



# Regulatorischer Rahmen für eine optimale Sektorenkopplung – Einführung in die Problemstellung und systematischer Überblick

**Autoren:** Johannes Antoni, Fanny Knoll, Nils Bieschke

Universität Greifswald  
Lehrstuhl für Öffentliches Recht, Finanzrecht, Umwelt- und  
Energierrecht

**URN:** urn:nbn:de:gbv:9-oa-000009-9

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-oa-000009-9>



Erstellt im Rahmen des Projekts „Netz-Stabil - Netzstabilität mit Wind- und Bioenergie, Speichern und Lasten“ (Netz-Stabil), Teilprojekt P2-Ökonomischer, rechtlicher und institutioneller Rahmen (Universität Greifswald, Lehrstuhl für Öffentliches Recht, Finanzrecht, Umwelt- und Energierrecht) gefördert durch die Europäische Union – Europäischer Sozialfonds (ESF), (Förderkennzeichen ESF/14-BM-A55-0016/16).

**Greifswald, März 2021**



Europäische Fonds EFRE, ESF und ELER  
in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2020



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Sozialfonds



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung – Problemstellung und Begriff der Sektor(en)kopplung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Technisch-systemischer Rahmen .....</b>	<b>6</b>
2.1	Systematisierung und Vorgehen nach Sektoren.....	6
2.2	Energieträger und -formen der Sektorenkopplung.....	10
2.3	Wesentliche Technologien der Sektorenkopplung.....	12
2.3.1	Erneuerbare-Energien-Anlagen .....	12
2.3.2	Power to Mobility (P2M).....	13
2.3.3	Power to Heat (P2H).....	13
2.3.4	Power to Gas (P2G) .....	14
2.3.5	Power to Liquid (P2L) .....	16
2.3.6	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).....	17
2.4	Energieflüsse zwischen den Sektoren.....	19
2.5	Zwischenfazit .....	21
<b>3</b>	<b>Zentrale rechtliche Ansätze und Hemmnisse der Sektorenkopplung.....</b>	<b>23</b>
3.1	Energiewirtschaftssektor .....	26
3.1.1	Stromerzeugung – Fokus erneuerbare Energien .....	29
3.1.2	Strominfrastruktur – Fokus Stromnetzausbau .....	33
3.1.3	Stromverbrauch – Fokus Strompreisbestandteile .....	35
3.1.4	Erzeugung von Wasserstoff – Power to Gas .....	44
3.1.5	Gasinfrastruktur – Wasserstoffnetze .....	49
3.2	Industriesektor .....	51
3.3	Verkehrssektor (Fokus Straßenverkehr).....	54
3.3.1	Direkte Elektrifizierung – Power to Mobility .....	55
3.3.2	Indirekte Elektrifizierung – Power to Gas / Liquid.....	61
3.4	Gebäudesektor (Fokus Wärme).....	66
3.4.1	Direkte Elektrifizierung – Power to Heat (P2H) .....	68
3.4.2	Wärmeerzeugung aus P2G / P2L-Produkten .....	73
3.5	Landwirtschaft.....	75
3.6	Abfallwirtschaft und Sonstiges .....	79
<b>4</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>80</b>
<b>5</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>82</b>

# Regulatorischer Rahmen für eine optimale Sektorenkopplung – Einführung in die Problemstellung und systematischer Überblick

Greifswald, März 2021

---

**Autoren:** Johannes Antoni, Fanny Knoll, Nils Bieschke\*

**URN:** urn:nbn:de:gbv:9-0a-000009-9, <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-0a-000009-9>

**CC BY 4.0**

## 1 Einleitung – Problemstellung und Begriff der Sektor(en)kopplung

Die „Sektor(en)kopplung“ nimmt eine tragende Rolle im Hinblick auf die Klimaschutzziele ein. Um vor dem Jahr 2050 klimaneutral zu werden, müssen wesentliche Teile unseres heutigen Energieverbrauchs in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr und Gebäude zukünftig auf Basis von erneuerbar erzeugtem Strom durch eine direkte oder indirekte sogenannte „Elektrifizierung“ gedeckt werden. Der Verlauf der letzten 20 Jahre hat gezeigt, dass – ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden – ein immer größerer Anteil des deutschen Elektrizitätsbedarfs treibhausgasfrei aus erneuerbaren Energien gedeckt werden kann. Entsprechend ist auch der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch – also über alle Sektoren hinweg – gestiegen. Mit 19,3 Prozent im Jahr 2020 hat Deutschland zwar sein im Rahmen der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie aus 2009<sup>1</sup> gestecktes Ziel von 18 Prozent Zubau von erneuerbaren Energien im Jahr 2020 erreicht;<sup>2</sup> dennoch erfolgen noch über 80 Prozent des Energieverbrauches nicht klimaneutral. Die derzeitige Herausforderung liegt darin, an den Erfolg der Treibhausgaseinsparung im

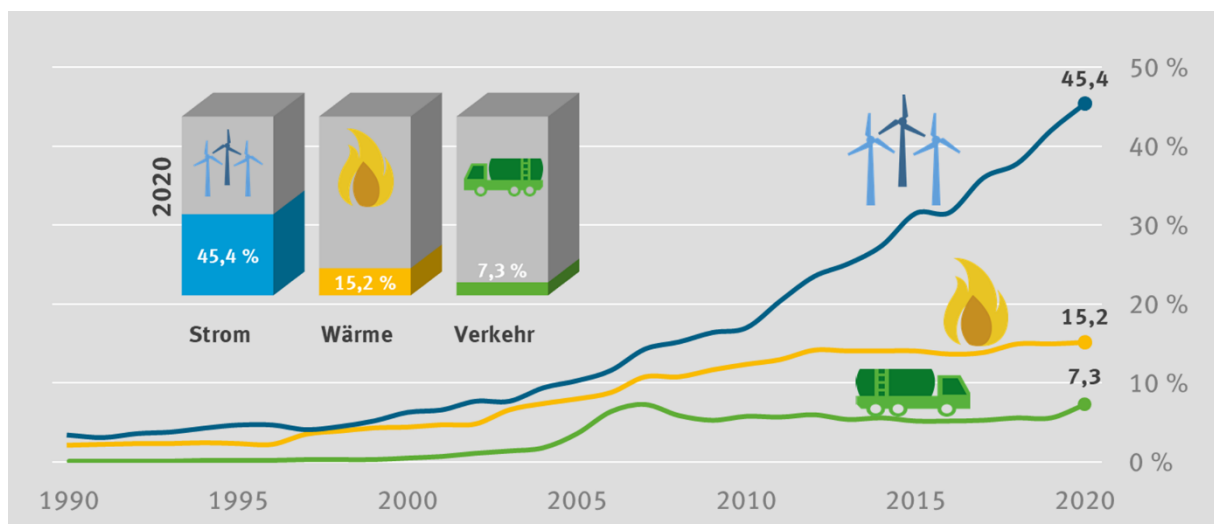
---

\* Alle Universität Greifswald, Lehrstuhl für Öffentliches Recht, Finanzrecht, Umwelt- und Energierecht. In diese interdisziplinäre Veröffentlichung sind (institutionen-)ökonomische Erkenntnisse durch Nils Bieschke eingeflossen. Die juristischen Darstellungen wurden von Johannes Antoni und Fanny Knoll erstellt. Diese Veröffentlichung ist im Rahmen des Exzellenzforschungsprogramms „Netz-Stabil“ des Landes Mecklenburg-Vorpommern mit finanziellen Mitteln des Europäischen Sozialfonds (ESF) erstellt worden (Förderkennzeichen ESF/14-BM-A55- 0016/16).

<sup>1</sup> Art. 3 Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes 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.

<sup>2</sup> UBA, Erneuerbare Energien in Zahlen, März 2021, Online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick](http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

Energiewirtschaftssektor (insbesondere bei der Stromerzeugung) anzuknüpfen und diesen auf die energie- und (noch) emissionsintensiven Sektoren Industrie, Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft auszudehnen. Die erneuerbaren Energien bzw. genauer die daraus erzeugte Elektrizität ist dabei der Schlüssel zur Dekarbonisierung der anderen Sektoren (vgl. **Abbildung 1**)



Quelle: UBA auf Basis der AGEE-Stat, Stand: Februar 2021.

**Abbildung 1: Erneuerbare Energien: Anteile in den Sektoren Energiewirtschaft (Strombereich), Gebäude (Wärmebereich) und Verkehr.**

Nur durch eine intelligente Kopplung aller energieerzeugenden und -verbrauchenden sowie -speichernden Sektoren zu einem auf ausschließlich erneuerbar erzeugter Elektrizität beruhenden Energiesystem kann das Ziel eines treibhausgasneutralen Energieverbrauches erreicht werden. Hierbei stellen sich Fragen nach einer sinnvollen Systemintegration der einzelnen Sektoren (bspw. Verkehrs- oder Gebäudesektor) untereinander bzw. zentral mit dem Energiewirtschaftssektor.

Bei der näheren Betrachtung des Rechtsrahmens fällt zunächst auf, dass der Begriff der Sektorenkopplung nicht abschließend definiert ist. Der Mangel einer abschließenden Definition liegt auch darin begründet, dass im Rahmen der Energiewende bisher ein starker Fokus auf dem Energiewirtschaftssektor (und hier insb. der Stromerzeugung) lag und die Umstellung anderer Sektoren auf erneuerbare Energien nur sehr schleppend vorangekommen ist. So sind die Emissionen von 2010 bis 2019 im Verkehrssektor um 0,7 Prozent angestiegen und im Gebäudesektor sogar um 4,4 Prozent.<sup>3</sup> Nur wegen der COVID-19-Pandemie und der deutlich

<sup>3</sup> BMU, Klimaschutzbericht 2019 zum Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung, S. 20, Online-Veröffentlichung:

geringeren Mobilität sind die Emissionen in diesen beiden Sektoren im Jahr 2020 unter das Niveau von 2009 gefallen.<sup>4</sup>

Ganz grundsätzlich ist unter Sektorenkopplung die Verbindung zweier oder mehrerer Sektoren zu verstehen, bei der in einem Sektor ein Ausgangsstoff/Energieträger bereitgestellt wird und in anderem Sektor genutzt wird. Hierbei erscheint die Verwendung des Begriffs „Sektorenkopplung“ (anstelle von Sektorkopplung) vorzugswürdig, das dies zum Ausdruck bringt, dass es um eine Verzahnung/Austausch mehrerer Sektoren untereinander und nicht um eine bloße Einbahnstraße, auf der Energie von einem Sektor in einen anderen fließt, geht.

Zur Definition des Begriffs Sektorenkopplung gibt es bereits diverse Vorschläge.<sup>5</sup> Überwiegend wird hier ein Fokus auf die Dekarbonisierung durch die Elektrifizierung bzw. Verbindung mit dem Energiewirtschaftssektor an sich gelegt, wobei der für die Sektorenkopplung/Elektrifizierung verwendete Strom zumindest überwiegend aus erneuerbaren Energiequellen stammen sollte.<sup>6</sup> Allein die Elektrifizierung anderer Sektoren mit der Sektorenkopplung gleichzusetzen, greift jedoch zu kurz. Auch der zum Teil verwendete Begriff der Sektorenintegration<sup>7</sup> sollte daher nicht mit dem der Sektorenkopplung gleichgesetzt werden. Der alleinige Fokus auf Elektrizität bzw. das Bild vom Strom als Ausgang der Sektorenkopplung verkennt die hohen Potenziale anderer Kopplungselemente bzw. Energieträger, wie insb. Biomasse aus Landwirtschaft, Abwärme aus der Industrie (vgl. auch die Darstellung unten 2.2).

Der Energiewirtschaftssektor bildet im Status quo das „Rückgrat“ der Energiewende. Dies ist dadurch begründet, dass dieser bereits über einen besonders hohen Anteil an erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung verfügt. Die Fokussierung auf den Energiewirtschaftssektor stellt somit nur eine Teilmenge – wenn auch eine wesentliche – der für die Erreichung der Klimaziele notwendigen Sektorenkopplung dar. Über den Energiewirtschaftssektor sind

---

[www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzbericht\\_2019\\_kabinettsfassung\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzbericht_2019_kabinettsfassung_bf.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>4</sup> UBA, Vorjahreschätzung der deutschen Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2020, März 2021, Online-Veröffentlichung:

[www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/2021\\_03\\_10\\_trendtabellen\\_th\\_g\\_nach\\_sektoren\\_v1.0.xlsx](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/2021_03_10_trendtabellen_th_g_nach_sektoren_v1.0.xlsx), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>5</sup> Umfassend Held, in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, K. Sektorenintegration, 2021, C.H. Beck.

<sup>6</sup> Vertiefend: Held, in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, K. Sektorenintegration, 2021, C.H. Beck; Albert/Wietschel/Plötz/Klobasa/Müller-Kirchenbauer/Kochems/Hermann/Grosse/Nacken/Küster/Naumann/Kost/Fahl/Timmermann, Sektorkopplung – Was ist darunter zu verstehen?, Zeitschrift für Energiewirtschaft, 2018, ISSN: 1866-2765; Wietschel/Plötz/Pfluger/Klobasa/Eßer/Haendel/Müller-Kirchenbauer/Kochems/Hermann/Grosse/Nacken/Küster/Pacem/Naumann/Kost/Kohrs/Fahl/Schäfer-Stradowsky/Timmermann/Albert, Sektorkopplung – Definition, Chancen und Herausforderungen, Forschungsbericht erstellt im Rahmen des Kopernikus Projekts ENavi, Fraunhofer ISI: Karlsruhe, Working Paper Sustainability and Innovation No. S 01/2018, Online-Veröffentlichung: [www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018\\_Sektorkopplung\\_Wietschel.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018_Sektorkopplung_Wietschel.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>7</sup> Vgl. z.B. Held, in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, K. Sektorenintegration, 2021, C.H. Beck.

letztlich alle Sektoren miteinander verbunden, auch wenn dies ausdrücklich nicht als Einbahnstraße zu sehen ist. Bei der Kopplung der Sektoren geht es gerade darum, dass die Sektoren verzahnt werden. Es darf entsprechend keine bloße (eindimensionale) Verbindung entstehen, sondern vielmehr muss eine Verzahnung erfolgen, die dazu führt, dass die Sektoren zunehmend weniger eigenständig bzw. weniger klar voneinander abgrenzbar werden. Beispielsweise kann man hier folgende Szenarien nennen: Die Rückverstromung von mit Power to Gas Technologien (s. 2.3.4), hergestelltem grünen Wasserstoff zur Bereitstellung von Strom durch Residuallastkraftwerken.<sup>8</sup> Grundsätzlich auch denkbar ist, dass ein E-Fahrzeug mit EE-Strom an einer Ladesäule geladen wird (Power to Mobility, s. 2.3.2). Es ist dann im Straßenverkehr unterwegs (nutzt die Verkehrsinfrastruktur) und wenn es gerade nicht zur Fortbewegung bzw. zum Transport genutzt wird, speist das E-Fahrzeug den in der Batterie des E-Fahrzeuges verbliebenen Strom soweit nötig – ergänzend zu stationären Stromspeichern – wieder in das Stromnetz zurück bzw. stellt darüber hinaus z.B. Regelenergie bereit (sogenannte Vehicle-to-Grid Anwendungen<sup>9</sup>).

Der Untersuchungsgegenstand der folgenden Darstellung – mit dem Fokus auf die Elektrifizierung – soll daher nicht als abschließende Betrachtung der Sektorenkopplung, sondern vielmehr als eine Auseinandersetzung mit dem Status quo, der im Wesentlichen durch die Elektrifizierung geprägt ist, verstanden werden. Dies soll auch das der Betrachtung vorweg gestellte Systembild (s.u. **Abbildung 6**) zeigen.

Die Sektoren, die im Rahmen der Sektorenkopplung insbesondere zum Tragen kommen, sind der Energiewirtschafts-, Industrie-, Verkehrs-, Gebäude-, Landwirtschafts- sowie Abfallwirtschaftssektor, vgl. § 4 Abs. 1 Klimaschutzgesetz (KSG).<sup>10</sup>

Vorweggenommen werden kann, dass der bestehende Rechtsrahmen nur partiell Anknüpfungspunkte für die Sektorenkopplung bietet und stattdessen oftmals nur an einzelne Technologien anknüpft. So finden sich vor allem im Rechtsrahmen für den Energiewirtschaftssektor – insbesondere dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG),<sup>11</sup> Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)<sup>12</sup> und den daran anknüpfenden Rechtsverordnungen – vereinzelte Regelungen zur Nutzung von Strom in anderen Sektoren. Ansätze für die Sektorenkopplung finden sich z.B. in den Grundsätzen des Strommarktes, § 1a EnWG, in den

---

<sup>8</sup> Vgl. bspw. *Janischka et al.*, Die Rolle von Wasserstoff in einem klimaneutralen europäischen Energiesystem – eine modellbasierte Analyse bis 2050, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 71. Jg. (2021) Heft 1/2, S. 40.

<sup>9</sup> *Antoni/Knoll* in: Rodi (Hrsg.), *Handbuch Klimaschutzrecht*, D. III. Digitalisierung der Energiewende – Neue Akteure und Technologien, Rn. 30, 2021, C.H. Beck; *Antoni*, *Rechtsfragen zu Zugang und Nutzung von Stromverteilnetzen im Kontext der Energie- und Verkehrswende*, IR 2020, 2 (5).

<sup>10</sup> Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513).

<sup>11</sup> Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 298).

<sup>12</sup> Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

im Rahmen des Energiewirtschaftsgesetzes geänderten Anforderungen an die Bilanzkreisbewirtschaftung, das Ausgleichsenergiesystem und die Integration von Power to Heat in § 13 Abs. 6a EnWG sowie in der netzdienlichen Steuerung neuer Lasten, wie Wärmepumpen und Ladegänge von E-Fahrzeugen, in § 14a EnWG.<sup>13</sup> Ein verbindender Ansatz findet sich ebenfalls im Messstellenbetriebsgesetz (MsbG).<sup>14</sup> So sieht § 33 MsbG bspw. eine Schnittstelle zum EEG und dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)<sup>15</sup> vor, wonach Erzeugungsanlagen nach EEG und KWKG ebenfalls mit Smart Meter Gateways<sup>16</sup> ausgestattet werden können.<sup>17</sup> Seit der EEG-Novelle von 2017 lassen sich auch bei mit der Befreiung von der EEG-Umlage, bei der Zwischenspeicherung von Strom oder den innovativen Ausschreibungen Ansätze der Systemintegration finden.

Insgesamt ergibt sich aus diesen vereinzelt Regelungen eine komplizierte, nicht abschließende und überwiegend sektorspezifische Rechtsanwendung, auch weil es an einem konkreten sektorenübergreifenden Ansatz für die Energiewende fehlt. Um das Themengebiet Sektorenkopplung vertiefter betrachten und analysieren zu können, wird im folgenden **Kapitel 2** zunächst eine Systematisierung der Beziehungen und Energieflüsse anhand eines **Systembildes zur Sektorenkopplung (Abbildung 3)** vorgenommen.

An die Systematisierung anknüpfend werden im **Kapitel 2.5** die im Rechtsrahmen bestehenden Ansatzpunkte, aber auch die Hemmnisse, für die Sektorenkopplung sektorenspezifisch (Energiewirtschafts-, Industrie-, Verkehrs-, Gebäude-, Landwirtschaft-, Abfallwirtschaftssektor) und überblicksartig dargestellt. Beispielsweise wird im Verkehrssektor vertieft auf die direkte Elektrifizierung (Elektrofahrzeuge), indirekte Elektrifizierung (Wasserstoffantriebe) und synthetische Treibstoffe (Power to Liquid: Kerosin, Ammoniak etc.) eingegangen.

Abschließend erfolgt im Fazit eine kurze Zusammenfassung zum Status quo des Rechtsrahmens der Sektorenkopplung in Hinblick auf Hemmnisse für deren Weiterentwicklung sowie ein Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungsoptionen.

---

<sup>13</sup> Ausführlich dazu *Antoni/Knoll/Bieschke/Rodi*, Netzstabilität im Stromsystem aus institutionenökonomischer und rechtlicher Perspektive – Einführung in die Problemstellung und systematischer Überblick, Dezember 2020, S. 14 ff.; Online-Veröffentlichung: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-0a-000007-3>.

<sup>14</sup> Messstellenbetriebsgesetz vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2034), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>15</sup> Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498), zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>16</sup> Ausführlich zum Smart Meter Rollout *Knoll/Witting/Antoni*, Das Smart Grid – Eine neue Infrastruktur und deren Beitrag zur stabilen Stromversorgung, REthinking Law, 5/2020, 47 ff.

<sup>17</sup> *Wagner*, in: Theobald/Kühling, Energierecht, Werkstand: 108. EL September 2020, § 33 Rn. 4 ff., 22 ff.

## **2 Technisch-systemischer Rahmen**

Als Beitrag zum grundlegenden Verständnis von Sektorenkopplung wird im Folgenden der technisch-systemische Rahmen, der im Weiteren nach Energieträgern und Technologien ausdifferenziert wird, vorgestellt. Dies ermöglicht im Anschluss die genauere Betrachtung des bestehenden Rechtsrahmens. Dies zusammengenommen dient als Grundlage zum weiteren Voranbringen der Sektorenkopplung und kann so zum Gelingen der Energiewende beitragen.

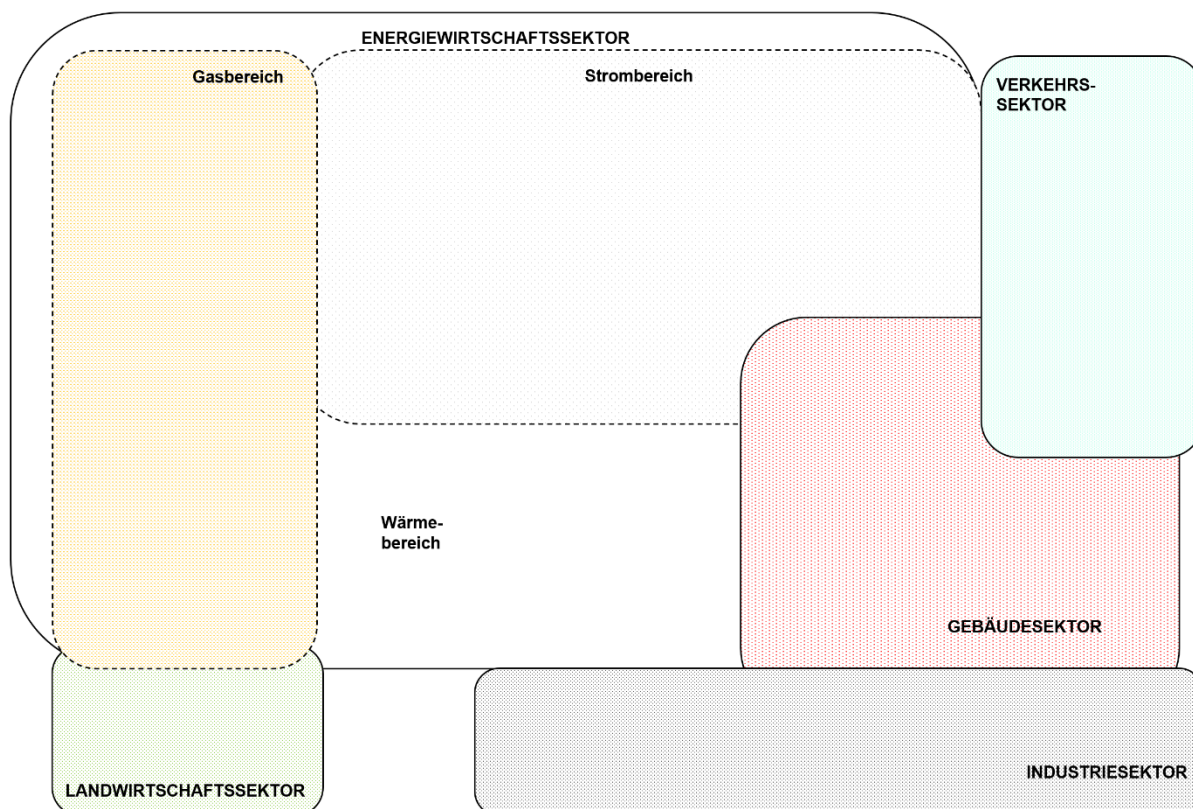
### **2.1 Systematisierung und Vorgehen nach Sektoren**

In diesem Abschnitt wird das Vorgehen bei der Systematisierung der Beziehungen der Sektoren untereinander vorgestellt. Die Darstellung setzt bei den wesentlichen Energieträgern/-formen, sowie den zentralen technischen Einrichtungen des bestehenden und zukünftigen Energiesystems an und stellt daran anknüpfend die Energieflüsse zwischen den Sektoren dar.

Im Status quo durchziehen stromseitig betrachtet systemimmanent drei Pfade die Sektorenkopplung, die sich mit der zunehmenden Energiewende aufgetan haben. Wie in der Einleitung (1) bereits erläutert, ist die stromseitige Betrachtung zwar nicht als abschließende Betrachtung, aber im Status quo als wesentliche Teilmenge bzw. als Ausgangspunkt der Sektorenkopplung zu sehen. Dazu im Folgenden mehr unter 2.2.

Die drei wesentlichen stromseitigen Pfade der Sektorenkopplung sind (1.) die direkte Elektrifizierung (Power to X). Darüber hinaus nimmt die Bedeutung der (2.) indirekten Elektrifizierung mit „grünem“ Wasserstoff weiter zu. Daran anschließend nehmen auch die (3.) synthetischen „grünen“ Kohlenwasserstoffe eine zunehmend starke Rolle ein.





Quelle: Eigene Darstellung.

**Abbildung 2: Sektoren als Systematisierungsansatz.**

In der **Abbildung 2: Sektoren als Systematisierungsansatz** wird zwischen den wesentlichen Sektoren des Energiesystems – als rechteckige Blasen dargestellt – unterschieden. Hinsichtlich der Darstellung ist darauf hinzuweisen, dass die Größe der Blasen allein dem in den folgenden Abbildungen dargestellten Inhalt geschuldet ist und keine Rückschlüsse auf die im Sektor erzeugte bzw. verbrauchte Energiemenge zulässt.

Bei den dargestellten Sektoren kann vereinfacht gesagt zwischen energiebereitstellenden bzw. -erzeugenden Sektoren und vorrangig energieverbrauchenden Sektoren unterschieden werden. Der vorrangig für andere Sektoren energiebereitstellende Sektor<sup>18</sup> wird unter dem Begriff des Energiewirtschaftssektors, angelehnt an das Energiewirtschaftsgesetz,<sup>19</sup> das wesentliche Regelungen für diesen Sektor enthält, zusammengefasst (vgl. z.B. § 4 Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. Anlage 1 **Klimaschutzgesetz** (KSG)<sup>20</sup>). Im Rahmen dieser Darstellung wird zur

<sup>18</sup> Der Vollständigkeit halber ist darauf hinzuweisen, dass dies eine Vereinfachung darstellt. Denn zum Teil findet auch in anderen Sektoren, wie z.B. dem Industriesektor, eine Energiebereitstellung statt. Die bereitgestellte Energie wird nur sofort wieder selbst verbraucht. Der in der Darstellung im Wesentlichen ausgeklammerte Sektor der Abfallwirtschaft stellt darüber hinaus z.B. im Rahmen der Müllverbrennung Energie bereit.

<sup>19</sup> Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 298).

<sup>20</sup> Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513).

besseren Nachvollziehbarkeit der Energieflüsse jedoch in Bezug auf den Energiewirtschaftssektor noch zwischen dem Strom- (3.1.1, 3.1.2 und 3.1.3) und Gasbereich (3.1.4 und 3.1.5) als Teilmengen des Energiewirtschaftssektors unterschieden. Die vorrangig energieverbrauchenden Sektoren sind – in der Reihenfolge ihres Treibhausgasausstoßes – der Industrie- (3.2), der Verkehrs- (3.3) und der Gebäudesektor (3.4) sowie der Landwirtschaftssektor (3.5). Der im Klimaschutzgesetz zudem aufgeführte Sektor „Abfallwirtschaft und Sonstiges“ ist zur Vereinfachung in der Darstellung nicht aufgenommen, wird aber im Folgenden dennoch kurz betrachtet (3.6).

Die Sektoren können in Bezug auf die Sektorenkopplung wie folgt definiert werden:

Der **Energiewirtschaftssektor** stellt im Wesentlichen Energieträger wie Elektrizität und Gas zur Verfügung. Dieser wird hier hinsichtlich des Strom- und Gasbereiches vertieft betrachtet. Der **Strombereich** umfasst öffentliche (Heiz-)Kraftwerke, insbesondere Erneuerbare-Energien-Anlagen und Speicher, die zur Elektrizitätserzeugung und Speicherung dienen. Hinzu kommen die Stromnetze und insbesondere deren Betrieb zur Gewährleistung einer versorgungssicheren Übertragung und Verteilung der Elektrizität. Zum **Gasbereich** gehört im Wesentlichen der Betrieb von (Erd-)Gasleitungsinfrastruktur und – im zunehmenden Maße – der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung und Umwandlung von synthetischem / “grünem“ Wasserstoff zu anderen gasförmigen Kohlenwasserstoffen. In der Darstellung nicht näher betrachtet sind Kokereien und andere Prozesse der Energieumwandlung, da insoweit unterstellt wird, dass diese in der Zukunft im Wesentlichen auf erneuerbaren Strom und Wasserstoff aufsetzen werden.

Dem **Industriesektor** wird das verarbeitende Gewerbe, inkl. der Bauwirtschaft, zugeordnet. Er umfasst zudem den Energiebedarf und die Infrastruktur des verarbeitenden Gewerbes. Dazu gehören industrielle Prozessfeuerungen und Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme sowie Industriekraftwerke zur Elektrizitätsbereitstellung.

Der **Verkehrssektor** umfasst den zivilen inländischen Straßen-, Schienen- und Luftverkehr sowie die Binnen- und Küstenschifffahrt ohne Pipelinetransport.<sup>21</sup> Ebenso dazu gehören der internationale Luftverkehr und die Hochseeschifffahrt, die hier im Folgenden aber nicht vertieft betrachtet werden. Auch auf die Verkehrsinfrastruktur wird nur mit dem Fokus auf die Energiebereitstellung im Rahmen der Sektorenkopplung (z.B. über Ladepunkte, Oberleitungen und Tankstellen) eingegangen. Insoweit ist zu beachten, dass Ladepunkte die Schnittstelle zwischen den Sektoren Energiewirtschaft und Verkehr bilden.

Der **Gebäudesektor** umfasst vor allem, aber nicht ausschließlich, den Energiebedarf und die Infrastruktur zur Erzeugung und Bereitstellung von Gebäudewärme und der

---

<sup>21</sup> Vgl. Anlage 1 Klimaschutzgesetz (KSG).

Warmwasserbereitung sowie den weiteren Energiebedarf von Haushalten auf den hier im Weiteren wegen des Fokus auf der Sektorenkopplung nicht näher eingegangen wird.<sup>22</sup> Zudem zählt der Energiebedarf der Bereiche des (nicht verarbeitenden) Gewerbes, Handels und Dienstleistungen dazu.

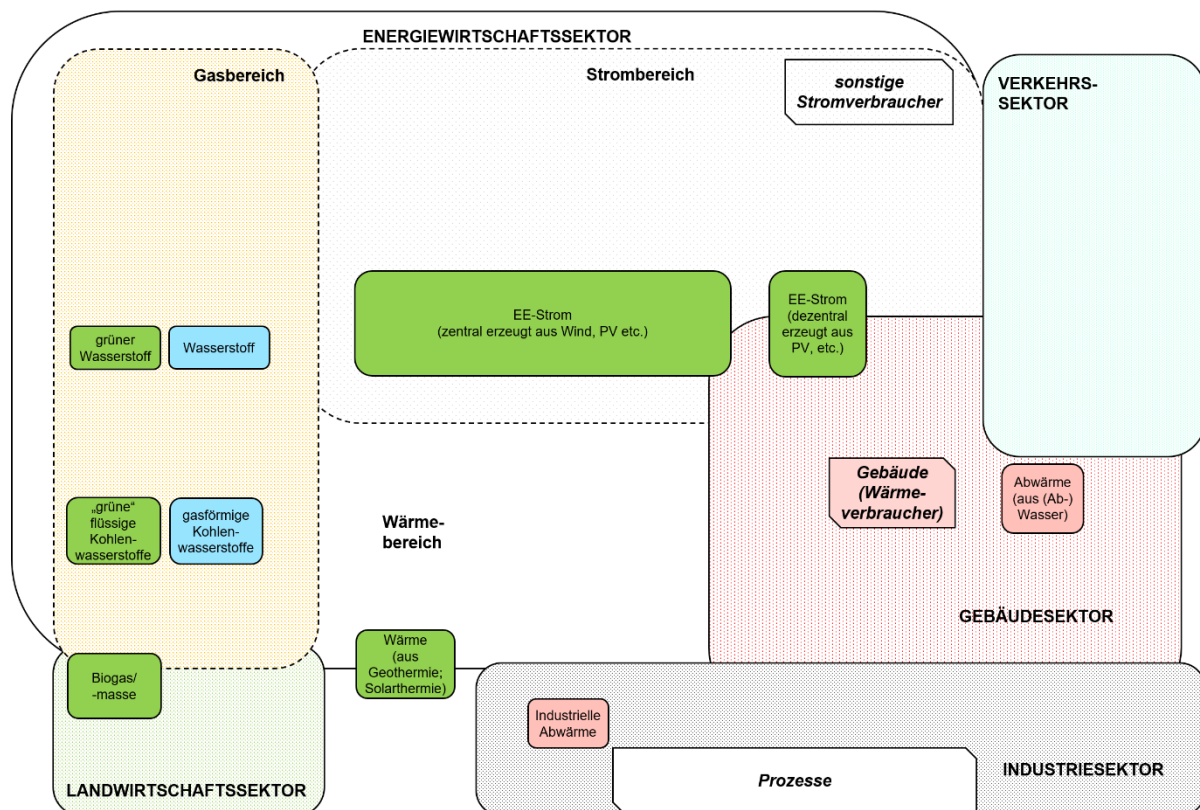
Zum **Landwirtschaftssektor** gehören, neben den Energiebedarfen für die Bewirtschaftung von Böden und die Zucht von Tieren, die der Forstwirtschaft und Fischerei. Entsprechend sind auch der landwirtschaftliche Verkehr (inkl. Fischereischifffahrt), Energieverbräuche landwirtschaftlicher Gebäude (z.B. Gewächshäuser) etc. grundsätzlich umfasst.

Der Sektor **Abfallwirtschaft und Sonstiges** betrifft die Energieverbräuche bei der Behandlung und Lagerung von Abfall und Abwasser. Der Sektor stellt auch Energie bereit: Elektrizität und Wärme aus der Abfallverbrennung bis hin zu Biogas aus Kläranlagen.

---

<sup>22</sup> Vertiefend zu Problematik einer sicheren, preisgünstigen verbraucherfreundlichen, effizienten und umweltverträglichen leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität (§ 1 Abs. 1 EnWG): *Antoni/Knoll/Bieschke/Rodi*, Netzstabilität im Stromsystem aus institutionenökonomischer und rechtlicher Perspektive – Einführung in die Problemstellung und systematischer Überblick, Dezember 2020, Online-Veröffentlichung: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-0a-000007-3>.

## 2.2 Energieträger und -formen der Sektorenkopplung



Quelle: Eigene Darstellung.

**Abbildung 3: Wesentliche Energieträger/-formen nach Sektoren.**

Die **Abbildung 3** ordnet die für die Sektorenkopplung wesentlichen Energieträger/-formen (elektrische Energie (umgangssprachlich Strom), sowie Wasserstoff und andere gasförmige Kohlenwasserstoffe) bzw. Energieformen (wie Wärme und Kälte<sup>23</sup>) einem jeweiligen Sektor zu. Die grüne Einfärbung steht für erneuerbare Energiequellen; hellblau steht für aus dem bestehenden Strommix – also nicht treibhausgasneutral – erzeugten Wasserstoff und Kohlenwasserstoff; wohingegen Erdgas als fossiler Energieträger gelb dargestellt und Wärme, soweit sie nicht erneuerbar ist, rot hinterlegt ist. Die Zuordnung der Energieträger und -formen erfolgt nach dem Erzeugungsort. Die Nutzung bzw. der Verbrauch der Energieformen wird in **Abbildung 6** verdeutlicht.

Der Fokus der Darstellung und Systematisierung liegt auf den zukünftig vollständig treibhausgasarmen Pfaden der Sektorenkopplung: 1. direkte Elektrifizierung, 2. indirekte Elektrifizierung mittels „grünem“ Wasserstoff und 3. die Erzeugung synthetischer, „grüner“ Kohlenwasserstoffe auf Grundlage erneuerbarer Energien. Dabei werden heutzutage noch im

<sup>23</sup> Die Bereitstellung von Kälte wurde zur Vereinfachung der Darstellung ausgeklammert.

Energiesystem vorhandene fossile Energieträger, wie z.B. Kohle, Atomenergie, Erdgas und fossile Kohlenwasserstoffe (wie z.B. Benzin, Diesel und Kerosin) ausgeklammert. Dies ist damit zu begründen, dass der Atomausstieg in Deutschland für 2022 festgeschrieben ist<sup>24</sup> und auch die Kohleverstromung spätestens bis 2038<sup>25</sup> keine Rolle mehr spielen wird. Auch Erdgas kann unabhängig davon, ob ihm unter Umständen – als ein im Verhältnis zu anderen fossilen Energieformen je nach Sichtweise emissionsärmerer Energieträger – kurzfristig noch eine gewisse Funktion für das Gelingen der Energiewende zukommen könnte, in einem treibhausgasneutralen Zielsystem keine Rolle mehr spielen. Zwar gehen einige Studien davon aus, dass der Einsatz von Erdgas eine gewisse Funktion als Brücke für die Umstellung energieintensiver Industrieprozesse, wie z.B. Stahlerzeugung, hin zu einer emissionsneutralen Industrie basierend auf erneuerbarem Wasserstoff zukommen könnte. Letztlich wird dies von anderen Studien jedoch nicht als zwingend angesehen. Für die Darstellung wird daher unterstellt, dass soweit Energieszenarien davon ausgehen, dass auch weiterhin gasbefeuerte Kraftwerke für die Versorgungssicherheit von Nöten sind,<sup>26</sup> dass diese zumindest langfristig mit erneuerbarem / „grünem“ Wasserstoff befeuert werden.

Im Hinblick auf den Gebäudesektor fällt auf, dass in **Abbildung 3** im Wesentlichen nicht nach der Quelle der Wärmeerzeugung unterschieden wird. Denn Wärme ist, wie auch Kälte, eine „spezielle“ Form der Energie. Physikalisch gesehen erfasst Wärme nur einen Teil der Energie, nämlich denjenigen, welcher von einem thermodynamischen System aufgenommen oder abgegeben wird. Der andere Teil der Energie ist sogenannte physikalische Arbeit. Vereinfacht gesagt ist Wärme bzw. Kälte somit letztlich nur ein Produkt einer Energieumwandlung und Wärmeenergie kann nur teilweise bzw. mit großen Energieverlust in anderen Energieformen umgewandelt werden. Entsprechend ist die Quelle der Wärmeerzeugung erst im Zusammenhang mit der Darstellung der wesentlichen Technologien der Sektorenkopplung (vgl. im Folgenden **Abbildung 4**) nachvollziehbar.

---

<sup>24</sup> § 7 Abs. 1a Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert Artikel 3 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760).

<sup>25</sup> § 2 Kohleverstromungsbeendigungsgesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1818), zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>26</sup> Vgl. z.B. *Fraunhofer ISE*, Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem, Februar 2020, S. 27 veröffentlicht: [www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem.pdf](http://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.





Strahlungsenergie, abhängig vom Wetter und der Tageszeit, und damit auch die Stromerzeugung aus diesen erneuerbaren Energien. Die Energieerzeugung ist somit stark vom Dargebot abhängig, was Langfristspeicher für Wind- und Dunkelflauten nötig macht. Zum anderen sind die Flächen, auf der Erneuerbare-Energien-Anlagen installiert werden können, knapp. Zudem hängt die Anzahl der zu installierenden Anlagen bzw. genauer der zu installierten Leistung wesentlich davon ab, welche Sektorenkopplungsstrategie gewählt wird und welche Technologien eingesetzt werden sollen. Mit anderen Worten: je mehr Bereiche man nicht direkt elektrifiziert, desto mehr erneuerbare Stromerzeugung braucht man, um – z.B. über erneuerbaren Wasserstoff – diese Bereiche indirekt zu elektrifizieren und ein treibhausgasneutrales Energiesystem zu erreichen. Dies würde wiederum bedeuten, dass mehr Fläche für erneuerbare Energien verfügbar gemacht werden müsste und zudem die Akzeptanz der Bevölkerung in Bezug auf das Errichten von Anlagen eine nicht unwesentliche Herausforderung darstellt.

### 2.3.2 Power to Mobility (P2M)

Erneuerbar erzeugte Elektrizität wird z.B. direktelektrisch über Oberleitungen bzw. batterieelektrisch über Ladeinfrastruktur, unmittelbar im **Verkehrssektor** zum Betrieb von **Elektromotoren** von z.B. Elektro-Pkw, Oberleitungs-Lkw, Oberleitungs-Busse oder über Elektrifizierung von Bahntrassen im Schienenverkehr bereitgestellt (Power to Mobility). Die Übersicht zum Verkehrssektor in **Abbildung 4** vereinfacht und legt den Fokus auf den Straßenverkehr (Kraftverkehr) als einen wesentlichen Teilbereich des Verkehrssektors.

### 2.3.3 Power to Heat (P2H)

„**Power to Heat**“ (P2H) bedeutet so viel wie der Einsatz von Elektrizität aus dem Energiewirtschaftssektor zur Erzeugung von Wärme. Hierbei kann zwischen der Anwendung verschiedener Technologien für die Sektoren Industrie und Gebäude unterschieden werden.

In der **Industrie** wird die P2H-Technologie zur Erzeugung von Prozesswärme in Elektrodenkesseln, mittels Heizstab, Lichtbogen etc. genutzt.<sup>28</sup> Daneben stellt die Kraft-Wärme-Kopplung (2.3.6) die vorherrschende Technologie zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme in der Industrie dar.

Für den **Gebäudesektor** ist nach dezentralen Anwendungen in einzelnen Haushalten und zentrale Versorgung über (Fern-)Wärmenetze zu unterscheiden. In Haushalten kommen als

---

<sup>28</sup> Vertiefend: *Dena*, Factsheet – Industrielle Prozesswärme, 2018, S. 2 f., Online-Veröffentlichung: [www.powertogas.info/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet\\_PowerFuels\\_Stahlprodukt\\_ion\\_Industrielle\\_Prozesswaerme.pdf](http://www.powertogas.info/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet_PowerFuels_Stahlprodukt_ion_Industrielle_Prozesswaerme.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

P2H-Technologien Wärmepumpen und direktelektrische Heizungen zum Einsatz. Zentral wird Wärme in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (2.3.6), Großwärmepumpen und Elektrodenkesseln erzeugt und über Wärmenetze geliefert. **Wärmepumpen** stellen nichts anderes als einen Wärmeerzeuger dar, der unter Zufuhr von Energie (meist Strom) zusätzlich Umweltenergie bei niedriger Temperatur aufnehmen kann und zu Heizzwecken nutzbar macht.

### 2.3.4 Power to Gas (P2G)

„**Power to Gas**“ (P2G) definiert sich im vereinfachten Sinne als Einsatz von Elektrizität, um ein Gas, wie z.B. Wasserstoff – im hier verstandenen Sinne – zumindest klimaneutral<sup>29</sup> zu erzeugen.<sup>30</sup> Zu Beginn steht zumeist der chemische Prozess der (Wasserstoff-)Elektrolyse, bei der Elektrizität eine Reaktion erzwingt, bei dem Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten wird. Zu beachten ist, dass der Wirkungsgrad dieser Technologie deutlich geringer ist als eine direkte Nutzung von Elektrizität, die mit hohen Kosten für die Erzeugung von Wasserstoff verbunden ist<sup>31</sup>. Zudem bedarf die Erzeugung von Wasserstoff eine zusätzliche Menge an erneuerbarem Strom, für dessen Erzeugung wiederum Flächen bereitgestellt werden müssen. Entsprechend ist erneuerbare Elektrizität für die meisten Sektoren die erste Wahl für das angestrebte Ziel der Dekarbonisierung. Die direkte Nutzung von Elektrizität, zum Beispiel im Verkehrssektor mittels Elektro-PKW oder im Gebäudesektor zum Heizen mit Wärmepumpen, ist grundsätzlich wirtschaftlich sinnvoller als der Einsatz synthetischer Kraftstoffe.<sup>32</sup>

Der erzeugte Wasserstoff kann mittels **Methanisierung** weiterverarbeitet werden, um Methan zu erhalten, das in gasförmiger oder verflüssigter Form verwendet werden kann. Das für diesen Prozess benötigte CO<sub>2</sub> kann grundsätzlich aus der Luft entnommen oder bei einem Industrieprozess abgeschieden werden, jedoch sind die entsprechenden Technologien mit sehr hohen Kosten verbunden und die Effektivität der Anwendung stark vom Standort bzw.

---

<sup>29</sup> Hierzu gibt es verschiedene Standpunkte, was als Klimaneutral zu verstehen ist. Teilweise wird auch die Nutzung fossiler Energieträger unter Abscheidung von CO<sub>2</sub> bei Umwandlung (Ergas bei Exploration zu Wasserstoff und dem Verpressen von CO<sub>2</sub> in die explorierten Lagerstätten für Erdgas) bzw. CO<sub>2</sub> bei der Verfeuerung fossiler Energieträger auffangen etc. verstanden.

<sup>30</sup> Vertiefend: *Dena*, Factsheet - Power to X: Technologien, 2018, Online-Veröffentlichung: [www.powertogas.info/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264\\_Power\\_to\\_X\\_Technologien.pdf](http://www.powertogas.info/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Technologien.pdf).

<sup>31</sup> Vertiefend: *Ueckerdt/Bauer/Dirnaichner/Everall/Sacchi/Luderer*, Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation, 2021, Nature Climate Change, <https://dx.doi.org/10.1038/s41558-021-01032-7>.

<sup>32</sup> Vertiefend: *Ueckerdt/Bauer/Dirnaichner/Everall/Sacchi/Luderer*, Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. Nature Climate Change Mai 2021, DOI:10.1038/s41558-021-01032-7.



der CO<sub>2</sub>-Konzentration abhängig.<sup>33</sup> Grundsätzlich kann zwischen der katalytischen Methanisierung, bei der ein Katalysator zum Beispiel auf der Basis von Nickel eingesetzt wird, und der biologischen Methanisierung, die durch Mikroorganismen gesteuert wird, unterschieden werden.

Ein Vorteil von P2G im Rahmen der Sektorenkopplung ist, dass auf diesem Wege bestehende Infrastruktur – wie insbesondere das Erdgasnetz – unter Umständen (um-)genutzt werden kann. Dabei ist jedoch eine detaillierte Betrachtung nötig, in welchen Sektoren welche Bedarfe an (erneuerbaren) Wasserstoff sein werden. Dementsprechend ist grundsätzlich zwischen Fernleitungs- und Verteilnetz zu unterscheiden. Die Umstellung großer Endverbraucher erscheint hier wahrscheinlicher, als die Wärmeerzeugung von Haushalten auf erneuerbares Gas umzustellen.

Zudem besteht bei Gas gegenüber Elektrizität der Vorteil, dass es im Gasnetz und in Gasspeichern gespeichert werden kann. Die CO<sub>2</sub>-freie Herstellung von Wasserstoff / Gas auf Basis von Elektrolyse steht zudem, anderes als die Biogaserzeugung, die dem Sektor Landwirtschaft zuzuordnen ist, nicht in Konflikt mit der Nahrungsmittelproduktion. P2G kann Elektrizität in Wasserstoff etc. „speichern“ und für die Nutzung im Industrie-, Verkehrs-, und Gebäudesektor bereitstellen.

In der **Industrie** kann der mittels P2G erzeugte Wasserstoff z.B. direkt für die Prozesswärmeerzeugung,<sup>34</sup> anstelle von Erdgas, zur Erzeugung der nötigen sehr hohen Temperaturen genutzt werden. Oder es erfolgt eine stoffliche Nutzung (**Power to Chemicals**), bei der der durch Elektrolyse erzeugte Wasserstoff z.B. zu Ammoniak und Methanol verarbeitet wird, welche als wichtige Ausgangsstoffe für Olefine<sup>35</sup> dienen.

Im **Verkehrssektor** kann Wasserstoff direkt in **Brennstoffzellen**, bei denen jedoch nur etwa 40 bis 50 Prozent der ursprünglich eingesetzten elektrischen Energie wieder zurückgewonnen<sup>36</sup> und für den Antrieb genutzt werden kann, eingesetzt werden. Zudem können P2G-Produkte klassisch in Verbrennungsmotoren und Gasturbinen genutzt werden.

---

<sup>33</sup> Vgl. BMWi, Langfristszenarien, Online-Veröffentlichung: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/langfrist-und-klimaszenarien.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/langfrist-und-klimaszenarien.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>34</sup> Fraunhofer ISE, Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Oktober 2019, S. 18, Online-Veröffentlichung: [www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/2019-10\\_Fraunhofer\\_Wasserstoff-Roadmap\\_fuer\\_Deutschland.pdf](http://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/2019-10_Fraunhofer_Wasserstoff-Roadmap_fuer_Deutschland.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>35</sup> Olefin ist ein ungesättigter, acyclischer oder cyclischer Kohlenwasserstoff, der in Ethylen und Propylen aufgespalten werden kann. Die Einsatzgebiete sind vielfältig, so kommen diese bei Kleidung, Autositzen, in Haushaltsprodukten oder Gartenmöbeln vor.

<sup>36</sup> Vgl. Fraunhofer ISI, Klimaschutz im Straßengüterverkehr – Handlungsempfehlungen für Deutschland, 2018, S. 9, Online-Veröffentlichung: [www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2018/Thesen\\_Zukunft\\_StrGüterverkehr.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2018/Thesen_Zukunft_StrGüterverkehr.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

Für den **Gebäudesektor** könnten auch P2G-Produkte genutzt werden, um zentral oder dezentral mittels **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**<sup>37</sup> (vgl. 2.3.6) Gebäude treibhausgasfrei mit Wärme und Elektrizität zu versorgen, wobei dezentral auch **Brennstoffzellen** eingesetzt werden können. Vorteil der KWK ist der verringerte Brennstoffbedarf für die gleichzeitige Strom- und Wärmebereitstellung, wodurch die Schadstoffemissionen stark reduziert werden. Alternativ ist auch eine bloße Verbrennung von P2G-Produkten in Brennwertkesseln zur Wärmeerzeugung möglich, sogenannte Blockheizkraftwerke (BHKW). Kleinere Anlagen werden zwar auf dem Markt angeboten, haben aber einen sehr geringen Anteil an der Strom- und Wärmeerzeugung.

### 2.3.5 Power to Liquid (P2L)

Im Rahmen von **Power to Liquid (P2L)** kann der durch Elektrolyse erzeugte Wasserstoff genutzt werden, um ihn zu treibhausgasfreien bzw. -neutralen, flüssigen Kohlenwasserstoffen / Kraftstoffen – sogenannten „e-fuels“ – weiterzuverarbeiten.<sup>38</sup> Zur Herstellung von e-fuels kann die **Methanisierung** (s. o. 2.3.4) oder die **Fischer-Tropsch-Synthese** angewandt werden.

Die **Fischer-Tropsch-Synthese** nutzt Wasserstoff und Kohlenmonoxid, um einen flüssigen Kraftstoff zu erzeugen, der anschließend raffiniert wird. Ein Vorteil der Methode ist, dass neben Wasserstoff auch andere energiereiche Rohstoffe, wie z.B. Biogas, Holz, landwirtschaftliche und häusliche Abfälle, als Ausgangsstoffe genutzt werden können.

Aus organischen Abfällen können durch **Pyrolyse** Kohlenwasserstoffe zur Herstellung von synthetischen Kraftstoffen gewonnen werden. Pyrolyse kann vereinfacht als verkürzter und künstlicher Prozess der Erdölentstehung oder der Kohleentstehung im Labor beschrieben werden. Dabei werden beliebige organische Stoffe unter Luftabschluss, je nach Verfahren und insbesondere bei feuchten Ausgangsstoffen auch unter Druck, auf Temperaturen zwischen 200°C und 800°C erhitzt, wobei größtenteils das Vorhandensein von Wasser in den organischen Stoffen nicht hinderlich ist.

Die e-fuels könnten z.B. anstelle von Diesel zur Verbrennung in **Brennwertkesseln** im **Gebäudesektor** genutzt werden, fossile Kraftstoffe im **Verkehrssektor** ersetzen oder in der **Industrie** stofflich genutzt werden.

---

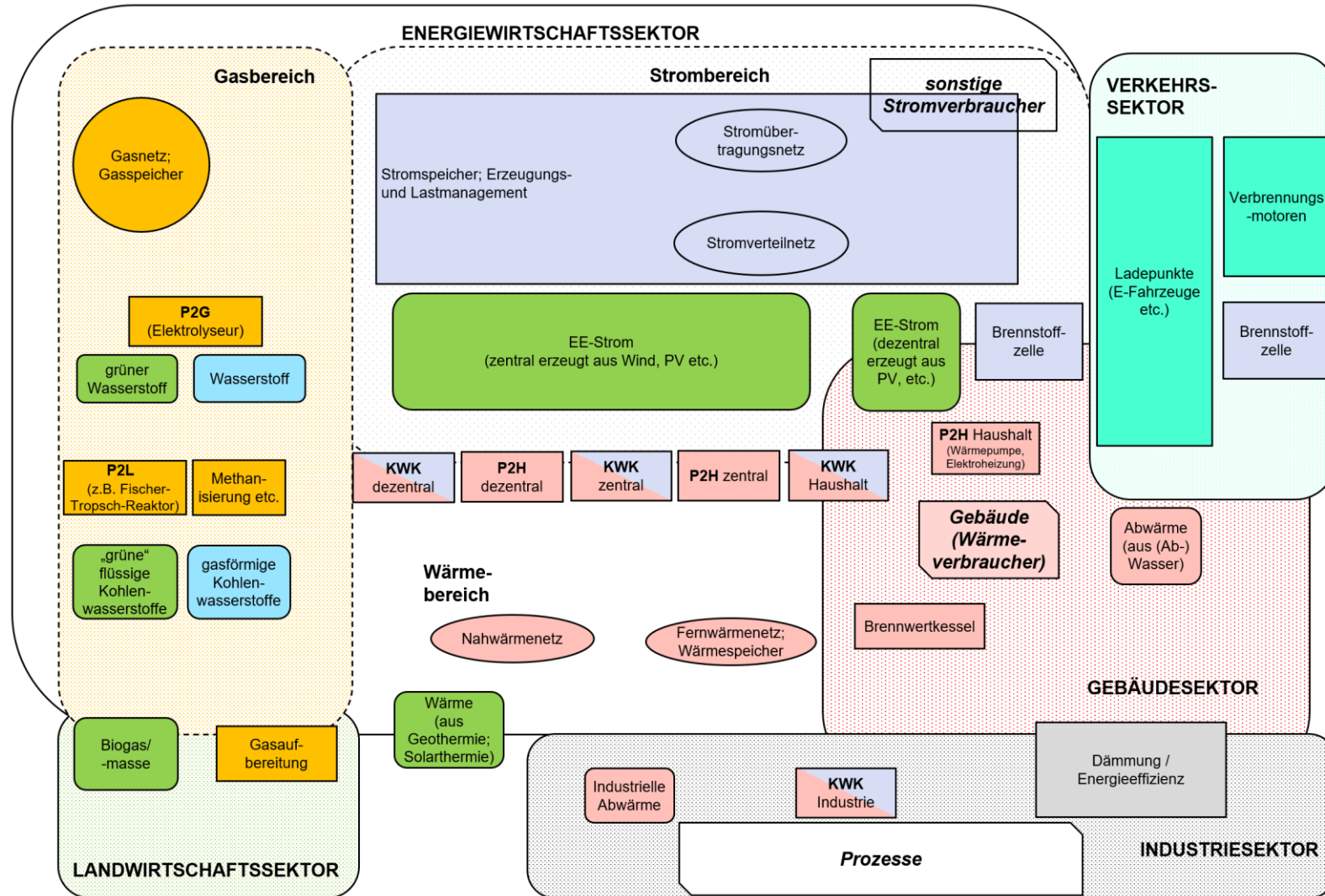
<sup>37</sup> KWK ist die gleichzeitige Gewinnung und Nutzung von mechanischer Energie und Wärme. Die mechanische Energie wird in der Regel unmittelbar, z.B. über Dampfturbinen in elektrischen Strom umgewandelt. Die Wärme wird zum Heizen über Nah- oder Fernwärmenetze oder als Prozesswärme für Produktionsprozesse genutzt.

<sup>38</sup> Vertiefend: *Dena*, Factsheet - Power to X: Technologien, 2018, Online-Veröffentlichung: [www.powertogas.info/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264\\_Power\\_to\\_X\\_Technologien.pdf](http://www.powertogas.info/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Technologien.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

### **2.3.6 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**

Unter **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)** ist die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Energie, wie z.B. erneuerbaren Wasserstoff, durch Verbrennung in mechanische und letztliche Umwandlung in elektrische Energie und nutzbare Wärme innerhalb eines thermodynamischen Prozesses zu verstehen. Die parallel zur Stromerzeugung produzierte Wärme kann ausgekoppelt in Wärmenetze eingespeist und so zur Beheizung und Warmwasserbereitung genutzt oder für Produktionsprozesse (insb. der Industrie) eingesetzt werden. Der Einsatz der KWK mindert den Energieeinsatz.

KWK steht damit als eine Option zur Verfügung um P2G- und P2L-Produkte energieeffizient zur Rückverstromung zu verwenden. KWK-Kraftwerke können als steuerbare Kraftwerke in einem treibhausgasneutralen Energiesystem zur Bereitstellung von Residuallast genutzt werden.



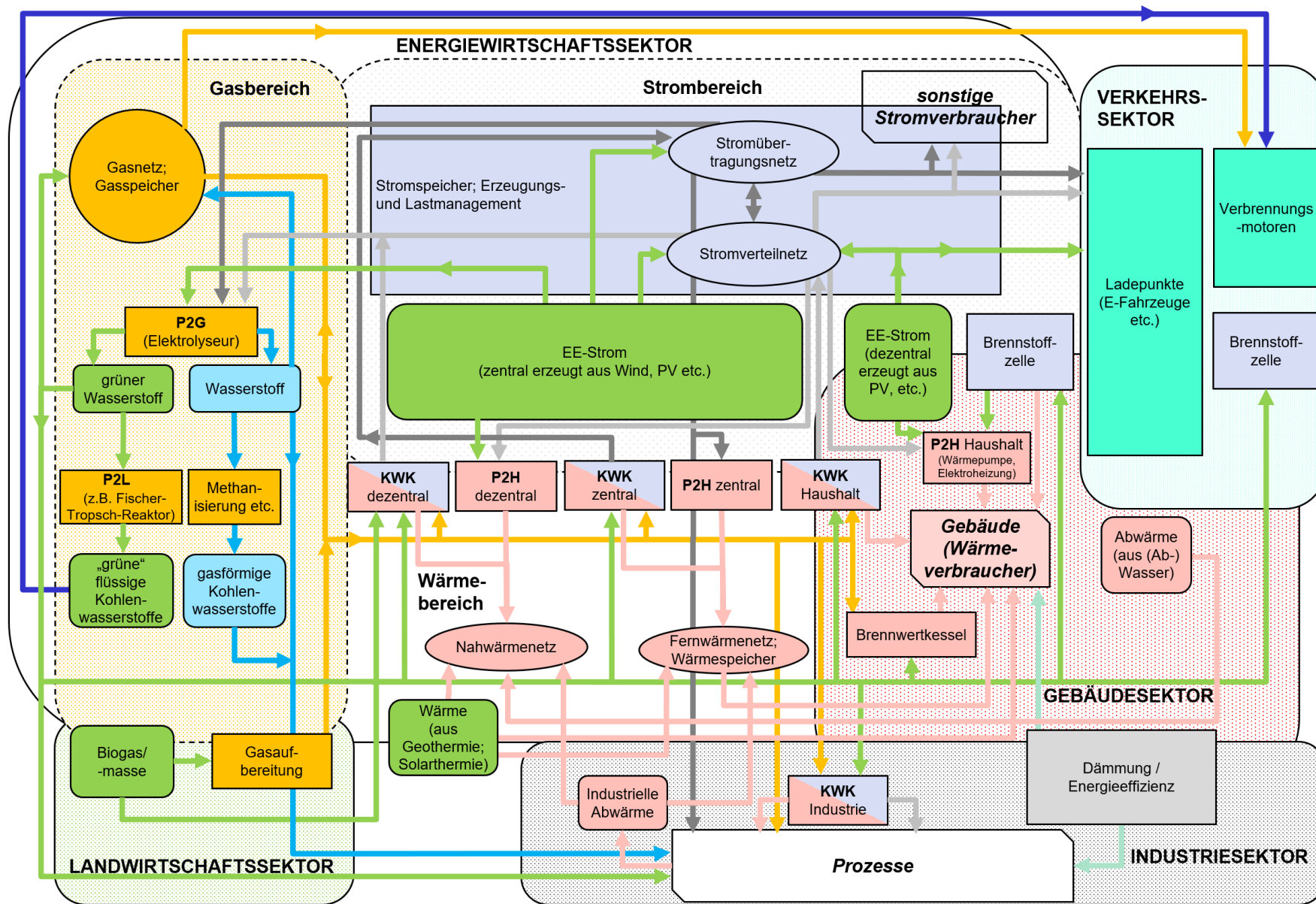
Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 5: Energieträger und Technologien den Sektoren zugeordnet.

## 2.4 Energieflüsse zwischen den Sektoren

In **Abbildung 6** werden vereinfacht die wesentlichen Energieflüsse in und zwischen den Sektoren in Form von farbigen Pfeilen, anknüpfend an den Energieträgern (vgl. **Abbildung 3**), dargestellt, wobei folgende Energieträger unterschieden werden: erneuerbar erzeugter Strom (grün), mit konventionell erzeugtem Strom gemischter Strom (grau), Wärme (rot), Erdgas und andere fossile Kohlenwasserstoffe (gelb), Wasserstoff, soweit nicht 100 Prozent erneuerbar erzeugt (hellblau), und synthetisch aus erneuerbaren Energien erzeugte flüssige Kohlenwasserstoffe (dunkelblau).





Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 6: Energieflüsse zwischen den Sektoren.

## 2.5 Zwischenfazit

In diesem Abschnitt konnte durch die dargestellte Systematisierung und die Erläuterungen ein Überblick über die verschiedenen technisch-systemischen Ansätze zur Sektorenkopplung gegeben werden. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass unter dem Ziel der Einreichung der Klimaschutzziele (nahezu) alle Sektorenkopplungspfade ihren Ursprung in der Erzeugung von Strom durch Erneuerbare-Energien-Anlagen haben. Anschließend können dann unter Rückgriff auf verschiedene Technologien unterschiedliche Umwandlungsschritte der Sektorenkopplung erfolgen.

Für eine umfassende Bewertung, welche Sektorenkopplungsoptionen für welche Bereiche und Anwendungen aus technisch-systemischer Sicht vorzugswürdig erscheinen, sind verschiedene (Bewertungs-)Dimensionen zu beachten. Exemplarisch genannt werden können Kosten für die entsprechende Infrastruktur, die erreichbaren Energiedichten der Technologien und die Höhe der Umwandlungsverluste.

Gerade der letztgenannte Aspekt zeigt auf, dass mit jedem Umwandlungsschritt der Bedarf an erneuerbar erzeugten Strom steigt und somit im Kontext einer Flächenknappheit (sowohl in Deutschland als auch aufgrund der erwarteten Konkurrenzsituation um die weltweit attraktivsten Standorte für Erneuerbare-Energien-Anlagen) sowie einer damit möglicherweise einhergehenden Akzeptanzproblematik *ceteris paribus* grundsätzlich für ein möglichst hohes Maß der direkten Nutzung von Strom spricht. Eine generelle Aussage zur Nutzung einzelner Technologien lässt sich jedoch nur im Kontext der weiteren Dimensionen ableiten. Dabei ist stets für die einzelnen Bereiche eine Abwägung der verschiedenen Aspekte durchzuführen.

Eine umfassende Schlussfolgerung, welche Rolle die einzelnen Technologien in welchen Bereichen und Anwendungen schlussendlich spielen sollten, kann an dieser Stelle nicht geleistet werden. Es soll allerdings darauf hingewiesen werden, dass unter Rückgriff auf vorliegendes technisch-systemisches Wissen, der aufgezeigte Bedarf einer differenzierten Betrachtung sinnvoller Einsatzmöglichkeiten einzelner Technologien gegen eine breite – und damit nicht sektor- und anwendungsbezogene Förderung – der dargestellten Technologieoptionen spricht. Verstärkt wird diese Aussage auch durch den Bedarf an (leitungsgebundener) Infrastruktur für viele Technologien bzw. Sektorenkopplungsoptionen, der i. d. R. recht spezifisch ist, einen sehr hohen Anteil an Fixkosten aufweist und häufig einen langen Vorlauf aufgrund entsprechender Planungs- und Genehmigungsverfahren charakterisiert ist.

Auf Basis dieser – hier allerdings recht verkürzt – dargestellten Argumentation lassen sich unterschiedliche Transformationspfade identifizieren und bewerten,<sup>39</sup> mit denen die bis 2045 angestrebten Klimaziele erreicht werden sollen. Auch wenn bisher keine Entscheidung getroffen werden, welcher der möglichen Transformationspfade beschriftet werden soll, werden im folgenden Abschnitt einige zentrale rechtliche Ansätze und Hemmnisse für die Sektorkopplung angeschnitten und kurz erläutert.

---

<sup>39</sup> Vgl. bspw. Erkenntnisse der Langfristszenarien im Auftrag des BMWi, Online-Veröffentlichung: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/langfrist-und-klimaszenarien.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/langfrist-und-klimaszenarien.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.; vertiefend: BMWi, Wie kann das Energiesystem der Zukunft aussehen?, Schlaglichter März 2021, Online-Veröffentlichung: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2021/03/kapitel-1-7-wie-kann-das-energiesystem-der-zukunft-aussehen.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2021/03/kapitel-1-7-wie-kann-das-energiesystem-der-zukunft-aussehen.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.



### 3 Zentrale rechtliche Ansätze und Hemmnisse der Sektorenkopplung

**Literatur:** *Buchmüller/Hennig* (2016): Zuschaltbare Lasten, Innovationsausschreibungen, Experimentierklauseln und vieles mehr – Die Entstehung eines Rechtsrahmens für die Sektorkopplung?, ZNER 2016, S. 384 ff.; *Schäfer-Stradowsky/Albert/Lerm/Hartwig/Sterniczuk/Timmermann/Zeccola/Schnittker* (2017): Die drängendsten Fragen der Energiewende aus juristischer Sicht, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/11/Die drängendsten Fragen der Energiewende aus juristischer Sicht.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/11/Die_dr%C3%A4ngendsten_Fragen_der_Energiewende_aus_juristischer_Sicht.pdf); *Held*, in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, K. Sektorenintegration, 2021, C.H. Beck; IKEM (2017): Regulatorische Anknüpfungspunkte für die Sektorenkopplung, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/regulatorische-anknuepfungspunkte-fuer-die-sektorenkopplung/](http://www.ikem.de/regulatorische-anknuepfungspunkte-fuer-die-sektorenkopplung/); *Schäfer-Stradowsky/Held* (2020): Der Rechtsrahmen für die Sektorenkopplung – Hemmnis und Chance zugleich, e-World Magazine, November 2020, S. 17 ff, Online-Veröffentlichung, [www.energategemagazine.de/de/profiles/c3bf0b9b0d37-energategemagazine/editions/e-word-magazin-3-2020/pages/page/9](http://www.energategemagazine.de/de/profiles/c3bf0b9b0d37-energategemagazine/editions/e-word-magazin-3-2020/pages/page/9); *Wietschel/Plötz/Pfluger/Klobasa/Eßer/Haendel/Müller-Kirchenbauer/Kochems/Hermann/Grosse/Nacken/Küster/Pacem/Naumann/Kost/Kohrs/Fahl/Schäfer-Stradowsky/Timmermann/Albert* (2018): Sektorkopplung – Definition, Chancen und Herausforderungen, Forschungsbericht erstellt im Rahmen des Kopernikus Projekts ENavi, Fraunhofer ISI, Working Paper Sustainability and Innovation No. S 01/2018, Online-Veröffentlichung, [www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018\\_Sektorkopplung\\_Wietschel.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018_Sektorkopplung_Wietschel.pdf).

Der Klimaschutz und das Erreichen der im Klimaschutzabkommen von Paris zugrunde gelegten Klimaschutzziele erfordern in den kommenden Jahrzehnten einen grundlegenden Wandel der Energiewirtschaft. Für die Sektorenkopplung und die Netzintegration stehen neben einer direkten Elektrifizierung unter Nutzung erneuerbarer Energien verschiedene, bereits aufgezeigte Technologien (2.3) zur Verfügung, insbesondere Power to Heat (P2H) und Power to Gas (P2G), bzw. Power to Chemistry (P2C). Alle Technologien haben jedoch in der Regel gemein, dass ihr Einsatz bzw. ihre Verwendung in größerem Maßstab unter den aktuellen rechtlichen und wirtschaftlichen Bedingungen, vor allem auf Grund der Kosten für den Strombezug (vgl. 3.1.3), gegenüber den fossilen Technologien nicht rentabel sind.

Nachfolgend wird eine kurze Übersicht über die wesentlichen bestehenden Anknüpfungspunkte für die Sektorenkopplung im Rechtsrahmen gegeben und – soweit relevant – auf die sich daraus ergebenden Hemmnisse für die Sektorenkopplung eingegangen. Dabei wird an die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Systematisierung angeknüpft. Der Übersichtlichkeit halber erfolgt die Darstellung „sektorenscharf“, in der Reihenfolge ihres

insgesamt zum Gelingen der Energiewende zu leistenden Beitrags. Dies ist auch damit zu begründen, dass der bestehende Rechtsrahmen zur Sektorenkopplung grundsätzlich „sektorenscharf“ ist und allenfalls punktuell eine „sektorenübergreifende“ Regelung vorsieht. Ein ganzheitlicher Ansatz, z.B. in Form eines Sektorenkopplungsgesetzes, der nicht nur Regelungen mit Blick auf die Wirkungen in einem Sektor, sondern auf die damit sektorenübergreifend verbundenen Treibhausgasemissionsminderungen trifft, ist bislang nicht erkennbar. Fraglich ist jedoch, ob ein Sektorenkopplungsgesetz einen rechtlichen bzw. rechtspolitischen Mehrwert bringen würde.

Um das Gelingen der Energiewende zu gewährleisten, erscheinen punktuelle Regelungsbündel in den jeweiligen Fachgesetzen sinnvoll und sachgerechter. Denn die Sektorenkopplung ist letztlich ein Instrument zur Erreichung der Klimaschutzziele. Auf diese Weise können in den einzelnen Sektoren passgerechte Regelungen zur Verzahnung dieser getroffen werden – ohne die Komplexität des Energierechts zu erhöhen.

Jüngere Entwicklungen in der Gesetzgebung deuten darauf hin, dass der Gesetzgeber die Chancen der Sektorenkopplung zur Stärkung der Versorgungssicherheit erkannt und sich der Notwendigkeit für das Erreichen der Klimaziele grundsätzlich bewusst ist. So wurde im Energiewirtschaftsgesetz nach § 1a Abs. 3 S. 2 EnWG ausdrücklich die „*effiziente Kopplung des Wärme- und des Verkehrssektors mit dem Elektrizitätssektor*“ zu einem der „Grundsätze des Strommarktes“ erhoben. Die Regelung in § 1a Abs. 3 S. 2 EnWG ist älter als das Klimaschutzgesetz, womit sich die Verwendung von Wärmesektor statt Gebäudesektor und Elektrizitätssektor statt Energiewirtschaftssektor erklären lässt.

Zudem finden sich bereits einzelne Regelungen in verschiedenen Gesetzen, die die Sektorenkopplung fördern. Hinsichtlich dieser Regelungen muss festgestellt werden, dass diese überwiegend untergesetzlich, also auf Verordnungsebene,<sup>40</sup> geregelt worden sind oder die Regelung auf diese Weise erfolgen soll.<sup>41</sup> Inwieweit man so dem neuesten Grundsatz des Energiewirtschaftsrechts gerecht wird, ist fraglich.<sup>42</sup>

Grundsätzlich ist jedoch anzumerken, dass bisher nicht hinreichend geklärt ist, welche Grundsatzstrategie und damit welche der technisch-systemisch möglichen Sektorenkopplungspfade beschränkt werden soll. Aus diesem Grund kann aus Sicht der

---

<sup>40</sup> Vgl. IKEM, Regulatorische Anknüpfungspunkte für die Sektorenkopplung, September 2017, Online-Veröffentlichung: [www.ikem.de/regulatorische-anknuepfungspunkte-fuer-die-sektorenkopplung/](http://www.ikem.de/regulatorische-anknuepfungspunkte-fuer-die-sektorenkopplung/), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>41</sup> So auch: Buchmüller/Hennig, Zuschaltbare Lasten, Innovationsausschreibungen, Experimentierklauseln und vieles mehr – Die Entstehung eines Rechtsrahmens für die Sektorenkopplung?, ZNER 2016, S. 384 ff. (391).

<sup>42</sup> So auch Schäfer-Stradowsky/Held, Der Rechtsrahmen für die Sektorenkopplung – Hemmnis und Chance zugleich, e-World Magazine, November 2020, S. 17 ff, [www.energate-magazine.de/de/profiles/c3bf0b9b0d37-energate-magazine/editions/e-word-magazin-3-2020/pages/page/9](http://www.energate-magazine.de/de/profiles/c3bf0b9b0d37-energate-magazine/editions/e-word-magazin-3-2020/pages/page/9), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

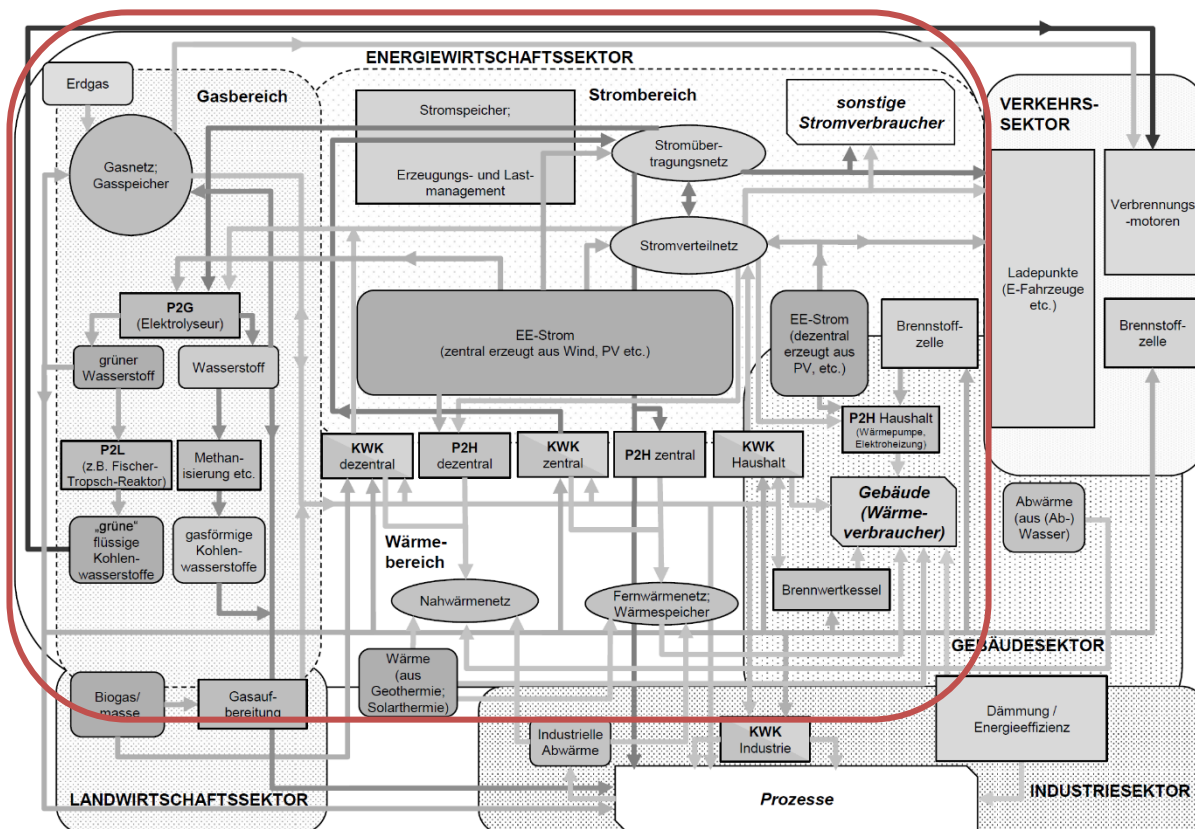
Autoren eine umfassende und vertiefende Analyse zur Weiterentwicklung des rechtlichen Rahmens derzeit nicht bzw. nur bedingt erfolgen. In Folge der Unsicherheit über den zukünftig zu beschreitenden Sektorenkopplungspfad kann allerdings geschaut werden, welche Technologien in welchen Sektoren bzw. Bereichen in allen realistisch denkbaren Sektorenkopplungspfaden Anwendung finden. Wird für bestimmte Bereiche bzw. Anwendungen in allen Pfaden – wobei stets auch weitere Faktoren wie die räumliche Auflösung, die notwendigen Kapazitäten und mögliche Wechselwirkungen mit anderen Bereichen etc. Beachtung finden sollten – die gleiche Technologie verwendet, können auch bereits heute vertiefte Aussagen über die Gestaltung des institutionellen Rahmens getroffen werden. Für Bereiche, in denen nach den verschiedenen Pfaden unterschiedliche Technologien für einen Bereich verwendet werden, lassen sich bereits heute zumindest partiell vertiefende Analysen durchführen; es stellt sich allerdings vielmehr die Frage, wann entsprechende (Grundsatz-)Entscheidungen zum institutionellen Rahmen für diesen Bereich getroffen werden sollten. Dabei ist stets auch mitzudenken, wie der für eine Entscheidung notwendige Wissensaufbau durch die Ausgestaltung des Regelrahmens angereizt bzw. zumindest unterstützt werden kann.<sup>43</sup>

Die voranstehenden Ausführungen berücksichtigend erfolgen in den nachfolgenden Teilabschnitten dieses Abschnitts einzelne Anmerkungen und Denkanstöße, die zu einer Weiterentwicklung des Rechtsrahmens beitragen sollen.

---

<sup>43</sup> Vgl. für eine ausführlichere Darstellung *Beckers/Bieschke*, Gestaltungsoptionen für die Koordination im Mehrebenensystem und die Organisation der kommunalen (Energie-)Infrastruktur-Systeme im Kontext der Sektorkopplung – Eine (institutionen-)ökonomische Analyse, Vortrag auf der Tagung „Kommunale Sektorkopplung und Infrastrukturen – Status quo und Reformbedarf aus (institutionen-)ökonomischer und juristischer Perspektive“ am 06. Dezember 2019 in Berlin, Online-Veröffentlichung: [www.wip.tu-berlin.de/fileadmin/fg280/veranstaltungen/2019\\_12\\_06\\_tagung\\_kommunale\\_sektorkopplung/presentationen/12.45\\_beckers.pdf](http://www.wip.tu-berlin.de/fileadmin/fg280/veranstaltungen/2019_12_06_tagung_kommunale_sektorkopplung/presentationen/12.45_beckers.pdf), zuletzt abgerufen am 15.0.2021.

### 3.1 Energiewirtschaftssector



**Literatur:** BDEW (2019): Diskussionspapier – Marktregeln für eine erfolgreiche Sektorkopplung, Online-Veröffentlichung, [www.bdew.de/media/documents/Stn\\_20190528\\_Diskussionspapier-Marktregeln-Sektorkopplung.pdf](http://www.bdew.de/media/documents/Stn_20190528_Diskussionspapier-Marktregeln-Sektorkopplung.pdf); BDEW (2017): Positionspapier: 10 Thesen zur Sektorkopplung, Online-Veröffentlichung, [www.bdew.de/service/stellungnahmen/10-thesen-sektorkopplung/](http://www.bdew.de/service/stellungnahmen/10-thesen-sektorkopplung/); Doderer/Schäfer-Stradowsky/Antoni/Metz/Knoll/Borger (2020): Denkbare Weiterentwicklungsoptionen für die umfassende Flexibilisierung des Energiesystems und die Sektorkopplung, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/04/20201\\_IKEM\\_WindNODE\\_Gutachten\\_Weiterentwicklungsoptionen\\_Flexibilisierung\\_Sektorkopplung.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/04/20201_IKEM_WindNODE_Gutachten_Weiterentwicklungsoptionen_Flexibilisierung_Sektorkopplung.pdf); E4tech/Fraunhofer IEE (2018): Das gekoppelte Energiesystem – Vorschläge für eine optimale Transformation zu einer erneuerbaren und effizienten Energieversorgung, Online-Veröffentlichung, [www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/20171215\\_StudieBEE\\_SektorenKopplung\\_FINAL.PDF](http://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/20171215_StudieBEE_SektorenKopplung_FINAL.PDF); EY/BET/wik (2019): Gutachten Digitalisierung der Energiewende – Topthema 2: Regulierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung, Online-Veröffentlichung, [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/digitalisierung-der-energiewende-thema-2.pdf](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/digitalisierung-der-energiewende-thema-2.pdf); Knoll/Witting/Antoni (2020): Das Smart Grid – Eine neue Infrastruktur und deren Beitrag zur stabilen Stromversorgung, Rethinking Law, 5/2020, S. 47-51; Rodi/Liebheit, in: Theobald, Ch. (Hrsg.): Handbuch des Energiewirtschaftsrechts, Energie- und Stromsteuern, 2020, C.H. Beck; Rodi, in: Dünkel/Fahl/Hardtke/Harrendorf/Regge/Sowada (Hrsg.), Strafrecht - Wirtschaftsstrafrecht -

Steuerrecht - Gedächtnisschrift für Wolfgang Joecks, Die Zukunft der Energiesteuern im Rahmen der Energiewende S. 739-752, 2018 Beck C. H., München; *Wietschel/Plötz/Pflugler/Klobasa/Eßer/Haendel/Müller-Kirchenbauer/Kochems/Hermann/Grosse/Nacken/Küster/Pacem/Naumann/Kost/Kohrs/Fahl/Schäfer-Stradowsky/Timmermann/Albert* (2018): Sektorkopplung – Definition, Chancen und Herausforderungen, Working Paper Sustainability and Innovation No. S 01/2018, Online-Veröffentlichung, [www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018\\_Sektorkopplung\\_Wietschel.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP01-2018_Sektorkopplung_Wietschel.pdf); *Held*, in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, K. Sektorenintegration, 2021, C.H. Beck; IKEM (2018): KEROSyn100, Regulatorische Hemmnisse und Anreizmechanismen für den Einsatz synthetischer Kraftstoffe in der Luftfahrt, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/05/20200528\\_IKEM\\_KeroSyn100\\_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/05/20200528_IKEM_KeroSyn100_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf); *Leopoldina/acatech/Union der dt. Akademien der Wissenschaften* (2017): „Sektorkopplung“ – Optionen für die nächste Phase der Energiewende, Online-Veröffentlichung, [www.acatech.de/publikation/sektorkopplung-optionen-fuer-die-naechste-phase-der-energiewende/](http://www.acatech.de/publikation/sektorkopplung-optionen-fuer-die-naechste-phase-der-energiewende/); *Transnet BW* (2020): Studie: Stromnetz 2050, Online-Veröffentlichung, [www.transnetbw.de/de/stromnetz2050/content/TransnetBW\\_Studie\\_Stromnetz2050\\_und\\_Poster\\_Summary.zip](http://www.transnetbw.de/de/stromnetz2050/content/TransnetBW_Studie_Stromnetz2050_und_Poster_Summary.zip).

Die **direkte Elektrifizierung** wesentlicher Energiebedarfe, also die direkte Nutzung von erneuerbarer Elektrizität in allen Sektoren als Primärenergiequelle, spielt eine entscheidende bzw. zentrale Rolle, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Dies bedeutet eine weitere Verbreitung der Elektromobilität (vertiefend 3.3.1), einen Zuwachs an elektrischen Wärmepumpen (vertiefend 3.4.1.3) und die **indirekte Elektrifizierung** der Sektoren, auf Basis von „grünem“ – aus erneuerbarer Elektrizität erzeugtem - Wasserstoff, die nicht direkt elektrifiziert werden können, wie z.B. bestimmte industrielle Prozesse (vertiefend 3.2) oder Bereiche des Verkehrssektors (dazu 3.3.1), insbesondere den Bereich der Luftfahrt. Entsprechend steigt mit der voranschreitenden Sektorenkopplung der Elektrizitätsbedarf weiter deutlich an.<sup>44</sup> Die Bundesregierung hingegen rechnet bis zum Jahr 2030 noch immer mit einem stagnierenden Elektrizitätsverbrauch.<sup>45</sup>

Der **Zubau von Energieerzeugungsanlagen** aus vor allem Wind- und Solarenergie bleibt aktuell noch hinter dem zurück, was einschlägige Studien als für die Energiewende für

---

<sup>44</sup> Vgl. *Agora Energiewende*, Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht, S. 17, Online-Veröffentlichung: [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020-09\\_DE-Call\\_for\\_Action\\_Industry/A-EW\\_204\\_Klimaneutralitaet-2050\\_Was-Industrie-von-Politik-braucht\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020-09_DE-Call_for_Action_Industry/A-EW_204_Klimaneutralitaet-2050_Was-Industrie-von-Politik-braucht_WEB.pdf), zuletzt angerufen am 31.03.2021.

<sup>45</sup> Vgl. BT-Drs. 19/17362, S. 3.

erforderlich und zwingend notwendig.<sup>46</sup> Expressis verbis ist das Ziel für den Energiewirtschaftssektor ein weiterer Zubau von erneuerbarer Stromerzeugungskapazität. Neben **erweiterten Zu- bzw. Ausbaukorridoren** kommt es hier vor allem auf die Verfügbarkeit geeigneter **Flächen** (Planungsrecht auf Ebene der Bundesländer, Rechtsschutzfragen) und einer Steigerung der **Akzeptanz** für die Errichtung der entsprechenden EE-Anlagen bei den betroffenen Bürgern an.<sup>47</sup> Andernfalls kann die erforderliche erneuerbare (direkte bzw. indirekte) Elektrifizierung aller Sektoren nicht rechtzeitig bis zum Jahr 2045 gelingen. Die Bereitstellung von ausreichend erneuerbar erzeugtem Strom ist somit die erste Bedingung, die erfüllt sein muss, damit die Elektrifizierung der anderen Sektoren mittels der Sektorenkopplung erfolgen kann.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch ist wegen des stetigen Ausbaus erneuerbarer Energien in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Im Jahr 2020 stieg der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch, wegen eines gleichzeitig deutlich gesunkenen Gesamtstromverbrauchs aufgrund der Corona-Pandemie, von 42 Prozent im Jahr 2019 auf 45,4 Prozent.<sup>48</sup>

---

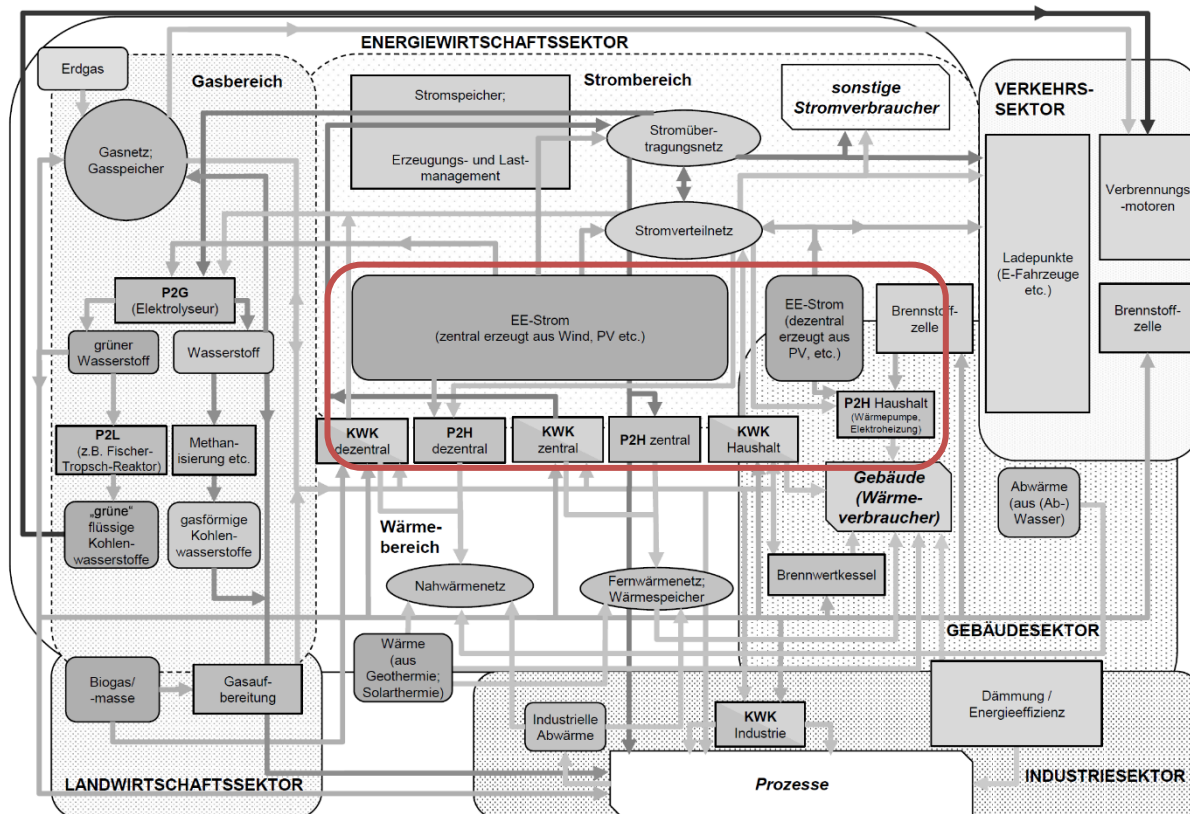
<sup>46</sup> Vgl. z.B. *BBH/LBST/Fraunhofer ISE/IKEM*, Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen, November 2018, S. 5 ff, Online-Veröffentlichung: [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/iek-2050.pdf](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/iek-2050.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>47</sup> Vertiefend: *Weidinger*, in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, F. VI. Akzeptanz von EE-Anlagen, 2021, C.H. Beck.

<sup>48</sup> *AGEE-Sat*, Erneuerbare Energien in Deutschland, Daten zur Entwicklung im Jahr 2020, März 2020, S. 6 f., Online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021\\_hgp\\_erneuerbareenergien\\_deutsch\\_bf.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_hgp_erneuerbareenergien_deutsch_bf.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.



### 3.1.1 Stromerzeugung – Fokus erneuerbare Energien



Das stetige Ziel des Anstiegs an erneuerbaren Energien ist auch gesetzlich festgeschrieben: Art. 3 der Erneuerbare-Energien-Richtlinie aus 2018<sup>49</sup> sieht für die Europäische Union einen Anteil von mindestens 32 Prozent erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2030 vor. Entsprechend hat Deutschland sich für das Jahr 2030 das Ziel gesetzt, einen Anteil von 65 Prozent des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch zu erreichen (§ 1 Abs. 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021)).<sup>50</sup> Vor 2050 soll der gesamte Strom, der im Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (Bundesgebiet) erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt werden. Entsprechend sieht § 1 Abs. 4 EEG 2021 einen stetigen, kosteneffizienten und netzverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien vor.

Die monetäre **Förderung der Erzeugung von EE-Strom** ist in §§ 19 ff. EEG 2021 bzw. § 24 Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG)<sup>51</sup> geregelt. Das EEG sieht eine 20-jährige

<sup>49</sup> Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.

<sup>50</sup> Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>51</sup> Windenergie-auf-See-Gesetz vom 13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258, 2310), zuletzt geändert durch Artikel 19 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

Betriebsbeihilfe in Form eines Zahlungsanspruchs (§ 19 EEG 2021) pro erzeugter kWh vor. Durch Betriebsbeihilfen wird die laufende Grünstromerzeugung finanziell gefördert. Angesetzt wird dafür am Strompreis. Je nach Fördermodell werden Aufpreise für erneuerbar erzeugten Strom gezahlt, oder zumindest von Preisschwankungen des Strommarkts unbeschadete Garantiepreise festgelegt. Die Höhe dieser Betriebsbeihilfe wird im Wesentlichen durch sogenannte Ausschreibungen (§§ 22, 28 ff. EEG 2021) bestimmt. An dieser Stelle sei auch auf die Regelung in § 19 Abs. 3 EEG 2021 hingewiesen. Denn die mit der Zwischenspeicherung von Strom einhergehenden energetischen Verluste werden bei der Berechnung des Zahlungsanspruchs nicht berücksichtigt (§ 19 Abs. 3 S. 3 EEG 2021).

Neben den in Deutschland vorgesehenen Betriebsbeihilfen gibt es sogenannte Herkunftsnachweise, die z.B. im Rahmen eines Quotenmodelles für die Förderung erneuerbarer Energien genutzt werden können.<sup>52</sup> In Deutschland dienen Herkunftsnachweise allein der Kennzeichnung des ungefördert erneuerbar erzeugten Stromes<sup>53</sup> (vgl. § 79 EEG 2021 i. V. m. §§ 7 ff. Erneuerbare-Energien-Verordnung (EEV)<sup>54</sup> und Herkunfts- und Regionalnachweis- Gebührenverordnung (HkRNGebV),<sup>55</sup> § 42 EnWG).

### **HEMMNISSE**

Hemmnisse für die Erneuerbaren finden sich in den bestehenden gesetzlichen Regelungen, die die Flächenverfügbarkeit bedingen. Das gegenwärtige **Planungsregime** (u.a. Raumordnung und Bauleitplanung der Kommunen) berücksichtigt nicht, wo in Deutschland welche Kapazitäten installiert werden sollen. Insoweit könnte man davon sprechen, dass eine Bedarfsplanung fehle,<sup>56</sup> was sich wiederum auch bei der Herausforderung für die (Übertragungs-)Netzplanung zeigt. Eine regionale Steuerung des EE-Ausbaus von erneuerbaren Energien findet im Rahmen der Ausschreibungsverfahren nach dem EEG nur wenig systematisch statt, indem Zuschläge und damit der Zubau nach dem EEG 2017 in

---

<sup>52</sup> So hat z.B. Schweden mit Wirkung vom 01.01.2012 durch das Gesetz 2011:1200 über Stromzertifikate (lagen [2011:1200] om elcertifikat) ein Quotenmodell eingeführt. Dieses verpflichtet Stromversorger, bestimmte Stromverbraucher und energieintensive Unternehmen zum jährlichen Erwerb von Stromzertifikaten, die für die Erzeugung von erneuerbarem Strom ausgestellt wurden, im angemessenen Verhältnis zu ihren Stromverkäufen und ihrem Verbrauch bis zu einem festgelegten Datum (Kapitel 4, §§ 1 und 4 Gesetz 2011:1200). Für die Nichterreichung der Quote können Strafzahlungen festgelegt werden.

<sup>53</sup> *Antoni/Kalis*, Grün vs. Grau – Begriff, Nachweis und Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft erneuerbaren Stroms, ZNER 2020, 382 ff.

<sup>54</sup> Erneuerbare-Energien-Verordnung vom 17. Februar 2015 (BGBl. I S. 146), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>55</sup> Herkunfts- und Regionalnachweis- Gebührenverordnung vom 17. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2703), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>56</sup> *Hermes*, ZUR 2014, 259 ff.; *Franzius*, ZUR 2018, 3.; so im Wesentlichen schon *Krawinkel*, ZNER 2012, 461 ff.



sogenannten „Netzausbaugebieten“ (Gebiete, in denen das Übertragungsnetz besonders stark überlastet ist, vgl. § 36c EEG 2017) begrenzt wurde und ab 2022 über die sogenannte „Südquote“ nach § 36d EEG 2021 gesteuert wird.<sup>57</sup> Anders als der Übertragungsnetzausbau, der planungsrechtlich eingerahmt ist, fehlt es auf der vorgelagerten Ebene, im Hinblick auf die Energieerzeugung, an geeigneten planungsrechtlichen Vorgaben. Gerade der Wechsel in der EEG-Förderung – von der Preissteuerung zu einer Mengensteuerung – im Rahmen eines Ausschreibungsmodells verlangt jedoch den Einsatz von Planungsinstrumenten.<sup>58</sup> Das regulierungsrechtliche Ausschreibungsmodell mit dem Ziel einer flächendeckenden, wettbewerblichen Bestimmung der Förderhöhe setzt letztlich voraus, dass im Vorfeld eine gewisse Bedarfsplanung für EEG-Anlagen stattgefunden hat.<sup>59</sup> Denn wie die letzten, deutlich unterzeichneten Ausschreibungen für Windenergie an Land gezeigt haben: Ohne ausreichend ertragsversprechende Flächen wird kein Projekt vorgeplant und genehmigt, das dann an Ausschreibungen nach dem EEG teilnehmen kann.

Es erscheint insoweit nötig, dass von staatlicher Seite mehr Anstrengungen im Hinblick auf die Planungen von EE-Anlagen, als nur den Ausbaupfad fokussierend, unternommen werden (vgl. § 4 EEG 2021).<sup>60</sup> Unter der Annahme, dass Ausschreibungen für die Bestimmung der Förderhöhe für EE-Anlagen, aufgrund der beihilferechtlichen Vorgaben des EU-Rechts gesetzt sind, werden an dieser Stelle andere grundsätzlich verfügbare Optionen ausgeklammert. Damit zukünftig bei Ausschreibungen hinreichend Wettbewerb vorhanden ist, sind als Grundvoraussetzung planungsrechtlich abgesicherte Flächen erforderlich.<sup>61</sup>

Zu der Problematik der Flächenverfügbarkeit kommt hinzu, dass zur Erleichterung der beihilferechtlichen Genehmigung des EEG 2021 durch die Europäische Kommission bereits eine Regelung in § 28 Abs. 6 EEG 2021 aufgenommen wurde, die eine **Verringerung des Ausschreibungsvolumens** vorsieht, wenn eine Unterzeichnung der jeweiligen Ausschreibung droht. Nach dem Gesetz droht eine Unterzeichnung, wenn im Vorfeld einer Ausschreibung weniger Projekte genehmigt sind als im jeweilig nächsten Ausschreibungsvolumen bezuschlagt werden können (§ 28 Abs. 6 S. 2 Nr. 1 EEG 2021) und die vorangegangene Ausschreibung bereits unterzeichnet war (§ 28 Abs. 6 S. 2 Nr. 1 EEG 2021).

---

<sup>57</sup> Vertiefend zu den Interdependenzen von Planungs- und Regulierungsrecht in Bezug auf Windenergieanlagen: *Franzius*, ZUR 2018, 13 f.

<sup>58</sup> So z.B. auch *Bovet/Dross/Kindler*, Bundesweite Flächenvorgabe für den Ausbau von Windenergie an Land, NVwZ 2020, 754 ff., die sich für bundesweiten Flächenvorgabe für Windenergie aussprechen.

<sup>59</sup> So auch *Franzius*, ZUR 2018, 13.

<sup>60</sup> So auch *Rodi*, ZUR 2017, 659 ff.

<sup>61</sup> So schon *Deutsche WindGuard*, Wissenschaftlicher Bericht, Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz, Teilvorhaben II e): Wind an Land, Juli 2019, S. 144.

Zwar ist nach § 28 Abs. 6 S. 4 EEG 2021 vorgesehen, dass ab 2024, also nach drei Jahren, eine Nachholung der zuvor gekürzten Ausschreibungsmengen erfolgt, doch auch diese Verzögerungen des Ausbaus erneuerbarer Energien sind klimarelevant. In letzter Konsequenz führt die Regelung dazu, dass die Festlegungen des Gesetzgebers in § 4 EEG 2021 zum Ausbaupfad und § 4a EEG 2021 zu den Strommengen tatsächlich keine Wirkung entfalten, solange nicht ausreichend Windenergieprojekte genehmigt werden. Entsprechend sieht auch der Entschließungsantrag zum EEG 2021 vom 15. Dezember 2020<sup>62</sup> unter 2. eine Anhebung der Ausbaupfade vor.<sup>63</sup> Eine Anhebung wäre zwar möglich, aufgrund des Kürzungsmechanismus erscheint es kurz- und mittelfristig aber schwierig, wenn nicht gar ausgeschlossen, höhere Ausbauziele tatsächlich zu erreichen.

Der weitere Ausbau der Windenergie in Deutschland droht sich daher nachhaltig zu verlangsamen und eine Zielerreichung wird unwahrscheinlicher. Die Transformation zu einer treibhausgasneutralen Energiewirtschaft erfordert jedoch einen raschen Ausbau von Anlagen der erneuerbaren Energien, wie der Windkraft. Eine Verlangsamung des Ausbaus gefährdet die Erreichung der angestrebten Klimaschutzziele des Bundes.

#### **EXKURS: INNOVATIONSAUSSCHREIBUNGEN (§§ 39N, 88D EEG 2021)**

**Literatur:** *Antoni/Schäfer-Stradowski* in: Rodi (Hrsg.), Handbuch Klimaschutzrecht, F.II. Post-EEG – zukunftsfähiger Rechtsrahmen für erneuerbare Energien, Rn. 82 ff., 2021, C.H. Beck; *IKEM/econnext GmbH/Stiftung Neue Verantwortung* (2017): Stellungnahme zum Referentenentwurf für eine Verordnung zu Innovationsausschreibungen, Online-Veröffentlichung, [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Stellungnahmen/Stellungnahmen-Innovationsausschreibungsverordnung/verbaende/econnext-ikem.pdf](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Stellungnahmen/Stellungnahmen-Innovationsausschreibungsverordnung/verbaende/econnext-ikem.pdf); *Kalis/Yilmaz/Schäfer-Stradowsky* (2018), Experimentierklauseln für verbesserte Rahmenbedingungen bei der Sektorenkopplung, im Auftrag des Ministeriums für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/03/Experimentierklausel-für-verbesserte-Rahmenbedingungen-bei-der-Sektorenkopplung.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/03/Experimentierklausel-für-verbesserte-Rahmenbedingungen-bei-der-Sektorenkopplung.pdf).

---

<sup>62</sup> Deutscher Bundestag - Ausschuss für Wirtschaft und Energie, Drs. 19(9)910, Entschließungsantrag der Fraktionen der CDU/CSU und SPD zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung - Drucksachen 19/23482, 19/24234 - Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energierechtlicher Vorschriften.

<sup>63</sup> Die Verhandlungen dazu sind seit Mitte März 2021 vorläufig zum Erliegen gekommen, vgl. *Tagesspiegel Background Energie & Klima*, SPD bricht EEG-Verhandlungen ab, 31.03.2021, <https://background.tagesspiegel.de/energie-klima/spd-bricht-eeg-verhandlungen-ab>, zuletzt abgerufen am 18.03.2021.

Das EEG sieht in § 39n EEG 2021 (vormals § 39j EEG 2017), neben den im Wesentlichen technologiespezifischen Ausschreibungen, sogenannte Innovationsausschreibungen vor. Diese sollen der Förderung von besonders netz- und systemdienlichen Lösungen dienen (vgl. Innovationsausschreibungsverordnung (InnAusV)).<sup>64</sup>

Innovationsausschreibungen sind nach §§ 5 Abs. 2, 8b KWKG i.V.m § 24 Abs. 1 Nr. 5 KWK-Ausschreibungsverordnung (KWKAusV)<sup>65</sup> auch zur besonderen Förderung für innovative KWK-Systeme mit einem elektrischen Wärmeerzeuger (P2H) vorgesehen.

Der bestehende Rechtsrahmen sah als einzige Innovation die sogenannte „Anlagenkombination“ (§ 2 Nr. 1 InnAusV) vor. Dies hat sich mit der Verabschiedung des EEG 2021 Ende 2020 optimiert. So wurde der Anwendungsbereich der InnAusV um sog. „besondere Solaranlagen“ nach § 2 Nr. 1a i.V.m. § 15 InnAusV erweitert, für die eigene Innovationsausschreibungsrunden erfolgen sollen. Die genauen Voraussetzungen legt die BNetzA zum 1.10.2021 fest, wobei insbes. Solaranlagen auf Gewässern – sog. „**Floating-PV**“ –, auf Ackerflächen bei gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau auf der Fläche – sog. „**Agri-PV**“ – und solche auf Parkplatzflächen einbezogen werden sollen. Dieses Beispiel zeigt, wie wichtig ein dynamischer Rechtsrahmen ist, der technische Innovationen einfach und zügig aufgreifen und integrieren kann, ohne das bestehende und austarierte System umzuwerfen.

### 3.1.2 Strominfrastruktur – Fokus Stromnetzausbau

Die dem Netzausbau vorgelagerte, zentrale Netzausbauplanung auf Übertragungsnetzebene (§ 12b Abs. 1 S. 2 EnWG)<sup>66</sup> bezieht mit dem Szenariorahmen 2035 ausdrücklich die Sektorenkopplung mit ein und verbindet die Bereiche<sup>67</sup> Strom, Mobilität, Wärme und Gas sowie industrielle Anwendungen (wie die chemische Industrie oder Stahlerzeugung).<sup>68</sup> Die Sektorenkopplung soll zu einer möglichst weitgehenden Dekarbonisierung vor dem Jahr 2050 beitragen. Daher liegen der Netzausbauplanung verschiedene Annahmen zu Grunde, wozu u. a. die Höhe des konventionellen Stromverbrauchs, der Grad der E-Mobilität, die Zahl der Wärmepumpen in Privathaushalten und die Zahl von Power-to-Gas-Anlagen gehören. Zudem lautet eine weitere berücksichtigte Vorgabe der Bundesregierung, bis zum Jahr 2030 bis zu

---

<sup>64</sup> Innovationsausschreibungsverordnung vom 20. Januar 2020 (BGBl. I S. 106), zuletzt geändert durch Artikel 15 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>65</sup> KWK-Ausschreibungsverordnung vom 10. August 2017 (BGBl. I S. 3167), zuletzt geändert durch Artikel 18 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

<sup>66</sup> Vertiefend: [www.netzentwicklungsplan.de](http://www.netzentwicklungsplan.de); [www.netzausbau.de](http://www.netzausbau.de).

<sup>67</sup> Der Begriff „Bereiche“ wird so vom Szenariorahmen verwendet und kann nicht mit dem hier verwendeten Begriff Sektor gleichgesetzt werden.

<sup>68</sup> BNetzA, Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2035, 26.06.2020, S. 14 ff., Online-Veröffentlichung: [www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/Szenariorahmen\\_2035\\_Genehmigung\\_1.pdf](http://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/Szenariorahmen_2035_Genehmigung_1.pdf), zuletzt angerufen am 31.03.2021.

fünf Gigawatt Elektrolysekapazitäten aufzubauen. Spätestens bis 2040 sollen es weitere fünf Gigawatt sein.<sup>69</sup>

Der Szenariorahmen enthält zudem verschiedene Ausprägungen einer Netzorientierung.<sup>70</sup> Darunter fällt einerseits die netzorientierte Regionalisierung von Erzeugungsanlagen, wie etwa Onshore-Windenergieanlagen oder PV-Anlagen. Andererseits wird darunter das netzorientierte Einsatzverhalten von Verbrauchern wie das Ladeverhalten von E-Autos oder das Einsatzverhalten von Wärmepumpen in Privathaushalten verstanden.

### **HEMMNISSE**

Ein reales Hemmnis für die Sektorenkopplung stellt der zu langsam voranschreitende Netzausbau dar, insbesondere im Hinblick auf die aktuell fünf vorgesehenen Gleichstromleitungen von Nord- nach Süddeutschland, die Offshore Windenergie in die energie- und wirtschaftsstarke Regionen insb. in West- und Süddeutschland transportieren sollen. Die politische Entscheidung im Jahr 2015, im Wesentlichen Erdkabel<sup>71</sup> statt Freileitungen zu verlegen, hat ihren Beitrag zum langsamen **Übertragungsnetzausbau** geleistet.<sup>72</sup> Von erforderlichen 7.700 Kilometern im deutschen Übertragungsnetz befanden sich zum Ende des 3. Quartals 2020 1.700 Kilometer im Raumordnungs- oder Bundesfachplanungsverfahren. 3.000 Kilometer waren vor dem oder im Planfeststellungsverfahren und rund 1.500 Kilometer sind fertiggestellt.<sup>73</sup> Zentrale Stellschraube ist somit eine schnelle Planung und Genehmigung des Netzausbaues, ohne dabei Fragen der Akzeptanz und des Umweltschutzes außen vor zu lassen. Entsprechend

---

<sup>69</sup> *BNetzA*, Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2035, 26.06.2020, S. 47; sowie Bundesregierung, Die Nationale Wasserstoffstrategie, S. 6; Online-Veröffentlichung: [www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf](http://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf), zuletzt angerufen am 31.03.2021.

<sup>70</sup> Vgl. *BNetzA*, Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2035, 26.06.2020, S. 15: „Mit dem neuen Begriff der Netzorientierung vermeiden die Übertragungsnetzbetreiber den missverständlichen Begriff der Netzdienlichkeit. Bei der Netzorientierung geht es nicht um ein Verhalten, das mit dem Ziel der Entlastung des Netzes erfolgt, sondern um ein Verhalten, das Rücksicht auf die Belange des Netzes nimmt. Die Netzorientierung trägt u.a. dazu bei, Netzengpässe im Verteil- oder Übertragungsnetz zu reduzieren oder zu vermeiden. Ein netzorientiertes Verhalten oder eine netzorientierte Allokation von Erzeugungs- oder Verbrauchsanlagen sind keine Dienstleistungen zugunsten des Netzes, die einer Vergütung zugänglich wären. Netzdienliche Anlagen dienen dagegen über ihre Verortung oder ihr Einsatzverhalten ausschließlich dem Netz, sie vermeiden oder vermindern Engpässe oder erbringen Systemdienstleistungen anderer Art und können grundsätzlich über eine kostenbasierte oder ausschreibungs-basierte Vergütung bezahlt werden.“

<sup>71</sup> *Bundesregierung*, Erdkabel statt Freileitung, 18.12.2015, [www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/erdkabel-statt-freileitung-388676](http://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/erdkabel-statt-freileitung-388676), zuletzt abgerufen 31.03.2021.

<sup>72</sup> Vgl. z.B. WirtschaftsWoche, Netzausbau – Warum uns ein Strom-Stau droht, 07.06.2016, [www.wiwo.de/politik/deutschland/netzausbau-warum-uns-ein-strom-stau-droht/13700478.html](http://www.wiwo.de/politik/deutschland/netzausbau-warum-uns-ein-strom-stau-droht/13700478.html), zuletzt abgerufen 31.03.2021.

<sup>73</sup> *BNetzA*, Pressemitteilung vom 28.12.2020, [www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Pressemitteilungen/20/20201228\\_Netzausbau.pdf](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Pressemitteilungen/20/20201228_Netzausbau.pdf), zuletzt angerufen am 31.03.2021.

wird vielseitig ein schnelleres **Genehmigungsverfahren** für den Stromnetzausbau angemahnt. Darüberhinausgehend wird z.B. einen Sektorenentwicklungsplan bzw. Systementwicklungsplan als sektorenübergreifender Ansatz vorgeschlagen.<sup>74</sup>

Im Hinblick auf die Integration neuer Lasten – wie z.B. Ladepunkte für Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen – als zusätzliche Verbraucher, die an das Verteilnetz angeschlossen werden, bedarf es in Zukunft auch Lösungen für die Integration dieser parallel zum nötigen **Verteilnetzausbau**. Insoweit bietet die intelligente Steuerung / Koordinierung auf Basis von § 14a EnWG eine Möglichkeit diese neuen Lasten schneller in das Verteilnetz zu integrieren,<sup>75</sup> als es der Verteilnetzausbau zulassen würden, ohne dass es zu einer Überlastung des Netzes kommt.

### 3.1.3 Stromverbrauch – Fokus Strompreisbestandteile

**Literatur:** *Beckers/Gizzi/Schäfer-Stradowsky/Wilms et al.* (2018): Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen, Studie im Auftrag des BMVI, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/2019\\_Studie\\_Rechtliche-Rahmenbedingungen-für-ein-integriertes-Energiekonzept\\_IEK2050.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/2019_Studie_Rechtliche-Rahmenbedingungen-für-ein-integriertes-Energiekonzept_IEK2050.pdf); *Metz/Doderer* (2021): Systemische Ansätze zur Reform der Netzentgelte für die Energiewende 2.0, Metaanalyse im Rahmen von WindNODE, 2021, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/01/IKEM-Netzentgelte-Broschüre.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/01/IKEM-Netzentgelte-Broschüre.pdf); *Schäfer-Stradowsky/Albert/Lerm/Hartwig/Sterniczuk/Timmermann/Zeccola/Schnittker* (2017): Die drängendsten Fragen der Energiewende aus juristischer Sicht, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/11/Die\\_drängendsten\\_Fragen\\_der\\_Energiewende\\_aus\\_juristischer\\_Sicht.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/11/Die_drängendsten_Fragen_der_Energiewende_aus_juristischer_Sicht.pdf); *Schäfer-Stradowsky/Doderer* (2018): SINTEG-WINDNODE – Bestandsaufnahme der rechtlichen Hemmnisse und Anreize für die umfassende Flexibilisierung des Energiesystems, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/03/WindNODE\\_Bestandsaufnahme-regulatorische-FlexHemmnisse.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/03/WindNODE_Bestandsaufnahme-regulatorische-FlexHemmnisse.pdf); *Yilmaz/Nill/Schäfer-Stradowsky* (2018): Regulatorischer Rahmen für die Sektorenkopplung in den vom Strukturwandel betroffenen Tagebauregionen, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/03/20181203\\_IKEM-Studie\\_Regulatorischer\\_Rahmen\\_für\\_die\\_Sektorenkopplung\\_in\\_den\\_Tagebauregionen\\_neu.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/03/20181203_IKEM-Studie_Regulatorischer_Rahmen_für_die_Sektorenkopplung_in_den_Tagebauregionen_neu.pdf).

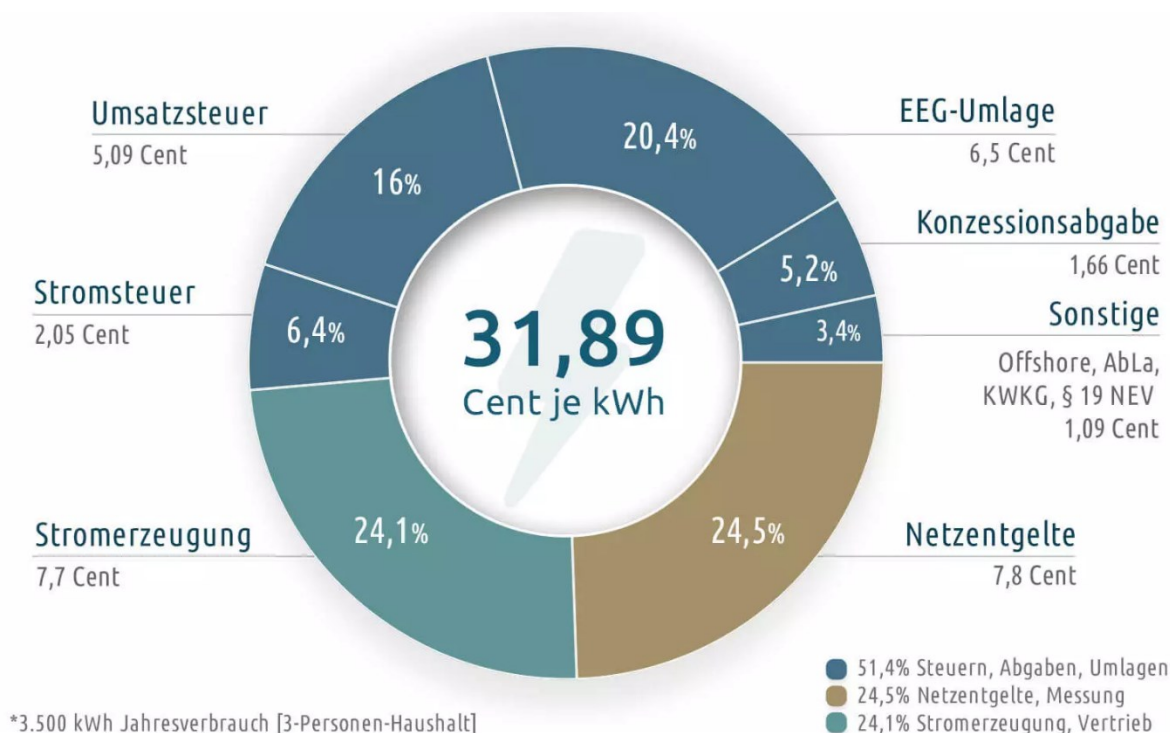
Grundsätzlich gelten alle (stromverbrauchenden) Sektorenkopplungsanlagen und Speicher als Letztverbraucher (vgl. § 3 Nr. 25 EnWG und § 3 Nr. 33 EEG 2021). Entsprechend sind für

---

<sup>74</sup> Vgl. *Dena*, Der Systementwicklungsplan Umsetzungsvorschlag für eine integrierte Infrastrukturplanung in Deutschland, Dezember 2020, Online-Veröffentlichung: [www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2020/dena-ZWISCHENBERICHT\\_Der\\_Systementwicklungsplan.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2020/dena-ZWISCHENBERICHT_Der_Systementwicklungsplan.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>75</sup> Vgl. *Antoni*, Rechtsfragen zu Zugang und Nutzung von Stromverteilnetzen im Kontext der Energie- und Verkehrswende, IR 2020, 2 ff.

den Strombezug grundsätzlich alle Letztverbraucherabgaben / Strompreisbestandteile, insbesondere die EEG-Umlage, Netzentgelte und Stromsteuer (vgl. **Abbildung 7**), auf die im Folgenden eingegangen wird, zu zahlen.



Quelle: Darstellung: [STROM-REPORT.de](https://www.strom-report.de); Daten: BDEW (Januar 2021).

**Abbildung 7: Strompreisbestandteile 2021 – Durchschnittlicher Strompreis für Haushaltskunden in Deutschland.**

### 3.1.3.1 EEG-Umlage

Größter Kostenpunkt bei den Stromkosten ist die Pflicht zur Zahlung der sogenannten EEG-Umlage (§ 60 Abs. 1 S. 1 EEG 2021). Ihre Höhe wird jährlich durch die Übertragungsnetzbetreiber ermittelt. Die Regelungen zur EEG-Umlage dienen der Verteilung der Kosten, welche aus der Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien entstehen. Im Sinne des Solidaritätsgedankens ist dabei jeder Stromletztverbrauch zunächst mit der EEG-Umlage belastet. Seit dem EEG 2021 ist erstmals eine teilweise Finanzierung der EEG-Umlage aus dem Bundeshaushalt vorgesehen, um die EEG-Umlage zunächst zu deckeln und in den nächsten Jahren absinken zu lassen. Zudem werden über die teilweise Befreiung von dieser Last für bestimmte Konzepte bzw. Akteure – anders als bei der direkten Förderung – umlageseitig energie- und industriepolitische Ziele verfolgt.

Privilegierungen<sup>76</sup> in Bezug auf die Zahlung der EEG-Umlage gibt es im Bereich der **Eigenversorgung** (bzw. Eigenverbrauch) und der **besonderen Ausgleichsregelungen für stromkostenintensive Unternehmen**.

Der Letztverbrauch für die Eigenversorgung (vgl. § 3 Nr. 19 EEG 2021) unterliegt grundsätzlich wie jeder andere Stromverbrauch in Deutschland der EEG-Umlagepflicht in voller Höhe (§ 61 Abs. 1 Nr. 1 EEG 2021). **Eigenversorgungskonstellationen** werden von dem EEG 2021 umlageseitig privilegiert, wenn der Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird, bspw. die PV-Anlage auf dem Dach. Das EEG 2021 sieht für den Eigenverbrauch eine Bagatellgrenze vor, bis zu der eigenverbrauchter Strom von der EEG-Umlage befreit ist, vgl. Erneuerbare-Energien-Richtlinie.<sup>77</sup> Nach § 61b Abs. 2 EEG 2021 sind Anlagen bis einschließlich 30 kW installierter Leistung für den Eigenverbrauch von bis zu 30 MWh Strom im Jahr von der EEG-Umlage befreit. Die Regelung gilt sowohl für Neuanlagen als auch für Bestandsanlagen (§ 100 Abs. 2 Nr. 14a EEG 2021). Im Übrigen wird 40 Prozent der EEG-Umlage auf den gesamten Eigenverbrauch fällig.

Nach dem EEG 2021 besteht auch weiterhin eine vollständige Befreiung der Letztverbraucher mit Bestands- und Altbestandsanlagen von der Umlagezahlungspflicht unter den Voraussetzungen des § 61f EEG 2017/2021 (Regelung des Bestandsschutzes).

Die Regelungen zur sogenannten „**Besonderen Ausgleichsregelung**“, aufgrund derer stromkostenintensive Unternehmen nur eine reduzierte EEG-Umlage zahlen müssen, wurde im EEG 2021 modifiziert und um drei neue Ausgleichsregelungen – für Unternehmen, die Wasserstoff elektrochemisch herstellen (§ 64a EEG 2021), für Verkehrsunternehmen mit elektrisch betriebenen Bussen im Linienverkehr (§ 65a EEG 2021) sowie für Landstromanlagen (§ 65b EEG 2021) – erweitert.

Der neue **§ 64a EEG 2021** sieht eine Begrenzung der EEG-Umlage für Herstellung von **Wasserstoff** in stromkostenintensiven Unternehmen, alternativ zur bestehenden Regelung des § 64 EEG 2021, vor. Die zu zahlende EEG-Umlage wird auf 15 Prozent begrenzt und hinsichtlich der zu zahlenden Summe auf höchstens 0,5 Prozent der Bruttowertschöpfung des Unternehmens begrenzt, sofern die Stromkostenintensität des Unternehmens mindestens 20 Prozent betragen hat. Eine Begrenzung für die Verwendung des hergestellten Wasserstoffs erfolgt nicht. Die wesentlichen Voraussetzungen für die Privilegierung sind, dass die Herstellung von Wasserstoff den größten Beitrag der Wertschöpfung des Unternehmens darstellt, und dass privilegierte Unternehmen über ein zertifiziertes Energie- oder Umweltmanagementsystem oder, sofern sie im letzten abgeschlossenen Geschäftsjahr

---

<sup>76</sup> Gemeint ist hier die teilweise bis vollständige Befreiung von der Pflicht zur Zahlung der EEG-Umlage.

<sup>77</sup> Art. 21 Abs. 3 lit. c. Richtlinie (EU) 2018/2001.



weniger als 5 GWh Strom verbraucht haben, ein alternatives System zur Verbesserung der Energieeffizienz verfügen.

In **§ 65a EEG 2021** wird eine neue Begrenzung der EEG-Umlage für Verkehrsunternehmen mit elektrisch betriebenen Bussen im Linienverkehr geregelt. Grundsätzliche Voraussetzung ist ein Mindestverbrauch von 100 MWh für den Fahrbetrieb **elektrisch betriebener Busse im Linienverkehr** pro Geschäftsjahr unter Ausschluss der ins Netz rückgespeisten Energie. Wobei die Absätze 2 bis 5 Erleichterungen hinsichtlich des Nachweises schaffen, sofern ein Fahrbetrieb erst neu aufgenommen wird. Die Höhe der zu zahlenden EEG-Umlage ist auf 20 Prozent der nach § 60 Abs. 1 EEG 2021 ermittelten EEG-Umlage begrenzt. Die Regelung bezweckt die Verminderung von Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor, die Verbesserung der Luftqualität und des Lärmschutzes sowie eine Unterstützung und Stärkung des Öffentlichen Personennahverkehrs.<sup>78</sup>

Mit dem neuen **§ 65b EEG 2021** wurde ein Tatbestand für die Begrenzung der EEG-Umlage für **Landstromanlagen** ausgestaltet. Eine Landstromanlage ist nur begrenzungsfähig, wenn sie ausschließlich Strom an Seeschiffe am Liegeplatz liefert. Damit soll sichergestellt werden, dass eine Belieferung von Dritten mit dem umlagebegrenzten Strom nicht erfolgt. Sinn und Zweck der Privilegierung ist hier die Wettbewerbsfähigkeit und Reduzierung der Emissionen von Seeschiffen.

Korrespondierend zu § 93 EEG 2021, nach dem im Wege einer Verordnung Kriterien zur Herstellung von grünem Wasserstoff aufgestellt werden sollen, ist zur Förderung der Herstellung eine Privilegierung in **§ 69b EEG 2021** vorgesehen. Danach soll sich der Anspruch auf die Zahlung der EEG-Umlage auf null reduzieren, wenn der Strom zur Herstellung von **grünem Wasserstoff** in Einrichtungen, die vor dem 1. Januar 2030 in Betrieb genommen wurden, genutzt wird. Die Regelung ist erst anwendbar, wenn eine Verordnung nach § 93 EEG 2021 die Anforderungen an die Herstellung von grünem Wasserstoff bestimmt hat.<sup>79</sup>

### **3.1.3.2 NETZENTGELTE UND SONSTIGE NETZENTGELTGEKOPPELTE ABGABEN UND UMLAGEN**

Neben der EEG-Umlage sind die Netzentgelte ein weiterer wesentlicher Kostenpunkt für den Strombezug und damit grundsätzlich auch für alle Anwendungen der direkten Elektrifizierung. Zum Teil an die Netzentgelte anknüpfend gibt es noch weitere netzentgeltgekoppelte Abgaben

---

<sup>78</sup> BT-Drs. 19/25326, S. 26.

<sup>79</sup> Die Regelung steht zudem nach § 105 Abs. 1 EEG 2021 unter einem beihilferechtlichen Genehmigungsvorbehalt.



und Umlagen (Konzessionsabgabe, KWKG-Umlage, Offshore-Netzumlage, § 19 StromNEV-Umlage und die Umlage für abschaltbare Lasten), auf die im Folgenden auch kurz eingegangen wird. Anknüpfungspunkte für die Sektorenkopplung im Rahmen der Netzentgelte und der im Folgenden dargestellten, sonstigen netzentgeltgekoppelten Abgaben und Umlagen sind im Wesentlichen solche Regelungen, die einen bestimmten Strombezug privilegieren, z.B. durch ein ermäßigtes Entgelt bzw. teilweise durch eine vollständige Befreiung. Diese Befreiung gilt jedoch nur für bestimmte Netzentgelte oder sonstige netzentgeltgekoppelte Abgaben und Umlagen.

**Netzentgelte** sind die für den Zugang zu den Elektrizitätsübertragungs- und Elektrizitätsverteilernetzen zu zahlende Entgelte (§ 1 S. 1 Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV)). Mit anderen Worten: Sie fallen grundsätzlich beim Netzstrombezug entsprechend der Netzebene an, an welche der jeweilige Verbraucher angeschlossen ist (vgl. §§ 15 Abs. 1 S. 2, 17 Abs. 1 StromNEV). Die zu zahlenden, allgemeinen Netzentgelte werden grundsätzlich von den Netznutzern nach dem **Prinzip der Verursachungsgerechtigkeit** auf der Basis der sogenannten Gleichzeitigkeitsfunktion (Anlage 4 zu § 16 Abs. 2 StromNEV) erhoben. Entsprechend müssen z.B. Verbraucher, die große Mengen Strom, wie z.B. die Industrie, über das Netz der allgemeinen Versorgung nachfragen und deswegen oftmals einen Anschluss auf einer höheren Netzebene haben, niedrigere Netzentgelte als z.B. Haushalte, die in der Niederspannung angeschlossen sind und damit alle Netzebenen nutzen, zahlen. Zudem gibt es verschiedene **Privilegierungen im Rahmen der Netzentgelte**, die Anknüpfungspunkte für die Sektorenkopplung sind.

Eine **befristete Netzentgeltbefreiung gemäß § 118 Abs. 6 S. 1 EnWG** gilt für Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie, die nach dem 31. Dezember 2008 errichtet und ab dem 4. August 2011 innerhalb von 15 Jahren in Betrieb genommen wurden, für 20 Jahre ab Inbetriebnahme hinsichtlich des eingespeicherten Stromes.<sup>80</sup> Vorausgesetzt wird eine Rückverstromung in dasselbe Stromnetz (§ 118 Abs. 6 S. 3 EnWG). Die Sektorenkopplung wird zudem befördert, da für P2G-Anlagen, in denen durch Elektrolyse Wasserstoff erzeugt bzw. letztlich aus diesem Wasserstoff Gas oder Biogas durch Methanisierung hergestellt wird, eine Ausnahme von der Rückverstromungspflicht gilt (**§ 118 Abs. 6 S. 7 EnWG**). P2G-Anlagen sind zudem von den Einspeiseentgelten für das Gasnetz, an das sie angeschlossen sind, befreit (**§ 118 Abs. 6 S. 8 EnWG**). Gemäß **§ 19 Abs. 4 StromNEV** ist von den Netzbetreibern ein **individuelles Netzentgelt** für Stromspeicher anzubieten. Entscheidende

---

<sup>80</sup> Nach einem Beschluss des OLG Düsseldorf vom 09.03.2016 – VI-3 Kart 17/15 (V), in Übereinstimmung mit einer entsprechenden Entscheidung der Bundesnetzagentur gilt: „Der Anspruch auf Freistellung von den Entgelten für den Netzzugang erfasst nicht die über den Arbeits- und Leistungspreis hinausgehenden Entgeltkomponenten. Die gesetzlichen Umlagen, die Entgelte für den Messstellenbetrieb, die Messung und Abrechnung sowie die Konzessionsabgaben sind nicht Bestandteil des Entgeltes für die Netznutzung im Sinne des § 118 Absatz 6 EnWG.“

Voraussetzung ist aber, dass eine Rückverstromung stattfindet. Für P2G-/P2L-Anlagen, die Strom dauerhaft in andere Energieträger umwandeln, die dann im Industrie-, Verkehrs- oder Gebäudesektor verbraucht bzw. weiterverwendet werden, gilt hiernach keine Privilegierung. Eine weitere Privilegierung von Sektorenkopplungstechnologien ist in **§ 14a EnWG** angelegt.<sup>81</sup> Hiernach ist der Netzbetreiber verpflichtet, ein **reduziertes Netzentgelt für steuerbare Verbrauchseinrichtungen** im Niederspannungsbereich anzubieten, wenn diese eine netzdienliche Steuerung ermöglichen. Das Gesetz enthält bisher keine genaue Definition, was eine steuerbare Verbrauchseinrichtung ist. Historisch gesehen sollten hier Elektroheizungen, insbesondere Nachtspeicherheizungen, adressiert werden. Aber § 14a S. 2 EnWG stellt hier klar, dass als steuerbare Verbrauchseinrichtung im Sinne von § 14a EnWG auch Elektromobile gelten. Insoweit ist die Formulierung missverständlich, denn steuerbar im Zusammenhang mit Elektrofahrzeugen sind vielmehr die Ladepunkte. Klar ist jedoch, dass § 14a EnWG Sektorenkopplungstechnologien bzw. genauer Anwendungen der direkten Elektrifizierung adressiert, die Strom über das Netz der allgemeinen Versorgung (auf Niederspannungsebene) beziehen. Dazu gehören grundsätzlich Ladepunkte von Elektrofahrzeugen, elektrische Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen und Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie. Eine den § 14a EnWG konkretisierende Rechtsverordnung (§ 14a S. 3 EnWG) steht seit Langem aus. Ende 2020 hatte das BMWi einen – zwischenzeitlich nach teilweise erheblichem Protest einiger Stakeholder wieder zurückgezogenen – Vorschlag für ein sog. Steuerbare-Verbrauchseinrichtungen-Gesetz (SteuVerG) zur Novellierung des § 14a EnWG vorgelegt. Derzeit ist unklar, wann ein neuer Gesetzesentwurf zu erwarten ist.

Die **Konzessionsabgabe** ist ein Entgelt das in ct/kWh für gelieferten Strom berechnet wird. Damit werden die Kosten des Netzbetreibers für sogenannte Konzessionen auf die Kunden umgelegt. Konzessionen räumen einem Netzbetreiber das Recht ein, öffentliche Verkehrswege zu nutzen, um Strom- oder Gasleitungen verlegen und betreiben zu können und Letztverbraucher unmittelbar zu versorgen (§ 48 Abs. 1 S. 1 EnWG, § 1 Abs. 2 Konzessionsabgabenverordnung (KAV)).<sup>82</sup>

Die sogenannte **KWKG-Umlage** legt die Ausgaben des Netzbetreibers, die er nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (vgl. § 26 Abs. 1 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2020)<sup>83</sup>) zur Förderung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (s. o. 2.3.3) hat, auf die Stromkunden um.

---

<sup>81</sup> Ausführlich dazu *Antoni/Knoll/Bieschke/Rodi*, Netzstabilität im Stromsystem aus institutionenökonomischer und rechtlicher Perspektive – Einführung in die Problemstellung und systematischer Überblick, Dezember 2020, S. 14 ff.; Online-Veröffentlichung: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-0a-000007-3>.

<sup>82</sup> Verordnung über Konzessionsabgaben für Strom und Gas vom 9. Januar 1992 (BGBl. I S. 12, 407), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 1. November 2006 (BGBl. I S. 2477).

<sup>83</sup> Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498), zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

Dabei wird die Pflicht zur Zahlung der Umlage – analog u.a. zu den Regelungen der §§ 64, 64a EEG 2021 – nach §§ 27 ff. KWKG 2020 insbesondere für stromkostenintensive Unternehmen begrenzt. Für Stromspeicher (§ 27b KWKG 2020) und die Herstellung von grünem Wasserstoff (§ 27d KWKG 2020) findet im Wesentlichen entsprechend den Regelungen des EEG 2021 ebenfalls eine Reduzierung der Umlage statt.

Die **Offshore-Netzumlage** legt die Entschädigungszahlungen, die der Netzbetreiber für Störungen oder Verzögerungen der Netzanbindung von Offshore-Anlagen begleichen muss, sowie die Kosten für den Betrieb von Offshore-Anbindungsleitungen auf den Letztverbraucher um und wird als Aufschlag auf die Netzentgelte erhoben (§ 17f Abs. 5 S. 1 u. 2 EnWG).

Die sogenannte **§ 19 StromNEV-Umlage** (§ 19 Abs. 2 S. 15 StromNEV) dient der Finanzierung der individuellen Netzentgelte für Letztverbraucher mit atypischer oder intensiver Netznutzung (Sonderformen der Netznutzung, wie z.B. sehr hoher und konstanter Stromverbrauch oder extreme Lastspitzen). Der Kern dieser individuellen Netzentgelte ist, dass eine Netzentgeltreduzierung von 10 bis 20 Prozent bei einer besonders hohen Benutzungsstundenzahl gewährt wird (vgl. § 19 Abs. 2 S. 3 StromNEV). Die so entstehenden Mindereinnahmen aus den Netzentgelten werden durch einen Aufschlag auf die Netzentgelte gemäß § 19 Abs. 2 S. 15 StromNEV anteilig auf die anderen Letztverbraucher umgelegt. Dies erfolgt jedoch nicht gleichmäßig auf alle Verbraucher, vielmehr gibt es auch hier Privilegierungen, die gerade im Blick auf die direkte Elektrifizierung energieintensiver Prozesse relevant sind: Übersteigt der über eine Abnahmestelle (Netzanschluss) bezogene und selbstverbrauchte Strom 1 GWh, so darf die Umlage höchstens 0,05 ct/kWh betragen (§ 19 Abs. 2 S. 15 Hs. 2 StromNEV). Unternehmen des produzierenden Gewerbes, deren Stromkosten für selbst verbrauchten Strom im vorherigen Geschäftsjahr mehr als 4 Prozent des Umsatzes nach § 277 Abs. 1 Handelsgesetzbuch (HGB) betragen, müssen sogar für jede über 1 GWh hinausgehende kWh höchstens 0,025 ct zahlen. Eine Privilegierung von P2G- oder P2L-Anwendungen existiert derzeit nicht, für Stromspeicher hingegen wird eine entsprechende Regelung von der Bundesregierung in Betracht gezogen.<sup>84</sup>

Die **Umlage für abschaltbare Lasten** dient zum Ausgleich der Aufwendungen der Betreiber von Übertragungsnetzen im Hinblick auf abschaltbaren Lasten (§ 18 Abs. 1 S. 1 Verordnung zu abschaltbaren Lasten (AbLaV)<sup>85</sup>). Die Kosten werden anteilig ohne Privilegierungen als

---

<sup>84</sup> Vgl. *Bundesregierung*, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 33 f.

<sup>85</sup> Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten vom 16. August 2016 (BGBl. I S. 1984), die zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert worden ist.

Aufschlag auf die Netzentgelte auf die Letztverbraucher umgelegt, **§ 18 Abs. 1 S. 2 AbLaV**, jedoch wird auch hier eine künftige Befreiung für Stromspeicher in Betracht gezogen.

### **3.1.3.3 STROMSTEUER**

Neben der EEG-Umlage und den Netzentgelten und netzentgeltähnlichen Belastungen wird der Bezug von Strom noch mit der Stromsteuer belastet. Diese ist wie die Umsatzsteuer eine Verbrauchssteuer (§ 1 Abs. 1 S. 3 Stromsteuergesetz (StromStG)<sup>86</sup>), die auf aus dem Versorgungsnetz<sup>87</sup> entnommene Strommengen zu zahlen ist (§ 5 Abs. 1 StromStG). Die Stromsteuer soll, wie auch die anderen Energiesteuern,<sup>88</sup> grundsätzlich zu einem sparsamen Umgang mit Strom anhalten. Unmittelbarer Steuerschuldner ist der Energieversorger<sup>89</sup> (§ 5 Abs. 2 StromStG). Mittelbar zahlt aber der Verbraucher die Stromsteuer, da der Versorger die Stromsteuer über die Stromrechnung zumeist vertraglich auf den Letztverbraucher abwälzt.

Die **§§ 9 ff. StromStG** enthalten verschiedene Privilegierungen von Strombezug, die insbesondere für den Energiewirtschaftssektor (hier den Gasbereich), den Verkehrssektor (3.3.1) und letztlich auch den Industriesektor relevant sind. Die genauere Betrachtung der Anknüpfungspunkte und der potenziellen Hemmnisse erfolgt im Rahmen des jeweiligen Sektors.

### **HEMMNISSE**

Grundsätzlich bedarf es einer Neuordnung der Netzentgelte, Umlagen etc., da deren Struktur und Erhebung in wesentlichen Punkten ein Hindernis für den Übergang zu einem treibhausgasneutralen und energieeffizienten Energiesystem darstellen. Auch insoweit können die oben genannten, zahlreichen Privilegierungen bei den Netzentgelten und sonstigen netzentgeltgekoppelten Abgaben und Umlagen als Hemmnisse gesehen werden. Zum einen verteuern Netzentgelte, Umlagen und Abgaben auf den Strombezug grundsätzlich

---

<sup>86</sup> Stromsteuergesetz vom 24. März 1999 (BGBl. I S. 378; 2000 I S. 147), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 30. März 2021 (BGBl. I S. 607).

<sup>87</sup> Der Begriff ist im StromStG nicht definiert und nicht mit dem Begriff des Energieversorgungsnetzes in § 3 Nr. 16 EnWG gleich zu setzen. Denn nach § 5 Abs. 1 S. 2 StromStG werden anders als im EnWG auch zum Kraftwerk gehörende Leitungen als Teil des Versorgungsnetzes angesehen. Man kann das Versorgungsnetz als die Leitungen, die, unabhängig davon, ob die Verbrauchstellen Dritten zuzurechnen sind, der Zuführung von Strom zu Verbrauchstellen, dienen, definieren.

<sup>88</sup> Diese werden, da sie im Wesentlichen fossile Energieträger betreffen, hier nicht weiter betrachtet. Es sei nur beispielsweise auf die Energiesteuerentlastung für KWK-Anlagen (§§ 53a, 53b EnergieStG) hingewiesen.

<sup>89</sup> § 2 Abs. 1 StromStG.

und sind somit für die Wirtschaftlichkeit, insbesondere der Produktion von erneuerbaren Energieträgern in P2G-/P2L-Anlagen gegenüber fossilen Energieträgern, nachteilig. Zum anderen ist festzustellen, dass die Regelungen kaum Flexibilitätsanreize setzen. Insbesondere die Regelung in § 19 Abs. 2 StromNEV steht einem flexiblen Strombezug der Industrie, wie er z.B. zur Integration der volatilen Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien nötig ist, entgegen. Letztlich bedürfte es auch aus Sicht der auf die Klimaziele ausgerichtete Sektorenkopplung einer umfassenden Überprüfung der bestehenden Netzentgeltsystematik.<sup>90</sup>

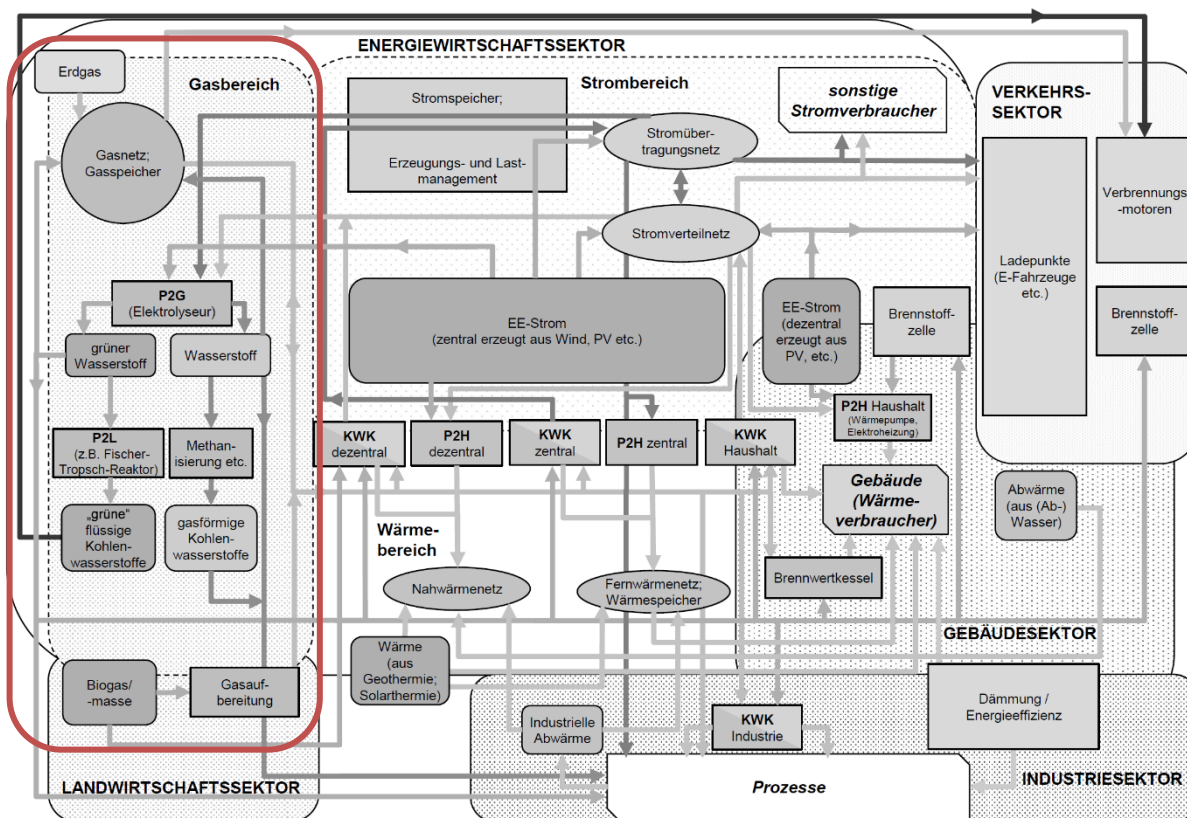
Langfristig ist auch die Privilegierung des Eigenverbrauchs im Kontext der Sektorenkopplung zu überprüfen. Grundsätzlich kann die **Eigenversorgung** einen sinnvollen Beitrag zum kosteneffizienten Umbau des Energiesystems leisten. Wird Strom vor Ort erzeugt und verbraucht, entfällt für diesen Strom der Transportvorgang über das allgemeine Netz der Versorgung. Nur noch Strombedarfe, die nicht aus der Anlage vor Ort gedeckt werden können, müssen aus dem Netz bezogen werden. Jedoch ist mit einer zunehmenden Eigenversorgung auch eine Entsolidarisierung verbunden. Umso mehr Letztverbraucher:innen einen zunehmenden Teil ihrer Energie selbst erzeugen umso weniger Schultern tragen die über die Netzentgelte umgelegte Kosten für den Netzausbau und Betrieb. Insoweit als es sich bei dem Ausbau der erneuerbaren Energien um eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe handelt und die Lasten gleichmäßig unter allen Stromverbrauchern grundsätzlich verteilt werden sollen, sollte die Einführung von Maßnahmen gegen Entsolidarisierung geprüft werden. Zudem sollen fremdbelieferte Letztverbraucher nicht gegenüber selbst erzeugenden Letztverbrauchern benachteiligt werden. Wettbewerbsverzerrungen und Fehlanreize, wie das preisunelastische „Durchfahren“ von konventionellen Eigenversorgungs-Kraftwerken zulasten der Erzeugung aus erneuerbaren Energien, sollen vermieden werden.<sup>91</sup>

---

<sup>90</sup> Schon im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD in der 19. Legislaturperiode (2018) wurde vereinbart, „mit einer Reform der Netzentgelte die Kosten verursachergerecht und unter angemessener Berücksichtigung der Netzdienlichkeit verteilen und bei Stromverbrauchern unter Wahrung der Wettbewerbsfähigkeit mehr Flexibilität ermöglichen“, Zeile 3291 ff., [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/koalitionsvertrag-zwischen-cdu-csu-und-spd-195906](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/koalitionsvertrag-zwischen-cdu-csu-und-spd-195906), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>91</sup> Am Strommarkt bilden sich zeitweise negative Strompreise, die vor allem dann entstehen, wenn eine hohe Einspeisung erneuerbaren Stromes mit einer unverändert weiterlaufenden hohen Einspeisung von konventionellen Kraftwerken zusammenfällt, ohne dass es sich bei den Konventionellen um sogenannte „Must Run“-Kapazitäten handelt.

### 3.1.4 Erzeugung von Wasserstoff – Power to Gas



**Literatur:** Antoni/Kalis (2020): Grün vs. Grau – Begriff, Nachweis und Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft erneuerbaren Stroms, ZNER 5/2020 (24), S. 382-389; Buchmüller/Wilms/Kalis Der Rechtsrahmen für die Vermarktung von grünem Wasserstoff, ZNER 03/2019, S. 194-204; Horng/Kalis/Heinecke/Glahe/Stabon (2020): Wasserstoff – Farbenlehre – Rechtswissenschaftliche und rechtspolitische Kurzstudie; Kalis (2020): Rechtsrahmen für Wasserstoffnetze – Anpassungsvorschläge für die Kooperationsvereinbarung Gas, Online-Veröffentlichung, [www.get-h2.de/wp-content/uploads/gutachten\\_ikem\\_kov-gas.pdf](http://www.get-h2.de/wp-content/uploads/gutachten_ikem_kov-gas.pdf); Kalis/Antoni (2020): Wasserstoff in der Energiewende – Herausforderungen an Recht und Governance, Rethinking Law, 5/2020, S. 30-33; Kalis/Langenhorst (2020): Nachhaltigkeits- und Treibhausgaseinsparungskriterien für Wasserstoff, ZNER 02/2020 (24), S. 72-78; Kalis/Schräder/Willnauer (Gas & Energie 2019): GET H2 – Aufbau einer Wasserstoff Infrastruktur, Online-Veröffentlichung, [www.gwf-gas.de/produkte/2019-get-h2-aufbau-einer-wasserstoff-infrastruktur/](http://www.gwf-gas.de/produkte/2019-get-h2-aufbau-einer-wasserstoff-infrastruktur/); Kalis/Wilms (2020): KEROSyN100, Regulatorische Hemmnisse und Anreizmechanismen für den Einsatz synthetischer Kraftstoffe in der Luftfahrt, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/05/20200528\\_IKEM\\_KeroSyn100\\_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/05/20200528_IKEM_KeroSyn100_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf); Schäfer-Stradowsky/Boldt (2015): „Power-to-Gas“ – gesetzlich konturierte Verwertungspfade für den Weg in die energiepolitische Gegenwart, ZUR, 9/2015, S. 451 ff.; Schäfer-Stradowsky/Kalis (2019): Die bunte Welt des Wasserstoffs. ew – Magazin für die Energiewirtschaft 9 (2019), S. 10-13; Wilms/Lerm/Schäfer-Stradowsky/Sandén/Jahnke/Taubert (2018): Heutige



Einsatzgebiete für Power Fuels – Factsheets zur Anwendung von klimafreundlich erzeugten synthetischen Energieträgern, Online-Veröffentlichung, [www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/181123\\_dena\\_PtX-Factsheets.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/181123_dena_PtX-Factsheets.pdf).

Der Gasbereich als Teil des Energiewirtschaftssektors stellt im Wesentlichen für andere Sektoren Energie in Form von Gasen bereit. Aktuell ist dies vorwiegend noch (fossiles) Erdgas, zukünftig aber wird immer mehr (erneuerbaren) Wasserstoff durch Power to Gas, zur Verfügung gestellt. Den größten Bedarf an Gasen benötigt dabei die Industrie, gefolgt von Haushalten und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Dabei ist der Gasbedarf für die Stromversorgung deutlich geringer als für die Wärmeversorgung.<sup>92</sup> Damit der Übergang zu einem treibhausgasneutralen Energiesystem gelingt, ist neben Einsparungen durch Energieeffizienzmaßnahmen insbesondere der aktuell noch durch fossile Gase etc. vom Energiewirtschaftssektor gedeckte Endenergiebedarf durch erneuerbaren Strom (direkte Elektrifizierung) oder auf erneuerbaren Energien basierende Produkte wie Wasserstoff (indirekte Elektrifizierung) zu ersetzen. Damit kommt **Power to Gas (P2G)** für das Gelingen der Energiewende eine Schlüsselrolle zu. Die elektrolytische Herstellung von „grünem“ Wasserstoff benötigt zum einen große Mengen erneuerbaren Stromes, der für eine erfolgreiche Sektorenkopplung zusätzlich vom Energiewirtschaftssektor bereitgestellt werden muss. Weitere Herausforderungen für die Speicher- und Sektorenkopplungstechnologie P2G bestehen zudem in der (großtechnischen) Produktion, dem Transport, der Speicherung und damit letztendlich in einer wirtschaftlichen Bereitstellung der benötigten hohen Mengen an Wasserstoff. Hierzu bedarf es primär des Aufbaus der nötigen Infrastruktur, da die Technik bisher nur in kleinem Umfang genutzt wird.

Deutschland hat im Juni 2020 „**Die Nationale Wasserstoffstrategie**“<sup>93</sup> vorgelegt, die das Ziel verfolgt, Wasserstofftechnologien – ganz im Sinne der Sektorenkopplung – als Kernelemente der Energiewende zu etablieren, um auf Basis durch erneuerbare Energien produzierten Wasserstoffs Produktionsprozesse zu dekarbonisieren. Dazu soll die Entwicklung innovativer Wasserstofftechnologien forciert und regulative Voraussetzungen für den Markthochlauf

---

<sup>92</sup> Im Jahr 2019 wurden ca. 90 TWh Strom aus Erdgas erzeugt (vgl. *BDEW*, Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland, Online-Veröffentlichung: [www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bruttostromerzeugung-deutschland/](http://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bruttostromerzeugung-deutschland/), zuletzt abgerufen am 31.03.2021). Der Gebäudesektor (Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) hingegen hat ca. 360 TWh Gase verbraucht, vgl. Umweltbundesamt, Endenergieverbrauch 2019 nach Sektoren und Energieträgern, online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/4\\_abb\\_eev-sektoren-et\\_2021-05-10.png](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/4_abb_eev-sektoren-et_2021-05-10.png), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>93</sup> *Bundesregierung*, Die Nationale Wasserstoffstrategie, Juni 2020, Online-Veröffentlichung: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

dieser Technologien geschaffen werden, wobei die Bundesregierung bis 2030 von einem Wasserstoffbedarf von ca. 90 bis 110 TWh ausgeht. Dabei soll dieser zum Teil in Deutschland auf Basis von EE-Strom aus Windenergieanlagen auf See und an Land in Elektrolyseuren mit einer Gesamtleistung von 5 GW gewonnen werden. Dies allein wird jedoch nicht ausreichen, um ausreichende Mengen an Wasserstoff in Deutschland zur Deckung der Nachfrage und Erreichung der Klimaziele bereitzustellen. Deutschland wird zukünftig in größeren Mengen „grünen“ Wasserstoff importieren müssen, so wie es heute noch Erdgas importiert.

Im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Rechtrahmens ist als erster Schritt der Bundesregierung die Etablierung des Nationalen Wasserstoffrats zu nennen. Dieser hat seine Arbeit bereits aufgenommen und soll – verkürzt gesagt – die Bundesregierung durch Vorschläge und Handlungsempfehlungen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie beraten und unterstützen.<sup>94</sup>

Zunächst werden Förderprogramme für Wasserstoff eine entscheidende Rolle beim Aufbau und insbesondere der Finanzierung der nötigen **Elektrolyseure** und **Wasserstoffinfrastruktur** einnehmen. Hier sind vor allem EU-weite Projekte wie die **Important Projects of Common European Interest (IPCEI)** mit dem Fokus Wasserstoff zu nennen.<sup>95</sup>

Im Hinblick auf die **Erzeugung von Wasserstoff** mittels erneuerbaren Stroms kommt es für die Wirtschaftlichkeit letztlich entscheidend auf die Stromkosten (s. o. 3.1.3) an. Die Höhe der Abgaben und Umlagen sowie die Möglichkeit zur Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft des erneuerbaren Stroms variieren je nachdem in welcher Konstellation der Elektrolyseur seinen Strom bezieht. Bei Strombezug per Direktleitung ist nach derzeitiger Rechtslage eine Reduktion der Abgaben und Umlagen sowie die Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft des EE-Stroms zur Erzeugung von beispielsweise „grünem“ Gas teilweise möglich.<sup>96</sup> Bei Netzstrombezug ist zwar im Einzelfall eine geringe Reduktion der Abgaben und Umlagen denkbar, es fehlt jedoch die Möglichkeit der bilanziellen Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft an das P2G bzw. P2L-Produkt.<sup>97</sup>

---

<sup>94</sup> Bundesregierung, Die Nationale Wasserstoffstrategie, S. 15 f.

<sup>95</sup> Vertiefend: BMWI, IPCEI Wasserstoff: Gemeinsam einen Europäischen Wasserstoffmarkt schaffen: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/ipcei-wasserstoff.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/ipcei-wasserstoff.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>96</sup> Vertiefend: Antoni/Kalis, Grün vs. Grau – Begriff, Nachweis und Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft erneuerbaren Stroms, ZNER 5/2020 (24), S. 382-389; Buchmüller/Wilms/Kalis Der Rechtsrahmen für die Vermarktung von grünem Wasserstoff, ZNER 03/2019, S. 194-204; Kalis/Antoni, Wasserstoff in der Energiewende – Herausforderungen an Recht und Governance, REthinking Law, 5/2020, S. 30 ff.

<sup>97</sup> Vertiefend: Antoni/Kalis, Grün vs. Grau – Begriff, Nachweis und Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft erneuerbaren Stroms, ZNER 5/2020 (24), S. 382-389; Buchmüller/Wilms/Kalis, Der Rechtsrahmen für die Vermarktung von grünem Wasserstoff, ZNER 03/2019, S. 194-204; Kalis/Antoni, Wasserstoff in der Energiewende – Herausforderungen an Recht und Governance, REthinking Law, 5/2020, S. 30 ff.

Im Hinblick auf die **Strombezugskosten** bei Power to Gas-Anlagen gelten die folgenden Privilegierungen:

Strom, der zur Erzeugung von z.B. Wasserstoff als **Speichergas** eingesetzt wird, erhält eine **EEG-Umlagebefreiung** nach § 61I Abs. 2 EEG 2021. Dies setzt jedoch voraus, dass der erzeugte Wasserstoff zur Speicherung in das Gasnetz eingespeist und später tatsächlich eine Rückverstromung stattfindet. Die EEG-Umlage muss damit letztlich nur von dem Letztverbraucher, der dem Strom final verbraucht, und nicht von der Person, die den Wasserstoff zur Speicherung von Energie herstellt, gezahlt werden.

Nach § 118 Abs. 6 Satz 7 EnWG gilt eine befristete **Netzentgeltbefreiung** für P2G-Anlagen auch ohne Rückverstromung, wobei die Befreiung ausdrücklich auf die ansonsten anfallenden Netzentgelte beschränkt ist.<sup>98</sup> Zudem besteht eine generelle **Stromsteuerentlastung** für den Bezug von Strom durch P2G-Anlagen / Elektrolyseure nach § 9a Abs. 1 Nr. 1 StromStG.

Hinsichtlich der grundsätzlich bei Netzstrombezug rechtlich nicht möglichen **Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft** gilt für P2G-Anlagen ein Sonderfall. **§ 3 Nr. 10c EnWG** sieht vor, dass Wasserstoff und synthetische Gase als Biogas gelten, wenn der zur Elektrolyse eingesetzte Strom weit überwiegend aus erneuerbaren Energien im Sinne der Richtlinie 2009/28/EG stammt, wobei weit überwiegend einen Anteil von mindestens 80 Prozent bedeutet.<sup>99</sup> Zudem ist nach **§ 37a Abs. 4 BImSchG i.V.m. § 3 Abs. 2 Nr. 2 37. BImSchV** vorgesehen, dass strombasierter Wasserstoff und Methan unter bestimmten Voraussetzungen auf die nationale Treibhausgasquote angerechnet werden können. Voraussetzung ist, dass der bei der Elektrolyse verwendete Strom in einer Anlage erzeugt wurde, deren Betrieb vom Übertragungsnetzbetreiber nach § 13 Abs. 6 EnWG (Zuschaltleistung) veranlasst wurde. In solchen Netzengpasszeiten befindet sich weit überwiegend Strom aus erneuerbaren Energien im Netz und es wird durch die Zuschaltung der Elektrolyseanlage anstelle der Abregelung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms der Netzengpass aufgelöst. So wird erneuerbar erzeugter Strom, der andernfalls abgeregelt würde, einer Nutzung zugeführt. Zudem werden Emissionen vermieden, die entstünden, wenn Strom aus fossilen Energieträgern eingesetzt würde.

## **HEMMNISSE**

Grundsätzlich ist an dieser Stelle festzuhalten, dass Standorte, Bereitstellung und Finanzierung von Wasserstoff noch unklar sind. Dies hängt im Wesentlichen davon ab, für

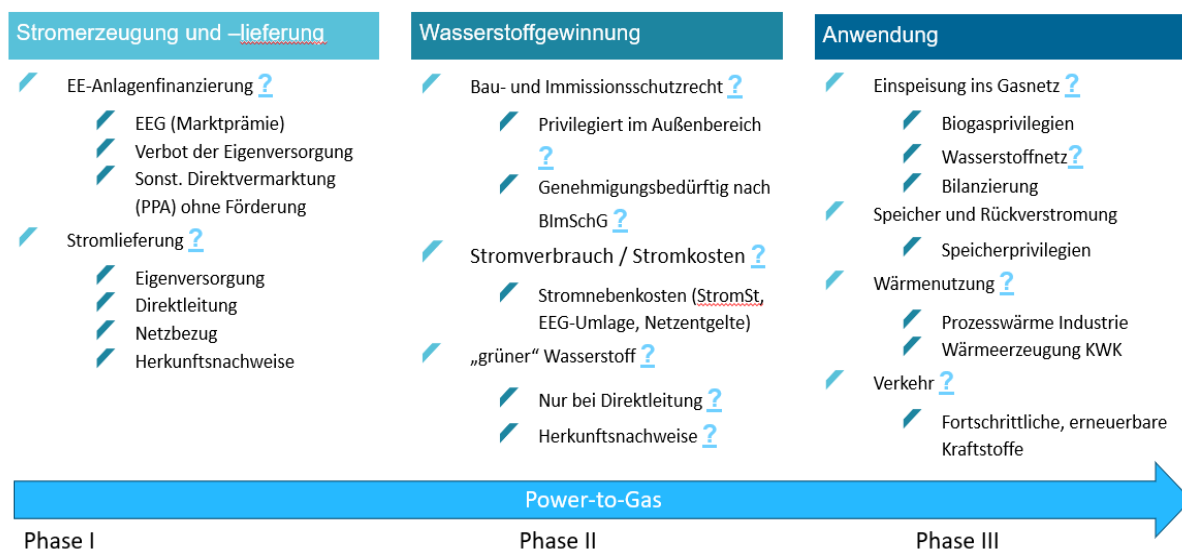
---

<sup>98</sup> Die EEG-Umlage, sowie andere Abgaben fallen somit weiter an.

<sup>99</sup> Vgl. BT-Drs. 17/6072, 50.

welche Sektorenkopplungspfade und Technologien man sich im Hinblick auf das Zielsystem entscheidet.

Als besondere Aspekte im Hinblick auf P2G gelten die hohen Stromnebenkosten (3.1.3) sowie die begrenzte Möglichkeit zur bilanziellen Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft des erneuerbaren Stroms bei der Produktion von Wasserstoff.<sup>100</sup>



Quelle: IKEM (2020).

**Abbildung 8: Power-to-X: Hemmnisse („?“) am Beispiel der P2G-Verwertungskette.**

Wie die **Abbildung 8** zeigt, gibt es darüber hinaus eine Vielzahl anderer Rechtsfragen, auf die an dieser Stelle aber nicht vertieft eingegangen werden kann, da der Fokus dieser Darstellung (s. o. **Abbildung 6**) auf der Sektorenkopplung, also dem Strombezug zur Erzeugung von Wasserstoff, liegt. Hinsichtlich der Stromkosten als mögliches Hemmnis wird auf die grundsätzliche Darstellung der Strompreisbestandteile verwiesen (s. o. 3.1.3). Die möglichen speziellen Hemmnisse für Power to Gas-Anwendungen sollen im Überblick genannt werden:

Die Reduzierung der EEG-Umlage nach § 61l EEG 2021 (**Speicherprivileg**) greift nur bei Rückverstromung, womit das Endprodukt Wasserstoff in den anderen Anwendungsfällen teurer ist. Die **Eigenversorgungsprivilegien** nach §§ 61e – 61j EEG 2021 greifen grundsätzlich nicht für Anlagen, die an Ausschreibungen teilnehmen, § 27a EEG 2021. Und

<sup>100</sup> Vertiefend: *Antoni/Kalis*, Grün vs. Grau – Begriff, Nachweis und Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft erneuerbaren Stroms, ZNER 5/2020 (24), S. 382 ff.

eine grundsätzliche Befreiung der Elektrolyseure von der **Stromsteuer** kommt nach § 9a Abs. 1 Nr. 1 StromStG nur für Unternehmen des produzierenden Gewerbes in Betracht.

Letztlich ist die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff (P2G) und seiner Folgeprodukte (P2L), insbesondere wegen der hohen Kosten für den Strombezug, im Verhältnis zu mittels fossiler Energieträger erzeugtem Wasserstoff bisher nicht wirtschaftlich. Inwieweit dieses Missverhältnis gesamtsystemisch sinnvoll ist oder überwunden werden muss, ist nicht Teil der Darstellung. Insbesondere ist zu bedenken, dass die Erzeugung von Wasserstoff gesamtsystemisch nicht mehr sinnvoll erscheint, wenn dadurch in anderen Sektoren für eine direkte Elektrifizierung benötigter erneuerbarer Strom kannibalisiert wird und schlimmstenfalls fossile Kraftwerke zur Elektrizitätserzeugung herangezogen werden müssen bzw. (fossil erzeugter) Strom aus dem Ausland importiert werden muss, um die Versorgungssicherheit sicherzustellen.

### 3.1.5 Gasinfrastruktur – Wasserstoffnetze

**Literatur:** *Dena* (2016): Potentialatlas Power to Gas, Online-Veröffentlichung, [www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9144\\_Studie\\_Potenzialatlas\\_Power\\_to\\_Gas.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9144_Studie_Potenzialatlas_Power_to_Gas.pdf); DVGW (2016): Untersuchungen zur Einspeisung von Wasserstoff in ein Erdgasnetz, *Wasser-praxis* 11 (2016), S. 50-59; *Kals* (2020): Rechtsrahmen für Wasserstoffnetze, Anpassungsvorschläge für die Kooperationsvereinbarung Gas, Online-Veröffentlichung, [www.get-h2.de/wp-content/uploads/gutachten\\_ikem\\_kov-gas.pdf](http://www.get-h2.de/wp-content/uploads/gutachten_ikem_kov-gas.pdf); *Kalis* (2019): Rechtsrahmen für ein H<sub>2</sub> – Teilnetz: Nukleus einer bundesweiten, öffentlichen Wasserstoffinfrastruktur, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/Rechtsrahmen-für-ein-H2-Teilnetz.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/Rechtsrahmen-für-ein-H2-Teilnetz.pdf); *Kalis/Schröder/Willnauer* (Gas & Energie 2019): GET H<sub>2</sub> – Aufbau einer Wasserstoff Infrastruktur, Online-Veröffentlichung, [www.gwf-gas.de/produkte/2019-get-h2-aufbau-einer-wasserstoff-infrastruktur/](http://www.gwf-gas.de/produkte/2019-get-h2-aufbau-einer-wasserstoff-infrastruktur/); *Lietz* (2017): Rechtlicher Rahmen für die Power-to-Gas-Stromspeicherung. Nomos-Verlag, Baden-Baden; *Schäfer-Stradowsky* (2020): Regulierung von Wasserstoff(netzen) – Was zählt, ist der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Gastbeitrag zum Politikbrief von Open Grid Europe, 2020.

Um langfristig eine größtmögliche Zahl von Abnehmern mit erneuerbarem Wasserstoff zu versorgen, bedarf es einer entsprechenden Infrastruktur. Ein **öffentliches Wasserstoffnetz** besteht bisher nicht, auch wenn erste Regulierungsansätze dazu in einer aktuellen EnWG-Entwurfassung mitaufgenommen sind.<sup>101</sup> Unter dem bestehenden Rechtsrahmen steht die Beimischung von Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz im Fokus. Aus technischen

---

<sup>101</sup> Vgl. BT-Drs 19/27453 (Gesetzentwurf), insbs. § 28j ff. EnWG -neu-.

Gründen bestehen jedoch strenge Einspeisegrenzen für die Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz.

Zukünftig könnte grundsätzlich die bereits vorhandene Gasinfrastruktur für Wasserstoff (um-) genutzt werden. Dies würde es ermöglichen, bundesweit unter Nutzung der bestehenden Infrastrukturen für Gastransport und -speicherung nahezu die gesamte Industrie und Bevölkerung zu erreichen. Das deutsche Gasnetz bildet zusammen mit denen an dieses angeschlossenen kommunalen Netzen, z.B. in den Städten und Gemeinden, ein praktisch flächendeckend vorhandenes, vermaschtes Netz.

Dem Grunde nach ist ein öffentliches Wasserstoffnetz damit bereits jetzt rechtlich zulässig.<sup>102</sup> Jedoch sind die rechtlichen Anforderungen an ein öffentliches Wasserstoffnetz hoch, insbesondere müsste es als Teil der öffentlichen Gasversorgung die technische Sicherheit ebenso wie die Versorgungssicherheit gewährleisten.

### **HEMMNISSE**

Der Bedarf an Wasserstoff ist letztlich sehr abhängig von dem gewählten Transformationspfad (s. o. 2.5). Der Sinn bzw. die Notwendigkeit der Verzahnung verschiedener Sektoren über Wasserstoffnetze hängt wesentlich davon ab, welche Technologien im Zielsystem Wasserstoff nutzen sollen. Erst wenn klar ist, in welchen Bereich Wasserstoff zum Einsatz kommen sollen, lassen sich auch Aussagen über den Bedarf an entsprechender Infrastruktur und den dafür zukünftig notwendigen Rechtsrahmen treffen.

Im bestehenden Rechtsrahmen hemmt die begrenzte Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz die Etablierung von erneuerbarem Wasserstoff. Insoweit stellt Wasserstoff derzeit nur ein **Zusatzgas** dar (vgl. zudem § 36 GasNZV mit statischem Verweis auf DVGW-Regelwerk), was die Transportkapazitäten für Wasserstoff begrenzt. Zudem erfolgt die Einspeisung von Wasserstoff als Gas (§ 3 Nr. 19 EnWG) oder als Biogas (§ 3 Nr. 10c EnWG), also ohne eine gesonderte Bilanzierung von Wasserstoff. Somit erhält der Verbraucher auch bilanziell gesehen allenfalls Mischgas. Eine leitungsgebundene Lieferung von grünem Wasserstoff und anschließende Verwertung in den Sektoren ist damit bisher nicht möglich.

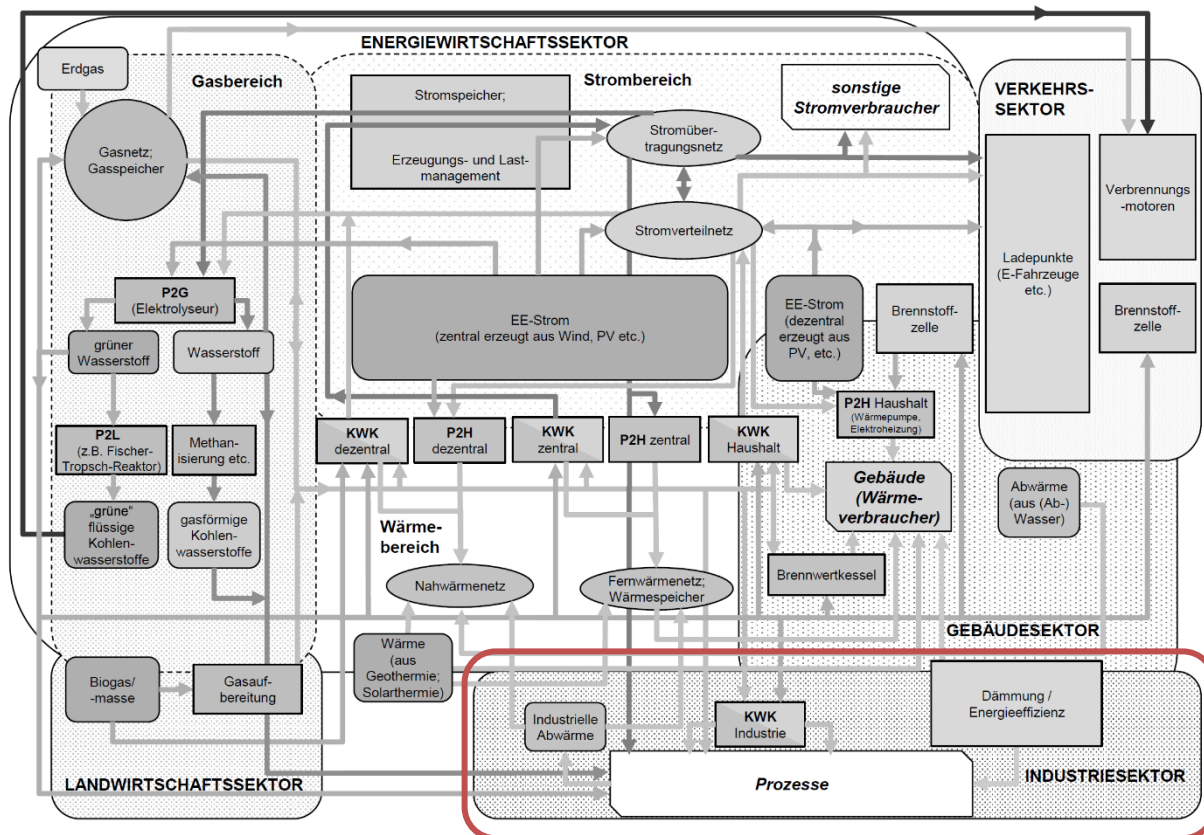
Der **Nachweis nach § 3 Nr. 10c EnWG** zu dem weit überwiegenden Bezug von EE-Strom zur Elektrolyse ist nicht abschließend reguliert. So sieht die BNetzA den Einsatz von Herkunftsnachweisen vor, eine Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft ist insoweit aber nicht möglich.

---

<sup>102</sup> Vertiefend: *Kalis*, Rechtsrahmen für ein H<sub>2</sub> – Teilnetz: Nukleus einer bundesweiten, öffentlichen Wasserstoffinfrastruktur, 2019, Online-Veröffentlichung: [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/Rechtsrahmen-für-ein-H2-Teilnetz.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/Rechtsrahmen-für-ein-H2-Teilnetz.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.



## 3.2 Industriesektor



- Literatur:** *Agora Energiewende* (2021): Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht, S. 17, Online-Veröffentlichung, [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020-09\\_DE-Call\\_for\\_Action\\_Industry/A-EW\\_204\\_Klimaneutralitaet-2050\\_Was-Industrie-von-Politik-braucht\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020-09_DE-Call_for_Action_Industry/A-EW_204_Klimaneutralitaet-2050_Was-Industrie-von-Politik-braucht_WEB.pdf);
- Aydemir/Doderer/Hoppe/Braungardt* (2019): Abwärmennutzung in Unternehmen, Studie für das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/Abwaermestudie-BW\\_final\\_25.06.2019.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/Abwaermestudie-BW_final_25.06.2019.pdf);
- Dena* (2018), Factsheet – Stahlproduktion, S. 1 f., Online-Veröffentlichung, [www.powertogas.info/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet\\_PowerFuels\\_Stahlproduktion\\_Industrielle\\_Prozesswaerme.pdf](http://www.powertogas.info/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet_PowerFuels_Stahlproduktion_Industrielle_Prozesswaerme.pdf);
- Dena* (2018): Factsheet – Industrielle Prozesswärme, S. 2 f., Online-Veröffentlichung, [www.powertogas.info/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet\\_PowerFuels\\_Stahlproduktion\\_Industrielle\\_Prozesswaerme.pdf](http://www.powertogas.info/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Factsheet_PowerFuels_Stahlproduktion_Industrielle_Prozesswaerme.pdf);
- Altrock/Lehnert/Finke/Yilmaz* (2019): Klimaneutrale Industrie: Juristische Kurzbewertung der Politikoptionen, Online-Veröffentlichung, [www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrale-industrie-1/](http://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrale-industrie-1/);
- Kalis/Wilms* (2020): KEROSyN100, Regulatorische Hemmnisse und Anreizmechanismen für den Einsatz synthetischer Kraftstoffe in der Luftfahrt, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/05/20200528\\_IKEM\\_KeroSyn100\\_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/05/20200528_IKEM_KeroSyn100_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf);
- Martin/Metz/Stegmaier/Kalis/Borger/Yilmaz/Wilms/Antoni/Jäde* (2019): Sofortmaßnahmen für den Klimaschutz in der Industrie, Juristischer Kurzbericht, im Auftrag des WWF,

Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/WWF-KSG-Gutachten-3-Klimaschutzmassnahmen-im-Industriesektor.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/WWF-KSG-Gutachten-3-Klimaschutzmassnahmen-im-Industriesektor.pdf).

Im Industriesektor (vor allem in den Schlüsselindustrien wie Anlagenindustrie, die Automobilbranche und die energieintensive chemische Industrie) geht es im Hinblick auf das Ziel der Klimaneutralität darum, Produktionsprozesse und Produkte auf klimaneutrale Technologien umzustellen. Auch dies wird nur durch die voranschreitende Sektorenkopplung mit einer Umstellung von Prozessen auf erneuerbaren Strom bzw. die Verwendung von P2G- und P2L-Produkten – wie Wasserstoff und synthetischen Kohlenwasserstoffen – gelingen.

Die Umstellung der Elektrizitätsversorgung auf erneuerbaren Strom erscheint als der einfachere Teil. Jedoch stellt sich hier zum einen die Frage, wie entsprechende **Strommengen an erneuerbarer Energie** zur Verfügung gestellt werden können (dazu. oben 3.1.1) und zum anderen, zu welchen **Stromkosten** (dazu oben 3.1.3) dies geschieht. Zudem bedeutet die Umstellung auf erneuerbare Energien vielfach eine Verlagerung der Energieerzeugung aus den Werken heraus, womit auch die Industrie mehr denn je auf ein verlässliches Stromnetz bzw. einen entsprechenden **Netzausbau** (vgl. oben 3.1.2) für eine sichere Energieversorgung angewiesen ist. Wegen der weitgehend ausgereiften und wettbewerbsfähigen Technologie der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien investiert die Industrie bereits auf eigenes Risiko in Erneuerbare-Energien-Anlagen oder schließt exklusive Stromlieferverträge (PPA) mit Betreibern von Offshore-Windparks<sup>103</sup> und PV-Freiflächenanlagen.<sup>104</sup>

Die aktuelle Problematik besteht darin, dass Investitionen in Produktionsanlagen grundsätzlich langlebige Investitionen sind. Hierbei gelten vor allem konventionelle (überwiegend auf fossilen Energien aufbauende) Techniken immer noch als wirtschaftlich(er). Langfristig stehen diese Technologien auf Basis fossiler Energien – auch wenn es sich um Effizienzverbessernde Technologien handelt – angesichts der Klimaziele in den 2040er Jahren vor dem Aus. Der Rechtsrahmen gibt bisher jedoch kaum konkrete Anreize, die klimaneutralen Techniken zur Dekarbonisierung der Industrie unmittelbar wirtschaftlich erscheinen lassen. Abstrakte Klimaziele sind wenig offensiv und lassen klare Leitplanken oft nicht erkennen. Insoweit bedarf es von staatlicher Seite zum einen klarer Anreize und zum anderen weiterer Hilfestellungen, um die Vorgaben auch erreichen zu können. Zentral für diese Umstellung ist die rechtzeitige Entwicklung der dafür nötigen Technologien, wobei die Investitionen in

---

<sup>103</sup> Vgl. z.B. [orsted.de](http://orsted.de), Ørsted schließt weltweit größtes Offshore-Wind PPA in Deutschland ab vom 04.12.2019, Online-Veröffentlichung: <https://orsted.de/presse-media/news/2019/12/orsted-ppa-deutschland>, zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>104</sup> Vgl. z.B. [photovoltaik.eu](http://photovoltaik.eu), Bosch setzt auf Solarpower vom 05.08.2020, Online-Veröffentlichung: [www.photovoltaik.eu/e-mobilitaet/bosch-setzt-auf-solarpower](http://www.photovoltaik.eu/e-mobilitaet/bosch-setzt-auf-solarpower), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

klimaneutrale Prozesse mit erheblichen Kosten verbunden sind. Um diese Investitionen dennoch anzureizen, spielen **Förderprogramme der öffentlichen Hand** – auf EU- und nationaler Ebene – eine entscheidende Rolle. Ohne Programme für Forschung und Entwicklung (F&E) bis hin zum Übergang zur Marktreife erscheinen viele Umstellungen von Produktionsprozessen im Rahmen der Klimaziele kaum erreichbar. Denn eine Dekarbonisierung ohne Deindustrialisierung ist technisch machbar, aber wird nicht überall bzw. ausreichend schnell ohne staatliche Unterstützung funktionieren.

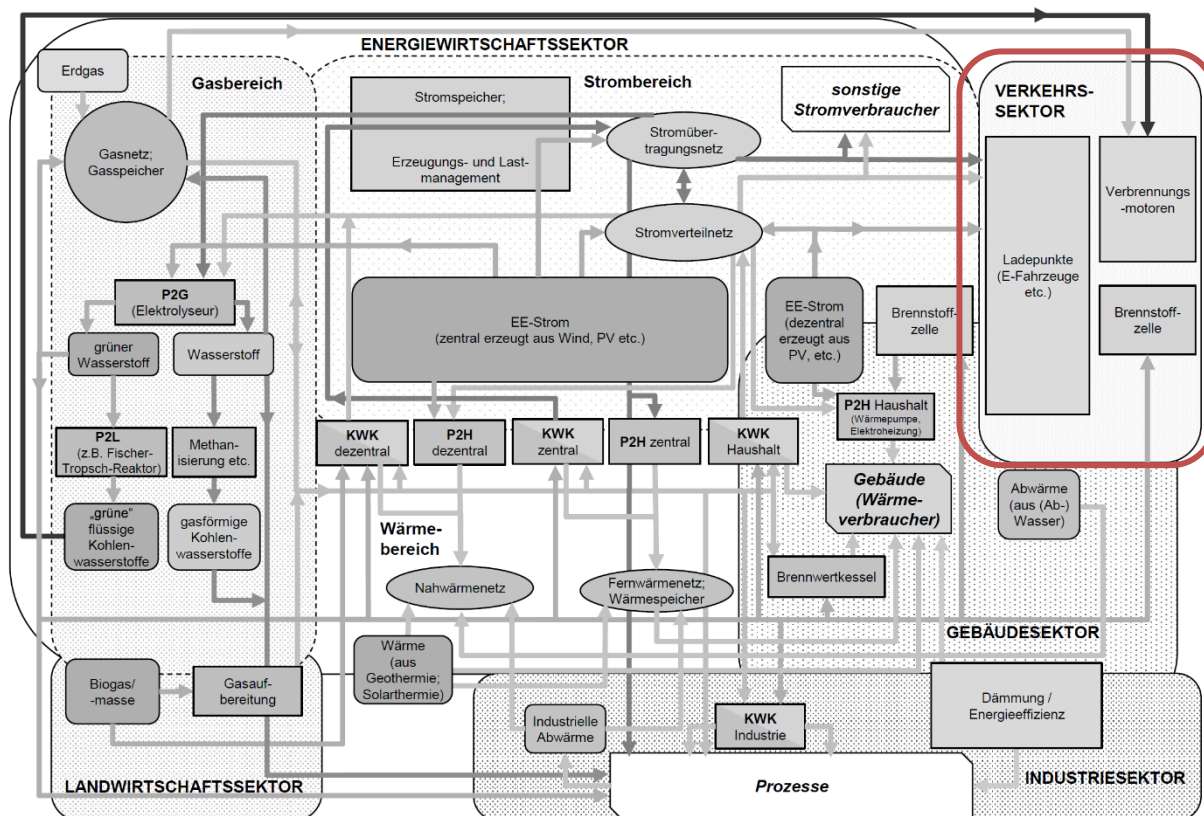
Insoweit bedarf es auch einer Überprüfung des **EU-Beihilferechts (Art. 107 ff. AEUV)**. Aktuell stehen die bestehenden Regelungen gezielten Innovationsanreizen wie zum Beispiel Carbon Contracts for Difference (CCfD), also Differenzverträgen, mit denen die investiven Mehrkosten von Unternehmen durch den Staat oder staatlich beauftragte Institutionen ausgeglichen werden können, entgegen. Wegen der zentralen Rolle des Beihilferechts bedarf es insbesondere im Hinblick auf P2G und P2L für die **Grundstoffindustrien** einer verlässlichen Perspektive für die Bereitstellung und den Transport von Wasserstoff als Ausgangsprodukt. Ein weiterer Aspekt, für den es noch an einem klaren Rechtrahmen fehlt, ist, wie Prozesswärme – vor allem in der chemischen Industrie – klimaneutral bereitgestellt werden kann. Das ist elektrisch bereits möglich, aber kostenintensiv, auch wenn es schon innovative Ansätze z.B. in der Aluminiumindustrie (flexible Aluminiumelektrolyse) und der Zementindustrie (Kohlenstoffspeicherung) gibt. Im Hinblick auf die Dekarbonisierung der **Stahlindustrie** stellt die Sektorenkopplung diverse Technologien bereit. Auch hier ist festzuhalten, dass technisch gesehen die Herstellung von CO<sub>2</sub>-neutralem Stahl möglich, aber noch nicht wettbewerbsfähig ist. Und auch hier steht bis 2030 für viele Produktionsanlagen eine Erneuerung an.

Neben dem Beihilferecht kann die **EU-Taxonomie**<sup>105</sup> helfen, Investitionen in die Transformation der Industrie und eine Dynamik an den Finanzmärkten anzureizen. Dazu bedarf es eines einheitlichen Klassifizierungssystems für nachhaltige ökonomische Aktivitäten. Die Kriterien soll die EU-Taxonomie bereitstellen, um ganz im Sinne von Umwelt, Sozialverträglichkeit und Governance klare Standards für nachhaltige Anlagen, u.a. für Sektorenkopplungstechnologien, zu schaffen.

---

<sup>105</sup> Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.

### 3.3 Verkehrssektor (Fokus Straßenverkehr)



Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors ist, anders als die Dekarbonisierung des Energiewirtschaftssektors, bisher kaum vorangetrieben worden. Im Hinblick auf das Ziel der Klimaneutralität ist es aber eine zentrale Aufgabe für den Verkehrssektor, die Transformation von auf fossilen Kraftstoffen beruhende Antriebsarten (wie etwa dem Verbrennungsmotor) hin zu einer direkten (Elektrofahrzeuge) und indirekten Elektrifizierung (Brennstoffzelle und synthetische Kraftstoffe) basierend auf erneuerbaren Energien zu beschleunigen. Denn die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 schreibt den Mitgliedsstaaten vor, dass der Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen bei allen Verkehrsträgern im Jahr 2030 mindestens 14 Prozent des nationalen Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor betragen muss. Obwohl der Verbrauch fossiler Kraftstoffe auch im Jahr 2019 gestiegen war, lag der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor dank der Sektorenkopplung konstant bei 5,6 Prozent in Deutschland.<sup>106</sup> Genauer gesagt hat der steigende Anteil erneuerbarer Energien

<sup>106</sup> AGEE-Sat, Erneuerbare Energien in Deutschland, Daten zur Entwicklung im Jahr 2019, März 2020, S. 6, [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-03\\_hqp-ee-in-zahlen\\_bf.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-03_hqp-ee-in-zahlen_bf.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

im allgemeinen Strommix zu dem konstanten prozentualen Anteil des im Verkehr genutzten erneuerbaren Strom beigetragen.

Die Bundesregierung hat sich Anfang 2021 verständigt, den Erneuerbare-Energien-Anteil im Verkehrssektor auf über 28 Prozent bis 2030 zu steigern.<sup>107</sup> Dieses Ziel kann ohne eine Elektrifizierung des Verkehrssektors (und insbesondere des Straßenverkehrs) nicht erreicht werden. Wobei hinsichtlich der Zielerreichung der Elektrifizierung des Verkehrssektors drei Aspekte grundlegend sind: **1. ausreichend zusätzlicher Strom aus erneuerbaren Energien**, sei es jetzt der für die Ladung eines Elektrofahrzeuges oder der für die Herstellung von strombasierten regenerativen Kraftstoffen – wie z.B. „grünem“ Wasserstoff; **2. technologische Transformation der Antriebskonzepte** (Elektromobilität, Brennstoffzellenfahrzeuge etc.) und **3. Bereitstellung der Infrastruktur** für die neuen Antriebskonzepte (Ladung (stationär/leitungsgebunden) bzw. Betankung). Im Rahmen aller drei Punkte kann (wie im Folgenden) grundsätzlich noch einmal zwischen der **direkten Elektrifizierung** (Elektrofahrzeuge) und der **indirekten Elektrifizierung** auf Basis von Power to Gas / Liquid hergestellten Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen unterschieden werden.

### 3.3.1 Direkte Elektrifizierung – Power to Mobility

**Literatur:** *Antoni*, Rechtsfragen zu Zugang und Nutzung von Stromverteilnetzen im Kontext der Energie- und Verkehrswende, IR 2020, S. 2-5; *Beckers/Gizzi/Jöhrens/Liedtke* (2019): Zentrale Ausgestaltungsfragen hinsichtlich eines Förderregimes für Oberleitungs-Hybrid- LKW (OH-Lkw) – Eine (institutionen-) ökonomische Analyse, IKEM Working Paper, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/06/20200610\\_WP\\_Oberleitungs-LKW.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/06/20200610_WP_Oberleitungs-LKW.pdf); *Beckers/Gizzi/Hermes/Weiß* (2019): Die Bereitstellung der Schnellladeinfrastruktur für die Elektromobilität in Deutschland – Eine ökonomisch-juristische Analyse zentraler Fragestellungen und alternativer Organisationsmodelle, IKEM Working Paper, 2019, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/07/20200706\\_WP\\_Schnellladeinfrastruktur.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/07/20200706_WP_Schnellladeinfrastruktur.pdf); *Beckers/Gizzi* (2019): Die Bereitstellung von (Basis-)Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität im -öffentlichen Straßenraum – Eine ökonomische Analyse, IKEM Working Paper, 2019, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/06/20200610\\_WP\\_Basisladeinfrastruktur.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/06/20200610_WP_Basisladeinfrastruktur.pdf); *Bußmann-Welsch/Schneider* (2020): Klimaschutz per Oberleitung, *REthinking Law*, 5/2020, S. 68-71; *Feltes/Blankschein/Mercado* (2020): Innovative Quartierskonzepte im urbanen Raum – Praxisbeispiele für eine integrierte Energie- und Verkehrswende in Berlin, *Transforming Cities*, 02/2020, S. 64-68; *Fraunhofer ISI/Öko-Institut/ifeu* (2018): Alternative Antriebe und Kraftstoffe im Straßengüterverkehr – Handlungsempfehlungen für Deutschland, Online-Veröffentlichung,

---

<sup>107</sup> Vgl. *BMU*, Pressemitteilung vom 03.02.2021, [www.bmu.de/pressemitteilung/schulze-wir-foerdern-kraftstoffe-die-das-klima-schuetzen-ohne-die-natur-zu-zerstoeren/](http://www.bmu.de/pressemitteilung/schulze-wir-foerdern-kraftstoffe-die-das-klima-schuetzen-ohne-die-natur-zu-zerstoeren/), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.



[www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2018/Zukunft\\_StrGüterverkehr.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2018/Zukunft_StrGüterverkehr.pdf);

Hartwig/Bußmann-Welsch/Claes/Schneider (2020): AMELIE - RED – Abrechnungssysteme und -methoden für elektrisch betriebene Lkw sowie deren interoperable Infrastrukturen im europäischen Kontext, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/20210122\\_Final-Report\\_Version-v-2.0-ohne-Kommentare.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/20210122_Final-Report_Version-v-2.0-ohne-Kommentare.pdf); Hartwig/Bußmann-Welsch (2020): Leitbilder für den Aufbau von elektrischen Straßensystemen in Europa, IKEM Working Paper, 2020, <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4327276>; Hildebrandt (2016): Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge unter Berücksichtigung idealtypischer Ladebedarfe – Eine institutionenökonomische Analyse, Online-Veröffentlichung: [https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/5466/2/hildebrandt\\_jonas.pdf](https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/5466/2/hildebrandt_jonas.pdf); Pfeifer (2020): Elektromobilität: Neues Recht für neue Infrastruktur, REthinking Law, 5/2020, S. 64-67; Pfeifer/Nowack (2019): Der Rechtsrahmen zur Förderung der Elektromobilität unter besonderer Berücksichtigung kommunaler Handlungsmöglichkeiten, ZUR – Zeitschrift für Umweltrecht, 12/2019, S. 650-658; Ueckerdt/Bauer/Dirnaichner/Everall/Sacchi/Luderer (2021): Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation, Nature Climate Change Mai 2021 [DOI:10.1038/s41558-021-01032-7].

Im Hinblick auf die Klimaziele leistet die direkte Elektrifizierung im straßengebundenen motorisierten Individualverkehr mit Akkumulatoren als Energiespeicher (vollelektrische und Hybridfahrzeuge) sowie die indirekte Elektrifizierung, z.B. mit Hilfe der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technologie, einen essenziellen Beitrag zur Treibhausgasvermeidung.

Im PKW-Bereich ist der **Einsatz der Wasserstoff-Brennzellen-Technologie** im Vergleich zum batterieelektrisch betriebenen Fahrzeug (direkte Elektrifizierung) wegen des geringeren Wirkungsgrades grundsätzlich nicht sinnvoll, soweit eine direkte Elektrifizierung möglich ist. Deswegen wird dies (teilweise) als Technologieoption im PKW-Segment ausgeschlossen. Dabei bleibt in der folgenden Darstellung die Gasmobilität überwiegend unberücksichtigt. Jedoch wird derzeit kontrovers diskutiert, welchen Beitrag Akku-, Gas- und Brennstoffzellenelektromobilität jeweils leisten sollten bzw. können. Festzustellen ist aber, dass Wasserstoff für Brennstoffzellen an Tankstellen angeboten werden kann und die Schaffung einer entsprechenden Infrastruktur in diesem Bereich daher voraussichtlich weniger Regelungsbedarf auslöst. Die Brennstoffzellentechnik kann eine wichtige Nische, wenn nicht sogar mehr, füllen.

Wichtigste Anwendung der Sektorenkopplung im Hinblick auf die Verkehrswende ist die **direkte Elektrifizierung**. So wird die Elektromobilität offiziell seit 2010 vorangetrieben.<sup>108</sup> Die

---

<sup>108</sup> In einer „Gemeinsamen Erklärung“ beschließen Bundesregierung und Industrie gemeinsame Ziele und Maßnahmen zur Etablierung der Elektromobilität in Deutschland. Die Nationale Plattform



Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) als Fachgremium und Verbände sprechen dabei von einem derzeit stattfindenden Markthochlauf. Von dem ursprünglichen Ziel der Bundesregierung, dass im Jahr 2020 1 Mio. Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren, wurde im Mai 2017 abgerückt. Denn tatsächlich waren am 1. Januar 2016 lediglich 25.502 ausschließlich elektrisch betriebene PKW (Elektrofahrzeuge) zugelassen.<sup>109</sup> Die Marke von 1 Mio. Elektrofahrzeugen wurde 2020 tatsächlich nicht erreicht. Zum 1. Januar 2020 gab es gegenüber 2019 zwar erhebliche Steigerungen bei den alternativen Antriebsarten mit einem Plus von 126,2 Prozent bei Elektrofahrzeugen und einem Plus von 86,2 Prozent bei Hybridfahrzeugen (einschließlich der Plug-in-Hybrid-Pkw). Elektrofahrzeuge machten nur 0,6 Prozent (309.083) der insgesamt zugelassenen Fahrzeuge aus. Nur der Anteil der Hybrid-Pkw stieg auf 2,1 Prozent und erreichte mit 1.004.089 Fahrzeugen die angestrebte Marke, wobei die Anzahl an Plug-in-Hybridfahrzeugen auf 279.861 Fahrzeuge bzw. 173,9 Prozent anwuchs.<sup>110</sup>

Der Markthochlauf von Elektrofahrzeugen wird durch verschiedene Maßnahmen angereizt. Nach dem **Elektromobilitätsgesetz (EmoG)**<sup>111</sup> sieht § 3 Abs. 4 EmoG die Möglichkeit von Bevorrechtigungen für Elektrofahrzeuge (definiert in § 2 Nr. 1 EmoG) im öffentlichen Verkehr vor. Bevorrechtigungen sind möglich nach Nr. 1 für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen, nach Nr. 2 bei der Nutzung von für besondere Zwecke bestimmten öffentlichen Straßen oder Wegen oder Teilen von diesen, nach Nr. 3. durch das Zulassen von Ausnahmen von Zufahrtbeschränkungen oder Durchfahrtsverboten und nach Nr. 4 im Hinblick auf das Erheben von Gebühren für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen. Ferner wurde der „**Umweltbonus**“ als **Kaufprämie**<sup>112</sup> für den Erwerb eines Elektrofahrzeuges ins Leben gerufen (aktuell bis zu 6.000 Euro für ein batterieelektrisches bzw. Brennstoffzellen-Fahrzeug und 4.500 Euro für ein Plug-in-Hybrid-Fahrzeug).<sup>113</sup> Wobei eine Erweiterung des Umweltbonus

---

Elektromobilität (NPE) wird gegründet und definiert in ihrem ersten Bericht ihre Ziele, Online-Veröffentlichung: <http://nationale-plattformelektromobilitaet.de/die-npe/historie/>, zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>109</sup> *Kraftfahrt-Bundesamtes*, Der Fahrzeugbestand im Überblick am 01.01.2016, Online-Veröffentlichung: [www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz/fz\\_b\\_jahresbilanz\\_archiv/2016/2016\\_b\\_u\\_eberblick\\_pdf.pdf](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz/fz_b_jahresbilanz_archiv/2016/2016_b_u_eberblick_pdf.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021; Fahrzeuge mit Hybridantrieb: 130.365 (inkl. Plug-in-Hybrid).

<sup>110</sup> *Kraftfahrt-Bundesamt*, Der Fahrzeugbestand im Überblick am 01.01.2021, Online-Veröffentlichung: [www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz/fz\\_b\\_jahresbilanz\\_zum\\_herunterladen/2021\\_b\\_ueberblick\\_pdf.pdf](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz/fz_b_jahresbilanz_zum_herunterladen/2021_b_ueberblick_pdf.pdf), zuletzt angerufen am 31.03.2021.

<sup>111</sup> Elektromobilitätsgesetz vom 5. Juni 2015 (BGBl. I S. 898), zuletzt geändert durch Artikel 327 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).

<sup>112</sup> Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle unter: [www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>113</sup> Vertiefend: *Bundesregierung*, So funktioniert der neue Umweltbonus, [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/umweltbonus-1692646](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/umweltbonus-1692646), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

im Jahr 2020 maßgeblich zu dem starken Anstieg der E-Pkw-Flotte beigetragen hat. Es wurde das **Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr (2016)**<sup>114</sup> verabschiedet und in Form der **Ladesäulenverordnung (2017)**<sup>115</sup> die Investitionssicherheit durch die Schaffung einheitlicher Standards für den Aufbau der Ladesäuleninfrastruktur erhöht. Ganz im Sinne der Sektorenkopplung, in der Form der direkten Elektrifizierung, wird auch der Stromverbrauch im Verkehrssektor nach dem Willen des Gesetzgebers zumindest punktuell privilegiert. Insbesondere die Privilegierung im Rahmen der Stromsteuer soll dazu dienen, die Elektromobilität gegenüber dem Verkehr mit fossilen Kraftstoffen gleichzustellen.<sup>116</sup> Nach **§ 9 Abs. 2 StromStG** ist der Stromverbrauch im Verkehrssektor (**Verkehr mit Oberleitungsbussen oder für den Fahrbetrieb im Schienenbahnverkehr**<sup>117</sup>) im Hinblick auf die Stromsteuer privilegiert durch einen ermäßigten Steuersatz von 11,42 €/MWh.<sup>118</sup> Zudem ist die **landseitige Stromversorgung** von Schiffen mit einem grundsätzlich ermäßigten Steuersatz von 0,50 €/MWh privilegiert (**§ 9 Abs. 3 StromStG**). Der **öffentliche Personennahverkehr**<sup>119</sup> kann von einer Steuerentlastung nach **§ 9c StromStG** profitieren, wobei sämtliche bereits versteuerte Stromentnahmen, die zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges verwendet worden sind, von der Entlastung profitieren, soweit die Mehrzahl der Beförderungsfälle des Verkehrsmittels eine Reichweite von 50 km oder die gesamte Reisezeit von einer Stunde nicht übersteigt. Auch können Nutzer von Elektrofahrzeugen beim Laden am Ladepunkt, der eine als steuerbare Verbrauchseinrichtung darstellt, grundsätzlich von einem **reduziertes Netzentgelt nach § 14a EnWG** profitieren. Wie oben aber bereits dargestellt (3.1.3.2) entfaltet diese Regelung kaum Wirkung, da eine konkretisierende Verordnung nach § 14a EnWG weiterhin fehlt.

Die Regelungen in Bezug auf die für Elektrofahrzeuge notwendige Infrastruktur werden im Folgenden näher betrachtet.

## **HEMMNISSE**

Als mögliches Hemmnis für die nachhaltige Sektorenkopplung kann der Punkt genannt werden, dass bei der Privilegierung im Rahmen der Stromsteuer die Quelle der Erzeugung

---

<sup>114</sup> Eingeführt mit dem Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr vom 7. November 2016, Änderungen des Kraftfahrzeugsteuergesetzes und des Einkommensteuergesetzes.

<sup>115</sup> Ladesäulenverordnung vom 9. März 2016 (BGBl. I S. 457), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1520).

<sup>116</sup> Vgl. *Möhlenkamp* in: Möhlenkamp/Milewski, EnergieStG/StromStG, § 9c StromStG Rn. 1.

<sup>117</sup> Ausgenommen: betriebsinterner Werkverkehr und Bergbahnen.

<sup>118</sup> Der reguläre Steuersatz beträgt seit 2003 20,5 €/MWh (entspricht 2,05 ct/kWh), § 3 StromStG.

<sup>119</sup> Beschränkt auf Kraftfahrzeugen im genehmigten Linienverkehr nach den §§ 42 und 43 des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) oder in Verkehren nach § 1 Nr. 4 lit. d), g) und i) der Freistellungs-Verordnung v. 30.8.1962 (BGBl. I 1962, 601).

bzw. die mit der Erzeugung verbunden Treibhausgasemissionen nicht berücksichtigt werden. Zudem ist die Umwandlung von Strom in andere Energieträger und die anschließende Nutzung im Verkehrssektor nicht weiter adressiert. Auch der Ladestrom für Elektrofahrzeuge unterfällt keinem der Befreiungs- oder Ermäßigungstatbestände von der Stromsteuer nach § 9 StromStG, obwohl z.B. die landseitige Stromversorgung der gewerblichen Schifffahrt nach § 9 Abs. 3 StromStG bereits eine Ermäßigung erhält.

### **3.3.1.1 LADEINFRASTRUKTUR**

Ohne die nötige Ladeinfrastruktur kann die direkte Elektrifizierung, also der Markthochlauf der Elektromobilität, nicht stattfinden.<sup>120</sup> Entsprechend wurde der Aufbau von Ladeinfrastruktur im privaten und öffentlichen Raum angereizt. Für den **privaten Raum** sieht die EU-Gebäuderichtlinie (EU) 2018/844 (Gebäude-RL)<sup>121</sup> in Art. 8 Abs. 2 Gebäude-RL die **Pflicht zur Bereitstellung von Ladeeinrichtungen** (Ladepunkte und die Leitungsinfrastruktur) für Elektrofahrzeuge in Neubauten vor. Dies wurde mit dem **Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG)**<sup>122</sup> vom 18. März 2021 umgesetzt.

Für den **öffentlichen Raum** gilt die **Ladesäulenverordnung**,<sup>123</sup> die dem Wortlaut der Verordnung die technischen Mindestanforderungen an den **sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten** für Elektromobile sowie weitere Aspekte des Betriebes von Ladepunkten wie Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung entsprechend den Vorgaben der Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFI-Richtlinie)<sup>124</sup> regelt. Ob die Ladesäulenverordnung dem tatsächlich gerecht wird, ist nicht unumstritten.

Für den öffentlichen Raum hat die Bundesregierung zudem den **Entwurf eines Gesetzes über die Bereitstellung flächendeckender Schnellladeinfrastruktur für reine**

---

<sup>120</sup> Eine umfassende Darstellung von Ladebedarfen und Angebotskonzepten sowie sich die daraus ergebenden unterschiedlichen Arten von Ladeinfrastruktur liefert *Hildebrandt*, Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge unter Berücksichtigung idealtypischer Ladebedarfe – Eine institutionenökonomische Analyse, Mai 2016, Online-Veröffentlichung: [https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/5466/2/hildebrandt\\_jonas.pdf](https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/5466/2/hildebrandt_jonas.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>121</sup> Richtlinie 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung).

<sup>122</sup> Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 354). Dieses Gesetz dient der Umsetzung von Artikel 8 Absatz 2 bis 6 der Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz (ABl. L 156 vom 19.6.2018, S. 75).

<sup>123</sup> Ladesäulenverordnung vom 9. März 2016 (BGBl. I S. 457), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1520).

<sup>124</sup> Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

**Batterieelektrofahrzeuge (Schnellladegesetz – SchnellLG)<sup>125</sup>** vorgelegt. Das Gesetz soll die rechtliche Grundlage für die geplante Ausschreibung zum Aufbau eines öffentlichen Schnellladenetzes mit 1.000 Standorten schaffen.

Hinzu kommt noch die **indirekte Förderung der Ladeinfrastruktur**. Ladepunktbetreiber:innen erhalten das Recht, sogenannte Anrechnungszertifikate an die Mineralölkonzerne zu verkaufen, die wiederum mit diesen Zertifikaten ihre Treibhausgasminderungs-Quote (THG-Quote) nach dem BImSchG erfüllen können (vertiefend 3.3.2).

### **3.3.1.2 EXKURS: ELEKTRIFIZIERUNG DES STRABENGÜTERVERKEHRS – LEITUNGSGEFÜHRTE LKW**

**Literatur:** *Beckers/Gizzi/Jöhrens/Liedtke* (2019): Zentrale Ausgestaltungsfragen hinsichtlich eines Förderregimes für Oberleitungs- Hybrid-LKW (OH-Lkw), Eine (institutionen-)ökonomische Analyse, IKEM Working Paper, 2019, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/06/20200610\\_WP\\_Oberleitungs-LKW.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/06/20200610_WP_Oberleitungs-LKW.pdf); *Bußmann-Welsch/Schneider* (2020): Klimaschutz per Oberleitung, *REthinking Law*, 5/2020, S. 68-71, 2020; *Hartwig* (2020): Akteursmodell für die Finanzierung und Abrechnung elektrischer Straßensysteme (ERS), IKEM Working Paper, 2020, <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4337906>; *Hartwig/Bußmann-Welsch/Claes/Schneider* (2021): AMELIE - RED – Abrechnungssysteme und -methoden für elektrisch betriebene Lkw sowie deren interoperable Infrastrukturen im europäischen Kontext, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/20210122\\_Final-Report\\_Version-v-2.0-ohne-Kommentare.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/20210122_Final-Report_Version-v-2.0-ohne-Kommentare.pdf); *Hartwig/Bußmann-Welsch* (2020): Leitbilder für den Aufbau von elektrischen Straßensystemen in Europa Forschungsbericht, IKEM Working Paper, 2020, <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4327276>; *Hartwig/Lehmann* (2019): Regulative framework for overhead contact lines for trucks on motorways – The AMELIE project aiming at a European approach of financing and billing for ERS Inproceedings, 3rd Electric Road Systems Conference 2019 (7.-8. Mai 2019), Frankfurt am Main, 2019, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/05/S4 - Hartwig et al - Regulative framework for overhead contact lines for trucks on motorways - The AMELIE p.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/05/S4 - Hartwig et al - Regulative framework for overhead contact lines for trucks on motorways - The AMELIE p.pdf).

Zur direkten Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs / Lastverkehrs sind leitungsgeführte Lkw, sogenannte Trolley-Trucks (E-Trolleys), eine Option. Die grundlegende Technik ist mit der von Trolley-Bussen (Oberleitungsbusse („Obusse“)) vergleichbar, die bereits seit Langem im öffentlichen Personennahverkehr eingesetzt wird. In einem Trolley-Truck werden Elektromotoren (zentrale Antriebseinheit oder Radnabenmotoren) mithilfe eines

---

<sup>125</sup> BT-Drs. 19/28184.

Stromabnehmers und Umrichters über eine fest verlegte Versorgungsleitung mit Elektrizität gespeist, wobei ein Schleifschuh oder eine Schleifleiste im Stromabnehmer an die Versorgungsleitung gedrückt wird.<sup>126</sup>

Die Frage, wie die leistungsstarken Elektro-Lkw in die bestehenden Elektrizitätsversorgungsnetze möglichst unter Nutzung erneuerbarer Energien integriert werden können, ist nicht nur technisch, sondern auch rechtlich und ökonomisch weitgehend ungeklärt. Die ordnungsrechtliche Integration des Oberleitungsverkehrs der Elektro-Lkw in den Straßenverkehr, die Anforderungen an das Zulassungsrecht, um diese neue Verkehrsart umzusetzen, die planungs- und fernstraßenrechtlichen Erfordernisse, um eine neue, flächendeckende Oberleitungsinfrastruktur an der Autobahn in der Praxis errichten zu können, sind wesentliche Vorfragen für die verkehrs- und energietechnischen, ökologischen und ökonomischen Aspekte der Umsetzung. Hier setzen **Forschungsprojekte wie AMELIE und AMELIE II**, gefördert vom BMWi, an. In AMELIE II soll eine kohärente, technisch, rechtlich und organisatorisch umsetzbare Einführungsvision für einen Markthochlauf von elektrischen Straßensystemen (ERS) erstellt werden.

### 3.3.2 Indirekte Elektrifizierung – Power to Gas / Liquid

**Literatur:** *Agora Verkehrswende/Agora Energiewende/Frontier Economics* (2018): The Future Cost of Electricity-Based Synthetic Fuels, Online-Veröffentlichung, [www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/Die\\_Kosten\\_synthetischer\\_Brenn-\\_und\\_Kraftstoffe\\_bis\\_2050/Agora\\_SynKost\\_Study\\_EN\\_WEB.pdf](http://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/Die_Kosten_synthetischer_Brenn-_und_Kraftstoffe_bis_2050/Agora_SynKost_Study_EN_WEB.pdf); *Buchmüller* (2021): Die energie- und regulierungsrechtlichen Baustellen auf dem Weg zur Wasserstoffwirtschaft, ZUR 2021, 195 ff.; *Langstädtler* (2021): Zum planungs- und genehmigungsrechtlichen Rahmen für die Erzeugung, Verteilung und Speicherung von grünem Wasserstoff, ZUR 2021, 203 ff.; *BBH/LBST/Fraunhofer ISE/IKEM*, Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen, November 2018, S. 5 ff, Online-Veröffentlichung, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/iek-2050.pdf](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/iek-2050.pdf); *Beckers/Gizzi/Schäfer-Stradowsky/Wilms et al.* (2018): Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen, Studie im Auftrag des BMVI, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/2019\\_Studie\\_Rechtliche-Rahmenbedingungen-für-ein-integriertes-Energiekonzept\\_IEK2050.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/2019_Studie_Rechtliche-Rahmenbedingungen-für-ein-integriertes-Energiekonzept_IEK2050.pdf); *Dena* (2018), Power to X: Strombezug, Online-Veröffentlichung, [www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264\\_Power\\_to\\_X\\_Strombezug.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Strombezug.pdf), *Kalis/Wilms* (2020): KEROSyN100 – Regulatorische Hemmnisse und Anreizmechanismen für den Einsatz synthetischer Kraftstoffe in der Luftfahrt, Online-Veröffentlichung, [---

<sup>126</sup> \*Sachverständigenrat für Umweltfragen \(SRU\)\*, Umweltgutachten 2012, S. 150, Online-Veröffentlichung: \[https://umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01\\\_Umweltgutachten/2012\\\_2016/2012\\\_06\\\_04\\\_Umweltgutachten\\\_HD.pdf\]\(https://umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01\_Umweltgutachten/2012\_2016/2012\_06\_04\_Umweltgutachten\_HD.pdf\), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.](http://www.ikem.de/wp-</a></p></div><div data-bbox=)

[content/uploads/2020/05/20200528\\_IKEM\\_KeroSyn100\\_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf](content/uploads/2020/05/20200528_IKEM_KeroSyn100_Regulatorische-Hemmnisse-und-Anreize.pdf); Kalis/Wilms (2019): Alternativer Flugturbinentreibstoff : Anreize für den Einsatz von synthetischem Kerosin nach derzeitiger Rechtslage, Internationales Verkehrswesen 2019, 71 (3), S. 12-14; Wilms/Lerm/Schäfer-Stradowsky/Sandén/Jahnke/Taubert (2018): Heutige Einsatzgebiete für Power Fuels – Factsheets zur Anwendung von klimafreundlich erzeugten synthetischen Energieträgern, Online-Veröffentlichung, [www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/181123\\_dena\\_PtX-Factsheets.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/181123_dena_PtX-Factsheets.pdf).

**Power to Gas** (s. o. 2.3.4), also der Antrieb durch die Nutzung von **Wasserstoff** in Brennstoffzellen bis hin zur Nutzung durch **Power to Liquid** hergestellter, strombasierter **synthetischer Kraftstoffe**, bietet dort, wo eine direkte Elektrifizierung nicht möglich bzw. ineffizient ist, die Möglichkeit, Teile des Verkehrssektors, wie z.B. den Öffentlichen Personennahverkehr (insbesondere Busse und Züge des nicht elektrifizierten Schienenverkehrs) und den Logistik- bzw. den Straßengüterverkehr, klimaneutral zu gestalten. Die Herausforderung für Power to Gas besteht in der Produktion und Speicherung (s. o. 3.1.4) sowie dem Transport zum Verbraucher (vgl. auch 3.1.5) und damit letztendlich der wirtschaftlichen Bereitstellung der benötigten, hohen Mengen an Wasserstoff.

Für den Übergang zum emissionsfreien Verkehr nimmt Erdgas, das – neben Strom, Wasserstoff, synthetischen Kraftstoffen und Biokraftstoffen – auf EU-Ebene nach Art. 2 Nr. 1 der **Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFI-Richtlinie)**<sup>127</sup> als ein alternativer Kraftstoff klassifiziert ist, eine Brückenfunktion ein.

#### **WASSERSTOFF, SYNTHETISCHE KRAFTSTOFFE ETC.**

Das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor auf über 28 Prozent bis 2030 zu erhöhen,<sup>128</sup> soll durch eine Anpassung der **Treibhausgasminderungs-Quote (THG-Quote) in § 37a BImSchG** erreicht werden.<sup>129</sup> Diese lag im Jahr 2020 bei sechs Prozent und soll schrittweise auf 22 Prozent im Jahr 2030 angehoben werden. Schon jetzt verpflichtet die THG-Quote Mineralölunternehmen, die Treibhausgasemissionen durch die mit den von ihnen in Verkehr gebrachten Kraftstoffe entsprechend der THG-Quote zu senken. Die Anhebung der THG-Quote fördert u. a. auch den Einsatz von „grünem“ Wasserstoff, erneuerbarem Strom oder fortschrittlichen Biokraftstoffen, da diese zur Erfüllung der THG-Quote zum Einsatz

---

<sup>127</sup> Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

<sup>128</sup> Vgl. *BMU*, Pressemitteilung vom 03.02.2021, [www.bmu.de/pressemitteilung/schulze-wir-foerdern-kraftstoffe-die-das-klima-schuetzen-ohne-die-natur-zu-zerstoeren/](http://www.bmu.de/pressemitteilung/schulze-wir-foerdern-kraftstoffe-die-das-klima-schuetzen-ohne-die-natur-zu-zerstoeren/), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>129</sup> Vgl. *Bundesregierung*, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote vom 09.03.2021, BT-Drs. 19/27435.



kommen dürfen. Zudem wird der Einsatz von „grünem“ Wasserstoff zur Herstellung von Kraftstoffen in Raffinerien und der Einsatz von P2G / P2L im Straßenverkehr jeweils durch eine **Doppelanrechnung** auf die THG-Quote gefördert. Außerdem erhalten Ladepunktbetreiber:innen sogenannte **Anrechnungszertifikate**, die sie an die Mineralölkonzerne verkaufen können, da diese die Zertifikate im Rahmen ihrer THG-Quote anrechnen können. Somit führt die Anhebung der THG-Quote auch zu einer indirekten Förderung von Ladeinfrastruktur. Wobei für den Fall eines ungewöhnlich starken Hochlaufs der Elektromobilität über einen Anpassungsmechanismus verhindert wird, dass die Anrechnung von Strom eine "Gefahr" für die anderen Erfüllungsoptionen der THG-Quote darstellen könnte.<sup>130</sup>

Der Einstieg in die Entwicklung von **Power to Liquid (P2L)** in denjenigen Bereichen des Verkehrssektors, in denen eine direkte Elektrifizierung nicht möglich ist, wird dabei z.B. durch eine neue, steigende **P2L-Mindestquote im Flugverkehr** für die in Deutschland getankten Kraftstoffmengen angereizt (vgl. den Vorschlag für § 37a Absatz 2 und 4a BImSchG des Gesetzesentwurfes vom 09.03.2021<sup>131</sup>). Vorgesehen ist eine Mindestquote von Flugturbinenkraftstoff aus erneuerbaren Energien nicht-biogenen Ursprungs von 0,5 Prozent ab dem Kalenderjahr 2026, die ab dem Jahr 2028 auf 1 Prozent und ab dem Jahr 2030 auf 2 Prozent steigen soll.

## **ANTRIEBSTECHNIK**

Hinsichtlich des **Inverkehrbringens von schweren Nutzfahrzeugen** hat die EU-Kommission am 20.06.2019 mit der **Verordnung (EU) 2019/1242**<sup>132</sup> verbindliche CO<sub>2</sub>-Emissionsgrenzen für schwere Nutzfahrzeuge geschaffen.

Im Hinblick auf die Nutzung **strombasierter Gase**, wie Wasserstoff und Methan, für den Antrieb von (Nutz-)Fahrzeugen, ist geregelt, dass diese unter bestimmten Voraussetzungen auf die für Kraftstoffhersteller geltenden THG-Quoten im Sinne von §§ 37a ff. Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)<sup>133</sup> und **37. BImSchV**<sup>134</sup> angerechnet werden können

---

<sup>130</sup> Vgl. Gesetzesbegründung zu § 37h BImSchG -neu-, BT-Drs. 19/27435, S. 27.

<sup>131</sup> BT-Drs. 19/27435, S. 9 f.

<sup>132</sup> Verordnung (EU) 2019/1242 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 20. Juni 2019 zur Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 595/2009 und (EU) 2018/956 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Richtlinie 96/53/EG des Rates.

<sup>133</sup> Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873).

<sup>134</sup> Siebenunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Anrechnung von strombasierten Kraftstoffen und mitverarbeiteten biogenen Ölen auf die Treibhausgasquote) vom 15. Mai 2017 (BGBl. I S. 1195), zuletzt geändert durch Artikel 20 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138).

(§ 3 Abs. 2 S. 3 Nr. 1 und 2 37. BImSchV).<sup>135</sup> Hierbei wird vorausgesetzt, dass erneuerbare Elektrizität über Direktleitung ohne Anschluss an das Netz der allgemeinen Versorgung bezogen wird, oder, soweit die P2G- bzw. P2L-Anlage die Elektrizität aus dem Netz der allgemeinen Versorgung bezieht, dieser Strombezug auf Grundlage eines Vertrages nach § 13 Abs. 6 EnWG<sup>136</sup> als sogenannte Zuschaltleistung erfolgt. Abgesehen von dieser Regelung kann Wasserstoff nur auf die THG-Quote angerechnet werden, wenn er direkt in einer **Brennstoffzelle** eingesetzt wird (vgl. Anlage 1 der 37. BImSchV).

Auf EU-Ebene findet eine Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge, wie z.B. Brennstoffzellenbusse, zudem im Hinblick auf **Fahrzeuge des öffentlichen Personennahverkehrs** und weiterer öffentliche beschaffter Fahrzeuge durch die **Clean Vehicle Directive (EU) 2019/1161**<sup>137</sup> statt.<sup>138</sup> Diese gibt den Mitgliedsstaaten Mindestziele für den Anteil sauberer Nutzfahrzeuge (wie Busse) bei der öffentlichen Beschaffung und der öffentlichen Auftragsvergabe von bestimmten Dienstleistungen vor. Ein sauberes Fahrzeug ist ein Fahrzeug, das nach Art. 2 AFI-Richtlinie alternative Kraftstoffe<sup>139</sup> – wie Strom, Wasserstoff, Erdgas, synthetische Kraftstoffe oder Biokraftstoffe – nutzt. Die Vorgaben setzt Deutschland mit dem „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften“<sup>140</sup> um. Danach gilt für die Beschaffung von **Bussen** eine Mindestquote für „saubere“ Antriebsarten von 45 Prozent bis Ende 2025 und 65 Prozent bis Ende 2030, wobei die Hälfte der beschafften Busse emissionsfrei sein muss, d.h. weniger als 1 g CO<sub>2</sub>/km ausstoßen darf, wie z.B. Elektro- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge.

Im Hinblick auf den **Schienenpersonen(nah-)verkehr** ist der Betrieb von Zügen mit Brennstoffzellen zulässig, auch kann die öffentliche Hand Mindestanforderungen bzgl. der

---

<sup>135</sup> Umsetzung der Richtlinie (EU) 2015/652 zur Festlegung von Berechnungsverfahren und Berichterstattungspflichten gem. der RL 98/70/EG über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen (Kraftstoffqualitätsrichtlinie).

<sup>136</sup> Regelt die vertragliche Beschaffung von Ab- oder Zuschaltleistung als marktbezogene Maßnahmen nach § 13 Abs. 1 Nr. 2 EnWG durch die Übertragungsnetzbetreiber, die einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb gewährleisten soll. Vertiefend: *Antoni/Knoll/Bieschke/Rodi*, Netzstabilität im Stromsystem aus institutionenökonomischer und rechtlicher Perspektive – Einführung in die Problemstellung und systematischer Überblick, Dezember 2020, S. 14 ff. Online-Veröffentlichung: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-0a-000007-3>.

<sup>137</sup> Richtlinie (EU) 2019/1161 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge.

<sup>138</sup> Vgl. hierzu den Gesetzentwurf der Bundesregierung für ein „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften“ vom 17.03.2021, BT-Drs. 19/27657.

<sup>139</sup> Alternative Kraftstoffe dürfen nicht mit konventionellen, fossilen Kraftstoffen gemischt werden.

<sup>140</sup> Vertiefend zum Stand des Gesetzgebungsverfahrens: <http://dipbt.bundestag.de/extrakt/ba/WP19/2730/273064.html>.

CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergabeverfahren vorgeben. Generelle Vorgaben zur Umstellung fossil betriebener Dieselmotoren auf Wasserstoffmotoren gibt es bisher nicht. Derzeit gibt es nur einige geförderte betriebene Wasserstoff-Pilotstrecken.<sup>141</sup>

### **INFRASTRUKTUR**

Ergänzend zu der Darstellung zu Wasserstoffnetzen im Allgemeinen (vgl. auch 3.1.5) ist hinsichtlich der **Infrastruktur** zur Versorgung des Verkehrssektors mit alternativen Kraftstoffen auf die AFI-Richtlinie zu verweisen. Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten, ein dichteres Verteilungsnetz für CNG (Compressed Natural Gas) und LNG (Liquefied Natural Gas) mit kürzeren Abständen zwischen öffentlichen Tankstellen, auch in städtischen Gebieten, aufzubauen. Für Wasserstoff gilt es danach, bis Ende 2025 auch eine geeignete Anzahl von Tankstellen mit einem Schwerpunkt auf transeuropäischen Straßennetzwerken bereit zu stellen. Die Vorgaben bzgl. eines nationalen Strategierahmens für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur sind dagegen lediglich fakultativ.<sup>142</sup> So will Deutschland bis 2025 400 **Wasserstofftankstellen** schaffen.<sup>143</sup>

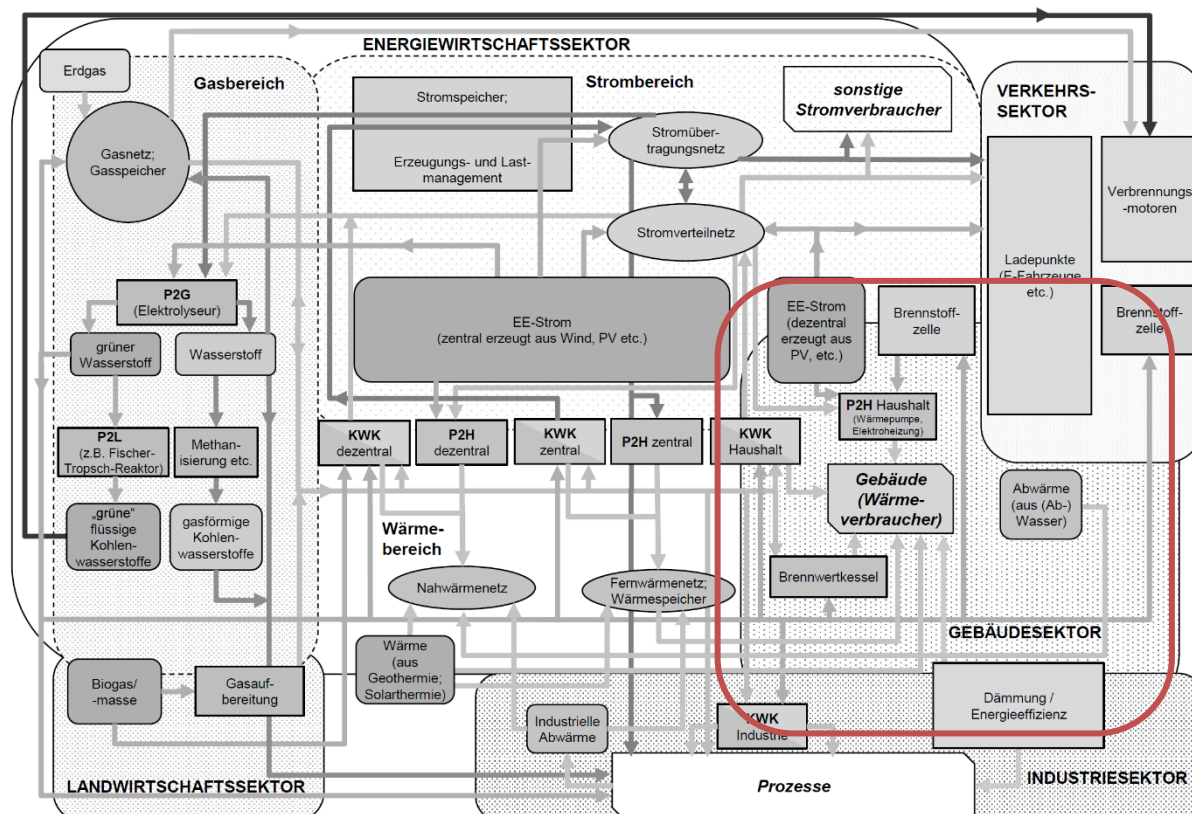
---

<sup>141</sup> Vertiefend: *NOW Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie*, Auf dem Weg zur Emissionsfreiheit im Zugverkehr, September 2020, [www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/broschuere\\_wasserstoff-infrastruktur-fuer-die-schiene\\_online-version.pdf](http://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/broschuere_wasserstoff-infrastruktur-fuer-die-schiene_online-version.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>142</sup> Art. 5 Abs. 1 AFI-Richtlinie: Mitgliedstaaten, die sich dafür entscheiden, in ihre nationalen Strategierahmen öffentlich zugängliche Wasserstofftankstellen aufzunehmen, stellen sicher, dass bis 31. Dezember 2025 eine angemessene Anzahl solcher Tankstellen zur Verfügung steht, [...]. Deutschland will bis 2025 400 Wasserstofftankstellen schaffen.

<sup>143</sup> *BMVI, Energie auf neuen Wegen, Aktuelles zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung* (MKS 2018), Online-Veröffentlichung: [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/energie-auf-neuen-wegen.pdf](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/energie-auf-neuen-wegen.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

### 3.4 Gebäudesektor (Fokus Wärme)



**Literatur:** Albert/Doderer/Matthes/Schäfer-Stradowsky/Steffensen (2018): Ein Rechtsrahmen für den Wärmesektor, Studie zur rechtlichen Weiterentwicklung des Wärmesektors unter besonderer Berücksichtigung von Power to Heat, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/03/Wärmepapier\\_20180808.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/03/Wärmepapier_20180808.pdf); Aydemir/Doderer/Hoppe/Braungardt (2019): Abwärmennutzung in Unternehmen, Studie für das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/Abwärmestudie-BW\\_final\\_25.06.2019.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/06/Abwärmestudie-BW_final_25.06.2019.pdf); Hamburg Institut Consulting/ Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (2021): Grüne Fernwärme für Deutschland – Potenziale, Kosten, Umsetzung, Studie im Auftrag des BDEW, Online-Veröffentlichung, [www.bdew.de/media/documents/2021-04-06\\_Bericht\\_Kurzstudie\\_grüne\\_Fernwärme\\_Finalfassung.pdf](http://www.bdew.de/media/documents/2021-04-06_Bericht_Kurzstudie_grüne_Fernwärme_Finalfassung.pdf); Buchmüller/Hoffmann/Schäfer (2020): Einbindung von Wärmeverbrauchern in grüne Wärmenetze – Kommunale Steuerungsinstrumente, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/04/202004\\_Kurzstudie\\_Kommunale\\_Steuerungsmöglichkeiten\\_Wärmenetze.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/04/202004_Kurzstudie_Kommunale_Steuerungsmöglichkeiten_Wärmenetze.pdf); dena (2018): Einsatzgebiete für Power Fuels, Factsheet Gebäudebestand, Online-Veröffentlichung: [www.powertogas.info/fileadmin/Power\\_To\\_Gas/Dokumente/Factsheets/DENA-Factsheet11\\_Gebaeudebestand.pdf](http://www.powertogas.info/fileadmin/Power_To_Gas/Dokumente/Factsheets/DENA-Factsheet11_Gebaeudebestand.pdf); Doderer/Steffensen/Schäfer-Stradowsky (2018): Power to Heat – Eine Chance für die Energiewende, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/03/20180306\\_IKEM\\_Positionspapier\\_Power-to-Heat.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/03/20180306_IKEM_Positionspapier_Power-to-Heat.pdf); Grosse/Werner/Held/Selinger/Schäfer-Stradowsky/ Müller-Kirchenbauer (2020), Bewertung

regulatorischer Maßnahmen der Sektorenkopplung für den Einsatz von Power-to-Heat Artikel, Zeitschrift für Energiewirtschaft, 2020: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12398-020-00287-5NN>; Dena (2018), Factsheet Einsatzgebiete für Power Fuels, Gebäudebestand, Online-Veröffentlichung, [www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264\\_Gebaeudebestand.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Gebaeudebestand.pdf); Schäfer/Wilms/ Schäfer-Stradowsky/Blümel/Nowack/Borger/Knoll/Pfeifer/Schmidt/Albert/Antoni (2019): Urbane Energiewende – Teil C: Gutachterliche Ausarbeitung zu regulatorischen Herausforderungen, Online-Veröffentlichung, [https://effizienzgebäude.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena\\_UrbEW\\_Abschlussbericht\\_Teil\\_C.pdf](https://effizienzgebäude.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena_UrbEW_Abschlussbericht_Teil_C.pdf); Schäfer-Stradowsky/Doderer in: Assmann/Peiffer (Hrsg.), Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Vor § 18 bis § 25 KWKG, 2018, C.H. Beck.

Im Jahr 2019 entfiel mehr als ein Drittel des deutschen Energieverbrauchs auf den Gebäudesektor. In der folgenden Darstellung liegt der Fokus auf dem Wärmebereich, da Raumwärme rund 70 Prozent des Energieverbrauchs von Haushalten und ca. die Hälfte im Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ausmacht. Auf die Wärmeerzeugung entfällt damit 4,5 Prozent des deutschen Endenergieverbrauch, wobei der größte Anteil des Verbrauchs durch Erdgas und Heizöl (knapp 60 Prozent) gedeckt wird.<sup>144</sup> Jedoch wird verstärkt auch erneuerbare Wärme genutzt, deren Anteil 2019 leicht von 14,3 Prozent auf 14,5 Prozent stieg.<sup>145</sup> Problematisch ist in Deutschland, dass viele Häuser vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977,<sup>146</sup> als es noch keine energetischen Anforderungen gab, gebaut wurden. Fast zwei Drittel der Fassaden sind ungedämmt und schätzungsweise 70 Prozent der Heizungsanlagen sind nicht auf dem neuesten energetischen Stand. Neben einer effektiven Sektorenkopplung kommt es im Gebäudesektor entscheidend darauf an, dass die Sanierungsquote des Gebäudebestands deutlich gesteigert wird.

Wesentliche Regelungen zur Nutzung von Wärme (aus erneuerbaren Energien) und der Energieeinsparung für Gebäude sind seit dem 01.11.2020 im **Gebäudeenergiegesetz (GEG)**<sup>147</sup> zu finden. Dieses hat das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammengeführt.<sup>148</sup> Weiterhin größtenteils

---

<sup>144</sup> Vgl. UBA, Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren, Online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren#allgemeine-entwicklung-und-einflussfaktoren](http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren#allgemeine-entwicklung-und-einflussfaktoren), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>145</sup> AGEE-Sat, Erneuerbare Energien in Deutschland, Daten zur Entwicklung im Jahr 2019, März 2020, S. 6, Online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-03\\_hgp-ee-in-zahlen\\_bf.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-03_hgp-ee-in-zahlen_bf.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>146</sup> Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV) vom 11. August 1977 (BGBl. I S. 1554).

<sup>147</sup> Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728).

<sup>148</sup> Dies dient der Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung) (ABl. L 153 vom

unreguliert sind jedoch die als natürliche Monopole bestehenden **Wärmenetze der Wärmeversorger**.

Ohne eine deutliche Steigerung des Anteiles erneuerbarer Energien im Gebäudebereich sind die Klimaziele im Gebäudesektor in absehbarer Zeit nicht erreichbar. Es bedarf auf zentraler Ebene eines Aus- und Umbaus der Fernwärmenetze bei zunehmendem Anteil von klimaneutraler Wärme aus Großwärmepumpen, Abwärme, Power to Heat (P2H), Solarthermie und Geothermie. Auch dezentral bietet die Sektorenkopplung – neben der Solarthermie – durch eine direkte Elektrifizierung der Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen unter Nutzung erneuerbaren Stroms die Möglichkeit, erneuerbar Wärme bereitzustellen. Damit der Aus- und Umbau der Fernwärme in Ballungsräumen und die Umrüstung von Wärmepumpen in dezentraler gelegenen Privathaushalten bis zur Nutzung erneuerbarer Energien gelingt, bedarf es letztlich verlässlicher rechtlicher Rahmenbedingungen und eines stabilen Finanzierungsinstrumentariums.<sup>149</sup>

### 3.4.1 Direkte Elektrifizierung – Power to Heat (P2H)

#### 3.4.1.1 Zentral: Großtechnische Wärmeerzeugung, Wärmenetze und -speicher

Die zentrale Versorgung von Wohngebäuden und Gewerbebauten mit Warmwasser und Heizwärme über Liegenschaftsgrenzen hinweg, sogenannte **Fernwärme**, ist eine besonders effiziente Art der Wärmeversorgung, da Wärme gut transportiert werden kann. Ab einer gewissen Rohrleitungslänge machen die Leitungsverluste diese jedoch ineffizienter, so dass Fernwärme in der Regel nur in einem Umkreis von bis zu 20 Kilometer Entfernung vom Kraftwerk / der Wärmeerzeugung angesiedelt ist. Erfolgt die Wärmeversorgung in einem räumlich kleinen Gebiet, spricht man auch von Nahwärme.

Die derzeit noch häufigste Wärmeerzeugung für Fernwärme ist die **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**. Die innerhalb einer KWK-Anlage erzeugte Fernwärme sorgt für eine höhere Energieausbeute (Wirkungsgrad) und so für eine bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz von KWK gegenüber konventionellen, fossilen Kraftwerken zur reinen Stromerzeugung. Neben KWK kommen auch

---

18.6.2010, S.13; L 155 vom 22.6.2010, S. 61) und der Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz (ABl. L 156 vom 19.6.2018, S. 75) und der Richtlinie (EU) 2018/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz (ABl. L 328 vom 21.12.2018, S. 210) und der Richtlinie (EU) 2018/2001 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).

<sup>149</sup> Vgl. *Hamburg Institut/Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft*, Grüne Fernwärme für Deutschland –Potenziale, Kosten, Umsetzung, Studie im Auftrag des BDEW, 2021, Online-Veröffentlichung: [www.bdew.de/media/documents/2021-04-06\\_Bericht\\_Kurzstudie\\_grüne\\_Fernwärme\\_Finalfassung.pdf](http://www.bdew.de/media/documents/2021-04-06_Bericht_Kurzstudie_grüne_Fernwärme_Finalfassung.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.



**Großwärmepumpen** zur Wärmeerzeugung in Frage. Zur Erprobung geeigneter wirtschaftlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen und Betriebskonzepte hat das BMWi ein „Reallabor der Energiewende“ – „Reallabor Großwärmepumpen in Fernwärmenetzen“<sup>150</sup> – bewilligt. Dafür sollen an fünf Standorten von fossilen KWK- bzw. Heizkraftwerken möglichst mit Ökostrom betriebene Großwärmepumpen errichtet und getestet werden, die ihre Energie in das vorhandene Fernwärmenetz einspeisen und so Wohn-, Gewerbe- und Verwaltungsgebäude versorgen sollen. Dabei wird für die Großpumpen eine Reihe neuer Wärmequellen wie Umweltwärme aus Gewässern oder Abwärme aus Abwässern und Industrieprozessen durch sogenannte Niedertemperatur-Technik erschlossen. Ebenso bietet sich **Tiefengeothermie** als erneuerbare Energie durch die Nutzung der Erdwärme in Tiefen zwischen 400 und 5.000 Metern an, die wegen der weitaus höheren Temperaturen im Übrigen auch für die Stromerzeugung nutzbar ist.<sup>151</sup> Die Nutzung von Tiefengeothermie befindet sich in Deutschland noch am Anfang. Dabei spielen drei Gebiete eine besondere Rolle: das norddeutsche Tiefland, das Oberrheintal und das Gebiet zwischen Donau und Alpen (das sog. Süddeutsche Molassebecken), wobei entlang des Oberrheins und in Südbayern Temperaturen angetroffen werden können, die sich auch für eine Verstromung eignen.

Auch **Investitionen in Wärmenetze/-speicher** werden z.B. nach §§ 18 Abs. 1, 22 Abs. 1 KWKG mit einem Zuschlag von max. 40 Prozent der Investitionskosten (§ 19 Abs. 1 KWKG) gefördert, wobei auch dieser u.a. an den Transport bzw. Speicherung von Wärme aus erneuerbaren Energien anknüpft. Zudem sehen §§ 89, 90 Abs. 1 Nr. 4 GEG Fördermöglichkeiten für **Wärmenetze vor, die mit erneuerbaren Energien** gespeist werden. Weiterhin ist für eine verlässliche Finanzierung mittels der **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (Wärmenetzsysteme 4.0)**<sup>152</sup> gesorgt, mit der innovative Wärmenetzsysteme mit überwiegendem Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme adressiert werden. Die geplante „**Bundesförderung effiziente Wärmenetze**“ (BEW) wurde im Mai 2017 angekündigt, hat sich aber bisher immer wieder verzögert.<sup>153</sup> Auf kommunaler Ebene sind Fernwärmenetze zudem

---

<sup>150</sup> BMWi, Pressemitteilung vom 31.03.2021, Neues Reallabor der Energiewende startet: Großwärmepumpen koppeln an Wärmenetze, [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/03/20210331-Neues-Reallabor-der-Energiewende-startet-Gro%C3%9Fwaermepumpen-koppeln-an-Waermenetze.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/03/20210331-Neues-Reallabor-der-Energiewende-startet-Gro%C3%9Fwaermepumpen-koppeln-an-Waermenetze.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>151</sup> Ab einer Temperatur von etwa 90 Grad Celsius ist eine wirtschaftliche Stromerzeugung möglich.

<sup>152</sup> Vertiefend: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, [www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/waermenetze\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/waermenetze_node.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>153</sup> Vgl. z.B. BDEW, BDEW zum Investitionsförderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“, 08.12.2020, [www.bdew.de/presse/presseinformationen/bdew-zum-investitionsfoerderprogramm-bundesfoerderung-effiziente-waermenetze/](http://www.bdew.de/presse/presseinformationen/bdew-zum-investitionsfoerderprogramm-bundesfoerderung-effiziente-waermenetze/), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

vielfach durch die gesetzliche Möglichkeit, mittels Satzung einen **Anschluss- und Benutzungszwang** zum örtlichen Fernwärmenetz vorzusehen,<sup>154</sup> privilegiert.

### **HEMMNISSE**

Ein Hemmnis für eine zentrale treibhausgasneutrale Fernwärmeversorgung liegt darin, dass die **Wärmelieferverordnung**<sup>155</sup> in ihrer bisherigen Form den Umstieg von fossil befeuerten Heizkesseln auf grüne Fernwärme in Bestandsgebäuden verhindert, da eine angemessene CO<sub>2</sub>-Bepreisung bzw. Berücksichtigung der mit der Versorgung verbundenen Treibhausgasemissionen nicht in den Blick genommen wurden.

Für eine bessere Erschließung erneuerbarer Wärmequellen wie Tiefengeothermie oder Abwärme bestehen bisher nur begrenzt Förderungen, wobei zur Etablierung dieser Energiequellen insbesondere Absicherungsmechanismen für die Finanzierung entsprechender Projekte fehlen.

Zudem findet anders als in Bezug auf Stromnetzte keine **praxisgerechte Wärmeplanung auf Bundes- und lokaler Ebene** statt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine Wärmeplanung durch ein hohes Maß an Absprache und Verlässlichkeit und somit gute Investitionsbedingungen entscheidend zum Aus- und Umbau einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beitragen kann.

#### **3.4.1.2 Exkurs: Wärmespeicher**

Ein Wärmespeicher, wie z.B. ein Hochtemperatur-Stahlspeicher<sup>156</sup>, kann dazu beitragen, große Anteile erneuerbaren Stroms in die Wärmeversorgung zu integrieren und so die Sektorenkopplung unterstützen. Dazu wird der Speicher zu dem Zeitpunkt mit erneuerbarem Strom „aufgeladen“ / erhitzt, zu dem dieser Strom im Netz nicht benötigt wird. Er kann so als Hochtemperaturwärme gespeichert werden. Die Speicherung erfolgt bei Temperaturen von bis zu 650 Grad, sodass eine „Aufladung“ lediglich 4 bis 8 Stunden in Anspruch nimmt und auf kurzfristige Einspeisespitzen im Stromsystem reagiert werden kann. Die gespeicherte Wärme

---

<sup>154</sup> Vgl. z.B. Mecklenburg-Vorpommern: § 15 Kommunalverfassung für das Land Mecklenburg-Vorpommern (Kommunalverfassung - KV M-V) vom 13. Juli 2011 (GVOBl. M-V S. 777) (1), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Juli 2019 (GVOBl. M-V S. 467), GS Meckl.-Vorp. Gl. Nr. 2020 – 9; Brandenburg: § 12 Kommunalverfassung des Landes Brandenburg (BbgKVerf) vom 18. Dezember 2007 (GVBl.I/07, [Nr. 19], S.286) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2019 (GVBl.I/19, [Nr. 38]).

<sup>155</sup> Verordnung über die Umstellung auf gewerbliche Wärmelieferung für Mietwohnraum (Wärmelieferverordnung - WärmeLV) vom 7. Juni 2013 (BGBl. I S. 1509).

<sup>156</sup> Vertiefend: <https://lumenion.com/backup-produkt-21-januar>, zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

kann zur Wärmeversorgung oder durch Rückverstromung auch als Strom gespeichert werden.

### 3.4.1.3 Dezentral: Wärmepumpen etc.

Fernwärmenetze können nur der Versorgung der Endverbraucher:innen in einem Umkreis von bis zu 20 Kilometern dienen, da die Belieferung größerer Gebiete wegen des transportbedingten Wärmeverlustes nicht mehr wirtschaftlich möglich ist. In weniger dicht besiedelten Gebieten stellt eine dezentrale Wärmeversorgung wegen des höheren Wirkungsgrades die insgesamt effizientere Wärmeversorgung dar. Für den Betrieb mit erneuerbaren Energien bietet sich im Rahmen der Sektorenkopplung insbesondere der Betrieb von Wärmepumpen an. Entsprechend rechnen verschiedene Energieszenarien, wie z.B. der Szenariorahmen zum Netzentwicklungsplan (NEP) 2035, im Jahr 2035 mit 5 Mio. Haushaltswärmepumpen.

Der bestehende Rechtsrahmen im Gebäudewärmebereich schreibt eine ausschließliche Nutzung erneuerbarer Energien (auch perspektivisch) nicht vor. Für neu errichtete Gebäude gilt zwar, dass diese grundsätzlich als sogenannte „Niedrigstenergiegebäude“ zu errichten sind. Es reicht nach § 10 Abs. 2 Nr. 3 GEG aus, dass deren Wärme- und Kältebedarf zumindest **anteilig durch die Nutzung von erneuerbarer Energien** nach Maßgabe der §§ 34 bis 45 GEG erfolgt. Die Pflicht zur anteiligen Nutzung erneuerbarer Energien in Neubauten kann einerseits durch technologieabhängige Quoten, z.B. bei Nutzung von Umweltwärme zu 50 Prozent für die Wärmeerzeugung, oder andererseits Ersatzmaßnahmen, z.B. durch Nutzung von Abwärme oder Fernwärme, erfüllt werden. Dabei wird auf Primärenergiefaktoren<sup>157</sup> (§ 22 GEG) abgestellt und eine Abstufung der nach ökologischer „Qualität“ verbrauchten Wärme ermöglicht. Jedoch wird bei Strom aus dem Netz der allgemeinen Versorgung, der zur Wärmeerzeugung eingesetzt wird, ein vergleichsweise schlechter Primärenergiefaktor von 1,8 angesetzt (vgl. Anlage 4 zu § 22 Abs. 1 GEG), obwohl der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix, der über das Netz der allgemeinen Versorgung bezogen wird, stetig steigt und bereits 50 Prozent ausmacht.<sup>158</sup>

Nach §§ 89 ff. GEG ist jedoch auch eine **finanzielle Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien** für die Erzeugung von Wärme oder Kälte und von Energieeffizienzmaßnahmen vorgesehen. Nach § 90 Abs. 1 GEG können solarthermischen Anlagen (Nr. 1), Anlagen zur

---

<sup>157</sup> Der Primärenergiefaktor gibt das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zur abgegebenen Endenergie an. Je kleiner der Primärenergiefaktor desto umweltschonender und effizienter ist der Einsatz von der Energiequelle bis zum Endverbraucher.

<sup>158</sup> Strom-Report.de, Der deutsche Strommix: Stromerzeugung in Deutschland bis 2020, Online-Veröffentlichung: <https://strom-report.de/strom/>, zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

Nutzung von Biomasse (Nr. 2), **Anlagen zur Nutzung von Geothermie und Umweltwärme** (Nr. 3) – worunter Wärmepumpen fallen – sowie auch Wärmenetze, Speicher und Übergabestationen für Wärmenutzer:innen, wenn sie auch aus Anlagen nach den Nummern 1 bis 3 gespeist werden (Nr. 4), gefördert werden. Wärmepumpen müssen jedoch zwingend die Anforderungen der Richtlinie 2009/28/EG erfüllen (§ 90 Abs. 2 Nr. 3 GEG).

Zudem kann im Gebäudeenergiegesetz eine indirekte Förderung von Wärmepumpen in § 74 Abs. 4 GEG gesehen werden, der ein ordnungsrechtliches **Einbauverbot von Ölheizungen** ab 2026, wenn auch mit Einschränkungen, vorsieht.

Hinsichtlich des konkreten Verbrauches von Strom für die Wärmeerzeugung, z.B. mittels einer Wärmepumpe, ist auch § 9b Abs. 1 StromStG zu nennen, der eine **Steuerentlastung** bei Entnahme von Strom zur Erzeugung von Wärme, aber nur für Unternehmen des produzierenden Gewerbes und Unternehmen der Land- und Forstwirtschaft für betriebliche Zwecke, vorsieht. Zudem ist § 14a EnWG (vgl. oben *NETZENTGELTE UND SONSTIGE NETZENTGELTGEKOPPELTE ABGABEN UND UMLAGEN* (3.1.3.2)) zu nennen, der für steuerbare Verbrauchseinrichtungen, zu denen auch Wärmepumpen gehören, ein reduziertes Netzentgelt ermöglicht.

### **HEMMNISSE**

Hemmnisse für eine weitere Sektorenkopplung im Wärmebereich können darin gesehen werden, dass nicht alle erneuerbaren Energien, wie z.B. Windenergie<sup>159</sup> oder synthetische Gase aus P2G, als erneuerbare Energien im Sinne des GEG (vgl. 3 Abs. 2 GEG) gelten. Denn es ist ein technisch unmittelbarer räumlicher Zusammenhang der EE-Anlage mit dem Gebäude gefordert. Der reine Bezug von erneuerbarem Strom über das Netz der allgemeinen Versorgung wäre somit nicht ausreichend, da dieser nicht vorgesehen ist. Denn für die Wärmeerzeugung aus Netzstrom ist ein recht hoher Primärenergiefaktor im Gesetz (§ 22 Abs. 1 i.V.m. Anlage 4 GEG) auf Grund der Tatsache festgelegt, dass bei Netzstrombezug stets Graustrom anzusetzen ist: Rein physikalisch gesprochen vermischt sich erneuerbar und fossil erzeugter Strom mit der Einspeisung in das Netz untrennbar.<sup>160</sup> Ein Nachweis eines ausschließlichen Bezugs von EE-Strom über das Netz der allgemeinen Versorgung ist nicht vorgesehen.

---

<sup>159</sup> Abgesehen von technisch zur Wärme- oder Kälteerzeugung nutzbar gemachte Energie aus gebäudeintegrierte Windkraftanlagen (vgl. § 3 Abs. 2 Nr. 4 GEG).

<sup>160</sup> Vertiefend: *Antoni/Kalis*, Grün vs. Grau – Begriff, Nachweis und Weitergabe der „grünen“ Eigenschaft erneuerbaren Stroms, ZNER 5/2020 (24), S. 382 ff.

### 3.4.2 Wärmeezeugung aus P2G / P2L-Produkten

Aktuell werden zwei Drittel der von privaten Haushalten verbrauchten Endenergie für die Bereitstellung von Wärme benötigt, wobei dafür vorrangig Erdgas und Mineralöl genutzt werden. Erst an dritter Stelle folgen erneuerbare Energien und danach Fernwärme.<sup>161</sup> Diese Verteilung, und insbesondere auch Reihenfolge, kann und wird zukünftig nicht so weiterbestehen. Grundsätzlich können grüner Wasserstoff, e-Fuels etc. aus P2G / P2L (s. o. 2.3) auch zur treibhausgasneutralen Energiebereitstellung im Gebäudesektor genutzt werden und Öl und Gas als Energieträger ersetzen.

Der aktuelle Rechtsrahmen sieht keine unmittelbaren Anreize zur Verwendung von synthetischem (grünem) Wasserstoff etc. vor. Das **Gebäudeenergiegesetz (GEG)**, das grundsätzlich zwei Bereiche regelt (1. Vorgaben zum maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf eines neuen Gebäudes und 2. Nutzungspflicht für erneuerbare Energien in Gebäuden), kennt als grünes Gas nur Biogas bzw. **Biomethan**.<sup>162</sup> Synthetische Gase werden insoweit nicht als erneuerbare Energien im Sinne des GEG betrachtet.<sup>163</sup> Für Biomethan gilt letztlich etwas ähnliches, denn bei der Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs, der auf Grundlage der vom GEG festgelegten Primärenergiefaktoren<sup>164</sup> (vgl. Anlage 4 zum GEG) erfolgt, gilt für Biomethan grundsätzlich derselbe Primärenergiefaktor (von 1,1) wie für fossiles Erdgas. Zum Vergleich: die Nutzung von z.B. gebäudenah erneuerbar erzeugtem Strom (aus Photovoltaik oder Windkraft), Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme und Abwärme bzw. Erdkälte und Umgebungskälte werden hingegen mit 0,0 bewertet. Abweichend von der Anlage 4 Nr. 6 zum GEG wird die Nutzung von Biogas und Biomethan nach § 22 GEG bei ortsnaher Verwendung, beim Einsatz in KWK-Anlagen und in Gasbrennwertthermen privilegiert. So reduziert sich der anzusetzende Primärenergiefaktor für den erneuerbaren Anteil bei ortsnaher Verwendung von Biogas auf 0,3, beim Einsatz in KWK-Anlagen auf 0,5 und beim Einsatz in Brennwertkesseln auf 0,7. Ergänzend dazu wird in § 40 GEG definiert, wie hoch der Biomethan-Anteil sein muss, um die Mindestvoraussetzungen für eine 15-prozentige Deckung der Heizenergie aus erneuerbaren

---

<sup>161</sup> UBA, Energieverbrauch privater Haushalte, 2020, Online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte](http://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>162</sup> Das ist nach § 22 Abs. 1 Nr. 2 GEG: gasförmige Biomasse, die aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist worden ist.

<sup>163</sup> Anders nach § 3 Nr. 10c EnWG, der Wasserstoff, der durch Wasserelektrolyse erzeugt worden ist, und synthetisch erzeugtes Methan, wenn der zur Elektrolyse eingesetzte Strom und das zur Methanisierung eingesetzte Kohlendioxid oder Kohlenmonoxid jeweils nachweislich weit überwiegend aus erneuerbaren Energiequellen im Sinne der Richtlinie 2009/28/EG (ABl. L 140 vom 5.6.2009, S. 16) stammen, wie Biogas behandelt.

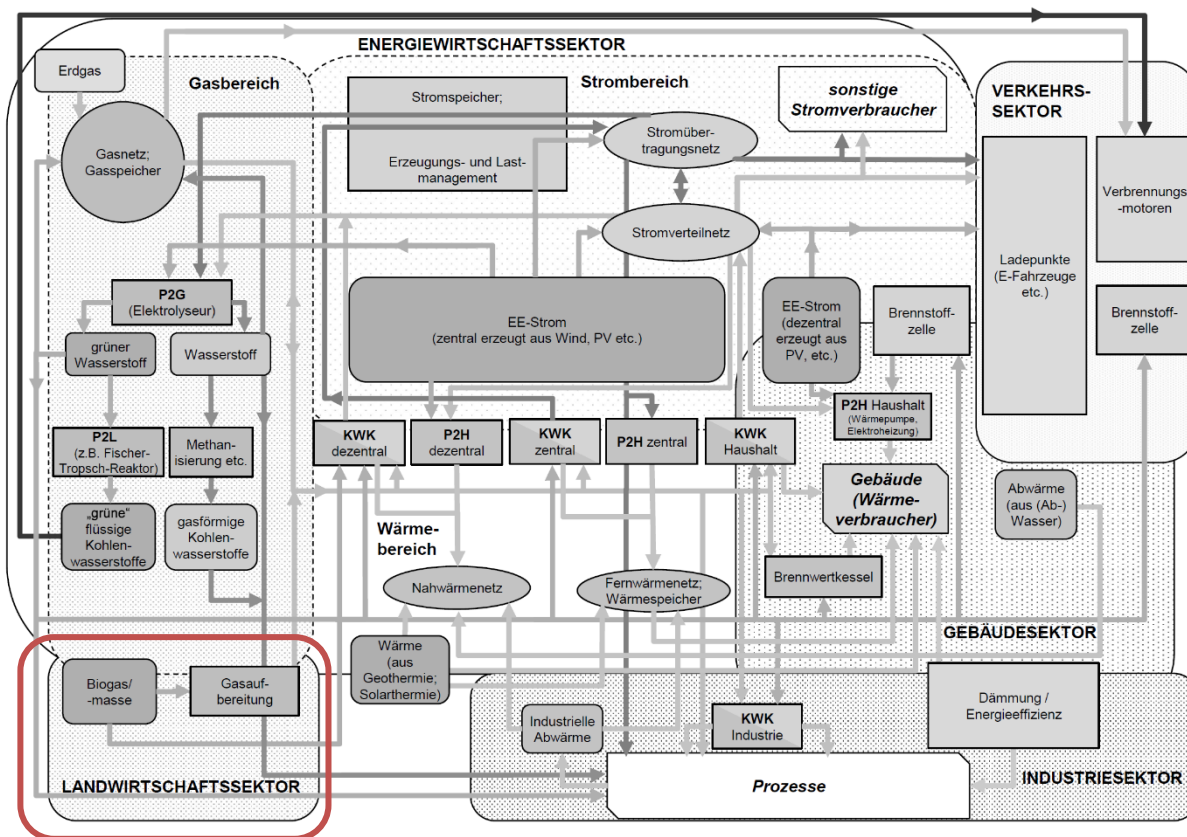
<sup>164</sup> Dieser dient dazu, trotz des Einsatzes unterschiedlicher Arten von Energieträgern, den Energieverbrauchs verschiedener Gebäude vergleichbar zu machen. Vertiefend: [www.energielexikon.info/primaerenergiefaktor.html](http://www.energielexikon.info/primaerenergiefaktor.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

Energien zu gewährleisten. Der Mindestanteil liegt bei einem Einsatz in KWK-Anlagen bei 30 Prozent, in Brennwertkesseln bei 50 Prozent und in öffentlichen Gebäuden mit Brennwertkessel bei 25 Prozent.

An dieser Stelle soll nicht abschließend bewertet werden, ob der bestehende Rechtsrahmen ein Hemmnis für den Einsatz von Sektorenkopplungstechnologien und insbesondere von grünem Wasserstoff zur Wärmeherzeugung darstellt. Es wird jedoch zu bedenken gegeben, dass eine direkte Elektrifizierung der Wärmebereitstellung (s. o. 3.4.1) im Sinne einer nachhaltigen Sektorenkopplung vorrangig erscheint. Die Erzeugung von synthetischen, strombasierten Energieträgern ist mit recht hohen Energieverlusten verbunden. Wenn diese Energieträger in einem zweiten Schritt, z.B. durch eine Verbrennung, in Wärme und Strom umgewandelt werden, so ist auch dies wieder mit Energieverlusten verbunden.



### 3.5 Landwirtschaft



**Literatur:** Fraunhofer ISE (2020): Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende, Ein Leitpfaden für Deutschland, Online-Veröffentlichung, [www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf](http://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf);  
 Klobasa/Lux/Pfluger/von Bonin/Gerhardt/Antoni/Schäfer-Stradowsky/Holzhammer (2019): Wissenschaftlicher Gesamtbericht. EEG-Erfahrungsbericht 2019, Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017, S. 26 ff., Online-Veröffentlichung, [www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi\\_de/fraunhofer-iee-ikem-fraunhofer-iee-vorbereitung-begleitung-ee.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/fraunhofer-iee-ikem-fraunhofer-iee-vorbereitung-begleitung-ee.pdf);  
 Krautkremer/Stelzer/Jentsch/van Oehsen/Kirchner/Hahn/Vogel/Beil/Schäfer-Stradowsky/Rostankowski/Lange/Doderer (2014): Optimale Konzepte für eine steuerbare und bedarfsorientierte Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2017/03/Schaefer-Stradowsky\\_Rostankowski\\_Lange\\_Doderer\\_et\\_al.\\_Stromerzeugung\\_Biogas\\_Biomethan.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2017/03/Schaefer-Stradowsky_Rostankowski_Lange_Doderer_et_al._Stromerzeugung_Biogas_Biomethan.pdf);  
 Held/Schäfer-Stradowsky/Buchholz/Selinger/Schwittau/Kagerer/Mend/Hochmuth/Noël (2019): Kopernikus ENavi – Holzvergasung, Positionspapier zur Rolle im Energiemarkt der Zukunft, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/01/20191216\\_Holzvergasung-Rosenheim\\_FINAL.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2020/01/20191216_Holzvergasung-Rosenheim_FINAL.pdf);  
 Jahnke/Scherwath/Selinger/Held/Schäfer-Stradowsky/Teigeler/Erb/Schmeink/Grosse/Kochems/Heizmann/Werner/von Mikulicz-Radecki/Hohgräve/Byrtus/Müller-Kirchenbauer (2020): Flexibilisierung der erneuerbaren Stromerzeugung aus Biomasse-KWK-

Anlagen, Eine technische, ökonomische und rechtliche Analyse, <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4304039>; Nordt/Doderer (2017): Impulspapier: Verwertung von Paludikultur-Biomasse, Online-Veröffentlichung, [www.moorwissen.de/doc/infothek/Impulspapier/Verwertung\\_von\\_PaludiBiomasse\\_IKEM.pdf](http://www.moorwissen.de/doc/infothek/Impulspapier/Verwertung_von_PaludiBiomasse_IKEM.pdf); Schäfer (2020): Von der Nische zum Superstar: Paludikultur und Agro-Photovoltaik – zwei innovative Konzepte für mehr Klimaschutz in der Landwirtschaft, REthinking Law, 5/2020, S. 38-41; Schäfer/Lechtape (2020): Paludikultur als naturschutzrechtlicher Eingriff – Wertungswidersprüche im Naturschutzrecht?, ZUR 3/2020, S. 150-155; Schäfer/Yilmaz (2019): MORGEN – Moorrevitalisierung als Greifswalder Anpassungsstrategie. Rechtswissenschaftliche Studie zu aktuellen Hemmnissen und Weiterentwicklungsoptionen im Ordnungs- und Planungsrecht zugunsten der Moorrevitalisierung als Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen, Online-Veröffentlichung, [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/IKEM\\_Gutachten\\_Paludikultur.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/IKEM_Gutachten_Paludikultur.pdf); UBA (2020), Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen, Online-Veröffentlichung, [www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft](http://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft).

Im Jahr 2018 betragen die Emissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland insgesamt 63,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-eq. Der Hauptanteil der Treibhausgasemissionen innerhalb der Landwirtschaft entfiel 2020 zu 50,1 Prozent auf Methan und zu 45,6 Prozent auf Lachgas (N<sub>2</sub>O). Methanemissionen entstehen unter anderem bei Verdauungsprozessen von Milchkühen und Lachgasemissionen sind z.B. auf den Düngemiteleinsatz zurückzuführen. Die Landwirtschaft ist die Hauptquelle für Methanemissionen (62 Prozent der Gesamtemissionen) und für Lachgasemissionen (79 Prozent der Gesamtemissionen) in Deutschland.<sup>165</sup>

Die Landwirtschaft hat ein großes Potential für die Sektorenkopplung. Neben Biogasanlagen zur Strom- und Wärmeproduktion bieten z.B. auch **Agri-PV**<sup>166</sup> und **Paludikultur**<sup>167</sup> die Möglichkeit, den Energiebedarf der Landwirtschaft zu senken und so Treibhausgasemissionen einzusparen.

Wesentlicher Anknüpfungspunkt ist hier die Verwertung von biogenen Abfällen der Landwirtschaft wie Grünschnitt, Gülle und Bioabfälle, auch durch die Nutzung

---

<sup>165</sup> UBA, Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen, Juli 2020, Online-Veröffentlichung: [www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft](http://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>166</sup> Agri-Photovoltaik (Agri-PV) bezeichnet ein Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion (Photosynthese) und die PV-Stromproduktion (Photovoltaik). Vertiefend: [www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html](http://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>167</sup> Paludikultur (von „palus“ lateinisch „Sumpf, Morast“) ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch- und Niedermoore.

nachwachsender Rohstoffe wie Mais und Hirse. Zunächst wird in **Biomasseanlagen** sogenanntes **Biogas** gewonnen, das vielseitig einsetzbar genutzt werden kann. Als Biogas definiert der Gesetzgeber Biomethan, Gas aus Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Grubengas sowie Wasserstoff aus Wasserelektrolyse und synthetisch erzeugtes Methan, soweit der zur Elektrolyse eingesetzte Strom und das zur Methanisierung eingesetzte Kohlendioxid oder Kohlenmonoxid jeweils nachweislich weit überwiegend aus erneuerbaren Energiequellen im Sinne der Richtlinie 2009/28/EG stammen (§ 3 Nr. 10c EnWG). Biogas kann man nach entsprechender Aufbereitung in das bestehende (Erd-)Gasversorgungsnetz einspeisen oder aber es wird direkt zur flexiblen Stromerzeugung genutzt. In Deutschland werden aktuell mehr als 14.000 Biomasseanlagen betrieben, die aus Biogas, Biomethan, fester Biomasse oder flüssiger Biomasse Energie (Elektrizität und Wärme) gewinnen. Die installierte Leistung für Stromerzeugung aus Biomasse betrug Ende 2018 etwa 8 GW mit einer Bruttostromerzeugung<sup>168</sup> von ca. 50 TWh<sub>el</sub>.<sup>169</sup>

Die Erzeugung von Strom aus Biomasse wird seit Einführung des EEG gefördert (§ 5 EEG 2000). Nach § 4 Nr. 4 EEG 2021 soll die installierte Leistung von Biomasseanlagen im Jahr 2030 bei 8,4 GW liegen, womit nur ein geringer Ausbau vorgesehen ist. Die **Betriebsförderung** für Biomasseanlagen wird wie auch bei den anderen EE-Anlagen nach dem EEG im Rahmen von Ausschreibungen (vgl. §§ 28b, 9 ff. EE 2021) bestimmt. Zusätzlich besteht für Biomasseanlagen nach §§ 50 ff. EEG 2021 die Option, eine/n **Flexibilitätsprämie/-zuschlag** zu erhalten. Dies soll einen Anreiz für die Anlagenbetreiber:innen zu einer markt- und bedarfsorientierten Stromproduktion bieten.

Neben der Nutzung von Biomasse spielen innovative Ansätze wie Agri-PV oder Paludikultur noch keine nennenswerte Rolle. Die Wiedervernässung von Moorflächen bietet die Möglichkeit, in großem Umfang Treibhausgas zu binden, so Emissionen zu vermeiden und zudem aus der Luft zu binden, ohne dass diese Flächen grundsätzlich für die Landwirtschaft verloren gehen. Hier bietet die **Paludikultur** ein innovatives Konzept für die land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung nasser oder wiedervernässter Moorflächen, wobei speziell auf diese Bedingungen angepasste Pflanzen- und Tierarten genutzt werden. Im Hinblick auf die Sektorenkopplung sind insbesondere neue Verfahren zur Energiegewinnung aus Biomasse interessant. Praktisch scheitern solche Projekte heute vielfach am Rechtsrahmen. Die

---

<sup>168</sup> EEG und Nicht-EEG-Anlagen, inkl. Deponie- und Klärgas sowie inkl. Anteil biogener Abfälle in Abfallverbrennungsanlagen.

<sup>169</sup> *Klobasa/Lux/Pfluger/von Bonin/Gerhardt/Antoni/Schäfer-Stradowsky/Holzhammer*, Wissenschaftlicher Gesamtbericht. EEG-Erfahrungsbericht 2019, Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017, Juli 2019, S. 26 f., Online-Veröffentlichung: [www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi\\_de/fraunhofer-iee-ikem-fraunhofer-iee-vorbereitung-begleitung-eeq.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/fraunhofer-iee-ikem-fraunhofer-iee-vorbereitung-begleitung-eeq.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

Vorgaben des Bundesnaturschutzrechtes stehen einer Wiedervernässung bei fortdauernder landwirtschaftlicher Nutzung entgegen, denn, vereinfacht gesagt, lässt die (vorbereitende) Wiedervernässung schon eine geschützte Fläche entstehen, die dann nicht ohne Kompensation landwirtschaftlich genutzt werden darf. Letztlich könnte hier eine gesetzliche Klarstellung, die Paludikultur ausdrücklich als Teil der Landwirtschaft anerkennt, weiterhelfen.<sup>170</sup>

**Agri-PV** kann vereinfacht mit der Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse unterhalb von PV-Anlagen beschreiben werden. Die Anlagen werden dazu in zwei bis acht Metern Höhe über der landwirtschaftlich genutzten Fläche aufgestellt und tragen mit ihrer teilweisen Verschattung sogar dazu bei, Ernteaufgängen entgegenzuwirken.<sup>171</sup> Bis Ende 2020 wurde Agri-PV weder ausdrücklich geregelt, noch gefördert bzw. gab es nur erste Pilotprojekte. Mit der Novelle zum EEG 2021 wurde die Technologie der Agri-PV ausdrücklich in die **Innovationausschreibungen** nach § 39n EEG 2021 aufgenommen. Nach § 15 Innovationsausschreibungsverordnung dürfen auch sogenannte „besondere“ Solaranlagen an den Ausschreibungen teilnehmen. Dies umfasst nach Nummer 2 auch Solaranlagen auf Ackerflächen bei gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau auf der Fläche, also Agri-PV. Weiterhin ergeben sich Hemmnisse insbesondere im Hinblick auf das baurechtliche Genehmigungsverfahren. So ist das Verhältnis von Agri-PV zu Flächen, die nach dem Flächennutzungsplan ausdrücklich „für die Landwirtschaft“ ausgewiesen sind, unklar. Grundsätzlich wird hier eine Genehmigung nur dann möglich sein, wenn die Stromerzeugung eine deutlich untergeordnete Rolle einnimmt.<sup>172</sup>

Dieser kurze Einblick zu Fragestellungen des Landwirtschaftssektors für die Sektorenkopplung zeigt, dass hier das vorhandene Potential in Deutschland noch nicht ausreichend genutzt wird.

---

<sup>170</sup> Vertiefend: Schäfer/Yilmaz, MORGEN – Moorrevitalisierung als Greifswalder Anpassungsstrategie. Rechtswissenschaftliche Studie zu aktuellen Hemmnissen und Weiterentwicklungsoptionen im Ordnungs- und Planungsrecht zugunsten der Moorrevitalisierung als Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen, 2019, Online-Veröffentlichung: [www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/IKEM\\_Gutachten\\_Paludikultur.pdf](http://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/10/IKEM_Gutachten_Paludikultur.pdf).

<sup>171</sup> Fraunhofer ISE, Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende, Ein Leitpfaden für Deutschland, 2020, S. 46, Online-Veröffentlichung: [www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf](http://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

<sup>172</sup> Schäfer, Von der Nische zum Superstar: Paludikultur und Agro-Photovoltaik – zwei innovative Konzepte für mehr Klimaschutz in der Landwirtschaft, RETHinking Law, 5/2020, S. 41.

### 3.6 Abfallwirtschaft und Sonstiges

**Literatur:** Gretzschel/Hüesker/Schmitt/Kolisch/Salomon/Zdrallek/Schiebold/Hanke (2018): Flexibilitätsbeiträge von Kläranlagen zur Energiewende – Handlungsempfehlungen und Forderungen an Gesetzgeber und Politik. In: Korrespondenz Abwasser, Abfall 65 (3), 217 ff.; Hüesker/Moss (2018): Kommunale (Abwasser-)Unternehmen als ein Standbein der dezentralen Energiewende. In: Radtke, Jörg; Kersting, Norbert (Hrsg.): Energiewende. Politikwissenschaftliche Perspektiven, Springer, S. 289-312; Niederste-Hollenberg/Schirmer/Borger/Winkler/Zheng/Fritz/Hillenbrand/Kolisch (2020): Die Potenziale der Energieeinsparung in der Abwasserwirtschaft, Ökologisches Wirtschaften, 3 (35), S. 47-50, <http://dx.doi.org/10.14512/OEW350347>; UBA, Energieerzeugung aus Abfällen, Stand und Potenziale in Deutschland bis 2030, Texte 51/2018, Online-Veröffentlichung, [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-06-26\\_texte\\_51-2018\\_energieerzeugung-abfaelle.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-06-26_texte_51-2018_energieerzeugung-abfaelle.pdf).

Im Hinblick auf die Sektorenkopplung spielt vor allem die thermische Verwertung (Verbrennung) von Abfall und Klärgas<sup>173</sup> in **Abfallbehandlungsanlagen** als Teil der Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle. Dabei findet im Wesentlichen die Rückgewinnung von Energie – vor allem in Form von **Elektrizität und Wärme** – bei der Abfallentsorgung durch Verbrennung statt. Die Erzeugung von Elektrizität aus Klärgas wird im Rahmen des EEG gefördert (vgl. § 41 Abs. 2 EEG 2021).

Die thermische Verwertung stellt jedoch nur einen möglichen Synergieeffekte im Rahmen der Sektorenkopplung dar. Abfall kann, wie bereits grundsätzlich im Rahmen des Landwirtschaftssektors (s. 3.4.2) erläutert, auch in nutzbare Gase wie Biogas oder Klärgas zur **Gewinnung von erneuerbarem Wasserstoff** umgewandelt und genutzt oder zu **e-Fuels**<sup>174</sup> – z.B. durch Pyrolyse oder im Rahmen des Fischer-Tropsch-Synthese (2.3.5) – umgewandelt werden. Abgesehen von diversen Fördermöglichkeiten im Rahmen von Forschungsvorhaben sieht der Rechtsrahmen hier bisher keine unmittelbaren Anknüpfungspunkte vor.

---

<sup>173</sup> In Klärwerken anfallender Schlamm wird in die Faultürme gepumpt und dort mit regenerativ erzeugter Wärme aufgeheizt, so dass über eine anaerobe biologische Umsetzung des Schlammes Klärgas entsteht. Dieses Klärgas setzt sich im Wesentlichen aus Methan (CH<sub>4</sub>; 60 Prozent), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>; 37 Prozent) zusammen.

<sup>174</sup> Heise.de, Die Pyrolyse - eine Methode zur Herstellung von Diesel und Benzin aus organischen Abfallstoffen, 28.07.2019, Online-Veröffentlichung: [www.heise.de/tp/features/Die-Pyrolyse-eine-Methode-zur-Herstellung-von-Diesel-und-Benzin-aus-organischen-Abfallstoffen-4478122.html](http://www.heise.de/tp/features/Die-Pyrolyse-eine-Methode-zur-Herstellung-von-Diesel-und-Benzin-aus-organischen-Abfallstoffen-4478122.html), zuletzt abgerufen am 31.03.2021.

## 4 Fazit

Die für die Sektorenkopplung eingeführte Systematisierung erschließt eine Darstellung der institutionellen Regelungen im Status quo und vermag so einen strukturierten Überblick über das bestehende System zu geben. Auf diese Weise lassen sich rechtliche Ansatzpunkte bzw. eventuelle Regelungslücken hinsichtlich bestehender und zukünftiger Herausforderungen für das Ziel einer nachhaltigen Sektorenkopplung identifizieren. Das Systembild verdeutlicht die Komplexität des Systems, was durch das Ineinandergreifen gesetzlicher Regelungen aus diversen Rechtsquellen zwecks regulierter Vernetzung unterschiedlicher Sektoren und Akteure bedingt ist. Als Gesamtbild ergibt sich aus diesen vereinzelt Regelungen eine komplizierte, nicht abschließende und nicht technologieoffene Rechtsanwendung, auch weil es – abgesehen vom Klimaschutzgesetz – an einem wirklich sektorenübergreifenden Ansatz für die Energiewende fehlt.

Ein grundlegendes Problem, das einer kohärenten Weiterentwicklung der Sektorenkopplung im Wege steht, ist die fehlende Einheitlichkeit und Kontinuität der Begrifflichkeiten insgesamt/sektorenübergreifend sowie spezifisch in den einzelnen Sektoren. Es fehlt bspw. an einer einheitlichen Definition, was unter "Erneuerbaren" zu verstehen ist bzw. wie diese zu bewerten sind. Allein im Energiewirtschaftssektor werden dieselben Begriffe im Gas-, Strom- und Wärmebereich unterschiedlich definiert.

Die fehlende Einheitlichkeit zeigt sich auch in der unterschiedlichen Herangehensweise zur Erhöhung der EE-Anteile in den einzelnen Sektoren. Hier gibt es weder eine einheitliche, kohärente und über die Sektoren hinweg abgestimmte Vorgehensweise, noch ein einheitliches Begriffsverständnis. Diese Genese der unterschiedlichen Begriffe, Vorgehensweise und Ziele ist zum Teil historisch bedingt. So unterliegen nicht alle Bereiche des Energiewirtschaftssektors dem Unbundling (wie z.B. die Fernwärme). Diese vorgefundene Uneinheitlichkeit kann unter Umständen geboten sein, sollte aber stets im Hinblick auf die angestrebte Energiewende überprüft werden.

Derzeit lässt sich nur dem Klimaschutzgesetz hinsichtlich der Treibhausgasreduktion eine einheitliche sektorübergreifende Systematisierung entnehmen. Hierin wurde zwar die Reduktion von Treibhausgasen vereinheitlicht, nicht aber festgelegt, wie dies konkret durch die Erhöhung von erneuerbaren Energien in den einzelnen Sektoren erreicht werden soll.

Insgesamt zeigt sich, dass sich mit der Fortentwicklung der Energiewende auch die Sektorenkopplung zunehmend weiterentwickelt und somit die einzelnen Sektoren mehr und mehr gemeinsame Anknüpfungspunkte finden. Dies ist zum einem durch die Energiewende bedingt. Zum anderen fördert die zunehmende Sektorkopplung auch den Weg zu einem dekarbonisierten Energiesystem, wobei derzeit noch unklar ist, welcher der möglichen



Sektorenkopplungspfade schlussendlich beschriftet werden soll. Spiegelbildlich zeigen sich auch im Rechtsrahmen erste Verbindungspunkte zwischen den Sektoren, die jedoch derzeit punktuell und noch nicht konsistent bzw. ausgereift sind, sodass letztendlich bisher keine übergreifende Abstimmung über die Sektoren hinweg erfolgt.

Mit der zunehmenden Entwicklung hin zu einem sektorübergreifenden, dekarbonisierten Energiesystem ist daher auch eine konsistente Weiterentwicklung der Vorgehensweise und des Rechtsrahmens, wie z.B. die (punktuelle) Vereinheitlichung von sektorübergreifend genutzten Begrifflichkeiten, wünschenswert. Für den hier insbesondere betrachteten Rechtsrahmen meint dies nicht zwingend, dass eine Art neues Gesetzbuch entstehen muss, sondern vielmehr können auch spezifische Anknüpfungspunkte in den jeweiligen vorhandenen Regelwerken geschaffen werden, um die Sektorenkopplung rechtssicher, effizient und investitions- sowie innovationsfördernd zu gestalten.

## **5 Abbildungsverzeichnis**

<b>Abbildung 1: Erneuerbare Energien: Anteile in den Sektoren Energiewirtschaft (Strombereich), Gebäude (Wärmebereich) und Verkehr.....</b>	<b>2</b>
<b>Abbildung 2: Sektoren als Systematisierungsansatz.....</b>	<b>7</b>
<b>Abbildung 3: Wesentliche Energieträger/-formen nach Sektoren. ....</b>	<b>10</b>
<b>Abbildung 4: Wesentliche Technologien und Infrastrukturen nach Sektoren. ....</b>	<b>12</b>
<b>Abbildung 5: Energieträger und Technologien den Sektoren zugeordnet.....</b>	<b>18</b>
<b>Abbildung 6: Energieflüsse zwischen den Sektoren. ....</b>	<b>20</b>
<b>Abbildung 7: Strompreisbestandteile 2021 – Durchschnittlicher Strompreis für Haushaltskunden in Deutschland. ....</b>	<b>36</b>
<b>Abbildung 8: Power-to-X: Hemmnisse („?“) am Beispiel der P2G-Verwertungskette... </b>	<b>48</b>