



EUROPÄISCHER
RECHNUNGSHOF

DE

2019

EU-Unterstützung für die Energiespeicherung

Themenpapier
April 2019



Inhalt

	Ziffer
Zusammenfassung	I-IX
Einleitung	01-22
Zur Bedeutung der Energiespeicherung	01-09
Energiespeichertechnologien	10-16
Ziel und Ansatz des vorliegenden Themenpapiers	17-22
Analyse der EU-Unterstützung für die Energiespeicherung	23-81
Strategischer Rahmen für die Energiespeicherung	23-41
Strategieplan für Energietechnologie	24-26
Europäische Batterie-Allianz	27-37
Unterstützung durch Interessenträger	38-41
Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeicherung	42-56
Verwaltungsverfahren	47-48
Geförderte Energiespeichertechnologien	49-51
Einführung von Technologien	52-56
EU-Rechtsrahmen für die Energiespeicherung	57-81
Energiespeicherung im Stromnetz	57-73
Energiespeicherung für den Verkehr	74-78
Zusammenhänge zwischen Stromnetz und Verkehr	79-81
Abschließende Bemerkungen	82
Anhang I	
Anhang II	
Glossar	
Abkürzungen	
Team des Hofes	

Zusammenfassung

I In diesem Themenpapier, bei dem es sich nicht um einen Prüfungsbericht handelt, werden die spezifischen Herausforderungen aufgezeigt, mit denen die EU konfrontiert ist, wenn sie sicherstellen will, dass ihre Unterstützung für die Energiespeicherung wirksam zu ihren Energie- und Klimazielen beiträgt.

II Um den Klimawandel einzudämmen, hat sich die EU Vorgaben und Ziele für die Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen gesetzt. Energie und Klimawandel sind eng miteinander verknüpfte Themenbereiche: Durch Energieerzeugung und -nutzung werden 79 % der Treibhausgasemissionen in der EU verursacht, wobei der größte Teil der Emissionen auf die Energieversorgung und den Verkehr zurückgeht. Um dieser Bedrohung durch den Klimawandel entgegenzutreten, muss eine grundlegende Abkehr vom derzeitigen, auf fossilen Brennstoffen basierenden Energiesystem hin zu einem kohlenstoffarmen, hauptsächlich auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Energiesystem stattfinden: die "Energiewende".

III Mithilfe von Energiespeichertechnologien kann flexibel auf die Ungleichgewichte reagiert werden, die durch einen höheren Anteil fluktuierender erneuerbarer Energiequellen wie Sonne und Wind im Stromnetz verursacht werden. Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen wie regenerativem Strom oder Wasserstoff können zur Verringerung der verkehrsbedingten Emissionen beitragen; verbesserte Energiespeichertechnologien können dem Ausbau der mit diesen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeugflotte förderlich sein.

IV Zahlreiche Energiespeichertechnologien stehen zur Verfügung oder befinden sich in der Entwicklung, wie Pumpspeicherung, verschiedene Arten von Batterien, Wasserstoffspeicherung, Druckluftspeicherung, Wärmespeicherung und verschiedene Arten der Gasspeicherung. Der Politikrahmen der EU für die Energiespeicherung beruht auf strategischen Initiativen wie der Europäischen Batterie-Allianz, der Unterstützung von Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeichertechnologien sowie Rechtsvorschriften, die sich auf die Strommärkte und den kohlenstoffarmen Verkehr beziehen. Angesichts der grundlegenden Rolle der Energiespeicherung beim Erreichen eines kohlenstoffarmen, hauptsächlich auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Energiesystems werden in diesem Themenpapier die wichtigsten Herausforderungen für die Entwicklung der Energiespeicherung in der EU skizziert.

Ausarbeitung einer Strategie für die Energiespeicherung

V Die EU hat Schritte zur Entwicklung eines strategischen Rahmens für die Energiespeicherung unternommen, um den Umbau des Energiesystems der EU zu beschleunigen und vielversprechende neue kohlenstoffarme Technologien auf den Markt zu bringen. Es besteht jedoch die Gefahr, dass die bisher ergriffenen Maßnahmen nicht ausreichen, um die strategischen Ziele der EU im Bereich der sauberen Energie zu erreichen.

VI Mit dem Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan) für die Forschung im Bereich der Entwicklung innovativer Batterietechnologien soll ein Konsens über die erforderlichen Maßnahmen gefunden werden. Die Europäische Batterie-Allianz konzentriert sich weitgehend auf bestehende, nicht auf bahnbrechende Technologien und läuft Gefahr, ihre ehrgeizigen Ziele nicht zu erreichen. Die EU liegt bei der Produktionskapazität für Batteriezellen hinter ihren Wettbewerbern zurück. Der derzeitige EU-Strategierahmen greift für die Bewältigung der mit der Energiewende verbundenen Herausforderungen möglicherweise zu kurz.

Wirksamer Einsatz von Forschung und Innovation

VII Die Kommission erkennt an, wie wichtig wirksame Forschung und Innovation sind, wenn es darum geht, den Umbau des Energiesystems der EU zu beschleunigen und vielversprechende neue kohlenstoffarme Technologien auf den Markt zu bringen. Zwischen 2014 und Oktober 2018 wurden im Rahmen von Horizont 2020, dem wichtigsten Forschungsprogramm der Kommission, 1,34 Milliarden Euro für Projekte in den Bereichen Energiespeicherung im Stromnetz oder kohlenstoffarme Mobilität bewilligt. Die Kommission hat Schritte unternommen, um Horizont 2020 zu vereinfachen, doch besteht weiterhin Bedarf, die EU-Forschungsförderung weniger komplex zu gestalten und für eine stärkere Beteiligung innovativer Unternehmen zu sorgen. Außerdem hat die EU die Markteinführung innovativer Energiespeicherlösungen möglicherweise nicht ausreichend unterstützt.

Schaffung eines förderlichen Rechtsrahmens

VIII Bis 2019 waren Investoren in Energiespeicherlösungen im Stromnetz mit Hindernissen konfrontiert. Mit den jüngsten EU-Rechtsvorschriften sollten sich diese Hindernisse überwinden lassen. Die Kommission ist die meisten Fragen in der Richtlinie mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und der Verordnung über den Elektrizitätsbinnenmarkt angegangen, die Anfang 2019 verabschiedet werden sollen. Im Bereich Elektromobilität könnte der verspätete und uneinheitliche Auf- und Ausbau der Ladeinfrastruktur die flächendeckende Einführung von Elektrofahrzeugen verzögern.

IX In diesem Themenpapier haben wir sieben zentrale Herausforderungen in Bezug auf die Unterstützung der EU für die Entwicklung und Einführung von Energiespeichertechnologien ermittelt:

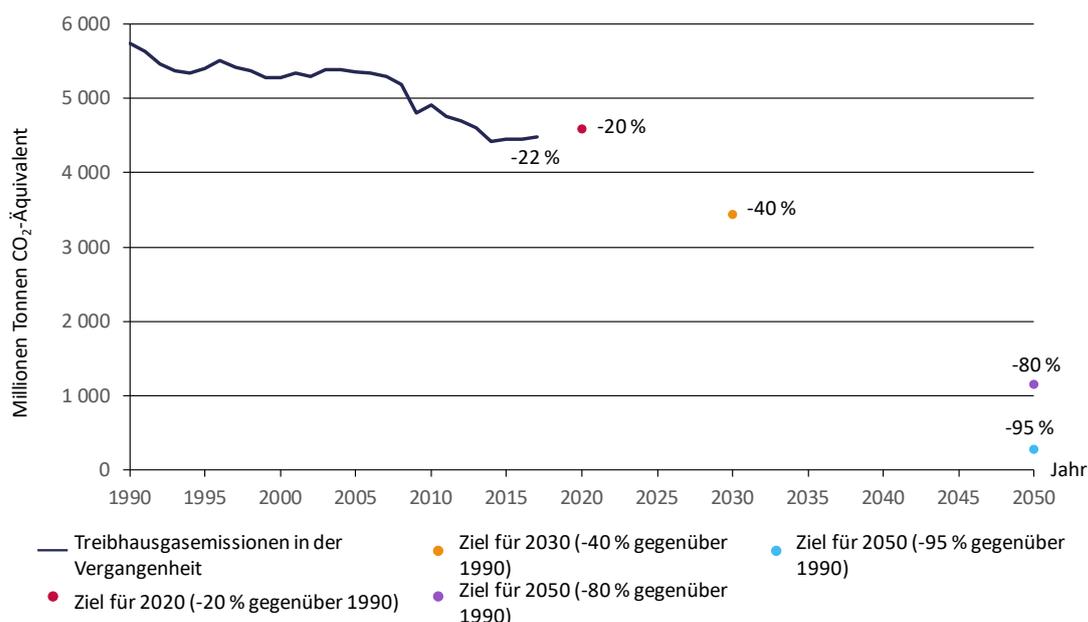
- 1) Gewährleistung einer kohärenten EU-Strategie;
- 2) Steigerung der Unterstützung durch Interessenträger;
- 3) Verringerung der Komplexität der EU-Forschungsförderung;
- 4) Förderung von Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeichertechnologien;
- 5) Einführung von Energiespeichertechnologien;
- 6) Beseitigung von Hindernissen für Investoren;
- 7) Entwicklung von Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe.

Einleitung

Zur Bedeutung der Energiespeicherung

01 Im Jahr 2015 haben 195 Staaten, die 99,75 % der weltweiten Treibhausgasemissionen verursachen, das **Übereinkommen von Paris** unterzeichnet. Sie haben sich verpflichtet, den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur in diesem Jahrhundert auf "deutlich unter" 2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu halten mit dem Ziel, den Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen¹. Die EU hat sich Vorgaben und Ziele zur Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen gesetzt (siehe **Abbildung 1**).

Abbildung 1 – Treibhausgasemissionen in der EU: Trends und Zielvorgaben



Quelle: "Trends and projections in Europe 2018", EUA, 2018.

02 Energie und Klimawandel sind eng miteinander verknüpfte Themenbereiche: Um der Bedrohung durch den Klimawandel entgegenzutreten, muss eine grundlegende Abkehr vom derzeitigen von fossilen Brennstoffen abhängigen Energiesystem stattfinden. Durch Energieerzeugung und -nutzung werden 79 % der Treibhausgasemissionen in der EU verursacht, wobei der größte Teil der Emissionen auf die Sektoren Energieversorgung und Verkehr zurückgeht. In diesen Sektoren

¹ **Übereinkommen von Paris**, UNFCCC, 2015 (Artikel 2 und 4).

müssen verstärkt erneuerbare Energien und neue Technologien eingesetzt werden, um die Vorgaben und Ziele bezüglich der Treibhausgasemissionen zu erreichen.

03 Seit mindestens zwei Jahrzehnten hat die EU eine Reihe von Instrumenten genutzt, um zur Entwicklung von kohlenstoffarmen Energien beizutragen. Beispielsweise hat sie seit 2005 mit ihrem Emissionshandelssystem (EU-EHS) die Gesamtemissionsmenge für einige Branchen der Energieversorgung, energieintensive Industriezweige und – seit 2012 – Flüge im EWR² begrenzt und einen Markt für Emissionsquoten geschaffen. Sie zielte u. a. darauf ab, Anreize für den Energiesektor zu schaffen, mehr kohlenstoffarme Energie zu nutzen.

04 In Sektoren, die nicht unter das EU-EHS fallen, wie etwa dem Verkehrssektor, haben das Europäische Parlament und der Rat seit 2009 im Rahmen der "Lastenteilung" verbindliche nationale Ziele für die Verringerung der Treibhausgasemissionen festgelegt.

05 Um den Übergang zu einem kohlenstoffarmen Energieversorgungssektor zu unterstützen, hat die EU auch Zielvorgaben für den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch festgelegt, nämlich **20 % bis 2020³ und 32 % bis 2030⁴**. Darin berücksichtigt sind die erneuerbaren Energien, die für die Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte sowie im Verkehr eingesetzt werden. Die [Erneuerbare-Energien-Richtlinie](#) der EU aus dem Jahr 2009 verpflichtet die Mitgliedstaaten darüber hinaus, Speicheranlagen zu entwickeln, um das Elektrizitätssystem angesichts des wachsenden Anteils erneuerbarer Energien zu stabilisieren.

² Dem EWR gehören alle EU-Mitgliedstaaten sowie Island, Liechtenstein und Norwegen an.

³ [Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen](#) und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG (ABl. L 140 vom 5.6.2009, S. 16).

⁴ [Richtlinie \(EU\) 2018/2018 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen \(Neufassung\)](#) (ABl. L 328 vom 21.12.2018, S. 82).

06 Zwischen 2004 und 2017 ist der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendelektrizitätsverbrauch in der EU von 14 % auf 31 %⁵ gestiegen. Dieser Anteil war in Österreich mit 72 % besonders hoch, lag in sieben Mitgliedstaaten⁶ jedoch unter 15 %. Mehr als zwei Drittel des aus erneuerbaren Energiequellen erzeugten Stroms (EE-Strom) in der EU stammen aus Wasserkraft (35 %) und Windkraft (34 %)⁷.

07 Da der zusätzliche erneuerbare Strom voraussichtlich mithilfe der fluktuierenden Energiequellen Sonne und Wind erzeugt wird, sollte dieser Zielwert zu einer zusätzlichen Nachfrage nach Energiespeicherung führen.

08 Die EU hat spezifische Zielvorgaben für den Anteil der erneuerbaren Energien im **Verkehrssektor** festgelegt, nämlich **10 % bis 2020³ und 14 % bis 2030⁴**. Im Verkehrssektor werden die neuen erneuerbaren Energiequellen auch neue Herausforderungen hinsichtlich der Energiespeicherung mit sich bringen. Der Bedarf an Energiespeicherung wird daher sowohl im Stromnetz als auch im Verkehrssektor steigen⁸.

09 Rund drei Viertel der in der EU verursachten verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen entstehen im Straßenverkehr – insbesondere durch Personenkraftwagen (siehe **Abbildung 2**). Nach einem Rückgang zwischen 2007 und 2013 stiegen die verkehrsbedingten Emissionen zwischen 2014 und 2016 an (siehe **Abbildung 3**).

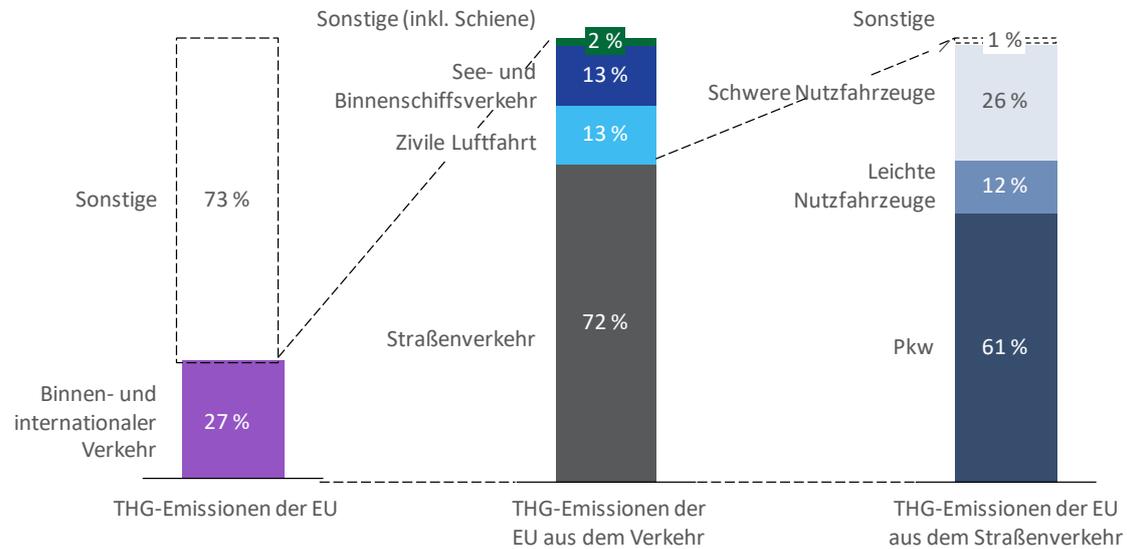
⁵ "Share of electricity from renewable sources in gross electricity consumption 2004-2017", SHARES, Eurostat, Februar 2019.

⁶ Tschechien, Zypern, Ungarn, Luxemburg, Niederlande, Malta und Polen (*Quelle*: Eurostat).

⁷ "Zusammenfassung der Ergebnisse von SHARES 2017", Eurostat, Februar 2019. Der Hof plant für dieses Jahr die Veröffentlichung eines Sonderberichts über die Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie.

⁸ **Landscape-Analyse zu den Maßnahmen der EU in den Bereichen Energie und Klimawandel**, Europäischer Rechnungshof 2017, Ziffer 214.

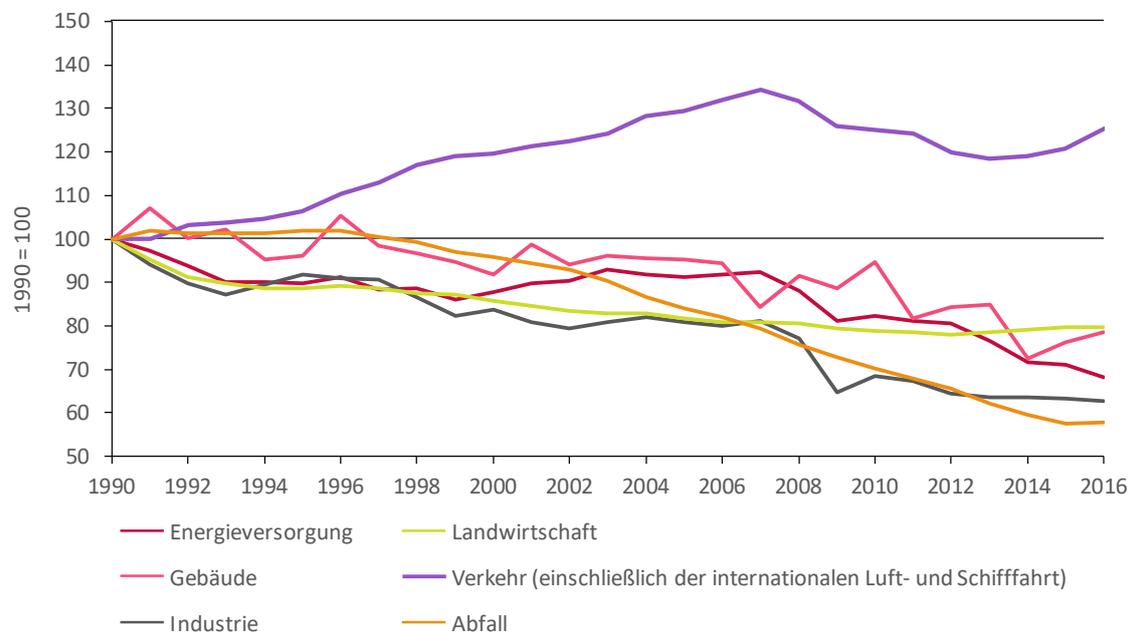
Abbildung 2 – EU-Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor im Jahr 2016



Hinweis: Einschließlich der internationalen Luft- und Schifffahrt.

Quelle: Europäische Umweltagentur, "EEA greenhouse gas – data viewer", 2018; Analyse des Europäischen Rechnungshofs.

Abbildung 3 – Treibhausgasemissionen in der EU im Jahr 2015, aufgeschlüsselt nach Sektoren



Quelle: Europäische Umweltagentur, "EEA greenhouse gas – data viewer", 2018; Analyse des Europäischen Rechnungshofs.

Energiespeichertechnologien

10 *Abbildung 4* enthält einen Überblick über die wichtigsten Energiespeichertechnologien, die für das Stromnetz und im Verkehrssektor eingesetzt werden.

Abbildung 4 – Überblick über die wichtigsten Energiespeichertechnologien und ihre Anwendungsgebiete⁹

Speichertechnologie ist ...	Batterien									
	Pump-speicherung	Lithium-Ionen-Batterien	Bleibatterien	Redox-Flow-Batterien	Natrium-Schwefel-Batterien	Super-kondensatoren	Wasserstoff-Brennstoffzellen	Schwungräder	Druckluft oder flüssige Luft	Wärme-speicherung
... im Stromnetz erforderlich für:										
Saisonale Speicherung Bedarf: Große Speicherkapazität, langsame Entladung	✓						✓			
Tägliche Speicherung (Spitzenlastausgleich) Bedarf: Stundenweise Versorgung	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓
Netzunterstützungsdienste (z. B. Reaktion auf Frequenzänderungen) Bedarf: Schnelle Reaktion, sekunden- bis stundenweise Versorgung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Haushalte Bedarf: Kleiner Maßstab, lange Lebensdauer		✓	✓	✓			✓			
... im Verkehrssektor erforderlich für:										
Straßenverkehr Bedarf: Hohe Leistung, geringes Gewicht, geringe Größe		✓				✓	✓			
Luft-/Schifffahrt Bedarf: Hohe Leistung, hohe volumetrische Energiedichte						✓	✓			

Quelle: Europäischer Rechnungshof auf der Grundlage von "Electrical energy storage for mitigating climate change", Imperial College London.

Im Stromnetz

11 Der Umbau des Energiesystems bringt erhebliche Herausforderungen mit sich, die die Integration fluktuierender erneuerbarer Energiequellen in das Elektrizitätssystem sowie das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage betreffen. Dabei müssten in erster Linie drei Ansätze zum Tragen kommen:

- o Erstens erhöhen **Verbundnetze** die Wahrscheinlichkeit, dass das im gesamten Netz vorhandene Angebot die Nachfrage decken wird. Bei einer 2015 durchgeführten Prüfung stellten wir jedoch fest, dass die in und zwischen den EU-

⁹ Eine Beschreibung dieser Technologien findet sich in Anhang II.

Mitgliedstaaten vorhandene Energieinfrastruktur im Allgemeinen noch nicht auf vollständig integrierte Märkte ausgerichtet ist¹⁰.

- o Zweitens kann die **Nachfrage gesteuert** werden: Fabriken können ihre Produktion und somit ihren Energieverbrauch an die Zeiten anpassen, in denen mehr und günstigerer Strom zur Verfügung steht. Ähnlich können in einigen Haushalten Warmwasserspeicher vom Stromanbieter per Fernzugriff an- und ausgeschaltet werden, um den Zeitpunkt der Nachfrage zu steuern. Der Verbrauch kann jedoch in der Regel nur um einige Stunden, nicht um mehrere Tage verschoben werden. Im Wohn- und im Dienstleistungssektor stehen der Nachfragesteuerung ebenfalls regulatorische Hindernisse und Aspekte der Marktgestaltung im Wege¹¹.
- o Drittens kann **Strom gespeichert** werden, um später genutzt zu werden. Speicherlösungen können auch zusätzliche Netzunterstützungsdienste bieten¹². Schätzungen der Kommission zufolge muss die EU zukünftig möglicherweise bis zu sechsmal mehr Energie speichern, um ihre Klimaziele für 2050 zu erreichen¹³.

12 Im Stromnetz in der EU ist die **Pumpspeicherung** mit 88 % der installierten Speicherkapazität die am weitesten verbreitete Technologie zur Stromspeicherung¹⁴. Sie wird sowohl für die tägliche als auch für die saisonale Speicherung eingesetzt. Geologische Einschränkungen, Umweltverträglichkeit und öffentliche Akzeptanz sind

¹⁰ Sonderbericht Nr. 16/2015, "[Verbesserung der Sicherheit der Energieversorgung durch die Entwicklung des Energiebinnenmarkts: Es bedarf größerer Anstrengungen](#)", Europäischer Rechnungshof, 2015. Die Kommission hat dies bestätigt, siehe "[Zweiter Bericht über die Lage der Energieunion](#)", COM(2017) 53 final, 2017.

¹¹ "[The potential of electricity demand response](#)", Europäisches Parlament, 2017.

¹² Beispielsweise können durch ein Missverhältnis zwischen Stromerzeugung und -nachfrage Frequenzänderungen entstehen; mithilfe einiger Speichertechnologien kann die korrekte Frequenz wiederhergestellt werden. Dies wird als "Reaktion auf Frequenzänderungen" bezeichnet.

¹³ "[Ein sauberer Planet für alle](#)", Europäische Kommission, COM(2018) 773 final vom 28.11.2018, S. 8. Die Kommission hat Wege für den Übergang zu einer Wirtschaft ohne Netto-Treibhausgasemissionen aufgezeigt. Ihre Schätzung des Bedarfs an Speicherleistung beruht auf Wegen, die sich auf eine intensive Elektrifizierung in Endverbrauchssektoren konzentrieren.

¹⁴ *Quelle: "Pumped Hydro Storage", European Association for Storage of Energy; "Energy Storage: Which Market Designs and Regulatory Incentives Are Needed?", Fachabteilung A: Wirtschafts- und Wissenschaftspolitik, Europäisches Parlament, 2015.*

Herausforderungen, die es beim Bau neuer großer Pumpspeicherwerke zu bewältigen gilt¹⁵.

13 Batterien speichern elektrische Energie in chemischer Form und wandeln diese Energie in Elektrizität um. Eine typische Batterie besteht aus drei Teilen: zwei Elektroden und einem Elektrolyten, der sich zwischen ihnen befindet. Ist eine geladene Batterie an einen Stromkreis angeschlossen, so fließen elektrisch geladene Ionen zwischen den Elektroden durch den Elektrolyten. Durch diese Ladungsübertragung wird im Stromkreis Elektrizität erzeugt. Batterien können eingesetzt werden, um Energie über kurze Zeiträume – Stunden und Tage – hinweg zu speichern, beispielsweise, um einen Ausgleich für die täglichen Nachfragespitzen zu schaffen. Geladene Batterien können ihre Ladung jedoch nicht wochen- oder monatelang ohne erhebliche Verluste halten. Viele Arten von Batterien, wie Bleibatterien und Lithium-Ionen-Batterien, werden kommerziell genutzt. Derzeit werden neue Varianten dieser Technologien entwickelt. Forscher arbeiten an Alternativen wie z. B. Festkörper-Lithiumbatterien.

Im Verkehrssektor

14 Neben Biokraftstoffen können erneuerbare Kraftstoffe wie **Strom aus erneuerbaren Quellen, Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen und synthetisches Erdgas** die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor verringern. Der Ausbau der mit diesen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeugflotte wird derzeit u. a. durch ihre Reichweite, ihre Kosten und die fehlende Betankungsinfrastruktur eingeschränkt.

15 Elektrische und hybride Straßenfahrzeuge speichern Energie in der Regel in Lithium-Ionen-Batterien. Ende 2018 machten diese Fahrzeuge 0,4 % aller Straßenfahrzeuge in der EU aus¹⁶. Derzeit haben rund 1 % aller Fahrzeuge weltweit einen Elektroantrieb; Schätzungen privater Unternehmen zufolge könnte sich dieser Anteil 2030 auf 20 % belaufen¹⁷.

16 Aus erneuerbaren Quellen erzeugter Wasserstoff kann ebenfalls als Kraftstoff für Brennstoffzellen in Pkw und sonstigen Fahrzeugen dienen. Diese Fahrzeuge können

¹⁵ "Assessment of the European potential for pumped hydropower energy storage", Gemeinsame Forschungsstelle, 2013.

¹⁶ Schätzung des Europäischen Rechnungshofs auf der Grundlage von Daten der Europäischen Beobachtungsstelle für alternative Kraftstoffe, der Vereinigung europäischer Automobilhersteller (ACEA) und von Eurostat.

¹⁷ Siehe beispielsweise "How battery storage can help charge the electric-vehicle market", McKinsey&Company, 2018.

innerhalb nur weniger Minuten betankt werden. Wasserstoff kann in synthetisches Erdgas umgewandelt werden, das auch als Kraftstoff für Flugzeuge und Schiffe dienen könnte. Derzeit stellen die hohen Kosten der Wasserstoffherstellung jedoch noch eine Herausforderung dar.

Ziel und Ansatz des vorliegenden Themenpapiers

17 Im September 2017 veröffentlichten wir unsere [Landscape-Analyse zu den Maßnahmen der EU in den Bereichen Energie und Klimawandel](#), in der wir sieben große Herausforderungen für die Bereiche Energie und Klimawandel ermittelten. Dazu zählten die Energiewende sowie der wirksame Einsatz von Forschung und Innovation.

18 Angesichts dieser Herausforderungen und der grundlegenden Bedeutung der Energiespeicherung beim Erreichen eines kohlenstoffarmen, hauptsächlich auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Energiesystems wird in diesem Themenpapier die EU-Unterstützung für die Energiespeicherung seit 2014 skizziert. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf

- o dem **Strategierahmen** für die Entwicklung von Energiespeichertechnologien seit der Überarbeitung des SET-Plans im Jahr 2015;
- o den Finanzierungsinstrumenten der EU für Forschung und Innovation, die im laufenden Programmplanungszeitraum (2014-2020) für Energiespeichertechnologien eingesetzt werden¹⁸;
- o dem **EU-Rechtsrahmen** zur Förderung der Einführung von Energiespeichertechnologien ab 2014.

19 In diesem Themenpapier, bei dem es sich nicht um einen Prüfungsbericht handelt, werden die spezifischen Herausforderungen aufgezeigt, mit denen die EU konfrontiert ist, wenn sie sicherstellen will, dass ihre Unterstützung für die Energiespeicherung wirksam zu ihren Energie- und Klimazielen beiträgt.

¹⁸ Einige der von uns untersuchten Forschungsprojekte waren bereits im vorangegangenen Programmplanungszeitraum (2007-2013) eingeleitet worden.

20 Die in diesem Themenpapier dargelegten Fakten fußen auf

- Aktenprüfungen und Befragungen von Mitarbeitern von acht Generaldirektionen der Kommission¹⁹ sowie von fünf sonstigen Einrichtungen der EU²⁰;
- einer Überprüfung von 452 relevanten Forschungsprojekten im Rahmen von Horizont 2020 einschließlich einer eingehenden Analyse einer Auswahl von 57 Projekten;
- Besuchen bei 17 Forschungsprojekten im Bereich der Energiespeicherung: 13 Projekte mit Kofinanzierung im Rahmen von Horizont 2020, zwei mit Unterstützung durch EIB-Darlehen und zwei Projekte mit Finanzierung aus nationalen und/oder privaten Mitteln;
- Befragungen von 40 aktiven Interessenträgern, darunter Forschungseinrichtungen, internationale Organisationen, Energieverbände, Energieregulierungsbehörden und Unternehmen aus den Energie-, Automobil- und Batteriesektoren²¹. 28 der Interessenträger beantworteten darüber hinaus einen Fragebogen²². 14 der Interessenträger hatten sich an von der EU finanzierten Forschungsprojekten zur Energiespeicherung beteiligt;
- unseren früheren Prüfungen und Analysen;
- einer Literaturlauswertung und einer Konsultation mit einem Experten für Energiespeichertechnologien und -märkte.

21 Dieses Themenpapier befasst sich mit der EU-Unterstützung für die Speicherung von Strom – entweder für das Netz oder für Fahrzeuge – sowie für die Herstellung von

¹⁹ Generaldirektionen Forschung und Innovation; Klimapolitik; Umwelt; Energie; Mobilität und Verkehr; Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien; Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU sowie die Gemeinsame Forschungsstelle (JRC).

²⁰ Exekutivagentur für Innovation und Netze (INEA); Gemeinsames Unternehmen "Brennstoffzellen und Wasserstoff"; Europäische Initiative für umweltgerechte Fahrzeuge; EIT InnoEnergy KIC und EIT RawMaterials.

²¹ Batteriezellenproduktion, Montage von Batteriesätzen und Anwendungen für das Netz und die Elektromobilität.

²² Die Interessenträger beantworteten die Teile des Fragebogens, die für ihre Organisation relevant waren. Beispielsweise beantworteten die Energieregulierungsbehörden die Abschnitte über die Strategie und die Rechtsvorschriften der EU, nicht jedoch die Fragen zu Forschung und Innovation.

Synthesegas. Die Speicherung fossiler Brennstoffe war nicht Gegenstand dieses Themenpapiers.

22 Es trägt den Entwicklungen im Energiespeichersektor in der EU bis Ende Januar 2019 Rechnung.

Analyse der EU-Unterstützung für die Energiespeicherung

Strategischer Rahmen für die Energiespeicherung

23 Die wichtigsten Meilensteine der EU-Unterstützung für stationäre und mobile Speicherung sowie für Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeicherung sind in [Anhang I](#) zusammengefasst.

Strategieplan für Energietechnologie

24 Die Kommission stellte den [integrierten Strategieplan für Energietechnologie \(SET-Plan\)](#) im Jahr 2007 vor und überarbeitete ihn im Jahr 2015²³. Auf der Grundlage dieses Plans entwickelte die EU einen Ansatz für Forschung und Innovation im Energiebereich, mit dem der Umbau des Energiesystems der EU beschleunigt und vielversprechende neue kohlenstoffarme Technologien auf den Markt gebracht werden sollen. Der Plan zielt auf eine Koordinierung der Forschungs- und Innovationstätigkeiten in den Mitgliedstaaten und anderen assoziierten Ländern (Island, Norwegen, Schweiz und Türkei) ab. Dem Plan zufolge musste ein Durchbruch bei der Kosteneffizienz von Energiespeichertechnologien erzielt werden, um bis 2050 Kohlenstoffneutralität zu erreichen²⁴.

25 Der SET-Plan umfasst 10 vorrangige Maßnahmen, von denen vier für die Energiespeicherung relevant sind:

- Maßnahme 4: Entwicklung und Betrieb krisenfester, zuverlässiger und effizienter Energiesysteme, die fluktuierende erneuerbare Energiequellen integrieren können;
- Maßnahme 6: Fortsetzung der Anstrengungen zur Verringerung der Energieintensität und zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie in der EU, beispielsweise durch Entwicklung von Technologien zur Speicherung thermischer Energie;

²³ "Beschleunigung des Umbaus des europäischen Energiesystems durch einen integrierten Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan)", Europäische Kommission, C(2015) 6317 final, 2015.

²⁴ "Ein Europäischer Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan)", Europäische Kommission, KOM(2007) 723 endgültig, 2007.

- Maßnahme 7: Batterien für Elektromobilität und stationäre Energiespeicherung;
- Maßnahme 8: Bioenergie und erneuerbare Kraftstoffe für nachhaltigen Verkehr²⁵.

26 Im Rahmen der Maßnahme 7 einigten sich die Kommission, mehrere Mitgliedstaaten sowie Interessenträger aus Forschung und Industrie im Jahr 2016 auf Zielvorgaben hinsichtlich der Leistung, Kosten und Herstellung von Batterien, die bis 2020 und 2030 erreicht werden sollen²⁶. Im November 2017 legten sie einen Umsetzungsplan für den Zeitraum 2018-2030 vor, der zu erreichende Technologie-Reifegrade²⁷, voraussichtliche Zeitpläne und erforderliche Finanzmittel enthält.

Europäische Batterie-Allianz

27 Batterien sind ein entscheidender Bestandteil von Elektrofahrzeugen; auf sie entfallen rund 50 % der Kosten dieser Fahrzeuge²⁸. Einem führenden internationalen Beratungsunternehmen zufolge ist die Lieferkette desto kürzer, billiger, sicherer²⁹ und flexibler, je geringer die Entfernung zwischen Batterielieferanten und Automobilherstellern ist – und desto einfacher sind Innovationen, da Batteriekomponenten leichter getestet werden können. Um die Entwicklung der Elektroautoindustrie in der EU zu fördern, hält es die Kommission für wichtig, dass die EU über eigene Produktionskapazitäten für Batterien verfügt³⁰.

²⁵ Im Rahmen der Maßnahme 8 wurde Wasserstoff im Kontext der Energiespeicherung bis 2014 nicht berücksichtigt. In diesem Jahr wurde für das Gemeinsame Unternehmen "Brennstoffzellen und Wasserstoff 2" das ausdrückliche Ziel formuliert, die Durchführbarkeit einer Energiespeicherung mithilfe von Wasserstoff zu demonstrieren.

²⁶ "[Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward](#)", 2016.

²⁷ Messskala zur Beurteilung der Reife einer bestimmten Technologie. Auf einer Skala von 1 bis 9 entspricht der Technologie-Reifegrad 1 in etwa der Grundlagenforschung, die Reifegrade 2 bis 4 entsprechen der angewandten Forschung, die Reifegrade 5 bis 6 der angewandten Forschung/Entwicklung, die Reifegrade 7 bis 8 der Demonstration und der Reifegrad 9 der flächendeckenden Anwendung.

²⁸ *Bloomberg New Energy Finance*, April 2017, S. 6.

²⁹ Als gefährliche Güter unterliegen Batterien bei der Beförderung besonderen Handhabungsregelungen. Für die zur Herstellung von Batteriezellen benötigten Rohstoffe gilt dies jedoch nicht.

³⁰ [Rede des Vizepräsidenten Maroš Šefčovič zur Europäischen Batterie-Allianz \(EN\)](#), *Industry Days Forum*, Brüssel, 23. Februar 2018.

28 Mit der Steigerung der Elektrofahrzeugproduktion nimmt die Nachfrage nach Lithium und Kobalt zu, wichtigen Rohstoffen für die Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien. Angaben der KIC InnoEnergy zufolge besitzt China rund 50 % der Bergbaubetriebe für Lithium und Kobalt. Die Kommission hält die Gewährleistung des Zugangs zu Rohstoffen aus ressourcenreichen Drittstaaten, die Erleichterung des Zugangs zu europäischen Rohstoffquellen sowie des Zugangs zu sekundären Rohstoffen mittels des Batterienrecyclings in einer Kreislaufwirtschaft für wichtig³¹.

29 Mit Stand von 2018 befanden sich rund 3 % der weltweiten Kapazität zur Batteriezellenherstellung in der EU – im Vergleich zu 84 % im asiatisch-pazifischen Raum³² und 12 % in Nordamerika³³. Insbesondere China hat mehrere Maßnahmen ergriffen, um die Entwicklung von Hybrid- oder Elektrofahrzeugen zu fördern (siehe *Kasten 1*).

Kasten 1 – Initiativen Chinas zur Förderung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen

China hat ein Leistungspunktesystem für neue, kohlenstoffarme Pkw eingeführt. Für jedes Hybrid-, Brennstoffzellen- oder vollständig elektrische Fahrzeug werden zwei bis sechs Leistungspunkte vergeben. Im Jahr 2019 müssen Automobilunternehmen mit einem jährlichen Produktions- oder Importvolumen von mindestens 30 000 Autos Leistungspunkte sammeln, die 10 % ihrer gesamten Autoverkäufe entsprechen. Diese Vorgabe wird im Jahr 2025 auf 20 % erhöht³⁴. Außerdem schafft China Anreize für die Herstellung von Elektrobussen, gewährt Verbrauchern, die Elektrofahrzeuge kaufen, Zuschüsse und räumt Besitzern von Elektrofahrzeugen in Großstädten bei der Vergabe von Fahrzeugzulassungen Priorität ein.

30 Angesichts der geringen Produktionskapazität für Batteriezellen in der EU gab die Kommission im Oktober 2017 die Gründung der *Europäischen Batterie-Allianz* bekannt. Ziel dieser Allianz ist es, eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Wertschöpfungskette zur Herstellung von Batterien in Europa zu schaffen. In ihr bündeln sich die Bemühungen der Kommission, in der EU die Industriepartner, die Forschungs- und Innovationspartner sowie die Mitgliedstaaten zusammenzubringen,

³¹ "Strategischer Aktionsplan für Batterien", in COM(2018) 293 final.

³² China, Südkorea und Japan.

³³ "Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications", JRC, November 2018, S. 24.

³⁴ "China's new energy vehicle mandate policy", ICCT, Januar 2018.

um "Europa bei der Herstellung und Nutzung von Batterien [...] an die Weltspitze zu bringen".

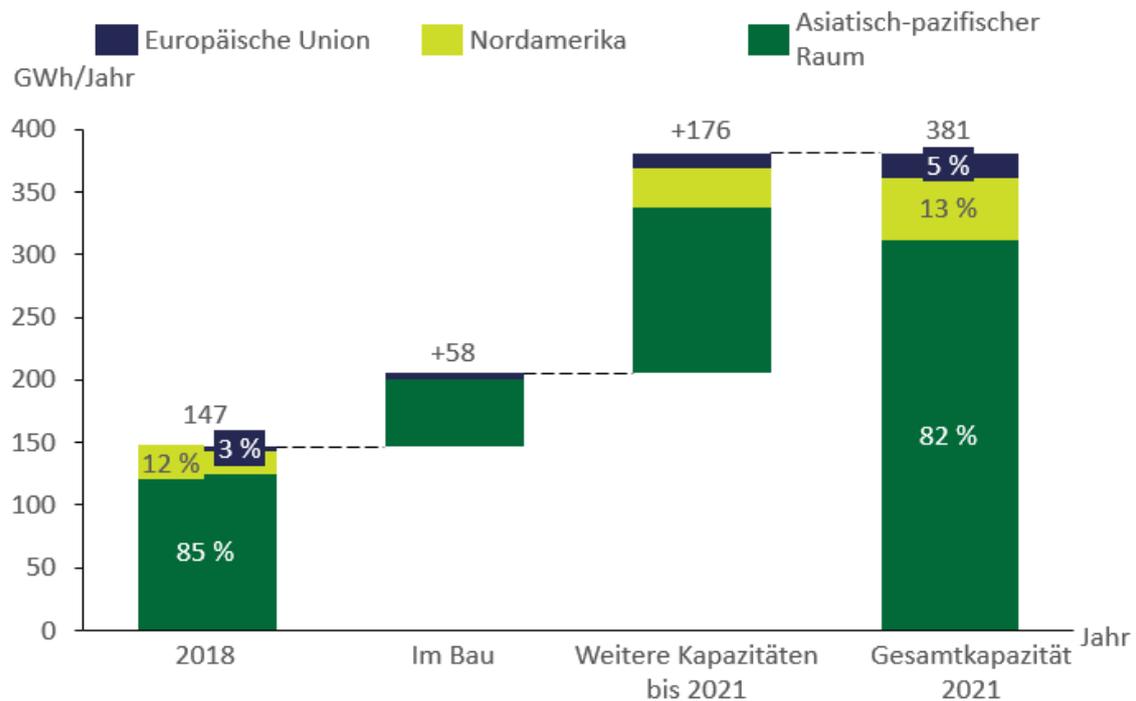
31 Im zugehörigen [strategischen Aktionsplan für Batterien](#) aus dem Jahr 2018 werden die Maßnahmen beschrieben, mit denen der Zugang zu Rohstoffen für Batterien erleichtert, die großmaßstäbliche Batteriezellenproduktion unterstützt, Forschung und Innovation auf diesem Gebiet beschleunigt, ein hochqualifizierter Arbeitskräftebestand aufgebaut und die Kohärenz mit dem EU-Regulierungsrahmen gewährleistet werden sollen. Der Aktionsplan umfasst 37 Schlüsselmaßnahmen, mit denen in erster Linie auf die gesteigerte und stärker integrierte Nutzung vorhandener Regulierungs- und Finanzierungsinstrumente abgezielt wird.

32 Angaben der Kommission zufolge wären allein zur Deckung des Bedarfs an Batterien in der EU, der sich ihren Schätzungen zufolge bis 2025 auf 250 Milliarden Euro pro Jahr belaufen könnte, mindestens 10 bis 20 sehr große Batteriezellenproduktionsanlagen oder "Giga-Firmen" erforderlich, die jedes Jahr Lithium-Ionen-Batterien mit einer Speicherleistung von etwa 200 GWh produzieren³⁵. Die Kommission geht von einem Gesamtinvestitionsbedarf von rund 20 Milliarden Euro aus.

33 Die EU wird ihre Batterieproduktionskapazitäten zwischen 2018 und 2021 – später als andere führende Regionen der Welt – ausbauen (siehe [Abbildung 5](#)).

³⁵ Website der Europäischen Batterie-Allianz, Rede des Vizepräsidenten Maroš Šefčovič zur Europäischen Batterie-Allianz (EN), *Industry Days Forum*, Brüssel, 23. Februar 2018.

Abbildung 5 – Prognostizierte Entwicklung der Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Batteriezellen im Zeitraum 2018-2021



"Übrige Welt" nicht angegeben (rund 0,7 % im Jahr 2018 und weitere 0,8 % im Jahr 2021).

Quelle: Europäischer Rechnungshof in Anlehnung an "Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications", JRC, 2018.

34 Die Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission geht davon aus, dass nach 2021 mit vier weiteren Fabriken zusätzliche Produktionskapazitäten in der EU geschaffen werden³⁶. Angaben der KIC InnoEnergy zufolge dauert der Aufbau von Fertigungsinfrastrukturen für Batteriezellen vier Jahre³⁷. Insgesamt könnte sich die Produktionskapazität in der EU im Jahr 2023 auf 70 GWh belaufen³⁸ – weit weniger als der von der Batterie-Allianz für 2025 festgelegte Zielwert von 200 GWh. Bis dahin könnte der EU-Batteriemarkt bereits weitgehend von Fabriken mit Sitz außerhalb der EU versorgt werden, oder die Automobilhersteller könnten ihre Produktion zum Teil aus der EU hinaus näher an die Batteriehersteller heran verlegt haben.

³⁶ Quelle: "Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications", JRC, 2018.

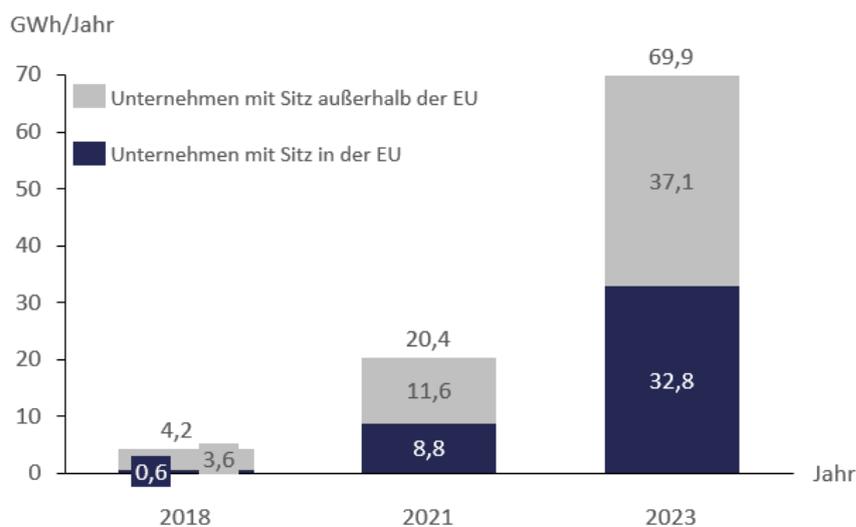
³⁷ "Bridging the gap between Financial Institutions and Industry", von InnoEnergy organisierte Veranstaltung, Brüssel, Januar 2019.

³⁸ Berechnung des Europäischen Rechnungshofs auf der Grundlage von "Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications", JRC, 2018.

35 Im Jahr 2014 veröffentlichte die Kommission Leitlinien³⁹ zur Vereinbarkeit der staatlichen Finanzierung wichtiger Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (*Important Projects of Common European Interest, IPCEI*) mit den Vorschriften für staatliche Beihilfen⁴⁰. Im Dezember 2018 leiteten Frankreich und Deutschland ein Verfahren ein, um glaubwürdige Konsortien – einschließlich der Automobilhersteller – zu bestimmen, die sich an einem solchen System beteiligen könnten. Ihr Ziel ist es, Investitionspläne zu entwickeln und sie im Laufe des Jahres 2019 von der Kommission bewilligen zu lassen.

36 Unternehmen aus Drittländern werden einige Fabriken in der EU finanzieren. Prognosen der JRC zufolge könnten sich im Jahr 2023 53 % der Produktionskapazität in der EU in der Hand von Unternehmen aus Drittländern befinden (siehe *Abbildung 6*)⁴¹.

Abbildung 6 – Unternehmen, die in der EU Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Batteriezellen für großmaßstäbliche Anwendungen wie das Stromnetz und den Verkehr besitzen



Quelle: Europäischer Rechnungshof in Anlehnung an "Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications", JRC, 2018.

³⁹ Kriterien für die Würdigung der Vereinbarkeit von staatlichen Beihilfen zur Förderung wichtiger Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse mit dem Binnenmarkt (2014/C 188/02), Europäische Kommission, 2014.

⁴⁰ "Investitionen in eine intelligente, innovative und nachhaltige Industrie: Eine neue Strategie für die Industriepolitik der EU", COM(2017) 479 final, Europäische Kommission, 2017.

⁴¹ Unter Zugrundelegung der Annahme, dass die Produktionskapazität von LG Chem Sp. z o.o bis 2023 auf 12 GWh/Jahr gesteigert wird.

37 Im Jahr 2017 waren die Fabriken, in denen Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge hergestellt werden, weltweit zu rund 40 bis 50 % ausgelastet⁴². Ein international führendes Beratungsunternehmen gibt an, dass es daher kurzfristig für neue Marktteilnehmer schwierig sein wird, auf dem Markt für Lithium-Ionen-Batterien der derzeitigen Generation auf kosteneffiziente Weise Fuß zu fassen: Die etablierten Hersteller können ihre überschüssigen Produktionskapazitäten nutzen, um mehr Batterien zu Grenzkosten herzustellen, oder können mit einer solchen Herstellung und entsprechendem Verkauf drohen. Da die EU in den Markt für Batterieproduktion als sogenannter "Second Mover" eintritt, könnte sie Schwierigkeiten haben, einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen – es sei denn, sie nutzt technologische Vorteile aus.

Unterstützung durch Interessenträger

38 Im Rahmen unserer Umfrage erhielten wir Antworten von 28 Interessenträgern⁴³ zur Strategie der Kommission – sowohl zum SET-Plan als auch zur Europäischen Batterie-Allianz:

- allen war der strategische Rahmen der Kommission für Energie bekannt;
- rund die Hälfte von ihnen betrachtete den Rahmen der Kommission für die Energiespeicherung als angemessen und hilfreich für ihre Organisation;
- zwei Drittel gaben jedoch ebenfalls an, dieser Rahmen könne verbessert werden;
 - zehn Interessenträger antworteten, dass die Strategie zu stark auf Lithium-Ionen-Batterien für Fahrzeuge ausgerichtet sei;
 - fünf wiesen auf Mängel bei den Rechtsvorschriften, der Marktgestaltung und der Normierung hin;
 - zwei verwiesen auf das Fehlen einer langfristigen Vision und auf die Möglichkeit, die Automobilindustrie in der EU könne insgesamt verschwinden.

39 Bei ihrer Gründung im Oktober 2017 schlossen sich 80 Teilnehmer der Europäischen Batterie-Allianz an. Angaben der Kommission zufolge⁴⁴ war diese Anzahl ein Jahr später auf rund 260 gestiegen.

⁴² "Lithium-ion battery costs and market: Squeezed margins seek technology improvements & new business models", *Bloomberg New Energy Finance*, 2017, S. 3-4.

⁴³ Aus öffentlicher Forschung und Innovation, Energiewirtschaft, Verkehrsindustrie, Batterieindustrie, Energieverbänden und internationalen Organisationen.

⁴⁴ [Website der Europäischen Batterie-Allianz](#).

40 Einige wichtige Interessenträger, die nicht zu den Umfrageteilnehmern gehörten, entschieden sich jedoch gegen eine Beteiligung an der Batterie-Allianz. Beispielsweise hielt es ein großes Elektronikunternehmen mit Sitz in der EU für zu riskant, auf einem bereits von asiatischen Herstellern dominierten Markt in die groß angelegte Herstellung von Lithium-Ionen-Batteriezellen zu investieren (siehe **Kasten 2**).

Kasten 2 – Ein europäisches Unternehmen entscheidet sich gegen die interne Produktion und lagert die Herstellung von Batteriezellen aus

Ein großes Maschinenbau- und Elektronikunternehmen in der EU beschloss, der Europäischen Batterie-Allianz nicht beizutreten. Das Unternehmen gab an, die ausgelagerte Herstellung von Lithium-Ionen-Batteriezellen der internen Produktion vorzuziehen. Seiner Meinung nach wäre es schwierig, einen Wettbewerbsvorteil zu nutzen, da drei Viertel der Herstellungskosten auf Rohstoffe entfallen und der Markt von kostengünstig produzierenden Wettbewerbern aus Asien dominiert wird.

Das Unternehmen beschloss, seine Forschung im Bereich der aktuellen und künftigen Batteriezellentechnologie zu beenden, sein Joint Venture für Lithium-Ionen-Technologie aufzulösen und sich stattdessen auf Batteriesysteme zu konzentrieren.

41 Ähnlich entschied ein französisches Konsortium, kurzfristig an der Entwicklung von Lithium-Ionen-Batteriezellen der nächsten Generation zu arbeiten und sich dann auf Festkörperbatterien zu konzentrieren, für die es etwa im Jahr 2023 einen technologischen Durchbruch erwartet⁴⁵.

Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeicherung

42 Das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation für den Zeitraum 2014-2020, **Horizont 2020**, ist das wichtigste Finanzierungsinstrument der EU für diesen Bereich. Bis Oktober 2018 wurden im Rahmen von Horizont 2020 1,34 Milliarden Euro für Projekte zur Energiespeicherung im Stromnetz oder zur kohlenstoffarmen Mobilität bewilligt. Dies entspricht 3,9 % des gesamten EU-Beitrags (34 Milliarden Euro) zu Horizont-2020-Projekten bis zu diesem Zeitpunkt.

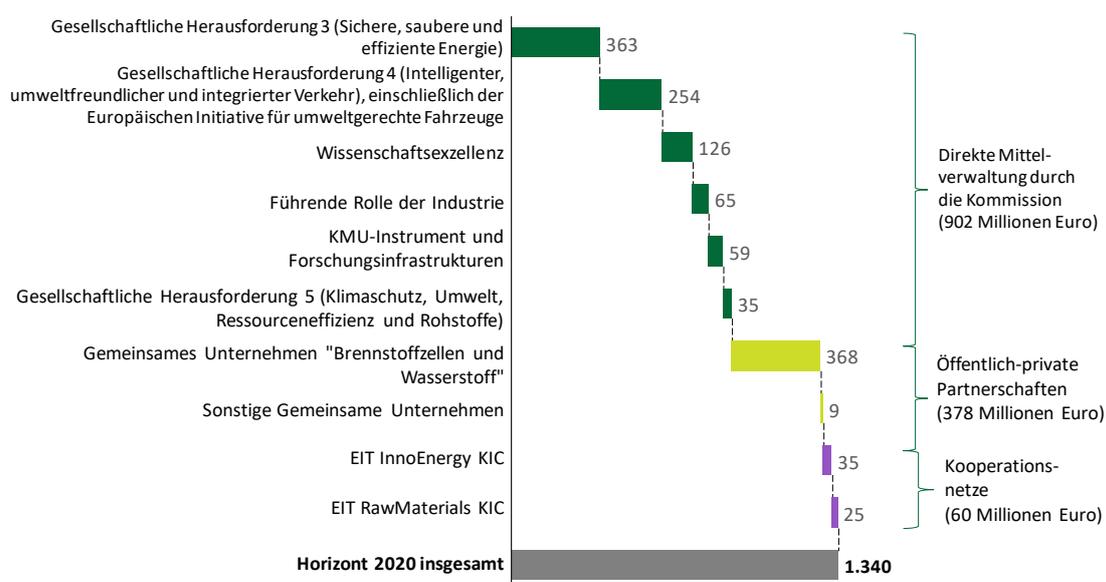
43 **Abbildung 7** enthält eine Aufschlüsselung der EU-Finanzhilfen für Projekte im Bereich der Energiespeicherung bis Oktober 2018 im Rahmen der verschiedenen Instrumente. Im Jahr 2019 wurde im Rahmen von Horizont 2020 eine Aufforderung zur

⁴⁵ "Réunion du comité exécutif", *Conseil national de l'industrie*, 28. Mai 2018, S. 23.

Einreichung von Vorschlägen für Batterieprojekte im Wert von 114 Millionen Euro⁴⁶ durchgeführt, 2020 sollen weitere Mittel bereitgestellt werden.

44 Die meisten Programme im Rahmen von **Horizont 2020** werden von der Kommission direkt verwaltet. Die Finanzierung erfolgt in erster Linie in Form von Finanzhilfen für Forscher und über spezifische Instrumente zur Unterstützung von Forschung und Innovation in kleinen und mittleren Unternehmen. Im Rahmen von Horizont 2020 werden auch öffentlich-private Partnerschaften wie das Gemeinsame Unternehmen "Brennstoffzellen und Wasserstoff" kofinanziert. Darüber hinaus dient Horizont 2020 der Unterstützung von Forschungs- und Innovationsnetzen wie den Wissens- und Innovationsgemeinschaften InnoEnergy und RawMaterials des Europäischen Innovations- und Technologieinstituts (EIT InnoEnergy KIC und EIT RawMaterials KIC).

Abbildung 7 – Beitrag von Horizont 2020 zu Vorhaben im Bereich Energiespeicherung im Stromnetz oder kohlenstoffarme Mobilität



Quelle: Analyse des Europäischen Rechnungshofs auf der Grundlage von Daten der Kommission.

45 Ferner stellt die Europäische Investitionsbank (EIB) im Rahmen der **Fazilität InnovFin – Energiedemonstrationsprojekte (EDP)** Darlehen, Garantien und eigenkapitalähnliche Finanzierungen zur Verfügung, um grundlegend neuartige großtechnische Energieinfrastruktur-Demonstrationsprojekte zu unterstützen, die für private Investoren ein hohes Risiko bergen. Bis Oktober 2018 hatte die Fazilität ein

⁴⁶ Einschließlich 25 Millionen Euro für Festkörperbatterien und 20 Millionen Euro für Redox-Flow-Batterien.

Darlehen in Höhe von 52 Millionen Euro für ein Vorhaben im Bereich der Energiespeicherung bereitgestellt.

46 Im Jahr 2009 präsentierte die Kommission das Konzept der Vorzeigeeinitiativen im Bereich der neuen und künftigen Technologien⁴⁷. Diese Initiativen sollen eine Wirkung erzielen, die größer ist als die Summe der einzelnen Bemühungen im Rahmen nationaler Initiativen. Bei einer dieser Initiativen mit Relevanz für die Energiespeicherung handelt es sich um die Vorzeigeeinitiative *Graphene Flagship*. Im Jahr 2018 konsultierte die Kommission die Interessenträger mit Blick auf die Einführung einer 10-jährigen EU-Vorzeigeeinitiative zur Unterstützung der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung im Bereich künftiger Batterietechnologien. Eine Gruppe von Interessenträgern aus Forschung und Industrie hat einen Vorschlag für eine Vorzeigeeinitiative im Batteriebereich vorgelegt und im Dezember 2018 das "[Battery 2030+ Manifesto](#)"⁴⁸ veröffentlicht.

Verwaltungsverfahren

47 Horizont 2020 ist ein komplexes Programm, auch wenn es einfacher gestaltet ist als seine Vorgänger⁴⁹. Im Zuge unserer Prüfungsarbeiten zum Programm Horizont 2020⁵⁰ stellten wir fest, dass das Programm – trotz der Verringerung des Verwaltungsaufwands für die Begünstigten – nach wie vor komplex war⁵¹.

⁴⁷ "[Neue Horizonte für die IKT: eine Strategie für die europäische Forschung auf dem Gebiet der neuen und künftigen Technologien](#)", COM(2009) 184 final, Europäische Kommission, 2009; "[FET Flagships: A novel partnering approach to address grand scientific challenges and to boost innovation in Europe](#)", SWD(2014) 283 final, Europäische Kommission, 2014; "[FET Flagships Interim Evaluation](#)", Europäische Kommission, 2017.

⁴⁸ Siehe die Website der Initiative [Battery 2030+](#).

⁴⁹ "[Ein Beitrag zur Vereinfachung des auf Horizont 2020 folgenden EU-Forschungsprogramms](#)", Themenpapier, Europäischer Rechnungshof, März 2018.

⁵⁰ Sonderbericht Nr. 28/2018, "[Die meisten Vereinfachungsmaßnahmen im Rahmen von Horizont 2020 haben den Begünstigten das Leben erleichtert, doch es sind weitere Verbesserungen möglich](#)", Europäischer Rechnungshof, 2018.

⁵¹ Insbesondere stellten wir fest, dass die Kommission ausführliche Instruktionen bereitgestellt hat, die aber schwer anzuwenden sind; dass häufige Änderungen zu Verwirrung und Unsicherheit führen; dass das Teilnehmerportal verbessert wurde, die Navigation aber immer noch schwierig ist; dass die Regelungen bezüglich der Personalkosten für die Teilnehmer nach wie vor komplex sind und dass die Beteiligung von KMU zugenommen hat, aber Hindernisse bestehen bleiben.

48 Je komplexer die Finanzierungsinstrumente sind, desto weniger attraktiv sind sie für potenzielle Teilnehmer. Komplexität führt darüber hinaus zu einem Nachteil für potenzielle Antragsteller, die keine Detailkenntnisse der Fördervorschriften des Instruments haben, wie zum Beispiel erstmalige Teilnehmer und KMU⁵². In der Zwischenbewertung von Horizont 2020 wird betont, dass die Finanzierungsstruktur zu komplex ist und Organisationen daran hindern könnte, diejenigen Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen und Instrumente zu ermitteln, die ihren Bedürfnissen am besten entsprechen; es könnten Doppelungen entstehen⁵³.

Geförderte Energiespeichertechnologien

49 Die Kommission hat 396 Projekten im Bereich Energiespeicherung im Stromnetz und kohlenstoffarme Mobilität Finanzhilfen in Höhe von insgesamt 1,34 Milliarden Euro aus Mitteln des Programms Horizont 2020 gewährt: 25 % der Mittel wurden für Batterieprojekte und 37 % für Wasserstoff- oder Brennstoffzellenprojekte bereitgestellt (siehe *Abbildung 8*).

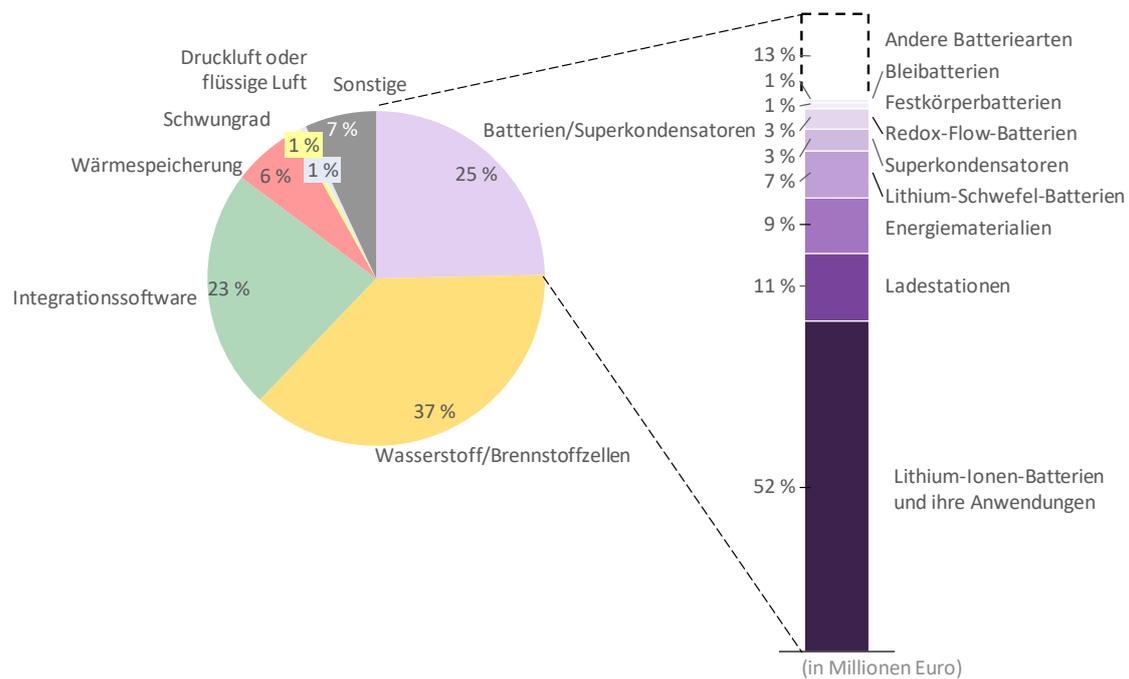
50 Von den 315 Millionen Euro, die an Projekte zur Batterieforschung vergeben wurden, gingen mehr als die Hälfte an Projekte zu Lithium-Ionen-Batterien. Auf neue Batteriearten, die potenziell zur nächsten Generation gehören werden, verteilten sich die Beträge wie folgt: 7 % für Lithium-Schwefel-Batterien, 3 % für Redox-Flow-Batterien, 1 % für Festkörperbatterien und weniger als 1 % für Bleibatterien. Mit weiteren 13 % der Mittel wurde die Entwicklung verschiedener sonstiger fortgeschrittener Batterietechnologien gefördert⁵⁴.

⁵² "LAB – FAB – APP, Investing in the European future we want", Europäische Kommission, 2017, S. 16; Rückmeldungen der Interessenträger vom Europäischen Rechnungshof eingeholt.

⁵³ "Horizon 2020 support to Smart, Green and Integrated transport", Zwischenbewertungsbericht, Europäische Kommission, 2017, Abschnitt 6.5.3. "In-depth interim evaluation of Horizon 2020", Europäische Kommission, SWD(2017) 220 final, S. 20, 79, 122 und 150.

⁵⁴ Wie Natrium-Ionen-Batterien, Natrium-Schwefel-Batterien, säurebasierte Redox-Flow-Batterien, Zink-Luft-Batterien und Kalzium-Ionen-Batterien.

Abbildung 8 – Energiespeicherprojekte im Rahmen von Horizont 2020



Quelle: Europäischer Rechnungshof auf der Grundlage von Daten der Kommission.

51 Im Jahr 2017 bewertete die Kommission Projekte zu Batterien aus dem Bereich der angewandten Forschung oder Demonstration, die im Rahmen von Horizont 2020 durchgeführt wurden⁵⁵. Für die 28 zum Zeitpunkt der Bewertung abgeschlossenen Projekte gelangten die Evaluatoren der Kommission zu dem Schluss, dass

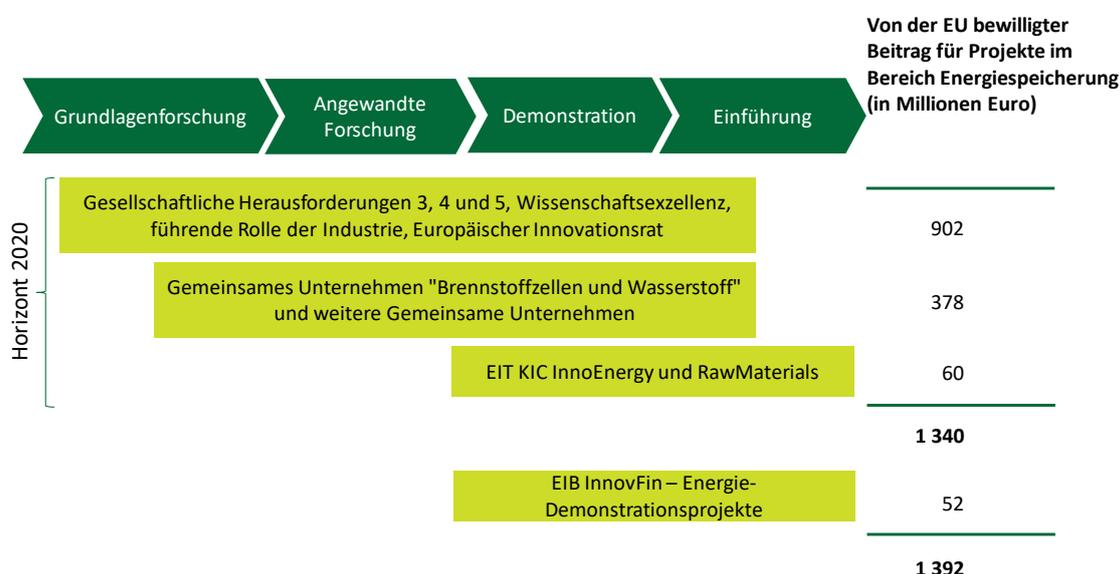
- 3 Projekte erfolgreich waren, aber keinen echten Durchbruch erzielten;
- 8 Projekte teilweise erfolgreich waren;
- 17 Projekte ihre Ziele verfehlten, irrelevante Ergebnisse erbrachten oder nur begrenzte Wirkung zeigten.

⁵⁵ "Batteries: A major opportunity for a sustainable society", Europäische Kommission, 2017.

Einführung von Technologien

52 In verschiedenen energiebezogenen Bereichen besteht in Europa ein Einführungsdefizit: Die Vermarktung vielversprechender Innovationen bereitet Probleme⁵⁶. Die Kommission hat ihre wichtigsten Finanzierungsinstrumente zur Unterstützung von Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeichertechnologien so gestaltet, dass verschiedene Entwicklungsstadien berücksichtigt werden (siehe *Abbildung 9*).

Abbildung 9 – Überblick über die wichtigsten Finanzierungsinstrumente der EU zur Unterstützung von Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeicherung



Hinweis: Berücksichtigt sind die vor Oktober 2018 gewährten Finanzhilfen.

Quelle: Europäischer Rechnungshof.

53 Die Fazilität "Connecting Europe" (CEF), ein mit 30 Milliarden Euro ausgestattetes Finanzierungsinstrument für Verkehr, Energie und Telekommunikation, finanziert Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe. Seit 2014 wurden im Rahmen dieser Fazilität 270 Millionen Euro für Schnellladenetze und Wasserstoff-Tankstellen bereitgestellt. Darüber hinaus wurden 113 Millionen Euro für Infrastrukturen zur Energiespeicherung veranschlagt. Im Jahr 2016 wurden 98 Millionen Euro für die Planung und den Bau

⁵⁶ "Scaling Up Innovation in the Energy Union", I24C und Cap Gemini, 2016; "Schnellere Innovation im Bereich der sauberen Energie", Europäische Kommission, COM(2016) 763 final vom 30.11.2016; "Beschleunigung des Umbaus des europäischen Energiesystems durch einen integrierten Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan)", Europäische Kommission, C(2015) 6317 vom 15.9.2015.

einer Druckluftspeicheranlage bewilligt. Mit diesen Mitteln wird also ebenfalls die Verbreitung der Energiespeichertechnologie gefördert.

54 Die Kommission bezeichnet Horizont 2020 als ein Programm, mit dem gute Ideen vom Labor auf den Markt gebracht werden⁵⁷. Tatsächlich sind einige über Horizont 2020 finanzierte Projekte der Markteinführung förderlich. Die Wissens- und Innovationsgemeinschaften InnoEnergy und RawMaterials sowie die InnovFin-EDP-Fazilität der EIB sind Finanzierungsinstrumente, mit denen Markteinführungen und Innovation unterstützt werden sollen (siehe **Kasten 3**).

Kasten 3 – Beispiele für Unternehmen, die Unterstützung für die Vermarktung ihrer Energiespeicherlösungen erhalten

- Ein auf das Aufladen von Elektrofahrzeugen spezialisiertes Unternehmen entwickelte mit Unterstützung des KMU-Instruments im Rahmen von Horizont 2020 einen neuen, intelligenten Ladepunkt auf der Grundlage eines früheren Produkts. Das Projekt umfasste einige technische Entwicklungen und die Vorbereitung auf den Markteintritt. Der neue intelligente Ladepunkt ist nun auf dem Markt verfügbar.
- In den Jahren 2009 und 2013 nahm ein Forschungszentrum in Frankreich an zwei Projekten teil, die vom Gemeinsamen Unternehmen "Brennstoffzellen und Wasserstoff" verwaltet wurden. Im Jahr 2015 gründete das Forschungszentrum ein Spin-off-Unternehmen, um die entwickelte Technologie zu nutzen. Dabei kam Risikokapital der KIC InnoEnergy zum Einsatz, um eine ausgereifte Lösung zu vermarkten, bei der Energie für Gebäude und ökologische Stadtteile erzeugt und gespeichert wird, die eine Energieversorgung mithilfe lokaler und erneuerbarer Quellen sicherstellen möchten.
- Ein italienisch-französisches KMU erhielt ab 2009 vom Gemeinsamen Unternehmen Fördermittel für die Entwicklung einer Energiespeicherlösung für Mikronetze. Mit dieser Lösung werden fluktuierende erneuerbare Quellen in stabile Quellen umgewandelt, sodass ein sicherer Netzbetrieb ermöglicht wird. Im Jahr 2017 hat das Unternehmen über den von der EIB verwalteten Europäischen Fonds für strategische Investitionen Geld geliehen, um sein Produkt weiterzuentwickeln und zu vermarkten.

55 In ihrer Zwischenbewertung von Horizont 2020 aus dem Jahr 2017 stellte die Kommission fest, dass es Anzeichen für einen Fortschritt im Bereich der Förderung von Innovation gibt – in erster Linie die zunehmende Beteiligung des Privatsektors an Horizont-2020-Projekten – räumte aber ein, dass nach wie vor eine Innovationslücke besteht. In der Bewertung wurde empfohlen, die Unterstützung für bahnbrechende

⁵⁷ Namentlich auf der Webseite von Horizont 2020.

und marktschaffende Innovationen deutlich zu verbessern⁵⁸. In ihrer Zwischenbewertung der Tätigkeiten des Gemeinsamen Unternehmens "Brennstoffzellen und Wasserstoff" (FCH)⁵⁹ stellte die Kommission außerdem fest, dass die am Gemeinsamen Unternehmen FCH Beteiligten bei der Förderung der Einführung wasserstoffbasierter Lösungen nur wenig Gebrauch von den Risikoteilungsinstrumenten der EIB gemacht hatten. Sie befand die Koordinierung zwischen den Programmen des Gemeinsamen Unternehmens FCH und nationalen und regionalen Maßnahmen für begrenzt. Die Kommission schlug vor, die Markteinführung innovativer Lösungen im nächsten Rahmenprogramm für den Zeitraum 2021-2027, "Horizont Europa", zu stärken.

56 Fast drei Viertel (14 von 19) der zum Thema Forschung befragten Interessenträger bestätigten, dass die Markteinführung nicht ausreichend berücksichtigt wird. Sie wiesen darauf hin, dass die Mechanismen zur Verbesserung der Vermarktung der Ergebnisse von Forschungsprojekten unzureichend seien. Außerdem gibt es ihren Angaben zufolge weder Systeme zur Weiterverfolgung abgeschlossener Projekte noch zur Verbreitung der Forschungsergebnisse.

EU-Rechtsrahmen für die Energiespeicherung

Energiespeicherung im Stromnetz

57 Ein förderlicher Rechtsrahmen und besser vorhersehbare Marktbedingungen wie harmonisierte technische Standards können die Nachfrage nach Energiespeicherung ankurbeln, das Investitionsrisiko verringern und so zu privaten Investitionen in die technologische Entwicklung führen⁶⁰.

⁵⁸ "Key findings from the Horizon 2020 interim evaluation", Europäische Kommission, 2017.

⁵⁹ "Interim Evaluation of the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (2014-2016) operating under Horizon 2020", Europäische Kommission, 2017.

⁶⁰ "EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications – Opportunities and Actions", *JRC Science for Policy Report*, 2017; "European Energy Storage Technology Development Roadmap towards 2030", EASE-EERA, 2017; "Roadmap Battery Production Equipment", VDMA, 2016.

Das Paket "Saubere Energie für alle Europäer"

58 Mit dem Ende 2016 vorgelegten Paket "Saubere Energie für alle Europäer" sollte die Umstellung auf saubere Energie erleichtert werden. Insbesondere wurde mit den Vorschlägen für den Elektrizitätsmarkt auf eine größere Flexibilität abgezielt, um einen wachsenden Anteil erneuerbarer Energien aufnehmen zu können. Dazu gehören Bestimmungen, mit denen rechtliche Hindernisse, die der Speicherung im Wege stehen, beseitigt werden sollen. Das Paket umfasst acht Rechtsakte. Vier wurden im Jahr 2018 angenommen⁶¹:

- die Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen;
- die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden;
- die Richtlinie zur Energieeffizienz;
- die Verordnung über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz.

59 Ende 2018 erzielten der Europäische Rat, das Europäische Parlament und die Europäische Kommission Einigung über die verbleibenden vier Rechtsakte:

- die Verordnung über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor;
- die Verordnung zur Gründung einer Agentur der Europäischen Union für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden;
- die Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt;
- die Verordnung über den Elektrizitätsbinnenmarkt.

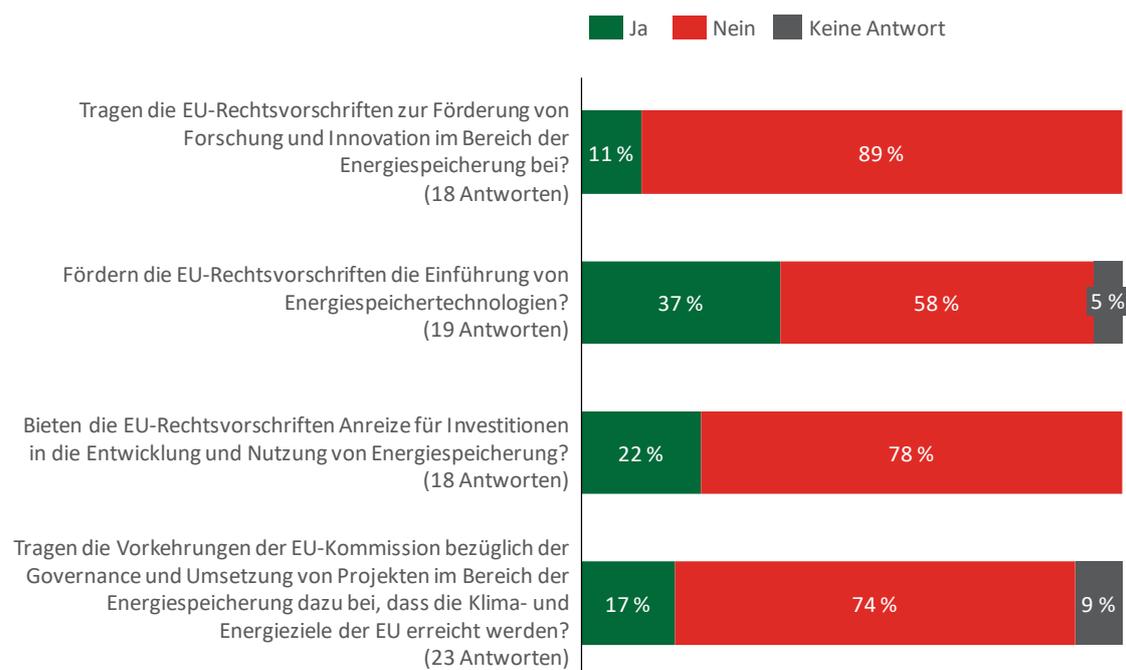
60 In den beiden letztgenannten Rechtsakten wird die Energiespeicherung direkt angesprochen. Mit der Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt werden gemeinsame Vorschriften für die Elektrizitätserzeugung, -übertragung, -verteilung, -speicherung und -versorgung sowie Vorschriften im Bereich des Verbraucherschutzes erlassen, um in der Union für die Schaffung wirklich integrierter, durch Wettbewerb geprägter, verbraucherorientierter, flexibler, fairer und transparenter Strommärkte zu sorgen. In der Richtlinie aus dem Jahr 2018 wird die Stromspeicherung außerdem erstmals definiert als *die Verschiebung der endgültigen Nutzung elektrischer Energie auf einen späteren Zeitpunkt als den ihrer Erzeugung oder die Umwandlung elektrischer Energie in eine speicherbare Energieform, die Speicherung dieser Energie und ihre anschließende Rückumformung in elektrische Energie oder zur Nutzung als andere Energieform*. Ein grundlegendes Prinzip besteht darin, dass die Regulierung der Energiespeicherung technologieneutral sein sollte, um Innovationen zu fördern und einer breiten Palette von Technologien zu ermöglichen, gleichberechtigt miteinander in Wettbewerb zu treten.

⁶¹ Siehe die [Webseite der Kommission zum Paket "Saubere Energie für alle Europäer"](#).

61 Mit der [Verordnung über den Elektrizitätsbinnenmarkt](#) wird auf die Festlegung von Grundsätzen für gut funktionierende, integrierte Elektrizitätsmärkte abgezielt, die insbesondere den diskriminierungsfreien Marktzugang der Anbieter von Laststeuerungs- und Energiespeicherdiensten ermöglichen. Netzinfrastruktur sollte nicht in unverhältnismäßigem Umfang gebaut werden, wenn es bessere wirtschaftliche Optionen einschließlich der Speicherung gibt. Die Mitgliedstaaten sollten Verteilernetzbetreibern auch Anreize geben, Flexibilitätsleistungen einschließlich Speicherdiensten zu beschaffen.

62 Insgesamt waren die befragten Interessenträger der Ansicht, dass die geltenden EU-Rechtsvorschriften nicht förderlich waren (siehe [Abbildung 10](#)).

Abbildung 10 – Rückmeldung der Interessenträger zu den EU-Rechtsvorschriften (in Prozent)



Quelle: Umfrage des Europäischen Rechnungshofs, 2018.

Hindernisse für Investoren

63 Da ein gemeinsamer regulatorischer Ansatz bislang fehlte, wird die Speicherung im Energiesystem in den Mitgliedstaaten unterschiedlich behandelt. Dass ein solcher Ansatz fehlte, war darüber hinaus der Entwicklung tragfähiger Geschäftsszenarien für Energiespeicheranlagen abträglich. Die von uns befragten Interessenträger wiesen insbesondere auf vier zentrale Hindernisse hin, die umfangreicheren Investitionen des Privatsektors im Wege stehen:

- Netzentgelte;
- die Kombination von Einnahmen, die auf verschiedene Dienstleistungen zurückgehen;
- die Eigentümerschaft der Energiespeicheranlagen;
- die Kombination von Strom mit anderen Energieformen.

Netzentgelte

64 Gemäß den geltenden [gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt](#)⁶², die im Jahr 2009 angenommen wurden, sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, die Tarife für den Zugang zu Stromnetzen auf transparente und nichtdiskriminierende Weise zu erheben. Der spezifische Fall der Energiespeicherung ist in diesen Vorschriften jedoch nicht geregelt. In mindestens vier Mitgliedstaaten mussten die Besitzer von Speicheranlagen Netzentgelte, d. h. Netzgebühren und/oder Steuern, zweimal entrichten: sowohl als Verbraucher als auch als Erzeuger (siehe [Kasten 4](#)). Investitionen in die Energiespeicherung waren somit weniger rentabel. Fünf Interessenträger bezeichneten in unserer Umfrage diese doppelten Entgelte als Hindernis für Investitionen in die Energiespeicherung.

65 Im endgültigen Entwurf der EU-Verordnung über den Elektrizitätsbinnenmarkt von Dezember 2018⁶³ heißt es, dass Netzbetreiber keine Entgelte für den Zugang zu ihren Netzen erheben dürfen, mit denen die Energiespeicherung bevorzugt oder benachteiligt wird. Damit wird das Problem der doppelten Netzentgelte für Eigentümer von Speicheranlagen geregelt – Entgelte, die sowohl erhoben werden, wenn sie ihre Speicheranlagen laden, als auch wenn sie diese entladen. Fälle von Doppelbesteuerung fallen nicht unter diese Regelung, sondern nach wie vor in den

⁶² Richtlinie 2009/72/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG, Artikel 25 (ABl. L 211 vom 14.8.2009, S. 55).

⁶³ Der Verordnungsentwurf soll im ersten Halbjahr 2019 angenommen werden und mit Wirkung von Januar 2020 gelten.

Zuständigkeitsbereich der Mitgliedstaaten. Die Kommission nimmt derzeit eine Bewertung der Richtlinie zur Energiebesteuerung vor⁶⁴.

Kasten 4 – Einige Energiespeicheranlagen müssen doppelte Netzentgelte entrichten

Netzentgelte werden für die Nutzung des Stromnetzes zum Transport von Strom gezahlt. Sie werden vom Endverbraucher entrichtet; in einigen Mitgliedstaaten zahlen auch Stromerzeuger Entgelte für den Netzzugang. Darüber hinaus zahlen Stromverbraucher – und in einigen Mitgliedstaaten auch Stromerzeuger – Stromsteuern.

Im Falle der Stromspeicherung wird das Stromnetz zweimal genutzt: zunächst beim Laden und dann beim Entladen der Speicheranlage. Die Speicheranlage selbst ist jedoch weder ein Erzeuger noch ein Endverbraucher. Speicheranlagen fallen nicht klar in eine der beiden Kategorien: Einige Mitgliedstaaten verlangen eine doppelte Entrichtung von Netzentgelten und/oder Stromsteuern, sowohl als Erzeuger als auch als Verbraucher.

In mehreren Mitgliedstaaten waren Stromspeicheranlagen von doppelten Gebühren betroffen, darunter Österreich, Deutschland, Finnland und die Niederlande. Finnland und die Niederlande überarbeiten derzeit ihre Vorschriften, um dieses Problem anzugehen.

⁶⁴ Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom (ABl. L 283 vom 31.10.2003, S. 51).

Kombination von Einnahmen, die auf verschiedene Dienstleistungen zurückgehen

66 Zusätzlich zur Speicherung von Elektrizität können Speichertechnologien weitere Netzunterstützungsdienste bieten, beispielsweise eine Reaktion auf Frequenzänderungen (siehe [Ziffer 11](#)), Spannungsstützung⁶⁵, Lastfolge⁶⁶ oder Handel mit Strom. Daher können Energiespeicherprojekte aus verschiedenen Einnahmequellen finanziert werden⁶⁷, wodurch die Investitionsrisiken begrenzt werden.

67 In der Fassung des Vorschlags für eine Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt von Dezember 2018⁶⁸ heißt es, dass Kunden, in deren Eigentum sich eine Speicheranlage befindet, befugt sind, mehrere Dienstleistungen gleichzeitig zu erbringen, sofern dies technisch machbar ist. Der Richtlinienentwurf bezieht sich auf Kunden, die den auf ihrem Grund und Boden erzeugten Strom speichern, selbst erzeugten Strom verkaufen oder an Flexibilitätsprogrammen teilnehmen, sofern es sich dabei nicht um ihre vorrangige gewerbliche oder berufliche Tätigkeit handelt. Der Richtlinienentwurf befasst sich nicht mit Unternehmen, deren Haupttätigkeit diese Dienstleistungen sind.

Eigentümerschaft

68 Gemäß den vorgeschlagenen [gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt](#) dürften Verteilernetzbetreiber außer in hinreichend begründeten Fällen nicht Eigentümer von Energiespeicheranlagen sein, diese errichten, verwalten oder betreiben⁶⁹, damit ihre Neutralität auf diesem geregelt

⁶⁵ Einspeisung von Strom ins Netz oder seine Entnahme daraus mit dem Ziel, eine konstante Spannung aufrechtzuerhalten.

⁶⁶ Mechanismus, mit dem sichergestellt wird, dass genügend Strom zur Verfügung steht, um die Nachfrage zu decken.

⁶⁷ "EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap", EASE-EERA, 2017; vom Europäischen Rechnungshof im Rahmen seiner Prüfungstätigkeiten eingeholte Rückmeldungen von den Betreibern von Energiespeichersystemen.

⁶⁸ Der Richtlinienentwurf soll im ersten Halbjahr 2019 angenommen werden und am zwanzigsten Tag nach seiner Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft treten.

⁶⁹ Wenn es beispielsweise kein Marktangebot für solche Dienste gibt oder wenn die Speicherung ausschließlich genutzt wird, um den leistungsfähigen, zuverlässigen und sicheren Betrieb des Verteilernetzes sicherzustellen.

Markt gewahrt bleibt. Ähnliche Bestimmungen würden für Übertragungsnetzbetreiber gelten, die das Stromleitungsnetz betreiben.

69 Bis die neuen Vorschriften erlassen und die Eigentumsrechte geklärt sind, kann die Rechtsunsicherheit sowohl private Unternehmen als auch regulierte Netzbetreiber davon abhalten, in Energiespeicheranlagen zu investieren.

Kombination von Strom mit anderen Energieformen

70 Strom kann in Form von Wärme, Wasserstoff oder synthetischem Erdgas gespeichert werden. Solche sektorenübergreifenden Energiekombinationen können dazu beitragen, dem Elektrizitätssystem der EU Flexibilität im Wettbewerb zu verschaffen und den Anteil der erneuerbaren Energien, der ursprünglich im Stromsektor erzeugt wurde, auf andere Sektoren zu übertragen, was die Dekarbonisierung dieser Sektoren fördert⁷⁰. Sektorenübergreifende Energielösungen waren durch die EU-Rechtsvorschriften bis Dezember 2018 nicht geregelt.

71 Dieser Mangel an Regulierung erschwerte es, ein positives Geschäftsszenario für einige dieser Kombinationen für Energiespeicherprojekte zu definieren, die zu den Energie- und Klimazielen der EU beitragen könnten.

72 Zwei der Interessenträger verwiesen im Rahmen der Umfrage auf die oben genannten doppelten Netzentgelte als Hindernis für die Speicherung von Strom in einer anderen Energieform⁷¹. Einer betonte, es gebe keine Zertifizierung für umweltfreundlichen Wasserstoff, was die Anreize zur Erzeugung dieses Gases weiter verringere. Die EU hat sich der Zertifizierung von umweltfreundlichem Wasserstoff erstmals in der Neufassung der [Erneuerbare-Energien-Richtlinie](#) gewidmet, die im Dezember 2018 angenommen wurde. Mit dieser Richtlinie wurden Herkunftsnachweise für "grünes" Gas eingeführt, die den Endkunden signalisieren, dass ein bestimmter Anteil oder eine bestimmte Menge Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt wurde. Da mit Herkunftsnachweisen gehandelt werden kann, könnte dies den wirtschaftlichen Wert von "grünem" Gas erhöhen.

⁷⁰ "EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap", EASE-EERA, 2017; vom Europäischen Rechnungshof im Rahmen seiner Prüfungstätigkeiten eingeholte Rückmeldungen von den Betreibern von Energiespeichersystemen.

⁷¹ Dieses Problem ist ebenfalls beschrieben in "[Innovative large-scale energy storage technologies and Power-to-Gas concepts after optimisation](#)", Store&Go, 2017.

73 Die Neufassung der [Erneuerbare-Energien-Richtlinie](#) verpflichtet die Verteilernetzbetreiber zudem, mindestens alle vier Jahre eine Bewertung des Potenzials der Fernwärme- und -kältesysteme für die Erbringung von Diensten wie Nachfragesteuerung und Speicherung überschüssiger Energie aus erneuerbaren Quellen vorzunehmen. Mit dem Vorschlag für eine [Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt](#)⁷² würden die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, den Betrieb sicherer, zuverlässiger und leistungsfähiger nichtdiskriminierender Systeme gegenüber anderen Energienetzen zu erleichtern, namentlich Gas- und Wärmenetze. Mit diesen neuen Bestimmungen sollen die Verbindungen zwischen Strom-, Wärme- und Gassektor gestärkt werden.

Energiespeicherung für den Verkehr

Nationale Strategierahmen

74 In der EU gibt es derzeit rund 160 000 öffentliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge⁷³. Angaben der Kommission zufolge werden bis 2025 möglicherweise zwei Millionen öffentliche Ladepunkte benötigt⁷⁴. Die EU ging im Jahr 2014 in der [Richtlinie über die Infrastruktur für alternative Kraftstoffe](#)⁷⁵ auf den Mangel an Ladepunkten für Elektrofahrzeuge ein. Gemäß der Richtlinie legen die Mitgliedstaaten in nationalen Strategierahmen ihre eigenen Ziele für den Aufbau der Ladeinfrastruktur fest.

⁷² "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on common rules for the internal market in electricity (recast)", Rat der Europäischen Union, 5076/19, 2019, Artikel 58 d).

⁷³ *European Alternative Fuels Observatory*, Februar 2019.

⁷⁴ Ausgehend von der Annahme, dass 7 % der Neufahrzeuge im Jahr 2025 einen elektrischen Antrieb haben. *Impact Assessment of the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council setting emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles*, SWD(2017) 650 final, Europäische Kommission, 2017 (*Quelle*: "Towards the broadest use of alternative fuels – An Action Plan on Alternative Fuels Infrastructure", SWD(2017) 365 final, Europäische Kommission, 2017).

⁷⁵ Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den [Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe](#) (ABl. L 307 vom 28.10.2014, S. 1).

75 Die Kommission gibt an⁷⁶, dass einige nationale Strategierahmen unvollständig sind, es Abweichungen zwischen den Mitgliedstaaten gibt und die von den Mitgliedstaaten gesetzten nationalen Ziele deutlich unter dem von ihr für 2020 geschätzten Bedarf liegen. Sie geht davon aus, dass die Mitgliedstaaten sogar diese nationalen Ziele bis 2020 möglicherweise nicht erreichen. Dies könnte zu einer unzureichenden Ladeinfrastruktur auf EU-Ebene und in einigen Mitgliedstaaten führen, was wiederum vom Kauf von Elektrofahrzeugen abhalten könnte.

76 Gemäß der Richtlinie muss die Kommission bis 2020 über ihre Umsetzung Bericht erstatten und dabei insbesondere die Auswirkungen auf Wirtschaft und Umwelt bewerten. Gegebenenfalls kann die Kommission dann einen Änderungsvorschlag vorlegen.

Harmonisierung der technischen Normen

77 An den öffentlichen Ladepunkten in der EU gibt es bereits mehrere Arten von Kupplungen. Konkret stehen in der EU drei Standards für Kupplungen zum Schnellladen miteinander im Wettbewerb⁷⁷:

- CCS Typ 2 (rund 7 000 Ladepunkte), in der Richtlinie vorgesehen und von 18 Automobilherstellern verwendet;
- CHAdeMO (rund 7 400 Ladepunkte), von 13 Automobilherstellern verwendet;
- Tesla Supercharger (rund 3 100 Ladepunkte), die ausschließlich von Autos der Marke Tesla genutzt werden können. Diese Autos können andere Ladepunkte mithilfe eines Adapters nutzen, Autos anderer Marken können die Tesla-Ladepunkte jedoch nicht nutzen.

Der Nutzer eines Elektroautos muss derzeit daher unter Umständen mehrere Kabel im Wert von jeweils mehreren Hundert Euro mitführen, um die meisten oder alle verfügbaren Ladeinfrastrukturen nutzen zu können.

78 Die [Richtlinie über die Infrastruktur für alternative Kraftstoffe](#) enthält auch technische Spezifikationen für die Art der Kupplungen, die für das Aufladen zu verwenden sind. Damit wird darauf abgezielt, eine Kompatibilität aller Ladepunkte mit allen Elektrofahrzeugen zu erreichen. Seit November 2017 muss an allen neuen oder erneuerten Ladepunkten mindestens eine Kupplung vorhanden sein, die bestimmten internationalen Standards entspricht: "Typ 2" zum langsamen Laden und "CCS Typ 2" zum Schnellladen. In der Richtlinie ist kein spezifischer Zeitrahmen vorgesehen, in dem

⁷⁶ "[Detailed Assessment of the National Policy Frameworks](#)", Europäische Kommission, SWD(2017) 365 final, Teil 1.

⁷⁷ JRC, Februar 2019.

die Kupplungen in vorhandenen Ladepunkten, die noch nicht erneuert wurden, ersetzt werden müssen.

Zusammenhänge zwischen Stromnetz und Verkehr

79 Um den Verkehrs- und den Stromversorgungssektor erfolgreich CO₂-neutral zu gestalten, müssten Elektrofahrzeuge effizient ins Netz integriert werden⁷⁸. Die Nutzer von Elektrofahrzeugen verlangen kurze Ladezeiten, was die Stabilität des Netzes beeinträchtigen kann. Die Batterien der angeschlossenen Elektrofahrzeuge könnten außerdem Preisschwankungen nutzen, um die Ladekosten zu verringern, und Flexibilitätsleistungen⁷⁹ bieten, indem sie Strom für das Netz bereitstellen. Geschieht dies in großem Umfang, so könnte es einen erheblichen Beitrag zur Netzflexibilität darstellen.

80 Gemäß der [Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt⁸⁰](#), die 2019 angenommen werden soll, müssen die Mitgliedstaaten Regelungen entwickeln, um die Anbindung von Ladepunkten an die Verteilungsnetze zu erleichtern. Sie schreibt die Zusammenarbeit zwischen den Stromnetzbetreibern und den Betreibern von Ladepunkten vor und verpflichtet die Mitgliedstaaten, administrative Hindernisse zu beseitigen, die der Einführung von Infrastruktur für Elektrofahrzeuge im Wege stehen.

81 Gemäß der Batterierichtlinie⁸¹ aus dem Jahr 2006 müssen Batteriehersteller die Nettokosten übernehmen, die durch Sammlung und Recycling von Altbatterien entstehen. In der Praxis bedeutet dies, dass die Hersteller für die von ihnen in Verkehr gebrachten Batterien eine Recyclinggebühr an die nationalen Sammelsysteme

⁷⁸ "Vehicle-Grid Integration. A global overview of opportunities and issues", *University of California Berkeley National Laboratory*, Juni 2017; "[Integration of electric vehicles in smart grid: A review on vehicle to grid technologies and optimization techniques](#)", Kang Miao Tan Vigna, K. Ramachandaramurthy, Jia Ying Yong, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Band 53, Januar 2016.

⁷⁹ Wie beispielsweise die Einspeisung von Strom zurück ins Netz bei hoher Nachfrage und die Speicherung von Strom bei niedriger Nachfrage.

⁸⁰ "[Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on common rules for the internal market in electricity \(recast\)](#)", Europäische Kommission, Rat der Europäischen Union, 5076/19, 2019.

⁸¹ [Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG.](#)

entrichten müssen. Gebrauchte Batterien von Elektrofahrzeugen können wiederverwendet werden, indem sie zu größeren Batterieeinheiten zusammengebaut werden, die für Vorgänge im Bereich des Netzmanagements bestimmt sind. In der Batterierichtlinie werden gebrauchte Batterien jedoch als Abfall eingestuft. Sowohl die ursprünglichen Hersteller der Batterien als auch die Unternehmen, die gebrauchte Batterien neu zusammenbauen, müssen unter Umständen Recyclinggebühren entrichten, unabhängig davon, ob die Batterien in einem anderen Kontext wiederverwendet werden. Die Kommission hat mit Blick auf eine mögliche Änderung der Rechtsvorschriften bereits Maßnahmen ergriffen, um potenzielle regulatorische Hindernisse für das Recycling dieser Art zu ermitteln. Sie plant, im ersten Quartal 2019 eine Evaluierung der EU-Batterien-Richtlinie zu veröffentlichen.

Abschließende Bemerkungen

82 Die Speicherung von Energie ist von entscheidender Bedeutung für den Übergang zu einem kohlenstoffarmen, auf erneuerbaren Energieträgern beruhenden Energiesystem und für die Verwirklichung der Klima- und Energieziele der EU. In diesem Themenpapier haben wir sieben zentrale Herausforderungen in Bezug auf die Unterstützung der EU für die Entwicklung und Einführung von Energiespeichertechnologien herausgestellt. Die Kommission hat begonnen, einige dieser Herausforderungen anzugehen, beispielsweise mit dem Paket "Saubere Energie für alle Europäer" und der Europäischen Batterie-Allianz.

1. Gewährleistung einer kohärenten EU-Strategie

- In der EU werden die Kapazitäten zur Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien derzeit später entwickelt als in anderen führenden Regionen der Welt, sodass das es schwierig sein könnte, einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen.

2. Steigerung der Unterstützung durch Interessenträger

- Einige Interessenträger sind nach wie vor besorgt über den EU-Strategierahmen, insbesondere hinsichtlich der Wahl der Technologien.

3. Verringerung der Komplexität der EU-Forschungsförderung

- Auf die für Horizont 2020 ergriffenen Maßnahmen zur Vereinfachung sollte im nächsten Rahmenprogramm aufgebaut werden.

4. Für eine wirksamere Förderung von Forschung und Innovation im Bereich der Energiespeichertechnologien muss

- nach Möglichkeiten gesucht werden, die Erfolgsquote der einschlägigen Forschungsprojekte zu steigern.

5. Einführung von Energiespeichertechnologien

- Die EU muss sich mit dem Risiko der in der Praxis nach wie vor unzureichenden Mechanismen zur Unterstützung von Einsatz und Markteinführung innovativer Energiespeicherlösungen befassen.

6. Beseitigung von Hindernissen für Investoren

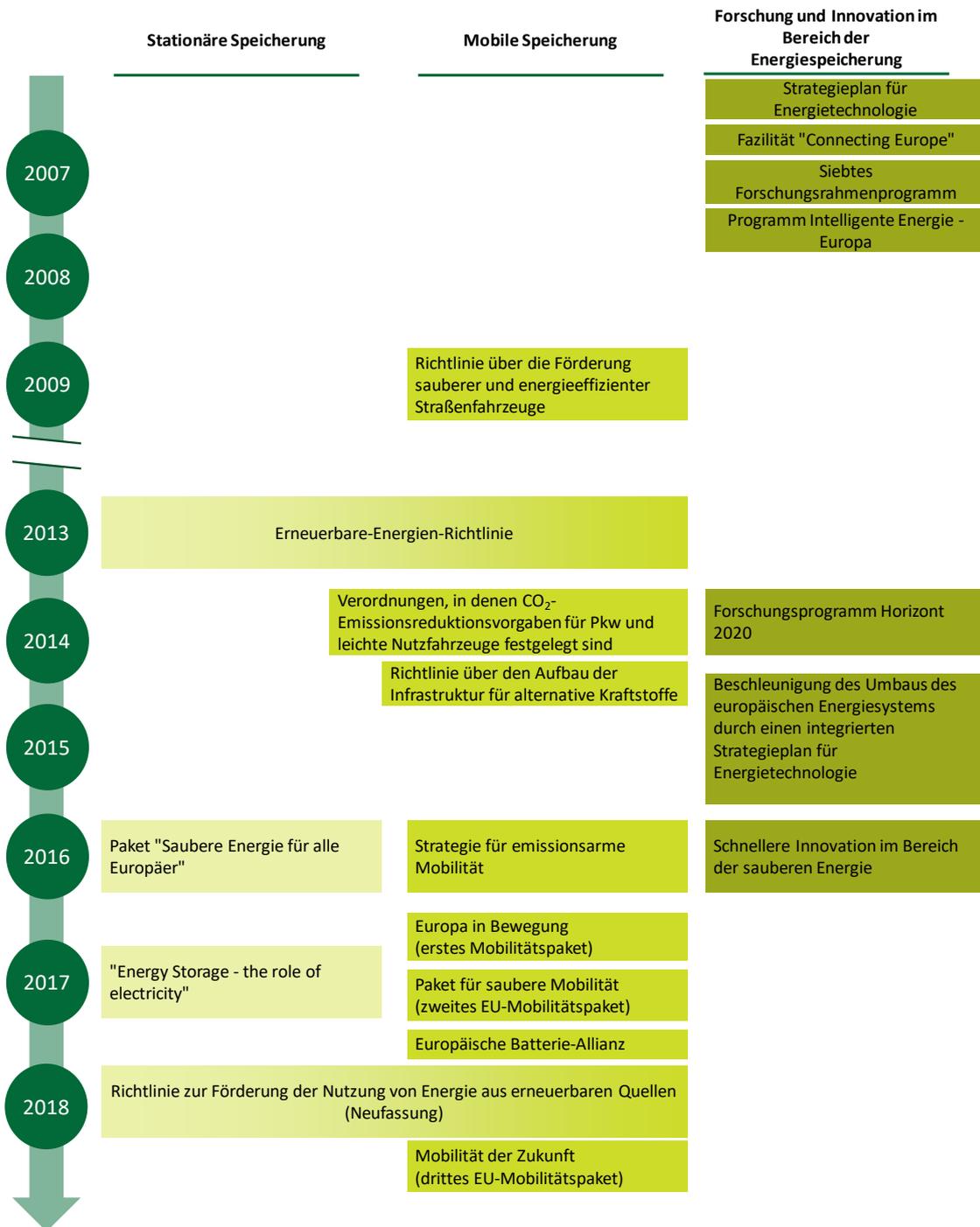
- Die Schaffung eines förderlichen Umfelds für Investitionen aus dem Privatsektor hängt von der vollständigen und wirksamen Umsetzung der relevanten Aspekte der neuen Vorschriften der EU für den Elektrizitätsbereich ab.

7. Entwicklung von Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe

- Die nationalen Strategierahmen für die Entwicklung ausreichender und zugänglicher Ladeinfrastrukturen sind von entscheidender Bedeutung für die Unterstützung der Energiewende hin zu einem kohlenstoffarmen Energiesystem.

Anhang I

Überblick über die wichtigsten Meilensteine der EU-Unterstützung für die Energiespeicherung



Quelle: Europäischer Rechnungshof.

Anhang II

Überblick über die wichtigsten Energiespeichertechnologien

Anwendungsgebiete – Legende

	Netzunterstützungsdienste		Tägliche Speicherung		Straßenverkehr
	Haushalte		Saisonale Speicherung		Luft-/Schifffahrt

Technologie	Beschreibung	Anwendungsgebiete
-------------	--------------	-------------------

Pumpspeicherung



Zu jedem Pumpspeicherwerk gehören zwei Sammelbecken in unterschiedlicher Höhenlage. Zwischen diesen Becken wird Wasser transportiert, um Energie zu speichern oder freizugeben. Im Generatorbetrieb (Entladevorgang) wird Wasser aus dem oberen Becken durch Turbinen geleitet, wodurch Strom erzeugt wird. Im Pumpbetrieb (Ladevorgang) wird das Wasser von denselben Turbinen nach oben gepumpt. 85 % der weltweiten Stromspeicherkapazität entfällt auf Pumpspeicherwerke. In Europa gibt es noch Standorte, die die geeigneten geografischen Voraussetzungen mitbringen. Pumpspeicherwerke sind auf eine Netzspeicherung in großem Maßstab ausgelegt, da ihre Energiespeicherkapazität von 100 MW (kleine Werke) bis 3 000 MW reicht. In Europa liegt die durchschnittliche Kapazität eines Speicherwerks bei rund 300 MW. Neue Pumpspeicherwerke können daher rund 1 Milliarde Euro kosten.



Bleibatterien



Bei Bleibatterien handelt es sich um die am weitesten verbreitete Art wiederaufladbarer Batterien. Sie werden häufig in konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor eingesetzt, in Elektrofahrzeugen hingegen nicht in großem Umfang. Sie sind billiger als Lithium-Ionen-Batterien. Ihre größten Nachteile sind ihre geringe Effizienz und die im Vergleich zu anderen Batterien kürzere Lebensdauer. In der EU werden 99 % der Bleibatterien für Autos recycelt. Neuartige Bleibatterien werden derzeit entwickelt.



Lithium-Ionen-Batterien



Lithium-Ionen-Batterien sind die üblichste Energiequelle für Elektrofahrzeuge. Sie haben immer höhere Energie- und Leistungsdichten. Es gibt zahlreiche Varianten mit verschiedenen Elektroden und Elektrolyten. Für einige Elektrodenmaterialien müssen teure oder begrenzte Rohstoffe, beispielsweise Kobalt, verwendet werden. Lithium-Ionen-Batterien sind derzeit teurer als Bleibatterien, aber die Kosten fallen rasch.



Redox-Flow-Batterien



Redox-Flow-Batterien haben zwei Tanks mit Elektrolyten – einer davon ist positiv, der andere negativ geladen –, die durch Elektroden und eine Membran getrennt sind. Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Oxidationsstufen der Tanks fließen Ionen und Strom durch die Membran. Diese Batterieart ist auf Netzspeicherung in großem Maßstab ausgelegt. Sie speichert große Energiemengen effektiver als viele andere Technologien. Zur Steigerung der Batteriekapazität können die Anlagen eine größere Menge des billigen Elektrolyts hinzufügen. Redox-Flow-Batterien haben eine längere Lebensdauer als viele andere Batteriearten, aber eine geringere Energiedichte.



Natrium-Schwefel-Batterien



Natrium-Schwefel-Batterien werden seit 20 Jahren für Netzdienste eingesetzt. Die meisten Anlagen haben eine Leistung von 1 bis 10 MW. Diese Batterien haben Betriebstemperaturen von 300 bis 350° C, was sie für den Einsatz in Haushalten ungeeignet macht.



Superkondensator



Ein Superkondensator besteht aus zwei Schichten eines leitenden Materials, zwischen denen sich eine Isolierschicht befindet. Der Strom wird durch den Aufbau einer elektrischen Ladung zwischen den leitenden Schichten gespeichert.

Superkondensatoren sind für die kurzfristige Energiespeicherung geeignet, da sie große Energiemengen sehr schnell aufnehmen und abgeben. Sie erfordern eine minimale Wartung. Sie werden für Netzdienste und in Autos als Teil von Brems- und Beschleunigungssystemen eingesetzt.



Schwungrad



Ein Rotor wird durch einen Elektromotor dazu gebracht, sich sehr schnell (bis zu rund 100 000 Umdrehungen pro Minute) zu drehen. Energie wird dadurch gewonnen, dass der Rotor abgebremst wird. Schwungräder eignen sich am besten für die kurzfristige Speicherung großer Energiemengen und sind ideal für Netzdienste, die sehr kurze Reaktionszeiten erfordern. Sie werden auch im Verkehr eingesetzt, um kurzfristig sehr hohe Energiemengen freizusetzen.

Für die mittel- oder langfristige Speicherung können sie nicht verwendet werden, da sie nach einer Stunde rund 15 % der gespeicherten Energie verlieren.



Brennstoffzelle/ Elektrolyseur



Mithilfe von Brennstoffzellen wird Wasserstoff dadurch in Strom umgewandelt, dass er mit dem Sauerstoff der Luft zur Reaktion gebracht wird. Brennstoffzellen können auch als Elektrolyseure eingesetzt werden, wobei Strom verwendet wird, um Wasser zu spalten. Sie bilden die grundlegende Technologie im Bereich "Power-to-Gas" (Strom zu Gas): Wasserstoff kann monatelang gespeichert werden, er kann ins Gasnetz eingespeist oder in Erdgas umgewandelt werden.

Es handelt sich um eine Technologie zur Energieumwandlung, nicht um eine Energiespeichertechnologie, die es aber ermöglicht, Strom in Gasform zu speichern.



Druckluft



Bei der Speicherung von Energie in Form von Druckluft werden unterirdische Kavernen genutzt. Beim Ladevorgang wird Luft komprimiert und kann unter hohem Druck unterirdisch monatelang gespeichert werden. Um erneut Strom zu erzeugen, wird die Luft freigegeben und expandiert in einer Turbine. Seit den 1970er-Jahren wurden Kraftwerke mit geringem Wirkungsgrad in Betrieb genommen. Kraftwerke mit hohem Wirkungsgrad, die auch die Verdichtungswärme speichern könnten, befinden sich in Entwicklung.



Flüssige Luft



Bei der Energiespeicherung mithilfe von Flüssigluft (*Liquid Air Energy Storage, LAES*) wird ein Kühlverfahren angewendet, um Strom zu speichern. Die Luft wird gekühlt, bis sie sich verflüssigt, und dann in einem isolierten Tank gespeichert. Um diesen Vorgang umzukehren und Strom zu erzeugen, wird die Luft expandiert und treibt eine Turbine an. Die Flüssigluftspeicherung ist eine kostengünstige Art der Speicherung, da zum Bau der Anlagen Standard-Industriekomponenten verwendet werden. Es gibt nur wenige großtechnische Anlagen. Der größte Nachteil der Flüssigluftspeicherung ist der niedrige Wirkungsgrad von weniger als 50 % (im Vergleich: 75-90 % für Batterien).



Wärmespeicherung



Elektrische Warmwasserbereiter in Haushalten können als Speicher eingesetzt werden: Wärme kann in einem isolierten Wasserbehälter gespeichert werden, was es den Haushalten ermöglicht, Energie einige Stunden lang zu speichern. Mithilfe von gekühltem Wasser oder Eis ist auch eine Kältespeicherung möglich. Alternativ kann Wärme mithilfe von Festkörpern gespeichert werden, indem mit Ziegelsteinen gefüllte Heizkörper mit billigem Strom erhitzt werden. Die Wärme wird später nach Bedarf freigegeben. Bei der Speicherung im Erdbecken wird eine an einem Bohrloch befestigte Wärmepumpe verwendet, um Wärme unterirdisch und saisonal in großem Maßstab zu speichern.



Flüssigsalzspeicher



Bei dieser Art der Wärmespeicherung wird Strom oder Solarenergie verwendet, um einen mit geschmolzenem Salz gefüllten Behälter zu erhitzen. Dieses Speichermedium wird so heiß, dass Dampf entsteht und mithilfe von Dampfturbinen Strom aus der gespeicherten Wärme erzeugt werden kann. In Verbindung mit konzentrierter Solarenergie stellt dies eine Methode für die tägliche Speicherung von Solarstrom dar. Auf Flüssigsalzspeicher entfallen derzeit 75 % der Wärmespeicherkapazitäten weltweit.



Bildquellen entsprechend der Reihenfolge: ENGIE/Electric Mountain; Europäischer Rechnungshof; Europäischer Rechnungshof, VoltStorage GmbH; [NGK Insulators](#), LTD; Maxwell Technologies; Europäischer Rechnungshof; Laurent Chamussy, 2010. Europäische Union; RWE; Highview Power; Rotex Heating Systems GmbH; Marquesado Solar.

Glossar

Batterie: Gerät, mit dem elektrische Energie in Form von chemischer Energie gespeichert und diese Energie in Elektrizität umgewandelt wird. Eine typische Batterie besteht aus drei Teilen: zwei Elektroden und einem Elektrolyten, der sich zwischen ihnen befindet. Ist eine geladene Batterie an einen Stromkreis angeschlossen, so fließen elektrisch geladene Ionen zwischen den Elektroden durch den Elektrolyten. Durch diese Ladungsübertragung wird im Stromkreis Elektrizität erzeugt.

Batteriesysteme bestehen aus Batteriesätzen, diese wiederum aus Zellen. Die Zellen enthalten den Elektrolyten und die Elektroden, die die chemische Energie speichern.

Brennstoffzelle: Gerät, das durch eine elektrochemische Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff Strom erzeugt.

Demonstration: Validierungstätigkeit, bei der nachgewiesen wird, dass eine Technologie technisch und/oder wirtschaftlich tragfähig ist. Die Produktdemonstration kann im Labor oder unter realen Bedingungen stattfinden, im tatsächlichen Maßstab oder in einem Maßstab, der sich dem tatsächlichen annähert.

Einführung: Bereitstellung einer neuen Technologie oder eines neuen Dienstes auf dem Markt.

Energiespeicherung: Verschiebung der Nutzung einer Energiemenge vom Zeitpunkt der Erzeugung auf einen späteren Zeitpunkt, entweder als Endenergie oder umgewandelt in eine andere Energieform.

Erneuerbare Energien: Energie aus erneuerbaren Quellen, die nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich sind, wie Wind, Sonne, Biomasse und geothermische Wärme.

Fluktuierende erneuerbare Energiequellen: Energiequellen, die diskontinuierlich Energie erzeugen und auf die nicht unmittelbar Einfluss genommen werden kann, werden als fluktuierende Quellen bezeichnet. So erzeugen Windkraftanlagen keine Energie, wenn es windstill ist. Solarpaneele erzeugen bei Dunkelheit keine Energie.

Horizont 2020: EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation für den Zeitraum 2014-2020.

Treibhausgase: Gase, die wie eine Decke in der Erdatmosphäre wirken, durch die verhindert wird, dass Wärme von der Erde ins Weltall abgegeben wird. Diesen Effekt, durch den sich die Erdoberfläche erwärmt, nennt man "Treibhauseffekt". Die wichtigsten Treibhausgase sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O) und fluorierte Gase (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃)).

Übertragungsnetzbetreiber: Übertragungsnetzbetreiber sind für die Übertragung der Elektrizität auf nationaler oder regionaler Ebene zuständige Einrichtungen. Sie sind unabhängig von den anderen Akteuren des Strommarkts (wie Energieerzeugern) tätig.

Verteilernetzbetreiber: Verteilernetzbetreiber sind die Betriebsmanager (und manchmal auch die Eigentümer) von Energieverteilungsnetzen. Sie arbeiten auf einem geregelten Markt.

Abkürzungen

APAC (*Asia Pacific*): Asiatisch-pazifischer Raum Dazu gehören 53 Länder in Ostasien, Südasien, Südostasien, Nordasien und Ozeanien.

EIB: Europäische Investitionsbank

EIT: Europäisches Innovations- und Technologieinstitut

JRC (*Joint Research Centre*): Gemeinsame Forschungsstelle

KIC (*Knowledge and Innovation Community*): Wissens- und Innovationsgemeinschaft

KMU: Kleine und mittlere Unternehmen

SET-Plan: Strategieplan für Energietechnologie

Team des Hofes

Dieses Themenpapier wurde von Prüfungskammer I "Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen" unter Vorsitz von Nikolaos Milionis, Mitglied des Hofes, erstellt. Die Ausarbeitung stand unter der Leitung von Phil Wynn Owen, Mitglied des Hofes. Herr Wynn Owen wurde unterstützt von seinem Kabinettchef Gareth Roberts und Kabinettattaché Olivier Prigent, dem Leitenden Manager Richard Hardy, dem Aufgabenleiter Krzysztof Zalega, dem stellvertretenden Aufgabenleiter Lorenzo Pirelli sowie von Ingrid Ciabatti, Gyula Szegedi, Zeinab Drabu, Catherine Hayes und Alessandro Canalis, Prüferinnen und Prüfer. Richard Moore leistete sprachliche Unterstützung.



Von links nach rechts: Ingrid Ciabatti, Phil Wynn Owen, Olivier Prigent, Lorenzo Pirelli, Krzysztof Zalega, Alessandro Canalis, Zeinab Drabu, Richard Moore, Richard Hardy, Gareth Roberts, Gyula Szegedi und Catherine Hayes.

Zur Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen muss die EU den Übergang vom derzeitigen Energiesystem, dessen Grundlage fossile Brennstoffe sind, zu einem kohlenstoffarmen, hauptsächlich auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Energiesystem vollziehen. Um diese Energiewende zu erleichtern, muss sowohl für das Netz als auch für den Verkehr mehr Energie gespeichert werden. In diesem Themenpapier werden die wichtigsten Herausforderungen für die Entwicklung der Energiespeicherung in der EU skizziert.

Unsere Analyse beruht auf Dokumentenprüfungen, Vor-Ort-Besuchen bei Forschungsprojekten zur Energiespeicherung, Gesprächen mit Mitarbeitern der Kommission und Interessenträgern im Bereich der Energiespeicherung, unseren früheren Prüfungen und Themenpapieren sowie der Konsultation eines Sachverständigen für Energiespeichertechnologien und -märkte.

Wir ermittelten dabei drei Herausforderungen:

- i) Ausarbeitung einer Strategie für die Energiespeicherung;
- ii) wirksamer Einsatz von Forschung und Innovation;
- iii) Schaffung eines förderlichen Rechtsrahmens.



EUROPÄISCHER
RECHNUNGSHOF



Amt für Veröffentlichungen

EUROPÄISCHER RECHNUNGSHOF
12, rue Alcide De Gasperi
1615 Luxemburg
LUXEMBURG

Tel. (+352) 4398-1

Kontaktformular: eca.europa.eu/de/Pages/ContactForm.aspx

Website: eca.europa.eu

Twitter: @EUAuditors

© Europäische Union, 2019.

Die Genehmigung zur Wiedergabe oder Vervielfältigung von Fotos oder sonstigem Material, die/das nicht dem Copyright der Europäischen Union unterliegen/unterliegt, muss direkt beim Copyright-Inhaber eingeholt werden.

Deckblatt: © Europäische Union / Fotograf: Robert Meering / Quelle: Europäische Kommission, Audiovisueller Dienst