

Schill, Wolf-Peter; Zerrahn, Alexander; Kempfert, Claudia; von Hirschhausen, Christian

**Article**

## Die Energiewende wird nicht an Stromspeichern scheitern

DIW aktuell, No. 11

**Provided in Cooperation with:**

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

*Suggested Citation:* Schill, Wolf-Peter; Zerrahn, Alexander; Kempfert, Claudia; von Hirschhausen, Christian (2018) : Die Energiewende wird nicht an Stromspeichern scheitern, DIW aktuell, No. 11, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/181230>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Die Energiewende wird nicht an Stromspeichern scheitern

Von Wolf-Peter Schill, Alexander Zerrahn, Claudia Kemfert und Christian von Hirschhausen



Die Umsetzung der Energiewende erfordert einen weiteren starken Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland. Jedoch werden in der energiepolitischen Debatte immer wieder Zweifel geäußert, ob eine weitgehend auf fluktuierender Wind- und Solarenergie basierende Energieversorgung möglich sei. So droht einer aktuell diskutierten Analyse Hans-Werner Sinns zufolge der weitere Ausbau der Wind- und Solarenergie in Deutschland aufgrund fehlender Stromspeicher an eine Grenze zu stoßen. In diesem Beitrag wird gezeigt, dass der dabei ermittelte Speicherbedarf aufgrund methodischer Schwächen weit höher liegt als in anderen relevanten Studien. Er kann um rund zwei Größenordnungen niedriger ausfallen, wenn eine moderate Abregelung erneuerbarer Stromerzeugungsspitzen erlaubt wird, wenn also nicht jede von Windkraft- und Solaranlagen erzeugbare Kilowattstunde eingespeichert werden muss. Zudem können neue flexible Stromnachfrager den Speicherbedarf noch deutlich weiter verringern. Der Stromspeicherbedarf stellt somit, anders als von Hans-Werner Sinn behauptet, kein Hindernis für den weiteren Fortgang der Energiewende dar.

Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere der sogenannten fluktuierenden erneuerbaren Energien, ist ein Eckpfeiler der Energiewende. Im Jahr 2017 deckten Windkraft- und Photovoltaikanlagen bereits gut 24 Prozent des deutschen Bruttostromverbrauchs, mitsamt der Bioenergie

und der Wasserkraft kamen die erneuerbaren Energien insgesamt auf einen Anteil von gut 36 Prozent.<sup>1</sup> Um die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung zu erreichen, müssen die erneuerbaren Energien in allen Anwendungsbereichen noch sehr viel stärker genutzt werden, was auch ein starkes weiteres Wachstum der fluktuierenden Wind- und Solarenergie bedingt.

Bereits seit vielen Jahren beschäftigt sich die angewandte Energieforschung und -beratung mit Fragen der Markt- und Systemintegration fluktuierender erneuerbarer Energien. Dabei gilt es in der Wissenschaft mittlerweile als weitgehend unstrittig, dass sehr hohe Anteile erneuerbarer Energien nicht nur möglich, sondern auch zu relativ geringen Systemkosten zu erreichen sind.<sup>2</sup>

Dennoch werden in der energiepolitischen Debatte immer wieder Zweifel laut, ob die fluktuierende Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie künftig tatsächlich das Rückgrat der Energieversorgung bilden kann. Eine aktuell viel diskutierte Analyse des bekannten Volkswirts Hans-Werner Sinn kommt zum Schluss, dass der weitere Ausbau der Wind- und Solarenergie in Deutschland aufgrund eines übermäßigen Stromspeicherbedarfs demnächst an eine Grenze stößt. Diese Argumentation entwickelt er in einem kürzlich erschienenen Fachartikel sowie in auf diesem Artikel basierenden Vorträgen.<sup>3</sup> Auch in der Presse und in den sozialen Medien wird die Arbeit diskutiert.<sup>4</sup>

Im Folgenden werden die Ergebnisse von Hans-Werner Sinns Analyse zunächst kurz zusammengefasst und mit denen anderer Studien verglichen. Danach werden eigene, vollständig transparente Alternativrechnungen vorgestellt, die wichtige methodische Schwächen beheben, und denen zufolge der Stromspeicherbedarf je nach Szenario um rund zwei Größenordnungen niedriger ausfallen kann.<sup>5</sup>

### **Fokus auf unrealistische Extremfälle, Gesamtkosten bleiben unberücksichtigt**

Hans-Werner Sinn nimmt stilisierte Berechnungen des Stromspeicherbedarfs für steigende Anteile von Strom aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen vor, basierend auf historischen Stromerzeugungs- und Lastzeitreihen des Jahres 2014. Dabei wird Deutschland weitgehend als „elektrische Insel“ ohne Interaktion mit dem Ausland betrachtet. Die Untersuchung fokussiert sich auf zwei Extremfälle, in

---

<sup>1</sup> BMWi (2018): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Stand Februar 2018 ([online verfügbar](#)).

<sup>2</sup> Vgl. Tom Brown et al. (2018): Response to ‘Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems’. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92, 834-847 ([online verfügbar](#)).

<sup>3</sup> Hans-Werner Sinn (2017): Buffering volatility: A study on the limits of Germany's energy revolution. *European Economic Review* 99, 130-150 ([online verfügbar](#)). Vgl. auch den Vortrag „Wie viel Zappelstrom verträgt das Netz? Bemerkungen zur deutschen Energiewende“ im Rahmen der Münchner Seminare an der Ludwig-Maximilians-Universität München, 18. Dezember 2017 ([online verfügbar](#)).

<sup>4</sup> Beispielsweise berichteten die *Süddeutsche Zeitung*, die *Welt*, das *Manager Magazin*, das *Handelsblatt* und die *Wirtschaftswoche* über den Artikel. Zudem erreicht er einen Altmetric-Score von 40, was in den oberen fünf Prozent aller von Altmetric gelisteten Fachartikel liegt ([online verfügbar](#)).

<sup>5</sup> Eine Langfassung der Studie liegt in englischer Sprache in Form eines Fachaufsatzes vor: Alexander Zerrahn, Wolf-Peter Schill und Claudia Kemfert (2018): On the economics of variable renewable energy sources, electrical storage, and curtailment ([online verfügbar](#)). Die Berechnungen sind konsequent quelloffen: Alle Eingangsdaten und Simulationswerkzeuge sind kostenfrei und ohne Zugangsbeschränkung in einem Online-Repository verfügbar ([online verfügbar](#)). Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Kopernikus-Projekts „P2X“, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, Förderkennzeichen 03SFK2B1.

denen entweder keinerlei Speicher verfügbar sind oder keinerlei Abregelung erneuerbarer Stromerzeugung erlaubt ist.<sup>6</sup> Der Begriff Abregelung beschreibt eine temporäre Drosselung der Stromerzeugung von Windkraft- oder Solaranlagen im Fall eines Überangebots, so dass das maximale Produktionspotenzial nicht vollständig ausgeschöpft wird.

Unter der Annahme, dass in Deutschland überhaupt keine Stromspeicher zur Verfügung stünden (erster Extremfall), würde eine Vollversorgung<sup>7</sup> aus erneuerbaren Energien in Deutschland demnach mit einer Abregelung von 61 Prozent der möglichen Stromerzeugung aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen einhergehen. Grund hierfür ist, dass das Zeitprofil der erneuerbaren Stromerzeugung schlecht mit dem der Stromnachfrage korreliert ist. So weist die Stromnachfrage beispielsweise ein regelmäßiges Tagesmuster auf und ist in den Abendstunden des Winterhalbjahrs besonders hoch, während die Stromerzeugung aus Photovoltaik in den Mittagsstunden des Sommerhalbjahrs ihr höchstes Potenzial hat. Auf dem Festland installierte Windkraftanlagen weisen im Vergleich deutlich unregelmäßigere Stromerzeugungsmöglichkeiten auf.

Ganz ohne Abregelung erneuerbarer Stromerzeugung (zweiter Extremfall) könnte der gemeinsame Anteil von Wind- und Solarenergie hingegen ohne Speicher in Deutschland nicht über 30 Prozent steigen. Sollen größere Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien vollständig „abregelungsfrei“ erreicht werden, wären stark zunehmende Speicherkapazitäten zur Aufnahme temporärer Stromüberschüsse erforderlich. Für den Extremfall einer erneuerbaren Vollversorgung, bei der alle Überschussstrommengen in Deutschland vollständig durch Stromspeicher integriert werden müssten, ergibt sich ein Speicherbedarf von 16,3 TWh – ungefähr das Vierhundertfache der heute in Deutschland installierten Pumpspeicherkapazität und weit mehr als das gesamte europaweite Ausbaupotenzial von Pumpspeichern, der bis heute weltweit am meisten genutzten großtechnischen Stromspeichertechnologie. Auf Basis dieser Berechnungen wird geschlossen, dass andere Optionen als erneuerbare Energien zur Emissionsvermeidung im Energiesektor geprüft werden sollten. Genannt werden beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -speicherung, ein Festhalten an der Atomkraft und die – sich auch nach Jahrzehnten der Forschung noch immer im Stadium der Grundlagenforschung befindliche – Kernfusion.

Für derartige energiepolitische Schlussfolgerungen scheinen die Ergebnisse jedoch kaum geeignet, da der Untersuchungsansatz methodische Schwächen aufweist. Erstens betrachtet Hans-Werner Sinn ausschließlich Randlösungen, in denen entweder keine Speicher verfügbar sind oder keine Abregelung erneuerbarer Energien erlaubt ist, so dass es entweder zu exzessiver Abregelung oder zu einem übermäßigen Speicherbedarf kommt. Ökonomisch plausibler ist dagegen eine Kombination aus Speicherung und Abregelung. Zweitens wird lediglich die Energiespeicherkapazität minimiert, ohne die Gesamtkosten des Systems zu betrachten. Ein solcher Ansatz wird in der Regel nicht zu einer möglichst kostengünstigen und damit effizienten Stromversorgung führen. Drittens werden weitere Optionen für Flexibilität und damit verbundene andere Energiespeicherformen nicht berücksichtigt. Dazu gehören beispielsweise die flexible Nutzung von Strom im Wärmebereich (oft Power-to-Heat genannt) oder die Erzeugung von Wasserstoff und ggf. dessen Transformation in gasförmige oder flüssige synthetische Energieträger (Power-to-X oder auch P2X).

---

<sup>6</sup> Der Fokus liegt im Folgenden auf Kapitel 6, welches den Kerns seiner Arbeit enthält. In den Kapiteln 7 und 8 illustriert Sinn, dass der Speicherbedarf durch Stromaustausch mit Nachbarländern sinken könnte, wobei weitere starke Annahmen zu den Entwicklungen im Ausland getroffen werden.

<sup>7</sup> Dabei wird ein Beitrag von elf Prozent an nicht fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen berücksichtigt (Wasserkraft, Abfälle, Biomasse).

## Speicherbedarf in anderen Studien wesentlich geringer

Im Vergleich mit anderen relevanten Studien zum Speicherbedarf für die Integration erneuerbarer Energien<sup>8</sup> stellen Hans-Werner Sinns Ergebnisse eindeutig Ausreißer dar. Dies zeigt Abbildung 1, in der die Energiespeicherkapazitäten bei verschiedenen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien jeweils auf den Jahresstromverbrauch bezogen werden. Hans-Werner Sinns Ergebnisse liegen fast immer weit über den Befunden anderer Studien, oft im Bereich von zwei Größenordnungen. Ein wichtiger Grund hierfür ist in der Abbildung ebenfalls angedeutet: die temporäre Abregelung erneuerbarer Energien (Datenpunkt-Beschriftungen in Prozent). Wie in der energiewirtschaftlichen Analyse üblich erlauben im Gegensatz zu Hans-Werner Sinn alle anderen Analysen, dass das Stromerzeugungspotenzial erneuerbarer Energien nicht in jeder Stunde vollständig ausgenutzt werden muss.<sup>9</sup> Dies hat einen großen Einfluss auf den Speicherbedarf, da erneuerbare Stromüberschüsse ein extremes Zeitprofil haben: Sie treten nur in relativ wenigen Stunden des Jahres auf, aber dann teilweise mit sehr hohen Überschussleistungen. Sollen wachsenden Anteile dieser Überschussenergien mit Stromspeichern aufgenommen werden, erfordert dies sehr stark steigende Speicherkapazitäten. Dies wurde bereits in einer früheren Analyse detailliert gezeigt.<sup>10</sup>

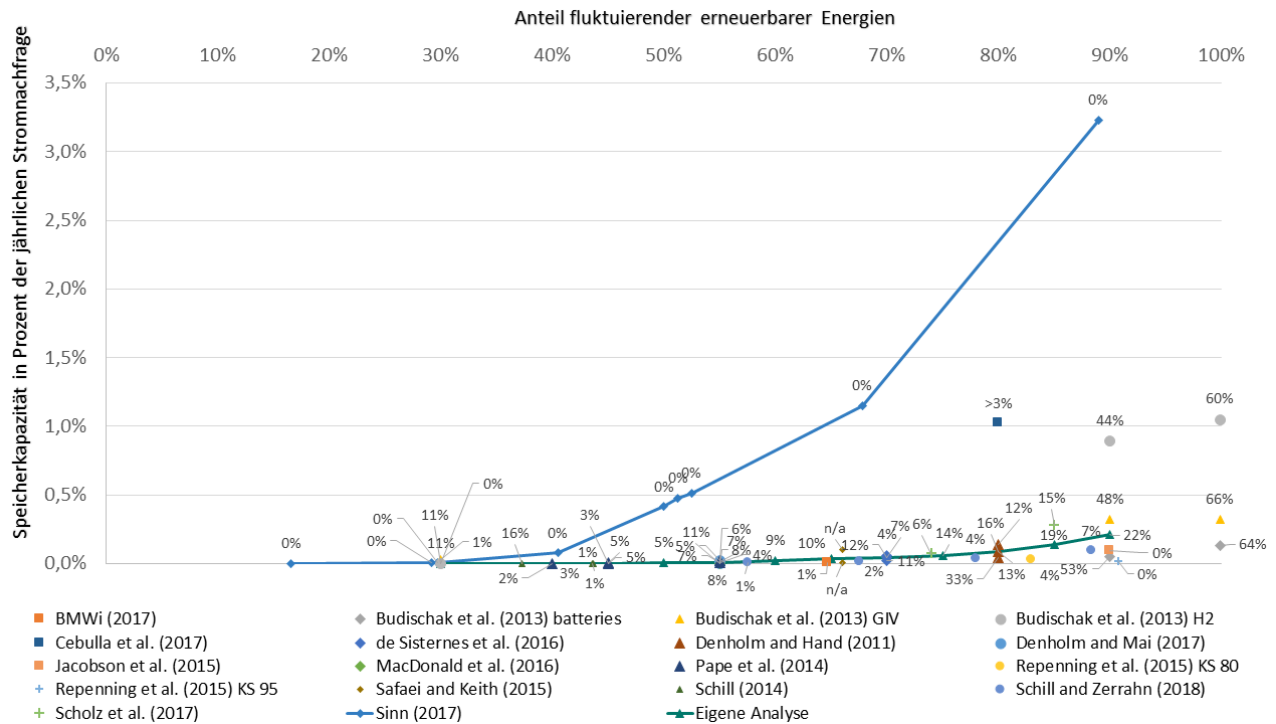
---

<sup>8</sup> Eine Übersicht relevanter internationaler modellbasierter Analysen zum Stromspeicherbedarf findet sich bei Alexander Zerrahn und Wolf-Peter Schill (2017): Long-run power storage requirements for high shares of renewables: review and a new model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 79, 1518-1534 ([online verfügbar](#)). Auf Bundesebene sind zwei von Bundesministerien in Auftrag gegebene Modellanalysen besonders relevant: Julia Repenning et al. (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Öko-Institut und Fraunhofer ISI. Berlin, 18. Dezember 2015 ([online verfügbar](#)); sowie Benjamin Pfluger et al. (2017): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Modul 3: Referenzszenario und Basisszenario. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Fraunhofer ISI, Consentec, ifeu. September 2017 ([online verfügbar](#)).

<sup>9</sup> Sinn setzt die Abregelung erneuerbarer Energien *per se* mit einem Effizienzverlust gleich. Eine ökonomische Begründung hierfür wird nicht gegeben.

<sup>10</sup> Vgl. Wolf-Peter Schill (2014): Residual load, renewable surplus generation and storage requirements in Germany. *Energy Policy* 73, 65-79 ([online verfügbar](#)); sowie darauf basierend Wolf-Peter Schill (2013): Integration von Wind- und Solarenergie: flexibles Stromsystem verringert Überschüsse. *DIW Wochenbericht* 34 / 2013 ([online verfügbar](#)).

**Abbildung 1: Erforderliche Speicherkapazität, normiert auf die jährliche Stromnachfrage, in relevanten nationalen und internationalen Studien.**



Quelle: Zerrahn et al. (2018) a.a.O. ([online verfügbar](#)). Dort finden sich auch weitere Informationen zu den genannten Studien.

Viele der in der Abbildung gezeigten energiewirtschaftlichen Studien berücksichtigen im Gegensatz zu Hans-Werner Sinn neben Stromspeichern weitere Optionen für die Bereitstellung von Flexibilität im Stromsektor. Dazu gehört insbesondere der großräumige Stromtransport zum Ausgleich verschiedener regionaler Last- und Erzeugungsprofile. Außerdem kann die sogenannte Sektorenkopplung zu einem besseren Ausgleich von erneuerbarem Stromangebot und Stromnachfrage führen, wenn beispielsweise Strom flexibel für Wärmeanwendungen, im Verkehrsbereich oder für die Produktion von Wasserstoff genutzt wird.<sup>11</sup>

### Eigene Berechnungen: Speicherbedarf sinkt schon bei geringfügiger Abregelung

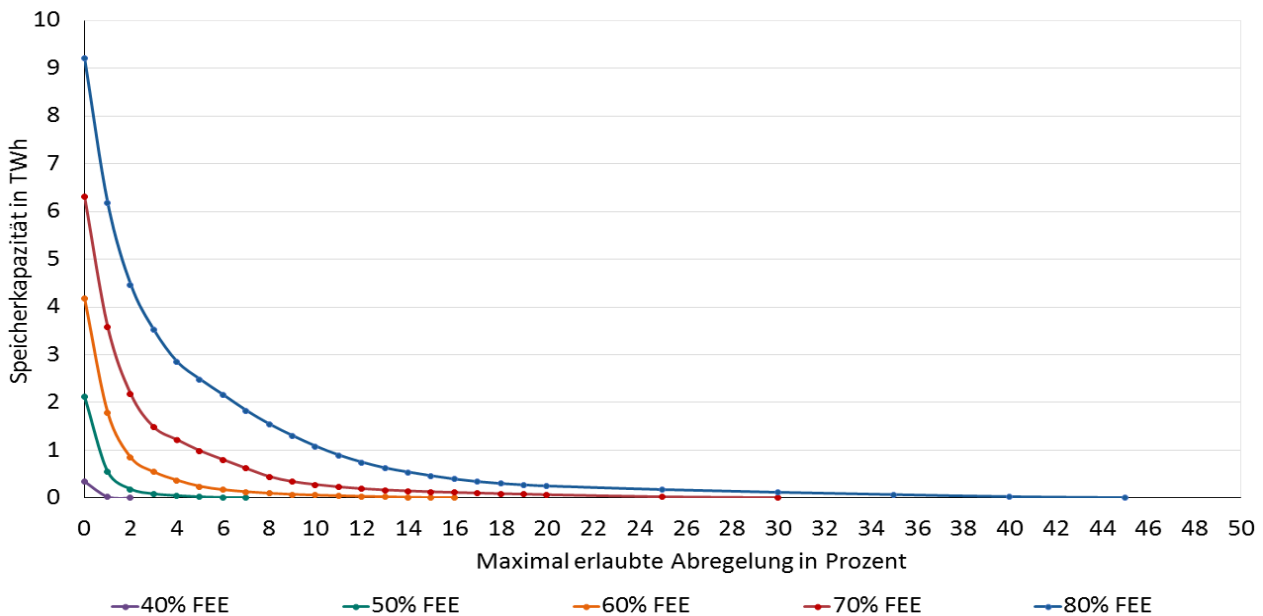
Die Berechnungen Hans-Werner Sinns wurden am DIW Berlin auf Basis offener Eingangsdaten und mit einem simplen, online zur Verfügung gestellten Excel-Tool repliziert.<sup>12</sup> Darüber hinaus wurde der Einfluss unterschiedlich starker Abregelungen erneuerbarer Energien auf den Speicherbedarf quantifiziert. Es zeigt sich, dass der Speicherbedarf schon bei geringen Abregelungsniveaus stark sinkt (Abbildung 2). So ließe sich beispielsweise ein Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien von 50 Prozent bei einer Abregelung von nur fünf Prozent der maximalen Stromerzeugung aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen mit einer Speicherkapazität von knapp 0,02 TWh erreichen – deutlich weniger als die derzeit installierte Pumpspeicherkapazität in Deutschland. Dagegen wäre bei einem Verzicht auf eine derartige Abregelung und vollständiger Integration der Überschüsse eine mehr als 200-mal so

<sup>11</sup> Zur Sektorenkopplung vergleiche aktuell Florian Ausfelder et al. (2017): »Sektorkopplung« – Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems. Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft. München 2017 ([online verfügbar](#)).

<sup>12</sup> Als Eingangsdatenquelle diente OPSD (2018): Data Package Time series. Version 2018-03-13. [https://data.open-power-system-data.org/time\\_series/2018-03-13/](https://data.open-power-system-data.org/time_series/2018-03-13/). Das Excel-Tool ist [online verfügbar](#).

große Speicherkapazität von 2,1 TWh erforderlich. Die von Hans-Werner Sinn errechneten Extremlösungen entsprechen dabei den Schnittpunkten der Kurven mit den Achsen: die vertikale Achse illustriert den Speicherbedarf bei vollständiger Aufnahme aller Überschüsse durch Stromspeicher, die horizontale Achse die Abregelung im Fall ohne jegliche Speicherung.

**Abbildung 2: Stromspeicherbedarf bei verschiedenen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien (FEE) und verschiedenen Abregelungsniveaus.**



Quelle: Zerrahn et al. (2018) a.a.O. ([online verfügbar](#)). Dargestellt sind hier die Ergebnisse der energie-orientierten Abregelungsstrategie.

## Kostenminimierung führt zu plausibleren Ergebnissen

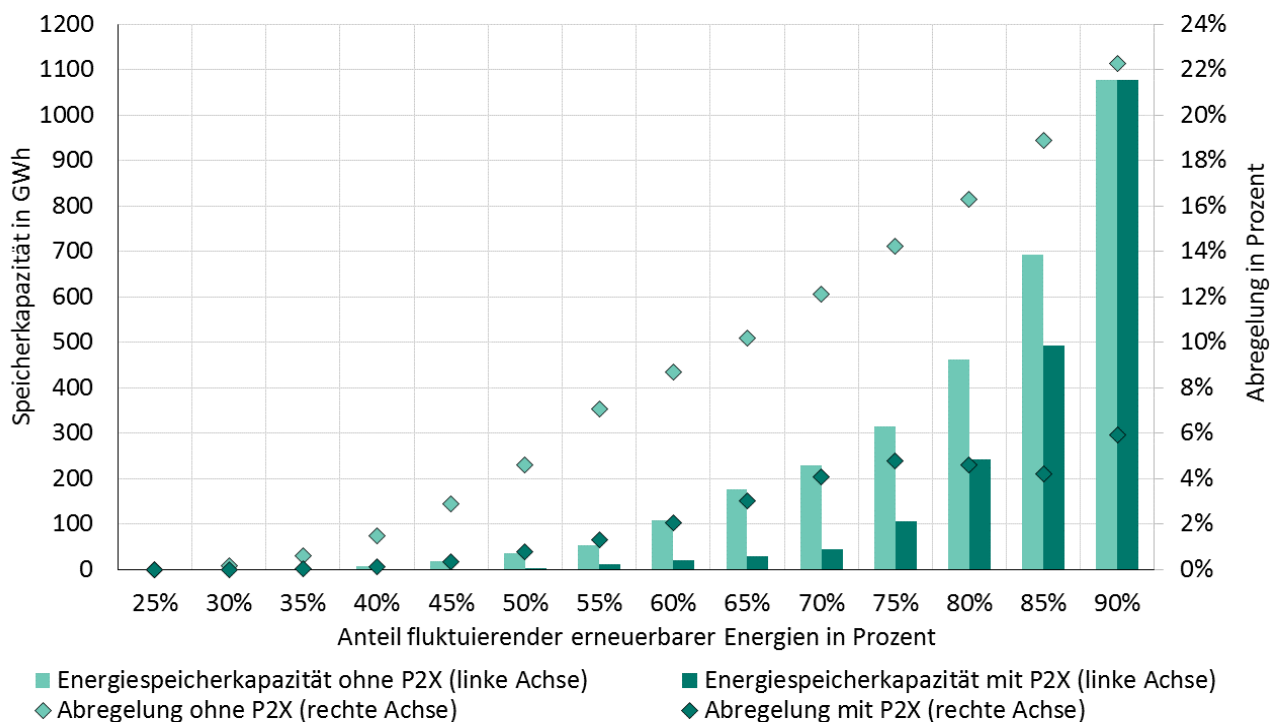
Die oben beschriebene Methodik zielt auf eine reine Minimierung der erforderlichen Speicherkapazitäten ab. In energiewirtschaftlichen Modellanalysen wird der Speicherbedarf aber üblicherweise im Kontext einer Gesamtkostenminimierung bestimmt. Dies erlaubt es, sowohl die Kosten der Speicher selbst als auch die der erforderlichen Stromerzeugungsanlagen zu berücksichtigen. Am DIW Berlin wurde ein einfaches Kostenminimierungsmodell entwickelt, das den deutschen Stromsektor in stilisierter Weise abbildet.<sup>13</sup> Entscheidungsvariablen des Modells sind für jeden vorgegebenen Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien unter anderem die nach Energie und Leistung differenzierten Speicherkapazitäten sowie die Abregelungsniveaus, die zu einem die Gesamtkosten minimierenden Stromsystem führen.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Die hier vorgestellten Berechnungen sind bewusst in stilisierter Form gehalten, um eine direkte Vergleichbarkeit mit Sinns Analyse herzustellen. Für die quantitative energiepolitische Beratung sollten hingegen besser kalibrierte und technisch detailliertere Modelle genutzt werden, die nicht nur verschiedene Stromspeichertechnologien, sondern auch andere nachfrage-, angebots- und netzseitige Flexibilitätsoptionen sowie eine verstärkte Sektorenkopplung adäquat berücksichtigen. Vergleiche z.B. Carsten Pape et al. (2014): Roadmap Speicher. Bestimmung des Speicherbedarfs in Deutschland im europäischen Kontext und Ableitung von technisch-ökonomischen sowie rechtlichen Handlungsempfehlungen für die Speicherförderung. Endbericht, Kassel, Aachen, Würzburg, 2014 ([online verfügbar](#)); sowie Pfluger et al. (2017), a.a.O..

<sup>14</sup> Auch das Optimierungsmodell ist frei erhältlich unter <https://doi.org/10.5281/zenodo.1170554>.

In diesem Analyserahmen haben Stromspeicher einen weiteren Systemnutzen: Einerseits vermindert die Integration der ansonsten abgeregelten Stromüberschüsse den Einsatz und damit auch die variablen Kosten anderer Kraftwerke (sogenannter Arbitragewert); andererseits ermöglichen Speicher die Verschiebung erneuerbarer Energien in solche Stunden, in denen die Residuallast besonders hoch ist, so dass die von anderen Kraftwerken vorzuhaltende gesicherte Leistung verringert werden kann (sogenannter Kapazitätswert). Daher ist der Speicherbedarf etwas größer als bei einer reinen Minimierung der Speicherkapazität, aber immer noch wesentlich geringer als von Hans-Werner Sinn berechnet (Abbildung 3). Beispielsweise ergibt sich bei einem Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien von 50 Prozent eine kostenminimale Lösung bei einer Abregelung von 4,6 Prozent und einer Stromspeicherkapazität von 0,035 TWh – weniger als die heute bereits in Deutschland installierte Pumpspeicherkapazität.

**Abbildung 3: Ergebnisse der Kostenoptimierung: Stromspeicherbedarf und Abregelung bei verschiedenen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien.**



Quelle: Zerrahn et al. (2018), a.a.O. ([online verfügbar](#)). Die hier dargestellte P2X-Variante entspricht einer Leistung von 50 Gigawatt mit 2000 Volllaststunden.

### Weitere Senkung des Stromspeicherbedarfs durch P2X

In weiteren Modellrechnungen wurde der Effekt flexibler neuer Stromnachfrager illustriert. Die Politik strebt im Kontext der Energiewende eine verstärkte Kopplung des Stromsektors mit Endenergieverbräuchen im Wärme- und Mobilitätsbereich. Dabei können weitere Flexibilitäten für den Stromsektor erschlossen werden, da sich beispielsweise Wärme oder synthetische strombasierte Energieträger (z.B. auf Wasserstoff basierendes synthetisches Erdgas oder synthetische Kraftstoffe) im Vergleich zu Elektrizität oft sehr günstig speichern lassen. Zur Illustration der Effekte eines derartigen flexiblen und zusätzlichen „P2X“-Stromverbrauchs wird dem Kostenminimierungsmodell eine zusätzliche P2X-Jahresnachfrage in Höhe von 100 TWh hinzugefügt, die im Rahmen einer installierten Leistung von 50 GW flexibel genutzt werden kann. Während diese allgemeine Parametrierung eine Vielzahl künftiger

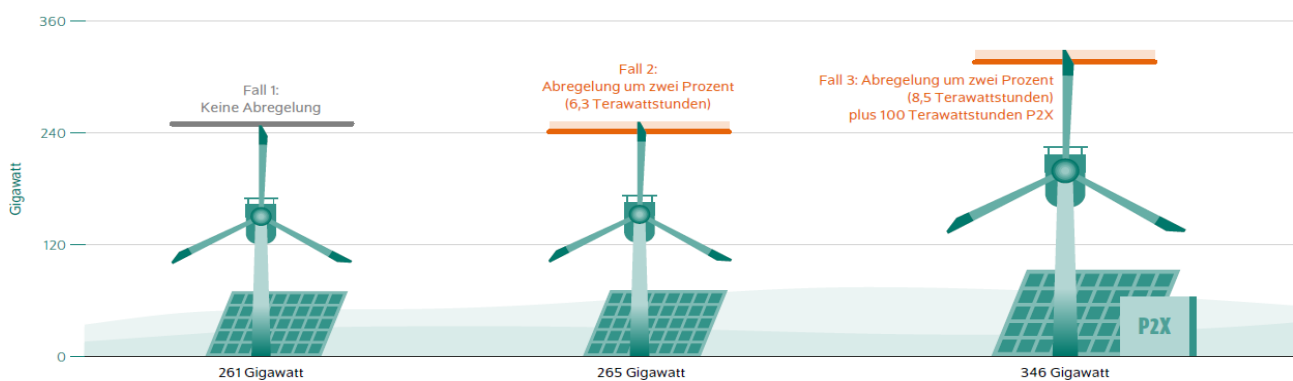


Sektorenkopplungsoptionen umfasst, kann als greifbares Beispiel eine Wasserstoff-Elektrolysekapazität von 50 GW mit 2000 Vollaststunden dienen. Dabei wird vereinfachend davon ausgegangen, dass der erzeugte Wasserstoff (oder daraus erzeugte synthetische Energieträger) in existierende Gasspeicher- oder -transportinfrastrukturen eingespeist wird, so dass keine weiteren Speicherkosten anfallen.

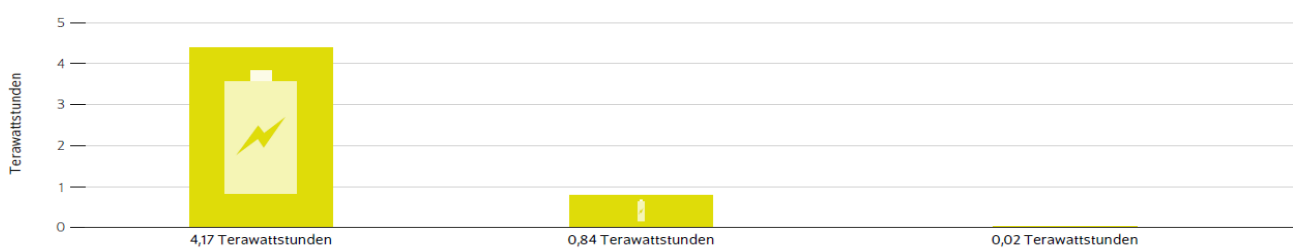
Eine derartige zusätzliche P2X-Nachfrage, die annahmegemäß vollständig aus zusätzlichen erneuerbaren Energien gedeckt werden muss, induziert einerseits einen zusätzlichen Ausbau fluktuierender Windkraft- und Solaranlagen; andererseits kann sie aber den Stromspeicherbedarf und die Abregelung erneuerbarer Energien deutlich verringern, da ansonsten zu speichernde oder abzuregelnde Strommengen genutzt werden können. Im illustrierten Beispiel sinkt der Stromspeicherbedarf durch Einbezug von 100 TWh P2X bei einem Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien von 50 (60 / 70 / 80) Prozent von 0,035 (0,108 / 0,230 / 0,461) TWh auf 0,000 (0,021 / 0,045 / 0,242) TWh (siehe Abbildung 3).

**Abbildung 4: Stromerzeugungs- und -speicherkapazitäten für verschiedene Szenarien im Vergleich.**

Benötigte Stromerzeugungsleistung von Windkraft- und Photovoltaikanlagen



Benötigte Stromspeicherkapazität



**Quelle: Eigene Darstellung, beispielhaft für einen kombinierten Versorgungsanteil der Wind- und Solarenergie von 60 Prozent. Hinzu kommen nicht fluktuierende erneuerbare Stromerzeuger wie Bioenergie und Wasserkraft, mit denen der Gesamtanteil erneuerbarer Energien auf über 70 Prozent steigt.**

**Fazit: Stromspeicher sind kein Engpass für die Energiewende**

Eine Vielzahl etablierter Studien und hier vorgestellte eigene Berechnungen zeigen, dass der weitere Ausbau fluktuierender erneuerbarer Energien keinen übermäßigen Stromspeicherbedarf mit sich bringen muss. Stromspeicher sind kein Engpass für die Energiewende. Erheblich reduzieren lässt sich der Speicherbedarf insbesondere durch eine moderate temporäre Abregelung der Erzeugungsspitzen

von Windkraft- und Solaranlagen. Zudem können im Kontext einer künftig verstärkten Sektorenkopplung neue flexible Verbraucher in Kombination mit nachgelagerten andere Energiespeicherformen den Bedarf an Stromspeichern weiter senken. Diese Zusammenhänge illustriert exemplarisch noch einmal Abbildung 4 für einen kombinierten Versorgungsanteil der Wind- und Solarenergie von 60 Prozent Gleichwohl bleibt auch weiterhin die Förderung von Forschung und Entwicklung bei Speichertechnologien im Kontext der Energiewende sinnvoll, um weitere Kostensenkungspotenziale zu erschließen.<sup>15</sup> Dies gilt auch für die aus klimapolitischer Sicht wichtige Sektorenkopplung im Wärme- und Mobilitätsbereich.

Wolf-Peter Schill ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt am DIW Berlin | [wschill@diw.de](mailto:wschill@diw.de)

Alexander Zerrahn ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt am DIW Berlin | [azerrahn@diw.de](mailto:azerrahn@diw.de)

Claudia Kemfert ist Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt am DIW Berlin | [ckemfert@diw.de](mailto:ckemfert@diw.de)

Christian von Hirschhausen ist Forschungsdirektor Internationale Infrastrukturpolitik und Industrieökonomie am DIW Berlin | [cvhirschhausen@diw.de](mailto:cvhirschhausen@diw.de)

---

<sup>15</sup> Vgl. Wolf-Peter Schill, Jochen Diekmann und Alexander Zerrahn (2015): Stromspeicher: eine wichtige Option für die Energiewende. DIW Wochenbericht 10/2015. ([online verfügbar](#)).

**Impressum**

DIW Berlin – Deutsches Institut  
für Wirtschaftsforschung

Mohrenstraße 58, 10117 Berlin

Tel. +49 (30) 897 89-0

Fax +49 (30) 897 89-200

<http://www.diw.de>

Redaktion:

Pressestelle des DIW Berlin

Pressekontakt:

Mathilde Richter

Tel.: +49 (30) 897 89-152

Mail: [presse@diw.de](mailto:presse@diw.de)

ISSN 2567-3971

Alle Rechte vorbehalten

© 2018 DIW Berlin

Abdruck oder vergleichbare  
Verwendung von Arbeiten  
des DIW Berlin ist auch in  
Auszügen nur mit vorheriger  
schriftlicher Genehmigung  
gestattet.