion processes of storage technologies varies greatly in Austria. As a result, the possible short-term to medium-term contribution of these technologies to the energy transition and the necessary energy and research political framework for the further acceleration of the market diffusion also varies correspondingly.

## 2.3 PV battery storage systems

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

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

4,385 PV storage systems were installed in 2020, representing an installed capacity of 56.8 MWh (net capacity) of storage. Of these, 93.5 % received a subsidy and 6.5 % were installed without subsidies. Since 2014, a total of 11,908 PV storage systems with a net capacity of 120,6 MWh were installed see [Figure 5](#).



**Figure 5 – Market development of PV battery storage systems in Austria until 2020**

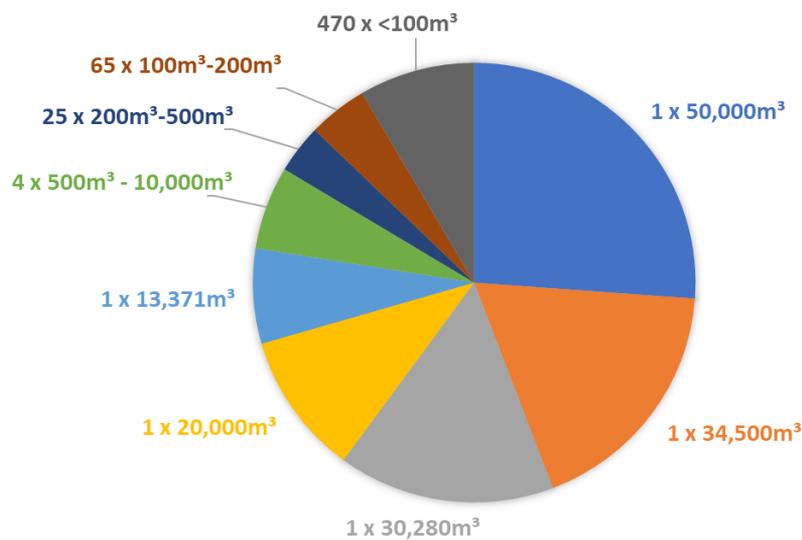
Source: Technikum Wien

The average price of battery storage for PV systems decreased 9.6 % from 1,011 EUR/kWh net capacity to 914 EUR/kWh net capacity. All prices are excl. VAT.

## 2.4 Large-scale heat storage in local and district heating systems

Austria has a long tradition of piped heat supply. While 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 started in smaller towns and villages from around 1990. In 2019, the total amount of heat sold in the whole sector was around 20.1 TWh and the growth has increased by 73% since 2000 (Statistik Austria, 2019). The data basis for the analyses in this report was formed by 875 surveyed heating networks, which, at around 18.7 TWh, account for around 93% of the total heat sold.

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 operation according to techno-economic criteria or for increased integration of fluctuating renewables and other waste heat. One possibility to provide such flexibility in local and district heating networks is heat storage.



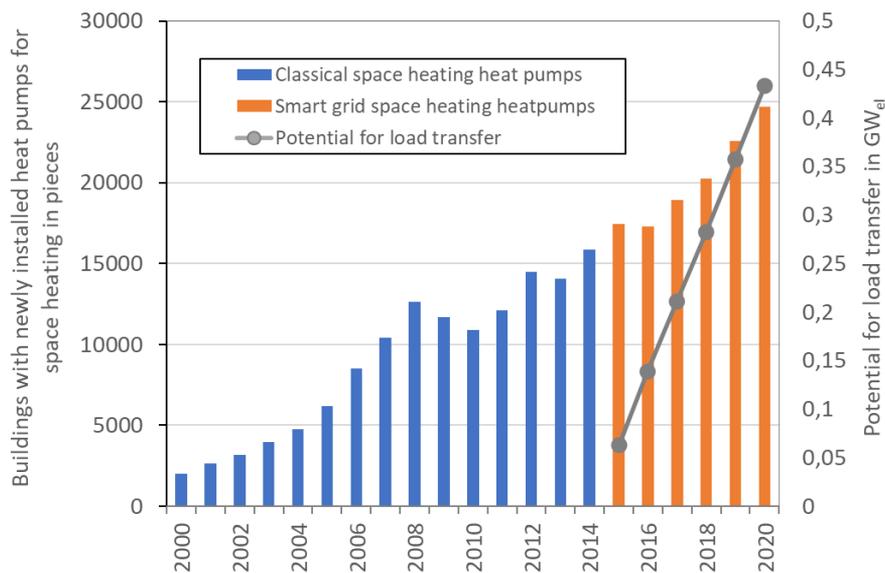
**Figure 6 – Distribution of the total volume of tank water storage per surveyed heating network. Data basis: 569 heating networks.**

Source: AEE INTEC

Of the total of 875 local and district heating networks surveyed, heat storage systems have already been installed as a flexibility element in 572 heating networks over the last 20 years. In 569 heating networks, a total number of 840 tank water storage systems with a total volume of about 191,150 m<sup>3</sup> were surveyed, which corresponds to a total heat storage capacity of about 7.8 GWh, taking into account an average usable temperature difference of 35 K. In addition, borehole storages with a total borehole length of 53.3 km were identified in three heating networks as source storage for cold district heating networks in connection with heat pumps.

## 2.5 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 network 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. Since 2015 heat pumps are fitted with a corresponding Smart Grid interface in Austria. At the end of the year 2020 there were thus approximately 121,000 buildings which corresponds to a load transfer potential of approximately 0.43 GW<sub>el</sub>. The increase of this potential from 2019 to 2020 was approximately 20 %, compare **Figure 7**.



**Figure 7 – Development of the grid-beneficial load shift potential**

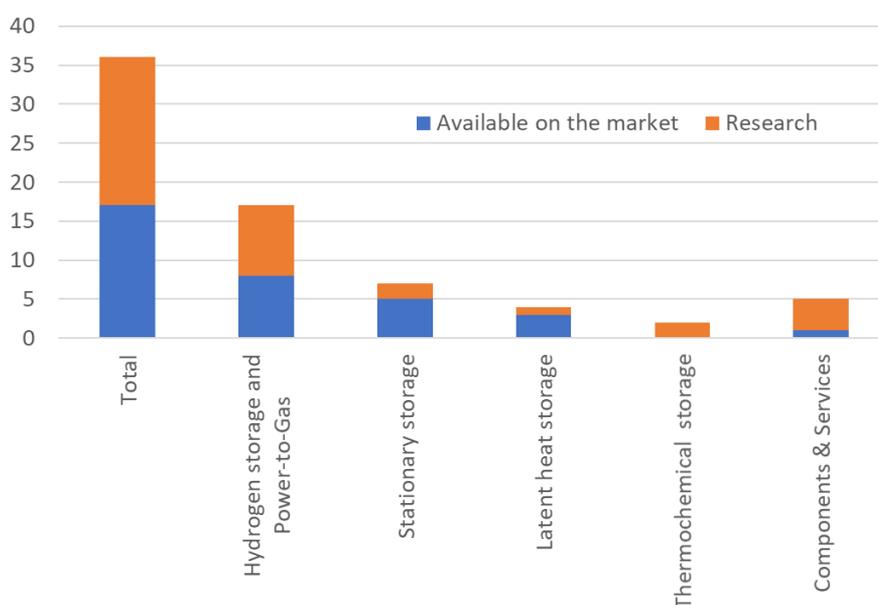
New buildings annually with classic and smart grid heating pumps in pieces and the resulting load shift potential in GW<sub>el</sub>. Source: ENFOS

It is difficult to separate the national added value of the thermal activation of building components and buildings from the network of the overall energy system. However, only an additional planning service is strictly technologically specific, if need be, an additional usage of plastic heat exchanger tubes as well as the Smart Grid interface of the heat pump installation respectively the Smart Meter of the network operator which makes the communication in the system possible. As even these technology specific components have multiple uses it is not possible to separate the added value.

The scope of the possible effects which are beneficial for the system through the thermal inertia of the heating and cooling load of buildings will presumably strongly increase in the future. Important tendencies are the growing energy efficiency of buildings, the strong market diffusion of Smart Grid compatible heat pump installations and the fast diffusion of Smart Meters. With a growing potential of effects beneficial to the system a fast development of business models of the network operators can be expected.

## 2.6 Market development of innovative storage systems

These market statistics include the following innovative storage systems: hydrogen storage & power-to-gas, innovative stationary electrical storage, latent heat storage and thermochemical storage. A total of 36 Austrian companies and research institutions was identified that research innovative storage technologies within these technology groups or offer them on the Austrian market. In addition, the production and research of key components and services, such as testing the safety of storage technologies, are also considered. Most companies and research institutions deal with hydrogen storage, followed by innovative stationary electrical storage. 17 of them already offer their storage systems on the Austrian market, 19 are actively involved in their research. Further details can be seen in **Figure 8**.



**Figure 8 – Market participants innovative storage technologies in Austria**  
Number of companies and research institutions researching or offering innovative storage technologies for the Austrian market. Source: BEST

The sales figures for innovative storage systems are currently still low, but an increase is expected in the next few years. The reasons for that development will be falling prices for storage systems and rising energy prices. In 2020, at least 40 FTEs were employed in Austria in the area of innovative storage systems, including at least 5 FTEs in fuel cell research, at least 30 FTEs in the area of innovative stationary electric storage and at least 6 FTEs in research on thermochemical storage. With the exception of thermochemical storage, all of the storage systems mentioned are offered in Austria.

## 2.7 Conclusions

The storage of energy is not a new topic. In classic fossil energy systems, the stocking up of material of fossil energy sources plays an important role for instance in terms of coal stocks, underground storages of natural gas and oil tanks. The technical and economic expense for the effectively loss-free storage of the secondary energy sources is mostly rather low. The motivations of security of supply and strategic reserves have been extended or substituted at the latest since the liberalisation of the energy markets.

In a sustainable energy system on the basis of renewable energy the requirements for energy storages are clearly increased. The material storage for instance as solid biomass or water in high storages is completed through the storage of final energy as electricity or heat. Furthermore, an expanded range of storage capacities, storage periods and additional transition processes as for example Power to X which provide easier and longer storable forms of energy arise due to the system change and the growing sectoral network.

The principal qualitative requirements of energy storages in a future sustainable energy system are nowadays foreseeable. However, it remains uncertain which mixture of provisioning technologies, transition processes and energy storages is socially optimal and ideal on the long-term as various paths can lead to such a system and numerous influencing variables are hardly predictable. Consequently, at the moment there is no “roadmap” for the development and market diffusion of energy storages.

In regard to the national climate- and energy targets 2030 (100 % renewable electricity balance) and 2040 (extensive decarbonisation of the energy system) there is a need for rapidly expandable additional storage capacities. In order to reach the targets in the available period of time there has to be a clear increase of the diffusion of the storage technologies available on the market together with an increase of the efforts in research and development in the innovative area. Corresponding innovations concern above all the aspect of integrated energy, the area of transport and certain industrial processes.

For an optimal design of concrete energy- and research political instruments for the promotion of energy storages a definition of development and diffusion targets is necessary. These targets should be expressed taking the total energy system into account. Apart from the expansion targets for the technologies for the use of renewable energy a coordination with the network development plan is necessary in order to consider network topographically caused regional requirements. The measurements defined on this basis have to show its effect quickly and effectively in regard to the tight time-schedule. In the area of the established storage technologies attractive and sufficiently remunerated market incentives are a possible approach. In the area of innovations, the national available research competence of research establishments and businesses should be used in order to quickly clarify open research questions and to integrate innovations into the pilot and demonstration stage as soon as possible. A growing domestic market for energy storages and an advance in innovations finally open a great production and export potential of Austrian enterprises.

### 3 Einleitung

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

Bezüglich Speicherung von erneuerbarer Energie konnte Österreich aufgrund seiner klimatischen und geomorphologischen Gegebenheiten bereits historisch eine große Speicherkapazität aufbauen. Zur Speicherung von elektrischem Strom standen im Jahr 2020 laut E-Control (2021) hydraulische Speicherkraftwerke mit einer Brutto-Engpassleistung von 8,8 GW und einer Brutto-Stromerzeugung von 14,7 TWh zur Verfügung. Diese Speicherkapazität spielte bereits in der Vergangenheit bei der Optimierung des Kraftwerkeinsatzes 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. Laut Berechnungen der BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH wurden in Österreich im Jahr 2020 51,7 TWh fester Biomasse genutzt, siehe Biermayr et al. (2021). Bei hypothetischen 2000 Volllaststunden pro Jahr entspricht dies einer Brennstoffleistung von 25,9 GW.

Laut Statistik Austria (2020) betrug der Anteil erneuerbarer Energie am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch im Jahr 2019 29,8 %. Die auf 100 % fehlenden 70,2 % waren fossile Energieträger. Im Wesentlichen Erdöl, Erdgas und Kohle – also auf relativ einfache Art stofflich speicherbare Energieträger mit einer hohen massen- und volumsspezifischen Energiedichte. In Szenarien zur Energiewende im Strom- und Wärmebereich wird offensichtlich, dass trotz der Berücksichtigung umfassender Effizienzsteigerungen eine massive Steigerung volatiler erneuerbarer Energiebereitstellung erforderlich ist, siehe Haas et al. (2017) und Kranzl et al. (2018). Die nationale Energiewende geht also zwangsläufig mit einem Ausbau von Speicherkapazitäten einher, auch wenn diese zu einem gewissen Teil durch ein intelligentes Lastmanagement substituiert werden können.

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 (Zitat):

#### **Stromspeicher:**

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

#### **Wärme- und Kältespeicher:**

- **Sensible Wärme (Nassdampf/Flüssigkeit/Feststoff):** nutzt die Wärmekapazität des Speichermediums. Der Speicherbetrieb (Be-/Entladen) ändert die Temperatur bzw. den Druck des Speichermediums, es findet jedoch keine Änderung des Aggregatzustands statt.
- **Latentwärme (anorganisch/organisch):** nutzt die Energie, die das Speichermedium beim Schmelzen aufnimmt bzw. beim Erstarren abgibt. Beim Phasenwechsel ändert

sich die Temperatur des Speichermediums kaum, was einen Speicherbetrieb bei annähernd konstanter Temperatur ermöglicht.

- **Thermochemische Enthalpie (Sorption/chemische Reaktion):** nutzen Sorptionsprozesse oder chemische Reaktionen. Letztere nutzen Energie, die beim Ablauf chemischer Reaktionen aufgenommen bzw. abgegeben wird. Beim Sorptionsspeicher 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“<sup>1</sup> des Klima- und Energiefonds dar, dessen Intention es ist, relevante Themen zur Weiterentwicklung 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 von Photovoltaik-Batteriespeichern, Thermischen Speichern in Nah- und Fernwärmenetzen, Bauteilaktivierungen und ausgewählten innovativen Energiespeichern als erster Versuch zu verstehen, ein Monitoring für Energiespeicher in Österreich zu schaffen. 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.

---

<sup>1</sup> <https://speicherinitiative.at/>

## 4 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 4.2.2** und **Kapitel 4.2.3** dargestellt. **Kapitel 4.2.4** gibt Aufschluss über die erhobenen Einkaufs- und Verkaufspreise. Die verfügbaren Förderinstrumente sind in **Kapitel 4.2.5** dokumentiert. In **Kapitel 4.4** werden die technologiespezifischen Details dargestellt.

### 4.1 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 2020 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 2020 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 2020 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.

## 4.2 Marktentwicklung

### 4.2.1 Rahmenbedingungen

Wie bereits in den Vorjahren war die Stimmung in Österreich in Bezug auf erneuerbare Energietechnologien auch im Jahr 2020 sehr positiv. Immer mehr Haushalte in Österreich sind sich der Wichtigkeit erneuerbarer Energietechnologien bewusst und glauben an eine nachhaltige Energieversorgung ohne fossile Energieträger (Hampl et al. 2021).

In diesem Kontext gewinnen PV-Speichersysteme zunehmend an Bedeutung. Dies zeigt der Umstand, dass bereits annähernd 75 % der Eigenheimbesitzer:innen, die eine PV-Anlage planen, auch über den Kauf eines Stromspeichers nachdachten (53 %) bzw. sich bereits dafür entschieden hatten (21 %).

Darüber hinaus waren im Jahr 2020 mehrere Förderungen für PV-Speichersysteme sowohl in den Bundesländern als auch auf Bundesebene verfügbar. Details dazu sind in **Kapitel 4.2.5** zu finden.

### 4.2.2 Entwicklung der Verkaufszahlen

Im Jahr 2020 wurden in Österreich 4.101 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 53.133 kWh mit Hilfe einer Förderung errichtet.

Neben den geförderten PV-Speichersystemen wurden in Österreich auch im Jahr 2020 PV-Speichersysteme ohne Förderung errichtet, da unter anderem Förderungen nicht in allen Bundesländern bzw. aufgrund zeitlicher und/oder budgetärer Einschränkungen nicht über das ganze Jahr hinweg verfügbar waren. Wie in den Vorjahren wurden Anzahl und Kapazität nicht geförderter PV-Speichersysteme auch 2020 mittels Befragung österreichischer PV-Planer und Errichter (n=18) ermittelt und anhand der 2020 geförderten PV-Speichersysteme hochgerechnet. Basierend auf dieser Hochrechnung wurden in Österreich im Jahr 2020 284 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 3.685 kWh ohne Förderung errichtet.

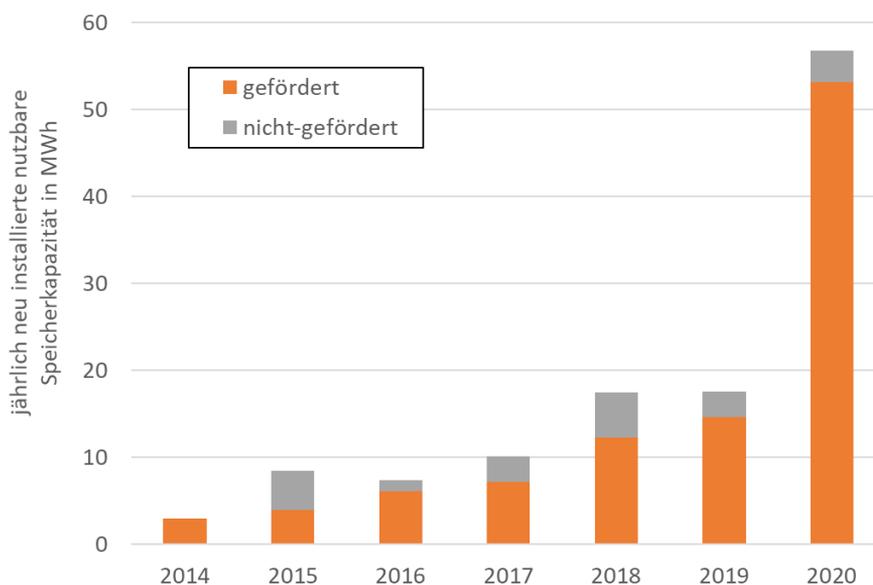
In Summe ergibt sich damit im Jahr 2020 ein Zubau von 4.385 PV-Speichersystemen mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 56.817 kWh. Verglichen mit den Verkaufszahlen des Jahres 2019 ist die neu installierte Speichernutzkapazität der 2020 in Österreich neu installierten PV-Speichersysteme deutlich von 17.532 kWh auf 56.817 kWh gestiegen (+224,1 %). Die Entwicklung der jährlich neu installierten Speichersysteme sowie der damit verbundenen Speichernutzkapazität ist in **Tabelle 1** dargestellt.

**Tabelle 1 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2020**  
Quelle: Technikum Wien

Jahr	Anzahl			Nutzbare Speicherkapazität in kWh		
	gefördert	nicht gefördert	Summe	gefördert	nicht gefördert	Summe
<b>2014</b>	422	0	<b>422</b>	2.900	0	<b>2.900</b>
<b>2015</b>	583	670	<b>1.253</b>	3.933	4.520	<b>8.453</b>
<b>2016</b>	564	119	<b>683</b>	6.078	1.283	<b>7.361</b>
<b>2017</b>	892	365	<b>1.257</b>	7.135	2.919	<b>10.054</b>
<b>2018</b>	1.434	605	<b>2.039</b>	12.292	5.185	<b>17.477</b>
<b>2019</b>	1.560	308	<b>1.868</b>	14.639	2.892	<b>17.532</b>
<b>2020</b>	4.101	284	<b>4.385</b>	53.133	3.685	<b>56.817</b>
<b>Veränderung 2019/2020</b>	<b>+ 162,9 %</b>	<b>- 7,7 %</b>	<b>+ 134,7 %</b>	<b>+ 262,9 %</b>	<b>+ 27,4 %</b>	<b>+ 224,1 %</b>

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

Wie in **Abbildung 9** ersichtlich wurden 93,5 % mit einer Förderung und 6,5 % ohne Förderung errichtet. Damit zeigt sich ein deutlicher Unterschied zum deutschen Speichermarkt, wo bereits im Jahr 2017 annähernd 80 % der neu installierten PV-Speichersysteme ohne Förderung errichtet wurden (Figgenger et al. 2018).



**Abbildung 9 – Jährlich neu installierte PV-Batteriespeicher von 2014 bis 2020 in Österreich geförderte und nicht geförderten Systeme.** Quelle: Technikum Wien

Von den im Jahr 2020 neu installierten Stromspeichern wurden ca. 76 % gemeinsam mit einer PV Anlage errichtet, der Rest (24 %) der neu installierten Speicherkapazität wurde bei bestehenden PV Anlagen nachgerüstet.

### 4.2.3 In Betrieb befindliche Anlagen

Die Gesamtleistung der in Betrieb befindlichen PV-Speichersysteme ergibt sich aus dem Gesamtbestand des Jahres 2019 sowie der im Jahr 2020 neu installierten Anlagen. Wie in **Tabelle 2** ersichtlich waren damit Ende 2020 11.908 PV Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 120.594 kWh in Betrieb. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Anstieg um etwa 89,1 % (2019: 63.776 kWh).

**Tabelle 2 – Anzahl und nutzbare Speicherkapazität von PV-Speichersystemen in Stück Anlagen und kWh von 2014 bis 2020 in Österreich**  
Quelle: Technikum Wien

Jahr	Anzahl in Stück Anlagen			Nutzbare Speicherkapazität in kWh		
	gefördert	nicht gefördert	Summe	gefördert	nicht gefördert	Summe
<b>2014</b>	422	0 *	<b>422</b>	2.900	0*	<b>2.900</b>
<b>2015</b>	1.005	670	<b>1.688</b>	6.833	4.520	<b>11.353</b>
<b>2016</b>	1.569	789	<b>2.388</b>	12.911	5.803	<b>18.714</b>
<b>2017</b>	2.461	1.154	<b>3.615</b>	20.045	8.722	<b>28.768</b>
<b>2018</b>	3.895	1.759	<b>5.654</b>	32.337	13.907	<b>46.245</b>
<b>2019</b>	5.455	2.067	<b>7.522</b>	46.977	16.799	<b>63.776</b>
<b>2020</b>	9.556	2.352	<b>11.908</b>	100.109	20.484	<b>120.594</b>
<b>Veränderung 2019/2020</b>	<b>+ 75,2%</b>	<b>+ 13,8 %</b>	<b>58,3 %</b>	<b>+ 113,1 %</b>	<b>+ 21,9 %</b>	<b>+ 89,1 %</b>

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

### 4.2.4 Entwicklung der Einkaufs- und Systempreise

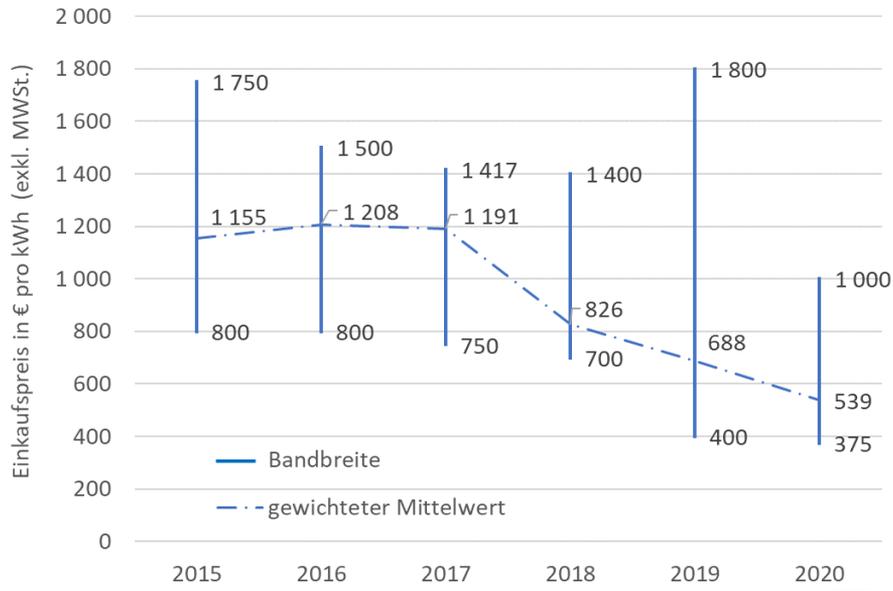
**Abbildung 10** und **Abbildung 11** zeigen die Entwicklung der Einkaufs- und Verkaufspreise für Batteriespeichersysteme österreichischer PV-Planer und Errichter sowie deren Bandbreite von 2015 bis 2020. Bei der Berechnung des Mittelwertes wurde jeweils die installierte Speicherkapazität der Anlagenplaner und -errichter mitberücksichtigt (gewichteter Mittelwert).

**Einkaufspreise:** **Abbildung 10** zeigt die Entwicklung der Einkaufspreise österreichischen Anlagenplaner und -errichter für PV-Speichersysteme (Lithium-Ionen-Technologie, inkl. Wechselrichter) in Österreich pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 20 %. Auch im Jahr 2020 sank der Mittelwert der genannten Einkaufspreise für PV-Speichersysteme deutlich und betrug im 539 EUR/kWh (-21,7 % im Vergleich zum Vorjahr bzw. -34,7 % im Vergleich zu 2018).

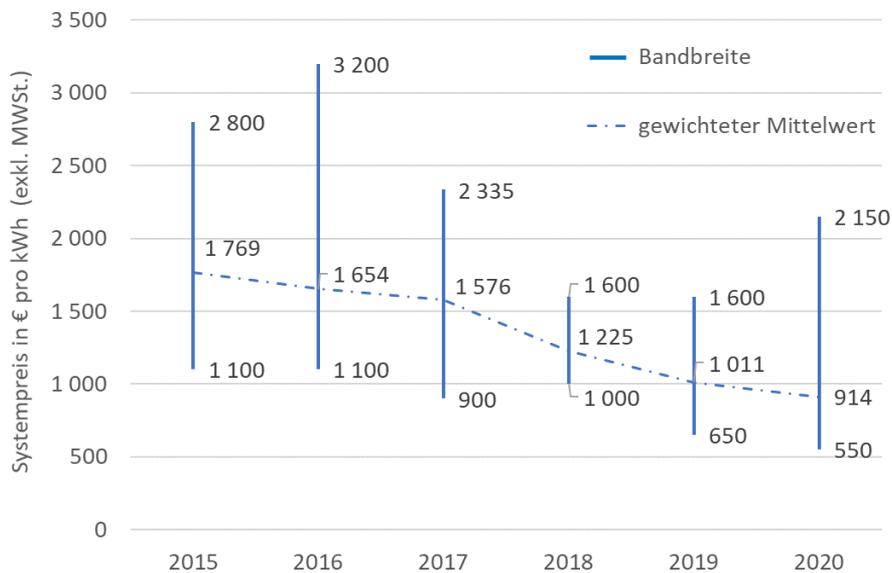
**Systempreise:** **Abbildung 11** zeigt die Entwicklung der Systempreise (Mittelwert und Bandbreite) für PV-Speichersysteme (Lithium-Ionen-Technologie) in Österreich pro kWh nutzbare Speicherkapazität. Die angegebenen Systempreise beziehen sich jeweils auf schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme (inkl. Leistungselektronik, Montage und Installation) und verstehen sich exkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 20 %.

Für das Jahr 2020 wurde für schlüsselfertig installierte PV-Speichersysteme ein Preis von rund 914 EUR pro kWh nutzbare Speicherkapazität exkl. MwSt. erhoben. Das bedeutet eine Preisreduktion von rund 9,6 % im Vergleich zu 2019 (1.011 EUR/kWh<sub>nutz</sub>), wie in **Abbildung 11** ersichtlich.

## Energiespeicher in Österreich – Marktentwicklung 2020



**Abbildung 10** – 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.  
Quelle: Technikum Wien



**Abbildung 11** – 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  
Quelle: Technikum Wien

#### 4.2.5 Förderinstrumente

Wie in den Vorjahren waren auch im Jahr 2020 unterschiedliche Förderungen für Stromspeicher in den Bundesländern und auch auf Bundesebene verfügbar. **Tabelle 3** gibt einen Überblick über die verfügbaren Förderprogramme für PV-Speichersysteme in Österreich für das Jahr 2020. Dabei wurden folgende Fördermöglichkeiten berücksichtigt und für den vorliegenden Marktbericht analysiert:

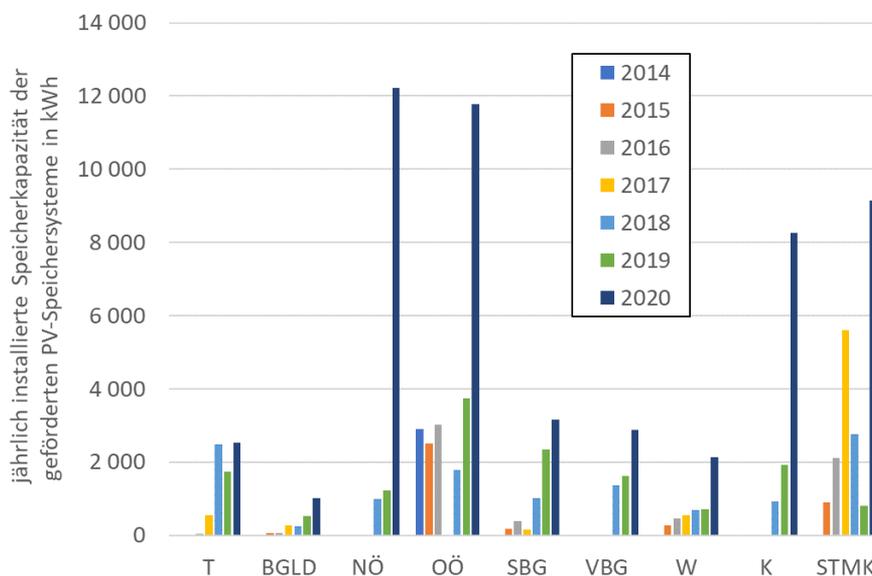
- Investitionsförderungen der Bundesländer
- Investitionsförderungen des Klima- und Energiefonds  
Abwicklung: Kommunalkredit Public Consulting (KPC)
- Investitionsförderung bei PV-Anlagen und Stromspeicher (§ 27a ÖSG 2012)  
Abwicklung: Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG)
- AWS Investitionsprämie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

**Tabelle 3 – Investitionsförderungen für PV Speichersysteme im Jahr 2020 in Österreich**  
**Förderungen der Bundesländer, des Klima- und Energiefonds und der OeMAG**

Förderstelle	Förderprogramm	Förderhöhe		Kapazität bis	Technologie des Speichers	Sonstiges	
		%	€/kWh	kWh			
OeMag	Investitionsförderung gemäß § 27a ÖSG 2012	30	200	50	keine Einschränkung	-	
Klien - Klima und Energiefonds	Investitionsförderung - Land und Forstwirtschaft	30	0 bis 5. kWh	350	abhängig von der Größe der PV Anlage, max. 3 kWh/kWp	keine Bleispeicher	-
			5. bis 10. kWh	300			
			10. bis 20. kWh	280			
			>20 kWh	250			
Klien - Klima und Energiefonds	Investitionsförderung - Klima und Energiemodellregion	30	0 bis 5 kWh	400	abhängig von der Größe der PV Anlage, max. 3 kWh/kWp	keine Bleispeicher	Sollte der Speicher über eine Notstromfunktionalität zur Aufrechterhaltung von kritischer Infrastruktur verfügen, ist ein Zuschlag von 100 Euro/kWh möglich
			5 bis 10 kWh	350			
			10 bis 25 kWh	300			
			>25 kWh	250			
Burgenland	Landesförderung BGLD	30	275	5	Lithium-Ionen und Blei Säure/ Blei Gel	-	
Kärnten	KTN Bundeweite Investitionsförderung	50	350	10	Lithium-Ionen	Max. 3500 € pro Anlage	
Niederösterreich	Kein Förderprogramm verfügbar						
Oberösterreich	Kein Förderprogramm verfügbar						
Salzburg	Energieförderung, Wirtschaftsförderung	30	600	6	Lithium-Ionen		
Steiermark	Kein Förderprogramm verfügbar						
Tirol	Sonderförderprogramm	70	1200	k.A.	Lithium-Ionen	-	
Vorarlberg	Landesförderung VBG	40	350	8	keine Einschränkung	Max. 2800 € pro Anlage	
Wien	Investitionsförderung für stationäre Stromspeicher	30	500	private Anlagen	5	Lithium-Ionen	Max. Zuschuss: € 5.000 für betriebliche Anlagen, € 2.500 für private Anlagen
				betriebliche Anlagen	10		

In Summe konnten im Jahr 2020 in Österreich 4.101 PV-Speichersysteme mit einer kumulierten nutzbaren Speicherkapazität von 53.133 kWh mit Unterstützung der verfügbaren Förderungen errichtet werden. **Tabelle 4** bzw. **Abbildung 12** zeigen die jährlich neu installierte Speicherkapazität der geförderten PV-Speichersysteme je Bundesland für die Jahre 2014 bis 2020.

## Energiespeicher in Österreich – Marktentwicklung 2020



**Abbildung 12 – Geförderte PV-Speichersysteme je Bundesland**  
Jährlich neu installierte Speicherkapazität der im Rahmen der verfügbaren Förderprogramme errichteten PV-Speichersysteme für die Jahre 2014 bis 2020.  
 Quelle: Technikum Wien

Dabei wurden nicht nur die Investitionsförderungen der Bundesländer, sondern auch die verfügbaren Bundesförderungen berücksichtigt. Mit 879 geförderten PV-Speichersystemen mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 12.226 kWh liegt NÖ an der Spitze, gefolgt von OÖ (854 Speicher, 11.778 kWh), der Steiermark (735 Speicher, 9.145 kWh), Kärnten (708 Speicher, 8.253 kWh), Salzburg (253 Speicher, 3.170 kWh), Vorarlberg (216 Speicher, 2.879 kWh) und Tirol (202 Speicher, 2.528 kWh).

**Tabelle 4 – Investitionsförderung des Bundes und der Länder 2019 und 2020**  
 Quellen: OeMAG, Klima- und Energiefonds, KPC GmbH, Landesförderstellen, Statistik Austria (2021) und Berechnung/Erhebung Technikum Wien

Bundesländer		BGLD	K	NÖ	OÖ	S	STMK	T	VBG	W	Summe	Gesamte installierte Kapazität
												kWh
Ohne Förderung installierte Kapazität	kWh										3.685	56.817
<b>Investitionsförderung gesamt 2020</b>	kWh	1.022	8.253	12.226	11.778	3.170	9.145	2.528	2.879	2.131	53.133	
Anteil an der gesamten geförderten Kapazität 2020	%	2%	16%	23%	22%	6%	17%	5%	5%	4%		
Wh/Kopf 2020		3,5	14,7	7,3	7,9	5,7	7,3	3,3	7,2	1,1		
Investitionsförderung gesamt 2019	kWh	535	1.919	1.230	3.738	2.334	799	1.739	1.626	719	14.639	
Investitionsförderung gesamt: Veränderung in kWh zwischen 19/20		52,4%	23,3%	10,1%	31,7%	73,6%	8,7%	68,8%	56,5%	33,7%		
Investitionsförderung OeMAG 2020	kWh	629	572	9861	9211	209	6824	2172	2551	933	32.961	
Investitionsförderung KLIEN 2020	kWh	94	330	2365	2567	122	2321	292	23	0	8.114	
Investitionsförderung der Länder 2020	kWh	299	7.351	0	0	2.840	0	64	305	1.198	12.057	

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 2020 in mehreren Bundesländern Investitionsförderungen für Stromspeichersysteme verfügbar. So konnten beim Kauf eines PV-Speichersystems mit Ausnahme der Bundesländer Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark länderspezifische Investitionsförderungen zwischen 200 und 1.200 EUR/kWh<sub>nutz</sub> in Anspruch genommen werden. Details dazu sind in **Tabelle 3** dokumentiert.

**Tabelle 5 – Anzahl der geförderten PV-Speichersysteme in den Bundesländern von 2014 bis 2020; Quellen: Landesförderstellen und Berechnungen Technikum Wien**

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
<b>2014</b>	0	0	0	422	0	0	0	0	0	<b>422</b>
<b>2015</b>	15	0	0	362	34	135	0	0	37	<b>583</b>
<b>2016</b>	15	0	0	432	55	309	7	0	72	<b>890</b>
<b>2017</b>	61	0	0	0	27	22	81	0	74	<b>265</b>
<b>2018</b>	37	93	0	33	149	332	299	28	68	<b>1.039</b>
<b>2019</b>	85	205	0	205	226	0	299	121	89	<b>1.230</b>
<b>2020</b>	58	661	0	0	240	0	8	33	115	<b>1.115</b>
<b>Gesamt</b>	271	959	0	1.454	731	798	694	182	455	<b>5.544</b>

**Tabelle 6 – Geförderte Speicherkapazität in den Bundesländern von 2014 bis 2020  
Quellen: Landesförderstellen und Berechnungen Technikum Wien**

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
<b>2014</b>	0	0	0	2.900	0	0	0	0	0	<b>2.900</b>
<b>2015</b>	69	0	0	2.508	175	911	0	0	270	<b>3.933</b>
<b>2016</b>	69	0	0	3.024	382	2.101	33	0	469	<b>6.078</b>
<b>2017</b>	272	0	0	0	160	105	540	0	554	<b>1.632</b>
<b>2018</b>	169	848	0	704	998	2.370	2.375	257	592	<b>8.313</b>
<b>2019</b>	410	1.811	0	2.596	2.325	0	1.600	1.175	690	<b>10.607</b>
<b>2020</b>	299	7.351	0	0	2.840	0	64	305	1.198	<b>12.057</b>
<b>Gesamt</b>	1.289	10.010	0	11.732	6.880	5.487	4.612	1.737	3.773	<b>45.520</b>

**Tabelle 5** und **Tabelle 6** zeigen Anzahl und Speicherkapazität der im Rahmen der Investitionsförderung der Bundesländer geförderten PV-Speichersysteme von 2014 bis 2020. In Summe wurden im Jahr 2020 1.115 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 12.057 kWh gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Zuwachs der geförderten Speicherkapazität von 13,67 % (2019: 10.607 kWh).

### Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012

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

**Tabelle 7** zeigt Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der im Rahmen der Investitionsförderung gemäß §27a geförderten PV-Speichersysteme von 2018 bis 2020. In Summe wurden im Jahr 2020 2.480 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 32.961 kWh gefördert. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet das einen Zuwachs der geförderten Speicherkapazität von 717,5 % (2019: 4.032 kWh).

**Tabelle 7 – Details zur Investitionsförderung gemäß §27a ÖSG 2012**  
Anzahl, Speicherkapazität sowie Fördersumme der geförderten PV-Speichersysteme für  
2018 bis 2020, Quellen: OeMAG und Berechnungen Technikum Wien

	2018	2019	2020	Veränderung 2019/2020
<b>Anzahl geförderter PV-Speichersysteme</b>	395	330	2.480	<b>+ 652 %</b>
<b>Geförderte nutzbare Speicherkapazität in kWh</b>	3.979	4.032	32.961	<b>+ 717,50 %</b>
<b>Fördersumme in EUR</b>	2.046.010	2.806.857	7.257.700	<b>+ 158,57 %</b>

### Details zur Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds

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

**Tabelle 8** zeigt Anzahl und Speicherkapazität der im Rahmen der Investitionsförderung des Klima- und Energiefonds geförderten PV-Speichersysteme des Jahres 2020 in den Bundesländern. Zählkriterium für alle Angaben ist das Datum der Endabrechnung.

Deutlich zu erkennen ist, dass auch im Jahr 2020 die meisten Antragsteller aus den Bundesländern Niederösterreich, der Steiermark und Oberösterreich kamen. In Summe

wurden im Jahr 2020 512 PV-Speichersysteme mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 8.114 kWh gefördert.

**Tabelle 8 – Durch den Klima- und Energiefonds geförderte PV-Batteriespeicher  
Anzahl und nutzbare Speicherkapazität je Bundesland im Jahr 2020;**

**Quellen: Klima- und Energiefonds, Förderleitfäden 2019 und 2020, KPC GmbH und  
Berechnungen Technikum Wien**

	B	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	T	VBG	W	Summe
<b>Anzahl</b>	5	22	142	148	6	169	19	1	0	<b>512</b>
<b>Kapazität in kWh</b>	94	330	2.365	2.567	122	2.321	292	23	0	<b>8.114</b>

### Details zur Investitionsprämie

Zusätzlich zu den Bundes- und Landesförderungen konnten juristische Personen wie z. B. Unternehmen oder Gemeinden im Jahr 2020 die Investitionsprämie des AWS (Austria Wirtschaftsservice) in Höhe von 14 % beantragen. Projekte konnten ab September 2020 laufend eingereicht werden. Im Rahmen der Marktstatistik werden diese Anlagen jedoch erst im Erhebungsjahr 2021 berücksichtigt.

## 4.3 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 aktuell primär von Forschungsprojekten bzw. einzelnen Demonstrationsanlagen getragen wird.

So haben sich in den letzten Jahren zahlreiche Forschungsprojekte mit netz- und systemdienlichen Einsatzmöglichkeiten von (größeren) Batteriespeichersystemen, unter anderem als Gemeinschaftsspeicher in Energiegemeinschaften, beschäftigt und dabei auch mehrere Demonstrationsanlagen in unterschiedlichen Größenordnungen in Österreich umgesetzt. Beispielhaft erwähnt seien hier die Forschungsprojekte „LEAFS“ und „BatterieSTABIL“. Im Projekt „LEAFS - Integration of Loads and Electric Storage Systems into Advanced Flexibility Schemes for LV Networks“ wurde in der Gemeinde Heimschuh ein Gemeinschaftsspeicher mit einer Kapazität von 100 kWh errichtet und dessen aktive, netz- und marktgetriebene Steuerung im Realbetrieb getestet.<sup>2</sup> Im Forschungsprojekt „BatterieSTABIL - Batteriespeicher im multimodalen Betrieb für Netzdienstleistungen und Netzstabilisierung“ wurde im Jahr 2017 im Umspannwerk Prottes ein Batteriespeicher mit einer Speicherkapazität von 2,2 MWh und einer Leistung von 2,5 MW installiert, mit dem Ziel unterschiedliche Systemdienstleistungen zur Systemstabilisierung in Stromnetzen mit hohem Anteil an erneuerbarer Energieeinspeisung zu testen<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Nähere Informationen zum Projekt LEAFS: [www.https://www.ait.ac.at/leafs](https://www.ait.ac.at/leafs)

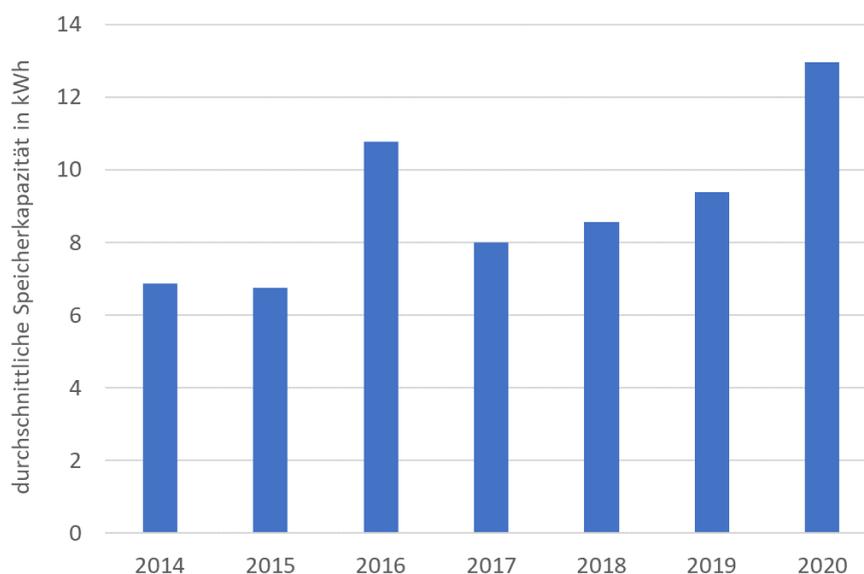
<sup>3</sup> Nähere Informationen zum Projekt BatterieSTABIL: <https://www.evn.at/EVN-Group/Energie-Zukunft/Zukunftsprojekte/Batteriespeicher.aspx>

Zunehmend werden jedoch bereits auch erste Demonstrationsanlagen außerhalb von Forschungsprojekten errichtet. Beispielhaft erwähnt sei hier die „BlueBattery“, die 2020 beim Donaukraftwerk Wallsee-Mitterkirchen von der Verbund AG installiert wurde. Der mit einer Kapazität von 14,2 MWh und einer Leistung von 8 MW aktuell größte Batteriespeicher in Österreich wird zur Netzstützung durch die Lieferung von Primärregelenergie eingesetzt.<sup>4</sup>

## 4.4 Technische Systemeigenschaften der geförderten PV-Speichersysteme

### 4.4.1 Durchschnittliche Speicherkapazität

Für das Jahr 2020 wurde eine durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität von ca. 13 kWh pro Stromspeicher erhoben, was eine Zunahme von 38,06 % im Vergleich zum Jahr 2019 (9,38 kWh) bedeutet. Damit setzt sich der Trend der letzten Jahre zu größeren Batteriekapazitäten im Jahr 2020 weiter fort, wie in **Abbildung 13** ersichtlich.



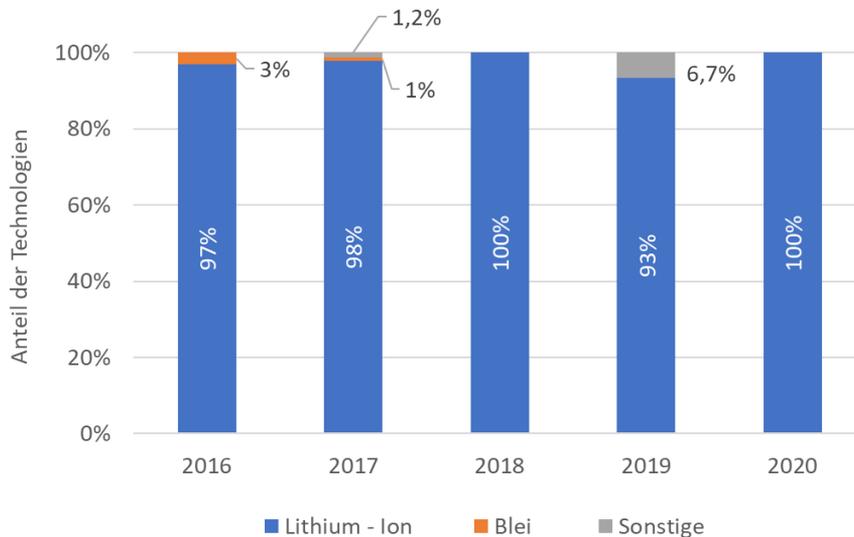
**Abbildung 13** – Entwicklung der durchschnittlichen Speichernutzkapazität in kWh der in den Jahren 2014 bis 2020 in Österreich neu installierten, geförderten PV-Speichersysteme. Quelle: Technikum Wien

### 4.4.2 Batterietechnologie

In **Abbildung 14** werden die ermittelten Anteile der unterschiedlichen installierten Batteriespeichertechnologien von 2016 bis 2020 dargestellt. Nicht nur im Jahr 2020, 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 nahezu halbiert hat. Auch der Einfluss der Förderungen

<sup>4</sup> Nähere Informationen zur BlueBattery: <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/news-presse/presse/2020/09/17/blue-battery-eroeffnung>

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.

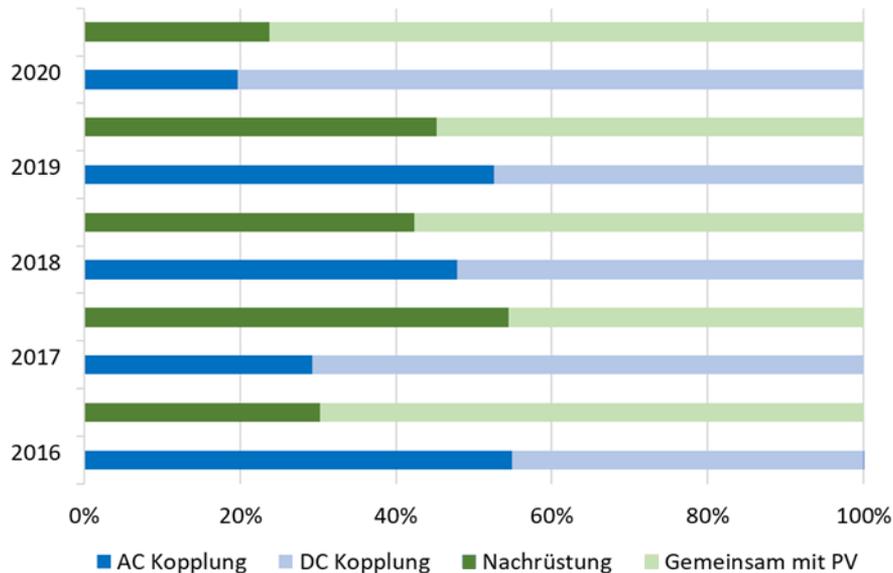


**Abbildung 14 – Installierte Speichersysteme nach Technologie von 2016 bis 2020**  
 2015 keine Erhebung, Anzahl der Nennungen: 2016: n=16, 2017: n=19, 2018: n=12, 2019: n=19, 2020: n = 17; Quelle: Technikum Wien

#### 4.4.3 Art der Speicherinstallation und Systemdesign

**Abbildung 15** gibt einen Überblick über die Art der Speicherinstallation und das Systemdesign der installierten PV-Speichersysteme der Jahre 2016 bis 2020. In Blau ist dabei der Anteil an gleichspannungs- (DC) bzw. wechelspannungsseitig (AC) gekoppelten Speichersystemen dargestellt. Im Vergleich zum Vorjahr (2019: 47 %) stieg der Anteil an DC-gekoppelten Systemen im Jahr 2020 deutlich (ca. 80 %) und überwiegt damit deutlich den Anteil der AC-gekoppelten Systeme (ca. 20 %). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Art der Speicherinstallation (in Grün), wo 2020 76 % der installierten PV-Speichersysteme gemeinsam mit einer PV-Anlage installiert wurden. Auch hier konnte ein deutlicher Zuwachs im Vergleich zum Vorjahr erzielt werden (2019: 55 %).

Der Vergleich der beiden Kennzahlen legt dabei den Schluss nahe, dass bei neuinstallierten Komplettsystemen (PV und Speicher werden gleichzeitig installiert) primär DC-gekoppelte Systeme zum Einsatz kommen, während bei nachträglich installierten PV-Speichersystemen in erster Linie AC-gekoppelte Systeme eingesetzt werden. Dies ist insofern plausibel, da sich AC-gekoppelte Systeme grundsätzlich besser zur flexiblen Nachrüstung von bestehenden PV-Anlagen eignen, da sie aufgrund des zusätzlichen Batteriewechselrichters unabhängig von der PV-Anlage dimensioniert und installiert werden können (Figgner et al. 2018).



**Abbildung 15 – Installationstyp und Systemdesign der PV-Speichersysteme**  
Anteile an den jeweils in den Jahren 2016 bis 2020 installierten PV-Speichersysteme.  
Anzahl der Nennungen: 2016: n=16, 2017: n=19, 2018: n=12, 2019: n=19, 2020: n = 17.  
Quelle: Technikum Wien

#### 4.5 Dokumentation der Datenquellen

In diesem Kapitel werden die Firmen, welche aufgrund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung der Speicher-Marktstatistik 2020 berücksichtigt werden konnten, aufgelistet. Im Erhebungsjahr 2021 wurden insgesamt ca. 250 Firmen und Institutionen befragt, wobei die Rücklaufquote bei ca. 15 % lag.

Knapp 35 Firmen und Institutionen, die im Folgenden aufgelistet werden, konnten auf Grund ihrer Datenmeldung bei der Erstellung des Marktberichts für 2020 berücksichtigt werden. Diese Unternehmensbefragungen wurden nicht mit dem Ziel durchgeführt, eine vollständige quantitative Erfassung des PV-Speicher Marktes in Österreich zu erreichen, sondern dazu, um einen vertiefenden Einblick in den Markt zu erhalten und diverse Entwicklungen und Trends entsprechend qualitativ abzusichern. Folgende Institutionen und Firmen trugen durch Datenlieferungen zur vorliegenden Studie bei:

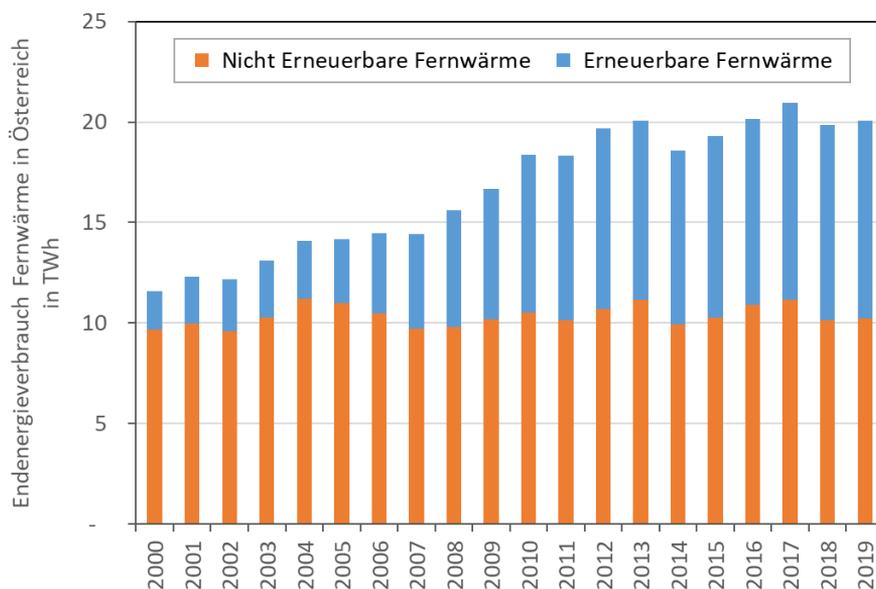
- Amt der Burgenländischen Landesregierung
- Amt der Kärntner Landesregierung
- Amt der NÖ Landesregierung
- Amt der Tiroler Landesregierung
- Amt der Vorarlberger Landesregierung
- ATB-Becker Photovoltaik GmbH
- Blue Sky Energy
- BMI Austria GmbH
- DAfi GmbH
- DOMA Solartechnik GmbH
- ECuSol GmbH
- ekt – Elektro und Kommunikationstechnik
- Energie Agentur Steiermark GmbH

- Energieinstitut an der JKU
- Endorado GmbH
- ESZ Gas-Wasser-Heizung GmbH
- ETECH Schmid u. Pachler Elektrotechnik GmbH & CoKG
- Matech - Martin Aichinger
- Klima- und Energiefonds
- Kommunalkredit Public Consulting GmbH
- Land Salzburg - Referat Energiewirtschaft und -beratung
- MA20 der Stadt Wien
- marasolar GmbH
- Muckenhumer-Haustechnik
- OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
- Ökosolar PV GmbH
- OÖ Energiesparverband
- raymann kraft der sonne photovoltaikanlagen gmbh
- RG-Sonnenstrom GmbH
- Schellmann Elektrotechnik-Photovoltaik
- Schlaustrom GmbH
- SED TRADING GmbH
- Stadtwerke Kapfenberg GmbH
- Suntastic.Solar Handels GmbH.

## 5 Marktentwicklung Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmesystemen

In Österreich besitzt die leitungsgebundene Wärmeversorgung eine lange Tradition. Wurden vor 50 bis 70 Jahren Fernwärmeversorgungen auf Basis fossiler Energieträger und KWK-Anlagen in großen österreichischen Städten umgesetzt, startete ab ca. 1990 die Umsetzung sogenannter Nahwärmenetze auf Basis fester Biomasse in kleineren Städten und Dörfern. Im Jahr 2019 betrug die Fernwärmegenerierung rund 23,6 TWh, die verkaufte Wärmemenge rund 20,1 TWh und die Verteilverluste durchschnittlich rund 15 % (Statistik Austria, 2019).

Rund 44 % der Wärmemenge werden von privaten Haushalten abgenommen, rund 40% von öffentlichen Gebäuden, rund 14 % von Industriebetrieben und der Rest vom Landwirtschaftssektor. Wie in **Abbildung 16** dargestellt, konnte seit dem Jahr 2000 der Verkauf von Nah- und Fernwärme um 73 % gesteigert werden. Laut dem Fachverband Gas Wärme beträgt der Nah- und Fernwärmeanteil bei allen österreichischen Wohnungen im Jahr 2020 27,8 % (FGW, 2021). Wurden im Jahr 2000 noch rund 477.000 Wohnungen mit Nah- und Fernwärme versorgt, so waren es mit Ende 2020 rund 1,1 Millionen Wohnungen. Die Leitungsnetzlänge für die Verteilung von Nah- und Fernwärme wurde seit dem Jahr 2000 verdoppelt und liegt aktuell bei rund 5.600 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 85 km prognostiziert (FGW, 2021).



**Abbildung 16 – Nah- und Fernwärmeverkauf von 2000 bis 2019**

Aufteilung in erneuerbare und nicht erneuerbare Anteile. Quelle: Statistik Austria (2019)

Der Anteil erneuerbarer Energieträger (überwiegend feste Biomasse) betrug dabei im Jahr 2019 rund 49 %, was im Vergleich zu rund 20 % im Jahr 2000 eine deutliche Steigerung bedeutet. Interessant ist dabei, dass die fossil generierte Wärmemenge seit dem Jahr 2000 in etwa konstant geblieben ist und rein rechnerisch der Zuwachs über erneuerbare Energieträger abgedeckt wurde. Der fossile Anteil von 51 % im Jahr 2019 wird aus rund 35 % Erdgas, rund 7 % aus Müllverbrennung, rund 6 % aus Kohle und rund 3 % aus Öl gebildet. Der KWK-Anteil an der Wärmeerzeugung nimmt in absoluten Zahlen zu, der Fernwärmeverkauf steigt aber

schneller an, weshalb der KWK-Anteil in der Tendenz sinkt und aktuell bei 59 % liegt, siehe FGW (2021).

In Bezug auf die Größe der Fernwärmenetze kann gesagt werden, dass die zehn großen städtischen Fernwärmenetze (Wien, Graz, Linz I, Salzburg/Hallein, Klagenfurt, St. Pölten, Timelkam, Villach, Wels, Linz II) alleine rund 55 % des gesamten Fernwärmeaufkommens ausmachen. Obwohl auch erneuerbare Energieträger und in einigen Fällen Müllverbrennung eingesetzt werden, dominieren in diesen Wärmenetzen Energien aus Gasheizwerken, Abwärmen aus Gas-KWK sowie Abwärmen aus der Industrie. Zu den großen städtischen Fernwärmenetzen kommen rund 2.400 Biomasseheizwerke und 138 ökostromeinspeisende Biomasse-KWK-Anlagen mit Kopplung an Nah- und Fernwärmenetze hinzu (Strimitzer, 2021), die zur Spitzenlastabdeckung und als Ausfallsreserve häufig mit wenig kostenintensiven Öl- und Gaskesseln ausgestattet sind.

Gemein haben der Großteil dieser sowohl größeren städtischen Fernwärmenetze als auch der kleineren Nahwärmenetze, dass vielfach multiple Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt werden, Spitzenlastversorgung und Versorgungssicherheit garantiert werden muss, fluktuierende erneuerbare Energieträger zum Einsatz kommen und in vielen Fällen auch spezielle energiewirtschaftliche Aspekte durch z. B. der Kopplung von Energiesektoren (KWK, Partizipation am Regelenenergiemarkt, 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 nun, 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, beispielhaften Speicherkosten sowie zu den Entwicklungseinschätzungen der Netzbetreiber gelegt.

## **5.1 Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden**

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 (2019), FGW (2021) und Strimitzer (2021), liegen auf Ebene des jeweiligen Wärmenetzes und Heizwerks praktisch keine öffentlich verfügbaren Informationen vor. Auch die genaue Anzahl an Wärmenetzen liegt nicht exakt vor. Eigene Rechercheergebnisse führten zum Ergebnis, dass die Anzahl an Nah- und Fernwärmenetzen in Österreich im Bereich 2.500 bis 3.000 liegen dürfte.

Genauso lückenhaft stellte sich die Daten-Situation auch bei der Erhebung der in Nah- und Fernwärmenetzen installierten Energie-Flexibilitäten 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 sind, die aber auch nicht verfügbar sind. Aus diesem Grund wurde ein mehrstufiger Ansatz gewählt, Daten zu generieren und zu analysieren.

### **5.1.1 Datenerhebung mittels Stakeholder, Fragebogen und Interviews**

#### Identifikation von potenziellen Stakeholdern

- Nah- und Fernwärmenetze >5 MW bzw. fossil versorgte Wärmenetze:  
Kontaktaufnahme mit dem „Fachverband Gas Wärme“, der innerhalb der Wirtschaftskammer Österreich die Nah- und Fernwärmenetzbetreiber mit Leistungen >5 MW repräsentiert. Erstellung eines Online-Fragebogens (insgesamt ~200 Fragen) und kooperative Aussendung mit der Interessensvertretung an ca. 315 Unternehmen mit entsprechender Gewerbeberechtigung.
- Nah- und Fernwärmenetze <5 MW und <5 km Leitungsnetz:  
Kontaktaufnahme mit dem „Fachverband der gewerblichen Dienstleister“, der innerhalb der Wirtschaftskammer Österreich die Nah- und Fernwärmenetzbetreiber mit Leistungen <5 MW und <5 km Leitungsnetz repräsentiert. Erstellung eines Online-Fragebogens (insgesamt ~200 Fragen) und kooperative Aussendung mit der Interessensvertretung an ca. 545 Unternehmen mit der Berechtigung Nah- und Fernwärmenetze zu betreiben.
- Genossenschaftliche Betreiber von Nah- und Fernwärmenetzen:  
Kontaktaufnahme mit 8 Genossenschafts-Revisionsverbänden, denen Energiegenossenschaften, größtenteils bäuerliche Genossenschaften, angehören. In Kooperation mit den Revisionsverbänden konnten je nach Konstellation Fragebögen an die Nah- und Fernwärmenetzbetreiber gesendet werden bzw. Kontakt mit den genossenschaftlichen Netzbetreibern hergestellt werden.
- 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 Management hat seine Unterstützung zugesagt und 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.

Recherche von Adressmaterial und Durchführung ergänzender Fragebogen-Aussendungen:

Um die Rücklaufquote zu den Online-Fragebögen zu erhöhen, wurden zu Nah- und Fernwärmenetzbetreibern Adressdaten inkl. Mailadressen recherchiert und wiederholte Mailaussendungen durchgeführt.

Recherche von Telefonnummern und Durchführung von Telefoninterviews:

Als ergänzende Maßnahme zur Erhöhung der Rücklaufquote von Online-Fragebögen wurden Telefonnummern recherchiert und telefonisch mit Wärmenetzbetreibern Kontakt aufgenommen. In einigen Fällen wurden Telefoninterviews bei gleichzeitiger Dokumentation der so in Erfahrung gebrachten Informationen durchgeführt.

**5.1.2 Kategorisierung der erhobenen Wärmenetze nach verkaufter Jahreswärmemenge und der Struktur der Wärmeerzeugungsanlagen**

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 16,3 TWh erhoben werden und beträgt damit rund 81 % an der im Jahr 2020 gesamt verkauften Wärmemenge (rund 20,1 TWh). **Abbildung 17** zeigt hierzu die Verteilung dieser jährlichen Wärmemenge auf die 200 Netze und den Gesamtwärmeverkauf in der jeweiligen Kategorie.

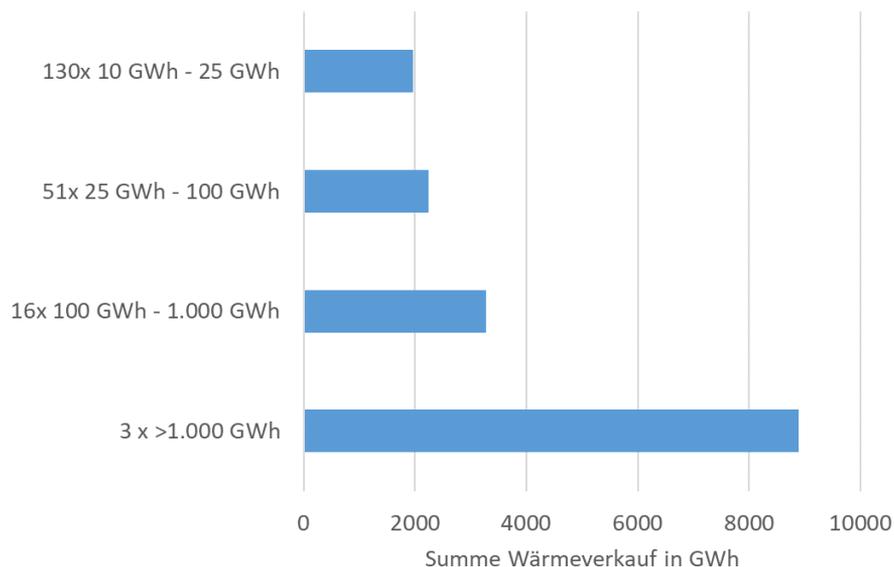
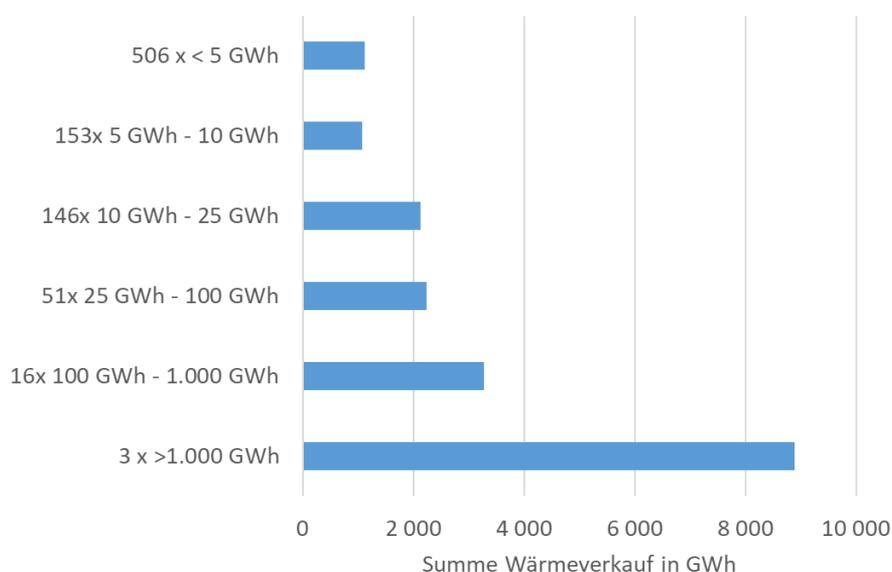


Abbildung 17 – Kategorisierung der 200 größten erhobenen Wärmenetze auf Basis der verkauften Jahreswärmemenge. Datenbasis: 200 Wärmenetze.

Quelle: AEE INTEC

Deutlich kann erkannt werden, dass die Bandbreite an verkaufter Wärmemenge innerhalb der größten erhobenen 200 Wärmenetzen enorm ist. Die größten 3 Wärmenetze verkaufen dabei im Jahr gemeinsam rund 8,9 TWh und die Wärmenetze von den Plätzen 71 bis 200 zusammen knapp 2 TWh.

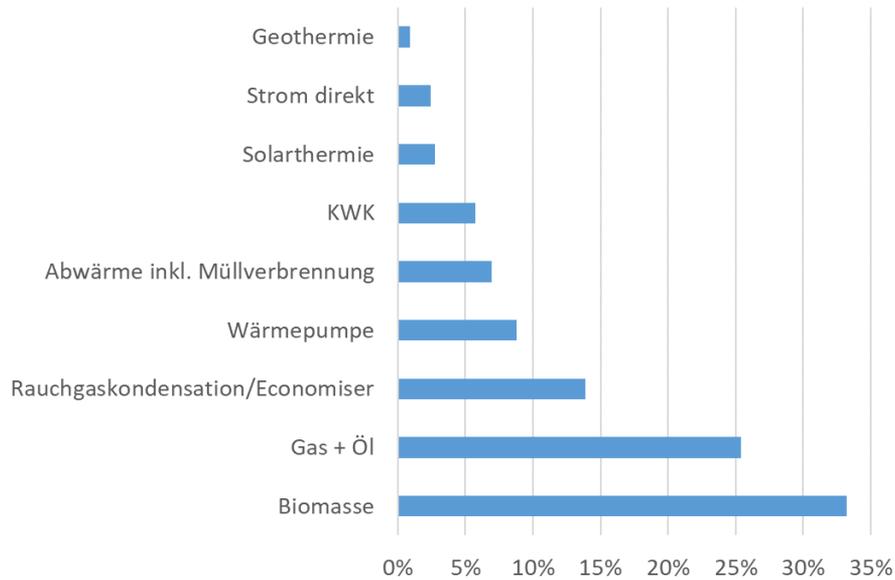
Insgesamt konnte für alle 875 erhobenen Wärmenetze ein jährlicher Wärmeverkauf von rund 18,7 TWh erhoben werden, was einen Anteil von rund 93 % an der im Jahr 2020 gesamt verkauften Wärmemenge (rund 20,1 TWh) ausmacht. Wie **Abbildung 18** zeigt, liegen über 500 erhobene Wärmenetze dabei bereits unter 5 GWh verkaufter Wärme je Jahr. Die verbleibende Differenz von 1,4 TWh auf die gesamt im Jahr 2020 verkaufte Wärmemenge (rund 20,1 TWh) entfällt dabei auf hunderte kleine Wärmenetze, sprich auf eine relativ große Anzahl an Wärmenetzen, die aber in Bezug auf den Anteil am gesamten Wärmeverkauf wenig relevant ist.



**Abbildung 18 – Kategorisierung aller erhobener Wärmenetze auf Basis der verkauften Jahreswärmemenge. Datenbasis: 875 Wärmenetze.**  
Quelle: AEE INTEC

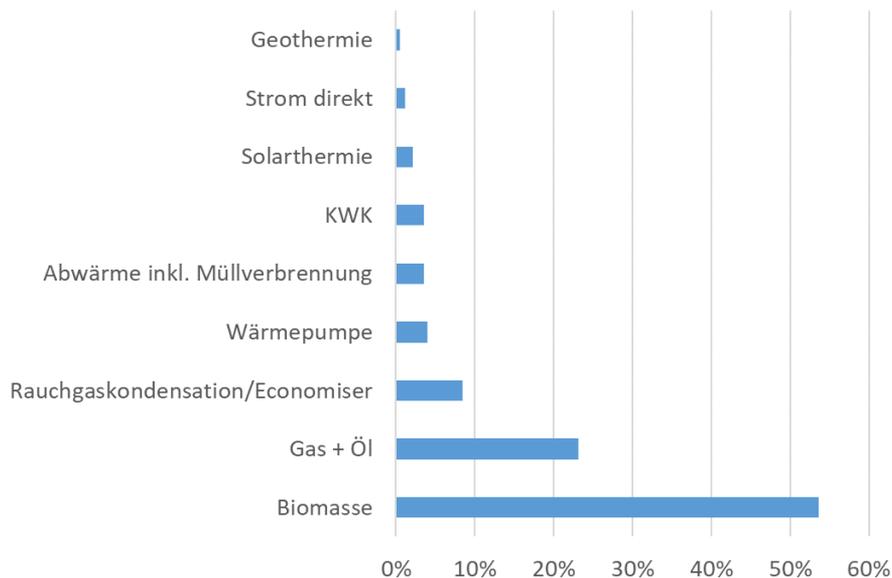
Die Struktur und Art der Wärmeerzeugungsanlagen ist hochrelevant für den Bedarf an Flexibilitäten im Anlagenbetrieb, die u. a. auch durch Wärmespeicher bereitgestellt werden können. Aus diesem Grund wurde versucht, in den Erhebungen die verschiedenen zum Einsatz kommenden Technologien der Wärmeerzeugungsanlagen und Wärmequellen mit zu erfassen. **Abbildung 19** zeigt hierzu die prozentuelle Verteilung der genannten Technologien und Wärmequellen für die hinsichtlich Jahreswärmeverkauf größten 200 Wärmenetze. 331 Nennungen in 9 verschiedenen Kategorien an Wärmeerzeugungsanlagen zeigen einerseits eine breite Streuung und andererseits, dass häufig multiple Erzeugungsanlagen und Wärmequellen eingesetzt werden (331 Nennungen aus 155 Wärmenetze bedeuten im Durchschnitt 2,1 Erzeugungstechnologien je Wärmenetz). Mit rund einem Drittel kommen Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis von Biomasse am häufigsten vor, gefolgt von Öl- und Gasanlagen (rund 25,4 %), Aggregate zur Rauchgaskondensation bzw. Economiser (rund 13,9 %), Wärmepumpentechnologien (rund 8,8 %) und Abwärmenutzung (rund 7 %) sowie KWK-Abwärme mit rund 5,7 %. Die Generierungstechnologien Solarthermie, Direktstrom und Geothermie weisen Anwendungshäufigkeiten zwischen rund 2,7 % und rund 0,9 % auf. Diese

Zahlen geben keine Aussagen über Größe und Anzahl der Betriebsstunden, sondern rein nur über die Häufigkeit der Installation.



**Abbildung 19 – Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen für die größten 200 Wärmenetze. Datenbasis: 331 Angaben von 155 Netzbetreibern. Quelle: AEE INTEC**

Wendet man diese Darstellungsart für alle 875 erhobenen Wärmenetze und die dazugehörigen 1.364 erhaltenen Angaben an, wird deutlich, dass der Anteil an Erzeugungsanlagen auf Basis Biomasse auf rund 54 % ansteigt und die Installationshäufigkeit aller anderen Technologien und Wärmequellen abnimmt, siehe **Abbildung 20**. Dies liegt in der großen Marktdurchdringung von Biomasseversorgung in den kleineren Wärmenetzen mit geringerem Jahreswärmeverkauf begründet.



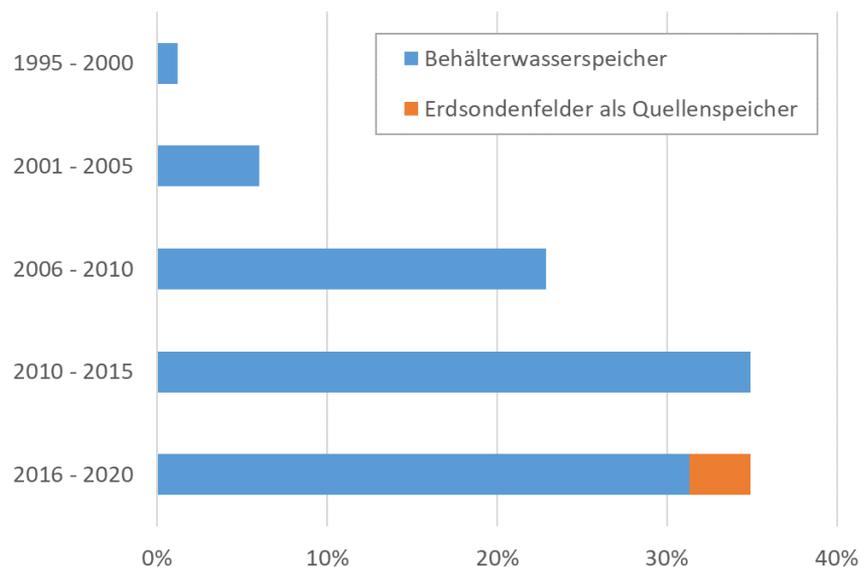
**Abbildung 20 – Prozentuelle Verteilung der erhobenen Wärmeerzeugungsanlagen Datenbasis: 1.364 Angaben von 765 Netzbetreibern. Quelle: AEE INTEC**

## 5.2 Marktentwicklung

Von den insgesamt 875 erhobenen Nah- und Fernwärmenetzen wurden in den letzten 20 Jahren in 572 Wärmenetzen bereits Wärmespeicher als Flexibilitätselement installiert. Hinsichtlich Wärmespeichertechnologie kamen nahezu ausschließlich Behälterwasserspeicher zum Einsatz. In den letzten fünf Jahren wurden aber auch erste Anergienetze (kalte Fernwärmenetze), errichtet, die Erdsondenfelder als saisonalen Quellenspeicher für Wärmepumpenanlagen verwenden.

### 5.2.1 Entwicklung der Verkaufszahlen

Eine vollständige Erhebung der in der Vergangenheit installierten Wärmespeicher in Zeitreihen hat sich im Zuge der Arbeiten als schwierig erwiesen. So konnten die Jahreszahlen der in 572 Wärmenetzen installierten Wärmespeicher nur für 83 Wärmenetze identifiziert 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 21**, dass diese Entwicklung zumindest in der Anzahl der neu errichteten Wärmespeicher nicht direkt korreliert. Betrachtet man die zeitliche Chronologie der Installation von Wärmespeichern auf Basis der Speicherkapazität, so dominieren die fünf größten installierten Einzelwärmespeicher in Theiß (50.000 m<sup>3</sup>, 2008), Linz (34.500 m<sup>3</sup>, 2004), Salzburg (30.000 m<sup>3</sup>, 2011), Timelkam (20.000 m<sup>3</sup>, 2009) und Wien (11.000 m<sup>3</sup>, 2013), errichtet in den Jahren 2004 bis 2013 als Flexibilitätselement im KWK-Betrieb, das Bild.



**Abbildung 21** – Prozentuelle Verteilung der Speichererrichtungsjahre für Behälterwasserspeicher und Erdsondenfelder als Quellenspeicher für kalte Wärmenetze.  
Datenbasis: 83 Anlagen. Quelle: AEE INTEC

### 5.2.2 In Betrieb befindliche Anlagen

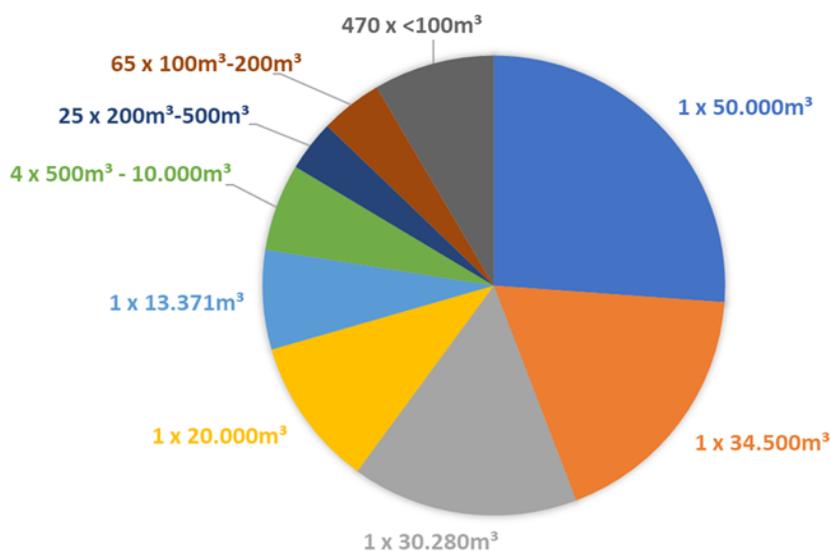
Anzahl der Wärmespeicher in den insgesamt 875 erhobenen Wärmenetzen:

Konkret konnten im Zuge der gegenständlichen Erhebung 572 Wärmenetze identifiziert werden, die Wärmespeicher als Flexibilitätselement nutzen. In 569 Wärmenetzen wurde eine

Gesamtanzahl von 840 Behälterwasserspeicher mit einem Gesamtvolumen von rund 191.150 m<sup>3</sup> erhoben und in 3 Wärmenetzen konnten Erdsondenfelder mit einer Gesamtsondenlänge von 53,3 km als Quellenspeicher für kalte Fernwärmenetze in Verbindung mit Wärmepumpen identifiziert werden.

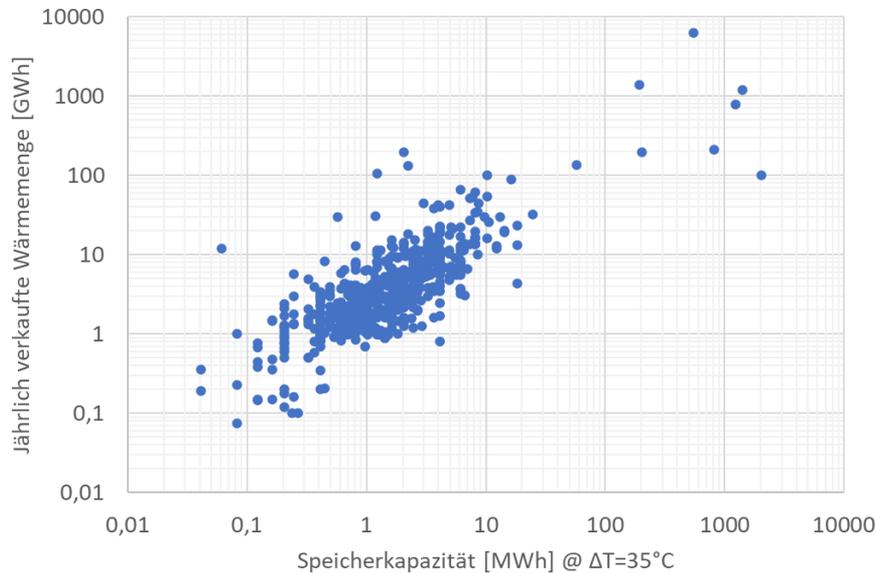
Gesamt installierte Behälterwasserspeicher:

Erwartungsgemäß ist die am häufigsten installierte Speichertechnologie der Behälterwasserspeicher, der in 569 Wärmenetzen insgesamt 840-mal umgesetzt wurde, was einem gesamten Speichervolumen von rund 191.150 m<sup>3</sup> entspricht. 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 m<sup>3</sup> (Theiß), 34.500 m<sup>3</sup> (Linz), 30.000 m<sup>3</sup> (Salzburg), 20.000 m<sup>3</sup> Timelkam, sowie 2x5.500 m<sup>3</sup> (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 22** ist die Größenverteilung der insgesamt in den 569 Wärmenetzen installierten Volumina an Behälterwasserspeichern dargestellt.



**Abbildung 22 – Verteilung des gesamten Behälterspeichervolumens je erhobenem Wärmenetz. Datenbasis: 569 Anlagen. Quelle: AEE INTEC**

Berücksichtigt man eine durchschnittlich nutzbare Temperaturdifferenz von 35 K (basierend auf einer angenommenen, durchschnittlichen Netzurücklauftemperatur von 60°C und einer durchschnittlichen Speichermaksimaltemperatur von 95°C), ergibt sich für das installierte Volumen von Behälterwasserspeichern eine gesamte Wärmespeicherkapazität von 7,8 GWh. Trägt man die jährlich verkauften Wärmemengen über den zugehörigen installierten Wärmespeicherkapazitäten je Wärmenetz auf (**Abbildung 23**), 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 23 – Jährlich verkaufte Wärmemenge je erhobenem Wärmenetz über der jeweils gesamt installierten Wärmespeicherkapazität. Datenbasis: 569 Anlagen.**  
Quelle: AEE INTEC

#### Insgesamt installierte Anzahl an Erdsondenfeldern:

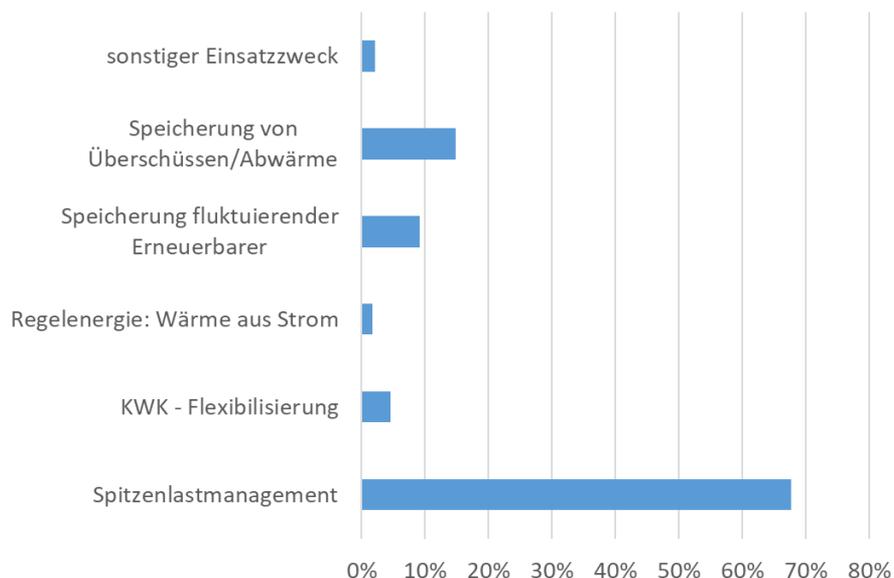
In Ergänzung zu Behälterwasserspeichern konnten drei Wärmenetze mit Erdsondenfeldern als Wärmespeicher in Verbindung mit Wärmenetzen erhoben werden. Alle drei Erdsondenfelder werden dabei als saisonaler Quellenspeicher für Kompressionswärmepumpen über Nieder-temperaturnetze (kalte Fernwärme) in Versorgungslösungen für Quartiere eingesetzt. Jedes dieser Erdsondenfelder wird im Sommer über Abwärme aus den Raumkonditionierungsanlagen bzw. anderer Regenerationsquellen regeneriert. Die größte Anlage im Wiener Quartier „Viertel Zwei“ verfügt über rund 36,8 km installierte Erdsondenlänge. Die insgesamt in den drei Projekten umgesetzte Länge von Erdsonden beträgt dabei 53,3 km. Die nutzbare Temperaturdifferenz liegt für diese erdbasierten Quellenspeicher in etwa bei 25 K, die maximale Speichertemperatur liegt in der Regel unter 30°C.

#### 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:

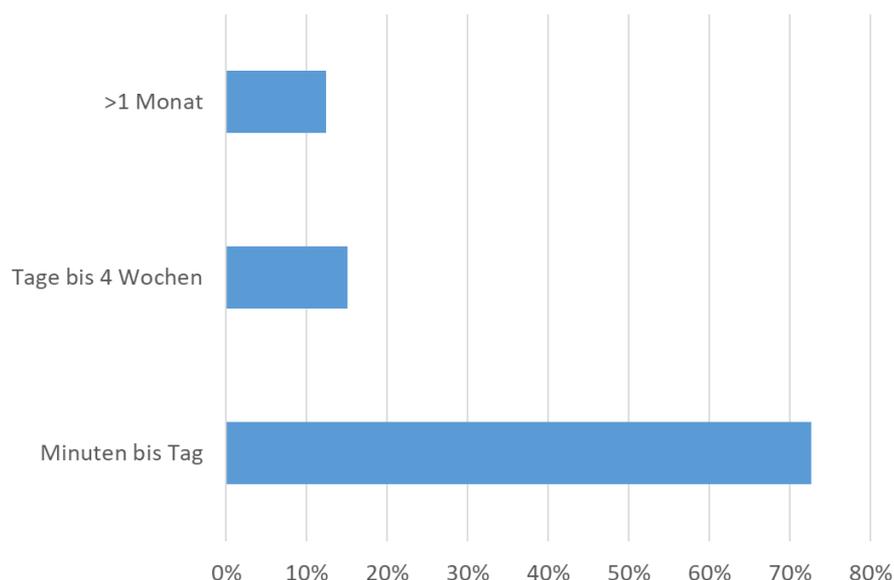
- Speicher zur Verbesserung des Spitzenlastmanagements
- Speicherung fluktuierender Erneuerbarer
- Speicherung von Überschüssen/Abwärmen
- Speicher zur KWK Flexibilisierung
- Speicher zur unterstützenden Partizipation am Regelenergiemarkt (Wärme aus Strom)
- Sonstige Einsatzzwecke

**Abbildung 23** zeigt, dass die größte Anzahl an den erhobenen Wärmespeichern in Verbindung mit Spitzenlastmanagement (68 %) eingesetzt wird, gefolgt von der Speicherung von Abwärmen und Überschüssen (15 %) sowie der Speicherung fluktuierender Erneuerbarer (9,2 %). Für die Flexibilisierung von KWK-Betriebsweisen und den Einsatz am Regelenenergiemarkt werden jeweils 4,2 % bzw. 1,7 % der erhobenen Speicher eingesetzt. Viele der installierten Wärmespeicher werden aber nicht nur für eine Nutzungsart verwendet, sondern übernehmen mehrere Speicheraufgaben.



**Abbildung 24 – Nutzung der installierten Speicherkapazitäten in den insgesamt erhobenen Wärmenetzen. Datenbasis: 267 Anlagen. Quelle: AEE INTEC**

In unmittelbarer Verbindung zur Nutzungsart des Speichers steht die Dauer der Wärmespeicherung. In **Abbildung 25** ist dazu die Zuteilung der insgesamt erhobenen Wärmespeicher nach der Speicherdauer dargestellt.



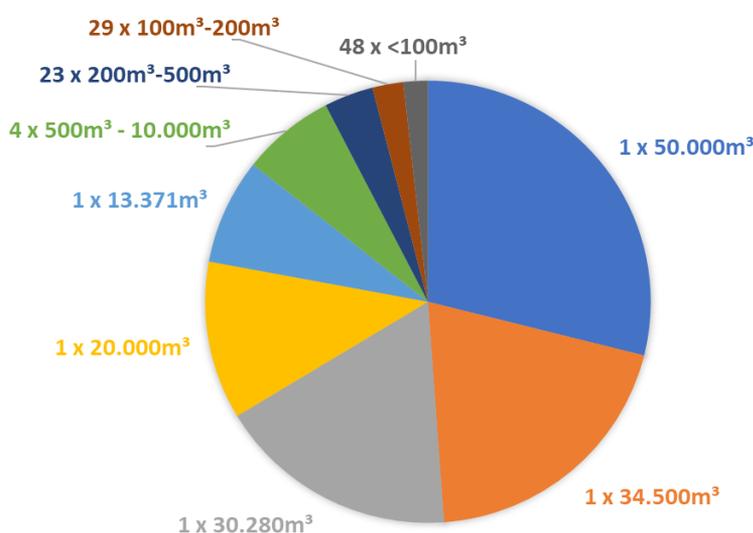
**Abbildung 25 – Insgesamt erhobene Wärmespeicher nach der Speicherdauer. Datenbasis: 112 Anlagen. Quelle: AEE INTEC**

Der überwiegende Anteil der Wärmespeicher (rund 73 %) 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 12 % 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 Tagespeicher).

Anzahl der Wärmespeicher in den größten 200 Wärmenetzen (Kriterium Wärmeverkauf):

Die Gesamtanzahl der Wärmenetzbetreiber mit installierten Wärmespeichern in den größten 200 Wärmenetzen beträgt 109. Es handelt sich dabei ausschließlich um Behälterwasserspeicher, da in den 200 größten Wärmenetzen keine Erdsondenfelder installiert sind. Das dabei installierte Gesamtvolumen an Behälterwasserspeichern beträgt rund 172.980 m<sup>3</sup> und unter Berücksichtigung einer Temperaturdifferenz von 35 K eine gesamte Wärmespeicherkapazität von 7,1 GWh.

**Abbildung 26** zeigt dazu die Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz in den größten 200 Wärmenetzen (Kriterium Wärmeverkauf). Im Vergleich zu **Abbildung 22**, welche die Verteilung der Behälterspeicher in den insgesamt 572 erhobenen Wärmenetzen mit Wärmespeichern zeigt, wird deutlich, dass es innerhalb der ersten fünf Größenkategorien (500 bis 50.000 m<sup>3</sup>) keine Änderungen gibt. Erst ab der sechsten Größenkategorie (200 bis 500 m<sup>3</sup>) reduziert sich die Anzahl der erhobenen Wärmespeicher von 25 auf 23. Stärker ändert sich die Situation in den letzten beiden Größenkategorien (100 bis 200m<sup>3</sup> sowie „<100m<sup>3</sup>“), in denen sich die Anzahl der erhobenen Wärmespeicher aufgrund des Größendeckels (größte 200 Wärmenetze) einmal um 36 und einmal um 422 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 m<sup>3</sup> beträgt.



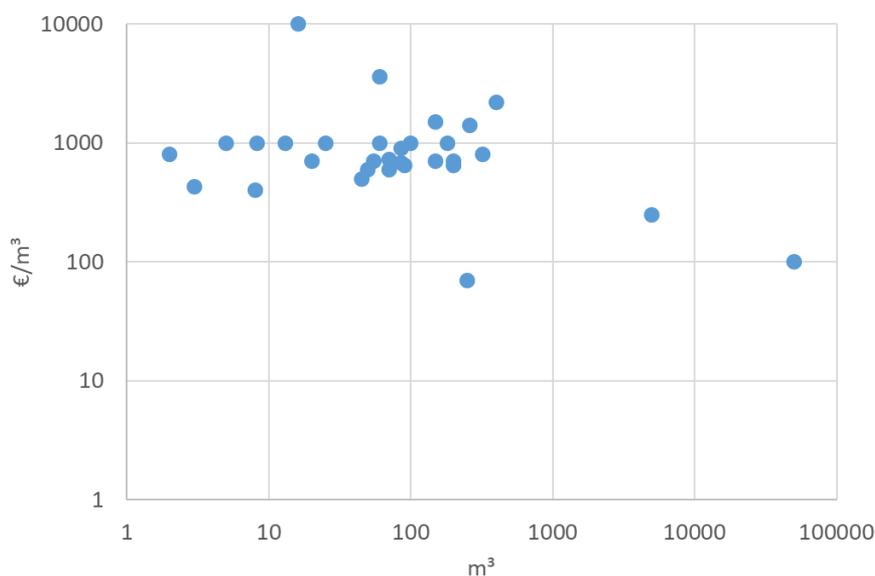
**Abbildung 26 – Verteilung des Behälterspeichervolumens je Wärmenetz in den 200 größten Wärmenetzen. Datenbasis: 109 Wärmenetze. Quelle: AEE INTEC**

Die erhobenen Daten betreffend Speichernutzung und Speicherdauer für die 200 größten Wärmenetze unterscheiden sich im Vergleich mit **Abbildung 23** und **Abbildung 25** nur gering und werden deshalb nicht extra ausgewiesen.

### 5.2.3 Preise (Einkaufspreise, Systempreise)

Die Bauweise, Ausführung und nicht zuletzt der Preis von Wärmespeichern hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Im Vordergrund steht dabei der energetische Speicherbedarf, aber auch Faktoren wie die Speichertemperatur, Belade- und Entnahmeleistungen, Wärmeschutz, Witterungsschutz, bauliche Gegebenheiten 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. €/m<sup>3</sup> oder €/MWh) kostengünstiger werden.

Im Rahmen der gegenständlichen Erhebung konnten auch Preisangaben zu 31 gebauten Wärmespeichern generiert werden. Dabei handelt es sich um ausnahmslos Behälterwasserspeicher im Größenband zwischen 2 m<sup>3</sup> bis 50.000 m<sup>3</sup>, wobei der Großteil der Angaben Speichergrößen zwischen 10 und 500 m<sup>3</sup> umfasst und dafür die spezifischen Speicherpreise etwa zwischen 500 und 1.200 €/m<sup>3</sup> liegen (**Abbildung 27**). Die Preisangaben verstehen sich inkl. Behälterkosten, Kosten für Wärme- und Witterungsschutz sowie anteiliger baulicher Kosten (z. B. Fundament) bzw. exkl. Umsatzsteuer.



**Abbildung 27 – Verteilung der Preisangaben von 31 Behälterwasserspeichern inkl. Kosten für Wärme- und Witterungsschutz sowie anteiliger baulicher Kosten, exkl. Umsatzsteuer. Datenbasis: 31 Anlagen. Quelle: AEE INTEC**

### 5.2.4 Förderungen

Die Installation von Wärmespeichern kann in Österreich in unterschiedlichen Förderprogrammen gefördert werden, zumeist zwar nicht explizit als Hauptförderungsgegenstand sondern viel mehr 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 Förderungsmöglichkeiten 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](http://www.umweltfoerderung.at)

#### 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, 2021  
[www.ris.bka.gv.at](http://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](http://www.klimafonds.gv.at)

#### Klima- und Energie Modellregionen

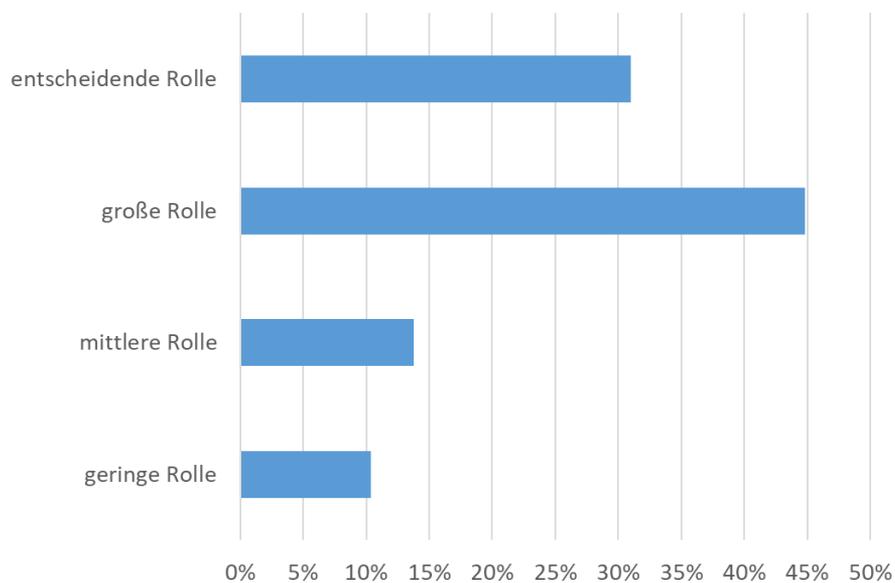
Im Rahmen dieses Förderprogramms können Wärmenetzbetreiber in Klima- und Energiemodellregionen im Subschwerpunkt „Thermische Speicher für Wärme und Kälte“ unterschiedliche Wärmespeichertechnologien zur Förderung einreichen. Sowohl Speicher auf Nutztemperaturniveau als auch als Quellspeicher in Verbindung mit Wärmepumpen können eingereicht werden. Innovation ist in diesem Programm Voraussetzung für eine Förderung, wobei die Innovation auf Ebene der Speichertechnologie oder auf Ebene der Systemintegration adressiert werden kann. Die Förderung ist als Direktförderung konzipiert und beträgt max. 45 % der umweltrelevanten Mehrinvestitionskosten.

Weitere Informationen: [www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

## 5.3 Technologiespezifische Informationen

### 5.3.1 Einschätzungen der Netzbetreiber zur zukünftigen Wichtigkeit von Wärmespeichern, zu Umsetzungshindernissen, vielversprechende Technologien und geplante Umsetzungen

Im Zuge der gegenständlichen Erhebung bekamen Netzbetreiber auch die Möglichkeit, ihre Einschätzung in Bezug auf die zukünftige Bedeutung von Wärmespeichern in Verbindung mit netzgebundener Wärmeversorgung zu äußern. Dabei attestieren 31 % der Netzbetreiber, die diese Frage beantwortet haben, Wärmespeicher eine „entscheidende Rolle“ in der Orchestrierung von zukünftigen Wärmenetzen, sprich sie sehen Wärmespeicher als essentiell wichtiges Flexibilitätselement für die Dekarbonisierung des Nah- und Fernwärmesektors. Weiters meinen 45 %, dass Wärmespeicher eine „große Rolle“ übernehmen und 14 % schätzen zukünftig eine „mittlere Rolle“ für Wärmespeicher. Hingegen attestieren 10 % der Rückmeldungen eine eher „geringe Rolle“ für Wärmespeicher.



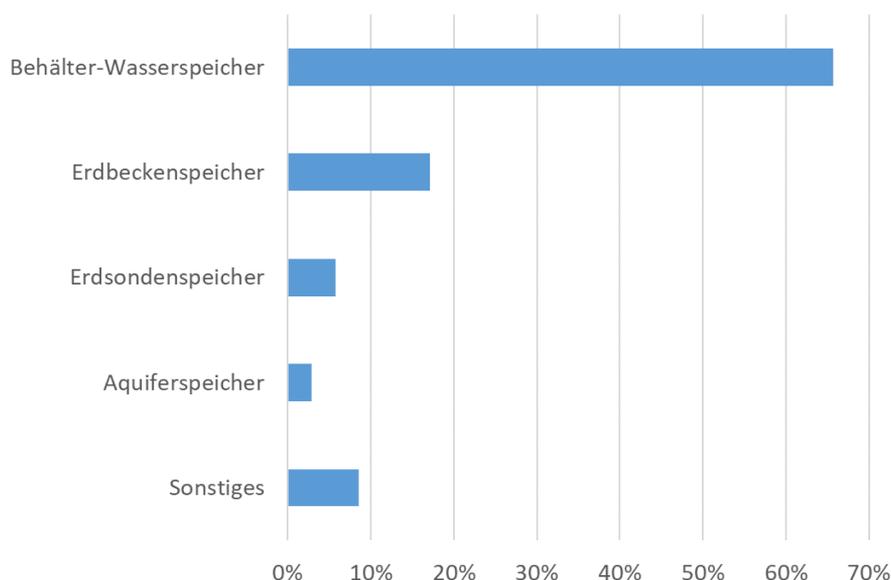
**Abbildung 28 – Einschätzung von Netzbetreibern zur Wichtigkeit von Wärmespeichern in der Architektur von zukünftigen Wärmenetzen. Datenbasis: 29. Quelle: AEE INTEC**

Als Hinderungsgründe für eine verstärkte Markteinführung wurden als Hauptrückmeldungen die fehlende Wirtschaftlichkeit, bei Großwärmespeichern die fehlende Wissensbasis, ein fehlendes Platzangebot sowie kontraproduktive behördliche Auflagen genannt. Als essentieller Treiber für eine verstärkte Markteinführung wurden neben der Bedeutung von mittelfristig kalkulierbaren Rahmenbedingungen (Energiepreise, CO<sub>2</sub>-Besteuerung), auch verbesserte Investitionsförderungen, intensiviertere Forschung, verbesserter Wissenstransfer und das Vorsehen von Fernwärmevorranggebieten in Verbindung mit Energieraumplanung und Flächenmanagement durch Städte bzw. Gemeinden identifiziert.

Ein interessanter Aspekt ist auch, dass 39 Netzbetreiber angaben, unmittelbar an der Umsetzung eines oder mehrerer Wärmespeicherprojekte zu arbeiten.

Basierend auf dem heutigen technologischen Stand von Wärmespeichern sehen 66 % der Netzbetreiber, welche diese Frage beantwortet haben, Behälterspeicher als am meisten relevante Technologie, gefolgt von Erdbeckenspeichern mit 17 % und Erdsondenfeldern mit

6 %. Zwei Netzbetreiber empfahlen überdies die thermische Verwertung von Abfällen zeitlich zu steuern, sprich nicht für Bandlastabdeckung zu verwenden, sondern durch Lagerung einen saisonalen Speichereffekt zu erlangen und in der Kernheizperiode thermisch zu verwerten.



**Abbildung 29 – Einschätzung von Netzbetreibern zum Umsetzungspotenzial heutiger Wärmespeichertechnologien. Datenbasis: 35. Quelle: AEE INTEC**

### 5.3.2 Typische Bauweisen von Behälterspeichern sowie Darstellung der Behälterspeicherbatterie Wien-Simmering

Dominiert werden die Behälterspeicher von Speicherbauweisen, die mit Überdruck von wenigen bar betrieben werden und größtenteils direkt in die Hydraulik von Wärmenetzen eingebunden sind. Ohne Überdruck betriebene Behälterspeicher kommen aus Gründen von günstigeren Investitions- und Betriebskosten üblicherweise bei größeren Wärmespeichern zum Einsatz (500 m<sup>3</sup> aufwärts), aber auch hier gibt es in Abhängigkeit von spezifischen Betriebsbedingungen im Wärmenetz (z. B. durch ein notwendiges Temperaturniveau) Ausnahmen.

Einen solchen Ausnahmefall bildet die Ausführung der beiden 5.500 m<sup>3</sup> fassenden Behälterspeicher am Kraftwerksstandort Wien-Simmering, die in das Fernwärmenetz der Stadt Wien eingebunden sind. Diese sind aufgrund der Netztopografie und aus Gründen der notwendigen Netzbetriebstemperaturen in der Kernheizzeit im Primärnetz als spezielle Druckspeicher (rund 10 bar am Speicherboden und rund 6 bar im obersten Speicherbereich) ausgeführt und erlauben somit im Betrieb Speichertemperaturen bis 150°C. Die Speicherbatterie wurde insbesondere zur Flexibilisierung der stromgeführten Betriebsweise der KWK-Anlagen installiert, übernimmt aber auch wichtige Aufgaben im Lastmanagement des Versorgungsportfolios des Wiener Fernwärmenetzes. Mit den insgesamt 11.000 m<sup>3</sup> ist die Speicherbatterie Wien-Simmering (**Abbildung 30**) die fünftgrößte in Österreich. Die vier größten Behälterspeicher Österreichs sind durchwegs als drucklose Speicher mit Betriebstemperaturen unter 100°C ausgeführt.



**Abbildung 30** – 11.000 m<sup>3</sup> Fernwärmespeicher der Wien Energie am Standort Simmering  
Die fünftgrößte Wärmespeicherbatterie in Österreich in Verbindung mit netzgebundener Wärmeversorgung. Bildnachweis: Wien Energie

### 5.3.3 Darstellung des Quartiers „Viertel Zwei“ inkl. der netzgebundenen Wärmeversorgung basierend auf einem Erdsondenfeld als Quellenspeicher

In den letzten fünf Jahren war sowohl auf Ebene von Einzelgebäuden als auch auf Quartiersebene ein Trend hin zu kalten Fernwärmenetzen (Anergienetze) zu erkennen. Innerhalb der gegenständlichen Erhebung konnten drei kalte Fernwärmenetze in Verbindung mit Erdsondenfeldern als Quellenspeicher für Wärmepumpen identifiziert werden. Das größte davon ist das Quartier „Viertel Zwei“ in Wien, 2. Bezirk.

In „Viertel Zwei“ werden rund 80.000 m<sup>2</sup> Bruttogeschoßfläche beheizt und größtenteils auch gekühlt, siehe **Abbildung 31**. Den Nutzungsmix im Quartier bilden Büroräumlichkeiten, Wohnungen, Studentenapartments, ein Fitness Center und ein Hotel.



**Abbildung 31** – Ansicht des Quartiers „Viertel Zwei“  
Die größte erhobene netzgebundene Wärmeversorgung auf Basis von kalter Fernwärme mit Erdsonden mit einer Gesamtlänge von 36,8 km. Bildnachweis: Value One/OLN

Das Quartier wurde in mehreren Bauphasen errichtet, wobei die Bauphase 1 bereits im Jahr 2010 und die Bauphase 2 im Jahr 2016 abgeschlossen wurden. Der rechnerisch bestimmte spezifische Heizwärmebedarf liegt im Durchschnitt aller Gebäude bei rund 35 kWh/m<sup>2</sup>a, die insgesamt verkaufte Wärmemenge (inkl. Warmwasser) betrug im Jahr 2020 rund 6.740 MWh. Die Wärmebereitstellung erfolgt über 3 Wärmepumpen mit je 1,2 MW und Gaskessel zur

Spitzenlastabdeckung. Die Wärmequelle für die Wärmepumpen bildet ein kaltes Fernwärmenetz (Anergienetz), welches neben einem Grundwasserbrunnen mit 10 Litern pro Sekunde und weiteren kleineren Wärmequellen, insbesondere über ein Erdsondenfeld mit 257 Tiefensonden (36,8 km Gesamtlänge) gespeist wird. Mit der Rückkühlenergie aus dem Kühlbetrieb der Wärmepumpen und anderen Wärmequellen wird das Erdsondenfeld regeneriert und somit die dauerhafte Nutzbarkeit als Wärmequelle für die Warmwasser- und Raumheizungsversorgung sichergestellt.

Die Wärmeversorgung des Quartiers erfolgte bisher zur vollsten Zufriedenheit des Betreibers. Es darf, einerseits aufgrund von großer Nachfrage nach derartigen Konzepten insbesondere im urbanen Raum und andererseits nicht zuletzt aufgrund ausgezeichneter Betriebserfahrungen mit Pilotprojekten (u.a. auch mit diesem Leuchtturmprojekt), zukünftig von einer verstärkten Umsetzung von Quartiersversorgungen basierend auf kalten Fernwärmenetzen in Verbindung mit Erdsondenfeldern als Quellenspeicher für Wärmepumpen ausgegangen werden.

## **6 Marktentwicklung 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 wurde erstmals versucht, die thermische Bauteilaktivierung bzw. die systemdienlichen Effekte aus selbiger zu quantifizieren. Wie im folgenden Abschnitt ausgeführt, wurden hierfür mehrere methodische Ansätze in Hinblick auf ihre praktische Durchführbarkeit und in Hinblick auf die Aussagekraft und Verwertbarkeit der Ergebnisse als energiepolitische Entscheidungsgrundlage geprüft.

### **6.1 Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden**

#### **6.1.1 Definition des Untersuchungsgegenstandes**

Das Ziel der vorliegenden Marktstatistik Energiespeicher ist, Informationen über die Marktentwicklung systemdienlicher Energiespeicher zu generieren. In dieser Weise entlasten z. B. Photovoltaik-Batteriespeicher das elektrische Netz, da der Austausch über das Netz aufgrund der dezentralen Speicher reduziert wird. Photovoltaik-Batteriespeicher sind damit netzdienlich. Großwärmespeicher in Nah- und Fernwärmenetzen helfen bei der Systemintegration von erneuerbarer Energie und eröffnen für den Netzbetreiber Möglichkeiten zur Optimierung der Anlage und deren Betrieb. Diese Speicher können deshalb als systemdienlich bezeichnet werden.

Bei der Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden stellt sich nun die Frage, welche Konstellationen zu netz- und/oder systemdienlichen Effekten führen. Durch die thermische Speicherfähigkeit und Trägheit von Bauteilen oder Gebäuden eröffnet sich die Möglichkeit, die zu einem bestimmten Zeitpunkt erforderliche Heiz- oder Kühlleistung um eine gewisse Zeitspanne zu verschieben, ohne dass Nutzer:innen der Gebäude dies wahrnehmen können. Nun hängt es davon ab, welches Heiz- oder Kühlsystem zur Wärme- oder Kältebereitstellung verwendet wird. In den meisten Fällen ist dies bei aktivierten Bauteilen oder Gebäuden eine elektrisch angetriebene Wärmepumpenanlage. Hat nun ein Netzbetreiber die Möglichkeit, den Betrieb von Wärmepumpen über eine Kommunikationsschnittstelle zu beeinflussen, so kann eine unmittelbar netzdienliche Lastverlagerung durchgeführt werden.

Ein Lastausgleich innerhalb eines Gebäudes oder zwischen dem Gebäude und seiner Umgebung (z. B. "free cooling" über Erdsonden) stellt zwar eine Komfortmaßnahme und eine generelle Energieeinsparung dar, eröffnet dem übergeordneten Energiesystem aber keine Möglichkeit des Lastmanagements. Vergleichbar wäre dieser Fall dann mit einem Passivhaus, dessen Wärmebedarf für das übergeordnete Energiesystem bestenfalls nicht sichtbar ist.

Weitere Varianten sind Kombinationen von aktivierten Bauteilen und Gebäuden mit Wärmebereitstellungssystemen auf Basis stofflich speicherbarer fossiler oder erneuerbarer Endenergieträger. In diesem Bereich sind durch die Möglichkeit der Lastverlagerung zwar interne Effizienzgewinne möglich (z. B. niederfrequenterer Taktung eines Kessels), im übergeordneten Energiesystem treten jedoch keine kurzfristigen dienlichen Effekte auf. Bei einer Wärmeversorgung von aktivierten Gebäuden über ein Nah- oder Fernwärmenetz könnte das Lastverlagerungspotenzial aus technischer Sicht vom Netzbetreiber prinzipiell genutzt werden. Da es sich bei einem solchen Wärmesystem jedoch um ein insgesamt thermisch sehr träges System handelt, wäre der mögliche Benefit einer frei abrufbaren kurz andauernden Lastverschiebung marginal.

Als Untersuchungsgegenstand verbleiben somit thermisch aktivierte Bauteile und Gebäude, welche mittels elektrisch angetriebener Wärmepumpenanlage mit Wärme und/oder Kälte versorgt werden.

### **6.1.2 Erhebung der Marktentwicklung über Planungsdienstleistungen**

Die thermische Aktivierung von Hochbauten wird in der Regel bei großvolumigen Projekten von entsprechend versierten technischen Planungsbüros oder bei kleinvolumigen Projekten auch von HKLS-Installationsfirmen konzipiert. Ende des Jahres 2020 waren in der Wirtschaftskammer Österreich 792 thematisch relevante Ingenieurbüros (Berufszweige Bauphysik, Bautechnik und Installationstechnik) und 4.868 Sanitär-, Heizungs- und Lüftungstechnikfirmen (Berufszweige Heizungstechnik und sonstige Sanitär-, Heizungs- und Lüftungstechniker) verzeichnet. Weiters werden Bauteilaktivierungen in der Praxis auch von fachspezifischen Ziviltechniker:innen sowie von Architekt:innen und Baumeister:innen geplant bzw. geplant und ausgeführt.

Angesichts der Grundgesamtheit aller in Frage kommenden Planer:innen war eine systematische Erhebung von Planungsdienstleistungen aus Aufwandsgründen nicht durchführbar. Eine Einschränkung der Erhebung auf z. B. technische Planungsbüros würde jedoch zu kurz greifen, da auf diese Weise einfach gehaltene Bauteilaktivierungen, wie sie typischer Weise im Einfamilien- und Reihenhaus in großer Zahl umgesetzt werden, nicht erfasst werden könnten. Im Sinne der Definition des Untersuchungsgegenstandes stellen aber auch diese Projekte ein systemdienliches Lastverlagerungspotenzial dar, selbst wenn sich die Bauteilaktivierungen auf konventionelle Niedertemperatur-Wärmeverteilungssysteme in Form von Fußboden-, Wand- oder Deckenheizungen beschränken. Die Erhebung einer Zufallsstichprobe aus der Grundgesamtheit aller möglichen Planer:innen wurde aus Gründen der absehbaren Selbstselektion und der damit verbundenen fehlenden Möglichkeit einer seriösen Hochrechnung nicht erwogen. Erhebungen bei Planungsbüros wurden deshalb ausschließlich auf einer qualitativen, nicht repräsentativen Ebene durchgeführt.

### **6.1.3 Erhebung von Baustoffmengen**

Eine Erhebung von Baustoffmengen typischer Massivbaustoffe (Beton, Stahlbeton, weitere zementgebundene Baustoffe wie Estriche etc.) für den speziellen Anwendungsfall der Bauteilaktivierung ist nicht möglich, da es sich um keine anwendungsspezifischen Baustoffe handelt, sondern um Standardbaustoffe, die einer Fülle von Anwendungen in Hoch- und Tiefbau in gleicher Art und Weise zugeführt werden. Hierbei kann top down nicht festgestellt werden, welcher (geringe) Anteil der insgesamt eingesetzten Massivbaustoffe in der Bauteilaktivierung eingesetzt werden.

Ähnlich verhält es sich mit den Wärmetauscherrohren (in der Regel mehr oder weniger hochgradig vernetzte Polyethylen-Rohre in einem gewissen Durchmesser- und Druckspektrum), welche ebenfalls eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten im gesamten Bereich der hydraulischen Haustechnik (Heizung und Sanitär) und darüber hinaus im gewerblichen und industriellen Bereich bis hinein in den niedertemperaturigen Prozessbereich haben. Welcher Anteil der in Österreich insgesamt verkauften PE-Rohre für den Einsatz als Wärmetauscher bei der Bauteilaktivierung Verwendung findet, war im Zuge der Recherchen nicht feststellbar.

#### **6.1.4 Ermittlung des Lastverlagerungspotenzials via Wärmepumpendaten**

Schlussendlich wurde in der vorliegenden Energiespeicher-Marktstatistik ein machbarer Ansatz entwickelt, mit dem eine direkte Quantifizierung des Lastverlagerungspotenzials durch die Bauteilaktivierung möglich ist. Es wurde hierfür der Umstand genutzt, dass der weitaus überwiegende Teil aller Bauteilaktivierungen mit dem Einsatz von Wärmepumpenaggregaten einhergehen. Die Grundannahme war hierbei, dass neu errichtete oder generalsanierte Gebäude ab dem Baudatum 2000 hinreichende Wärmeschutzmaßnahmen aufweisen, um die thermische Trägheit der Baumassen zur Lastverlagerung nutzen zu können. Weiters kann davon ausgegangen werden, dass ab dem Jahr 2015 alle Wärmepumpen über eine Smart Grid Schnittstelle verfügen. Durch eine Ausweitung des Wärmepumpen-Bestandsmodells, welches im Rahmen der Wärmepumpen-Marktstatistik (siehe Biermayr et al. (2021)) entwickelt wurde, war es schlussendlich möglich, das Lastverlagerungspotenzial abzuschätzen. Die Basis der Abschätzung ist hierbei die elektrische Leistung der Heizungs-Wärmepumpenaggregate über alle Leistungsklassen, alle Wärmequellsysteme (außer Luft/Luft) und über alle relevanten Jahre.

Die Stärke dieses Ansatzes liegt in der Verfügbarkeit von langjährigen, verlässlichen und konsistenten Zeitreihen als Berechnungsbasis und am relativ geringen erforderlichen Zusatzaufwand im Fall eines regelmäßigen zukünftigen Speicher-Monitorings. Die aktuell noch vorhandene Schwäche des Ansatzes liegt in der Unsicherheit der Verteilung der möglichen Lastverlagerungsdauer, da die Verteilung der thermischen Trägheit der beheizten Gebäude noch nicht implementiert werden konnte (Leichtbau vs. Massivbau). Aussagen über die Höhe der verlagerbaren elektrischen Leistung sind damit robust, Aussagen über das zeitliche Ausmaß der möglichen Verlagerung eher qualitativer Natur.

#### **6.1.5 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 (Zitat):

**Betriebszustand 1:** Dieser Betriebszustand ist abwärtskompatibel zur häufig zu festen Uhrzeiten geschalteten EVU-Sperre und umfasst maximal 2 Stunden “harte“ Sperrzeit.

**Betriebszustand 2:** In dieser Schaltung läuft die Wärmepumpe im energieeffizienten Normalbetrieb mit anteiliger Wärmespeicher-Füllung für die maximal zweistündige EVU-Sperre.

**Betriebszustand 3:** In diesem Betriebszustand läuft die Wärmepumpe innerhalb des Reglers im verstärkten Betrieb für Raumheizung und Warmwasserbereitung. Es handelt sich dabei nicht um einen definitiven Anlaufbefehl, sondern um eine Einschaltempfehlung entsprechend der heutigen Anhebung.

**Betriebszustand 4:** Hierbei handelt es sich um einen definitiven Anlaufbefehl, insofern dieser im Rahmen der Regeleinstellungen möglich ist. Für diesen Betriebszustand müssen für verschiedene Tarif- und Nutzungsmodelle verschiedene Regelungsmodelle am Regler einstellbar sein:

a. Variante 1: Die Wärmepumpe (Verdichter) wird aktiv eingeschaltet.

b. Variante 2: Die Wärmepumpe (Verdichter und elektrische Zusatzheizungen) wird aktiv eingeschaltet, optional: höhere Temperatur in den Wärmespeichern.

Diese Konvention ermöglicht dem Netzbetreiber somit einerseits eine Lastverlagerung von maximal 2 Stunden in die Zukunft und andererseits ein zeitlich nicht festgelegtes Vorziehen der Last. Dieses Modell setzt somit voraus, dass die Behaglichkeit in einem Gebäude während der maximal 2 Stunden "harten" Sperrzeit erhalten bleibt, wobei der Netzbetreiber durch die weiteren definierten Betriebszustände die Möglichkeit hat, vor Beginn einer Sperrzeit Wärme im Gebäude oder in technischen Speichern zu puffern.

In Hinblick auf die thermische Trägheit von modernen, gut wärmegeprägten Massivbauten mit aktivierten Gebäudeteilen ist das Modell des Smart Grid Wärmepumpen-Labels uneingeschränkt anwendbar. Im Bereich des Leichtbaues wäre ggf. im Rahmen einer empirischen Studie zu prüfen, ob eine zweistündige Abschaltung der Wärmezufuhr ohne weitere Maßnahmen von Nutzer:innen akzeptiert wird, oder ob in ein solches System noch ein technischer Wärmespeicher (in der Regel ein Wasser-Behälterspeicher) integriert werden muss.

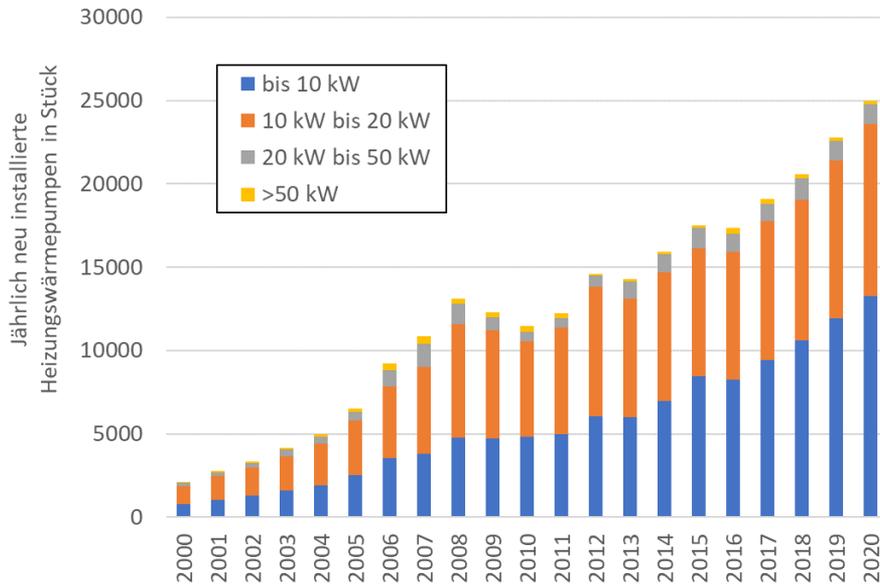
Für die weitere Berechnung wird nach Rücksprache mit dem Verband Wärmepumpe Austria pragmatisch angenommen, dass neu installierte Heizungswärmepumpen in Österreich ab dem Installationsjahr 2015 "smart grid ready" sind. Weiters kann davon ausgegangen werden, dass Heizungswärmepumpen ab dem Jahr 2005 rundsteuerfähig sind, d. h. entsprechende Aggregate konnten bereits in der Vergangenheit über einen klassischen Rundsteuerempfänger ein- und ausgeschaltet werden. Hinterlegt waren dabei unterbrechbare Tarife, welche einen Anreiz für die Nutzer:innen darstellten. Eine größere Verbreitung fanden diese Systeme vor allem in Oberösterreich, das auch auf einen großen Wärmepumpenbestand verweisen kann.

## 6.2 Marktentwicklung

Der Begriff "Marktentwicklung" wird im Zusammenhang mit der Bauteil- und Gebäudeaktivierung im Weiteren auf das damit zusammenhängende Lastverlagerungspotenzial bezogen, welches mittels Smart Grid Heizungswärmepumpen netzdienlich gemacht wird.

**Abbildung 32** zeigt die Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen für den Zeitraum von 2000 bis 2020. Für das Bestandsmodell wird von einer technischen Lebensdauer der Wärmepumpenaggregate von 20 Jahren ausgegangen. D. h. der Gesamtbestand am Ende des Jahres 2020 umfasste die Jahrgänge von 2001 bis 2020 und belief sich auf 252.666 Stück. Angesichts der Verteilung der Leistungsklassen nach Stückzahlen wird sofort klar, dass eine erhebungstechnische Vernachlässigung der Leistungsklassen bis 20 kW thermisch eine grobe Unterschätzung des Lastverlagerungspotenzials durch Bauteil- und

Gebäudeaktivierung zur Folge hätte. Das größte Leistungssegment >50 kW thermisch setzte sich im Datenjahr 2020 aus 139 Anlagen oder 86 % im Segment >50 kW bis 100 kW, 21 Anlagen oder 13 % im Segment >100 kW bis 350 kW und 2 Anlagen oder 1 % im Segment >350 kW bis 600 kW zusammen. Es handelt sich dabei jeweils um Heizungswärmepumpen, also nicht um projektspezifisch gefertigte Industriegewärmepumpen, wie sie beispielsweise im Fernwärme- und Prozessbereich eingesetzt werden.



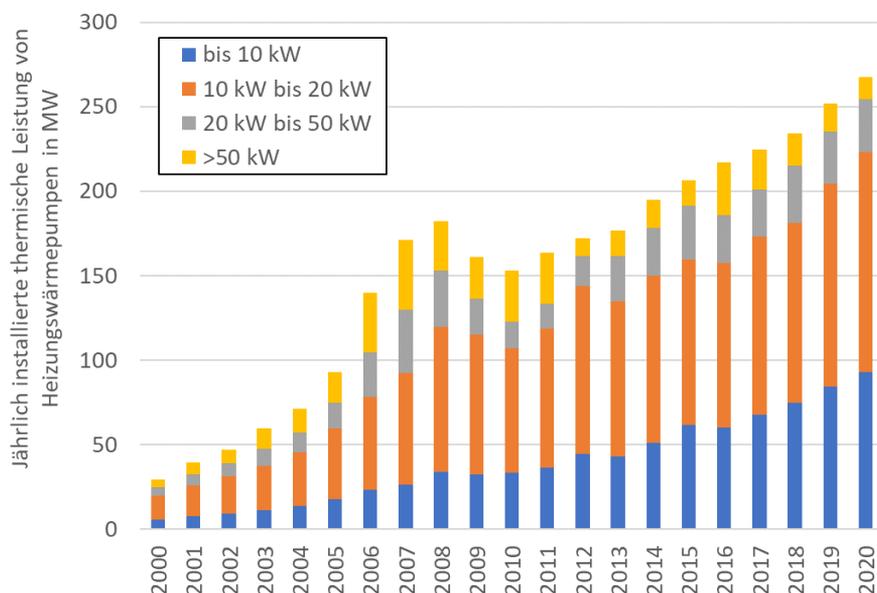
**Abbildung 32 – Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2020. Quelle: ENFOS**

In Bezug auf die Bauteilaktivierung bei Großprojekten kann anhand der Aufgliederung der größten Leistungsklasse auf den Umfang und die Anzahl entsprechender Projekte rückgeschlossen werden. Es handelte sich dabei im Jahr 2020 um insgesamt 162 Projekte >50 kW thermisch.

**Abbildung 33** dokumentiert die in Österreich jährlich neu installierte thermische Leistung von Heizungswärmepumpen nach Leistungsklassen um den Einfluss der oben genannten Stückzahlen zu veranschaulichen. In dieser Darstellung werden die größeren Leistungsklassen aufgrund ihrer größeren mittleren Anlagenleistung deutlicher sichtbar, die absolute Bedeutung der großen Leistungsklassen bleibt allerdings weiterhin jener der kleinen Leistungsklassen untergeordnet. Aus der Sicht eines Netzbetreibers ist es daher jedenfalls attraktiv den großen "Schwarm" an Kleinanlagen ins Visier zu nehmen.

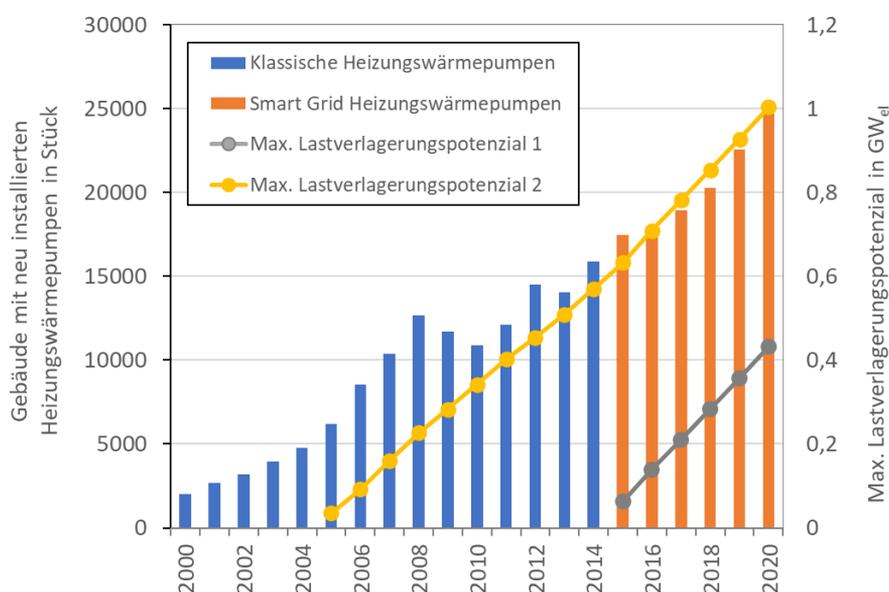
Die installierte thermische Gesamtleistung aller in Österreich im Jahr 2020 in Betrieb befindlichen Heizungswärmepumpen betrug 3,2 GW. Werden nur jene Heizungswärmepumpen eingerechnet, die eine prinzipielle Rundsteuertauglichkeit aufweisen (Jahrgänge 2005 bis 2020), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung auf 3,0 GW. Werden nur Smart Grid Heizungswärmepumpen eingerechnet (Jahrgänge 2015 bis 2020), so reduziert sich die thermische Gesamtleistung weiter auf 1,4 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 2001 bis 2020) resultiert eine elektrische Leistung von 1,1 GW, für den Bestand ab

2005 (Rundsteuer-tauglichkeit) 1,0 GW und für den Bestand ab 2015 (Smart Grid ready) 0,4 GW.



**Abbildung 33 – Thermische Leistung neu installierter Heizungswärmepumpen in Österreich nach Leistungsklassen, für die Jahre 2000 bis 2020. Quelle: ENFOS**

Die genannten Zahlen sind natürlich rein theoretischer Natur, da sie eine Gleichzeitigkeit des Betriebes aller Heizungswärmepumpen implizieren. In der Realität sind die auftretenden Leistungen durch die, bei üblichen Betriebsanforderungen stattfindenden Taktung oder Modulierung deutlich geringer. Dies gilt natürlich in derselben Weise auch in Hinblick auf das Lastverlagerungspotenzial, das in **Abbildung 34** einmal für die zumindest rundsteuer-tauglichen und einmal für die Smart Grid Heizungswärmepumpen dargestellt ist.

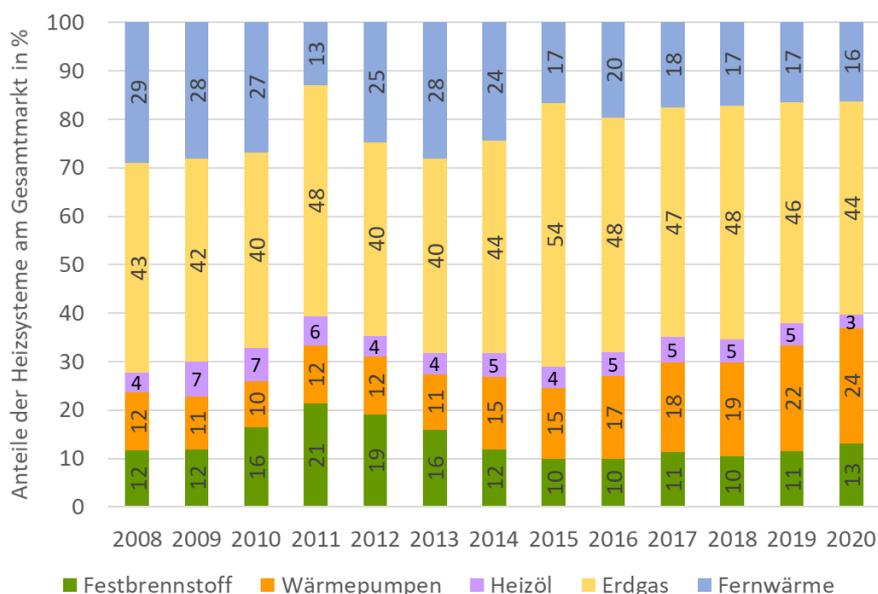


**Abbildung 34 – Maximales Lastverlagerungspotenzial von Heizungswärmepumpen in Österreich. Potenzial 1: Smart Grid Heizungswärmepumpen, Potenzial 2: rundsteuer-taugliche Heizungswärmepumpen. Quelle: ENFOS**

Das tatsächlich adressierbare Lastverlagerungspotenzial korreliert mit der allgemeinen Heizungsanforderung (repräsentiert u. a. durch die Außentemperatur) und wird oberhalb der Heizgrenztemperatur marginal. Für den Kühlbereich gelten prinzipiell dieselben Zusammenhänge, wobei das Lastverlagerungspotenzial im Kühlbereich in Österreich aufgrund des noch relativ geringen Ausstattungsgrades für Netzbetreiber kaum attraktiv sein dürfte.

### 6.2.1 Zukünftige Entwicklung

Wie obige Abbildungen zeigen, handelt es sich bei der Aktivierung von Bauteilen und Gebäuden um einen Wachstumsmarkt mit einem großen zukünftigen Potenzial. **Abbildung 35** 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 2020 war in diesem Zusammenhang bereits jedes vierte verkaufte Heizsystem eine Wärmepumpenanlage, welche wiederum ein Potenzial zur Lastverlagerung darstellt.



**Abbildung 35 – Jährliche Anteile von Heizsystemen am Gesamtheizungsmarkt in Österreich, für die Jahre 2008 bis 2020. Quellen: VÖK, ENFOS**

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 hochexergetischen Anwendungen und Sektoren für den Raumwärmebereich nicht durchführbar. Es 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 Gebäude-

sanierungen. Die Merkmale dieser Gebäude stellen Eignungsfaktoren für den Einsatz von Wärmepumpenheizungen dar und der Einsatz von flächigen Niedertemperatur-Wärmeverteilsystemen legt – nicht notwendiger Weise, aber tendenziell – Bauteilaktivierungen nahe.

- Der fortschreitende Klimawandel macht auch in Österreich die Gebäudekühlung in Wohngebäuden zum Thema. Auch dieser Aspekt begünstigt die Entscheidung für eine Wärmepumpenanlage als Heiz- und Kühlsystem. Die Bauteilaktivierung eröffnet in diesem Zusammenhang zusätzlich auch die Möglichkeit eines Kühllastausgleichs durch “free cooling“, sofern geeignete Elemente mit einem geeigneten Temperaturniveau wie z. B. Erdsonden(felder), Gebäudefundamente etc. in das System integrierbar sind.

Mit dem Ansteigen des Lastverlagerungspotenzials durch fortwährende Marktdiffusion der Bauteilaktivierung und der gleichzeitig stattfindenden Diffusion weiterer netztechnischer Infrastruktur wie dem Smart Meter wird auch der Anreiz für Netzbetreiber immer größer, das Lastverlagerungspotenzial mittels entsprechender Tarifangebote an die Stromkund:innen zu nutzen.

### **6.2.2 Kosten der Bauteilaktivierung**

Ist ein Gebäude prinzipiell für die Anwendung einer Bauteilaktivierung geeignet (massive Bauteile, entsprechende Energieeffizienzklasse), so entstehen durch die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen bauseits nur geringe Kosten. Im Wesentlichen sind dies die Materialkosten der Wärmetauscherrohre und die Arbeitskosten für die Montage selbiger im Bewehrungsgeflecht der Stahlbetonbauteile. Oftmals sind diese Wärmetauscherrohre jedoch äquivalent dem Niedertemperatur-Wärmeverteilsystem für die Beheizung und/oder Kühlung über Wärmepumpenaggregate. Insofern ist die Definition der Systemgrenzen und die Zuordnung der Kosten auf Kostenstellen von Projekt zu Projekt unterschiedlich.

Die Steuerung und Regelung des gesamten Heiz- und Kühlsystems verlangt – vor allem in komplexeren und großvolumigen Gebäudesystemen – nach wie vor eine projektspezifische technische Lösung, welche in der Regel Zusatzkosten verursacht. Wesentlich ist hierbei, dass eine gewissenhafte Einregulierung und Systemoptimierung inkludiert ist, um das Potenzial der Bauteilaktivierung im Anschluss in vollem Umfang realisieren 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.

### 6.2.3 Förderungen

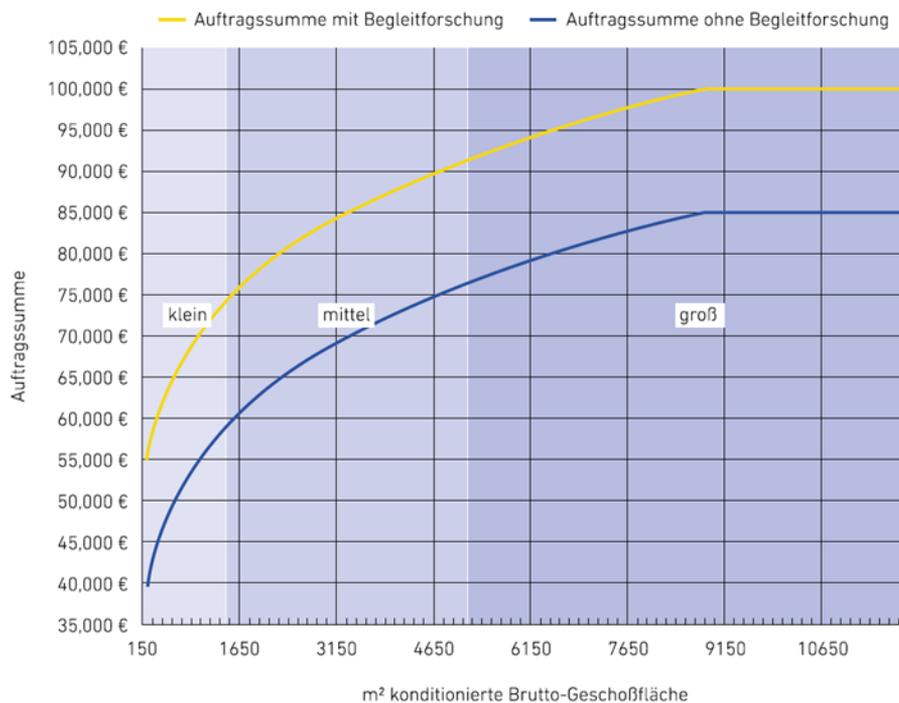
Verfügbar ist eine öffentliche Förderung in Form eines Zuschusses für Planungsleistungen. Entsprechende Anträge für die Vergabe von Planungsdienstleistungen sind in Abhängigkeit der verfügbaren Budgetmittel im Zeitraum von 15.12.2020 bis 31.03.2023 möglich, siehe Klima- und Energiefonds (2020).

Förderungswerber können natürliche und juristische Personen sein, die geförderte und/oder freifinanzierte Bauprojekte mit überwiegender Wohnnutzung errichten. Der Förderungszweck ist die Verwendung der thermischen Speicherkapazität von Bauteilen zur Maximierung des Einsatzes von erneuerbaren Energien für die thermische Konditionierung von Gebäuden. Die Gebäude, auf welche die erarbeiteten Wärmeversorgungskonzepte angewendet werden, müssen unter anderem folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Nutzfläche zu mehr als 50 % für Wohnzwecke genutzt.
- Gebäude mit fünf und mehr Wohnungen.
- Die aktivierten Baumassen sind das einzige System für die Raumtemperierung (ausgenommen temporär betriebene Zusatzheizeinrichtungen in untergeordneten Räumlichkeiten). Heizlast < 25 W/m<sup>2</sup> in exponierten Räumen.

Die Vergütung für die Planungsdienstleistung je Einzelprojekt setzt sich wie folgt zusammen:

- Pauschalbetrag zwischen 40.000 und 85.000 EUR in Abhängigkeit der Größe des Geschoßwohnbaus, siehe **Abbildung 36**
- Bonus für Teilnahme am wissenschaftlichen Monitoring
- Bonus für Projekte der Gebäudesanierung
- Bonus für Projekte mit einem besonderen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft



**Abbildung 36 – Fördermodell für Planungsleistungen für die Bauteilaktivierung des Klima- und Energiefonds. Bildnachweis: Klima- und Energiefonds (2020)**

Die Antragstellung erfolgt über einen Online-Antrag bei der Kommunalkredit Public Consulting GmbH, siehe <https://www.meinefoerderung.at/webklien/?execution=e1s1&cluster=bakt>

Für Antragsteller:innen steht ein ausführlicher Leitfaden für “Planungsdienstleistungen Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung“ zur Verfügung, siehe <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/LeitfadenTBA.pdf>

### 6.3 Technologiespezifische Informationen

Als technologiespezifische Fachinformation werden an dieser Stelle 4 öffentlich zur Verfügung stehende Publikationen genannt, welche einen hohen Detaillierungsgrad und einen starken Praxisbezug aufweisen.

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.



## 6.4 Dokumentation von Datenquellen

Beispiele für österreichische Firmen, die im expliziten thematischen Umfeld der Bauteilaktivierung tätig sind (in alphabetischer Reihenfolge):

- e7 energy innovation & engineering, <https://www.e-sieben.at/de/>
- Franz Hödlmoser GmbH & Co KG, <https://www.hoedlmoser.at/bauteilaktivierung.php>
- GUGERELL KG, <https://gugerell-kg.at/>
- hacon GmbH, <https://www.ha-con.at/>
- IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, <https://www.jung-ingenieure.com/>
- Kuster Energielösungen GmbH, <https://www.futureisnow.eu/>

## **7 Marktentwicklung Innovative Speichersysteme**

### **7.1 Technologiespezifische Erhebungs- und Berechnungsmethoden**

Für die Erhebung relevanter Marktdaten wurden zuerst österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen recherchiert, welche sich mit der Herstellung oder Erforschung innovativer Speichersystemen beschäftigen. Um Informationen zu den Bereichen Umsatz, Produkt, erwarteter Markteintritt und förderlichen oder hinderlichen Aspekten zu erhalten, wurde ein Fragebogen erstellt. Dieser wurde an Produzenten von innovativen Speichersystemen und/oder deren Schlüsselkomponenten und Forschungseinrichtungen aus Österreich übermittelt.

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)

Die genannten Technologien sind Gegenstand der Forschung und Entwicklung oder spielen auf dem österreichischen Markt erst seit kurzem eine Rolle. Weitere aktuelle Entwicklungen von neuen, innovativen Speichersystemen, wie zum Beispiel aktuelle Entwicklungen zu Lithium-Ionen-Batterien werden in einem anderen Kapitel der Marktstatistik behandelt. Des Weiteren sei angemerkt, dass viele Informationen von einzelnen Expert:innen aus der Branche stammen und daher nicht repräsentativ sind. Dieses Kapitel soll einen Überblick über innovative Speichersysteme in Österreich bieten, es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.

### **7.2 Marktentwicklung**

#### **7.2.1 Entwicklung der Verkaufszahlen**

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. Über die Entwicklung der Verkaufszahlen kann daher nicht im Detail berichtet werden.

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.

### **7.2.1.1 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.

Mit Stand 2020 gab es in Österreich 45 Wasserstoff PKWs (Statistik Austria, 2021) und 5 Wasserstofftankstellen in Innsbruck, Asten, Wien, Wr. Neudorf und Graz (H2, 2021). Zudem gibt es 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 Jahren weitere Technologien basierend auf Wasserstoff auf den Markt kommen.

### **7.2.1.2 Innovative stationäre elektrische Speicher**

Zu den innovativen stationären elektrischen Speichern zählen zum Beispiel Salzwasserbatterien und Redox-Flow-Batterien. Hersteller dieser Art von Speichern erwarten innerhalb der nächsten Jahre einen signifikanten Anstieg in diesem Bereich. Im Jahr 2020 wurden in Österreich mindestens 300 Salzwasserbatterien verkauft.

### **7.2.1.3 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, können sie derzeit noch nicht auf dem österreichischen Markt erworben werden. Es gibt jedoch Latentwärmespeicher in Form von PCM-Vollgipsplatten und Textilien auf dem Markt. Deren Verkaufszahlen sind jedoch nicht bekannt.

### **7.2.1.4 Thermochemische Speicher**

Thermochemische Speicher befindet sich derzeit in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Ein Markteintritt ist in den nächsten Jahren nicht zu erwarten.

## **7.2.2 Preise (UVP und erwarteter UVP)**

Folgende Preise sind Angaben und Schätzung der befragten Akteur:innen. Aufgrund der geringen Anzahl der am Markt befindlichen innovativen Speichersysteme können deren Preise nur begrenzt angegeben werden.

### **7.2.2.1 Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas**

Laut Herstellerangaben kostete im Jahr 2020 eine 75 kW Elektrolyse in Kombination mit einer 15 kW Brennstoffzelle und einem Wasserstoffspeicher etwa 1,5 Mio. €. Die jährlichen Wartungskosten betragen in etwa 2 % der Investitionskosten. Diese UVP reduziert sich bis zum Jahr 2030 geschätzt auf etwa 800.000 €.

Die Kosten für eine Brennstoffzelle mit einer Leistung von 50 kW und einem Gesamtwirkungsgrad zwischen 45 % und 56 %, soll im Jahr 2030 unter 20.000 € betragen.

### 7.2.2.2 Innovative stationäre elektrische Speicher

Im Jahr 2020 betrug die UVP einer Salzwasserbatterie ca. 1.000 €/kWh für das Gesamtsystem. Es fallen keine jährlichen Wartungskosten an.

Die erwartete UVP für eine Redox-Flow-Batterie im Jahr 2023/24 (geplanter Markteintritt) wird vom Hersteller auf 300-500 €/kWh geschätzt. Bis zum Jahr 2030 reduziert sich diese UVP geschätzt auf etwa 150 €/kWh.

### 7.2.2.3 Latentwärmespeicher

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 177,45 €/m<sup>2</sup>.

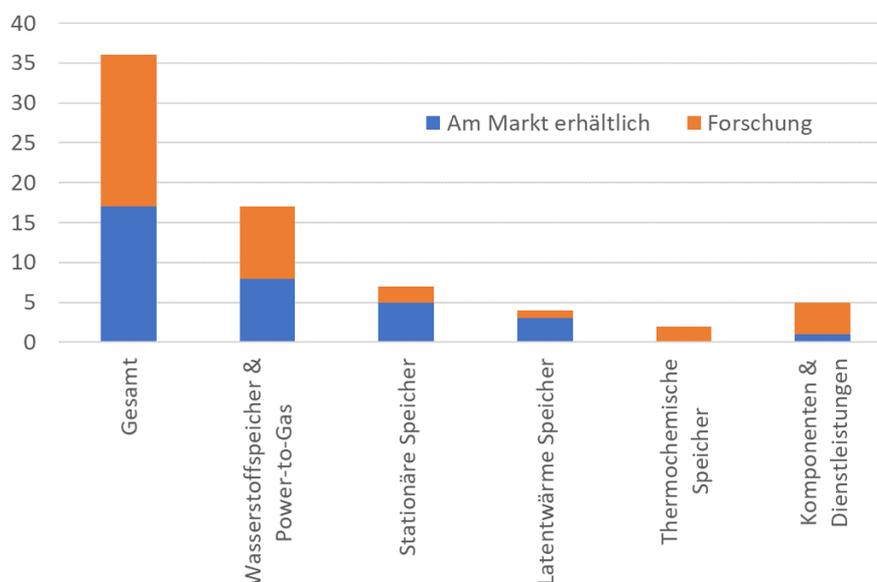
### 7.2.2.4 Thermochemische Speicher

Da es noch keine thermochemischen Speicher auf dem österreichischen Markt gibt, kann keine Aussage zu deren Preis getroffen werden.

## 7.3 Technologiespezifische Informationen

Die Informationen zu diesem Kapitel wurden mit Hilfe der Fragebögen erhoben und mit Daten aus der Technologie-Roadmap Energiespeichersysteme in und aus Österreich (Klima- und Energiefond, 2018) ergänzt.

Derzeit beschäftigen sich in Österreich mindestens 36 Firmen und Forschungseinrichtungen mit innovativen Speichersystemen, die meisten davon mit dem Thema Wasserstoff. Eine genauere Aufschlüsselung nach Art der Speichertechnologie dieser Akteur:innen kann **Abbildung 37** entnommen werden. Die Kategorie Komponenten und Dienstleistungen beinhaltet die Erforschung und Entwicklung von Schlüsselkomponenten für Speicher, sowie die Forschung und Evaluierung betreffend Sicherheit von Speichern.



**Abbildung 37 – Marktteilnehmer innovative Speichertechnologien in Österreich**  
Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen, welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten. Quelle: BEST

### 7.3.1 Technologiebeschreibung und technische Produktdaten

In diesem Kapitel wird ein kurzer Überblick über das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Speichertechnologien gegeben. Des Weiteren werden deren Leistungsbereich, Anwendungsgebiete und Vor- und Nachteile erläutert.

#### 7.3.1.1 Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas

Wasserstoffspeichertechnologien beinhalten im Wesentlichen Brennstoffzellen und die Speicherung von Wasserstoff in Wasserstoffdruckspeichern oder Metallhydridspeichern. Wasserstoff kann durch Elektrolyse (Power-to-Gas) oder 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 3 und 8. Es wird Forschung im Bereich Hochtemperatur-Brennstoffzellen und Ammoniak in der Brennstoffzelle betrieben.

In Österreich werden Brennstoffzellen für die mobile Anwendung in einem Leistungsbereich von 30 kW bis 266 kW angeboten. Zudem wird an Brennstoffzellen (z.B. Proton-Exchange-Membran-Brennstoffzelle) für die mobile Anwendung in PKWs und LKWs mit einer Lebensdauer von bis zu 15.000 Zyklen bzw. 15 Jahren und einen Wirkungsgrad zwischen 45% und 56% geforscht. Es werden außerdem Systemlösungen angeboten. Diese ermöglichen eine vor Ort Elektrolyse und Druckspeicherung von Wasserstoff in Betrieben oder Kommunen. Der erzeugte Wasserstoff kann im Transportbereich verwendet oder rückverstromt werden. Allerdings gibt es auch Bestrebungen diese Speichertechnologie als saisonalen Langzeitspeicher oder auch als Tag/Nacht-Speicher stationär zu nutzen. In Österreich werden Kurz- und Langzeitspeicher mit einer Kapazität von 4-30 kWh bis hin zu 300-1.500 kWh, mit einer Ladeleistung von 5-30 kW und einem Gesamtwirkungsgrad (elektrisch und thermisch) von 60-90% angeboten.

**Wasserstoffdruckspeicher** speichern verdichteten Wasserstoff unter Druck (350-700 bar). Dies ermöglicht die Speicherung von Wasserstoff über einen gewissen Zeitraum. Die Energiedichte kann durch die Speicherung unter Druck stark erhöht werden, dies reduziert den Platzbedarf des Speichers. Stationäre Druckspeicher speichern den Wasserstoff meist unter geringerem Druck. Diese werden in der Industrie eingesetzt. Mobile Druckspeicher können in Fahrzeugen eingesetzt werden. Diese speichern Wasserstoff unter höherem Druck und sind dadurch kleiner. Ein Nachteil ist das hohe Gewicht der Speicher. Als Material für die Behälter wird 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 und der Speicher ist aufgrund des Metalls schwerer, wodurch sich die Anwendung im Transportsektor eher auf den Schwerverkehr einschränken wird. In Österreich wird an der Energiespeicherung in Metalloxiden zum Netzlastausgleich (Tag/Nacht, saisonal) mit derzeit einem TRL von 2-3, einer Kapazität zwischen 100 und 100 Mio. kWh, einer Beladeleistung von 100 bis 100.000 kW, keiner Selbstentladung und einem Gesamtwirkungsgrad von 50-60% geforscht.

In Österreich gibt es Bestrebungen für einen **Untergrundporenspeicher** für Wasserstoff zum Saisonausgleich mit einer Kapazität von ca. 350 Mio. kWh, einer Lebensdauer von über 50 Jahren, einem Wirkungsgrad von ca. 85% und einer Selbstentladung unter 1%. Derzeit liegt der TRL bei 4. Der geschätzte Markteintritt ist 2030.

**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 Herstellung von Methan wird weiters eine Methansynthese und CO<sub>2</sub> benötigt. Das CO<sub>2</sub> kann unter anderem aus Verbrennungsabgasen gewonnen werden. Methan kann in weiterer Folge z.B. in das Gasnetz eingespeist werden. Das Gasnetz fungiert als Methanspeicher. 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 einer neuen ÖVGW Richtlinie, bis zu 10% Wasserstoff in das Gasnetz eingespeist werden (ÖVGW, 2021). Vorteile der Power-to-Gas Technologie sind, durch das weit ausgebaute Gasnetz in Österreich, eine weite Verbreitung und die dadurch hohen Speicherkapazitäten. 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.

### 7.3.1.2 Innovative stationäre elektrische Speicher

In diesem Kapitel werden Redox-Flow-Batterien und Salzwasserbatterien behandelt, da diese bereits auf dem österreichischen Markt erhältlich sind.

**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 Speichern bereits angeboten. Es wird auch an Batterien mit auf Lignin basierten Rohstoffen als Elektrolyt für die Anwendung als Pufferspeicher oder bei E-Tankstellen gearbeitet. Der TRL einer österreichischen Redox-Flow-Batterieentwicklung mit biobasiertem Elektrolyten liegt bei 6, mit einer Be- und Entladeleistung von 1.000 kW, einer Lebensdauer von 20.000 Zyklen bzw. 10-20 Jahren, einer Selbstentladung von 0.05%/Monat und einem Gesamtwirkungsgrad von 80-85%.

Bei einer **Salzwasserbatterie** (oder Natrium-Ionen Batterie) 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. In Österreich werden Salzwasserbatterien mit einer Kapazität von 5 kWh bis 270 kWh als anschlussfertige Gesamtsysteme angeboten. Diese weisen eine Beladeleistung zwischen 1 kW und 45 kW, eine Entladeleistung von 1 kW bis 48 kW, eine Lebensdauer von 5.000 Zyklen bzw. 15 Jahren, eine Selbstentladung von 10 % im Monat und einen Gesamtwirkungsgrad von 88,5 % auf.

### 7.3.1.3 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.

### 7.3.1.4 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. Der TRL von thermochemischen Speichern liegt zwischen 1 und 5. In Österreich wird an Speichern mit einer Nutzkapazität von 50-2.000 kW, einer Beladeleistung von 10-100 kW, einer Entladeleistung zwischen 50 kW und 100 kW, einer Selbstentladung von 0-10%/Monat und einem Gesamtwirkungsgrad von 30% (saisonal) bis 60% (Kurzzeitspeicher) geforscht. Zudem gibt es Materialforschung für thermochemische Energiespeichermaterialien auf Basis von Salz-Hydraten, Salz-Ammoniakaten, Oxid-Hydroxid-Materialien, Oxid-Carbonat-Materialien und redoxaktive Metalloxide. Der TRL für einen Speicher mit bis zu 2 GJ/m<sup>3</sup> Nennkapazität für CuSO<sub>4</sub>-Ammoniakat liegt bei 2-3.

**Tabelle 9** fasst die zuvor beschriebenen Technologien und deren Status in Österreich zusammen.

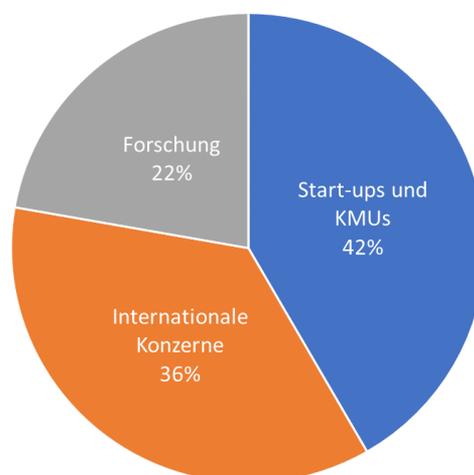
**Tabelle 9 – Technologien und deren Status in Österreich**

Technologie	Vermarktung in Ö	Forschung in Ö.	TRL
Wasserstoffspeicher & Power-to-Gas	Ja	Ja	3-8
Brennstoffzellen	Ja	Ja	3-8
Metallhydridspeicher	Nein	Ja	2-4
Untergrundporenspeicher	Nein	Ja	4
Power-to-Gas	Ja	Ja	3-8
Stationäre elektrische Speicher	Ja	Ja	6-9
Redox-Flow-Batterie	Ja	Ja	6-9
Salzwasserbatterien	Ja	Ja	8-9
Latentwärmespeicher	Ja	Ja	2-9
Thermochemische Speicher	Nein	Ja	1-5

### 7.3.2 Beschäftigungseffekte (Umsatz, Arbeitsplätze)

Die Entwicklung von Umsatz und Arbeitsplätzen lässt sich bei innovativen Speichertechnologien schwer abschätzen. Dies liegt unter anderem daran, dass erst wenige Produkte auf dem Markt sind und sich einige Speicher noch im Forschungsstadium befinden.

Es kann festgehalten werden, dass es am österreichischen Markt über 35 Akteur:innen im Bereich innovative Speichersysteme gibt. Zu diesen zählen Start-ups und KMUs, welche ihr Produkt entwickeln und auf den Markt bringen, sowie auch internationale Konzerne, welche innovative Speichersysteme in ihr Produktportfolio aufgenommen haben. Diese Speichersysteme haben zumeist einen hohen Technologiereifegrad. Zu den Akteur:innen zählen auch Forschungsinstitute und Universitäten, welche neue Materialien oder Prozesse untersuchen. Diese Speichersysteme haben einen niedrigen Technologiereifegrad. Die Markteinführung dieser Systeme wird noch einige Jahre dauern. Absolut setzen sich die Akteur:innen aus 15 Start-ups und KMUs, 13 internationalen Konzernen und 8 Forschungseinrichtungen inkl. Forschungsgruppen in Universitäten zusammen. **Abbildung 38** veranschaulicht die prozentuelle Aufteilung der Akteur:innen.



**Abbildung 38 – Akteur:innen in der Branche für innovative Speichertechnologien in Österreich in %. Quelle: BEST**

Bei dieser ersten Erhebung konnten nicht genügend Daten für eine Hochrechnung zu Beschäftigungseffekten erhoben werden.

Im Jahr 2020 gab es in Österreich mindestens 40 VZÄ im Bereich innovative Speichersysteme, davon mindestens 5 VZÄ in der Brennstoffzellenforschung, mindestens 30 VZÄ im Bereich innovative stationäre elektrische Speicher und mindestens 6 VZÄ in der Forschung zu thermochemischen Speichern.

### **7.3.3 Förderliche und hinderliche Aspekte bei der Produktion und dem Vertrieb von innovativen Speichern**

Die folgenden Unterkapitel beruhen auf den Aussagen von Herstellern und Forschungseinrichtungen.

#### **7.3.3.1 Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas**

Förderlich für die Markteinführung von Wasserstoffspeichertechnologien sind internationale und nationale Förderungen, wie zum Beispiel durch die FFG (z.B. wird industrielle Forschung zum Funktionsnachweis für TRL 3-4 gefördert), IPCEI, KPC etc., sowie das „Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU). Diese öffentlich-private Partnerschaft dient zur Unterstützung von Forschung, technologischer Entwicklung und Demonstration im Bereich der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien in Europa (FCH-JU, 2021). Zudem gibt es ein steigendes Bewusstsein bezüglich grünen Wasserstoffes. Der europäische Gasmarkt ist etabliert und transparent, dies macht eine Adaptierung zu Wasserstoff relativ einfach möglich.

Als hinderlich werden eine fehlende CO<sub>2</sub>-Besteuerung sowie fehlende Einfahrbeschränkungen für PKWs und LKWs, wie zum Beispiel eine Maut in Städten, empfunden. Zusätzlich gibt es Hindernisse durch die Industrieemissionsrichtlinie. Diese EU-Richtlinie regelt Genehmigung, Betrieb, Überwachung und Stilllegung von Industrieanlagen (Industrieemissionsrichtlinie, 2010). Für Behörden gibt es jedoch keinen Leitfaden bezüglich Anlagengenehmigung. Fehlende Industrialisierung, Diversifikation und Wettbewerb in der Supply Chain führen dazu, dass zwischen den Energieträgern kein „level playing field“ (gleiche Wettbewerbsbedingungen) herrscht. Eine negative Einstellung gegenüber gasförmigen Energieträgern und deren Infrastruktur seitens der Politik hindern vorerst die Marktentwicklung Richtung Wasserstoff. Zudem sind die Rahmenbedingungen hinsichtlich Energiemarkt und Emissionsbepreisung unsicher.

#### **7.3.3.2 Innovative stationäre elektrische Speicher**

Der Nutzen von innovativen stationären elektrischen Speichern ist mittlerweile in der breiten Bevölkerung angekommen, was sich förderlich auf deren Marktwachstum auswirkt.

Es sollten jedoch alle Komponenten für die Herstellung von Speichern, auch welche mit verschiedenen TRLs, gefördert werden. Dabei sollte besonders auf die Umsetzbarkeit der Technologie geachtet werden. Marktstudien sollten ebenfalls öffentlich gefördert werden und frei zugänglich sein. Die Datenquellen müssen dabei ersichtlich sein.

#### **7.3.3.3 Latentwärmespeicher**

Für Latentwärmespeicher konnten mit dem Fragebogen keine förderlichen oder hinderlichen Aspekte eruiert werden.

### **7.3.3.4 Thermochemische Speicher**

Thermochemische Speicher befinden sich noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Förderlich für das Erreichen der Marktreife sind Anreize für die Industrie und eine Besteuerung von CO<sub>2</sub>. Zudem sollten Ziele der Energiewende medial präsentiert werden, und Zwischenziele sollten definiert werden. Dies würde vermehrt Bewusstsein für innovative Speichertechnologien schaffen.

Als hinderlich werden derzeitige Förderungen empfunden, welche zu wenig, zu unflexibel und zu bürokratisch in der Abwicklung sind. Da sich Forschung nur bedingt in geplante Abläufe pressen lässt, sollten Förderungen dahingehend überdacht werden. Zudem stellt sich die zentralisierte Energieversorgung als Herausforderung dar. Ein weiterer hinderlicher Aspekt sind die Gas- und Öllobby.

### **7.3.4 Ausblick: Erwartete Entwicklung der Speicherbranche in den nächsten 10-20 Jahren**

Dieses Kapitel beruht auf den Einschätzungen von Herstellern und Forschungseinrichtungen.

Strom- und Wärmespeicher werden im Rahmen der Energie- und Verkehrswende eine zentrale Rolle zur Stabilisierung der Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen, zur Effizienzsteigerung von industriellen Prozessen und für Elektrofahrzeuge für den Individualverkehr spielen. Zudem wird eine sinkende UVP für innovative Speichertechnologien prognostiziert. Daher wird ein signifikanter Anstieg über mehrere hundert GW an innovativen stationären elektrischen Speichersystemen in den nächsten 10 bis 20 Jahren erwartet.

Laut Angaben einiger Hersteller, werden innerhalb der nächsten 1-3 Jahren weitere Technologien basierend auf Wasserstoff auf den Markt kommen. Bei Wasserstoffspeichertechnologien wird unter anderem an einem Zyklus von Strom über Ammoniak zurück zu Strom als Langzeitspeicherung gearbeitet. Des Weiteren werden Polymerelektrolytbrennstoffzellen (PEMFC) für LKWs und PKWs entwickelt. Die stationäre Stromerzeugung dieser Brennstoffzelle kann als Ersatz von Diesel-Notstromaggregaten dienen. Es wird zudem Forschung in den Bereichen Gasabtrennung, Wasserstoffherzeugung, verlustarme Langzeitspeicherung und Mikro-KWK mit Brennstoffzelle betrieben.

In den nächsten Jahren wird ein steigender Bedarf an Gasspeichern (Methan und Wasserstoff von Power-to-Gas) erwartet, da diese als Back-up für Gaskraftwerke dienen können. Zudem wird ein erhöhter Bedarf an Wasserstoff, aufgrund des Ausbaus von Erneuerbaren Energien und den Herausforderungen durch saisonale Verschiebung, prognostiziert. In Österreich wird daher an Untergrundporenspeichern für Wasserstoff und an Metallhydridspeichern geforscht.

Latentwärmespeicher sind vielseitig anwendbar und bieten daher viele Entwicklungsmöglichkeiten. In Österreich wird zum Beispiel an Dampf- und Latentwärmespeicher als Hybridspeicher geforscht.

Thermochemische Speicher werden für die Nutzung als Langzeitspeicher (Wochen-Monate, 60-100°C) im Gebäudebereich und als kaskadierende Speicher zur Abwärmenutzung in Produktionsprozessen (Tage, 60-250°C) entwickelt. Dies ist vor allem für die Speicherung von Prozesswärme in metallverarbeitenden Unternehmen, bei Ziegelherstellern, etc. relevant.

Es benötigt gute Ansätze, um das gespeicherte und danach gewonnene Temperaturniveau auf Prozessebene zu heben (z. B. Dampf mit ca. 100 °C). Daher wird an kompakten Hochleistungswärmespeichern auf Basis von Salz-Hydraten, Salz-Ammoniakaten, Oxid-Hydroxid-Materialien, Oxid-Carbonat-Materialien und redoxaktiven Metalloxiden gearbeitet.

Dadurch wird zukünftig bei Etablierung geeigneter Materialien eine Reduktion fossiler Brennstoffe für Industrierwärme durch nachhaltiges Wärmerecycling möglich.

## **7.4 Technologiespezifische Schlussfolgerungen**

Mit dem steigenden Ausbau erneuerbarer volatiler Energiequellen werden Strom- und Wärmespeicher eine immer wichtigere Rolle zur Stabilisierung des Energiesystem und der dezentralen bedarfsgerechten Energiebereitstellung spielen. Elektrische Speicher sind auch eine wichtige Schlüsselkomponente für die Energieversorgung der stark wachsenden E-Mobilität. Dabei sind stationäre Speicher bei den E-Ladestellen und mobile Speicher, verbaut in E-Fahrzeugen, sehr gefragt. Je nach Anwendungsbereich werden sich die betrachteten innovativen Energiespeicher-Technologien in verschiedenen Bereichen behaupten:

Wasserstoffspeichertechnologien & Power-to-Gas Technologien werden zusätzlich zur dezentralen Versorgung von Wasserstoff- und Gasfahrzeugen auch eine Anwendung als „Speicherkraftwerk“ im Bereich der Energieversorgung (regionale und lokale bis überregionale Energieversorgung) haben. Aufgrund der bestehenden und großflächig ausgebauten Gasinfrastruktur werden sie als Power-to-Gas Technologie parallel zu Pumpspeicherkraftwerken als ortsunabhängige Lastausgleichs- und Langzeitspeicher von Energieversorgern eingesetzt werden. Aktuell befindet sich die Wasserstoffspeichertechnologie aber noch im Stadium der Forschungs- und Entwicklung bzw. im Pilotstadium. Demonstrationsanlagen wurden in Österreich erst wenige umgesetzt.

Die Redox-Flow-Batterie und die Salzwasserbatterie sind als stationäre elektrische Speicher mittlerweile wettbewerbsfähig und werden in Österreich auch bereits verkauft. Eine Steigerung der Verkaufszahlen und eine Reduktion der Systempreise werden für die nächsten Jahre erwartet. Aufgrund des hohen spezifischen Gewichtes pro Speicherkapazität haben sie im mobilen Bereich kein Anwendungsfeld.

Die laufenden Forschungsarbeiten zu thermochemischen Wärmespeichern zeigen ein hohes Potential als Langzeitwärmespeicher in Gebäuden und als kaskadierende Speicher zur Abwärmenutzung in Produktionsprozessen (nachhaltiges Wärmerecycling). Die Erforschung und Etablierung geeigneter Materialien für den thermochemischen Wärmespeicher ist ein wichtiger Faktor für den Markteintritt.

Die Möglichkeit latente Wärme als Speicher zu nutzen hat bereits im Gebäudebereich zur Wärmeversorgung (Eisspeicher) oder zur Erhöhung der Speicherkapazität von Bauteilen als Vollgipsplatte einen Markt gefunden. Weitere Anwendungsfelder werden erforscht. Latentwärmespeicher sind vielseitig anwendbar und bieten daher viele Entwicklungsmöglichkeiten.

Bei den innovativen Speichertechnologien scheinen derzeit Wasserstoffspeicher und innovative stationäre elektrischen Speicher am vielversprechendsten zu sein. Es wird ein Anstieg in der Produktion und eine Reduktion der Kosten bzw. Preise erwartet.

Die erste Erhebung der innovativen Speichersysteme war geprägt von der Recherche und der ersten Kontaktaufnahme mit den Akteur:innen. Noch ist dieser Bereich überschaubar. Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der Firmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der innovative Speichersysteme in den nächsten Jahren deutlich steigen wird. Zur zukünftigen vollständigeren Erfassung der Branche ersuchen wir interessierte Firmen oder Forschungseinrichtungen um Kontaktaufnahme mit dem Projektteam.

## 7.5 Dokumentation der Datenquellen

Als Datenquellen wurden zum Großteil die Ergebnisse der Fragebögen verwendet, ergänzende Literaturquellen sind jeweils gekennzeichnet. Nach einer ersten Internetrecherche wurde der Fragebogen an 49 Akteur:innen aus der Branche versendet. Daraus wurden 36 relevante Firmen und Forschungsinstitute ermittelt, welche derzeit, die in dieser Marktstatistik definierten, innovativen Speichersysteme entwickeln oder bereits auf den österreichischen Markt gebracht haben. 17 dieser Akteur:innen vertreiben ihre Produkte (innovative Speicher und/oder Schlüsselkomponenten) bereits am österreichischen Markt. Die Speichersysteme von 19 Firmen und Forschungsinstituten befinden sich noch in der Entwicklung.

Von den 36 Akteur:innen, haben 20 schriftlich und/oder telefonisch geantwortet und 10 davon haben einen vorbereiteten Fragebogen ausgefüllt. Dies ergibt eine Rücklaufquote von ca. 56 % bzw. ca. 28 %.

## 8 Literaturverzeichnis

**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.

**Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Bernhard Fürnsinn, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Maximilian Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2021)** Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2020, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 18/2021.

**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](https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/bwp_service/Guetesiegel/2020_SG-ready_Regularien_2.0_final.pdf) vom 15.10.2021.

**E-Control (2021)** Elektrizitätsstatistik, Bestands- und Betriebsstatistik <https://www.e-control.at/statistik> vom 13.09.2021.

**FCH-JU (2021)** Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking <https://www.fch.europa.eu/> vom 20.08.2021.

**Fechner Johannes (2020)** Fact Sheet Thermische Bauteilaktivierung. Klima- und Energiefonds, Wien, 2020, <https://www.bauteilaktivierung.info/factsheet/> vom 15.10.2021.

**FGW (2021)** Zahlenspiegel 2021; Fachverband Gas Wärme, Wien, 2021.

**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.

**Goeke Johannes (2021)** Thermische Energiespeicher in der Gebäudetechnik – Sensible Speicher, Latente Speicher, Systemintegration; Springer Vieweg, ISBN: 978-3-658-34510-5.

**Haas Reinhard, Gustav Resch, Bettina Burgholzer, Gerhard Totschnig, Georg Lettner, Hans Auer, Jasper Geipel (2017)** Stromzukunft Österreich 2030, TU-Wien.

**H2 (2021)** Tankstellen <https://h2.live/tankstellen/> vom 09.09.2021.

**Industrieemissionsrichtlinie (2010)** Richtlinie 2010/75/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:de:PDF> vom 20.08.2021

**Klima- und Energiefonds (2018)** Technologie-Roadmap, Energiespeichersysteme in und aus Österreich <https://speicherinitiative.at/wp-content/uploads/sites/8/2020/11/Technologieroadmap-Energiespeichersysteme2018.pdf> vom 25.08.2021

**Klima- und Energiefonds (2020)** Leitfaden für Planungsdienstleistungen Energieflexibilität durch thermische Bauteilaktivierung. Jahresprogramm 2020, Wien, Dezember 2020.

**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.

**Maierhofer Nico (2016)** Betonkernaktivierung. Rehau Akademie, 15.11.2016.  
<https://docplayer.org/111509923-Betonkerntemperierung-noch-zeitgemaess.html>

**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](https://portal.ovgw.at/pls/f?p=101:203:::RP,203:P203_ID,P203_FROM_PAGE_ID:1075524,202)

**Rummich Erich (1988)** Nichtkonventionelle Energiespeicher; Technische Universität Wien, Institut für Elektrische Maschinen und Anlagen, Vorlesungsskriptum, Wien 1988.

**Sterner Michael, Ingo Stadler (2017)** Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration; 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, ISBN 978-3-662-48892-8.

**Statistik Austria (2019)** Gesamtenergiebilanz Österreich 1970 bis 2019; Statistik Austria, Wien, 1919

**Statistik Austria (2021)** Kraftfahrzeuge Bestand  
[https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html) vom 09.09.2021.

**Strimitzer (2021)** Biomasseheizungen in Österreich – Energieholz Marktentwicklung 2021; Österreichische Energieagentur, Wien, 2021.

## 9 Anhang

### 9.1 Abkürzungen

a	Jahr
BHKW	Blockheizkraftwerk
°C	Grad Celsius
CO <sub>2</sub> äqu	Kohlendioxid-Äquivalente
Efm	Einschlagsfestmeter (Holz)
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity
et al.	(Literatur) und andere
EUR, €	Euro
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
J	Joule (Einheit der Arbeit, Energie, 1 J = 1 Ws)
K	Kelvin (Einheit der Temperatur)
kg	Kilogramm (Einheit der Masse)
KPC	Kommunkredit Public Consulting GmbH
kWh	Kilowattstunde
kWh <sub>el</sub>	Kilowattstunde elektrisch
kWh <sub>th</sub>	Kilowattstunde thermisch
kW <sub>peak</sub>	Kilowatt peak (Nennleistung einer PV Anlagen)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Mio.	Million
MWh	Megawattstunden
MwSt.	Mehrwertsteuer
m	Meter
n	Nennungen, Anzahl einer Stichprobe
OeMAG	Abwicklungsstelle für Ökostrom AG
peak	(tiefgestellt z. B. kW <sub>peak</sub> ) Maximal(leistung)
PV	Photovoltaik
Stk.	Stück
TWh	Terawattstunden
usw.	und so weiter
VZÄ	Vollzeitäquivalent
W	Watt (Leistung)
WP	Wärmepumpe
WW	Warmwasser

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)