

# Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2023

## Technologiereport Innovative Speicher

Stefan Aigenbauer, Marilene Fuhrmann,  
Doris Matschegg, Christoph Strasser

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**17I/2024**



## **Danksagung:**

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

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

Für das Projektteam: Peter Biermayr

Die Marktberichte im Internet:

Die Kurz- und Langfassung sowie Präsentationsfolien aus den Markterhebungen werden unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/publikationen/markterhebungen.php>

zum Download angeboten.

## **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Projektbegleitung: Mag. Hannes Bauer

Autorinnen und Autoren:

DI (FH) Stefan Aigenbauer, DI DI Marilene Fuhrmann, DI Doris Matschegg MSc, DI Dr. Christoph Strasser (BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies)

Quellennachweis Titelbilder:

Holzpellets und Photovoltaikmodul: Peter Biermayr

Solarthermische Kollektoren: Bernhard Baumann

Erdkollektor: Firma Ochsner Wärmepumpen

Windkraftanlagen: IG Windkraft/Tag des Windes/Markus Axnix

Wien, 2024





## Vorwort



Leonore Gewessler

Unser großes Ziel ist es, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu werden. Dafür braucht es große gesellschaftliche Anstrengungen und den gemeinschaftlichen Willen, diesen Weg der Nachhaltigkeit und der langfristigen Sicherung unseres wirtschaftlichen Wohlstands beschreiten zu wollen. Auf Basis der Marktdaten der innovativen Energietechnologien sehen wir, dass beides vorhanden ist und die Transformation unseres Energiesystems in großer Geschwindigkeit voranschreitet. Technologieanbieter, Umsetzer:innen und Handwerker:innen ersetzen in Österreich täglich klimaschädliche Heizsysteme durch Wärmepumpen, Fernwärmeanschlüsse, Solarthermie und Biomassekessel. Gleichzeitig erscheinen am Markt neue innovativere Energietechnologien und versorgen ganze Quartiere und Fernwärmesysteme mit erneuerbarer Energie. Viele Haushalte besitzen bereits Photovoltaikanlagen und beziehen selbst produzierten erneuerbaren Strom und laden damit ihre E-Fahrzeuge. Die Fernwärmenetzbetreiber treiben die Umstellung ihrer Erzeugungsanlage in Richtung Geothermie, Biomasse und Abwärme weiter voran, was den heimischen Gasverbrauch – besonders für die Wintermonate – weiter reduziert. Und Energiespeicher sichern die notwendige Flexibilität bzw. speichern die selbst produzierte Energie und sind dabei in der Lage die Netze zu schonen.

Das Umsetzen der Energiewende hat somit, nicht nur in den nationalen Programmen und Regulativen, deutlich an Geschwindigkeit zugenommen, sondern ist auch in den Zahlen der Marktstatistik 2023 klar quantifiziert. Allein die Neuinstallation von Photovoltaik ist von 2022 auf 2023 um ganze 158 % angewachsen, was zusätzliche 2,6 GW Spitzenleistung bedeutet. Diese übersteigt in der Spitze die Summe der Leistung aller 10 österreichischen Donaukraftwerke mit ihren 2,2 GW. Gleichzeitig ist die Neuinstallation von PV-Batteriespeichern um 245 % angewachsen, was einem Zubau von 792 MWh nutzbarer Speicherkapazität in Österreich entspricht. Im Bereich der Windkraft konnten im Jahr 2023 neue Anlagen im Umfang von 331 MW errichtet werden – das entspricht dem Äquivalent der Leistung des größten österreichischen Donaukraftwerkes Altenwörth.

Bei den Heizsystemen ist die Wärmepumpe weiterhin die präferierte Wahl bei den nachhaltigen Heizsystemen, denn im letzten Jahr konnten in Österreich 43.439 neue Heizungswärmepumpen und 15.924 Biomassekessel installiert werden. Das entspricht 57 % des gesamten heimischen Heizungsmarktes. Neue Ölheizungen hatten zuletzt nur noch einen Marktanteil von 1 %. Das ist der Beweis dafür, dass Maßnahmen wie “Raus aus Öl und Gas“ oder “Sauber Heizen für Alle“ greifen.

In diesem Sinne präsentiert das Klimaschutzministerium den vorliegenden Marktbericht, der auch wertvolle Informationen für die entsprechenden Branchen der gewerblichen Wirtschaft enthält und Daten für die Forschung bereitstellt. Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

Leonore Gewessler

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



## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Schlussfolgerungen.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Steckbrief innovative Energiespeicher .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Conclusions .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Profile innovative energy storage.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Rahmenbedingungen und Methoden .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Innovative Energiespeicher .....</b>	<b>18</b>
6.1 Technologiebeschreibung und Stand der Technik .....	18
6.2 Marktentwicklung in Österreich .....	23
6.3 Zahl der Patentanmeldungen .....	28
6.4 Zukünftige Entwicklung innovativer Speichersysteme.....	30
6.5 Fördernde und hemmende Faktoren für Produktion und Vertrieb innovativer Speichertechnologien .....	32
<b>7. Anhang: Präsentationsunterlagen .....</b>	<b>34</b>
<b>8. Literatur .....</b>	<b>36</b>

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b> – Technologien und deren Status in Österreich .....	18
----------------------------------------------------------------------	----

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten (Status 2023) Quelle: BEST (2024).....	11
<b>Figure 2</b> – Number of companies and research institutions.....	15
<b>Abbildung 3</b> – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen.....	24
<b>Abbildung 4</b> – Verteilung der AkteurInnen der österreichischen Branche.....	24
<b>Abbildung 5</b> – Anzahl der jährlich eingereichten Batterie-Patente .....	28
<b>Abbildung 6</b> – Anzahl der jährlich eingereichten Wärmespeicher-Patente .....	29
<b>Abbildung 7</b> – Anzahl der jährlich eingereichten Wasserstoff-Patente.....	29

# 1. Schlussfolgerungen

## Allgemeine Schlussfolgerungen

Nachdem im Jahr 2022 aufgrund zahlreicher exogener und endogener Faktoren in Österreich historisch hohe Diffusionsraten von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeichern erzielt wurden, kam es 2023 – abgesehen vom Bereich Photovoltaik – zu einer deutlichen Abkühlung dieser Märkte. Obwohl die Energiepreise und die Inflation nach wie vor hoch und die Auswirkungen des Angriffskrieges Russlands gegen die Ukraine unvermindert wirksam waren, entfielen einige diffusionsfördernde psychologische Effekte. Dies waren vor allem die Angst vor einer Versorgungskrise mit russischem Erdgas im Winter, die Angst vor weiter explodierenden Strompreisen und Bedenken bezüglich der Währungsstabilität bzw. des Geldwertes. Zusätzlich wurden neue hemmende Faktoren wie die restriktive Kreditvergabe, das gestiegene Zinsniveau, die schwache Konjunktur der Bauwirtschaft und die Vorzieheffekte aus dem Vorjahr wirksam.

Trotz einer längerfristig ambitionierten Förderpolitik auf Bundes- und Länderebene wie z. B. mittels der Programme “Raus aus Öl und Gas“ und “Sauber Heizen für Alle“ sowie einer deutlich verbesserten Verfügbarkeit der Komponenten und Dienstleistungen auf der Anbieterseite, reduzierte sich der Absatz von Biomassekesseln im Jahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr um 50 %. Im Bereich der Wärmepumpen betrug der Rückgang der Absatzzahlen im Inland vergleichsweise nur 7 %, wobei der Unterschied zu den Biomassekesseln auf die große Preissteigerung bei Holzpellets und auf strukturelle Faktoren zurückgeführt werden kann. Alleine im Bereich der Photovoltaik konnte 2023 ein außergewöhnliches Wachstum von 158 % bei Photovoltaikanlagen und 245 % bei Photovoltaik-Batteriespeichern beobachtet werden. Die Hintergründe sind hierbei die exorbitanten Strompreissteigerungen im Jahr 2022 und die durch mehrere Faktoren bedingte zeitlich verschobene Errichtung der Anlagen im Jahr 2023.

Die rezente Marktentwicklung in den Bereichen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und Energiespeicher zeigt eine außergewöhnliche Dynamik und führt die Komplexität der Zusammenhänge vor Augen. Exogene Faktoren, generelle Marktmechanismen und reale Restriktionen wie die Leistungsfähigkeit von Lieferketten, Produktionskapazitäten oder die Verfügbarkeit von Fachkräften spielen dabei große Rollen. Für die produzierende Industrie und die angeschlossenen Gewerke stellt die aktuelle Marktdynamik eine große Herausforderung dar, zumal die kurzfristige Deckung der Nachfrage, Investitionen in Produktionskapazitäten und Humankapital und die langfristige strategische Entwicklung der Unternehmen teils divergierende Anforderungen mit sich bringen. Die Energie-, Umwelt- und Technologiepolitik ist angesichts der aktuellen Dynamik gefordert, ebenso dynamisch anzupassende energie-, umwelt- und technologiepolitische Instrumente zum Einsatz zu bringen. Hierbei geht es um die Erreichung der gesteckten Klima- und Energieziele, die Maximierung der inländischen Wertschöpfung längs des Zielpfades und um die längerfristige Förderung nationaler Technologieführerschaften. In diesem Sinne stellt die vorliegende Marktstudie Daten und Analysen als Planungs- und Entscheidungsgrundlage für unterschiedliche Akteursgruppen zur Verfügung und schafft gleichsam eine Basis für weiterführende Untersuchungen.

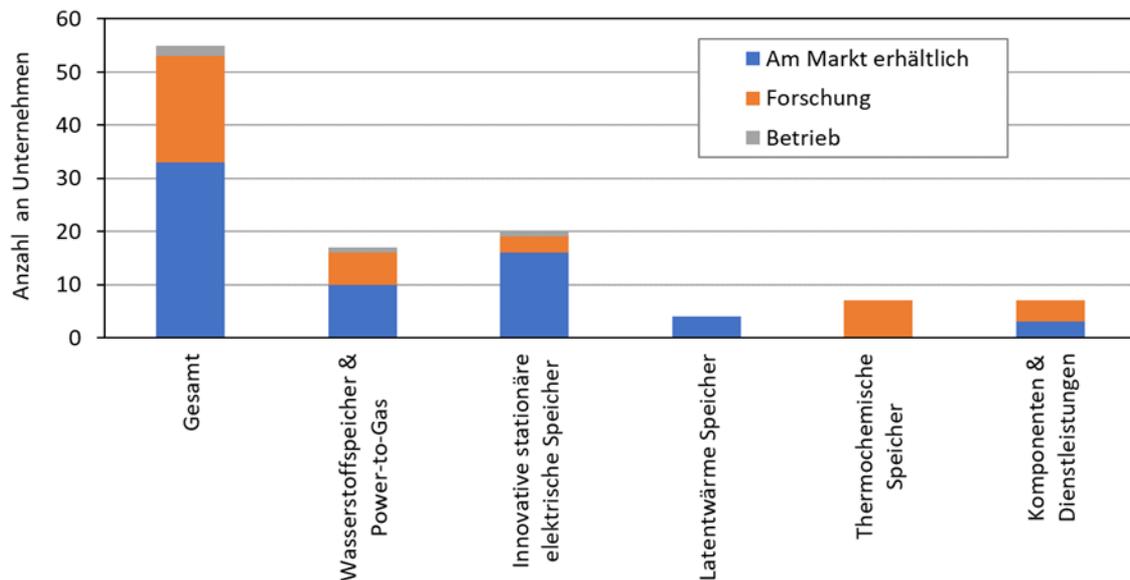
## Technologiespezifische Schlussfolgerungen Innovative Energiespeicher

Gegenüber der ersten Erhebung für das Jahr 2020 hat sich im Bereich der Innovativen Energiespeicher die Anzahl der identifizierten Firmen und Forschungseinrichtungen von 36 auf 55 im Jahr 2023 erhöht. Die Anzahl der Patenteinreichungen in den Bereichen Batterien,

Wasserstoff und Brennstoffzellen hat in den letzten 5 Jahren deutlich zugenommen. Einzelne Firmen sind seit der Erhebung 2020 verschwunden oder haben den Bereich aufgegeben, insgesamt ist aber eine Belebung der Szene zu beobachten. Trotzdem ist dieser Bereich weiterhin überschaubar. Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der Firmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der innovativen Energiespeicher in den nächsten Jahren weiter steigen wird. Eine Intensivierung der Forschung und Entwicklung wird nichtsdestotrotz notwendig sein, um im internationalen Vergleich bestehen zu können. Für den Aufbau von Produktionskapazitäten und die Markteinführung sind geeignete, möglichst unbürokratische Förderungen und Instrumente als Zusatz zu bestehenden Angeboten (z. B. bestehende Förderungen für Start-ups) gefragt. Interessierte neue Firmen oder Forschungseinrichtungen sind explizit eingeladen sich beim Team der Marktstatistik zu melden, bzw. einen Fragebogen auszufüllen, um die Vollständigkeit der Erhebung zu erhöhen.

## 2. Steckbrief innovative Energiespeicher

Zu den innovativen Speichersystemen zählen in diesem Bericht Wasserstoffspeicher, Power-to-Gas, innovative stationäre elektrische Speicher, Latentwärmespeicher und thermochemische Speicher. Als innovative stationäre elektrische Speicher wurden vor allem Redox-Flow Speicher und Natrium-Ionen Batteriespeicher (Salzwasserbatterie) betrachtet. Außerdem wurde die Herstellung von Komponenten und Dienstleistungen berücksichtigt, um ein umfassendes Bild zu erhalten. Insgesamt wurden 55 österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen ermittelt, welche innovative Speichertechnologien innerhalb dieser Gruppen beforschen oder am österreichischen Markt anbieten. Die meisten Firmen und Forschungseinrichtungen beschäftigen sich mit innovativen stationären elektrischen Speichern, gefolgt von Wasserstoffspeichern. 33 AkteurInnen bieten ihre Speicher bereits am österreichischen Markt an, 2 betreiben innovative Speicher und 20 beteiligen sich aktiv an deren Erforschung. Eine Aufschlüsselung über die einzelnen Technologien ist in [Abbildung 1](#) zu sehen. Unter den verschiedenen Gruppen dominieren innovative stationäre elektrische Speicher sowie Wasserstoff-basierte Technologien.



**Abbildung 1 – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten (Status 2023)**  
Quelle: BEST (2024)

Im Vergleich zum Jahr 2022 nehmen innovative Speichertechnologien insgesamt nach wie vor einen geringen Marktanteil ein. Allerdings sind verstärkt Forschungsaktivitäten von Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Start-ups und KMUs sowie von internationalen Unternehmen zu verzeichnen. Dadurch ist der Markt sehr dynamisch, die TRL erstrecken sich je nach Technologie, über den Bereich 2-9. Für die Zukunft wird erwartet, dass der Speicherbereich sehr stark an Bedeutung gewinnen wird. Innovative Systeme werden dabei stärker gefragt sein, da die Anforderungen ja nach Bereich sehr vielfältig sind. Besonderes Potenzial weisen dabei innovative stationäre elektrische Speichersysteme, z. B. Salzwasserbatterien sowie Wasserstoffspeicher auf. Fortschritte in Forschung und Entwicklung spiegeln sich außerdem in Patenten wider: im Durchschnitt wurden 1975 bis 2023 9 Patente pro Jahr für Batterien angemeldet, wobei der Durchschnitt 2019 bis

2023 bei 22 Anmeldungen pro Jahr liegt.

### 3. Conclusions

#### General conclusions

After historically high diffusion rates of technologies for the use of renewable energy and energy storages had been reached in Austria in 2022 due to numerous exogenic and endogenic factors, there was a distinct decline of these markets – apart from the area photovoltaics – in 2023. Even though the energy prices and the inflation rate were continuously high and the consequences of the offensive war of Russia against the Ukraine had a continuing, undiminished impact, several diffusion promoting psychological effects did not take place. These were above all the fear of a supply crisis of the Russian natural gas in winter, the fear of further rocketing prices for electricity and concerns in regard to the currency stability respectively the money value. Additionally new restraining factors like the restrictive granting of credits, the increased level of interest rates, the weak economy of the building sector and the pull-forward effects from the year before came into operation.

In spite of a long-term ambitious subsidy policy on a federal level and on a federal state level as for instance due to programs like “Get out of oil and gas“ and “Clean heating for all“, as well as a significantly improved availability of components and services from the position of the vendor, the sale of biomass boilers for example was reduced by 63 % in 2023 in regard to the previous year. In the area of heat pumps the decrease of the sales figures on the domestic market was in comparison only 7 % whereby the difference to the biomass boilers can be explained by the great price rise of wood pellets and by structural factors. Solely in the area of photovoltaics an extraordinary growth of 260 % of photovoltaic systems and of 211 % of photovoltaic battery storages could be observed. Here the backgrounds are the exorbitant rises of electricity prices in 2022 and the due to several factors postponed installation of systems in 2023.

The recent market development of the technologies for the use of renewable energy and energy storages is remarkably dynamic and demonstrates the complexity of the correlations. Exogenic factors, general market mechanisms and real restrictions like the productivity of supply chains, production capacities or the availability of professionals play thereby important roles. For the producing industry and the connected trades, the actual market dynamic presents a great challenge particularly as the short-term coverage of the demand, investments in production capacities and human capital and the long-term strategical development of the companies bring about partly diverging requirements. The energy, environment and technology policy are in view of the actual dynamic asked to make use of equally dynamic adaptable energy, environment and technology political instruments. Thereby it is the question of reaching the set climate and energy targets, the maximisation of the domestic added value along the target line and of the long-term support of national technology leadership. In this sense the present market study provides data and analysis for a planning guide and a decision basis for variable groups of players and creates a foundation for further investigations.

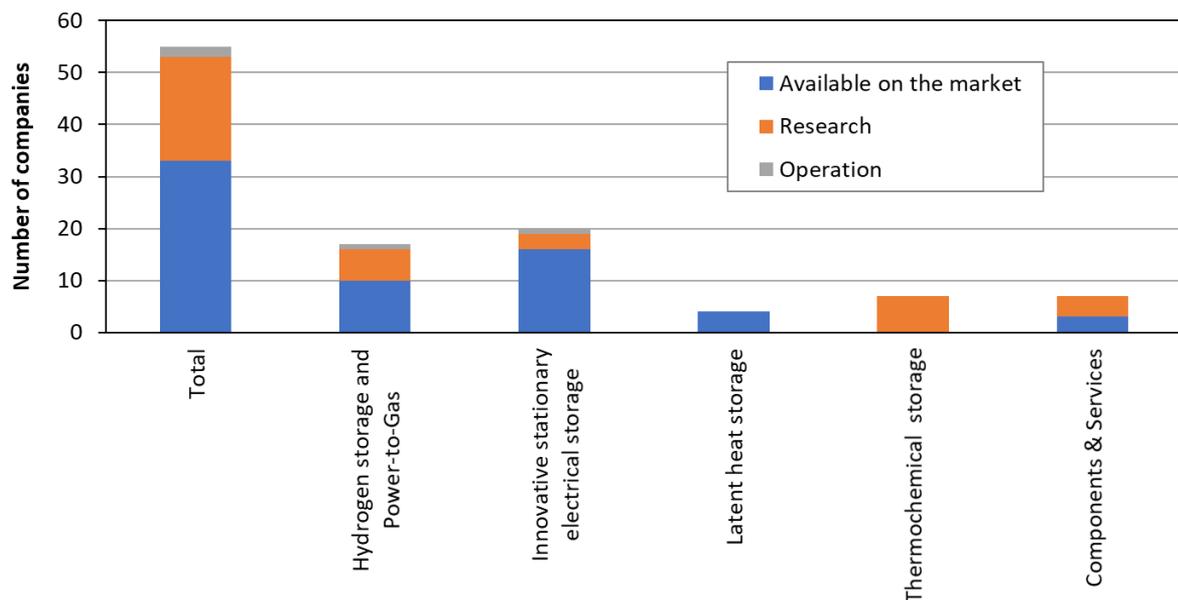
#### Technology specific conclusions for solid biomass – Innovative energy storages

Compared to the first survey for 2020, the number of companies and research institutions identified in the area of Innovative Energy Storage has increased from 36 to 47 in 2022 and to 55 in 2023. The number of patent submissions in the area of batteries, hydrogen and fuel cells has increased significantly over the last 5 years. Individual companies have disappeared or abandoned the field since the 2020 survey, but overall, a revitalization of the scene can be

observed. Nevertheless, this area remains manageable. It can be assumed that the number of companies and research institutions in the field of innovative energy storage will continue to increase in the coming years. Intensification of R&D will nevertheless be necessary in order to compete internationally. For the development of production capacities and the market launch, suitable and as unbureaucratic as possible subsidies and instruments are required as an addition to existing offers (e.g., existing subsidies for start-ups). Interested new companies or research institutions are explicitly invited to contact the market statistics team or to fill in a questionnaire in order to continuously improve the market statistics.

## 4. Profile innovative energy storage

Innovative storage systems in this report include hydrogen storage, power-to-gas, innovative stationary electrical storage, latent heat storage, and thermochemical storage. Redox flow storage and sodium-ion battery storage (saltwater battery) were primarily considered as innovative stationary electrical storage systems. In addition, component manufacturing and services were considered to provide a comprehensive overview. A total of 55 Austrian companies and research institutions were identified that are researching innovative storage technologies within these categories or offer them on the Austrian market. Most companies and research institutions deal with innovative stationary electrical storage, followed by hydrogen storage. 33 actors already offer their storage systems on the Austrian market, 2 are operating innovative storages and 20 are actively involved in their research. A distribution across the individual technologies can be seen in **Figure 2**. Among the different groups, innovative stationary electric storage systems and hydrogen-based technologies are the most dominant.



**Figure 2 – Number of companies and research institutions researching innovative storage technologies or offering them on the Austrian market (status 2023)**

Source: BEST (2024)

Compared to 2022, innovative storage technologies still have a small overall market share. However, there is an increase in research activities by universities, non-university research institutions, start-ups and SMEs, as well as international companies. As a result, the market is very dynamic, with TRLs ranging from 2 to 9, depending on the technology. For the future, it is expected that the storage sector will become increasingly important. Innovative systems will be in greater demand, as specific requirements are very diverse depending on the area of application. Innovative stationary electrical storage e.g., sodium ion batteries, and hydrogen storage systems show particular potential. Progress in research and development is also reflected in patents: On average, 9 patents per year were registered for batteries from 1975 to 2023, whereas the average from 2019 to 2023 is 21.6 patents per year.

## 5. Rahmenbedingungen und Methoden

### Allgemeine Rahmenbedingungen der Marktentwicklung:

Folgende fördernde (+) und hemmende (-) Faktoren haben die Marktentwicklung im Jahr 2023 maßgeblich beeinflusst:

- + Verbindliche Klima- und Energieziele 2030/40/50 für AT, EU u. global
- + Starke Investitionsanreize durch Bund und Länder
- Moderate bzw. rückläufige Energiepreise (im Vgl. zu 2022)
- Stabile Versorgungslage mit Erdgas
- Hohe Inflation von 7,8 % (vgl. 8,6 % im Jahr 2022)
- Rezession, BIP-Rückgang um 0,8 % (Bauwirtschaft!)
- Arbeitslosigkeit auf 5,1 % steigend (Jugend: 10,4 %)
- Hohe Zinsen, restriktive Kreditvergabe

Zusätzlich waren Nachzieheffekte aus dem Jahr 2022 zu beobachten. Dies waren Projekte, die wegen der enormen Nachfrage im Jahr 2022 erst im Jahr 2023 realisiert werden konnten.

Eine umfassende Darstellung dieser und weiterer Rahmenbedingungen für das Jahr 2023 ist in der Langfassung des Forschungsberichtes dargestellt.

### Erhebungsmethoden zum Thema Innovative Energiespeicher

Für die Erhebung relevanter Marktdaten wurden zuerst österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen recherchiert, welche sich mit der Herstellung, dem Betrieb, oder mit der Erforschung innovativer Speichersysteme beschäftigen. Als Basis diente eine Liste mit Herstellern, Marktteilnehmern und Forschungsinstituten aus dem Jahr 2020, wobei Firmen und Forschungsprojekte bzw. -einrichtungen laufend aktualisiert wurden, um den aktuellen Status abzubilden. Um Daten zu technischen, wirtschaftlichen und marktrelevanten Aspekten sowie Einschätzungen zu künftigen Marktentwicklungen zu erheben, wurde ein Fragebogen in Anlehnung an die Erhebung aus den Jahren 2020 und 2022 erstellt. Dieser wurde an ProduzentInnen und BetreiberInnen von innovativen Speichersystemen und/oder deren Schlüsselkomponenten sowie Forschungseinrichtungen mit Sitz in Österreich übermittelt. Zusätzlich wurden Daten durch eine Internetrecherche ergänzt. Eine in 2022 durchgeführte Patentrecherche zu Wärmespeicher, Batterien, Wasserstoff und Brennstoffzellen wurde ebenfalls aktualisiert.

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

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

Zusätzlich wird noch der Bereich „Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges“ einbezogen. Dieser Bereich erfasst auch Begleitforschung zu Optimierungen und Machbarkeitsstudien.

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

Insgesamt wurden 61 Unternehmen kontaktiert, davon befanden sich 55 in der Zielgruppe. Von den 55 Firmen haben 17 rückgemeldet und 13 haben einen standardisierten Fragebogen ausgefüllt. Somit liegt die gesamte Rücklaufquote bei etwa 24 %, wobei es zu allen Technologien bis auf den Latentwärmespeicher Rückmeldungen gab.

## 6. Innovative Energiespeicher

### 6.1 Technologiebeschreibung und Stand der Technik

Die meisten innovativen Speichertechnologien befinden sich nach wie vor in Entwicklung bzw. in der Weiterentwicklung, wobei parallel auch bereits Klein- oder Vorserien auf dem Markt sind oder Pilot- und Demonstrationsanlagen installiert wurden. Daher soll in diesem Kapitel ein Überblick über deren Einteilung, die für diesen Bericht getroffen wurde sowie über die grundlegenden Funktionsweisen und den derzeitigen Stand der Technik laut Fragebögen gegeben werden. **Tabelle 1** fasst außerdem die berücksichtigten Technologien und deren Status in Österreich zusammen.

**Tabelle 1 – Technologien und deren Status in Österreich**  
Quellen: Austrian Institute of Technology (2018) und BEST (2024)

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

#### Wasserstoffspeicher und Power-to-Gas

Wasserstoffspeichertechnologien beinhalten im Wesentlichen Brennstoffzellen und die Speicherung von Wasserstoff in Druckspeichern oder Metallhydridspeichern. Wasserstoff kann durch Elektrolyse (Power-to-Gas) oder thermo-chemische Gaserzeugung aus Biomasse und anschließender Synthese hergestellt werden.

Es gibt verschiedene Arten von **Brennstoffzellen**, wie z. B. alkalische Brennstoffzellen, Proton-Exchange-Membran-Brennstoffzellen und Solid-Oxide-Brennstoffzellen. Das Funktionsprinzip ist die Umwandlung von Wasserstoff in elektrische Energie. Dafür wird Reaktionsenergie genutzt, welche bei der Reaktion von Wasserstoff mit einem Oxidationsmittel wie Sauerstoff entsteht. Brennstoffzellen können mobil für den Transportsektor oder stationär in der Industrie z. B. als Back-up Stromerzeugung als Ersatz von Diesel-Notstromaggregaten verwendet werden. Vorteile von Brennstoffzellen sind die gute Regelbarkeit, hohe Wirkungsgrade, der geringe Wartungsaufwand und geringe Emissionen. Zu den Nachteilen zählen die hohen Investitionskosten. Je nach Technologie liegt der TRL zwischen 2 und 9, d. h. es befinden sich bereits unterschiedliche Produkte dieser Kategorie am Markt, während an anderen noch mit unterschiedlichem Reifegrad geforscht wird.

**Wasserstoffdruckspeicher** speichern verdichteten Wasserstoff unter Druck (350-700 bar) über einen gewissen Zeitraum. Der aufgebrachte Druck bestimmt somit die Energiedichte und folglich den Platzbedarf und variiert je nach Anwendungsbereich und dessen Anforderungen. Für stationäre Anwendungen, die in der Industrie eingesetzt werden, wird Wasserstoff unter geringerem Druck und daher mit größerem Platzbedarf gespeichert. Mobile Anwendungen erfordern dagegen einen geringeren Platzbedarf, was einen höheren Druck bedingt. Ein

Nachteil ist das hohe Gewicht der Speicher, da meist Stahl als Behältermaterial verwendet wird. Es wird an leichteren Materialien, wie kohlefaserverstärkte Verbundmaterialien geforscht, welche in der Lage sind, dem hohen Druck standzuhalten. In Österreich gibt es auch Forschung zu Kohlefaserverbundspeichern für den Transport von gasförmigen Wasserstoff aus biobasierten Kohlefasern mit einem TRL von 3, einer Nennkapazität von 50-250 kWh, einer Lebensdauer von mehreren Jahren und einem Gesamtwirkungsgrad von etwa 95 % (abhängig vom Druckniveau). Herkömmliche Kohlefasern werden unter großem Energieaufwand aus Erdölprodukten gewonnen. Die Herstellung von Kohlefasern aus biobasierten Rohstoffen wie Lignin oder Zellulose kann, vor allem bei der Verwendung von erneuerbarer Energie, den ökologischen Fußabdruck reduzieren. Es ist jedoch Forschung zu den Produktionsbedingungen nötig, um die für die Produktion von Drucktanks nötigen Festigkeits- und Elastizitätswerte der Fasern zu erreichen. Zudem wird der Transport von gasförmigen Wasserstoff in Stahlflaschen- bzw. Rohren mit hoher Festigkeit erforscht. Durch die Verwendung von hochfesten Stählen kann die Wandstärke des Speichers und somit der Materialeinsatz und die Masse des Speichers reduziert werden. Zudem ist Stahl kostengünstiger und energieeffizienter als kohlefaserverstärkte Verbundmaterialien und Stahl ist auch recyclingfähig. Allerdings steigt die Neigung des Stahls zur, vom Wasserstoff ausgelösten, Versprödung mit der Festigkeit. Geforscht wird an Speichern mit einer Nennkapazität von 50-250 kWh, einer Lebensdauer von mehreren Jahren und einem Gesamtwirkungsgrad von rund 95 % (abhängig vom Druckniveau). Der Technologiereifegrad liegt bei 5, für die Qualifizierung der Materialien und Zulassung der Speicher sind noch ausführliche Tests und Prüfungen nötig. In Österreich sind Wasserstoffdruckspeicher für die Speicherung von 20 kg bis 1.000 kg Wasserstoff erhältlich.

Bei **Metallhydridspeicher** reicht der Technologiereifegrad von TRL 4-8 bis hin zu ersten Referenzanlagen die bereits installiert wurden. Bei einem Metallhydridspeicher wird Wasserstoff in eine Matrix aus Metall oder einer Legierung eingebracht und reversibel chemisch als Metallhydrid gebunden. Das feste Metallhydrid wirkt wie ein Schwamm, der den Wasserstoff aufnimmt und wieder abgibt. Bei der Bildung des Metallhydrids wird Wärme frei, für die Abgabe von Wasserstoff aus dem Speicher muss hingegen Wärme zugeführt werden, dies erfordert ein komplexes Thermomanagement. Mögliche Anwendungsgebiete sind die stationäre Speicherung von Wasserstoff oder als mobile Brennstoffzellen für den Transportsektor. Die entstehende Abwärme kann genutzt werden. Metallhydridspeicher sind aufgrund des geringen Drucks sehr sicher (Betrieb bei Umgebungsbedingungen), allerdings benötigt die Aufnahme bzw. Abgabe des Wasserstoffs mehr Zeit als bei Wasserstoffdruckspeichern. Der Speicher ist außerdem aufgrund des Metalls schwerer, wodurch sich die Anwendung im Transportsektor eher auf den Schwerverkehr einschränken wird. Geforscht wird unter anderem an einem Speicher mit einer Nennkapazität von 10 kWh bis 100 kWh pro Speichereinheit, einer Lebensdauer von mehreren Jahren, einem Gesamtwirkungsgrad von etwa 85 % (Einlagerung, Auslagerung, Thermomanagement) und einem TRL von 4-6 (abhängig vom Material).

**Power-to-Gas** bezeichnet die Umwandlung von Strom in gasförmige Brennstoffe, wie Wasserstoff oder Methan durch Elektrolyse. Bei einer **Elektrolyse** wird Wasser mit Hilfe von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff umgewandelt. Für die Elektrolyse sind verschiedene Technologien mit unterschiedlichen Marktanteilen am Markt oder mit unterschiedlichen Reifegraden in der Entwicklung. Beispielsweise gibt es Alkalische Elektrolyseure, welche den größten Marktanteil haben. Diese arbeiten bei Umgebungstemperatur bis zu 120°C sowie bei 1 bis 200 bar mit einem Gesamtwirkungsgrad von 53-69 %. Die Polymer Electrolyte Membrane Elektrolyse hat einen sehr geringen Marktanteil, arbeitet bei Umgebungstemperatur bis zu

90°C sowie bei 1 bis 350 bar mit einem Gesamtwirkungsgrad von 63-76 %. Die sogenannte SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell) befindet sich noch im Forschungsstadium. Die Arbeitstemperatur liegt bei 600-800°C, der Druck bei 1-25 bar und der Gesamtwirkungsgrad soll 80-90 % erreichen. In Österreich wird an der Entwicklung einer AEM-Elektrolyse (Anionenaustauschmembran) mit einem TRL von 7 sowie deren Integration in Stacks oder Systemkomponenten geforscht. Ziel ist eine Serienfertigung von Elektrolysestacks und Modulen. Dazu können auf vorhandene Kapazitäten aus der Automotiv-Zulieferindustrie sowie auf Erfahrungen aus Prozess- und Qualitätsmanagement zurückgegriffen werden. Zu den potentiellen Anwendungsgebieten von AEM-Elektrolyseure zählen Power-to-Gas, Systemflexibilisierung, Sektorkopplung und Netzstabilisierung. Es gibt auch ganzheitliche Ansätze beim Einsatz dezentraler Elektrolyseure, z. B. in Kombination mit Abwärmenutzung für Nah- bzw. Fernwärme oder Kreislaufwirtschaft via Carbon-Cycling.

Für die Herstellung von Methan wird weiters CO<sub>2</sub> und eine Methansynthese benötigt. Das CO<sub>2</sub> kann unter anderem aus Verbrennungsabgasen gewonnen werden. Methan kann in weiterer Folge z. B. in das Gasnetz eingespeist und in vorhandener Infrastruktur gespeichert werden. Wasserstoff kann in Druckspeichern gespeichert oder in Brennstoffzellen verwendet werden. Für die Einspeisung von Wasserstoff in das Gasnetz müssen die Gasleitungen wasserstofftauglich sein. Aktuell können laut ÖVGW Richtlinie bis zu 10 % Wasserstoff eingespeist werden (ÖVGW 2021).

Vorteile der Power-to-Gas Technologie sind eine weite Verbreitung und die hohen Speicherkapazitäten durch das weit ausgebaute Gasnetz und vorhandene Gasspeicher in Österreich. Dadurch sind Power-to-Gas Technologien gut für die Verwendung von Überschussstrom aus erneuerbaren Energien und zum Ausgleich saisonaler Schwankungen geeignet. Die zum Teil noch geringen Umwandlungswirkungsgrade stehen diesen Vorteilen gegenüber. In Österreich wird Wasserstoff bereits geologisch in einer unterirdischen Porenlagerstätte gespeichert. Dies ermöglicht die Speicherung großer Mengen Wasserstoff bei einem geringen oberirdischen Platzbedarf. Im Vergleich zu oberirdischen Speichern ist diese Art der Speicherung kostengünstiger, die Qualität des Wasserstoffs kann in der Lagerstätte jedoch abnehmen (z. B. Umwandlung in Methan, Aufnahme von Schwefel und Feuchtigkeit). Der Wasserstoff wird mittels Elektrolyse aus Sonnenenergie produziert und auf 107 bar verdichtet und in eine ehemalige Erdgaslagerstätte mit einem Speichervolumen von 1,2 Millionen Nm<sup>3</sup> eingebracht. Bei Entnahme des Wasserstoffs muss dieser getrocknet und ggf. aufgereinigt werden, da Feuchtigkeit und Begleitstoffe in der Lagerstätte aufgenommen werden können. Die Nennkapazität des Speichers beträgt 4 Millionen kWh (Demonstration) diese kann aber bei Bedarf auf 20 Milliarden kWh erhöht werden. Die Lebensdauer liegt bei über 100 Jahren, der Gesamtwirkungsgrad beträgt etwa 95 % und der TRL liegt bei 8.

### **Innovative stationäre elektrische Speicher**

In diesem Kapitel werden Redox-Flow-Batterien und Natrium-Ionen Batterien behandelt, da diese in ihrer Entwicklung relativ weit fortgeschritten sind. Zusätzlich wird an weiteren Speichertechnologien geforscht, die zu dieser Kategorie gezählt werden, derzeit aber noch geringe Relevanz haben. Ein Beispiel ist die Entwicklung einer Sauerstoff-Ionen Batterie.

**Redox-Flow-Batterien** sind elektrochemische Speicher, welche Strom mithilfe einer Flüssigkeit (Elektrolyt) speichern. Der Energieinhalt kann zwischen einigen kWh bis hin zu mehreren MWh liegen. Sie werden hauptsächlich für mehrstündige bis langfristige Anwendungen eingesetzt, zum Beispiel um Schwankungen im Netz durch erneuerbare Energieträger auszugleichen. Sie eignen sich daher auch für Microgrids oder Inselanlagen.

Vorteile liegen in der hohen Lebensdauer und der Systemsicherheit, als Nachteile zählen die niedrige Energiedichte und der daraus resultierend hohe Platzbedarf. Aus diesem Grund werden Redox-Flow-Batterien stationär und nicht mobil angewendet. Redox-Flow-Batterien haben einen TRL von 8-9. In Österreich werden beispielsweise Energiespeichersysteme auf Basis der Vanadium-Redox Flow-Technologie mit einer Nennkapazität von 2.585 kWh, einer Lebensdauer von > 20.000 Zyklen und einem Gesamtwirkungsgrad von 71 % angeboten. Diese dienen unter anderem zur Eigenbedarfsoptimierung.

Parallel wird auch noch Forschung mit einem TRL von 2 betrieben. Dabei handelt es sich um einen Redox-Flow-Speicher für PV Strom mit dem Speichermedium Eisenchlorid. Die Nennkapazität beträgt 1 MW mit einem Gesamtwirkungsgrad von 70 %. Der Markteintritt soll voraussichtlich 2027 erfolgen.

Bei einer **Natrium-Ionen Batterie** (oder Salzwasserbatterie) wandern Ionen aus dem Salzwasser zwischen Anode und Kathode und erzeugen dadurch einen Energiefluss. Durch den Wechsel zwischen Anode und Kathode wird die Batterie beladen bzw. entladen. Für Salzwasserbatterien werden weder Kupfer, Cobalt noch Nickel benötigt. Aufgrund des hohen Gewichts werden sie stationär im Privat- und Gewerbebereich eingesetzt. 2020 bis 2023 wurden bereits Salzwasserbatterien von einem österreichischen Hersteller angeboten. Die Kapazitäten lagen bei 5 kWh bis 270 kWh als anschlussfertige Gesamtsysteme. Die Beladeleistung lag zwischen 1 kW und 45 kW, die Entladeleistung bei 1 kW bis 48 kW, die Lebensdauer bei ca. 5.000 Zyklen bzw. 15 Jahren mit einer Selbstentladung von 10 % im Monat und einen Gesamtwirkungsgrad von 88,5 %.

Die Vorteile dieser Technologie sind unter anderem die hohe Sicherheit beim Betrieb, eine europäische Wertschöpfung und die großen Temperaturbereiche. Forschungsaktivitäten umfassen die Entwicklung von innovativen stationären Natrium-Ionen batterieelektrischen Speichern mit einer Lebensdauer von 10.000 Zyklen und einer Gesamteffizienz von 98 %. Diese Speicher können auch in großem Maßstab als Hausspeicher dienen. Die Nennkapazität liegt zwischen 6 und 10.000.000 kWh. Der TRL dieses Speichers liegt bei 5, ein Markteintritt wird bereits 2025 erwartet. Die österreichische Wertschöpfung liegt bei 95 %.

Ein internationales Forschungsprojekt mit österreichischer Beteiligung beschäftigt sich außerdem mit einem hybriden Energiespeichersystem, welches unter anderem aus einer Hochleistungs-Vanadium-Redox-Flow-Batterie und einem Superkondensator besteht. Das Projekt bewegt sich im Demonstrationsmaßstab von 10 bis 100 kWh. Der TRL der Einzelkomponenten liegt ca. bei 6, während das Gesamtsystem im Laufe des Projektes einen TRL von 4 bis 5 erreichen soll. Die Technologie soll als Schnellenergiespeicher und zur Netzentlastung für mittelfristige sowie kurzfristige Anwendungen genutzt werden.

Außerdem wird an weiteren Speichertechnologien geforscht, die zu der Kategorie innovativer stationärer elektrischer Speicher gezählt werden, wie z. B. eine Sauerstoff-Ionen Batterie.

### **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.

### **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 bis Monate, 60-100°C) im Gebäudebereich, oder als kaskadierender Speicher zur Abwärmenutzung in Produktionsprozessen von z. B. metallverarbeitenden Unternehmen (Tage, 60-250°C) verwendet werden. In Österreich wird Forschung zu thermochemischen Energiespeichermaterialien betrieben. Dabei handelt es sich um anwendungsorientierte Grundlagenforschung mit einem TRL von 3-4 für das Industrieabwärme-Recycling oder die solarthermische Wärmespeicherung. Ein Markteintritt dieser Technologie wird allerdings erst 2030 erwartet. Zudem wird an einem Langzeitwärmespeicher für Gebäude sowie für die gewerbliche und industrielle Trocknung mit Zeolith als Speichermedium geforscht. Der TRL liegt bei 4, die Nennkapazität bei 10 bis 1.000 kWh, die Lebensdauer bei 1.000 Zyklen und der Gesamtwirkungsgrad bei 50-70 %. Der voraussichtliche Markteintritt ist noch nicht bekannt.

### **Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges**

Neben den bereits beschriebenen Technologien, sind österreichische Unternehmen und Forschungseinrichtungen auch in angrenzenden Bereichen tätig, die hier kurz beschrieben werden sollen. Diese umfassen den Maschinenbau, die Produktion von Einzelkomponenten, das Testing sowie das Recycling von Batterien.

Im Bereich Recycling von Batterien aus dem Sektor Elektromobilität liegt der TRL bei 7 mit einer Nennkapazität von 240 bis 10.000 kWh, einer Lebensdauer von über 5.000 Zyklen und einem Gesamtwirkungsgrad von über 95 %. Potenzielle Anwendungsbereiche sind: Industrie und Produktion, Elektromobilität, Baustellen und Abbaustätten, Telekommunikation und Quartierspeicher. Der Markteintritt wird 2023 mit insgesamt verkauften 15 MWh erwartet.

Weiters ist Österreich im Maschinenbaubereich als Zulieferer für Speichieranwendungen tätig. Seit ca. 5 Jahren werden Systeme für Li-Ionen Batterien entwickelt und Module produziert. Die Anwendung dieser Module könnte theoretisch auf andere Speichertechnologien mit gleicher Geometrie ausgeweitet werden.

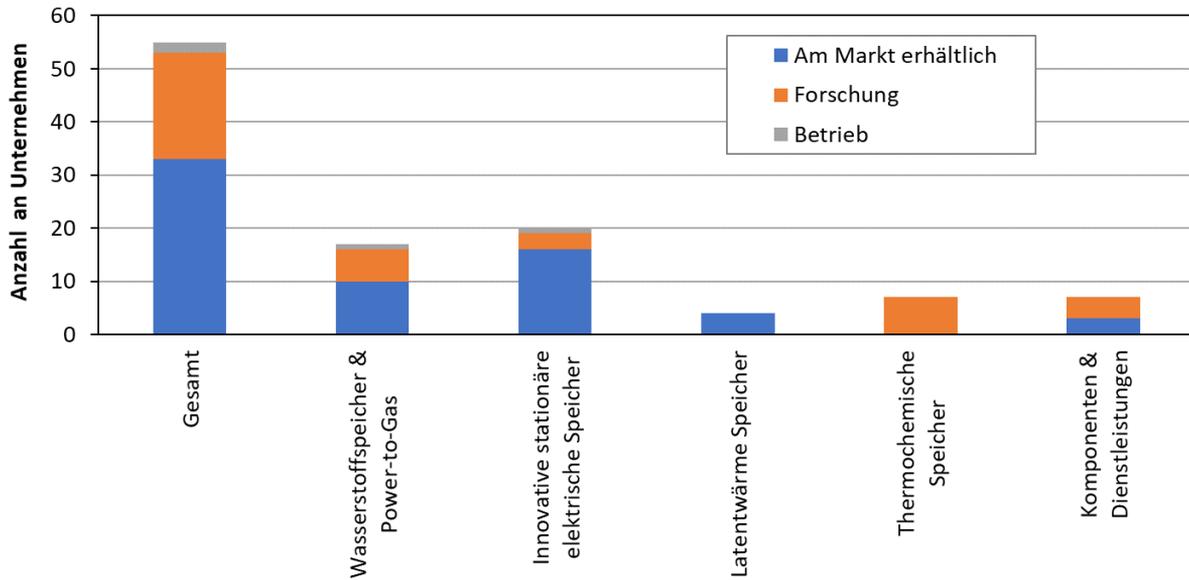
## 6.2 Marktentwicklung in Österreich

Viele der innovativen Speichersysteme sind derzeit noch in Entwicklung und noch nicht oder erst als Vorseriengeräte oder in geringen Stückzahlen auf dem österreichischen Markt erhältlich. Gegenüber 2022 ist ein verstärkter Markteintritt zu erkennen, die durch Start-ups, KMUs und Großunternehmen erfolgt. Im Vergleich zu 2022 wurden 2023 genauso viel Forschungseinrichtungen, die im Bereich innovativer Speichersysteme tätig sind, kontaktiert.

Es wird erwartet, dass die erfassten innovativen Speichertechnologien in den nächsten Jahren erhöhte Aufmerksamkeit erfahren. Treiber dafür wird einerseits die technische Notwendigkeit sein, welche sich durch einen wachsenden Anteil von volatilen erneuerbaren Energieträgern im Energiemix ergibt. Andererseits wird es in den nächsten Jahren auch zu ökonomischen Vorteilen kommen, welche sich aufgrund fallender Preise für Speichersysteme und steigender Energiepreise ergeben. Die signifikanteste Entwicklung der Verkaufszahlen wird demnach für innovative stationäre elektrische Speicher erwartet, wobei die Konkurrenzsituation zum etablierten Lithium-Ionen Speicher, vor allem im mobilen Bereich, noch schwer abschätzbar ist. Der insgesamt steigende Bedarf an Stromspeichern in verschiedenen Anwendungsbereichen begünstigt jedenfalls eine Diversifizierung der Technologien. Die in diesem Kapitel angeführten Daten stammen aus der Erhebung durch den Fragebogen bzw. Interviews.

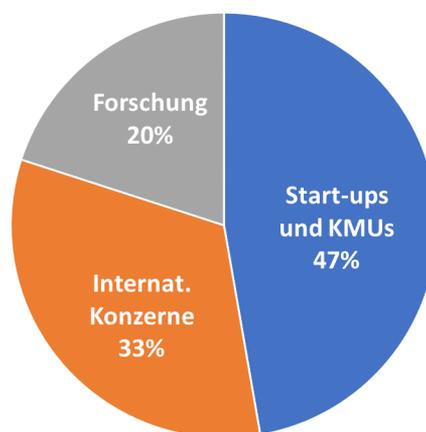
In Österreich konnten für das Jahr 2023 55 Firmen und Forschungseinrichtungen identifiziert werden (Vergleich: 47 im Jahr 2022), welche sich mit innovativen Speichertechnologien beschäftigen. Während sich 2022 noch knapp über der Hälfte der Unternehmen mit der Erforschung von innovativen Speichern beschäftigen, führte das Hinzufügen zusätzlicher Unternehmen zu einer Verschiebung. Es ist anzumerken, dass diese Unternehmen nicht zwingend neu am Markt sind. Im Jahr 2023 waren die Produkte von 33 Unternehmen bereits am Markt und 20 Unternehmen waren aktiv an deren Erforschung beteiligt. 2 Unternehmen betreiben innovative Speicher. Ein Überblick ist in **Abbildung 3** gegeben.

Im Vergleich zu 2022, dominieren nicht mehr die Wasserstofftechnologien, sondern innovative stationäre elektrische Speicher. 16 Unternehmen bieten diese bereits am Markt an, 3 Unternehmen sind an deren Erforschung beteiligt und 1 Unternehmen an deren Betrieb. Im Bereich Wasserstoffspeichern & Power-to-Gas (Brennstoffzelle, Elektrolyse, Druckspeicher) sind 10 Unternehmen mit ihren Produkten am Markt, 6 Unternehmen sind an der Erforschung beteiligt und 1 Unternehmen in deren Betrieb. Kaum eine Veränderung zeigt sich im Bereich der Latentwärmespeicher und den thermochemischen Speichern. Bei Letzteren ist nach wie vor kein Unternehmen am Markt. Der Bereich Komponenten und Dienstleistungen wurde berücksichtigt, um zusätzliche Informationen zu Marktentwicklungen zu erfassen, allerdings wurden diese Unternehmen nicht umfassend recherchiert, somit kann nur ausgesagt werden, dass drei produzierende Unternehmen und vier Forschungseinrichtungen kontaktiert wurden.



**Abbildung 3 – Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten (Status 2023) Quelle: BEST (2024)**

Wie sich die Akteure auf Forschungseinrichtungen, KMUs und international tätige Unternehmen verteilen, ist in **Abbildung 4** dargestellt. Den Großteil, nämlich 47 %, stellen Start-ups und KMUs dar, gefolgt von 33 % international tätige Unternehmen sowie 20 % Forschungseinrichtungen. Letztere umfassen sowohl Universitäten als auch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Gerade bei den Start-ups haben viele noch nicht die Marktreife erreicht, sondern beschäftigen sich noch mit der Produktentwicklung und scheinen daher in **Abbildung 3** als Forschung auf. Ebenso sind viele internationale Unternehmen mit Standorten in Österreich in anderen Bereichen bereits am Markt, während in deren Forschungs- und Entwicklungsabteilungen an neuen, innovativen Technologien geforscht wird.



**Abbildung 4 – Verteilung der AkteurlInnen der österreichischen Branche für innovative Speichertechnologien in % Quelle: BEST (2024)**

Die Ausgaben der öffentlichen Hand für [Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich werden jährlich im Auftrag des](#) Klimaministeriums dokumentiert. Dabei ist zu sehen, dass im Jahr 2021 ein Rekordjahr bzgl. Ausgaben im Bereich „Wasserstoff und Brennstoffzellen“ erreicht wurde (rund 41 Mio. €). Im Jahr 2022 reduzierten sich die Ausgaben auf 30 Mio. €. Der Großteil fällt auf den Subbereich Wasserstoff und da hauptsächlich auf dessen Erzeugung. Ausgaben für den Bereich Wasserstoffspeicher lagen in einer Größenordnung von etwas unter 1 Mio. €, siehe Indinger et. al (2023).

Von den rückgemeldeten Fragebögen konnten für 2023 insgesamt 190 Vollzeitäquivalente (VZÄ) dokumentiert werden, was eine Steigerung von über 60 % im Vergleich zu 2022 ist. Dies liegt aber vor allem daran, dass im Vergleich zu 2022 mehr Unternehmen kontaktiert wurden und rückgemeldet haben. Es handelt sich dabei nur um jene VZÄ, die konkret für den Speicherbereich angegeben wurden. Häufig sind verschiedene Unternehmensbereiche jedoch gemischt, daher werden diese Arbeitsplätze nicht explizit für den Bereich Speicher gewertet. Diese 190 VZÄ fallen hauptsächlich auf Wasserstofftechnologien.

### **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. Es gibt jedoch ein Unternehmen, welches seit 2022 Wasserstoffmotor-basierte Stromerzeuger als Systemkomponente zur Re-Elektrifizierung anbietet. Diese sind für die saisonale Stromspeicherung und als Backup-System im Industrie- oder für Microgrids anwendbar. Die UVP beträgt 600€/kWh. Im Jahr der Markteinführung wurde ein Speicher verkauft, im Folgejahr bereits sieben. Die Wertschöpfung findet zu 100 % in Österreich statt, die Exportquote liegt bei 87,5 %.

Im Jahr 2023 gab es in Österreich 67 Wasserstoff (Brennstoffzellen) PKWs, was einen Anstieg von ca. 8 % gegenüber 2022 bedeutet (Statistik Austria (2024i)). Nach wie vor sind nur 5 Wasserstofftankstellen in Betrieb: Innsbruck, Asten, Wien, Wr. Neudorf und Graz, siehe Gplautogas (2024).

Zudem gibt es eine Systemlösung zur Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Rückverstromung von solarem Wasserstoff auf dem Markt. Die bisherigen Verkaufszahlen von Wasserstoffspeichertechnologien sind noch gering. Allerdings werden, laut Angaben einiger Hersteller, innerhalb der nächsten Jahre weitere Technologien basierend auf Wasserstoff auf den Markt kommen.

Der UVP von Brennstoffzellenbaugruppen befindet sich derzeit in einer Größenordnung von grob 2.000 €/kW, soll bis zum Jahr 2030 aber deutlich gesenkt werden (unter 1.000 €/kW). Die erzielbare Wertschöpfung in Österreich liegt dabei unter 50 %, weil u.a. Komponenten aus dem Ausland bezogen werden. Der erwartete Exportanteil der Produkte wird mit größer 90 % beziffert.

Der Bau von Power-to-Gas Anlagen ermöglicht laut Expertenmeinung keine 100 %-ige Wertschöpfung im Inland, da einige Komponenten nicht oder nur spärlich erhältlich sind.

Im Bereich Wasserstoffspeicher konnte unter den befragten Unternehmen im Jahr 2022 ein Gesamtumsatz von etwa 13 Millionen € erreicht werden, die meisten konnten den Umsatz im Speicherbereich nicht separat ausweisen. Im Jahr 2023 betrug der Gesamtumsatz etwa 14,6 Millionen €, wobei sich dieser nicht für alle Unternehmen erhöht hat. Der Umsatz im

Speicherbereich ist jedoch angestiegen. Ein direkter Vergleich ist aufgrund von unvollständigen Angaben nicht möglich.

Im Jahr 2022 waren bei den befragten Unternehmen mit dem Fokus auf Wasserstoffspeichertechnologien 161 VZÄ beschäftigt, im Jahr 2023 ist eine Erhöhung auf 175 VZÄ zu erkennen.

### **Innovative stationäre elektrische Speicher**

Zu den innovativen stationären elektrischen Speichern zählen zum Beispiel Salzwasserbatterien und Redox-Flow-Batterien. Im Jahr 2020 wurden in Österreich mindestens 300 Salzwasserbatterien verkauft. Der UVP einer Salzwasserbatterie betrug ca. 1.000 €/kWh für das Gesamtsystem. Der Verkauf wurde allerdings letztes Jahr eingestellt, da das Unternehmen nicht mehr tätig ist. Ein weiteres Unternehmen forscht an innovativen stationären Natrium-Ionen batterieelektrischen Speichern. Diese Speicher können auch in großem Maßstab eingesetzt werden. Die Nennkapazität liegt zwischen 6 kWh und 10 GWh (10.000.000 kWh). Dieser Speicher hat derzeit einen TRL von 5, ein Markteintritt wird bereits 2025 erwartet. Es wird eine nationale Wertschöpfung von 95 % und eine Exportquote von 20 % erwartet.

Für Redox-Flow-Batterien wurde von Experten aus der Forschung angegeben, dass diese relativ einfach hochzuskalieren sind und daher kostengünstig produziert werden könnten. Ein Unternehmen vertreibt diese seit 2012. Die UVP bei Markteintritt betrug etwa 2.000.000€ für einen Speicher mit der Nennkapazität von 2.585 kWh, die Kosten halbierten sich 2023 auf 1.000.000 €. Es wird erwartet, dass die UVP bis 2030 weiter auf 600.000 € sinken wird. Die Produktionskapazität in 2023 betrug 50 Stück. Ein weiteres Unternehmen plant einen Markteintritt mit dieser Technologie im Jahr 2027 mit einer inländischen Wertschöpfung von 100 %.

Im Bereich innovative elektrische Speicher können aufgrund unvollständiger Daten keine Zahlen zu Umsatz und VZÄ angegeben werden, die Tendenz ist jedoch leicht steigend.

### **Latentwärmespeicher**

Zu den Latentwärmespeichern zählen unter anderem die Eisspeicher und Latentwärmespeicher in Form von PCM. Obwohl Eisspeicher bereits von österreichischen Herstellern entwickelt und erforscht werden, werden sie derzeit noch nicht auf dem österreichischen Markt angeboten. Es gibt jedoch Latentwärmespeicher in Form von PCM-Vollgipsplatten und Textilien auf dem Markt. Deren Verkaufszahlen sind jedoch nicht bekannt. Form und Anwendung von Latentwärmespeichern sind äußerst unterschiedlich, eine pauschale Aussage zu deren Preis ist daher nicht möglich. Eine PCM-Vollgipsplatte mit einer Dicke von 25 mm kostete beispielsweise im Jahr 2022 191,65 €/m<sup>2</sup> und 177,45 €/m<sup>2</sup> im Jahr 2020. Aktuelle Preise sowie Informationen zu Forschungsprojekten und mögliche Markteintritte liegen den AutorInnen nicht vor.

### **Thermochemische Speicher**

Derzeit gibt es noch kein Produkt dieser Kategorie am Markt, weshalb zu marktrelevanten Daten keine Angaben gemacht werden können. Allerdings sind verstärkte Forschungsaktivitäten zu Materialien für die thermo-chemische Speicherung zu beobachten. Diese befindet sich allerdings noch in einem TRL Bereich von 3-4. Ein Markteintritt entsprechender Produkte wird erst 2030 erwartet. Die in Österreich zu erzielende Wertschöpfung liegt dabei bei ca. 50 %. Eine Forschungsgruppe beschäftigt sich zudem mit Sorptionspeichern für Ein- und Mehrfamilienhäuser mit einer Nennkapazität von etwa 200

kWh. Zyklische Lebensdauer und Gesamtwirkungsgrad sowie Vor- und Nachteile bei der zukünftigen Anwendung sind noch zu ermitteln.

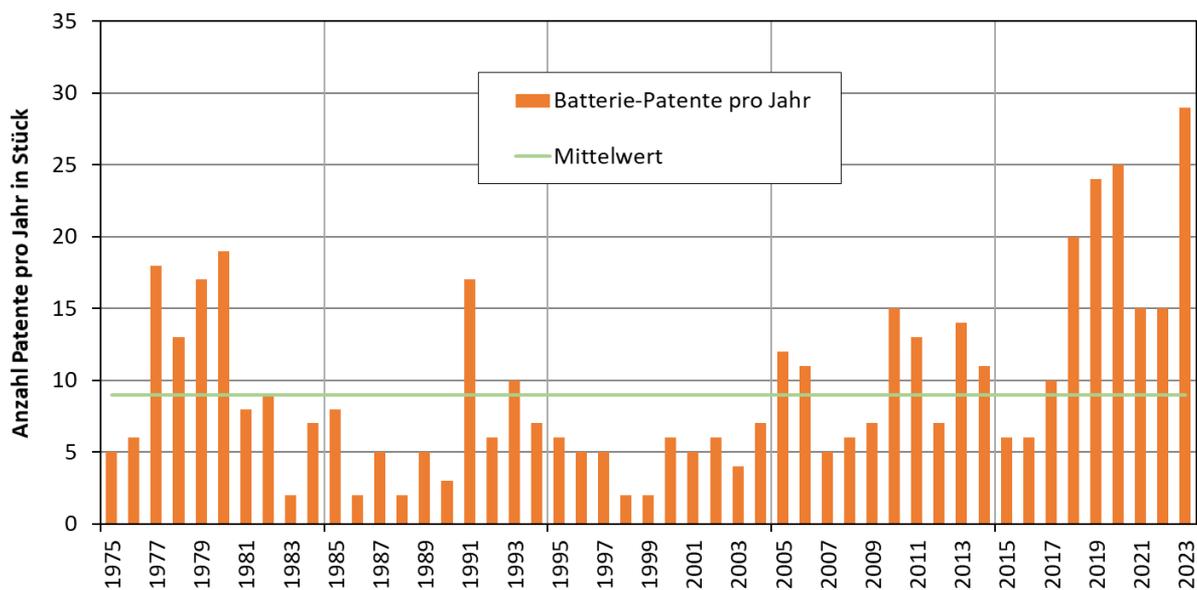
### **Komponenten, Dienstleistungen, Sonstiges**

Die Bereiche Testing, Assembling, Module, Maschinenbau sowie recycelte Batterien betreffen nicht ausschließlich, aber zumindest zum Teil innovative Speicher. Im Bereich der Komponenten (z. B. Module) liegt die angegebene Wertschöpfung in Österreich bei ca. 50-60 %, während v.a. aus Deutschland aber auch aus anderen europäischen Ländern zugekauft wird. Gleichzeitig werden bis zu 98 % exportiert. Es sollen zudem recycelte Batterien mit einer Gesamtleistung im zweistelligen MWh-Bereich und einem Verkaufspreis von unter 1.000 €/kWh auf den Markt kommen. Die Wertschöpfung in Österreich liegt dabei bei 100 %, während ca. 50 % exportiert werden. Im Bereich Testing von Batterien waren 2022 mind. 40 VZÄ beschäftigt, Zahlen für 2023 sind leider nicht verfügbar. Getestet wird u.A. die Sicherheit von Speichern, der Fokus wird aber auf E-Fahrzeuge allgemein gelegt.

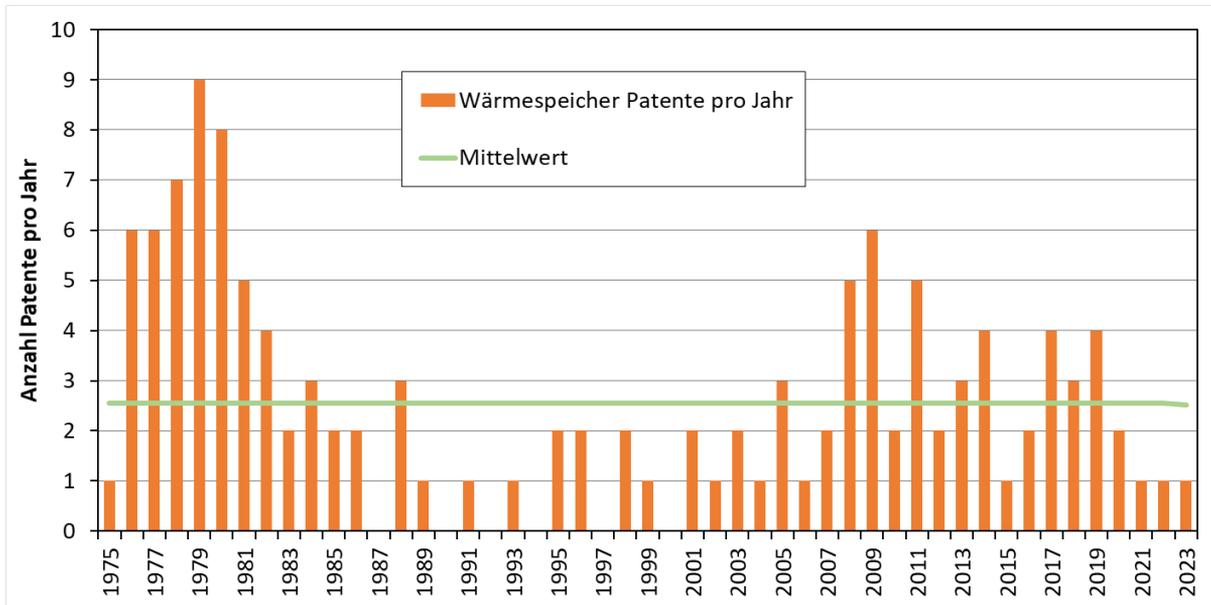
Des Weiteren werden Machbarkeitsuntersuchungen durchgeführt, technische Anschlusskomponenten erhoben und Einsatzszenarien und Erlösströme berechnet. Weitere relevante Punkte sind die Regelung der Speicher, Blackout-Services und Lastverteilung. Beispielsweise arbeiten 3 VZÄ am Betrieb eines innovativen elektrischen Speichers mit einem TRL von 2, einer Nennkapazität von 20.000 kWh, einer Lebensdauer von 1.000 Zyklen und einem Gesamtwirkungsgrad von 75 %.

### 6.3 Zahl der Patentanmeldungen

Die Zahl der Patentanmeldungen gibt Einblick in die Forschungsaktivitäten eines Landes, eines Unternehmens oder einer Branche (Kettner-Marx und Kletzan-Slamanig 2016). Für Umwelttechnologien insgesamt ist in Österreich ab 2005 ein deutlicher Anstieg der Zahl der Patentanmeldungen zu verzeichnen (Kettner-Marx und Kletzan-Slamanig 2016). Allgemein liegt Österreich bei den Patenten für Umwelttechnologien im internationalen Vergleich im Mittelfeld (Peneder et al. 2023). Wie in **Abbildung 5** und **Abbildung 6** zu sehen ist, weist die Anzahl angemeldeter Patente für Batterien und Wärmespeicher starke Fluktuationen über den Zeitverlauf auf. Im Durchschnitt wurden 1975 bis 2022 9 Patente pro Jahr für Batterien sowie 2,6 Patente pro Jahr für Wärmespeicher angemeldet. Für Batterien lagen die jährlichen Patente in den letzten Jahren deutlich über dem Durchschnitt. Für die letzten 5 Jahre 2019 bis 2023 war der Durchschnitt bei 21,6 Anmeldungen pro Jahr. Für Wärmespeicher wurden in den letzten 5 Jahren durchschnittlich 1,8 Patente angemeldet, was unter dem Langzeitdurchschnitt liegt.

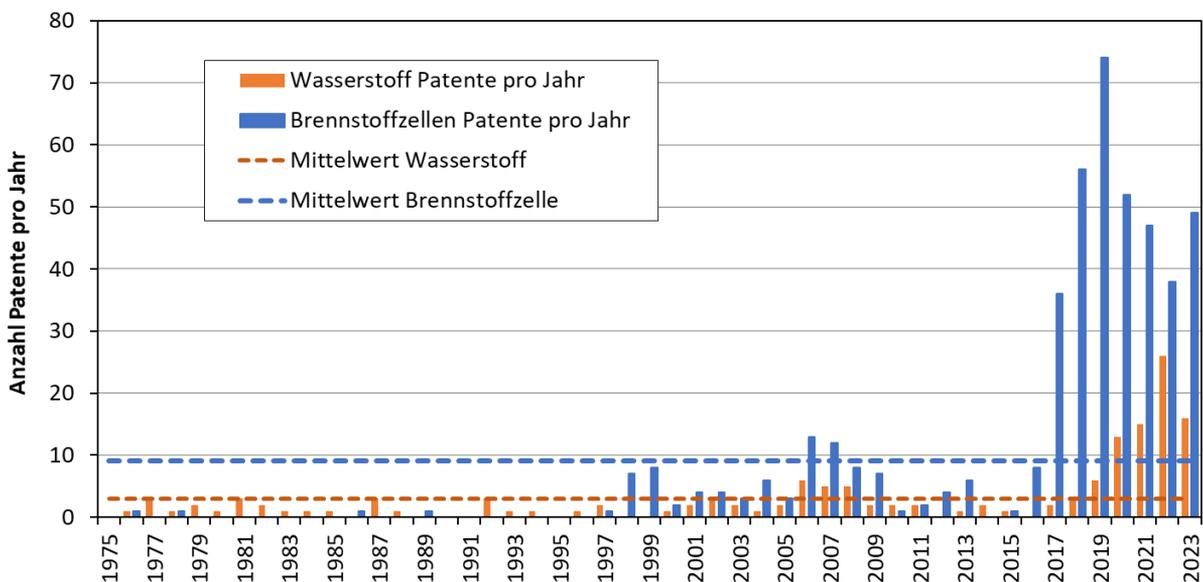


**Abbildung 5 – Anzahl der jährlich eingereichten Batterie-Patente in Österreich von 1975 bis 2023. Quelle: Österreichische Patentamtsdatenbank (2024), Aufbereitung und Auswertung BEST (2024)**



**Abbildung 6 – Anzahl der jährlich eingereichten Wärmespeicher-Patente in Österreich von 1975 bis 2023. Quelle: Österreichische Patentamtsdatenbank (2024), Aufbereitung und Auswertung BEST**

Für den Bereich Wasserstoff (Wasserserstoffherzeugung, Wasserstoffspeicherung und Nutzung) ist erst seit 2019 ein signifikanter Anstieg bei den Patentanmeldungen zu sehen (**Abbildung 7**). Der Mittelwert von 1975 bis 2023 liegt bei 3 Anmeldungen pro Jahr. Für die Jahre 2019 bis 2023 war der Durchschnitt bereits bei 15,2 Anmedungen pro Jahr. Noch signifikanter ist dieser Anstieg für den Bereich der Brennstoffzellen. Im langjährigen Durchschnitt wurden 9,1 Patente pro Jahr angemeldet, während der Durchschnitt im Zeitraum 2019 bis 2023 sogar bei 52 liegt. Somit ist in den letzten 5 Jahren ein deutlicher Fortschritt bei den Forschungsaktivitäten dieser Technologien zu erkennen.



**Abbildung 7 – Anzahl der jährlich eingereichten Wasserstoff-Patente und Brennstoffzellen-Patente in Österreich von 1975 bis 2023. Quelle: Österreichische Patentamtsdatenbank (2024), Aufbereitung und Auswertung BEST (2024)**

## 6.4 Zukünftige Entwicklung innovativer Speichersysteme

Diese Darstellung der zukünftigen Entwicklung fasst die subjektiven Einschätzungen befragter AkteurInnen in der Speicherbranche zusammen. Somit handelt es sich nicht um Prognosen, sondern Erwartungen, die auf branchenspezifischen Erfahrungen beruhen.

Bisher wurde auf ProduzentInnenseite ein extremes Wachstum der Speicherbranche beobachtet, welches u.A. auf politischen Entscheidungen beruht, da Speichersysteme stark gefördert und somit vorangetrieben wurden. Die zukünftige Entwicklung des Marktes innovativer Speichertechnologien wird ebenso als durchwegs positiv eingeschätzt. Einerseits wird eine verstärkte Forschungsaktivität erwartet, andererseits Marktdurchdringung bzw. steigende Marktanteile in verschiedenen Bereichen. Somit wird davon ausgegangen, dass der langfristige Trend positiv sein wird. Durch die Umsetzung der Energiewende werden vermehrt Speichersysteme benötigt. Aufgrund des wachsenden Anteils an erneuerbarer Energie und der damit einhergehenden Fluktuation des Energieangebotes muss das Stromnetz stabilisiert werden. Energiespeichertechnologien (Pumpspeicherkraftwerke, Wasserstoff, Batterien etc.) werden daher eine entscheidende Rolle in der Transformation hin zu einem nachhaltigen Energiesystem einnehmen. Die Relevanz der Energiespeicherbranche wird daher in den nächsten 10-20 Jahren dramatisch zunehmen. Das erwartete Wachstum der Speicherbranche beschränkt sich nicht auf Österreich, sondern gilt weltweit. Im Zuge aktueller Dekarbonisierungsziele werden nachhaltige Systeme vergleichsweise stärker an Bedeutung gewinnen und zukünftig große Marktanteile übernehmen.

In Zukunft werden sich neue Anwendungsfelder für Speichersysteme etablieren, wodurch innovative Systeme an Bedeutung gewinnen. Das technische Potenzial ist nach Einschätzung eines Produzenten bei Weitem nicht ausgeschöpft. Während Li-Ionen Batterien in Zukunft hauptsächlich für den Verkehrssektor relevant sein werden, sind für andere Bereiche Alternativen notwendig. Diese Bereiche umfassen z. B. Baumaschinen, Busse, Minenfahrzeuge und stationäre Speicher. Insbesondere im mobilen Bereich wird die Reduktion der Masse der Speicher und des Energiebedarfs für den Transport angestrebt, wobei der Einsatz höherfesterer Werkstoffe oder biobasierter Kohlefasern einen Beitrag leisten. Letztere bieten auch eine Chance die Abhängigkeit von Erdölprodukten zu reduzieren. Die Elektrifizierung des Mobilitätssektor wird zu weiteren Kostenreduktionen von batterieelektrischen Speichersystemen führen. Diese werden einen wichtigen Beitrag zum Ausgleich zunehmender tageszeitlicher Schwankungen von PV- und Windstrom leisten.

Im Bereich der industriellen Produktion wird es zu einem Wandel der Systeme kommen: Die Entwicklung einer sinnvollen Abwärmenutzung, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen, Strom aus regenerativen Quellen und dessen Speicherung in Wasserstoffspeicher oder Gasspeicher über Power-to-Gas Anlagen sowie die Flexibilisierung des Energiemanagements durch Nutzung von Wärmespeichern sind unumgänglich. Die angestrebte Dekarbonisierung der Wirtschaft und die damit verbundene steigende Wichtigkeit von Wasserstoff als Energieträger geht einher mit dem Bedarf der Erzeugung, Speicherung und des Transports großer Mengen an Wasserstoff. In den kommenden Jahren wird die saisonale Speicherung und Nutzung von Wasserstoff und abgeleiteter Derivate (z. B. Ammoniak, Methanol) eine wesentliche Rolle im Energiesystem einnehmen. Auch bei kleinen Marktanteilen werden in den nächsten 5-10 Jahren teils Umsätze im 3-stelligen Millionbereich sowie eine rasant steigende Nachfrage erwartet.

Aus technologischer Sicht werden weiter steigende Energiedichten bei bisher etablierten Speichersystemen erwartet. Steigende Li- und Ni-Preise werden die Branche allerdings dazu

bringen, auf neue Technologien auszuweichen. Ein Beispiel für eine Alternative ist die Technologie der Na-Ionen Speicher. Im Bereich der Fahrzeuge werden derzeit neue Sensoren für die Batteriefehler-Früherkennung entwickelt, die dann auch künftig auf den Markt kommen.

Um spezifischen Anforderungen in verschiedenen Bereichen gerecht zu werden, wird die Bedeutung hybrider Systeme steigen. Die Entwicklungen hier sind sehr dynamisch. Im Bereich der Vanadium-Redox-Flow Batterien ist der asiatische Raum Spitzenreiter. Dort reichen die Kapazitäten bis in den MW Bereich. Es wird davon ausgegangen, dass ebenfalls ein hohes Potenzial in Österreich realisiert werden könnte. Redox-Flow Batterien erlauben generell eine leichtere Hochskalierung als andere Speichersysteme. Da lediglich größere Tanks anstatt mehrerer Einzelkomponenten erforderlich sind, kann diese Technologie stärker von Economies of Scale profitieren.

Der Speichermarkt wird generell als sehr dynamisch betrachtet, da viele verschiedene Systeme im Umlauf sind. Es wird weiterhin von einer steigenden Stückzahl ausgegangen, die auf der Relevanz einer Energiewende beruhen. Diese ist laut Experteneinschätzung allerdings nur möglich, wenn ausreichend Elementarforschung betrieben wird. Hier besteht noch Potenzial zur Ausweitung. Ebenso ist eine umsetzungsorientierte Forschung erforderlich, welche innovative Speichertechnologien in praxisrelevante Maßstäbe bringt. Vor allem für Wasserstofftechnologien wird das zukünftige Potenzial als sehr groß betrachtet.

## 6.5 Fördernde und hemmende Faktoren für Produktion und Vertrieb innovativer Speichertechnologien

Sowohl förderliche als auch hinderliche Aspekte in Entwicklung, Produktion und Vertrieb von innovativen Speichersystemen können technologiespezifisch oder allgemein sein. Sämtliche Rückmeldungen von Unternehmen zu diesen Aspekten wurden gesammelt und deren subjektive Einschätzungen wurden in diesem Kapitel zusammengefasst.

Als **fördernd** werden große Trends wie die Abkehr von fossilen Brennstoffen sowie eine damit einhergehende Elektrifizierung in vielen Bereichen betrachtet, welche z.T. die weiteren Aspekte induzieren bzw. begünstigen. Diese Trends werden auch zunehmend politisch verstärkt. Mit dem Vorantreiben der Nutzbarmachung volatiler erneuerbarer Energieressourcen gewinnen auch Speichertechnologien immer mehr an Bedeutung. Es besteht zunehmender Bedarf an Flexibilitäts- und Speicherkapazitäten durch den steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung im Energiesystem. Für eine ganzheitliche Dekarbonisierung des Energiesystems ist zudem Sektorenkopplung notwendig. Genannt wurde auch die erforderliche Diversifizierung der Speichertechnologien, da neue Anwendungsbereiche entstehen, die mit konventionellen Technologien nicht realisierbar sind. Positiv sind in diesem Zusammenhang bestehende Förderschienen für einschlägige Forschung auf nationaler und transnationaler Ebene (z. B. ENIN, FCH-JU, FFG, IPCEI) sowie Investitionsförderungen zu nennen.

Auf der KonsumentInnenseite werden Förderungen für die Errichtung von PV und Batteriespeicherkombinationen als sinnvoll empfunden, ebenso wie Anreize zur Einsparung von CO<sub>2</sub> (Privatbereich, Industrie, Verkehr). Eine Umsetzung der Wasserstoffproduktion aus PV-Strom wird als möglich angesehen, wenn die Rahmenbedingungen förderlich gestaltet werden.

Auf der anderen Seite wurden einige Faktoren genannt, die sich **hemmend** auf die Entwicklung, Produktion sowie den Vertrieb von innovativen Speichersystemen auswirken. Auch hier gibt es politische Faktoren, wie z. B. das Regulierungsregime und eine träge Gesetzesentwicklung, die Benachteiligung von Wasserstoff im Vergleich zu anderen Technologien in der Renewable Energy Directive, ein Mangel an ausreichenden Förderungen sowie alternative Maßnahmen in der Form von Zertifikaten anstelle von realen Einsparungen. Auf Forschungsseite wurde genannt, dass zu wenig Fördervolumen vorhanden ist (Anzahl förderbarer Projekte sowie der Umfang pro Projekt). Auf wirtschaftlicher Seite wurde erwähnt, dass die derzeitigen Rahmenbedingungen eher hinderlich sind. Diese müssten so angepasst werden, dass Technologien von Economies of Scale bzw. Economies of Numbers profitieren können. Derzeit sind diese nämlich noch weit weg von einem wirtschaftlichen Betrieb, Kosten sinken allerdings tendenziell. Dieses Hindernis gilt es zu überwinden. Außerdem wirken sich billig verfügbare fossile Energieträger negativ auf die Ausweitung von erneuerbarem Strom und somit auch der weiteren Etablierung von innovativen Speichertechnologien aus. Letztlich wurden auf ökonomischer Seite hohe Einspeisetarife, vor allem im Jahr 2022, genannt, die sich hinderlich auf die Etablierung von Speicher auswirkten.

Auf der Ebene der Produktion stellt ein Fachpersonalmangel den wesentlichen Engpass dar. Hier fehlen Ingenieure mit mittlerer bis höherer technischer Ausbildung (HTL bzw. Universität). Als weiterer Faktor wurde „Zeit“ genannt, welche bremsend wirken kann: In Projekten mit erneuerbaren Energie- und Speichertechnologien sind große Investitionen und Geldsummen im Spiel, die Implementierung dauert allerdings relativ lange. Ein wesentlich hinderlicher Aspekt in der Produktion waren im Jahr 2022 außerdem die Probleme in den

Lieferketten, da Schwierigkeiten in der Bereitstellung gewisser Komponenten (z. B. Steuerelektronik) bestanden. Im Jahr 2023 entspannte sich die Lage allerdings.

Technologiespezifische, hinderliche Faktoren sind z. B. erhebliche Schwierigkeiten Anlagenbauer zu finden. Dies wurde in Bezug auf die Methanisierungstechnologie genannt, wo es kaum standardisierte Verfahren gibt und die Anlagen für den spezifischen Fall angepasst sein müssen. Dies könnte allerdings auch auf andere Technologien zutreffen. In Bezug auf Wasserstoff für den Verkehrssektor werden die geringe Verfügbarkeit von Wasserstofftankstellen, fehlende CO<sub>2</sub> Steuern sowie Einfahrtsbeschränkungen/Maut in Städten als hinderlich betrachtet. Des Weiteren führen hohe Wasserstoffproduktionskosten resultierend aus hohen Investitionskosten, einem langwierigen und teuren Aufbau der Infrastruktur sowie einem vergleichbar niedrigen Gesamtwirkungsgrad von wasserstoffbasierter Stromspeicherung zu einer geringen Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Zudem herrscht bei Wasserstoffspeichertechnologien ein enormer internationaler Wettbewerb. Diese werden oft als Zukunftstechnologie betrachtet. Somit fließen Förderungen fast ausschließlich ins universitäre Umfeld oder zu Großprojekten, welche oft zugekaufte Technologien integrieren. Dies führt dazu, dass es nur wenige österreichische Technologieunternehmen gibt und Know-How und Arbeitsplätze oft im Ausland entstehen (z. B. Elektrolyse- und Brennstoffzellenentwicklungen sowie deren kritische Komponenten wie etwa Membran oder Elektroden). Eine Marktdurchdringung von Wasserstofftechnologien wird erst dann erwartet, wenn ausreichend hohe Überschusskapazitäten aus erneuerbarem Strom vorhanden ist, um saisonal bedingte Zeiten mit Unterdeckung von erneuerbarer Energie (z. B. Winter mit wenig Wind- und Wasserkraft) überbrücken zu können.

Als weitere hinderliche Aspekte wurden Bürokratie, Behörden- und Genehmigungsverfahren, Auflagen bei der Zulassung sowie die Trägheit von Netzbetreibern genannt. Letztendlich kann ein fehlendes Verständnis für innovative Technologien bremsend auf deren Etablierung wirken. Dies wurde in Bezug auf Gebrauchtbatterien genannt, kann aber auf alle innovativen Technologien übertragen werden.

## 7. Anhang: Präsentationsunterlagen

Nachfolgende Präsentationsunterlagen wurden im Rahmen der Veranstaltung “Marktentwicklung innovativer Energietechnologien – Ergebnisse aus 2023“ am 19. Juni 2024, 10:00 – 14:00 Uhr im BMK, Festsaal, Radetzkystraße 2, 1030 Wien, zur Darstellung der Ergebnisse aus dem Bereich Innovative Energiespeicher verwendet.

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

bmk.gv.at

### Innovative Energiespeicher: Definition

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

#### Lokale Eingrenzung:

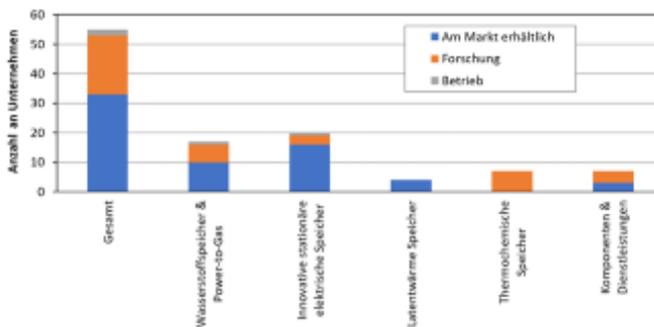
- Österreichische Hersteller bzw. österreichischer Markt
- Österreichische Forschungsaktivitäten
- Verkaufte Einheiten oder umgesetzte Pilot- und Demonstrationsprojekte

23

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

bmk.gv.at

### Innovative Energiespeicher: Marktteilnehmer 2023



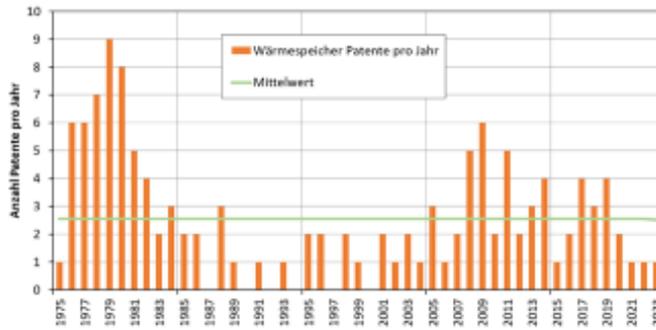
Quelle: BEST

#### Firmen und Forschungseinrichtungen innovative Speichertechnologien in Österreich

Anzahl der Firmen und Forschungseinrichtungen, welche innovative Speichertechnologien beforschen oder am österreichischen Markt anbieten

24

## Innovative Energiespeicher: Patente Wärmespeicher



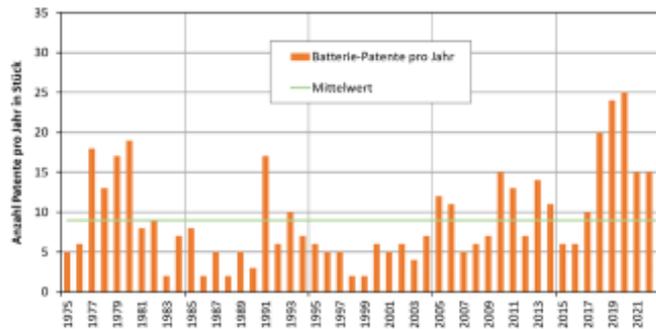
Quelle: Österreichische Patentdatenbank, Auswertung BEST

Anzahl der jährlich eingereichten Wärmespeicher Patente in AT:

Ø 1974 bis 2023: 2,6

Ø 2000 bis 2023: 2,4

## Innovative Energiespeicher: Patente Batteriespeicher



Quelle: Österreichische Patentdatenbank, Auswertung BEST

Anzahl der jährlich eingereichten Batteriespeicher Patente in AT:

Ø 1974 bis 2023: 9,4

Ø 2000 bis 2023: 11,6

## 8. Literatur

**Austrian Institute of Technology (2018)** Technologie-Roadmap, Energiespeichersysteme in und aus Österreich <https://speicherinitiative.at/wp-content/uploads/sites/8/2020/11/Technologieroadmap-Energiespeichersysteme2018.pdf> vom 18.04.2023

**Biermayr Peter, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Bernhard Fürnsinn, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Stefan Savic, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Michael Wittmann, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2022)** Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2021, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 21b/2022, Wien, im Mai 2022.

**Biermayr Peter, Stefan Aigenbauer, Christa Dißauer, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Christian Fink, Marilene Fuhrmann, Franz Hengel, Martin Jaksch-Fliegenschnee, Kurt Leonhartsberger, Doris Matschegg, Stefan Moidl, Evelyne Prem, Thomas Riegler, Stefan Savic, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Patrik Wonisch, Elisabeth Wopienka (2023)** Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2022, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 36a/2023, Wien, im Mai 2023.

**BEST (2024)** Beiträge und Berechnungen der Firma BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH zur vorliegenden Studie.

**Indiger A.; Bettin F; Rollings M. (2023)** Energieforschungserhebung 2022. Ausgaben der öffentlichen Hand in Österreich. Erhebung für die IEA. Berichte aus der Energie- und Umweltforschung 40/2023. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). URL: [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea\\_pdf/schriftenreihe-2023-40-energieforschungserhebung.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2023-40-energieforschungserhebung.pdf)

**Österreichische Patentamtsdatenbank (2024)** Nationale Patente Suche. Abrufbar unter: <https://see-ip.patentamt.at/NPatentSuche/>

**ÖVGW (2021)** ÖVGW Richtlinie G B210 Gasbeschaffenheit, Wien, 01.06.2021 [https://portal.ovgw.at/pls/f?p=101:203::::RP,203:P203\\_ID,P203\\_FROM\\_PAGE\\_ID:1075524,202](https://portal.ovgw.at/pls/f?p=101:203::::RP,203:P203_ID,P203_FROM_PAGE_ID:1075524,202) vom 18.04.2023

**Peneder M.; Bittschi B.; Köppl A.; Mayerhofer P.; Url T. (2023)** The WIFO Radar of Competitiveness for the Austrian Economy 2022. WIFO Reports on Austria 2/2023.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 800 21 53 59

[servicebuero@bmk.gv.at](mailto:servicebuero@bmk.gv.at)

[bmk.gv.at](http://bmk.gv.at)