

## IMPULSPAPIER: EXPERIMENTIERKLAUSEL POWER-TO-GAS

### Beschreibung des Vorschlags für die Implementation eines Elektrolyseurs in EinsMan-Situationen zur Nutzung des ansonsten abgeregelten EEG-Stroms und zur Entlastung der Verbraucher

im Auftrag von Greenpeace Energy eG

Autoren: Fabian Huneke, Carlos Perez Linkenheil, Thorsten Lenck

Berlin, März 2017

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Energiewende macht einen tiefgreifenden Änderungsprozess bei den politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen notwendig, insbesondere, wenn sehr hohe Anteile an erneuerbaren Energien erreicht werden sollen. Mit der sogenannten Experimentierklausel im neuen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2017) sollen neue Konzepte und Regelungen zunächst in überschaubarem Umfang erprobt werden können, wie aus der Gesetzesbegründung hervorgeht.

Das vorliegende Impulspapier zeigt einen Ausgestaltungsvorschlag der Experimentierklausel hinsichtlich Power-to-Gas. Der Kern des Vorschlags ist, dass erzeugbare erneuerbare Strommengen nutzbar werden, anstatt EEG-Anlagen wie derzeit aufgrund von Netzengpässen im Einspeisemanagement (EinsMan) abzuschalten. Zusätzlich reduzieren sich die Kosten für die Verbraucher, da sich die Summe aus Netzentgelten und EEG-Umlage um den Betrag verringern, den Elektrolyseure für den Strom einzahlen.

Nachdem der Rahmen für die Ausgestaltung in Kapitel 1 und 2 beschrieben wird, wird der Vorschlag selbst in Kapitel 3 erläutert sowie dessen Nutzen (Kapitel 4) und dessen Aufwand (Kapitel 5) dargestellt. Kapitel 6 fasst die Ergebnisse einer Analyse zum Einsatz von Elektrolyseuren gemäß dem Ausgestaltungsvorschlag in den gemeldeten EinsMan-Situationen in den Netzgebieten von Schleswig-Holstein Netz, EDIS und Bayern-Netz im Jahr 2015 zusammen. Die betrachteten Situationen decken rund 59,7 Prozent bezogen auf die gesamten EinsMan-Mengen in Deutschland ab.

Durch die Umsetzung des Ausgestaltungsvorschlags zur Experimentierklausel hätten in den Netzgebieten von Schleswig-Holstein Netz, EDIS und Bayern-Netz im Jahr 2015 maximal rund 2,7 TWh Strom aus EEG-Anlagen zusätzlich nutzbar gemacht werden können. Diese Strommengen hätten an der Strombörse einen durchschnittlichen Wert von 23,75 EUR/MWh (gewichteter mittlerer viertelstündlicher Strompreis) gehabt. Durch den Ausgestaltungsvorschlag wird dieser Wert zur Senkung der Netzentgelte eingesetzt. Stromverbraucher in den betrachteten Netzgebieten hätten dadurch verringerte Kosten gehabt, das Gesamtsystem aus EEG-Umlage und Netzentgelten hätte 64 Millionen Euro Kosten eingespart. Außerdem würde die Allokation der Zahlungen von EEG-Vergütungen durch die Reduzierung von Einspeisemanagementmaßnahmen wieder systemkohärent in der EEG-Umlage erfolgen.

Darüber hinaus wird mit dem Ausgestaltungsvorschlag der CO<sub>2</sub>-Ausstoß gesenkt, der Sektorenkoppelung und Langzeitspeichern wirtschaftliche Impuls gegeben und die Liquiditätsbelastung bei den Netzbetreibern verringert.

## 1. SITUATION OHNE NETZENGPASS

Mit der EEG-Umlage fördern Verbraucher den Ausbau von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (EEG-Anlagen); für die Netznutzung zahlen die Verbraucher Netzentgelte (s. Abbildung 1). Die EEG-Anlagenbetreiber vermarkten in Kooperation mit Direktvermarktern den erzeugten Strom am Strommarkt zum jeweiligen Strompreis. Aus der EEG-Umlage erhalten die EEG-Anlagenbetreiber darüber hinaus mit der sogenannten Marktprämie eine Zahlung, welche niedrige Strompreise bis zu einer für die jeweilige Anlage festgesetzten Vergütungshöhe ausgleicht.

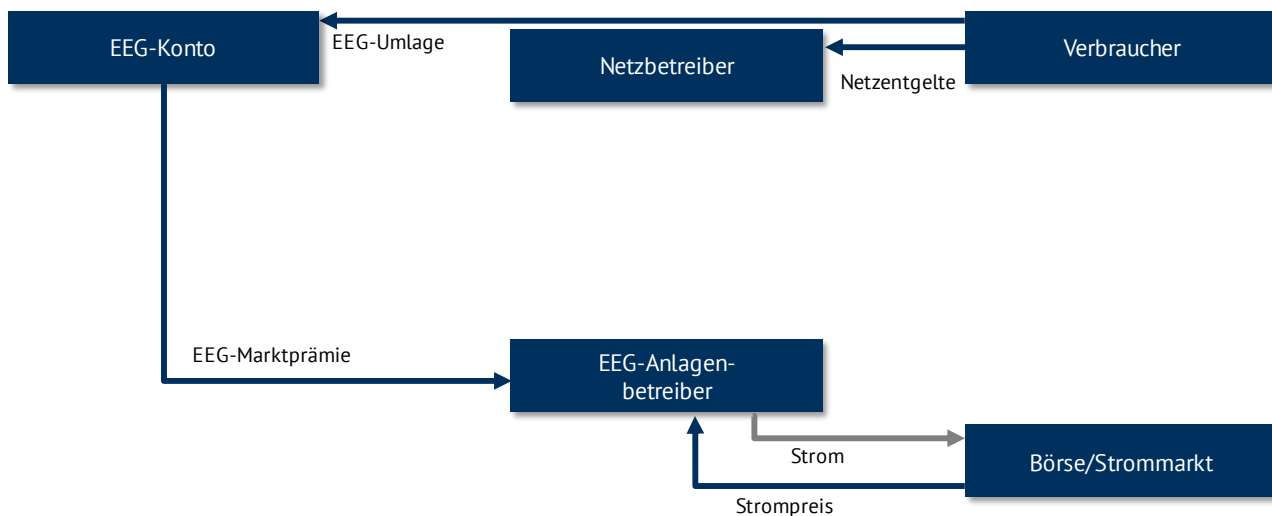


Abbildung 1: Zahlungsströme in normalen Netzsituationen ohne Netzengpässe

## 2. SITUATION MIT NETZENGPASS OHNE NUTZUNG DES EEG-STROMS

Nachrangig zu anderen Maßnahmen dürfen Netzbetreiber bei Netzengpässen EEG-Anlagen abregeln. Diese Abregelung wird als Einspeisemanagement (EinsMan) bezeichnet. Aufgrund von EinsMan konnten im Jahr 2015 in Deutschland mehr als 4,7 Terawattstunden Strom aus geförderten EEG-Anlagen nicht genutzt werden. Diese Strommenge entspricht rund 1 Prozent der deutschen Stromnachfrage (Letztverbraucherabsatz).

Wird der EEG-Anlagenbetreiber vom Netzbetreiber bei einem Netzengpass rechtzeitig aufgefordert, seine Stromproduktion zu drosseln oder die Anlage abzuschalten, wird er den Strom nicht vermarkten und erhält keine Stromerlöse vom Strommarkt (s. Abbildung 2). Für die nicht eingespeisten Strommengen erhält der EEG-Anlagenbetreiber darüber hinaus auch keine Marktprämienzahlung. Allerdings hat der EEG-Anlagenbetreiber Anspruch auf eine Entschädigungszahlung gegenüber dem Netzbetreiber in Höhe von mindestens 95 Prozent der entgangenen Einnahmen. Diese Entschädigungsansprüche summierten sich im Jahr 2015 auf über 470 Millionen Euro. Der Netzbetreiber wiederum rechnet die Entschädigungszahlungen auf die Netzentgelte an.

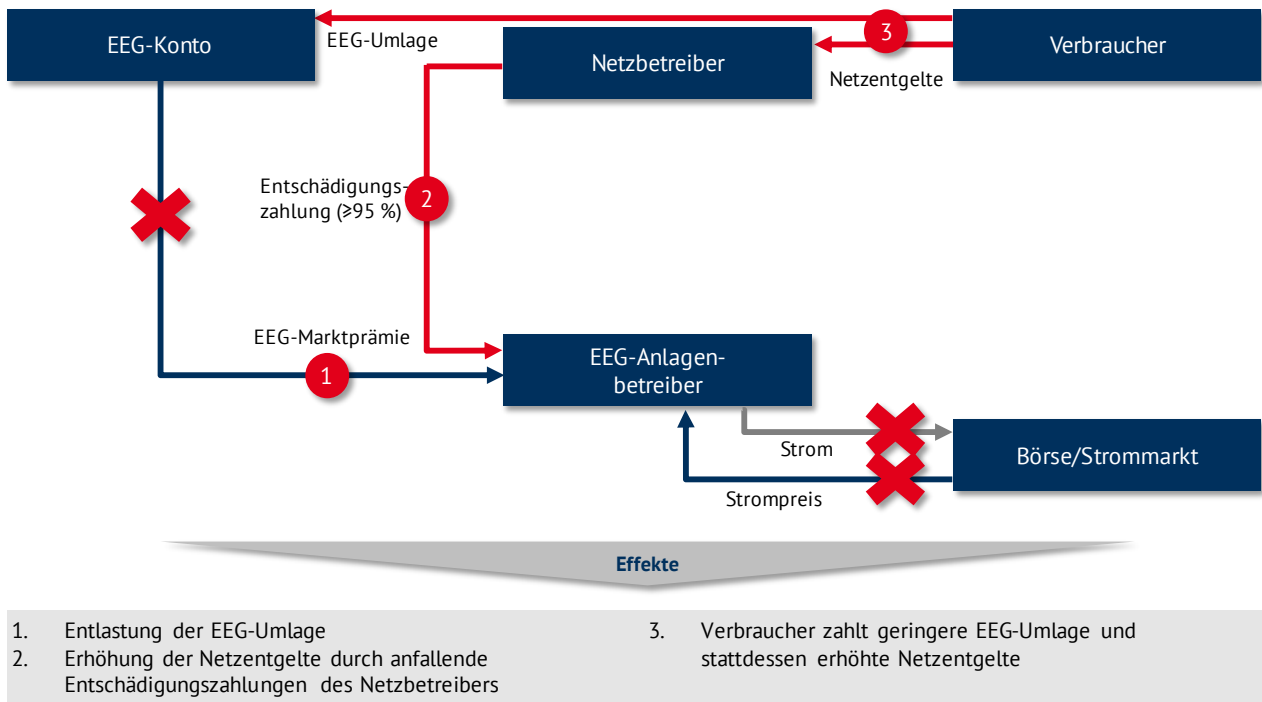


Abbildung 2: Zahlungsströme bei Abregelung von EEG-Anlagen aufgrund von Netzengpässen

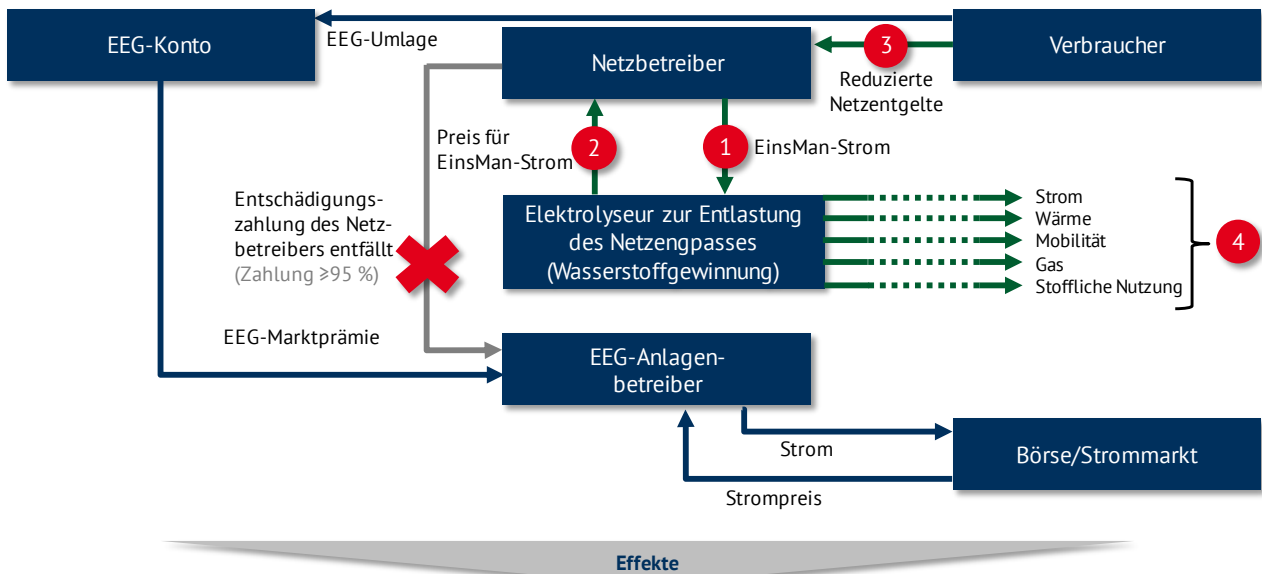
Abbildung 2 zeigt den Ablauf in Situationen der EinsMan-Regelung. Die EEG-Marktprämie entfällt durch Abschaltung der EEG-Anlage durch den Netzbetreiber. Die Entschädigung des Anlagenbetreibers für die Vergütung erfolgt durch den Netzbetreiber. Die Entschädigung beträgt zwischen 95 % und 100 % der EEG-Anlagen-Vergütung.

### 3. SITUATION MIT NETZENGPASS UND NUTZUNG DES ANSONSTEN NICHT VERWENDETEN EEG-STROMS (AUSGESTALTUNGSVORSCHLAG)

Abbildung 3 zeigt den Vorschlag für die Ausgestaltung der Experimentierklausel zum Einsatz eines Elektrolyseurs vor dem Netzengpass, um das Abschalten der EEG-Anlagen in EinsMan-Situationen zu verhindern und um den ansonsten ungenutzten Strom sinnvoll zu verwenden. Der Elektrolyseur muss dabei geeignet sein, das Stromnetz in EinsMan-Situationen zu entlasten.

Die EEG-Anlage wird in EinsMan-Situationen nicht abgeschaltet, sondern produziert weiterhin Strom, dessen Energie von einem Elektrolyseur in Wasserstoff oder Methan<sup>1</sup> umgewandelt und somit speicherbar und vielfältig einsetzbar wird.

<sup>1</sup> Zur Erzeugung von Methan ist ein zusätzlicher Prozessschritt, nämlich die Methanisierung notwendig. Vereinfachend wird hier für die Erzeugung von Wasserstoff oder von Methan der Begriff Elektrolyseur verwendet.



- |   |  |
|---|--|
| 1. EinsMan-Strom wird nun genutzt                 | 3. Entlastung der Verbraucher durch geringere Netzentgelte |
| 2. Netzbetreiber erhält Zahlung für EinsMan-Strom | 4. Stärkung der Sektorenkopplung                           |

Abbildung 3: Zahlungsströme bei Nutzung des ansonsten abgeregelten EEG-Stroms (Ausgestaltungsvorschlag)

**Der Elektrolyseur erhält den ansonsten abgeregelten EinsMan-Strom vom Netzbetreiber (1) als Systemdienstleistung** (ähnlich einer Erbringung lokaler, negativer Regelleistung oder dem bilanziellen Ausgleich beim Redispatch) **und bezahlt dafür einen festgelegten Preis (2)**, z. B. den Börsenstrompreis.<sup>2</sup> Diese Zahlung des Elektrolyseurs stellt einen zusätzlichen Erlösstrom für den Netzbetreiber dar, **wodurch wiederum die Netzentgelte für die Stromverbraucher gesenkt werden (3)**. Anstatt EEG-Anlagen in EinsMan-Situationen abzuregeln, wird der Strom durch den Elektrolyseur in Form von Wasserstoff bzw. Methan gespeichert und kann später zur Rückverstromung oder in den anderen Sektoren Wärme, Mobilität, als erneuerbares Gas oder in Industrieprozessen stofflich genutzt werden, **wodurch die Sektorenkopplung und die Verwendung erneuerbarer Energien in den Sektoren gestärkt werden (4)**.

Ob und in welcher Höhe der Elektrolyseur für den EinsMan-Strom EEG-Umlage zahlen muss, wird in den folgenden zwei Varianten beschrieben:

**Variante a):** Zahlt der Elektrolyseur keine EEG-Umlage für den EinsMan-Strom, so zahlt das EEG-Konto wie in einem System ohne Einspeisemanagement die Vergütung an den Anlagenbetreiber aus, der umlagepflichtige Letztverbrauch bleibt gleich.

**Variante b):** Der Elektrolyseur muss eine anteilige EEG-Umlage bezahlen (40 Prozent gemäß Verordnungsermächtigung zur Experimentierklausel), dann wird aus dem EEG-Konto die EEG-Vergütung an

<sup>2</sup> Diese Form der Ausgestaltung erfordert eine vertragliche Beziehung zwischen Elektrolyseur und Netzbetreiber und ist unter den gegebenen Regularien einfacher umsetzbar. Perspektivisch ist eine vertragliche Beziehung zwischen Elektrolyseur und EEG-Anlagenbetreiber vorstellbar. In diesem Fall erhält der EEG-Anlagenbetreiber eine Zahlung vom Elektrolyseur für den EinsMan-Strom, wodurch sich sein Entschädigungsanspruch gegenüber dem Netzbetreiber verringert. Die entlastende Wirkung des Ausgestaltungsvorschlags auf die Netzentgelte und die Verbraucher bleibt dadurch erhalten. Diese Form der Ausgestaltung ist marktnäher und überträgt dem EEG-Anlagenbetreiber die Verantwortung, auch den EinsMan-Strom bestmöglich zu vermarkten. Jedoch sind dafür regulatorische Anpassungen notwendig, die z. B. mit den SINTEG-Projekten derzeit erst entwickelt und erprobt werden sollen.

den Anlagenbetreiber ausbezahlt, der umlagepflichtige Letztverbrauch steigt dabei um einen entsprechenden Anteil des EinsMan-Stromverbrauchs des Elektrolyseurs. Somit entlastet diese Variante das EEG-Konto im Vergleich zu Variante a (Hinweis: Variante b ist nicht in Abbildung 3 eingezeichnet).

**Der Elektrolyseur hat somit eine entlastende Auswirkung auf die Summe aus Netzentgelten und EEG-Umlage.** In Variante b vermindert sich der Verlagerungseffekt von den Netzentgelten auf die EEG-Umlage (Verlagerungseffekt, da die Vergütung wieder - wie ohne das Einspeisemanagement - im EEG-Konto allokiert wird. ).

**Der Vorschlag benachteiligt keine Marktteilnehmer und schafft somit einen Mehrwert für das Gesamtsystem: Verwendung der Verbraucherzahlung für tatsächlich produzierten EEG-Strom statt Zahlung für Strom, der gar nicht erzeugt wurde.**

Wenn der Elektrolyseur außerhalb von EinsMan-Situationen betrieben wird, unterliegt er den üblichen Regularien.

## 4. NUTZENEFFEKTE

### 1. Entlastung der Netzentgelte

Die Entschädigung des Netzbetreibers für den Erlösausfall des Anlagenbetreibers bei EinsMan-Maßnahmen entfällt, die EEG-Vergütung erfolgt wieder systemkohärent über das EEG-Konto. Der Netzbetreiber spart also EinsMan-Kosten und erhält Zahlungen vom Elektrolyseur, der Anlagenbetreiber erhält die EEG-Vergütung wieder über das EEG-Konto - somit ist kein Akteur schlechter gestellt, als im derzeitigen System. Insbesondere verringert sich die Summe aus Netzentgelten und EEG-Umlage, was Stromverbraucher entlastet.

### 2. Nutzung des EEG-Stroms statt Abregelung von EEG-Anlagen in EinsMan-Situationen

Aufgrund des Netzengpasses fordert der Netzbetreiber den Anlagenbetreiber in EinsMan-Situationen auf, seine Anlage, die Strom erzeugen könnte, abzuregeln. Bei Wind- und Photovoltaikanlagen bleibt dann der Primärenergieträger (Wind bzw. Sonne) ungenutzt. Durch den Vorschlag zur Experimentierklausel läuft die Anlage indes weiter. Zugleich wird das Netz entlastet durch die Nutzung des Stroms vom Elektrolyseur, der vor dem Netzengpass steht. Anstatt EEG-Anlagen in EinsMan-Situationen abzuregeln, wird der Strom durch den Elektrolyseur in Form von Wasserstoff bzw. Methan gespeichert und kann später zur Rückverstromung oder in den anderen Sektoren Wärme, Mobilität, als erneuerbares Gas oder in Industrieprozessen stofflich genutzt werden.

### 3. Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes

Der mit dem Elektrolyseuren erneuerbar erzeugte Wasserstoff bzw. das Methan erhöht im Stromsektor durch Rückverstromung und in anderen Sektoren durch Verdrängung fossiler Energieträger den erneuerbaren Anteil und senkt durch die Einsparung fossiler Energieträger gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### 4. Wirtschaftlicher Impuls für Sektorenkopplung

Durch den Elektrolyseur wird die ansonsten ungenutzte Energie aus Wind und Sonne in Form von Wasserstoff/Methan z. B. im bestehenden Gasnetz gespeichert. Wasserstoff/Methan wiederum kann flexibel in den verschiedenen Sektoren Wärme, Mobilität, als erneuerbares Gas oder in In-

dustrieprozessen stofflich genutzt werden. Der in EinsMan-Situationen erzeugte erneuerbare Wasserstoff bzw. das Methan trägt somit als flexibel einsetzbarer Energieträger zur Kopplung der Sektoren bei.

#### **5. Wirtschaftlicher Impuls für Langzeitspeicher**

Durch Wasserstoff wird Strom über längere Zeiten speicherbar als bei anderen Speichertechnologien. Bei höheren Anteilen erneuerbarer Energien im Stromsektor werden Langzeitspeicher zur Vollendung der Energiewende systemnotwendig sein.<sup>3</sup> Mit diesem Ausgestaltungsvorschlag zur Experimentierklausel werden Rahmenbedingungen geschaffen, langfristige Speichertechnologien im Markt zu testen, deren Entwicklung voranzutreiben und Kostensenkungspotentiale zu erschließen.

#### **6. Verringerung der Liquiditätsbelastung bei den Netzbetreibern**

Durch den Vorschlag zur Experimentierklausel verringert sich die Entschädigungszahlung der Netzbetreiber an die Anlagenbetreiber. Die Netzbetreiber müssen weniger an die Anlagenbetreiber ausbezahlen, wodurch sich die Liquiditätsbelastung bei den Netzbetreibern verringert.

### **5. ZUSÄTZLICHER AUFWAND**

#### **1. Steuersignal zum Hochfahren des Elektrolyseurs**

Das Steuersignal, das bisher vom Netzbetreiber in EinsMan-Situationen zum Abregeln der EEG-Anlage an den EEG-Anlagenbetreiber gesendet wird, muss nun an den Betreiber des Elektrolyseurs übermittelt werden. Hierdurch können zusätzliche Kommunikationskosten verursacht werden. Darüber hinaus können zusätzliche Messeinrichtungen notwendig werden, um EinsMan-Situationen separat zu erfassen, die ebenfalls kostenerhöhend wirken.

#### **2. Abrechnung der Zahlungen für EinsMan-Strom**

Der Netzbetreiber muss dem Betreiber des Elektrolyseurs den gelieferten EinsMan-Strom in Rechnung stellen. Hierdurch entsteht ein zusätzlicher Abrechnungsaufwand beim Netzbetreiber.

### **6. ERGEBNISSE DER AUSWERTUNG**

Um die Wirkung des Vorschlags abschätzen zu können, wurden die EinsMan-Abregelungen in den Netzen von Schleswig-Holstein Netz, EDIS und Bayern-Netz im Jahr 2015 näher analysiert. Die kumulierten EinsMan-Daten der drei Verteilnetzbetreiber decken bezogen auf 2015 rund 59,7 Prozent der gesamten EinsMan-Mengen und rund 85,5 Prozent der Maßnahmen in den entsprechenden Bundesländern ab.

Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der Analyse dar, die anschließend erläutert werden. Dabei werden zum einen die Ergebnisse je nach installierter Leistung an Elektrolyseuren dargestellt. Zum anderen sind neben den Ergebnissen unter Verwendung der gesamten EinsMan-Mengen die Ergebnisse angegeben, wenn nur die EinsMan-Mengen bestimmter Energieträger verwendet werden.

---

<sup>3</sup> Energy Brainpool, „Minimaler Bedarf an langfristiger Flexibilität im Stromsystem bis 2050“ Studie im Auftrag von Greenpeace eG, Februar 2016, [http://www.energybrainpool.com/fileadmin/download/Studien/Studie\\_2016-02-23\\_Minimaler\\_Windgasbedarf\\_GreenpeaceEnergy\\_EnergyBrainpool.pdf](http://www.energybrainpool.com/fileadmin/download/Studien/Studie_2016-02-23_Minimaler_Windgasbedarf_GreenpeaceEnergy_EnergyBrainpool.pdf).

Alle Werte wurden anhand von fünf unterschiedlichen Fällen und für unterschiedlich große Elektrolyse-Leistungen untersucht:

Fall 1: Ausschließlich EinsMan-Mengen aus Windenergieanlagen werden betrachtet.

Fall 2: Ausschließlich EinsMan-Mengen der Solaranlagen werden betrachtet.

Fall 3: Ausschließlich die kumulierten EinsMan-Mengen der Solar- und Windenergieanlagen werden betrachtet.

Fall 4: Ausschließlich EinsMan-Mengen aus Biomasseanlagen werden betrachtet.

Fall 5: Die gesamten EinsMan-Mengen werden technologieübergreifend betrachtet.

Tabelle 1: Ergebnisse der Auswertung zum Einsatz von Elektrolyseuren in den gemeldeten EinsMan-Situationen in den Netzgebieten von Schleswig-Holstein Netz, EDIS und Bayern-Netz im Jahr 2015, die Zahlen in Klammer verweisen auf die nachfolgenden Erläuterungen zu den Ergebnissen.

Leistung Elektrolyseur [MW]	100	200	300	400	500	1000	1500	2000
<b>Gespeicherte Mengen [GWh] (1)</b>								
Nur Wind	351	624	856	1.058	1.237	1.894	2.264	2.459
Nur Solar	95	127	141	145	146	146	146	146
Wind & Solar	366	653	894	1.106	1.292	1.981	2.381	2.589
Nur Biomasse	117	121	121	121	121	121	121	121
<b>Gesamt</b>	<b>373</b>	<b>669</b>	<b>921</b>	<b>1.141</b>	<b>1.336</b>	<b>2.050</b>	<b>2.473</b>	<b>2.699</b>
<b>Genutzte EinsMan-Mengen Schleswig-Holstein Netz, EDIS, Bayern-Netz gesamt [%] (2)</b>								
Nur Wind	14%	24%	33%	41%	48%	74%	89%	96%
Nur Solar	65%	87%	96%	99%	100%	100%	100%	100%
Wind & Solar	14%	24%	33%	41%	48%	73%	88%	96%
Nur Biomasse	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Gesamt</b>	<b>13%</b>	<b>24%</b>	<b>33%</b>	<b>40%</b>	<b>47%</b>	<b>73%</b>	<b>88%</b>	<b>96%</b>
<b>Volllaststunden [h/Jahr] (3)</b>								
Nur Wind	3.514	3.120	2.852	2.646	2.475	1.894	1.510	1.229
Nur Solar	955	636	469	363	292	146	97	73
Wind & Solar	3.664	3.263	2.980	2.764	2.584	1.981	1.587	1.294
Nur Biomasse	1.174	603	402	302	241	121	80	60
<b>Gesamt</b>	<b>3.731</b>	<b>3.347</b>	<b>3.070</b>	<b>2.854</b>	<b>2.672</b>	<b>2.050</b>	<b>1.649</b>	<b>1.349</b>
<b>Gewichteter mittlerer viertelstündlicher EinsMan-Strompreis [EUR/MWh] (4)</b>								
Nur Wind	27,70	26,98	26,48	26,10	25,77	24,65	23,95	23,50
Nur Solar	27,09	25,98	25,59	25,48	25,41	25,41	25,41	25,41
Wind & Solar	27,92	27,22	26,70	26,31	25,97	24,79	24,08	23,64
Biomasse	26,10	26,04	26,04	26,04	26,04	26,04	26,04	26,04
<b>Gesamt</b>	<b>28,07</b>	<b>27,38</b>	<b>26,87</b>	<b>26,48</b>	<b>26,15</b>	<b>24,94</b>	<b>24,20</b>	<b>23,75</b>
<b>Stromkosten Elektrolyseur bzw. Entlastung Entschädigungszahlung [Mio. EUR] (5)</b>								
Nur Wind	9,7	16,8	22,7	27,6	31,9	46,7	54,2	57,8
Nur Solar	2,6	3,3	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Wind & Solar	10,2	17,8	23,9	29,1	33,5	49,1	57,3	61,2
Nur Biomasse	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
<b>Gesamt</b>	<b>10,5</b>	<b>18,3</b>	<b>24,7</b>	<b>30,2</b>	<b>34,9</b>	<b>51,1</b>	<b>59,9</b>	<b>64,1</b>

## Erläuterungen zu den Ergebnissen

### (1) Gespeicherte Mengen

veranschaulicht, welche EinsMan-Mengen über das Jahr 2015 von den Elektrolyseuren, je nach installierter Leistung, hätten aufgenommen werden können.

### (2) Genutzte EinsMan-Mengen Schleswig-Holstein Netz, EDIS, Bayern-Netz gesamt

zeigt den Anteil der genutzten EinsMan-Mengen in Bezug auf die gesamten EinsMan-Mengen der untersuchten Netze (Schleswig-Holstein Netz, EDIS, Bayern-Netz).

### (3) Volllaststunden

zeigt die Volllaststunden der Elektrolyseure im EinsMan-Betrieb.

### (4) Gewichteter mittlerer viertelstündlicher EinsMan-Strompreis

stellt den gewichteten mittleren Spotpreis der Viertelstundenprodukte an der EPEX Spot dar. Die Gewichtung bezieht sich hierbei auf die gespeicherten EinsMan-Mengen, weshalb die installierte Leistung der Elektrolyseure einen Einfluss auf den Preis hat. Zum Vergleich: Der handelsmengen-gewichtete mittlere Viertelstundenpreis im Jahr 2015 betrug 32,81 EUR/MWh.

### (5) Stromkosten Elektrolyseur bzw. Entlastung Entschädigungszahlung

zeigt die Strombezugskosten des Elektrolyseurs im Jahr 2015. Sie ergeben sich aus den verwendeten EinsMan-Strommengen und dem gewichteten mittleren Strompreis für die jeweilige Viertelstunde. Die Zahl gibt gleichzeitig die absolute Verbraucherentlastung durch die Senkung der Summe aus Netzentgelten und EEG-Umlage an. Dabei wurde unterstellt, dass die Elektrolyseure keine EEG-Umlage für den EinsMan-Strom zahlen müssen (Variante a wie oben beschrieben).