

HERKUNFTSNACHWEISE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN JENSEITS DES STROMSEKTORS CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Hamburg, 14.12.2020



Herkunftsnachweise für Erneuerbare Energien jenseits des Stromsektors - Chancen und Herausforderungen

Von

Dr. Alexandra Purkus, Dr. Alice Sakhel, Robert Werner, Christian Maaß

Herausgeber:

HIR Hamburg Institut Research gGmbH

Paul-Neumann-Platz 5

22765 Hamburg

www.hamburg-institut.com

E-Mail: info@hamburg-institut.com

Telefon: 040-39106989-0

ISSN 2747-478X

Zitiervorschlag:

Purkus, A., Sakhel, A., Werner, R., Maaß, C., 2020. Herkunftsnachweise für Erneuerbare Energien jenseits des Stromsektors - Chancen und Herausforderungen. Hamburg Institut Discussion Papers 1/2020, HIR Hamburg Institut Research, Hamburg.

Kontakt: purkus@hamburg-institut.com

Hamburg, 14. Dezember 2020



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht möglicher zukünftiger Nachweispfade für erneuerbare Energien über Herkunftsnachweise (HKN).....	6
---	---



INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung.....	1
Summary	2
1. Einleitung.....	3
2. Mögliche Nachweispfade und Konversionspunkte von Herkunftsnachweisen.....	4
3. Herkunftsnachweise im Stromsektor.....	8
4. Herkunftsnachweise im Wärme- und Kältesektor.....	10
5. Herkunftsnachweise für Gase	12
6. Herkunftsnachweise im Verkehrssektor	14
7. Fazit.....	16
Literatur.....	18



ZUSAMMENFASSUNG

Mit der Novellierung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 wird der Anwendungsbereich von Herkunftsnachweisen (HKN) auf erneuerbare Gase (einschließlich Wasserstoff) sowie Wärme und Kälte ausgedehnt, wodurch neue mögliche Nachweispfade entstehen. Für die Sektorenkopplung ist hier insbesondere die Ausgestaltung der HKN-Übergänge bei der Umwandlung von einer Energieform in eine andere (Konversion) von Relevanz. Dieser Beitrag liefert eine kurzgefasste Übersicht über aktuelle Entwicklungen im HKN-Bereich und beschreibt mögliche Konsequenzen und Chancen, die sich aus den neuen Anforderungen für die einzelnen Sektoren ergeben können. Zudem werden mögliche Weiterentwicklungsperspektiven, die über den von der Erneuerbare-Energien-Richtlinie gesetzten Rahmen hinausgehen, aufgezeigt.

Sind HKN bisher zwecks transparenter und verlässlicher Information der Verbraucher*innen vorwiegend im Strombereich etabliert worden, um Doppelvermarktungen von ökologischen Eigenschaften auszuschließen, so lassen sich mit umfassend sektorenübergreifend eingeführten HKN potenziell vielfältigere Ziele verfolgen. Die durch ein HKN bereitgestellten Informationen können Grundlage für statistische Zwecke, für die beschleunigte Marktintegration von erneuerbaren Energien und für die Steuerung oder Anreizung politischer Maßnahmen (zum Beispiel Erfüllung von Quoten) sein. Auch präziser definierte Schnittstellen von HKN zum Europäischen Emissionshandel sind notwendig.

Die Komplexität eines zukünftigen sektorenübergreifenden Nachweissystems stellt die Markt- und Regulierungsakteure vor neue Herausforderungen. Dem gegenüber stehen weitreichende Chancen in Form von neuen Differenzierungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für Versorger, neuen Einnahmequellen für Erzeuger erneuerbarer Energien sowie zusätzlichen Nachweisooptionen für Energieverbräuche in der Industrie, Mobilität und Gebäudewirtschaft. HKN können somit als Instrument bei der operativen Umsetzung der Energiewende eine wichtige Rolle spielen.



SUMMARY

The amendment of the Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001 extends the scope of guarantees of origin (GO) to renewable gases (including hydrogen) as well as heating and cooling, creating new possible verification paths. Of particular relevance for sector coupling is the design of guarantee of origin transitions when converting one form of energy to another (conversion). This paper provides a brief overview of current developments in the area of guarantees of origin and describes possible consequences and opportunities that may arise from the new requirements for the individual sectors. In addition, potential further development perspectives that go beyond the framework set by the Renewable Energy Directive are outlined.

On the one hand, the complexity of a future sector-spanning GO-system creates new challenges for market and regulatory actors. On the other hand, there are far-reaching opportunities in the form of new differentiation and marketing possibilities for suppliers, new sources of income for renewable energy producers, and additional verification options for energy consumption in industry, mobility, and the building sector. GOs can thus play an important role as an instrument in the operational implementation of the energy transition.

1. EINLEITUNG

Die Nutzung von Herkunftsnachweisen (HKN) zur Dokumentation bzw. Nachverfolgung der grünen Eigenschaften erneuerbarer Energien gegenüber Verbrauchern konzentrierte sich bisher im Wesentlichen auf den Ökostrommarkt. Mit der Novellierung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) der Europäischen Union (EU) ändert sich dies aber grundlegend. Artikel 19 der RED II dehnt den Anwendungsbereich von Herkunftsnachweisen auf Gase (Biomethan, synthetische Gase, Wasserstoff) sowie Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energiequellen aus. Demnach gilt es auch hierzulande, neben dem bestehenden HKN-System für Strom und den Nachhaltigkeitszertifizierungs- und Massenbilanzierungssystemen für Biomasse HKN-Systeme für erneuerbare Gase sowie für Wärme und Kälte zu etablieren. Anforderungen an solche Systeme sollen durch die Revision der Europäischen Norm (EN) 16325 “Standard on Guarantees of Origin Related to Energy” konkretisiert werden, die bis dato ausschließlich den Standard für Ökostrom festlegte.

Die Ausweitung des HKN-Systems auf weitere Energieformen bringt eine Reihe an neuen Herausforderungen mit sich. So ergeben sich beispielsweise Fragen im Hinblick auf die Ausgestaltung (wie z. B. den qualitativen Informationsgehalt) von HKN für Gase und Wärme/Kälte sowie diesbezüglicher Kennzeichnungsregelungen und Residualmixberechnungen, wie sie derzeit im Strombereich üblich sind. Weitere Fragestellungen betreffen den Umgang mit der Mischung von Gasen (insbesondere die Beimischung von Wasserstoff zu Biomethan im Gasnetz), den Netz- und Speicherverlusten sowie den Schnittstellen zwischen HKN und bestehenden Nachweissystemen, wie z. B. Nachhaltigkeitsnachweisen für Biomasse oder Massenbilanzierungssystemen für Biomethan (Verwimp et al. 2020). Im Rahmen der voranschreitenden Sektorenkopplung (d. h. der Verschmelzung der Sektoren Strom, Wärme/Kälte und Verkehr) führt insbesondere die Konversion von Energieformen (d. h. der Einsatz von Energie zur Erzeugung anderer Energieformen, z. B. Power to X) zu Herausforderungen im HKN-Bereich. Die Frage, ob und in welcher Form Energieumwandlungen mit entsprechenden Konversionen von HKN (z. B. Umwandlung eines Strom-HKN in ein Gas-HKN) einhergehen, hat weitreichende Auswirkungen auf die Ausstellung und Nutzung von HKN.

In den folgenden Abschnitten werden mögliche HKN-Nachweispfade und Konversionspunkte dargestellt, die aus der Kopplung der verschiedenen Sektoren und der zunehmenden Nutzung von HKN in der Industrie resultieren. Zudem wird diskutiert, welche Konsequenzen und Chancen sich aus den neuen Anforderungen bezüglich HKN für die einzelnen Sektoren ergeben können und welche Weiterentwicklungspotenziale bestehen bleiben.

2. MÖGLICHE NACHWEISPFAD E UND KONVERSIONSPUNKTE VON HERKUNFTSNACHWEISEN

Abbildung 1 bietet eine schematische Übersicht potenzieller HKN-Nachweispfade und HKN-Konversionspunkte, die sich durch die neuen Vorgaben und Entwicklungen zukünftig ergeben könnten.¹ Grundsätzlich können für andere Formen von erneuerbaren Energien abseits des Stromsektors, d. h. erneuerbare Gase sowie Wärme und Kälte, HKN ausgestellt und gegebenenfalls auf nachgelagerte Akteure übertragen werden, und zwar spätestens, wenn diese erneuerbaren Energien in Verkehr gebracht werden, d. h. die Einspeisung in ein öffentliches Netz oder ein anderweitiger Übergang auf Dritte erfolgt.² Durch die Entwertung von HKN werden Energieverbrauchern die Eigenschaften der zugrunde liegenden Energieeinheit zugeordnet, wobei HKN und physikalische Energielieferungen prinzipiell unabhängig voneinander gehandelt werden können. Zusätzlich könnten HKN für die Eigenversorgung ausgestellt werden, um etwa von Unternehmen als Nachweis im Rahmen ihrer Nachhaltigkeitsberichtserstattung genutzt zu werden. Da entsprechende Energiemengen nicht dem Markt zur Verfügung gestellt werden, sollte jedoch auch von einer Übertragung entsprechender HKN abgesehen werden.

Umwandlungsprozesse zwischen den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr stellen eine spezielle Herausforderung dar. Dies gilt insbesondere dann, wenn Energieinputs aus Netzen oder Leitungen bezogen werden, in denen sich Energie mit verschiedenen Eigenschaften vermischt. Die RED II legt aktuell die Konversion von HKN bei Umwandlungsprozessen nicht explizit fest. Dennoch wird derzeit, unter anderem im Rahmen des Revisionsprozesses der EN 16325, geprüft, ob und unter welchen Voraussetzungen ein Transfer der grünen Eigenschaft bei der Konversion von einer Energieform in eine andere stattfinden kann (Verwimp et al. 2020; Van Stein Callenfels et al. 2020). Eine Doppelvermarktung der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft ist dabei unbedingt zu vermeiden.³ Dies könnte durch die Entwertung von HKN für Energie-Inputs (z. B. Strom) und Ausstellung von „Konversions“-HKN für den Energieoutput (z. B. Gas) erfolgen. Dabei ist der Hilfsenergieeinsatz für Konversionsprozesse zu berücksichtigen. Konversionen von HKN können insbesondere bei PtX-Anwendungen wie der Umwandlung

¹ Die Abbildung stellt lediglich mögliche, aber keine festgelegten Nachweis- und Konversionspfade dar. Die genaue Umsetzung und Ausgestaltung dieser Pfade befinden sich noch in der Diskussion. Eigenversorgung wird vereinfacht abgebildet (ohne Wärmepumpen/Kältemaschinen). Nicht-leitungsgebundene Energielieferungen werden vernachlässigt.

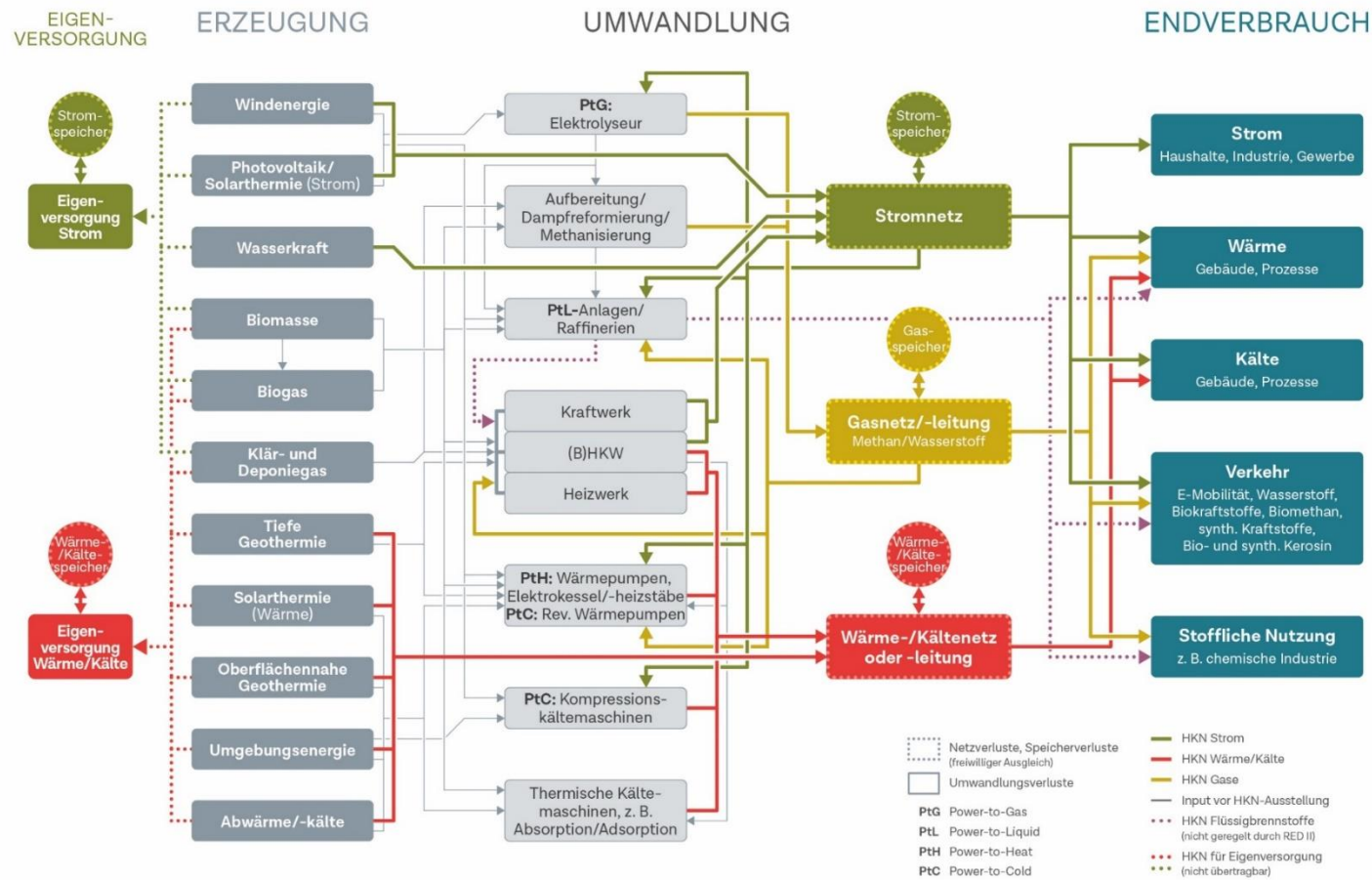
² In Deutschland gilt derzeit eine Sonderregelung, gemäß welcher HKN derzeit nur für Strom aus erneuerbaren Energiequellen ausgestellt werden dürfen, der nicht durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert wird (siehe Maaß et al. 2020; Maaß et al. 2019). Grundsätzlich ist die gleichzeitige Förderung und HKN-Ausstellung EU-rechtlich möglich und wird auch in anderen Mitgliedstaaten praktiziert.

³ Doppelvermarktung definiert in diesem Fall den mehrfachen Verkauf der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft an verschiedene Verbraucher.



von Strom (Netzbezug) in Wasserstoff, flüssige Brennstoffe und Wärme oder Kälte notwendig werden.

ABBILDUNG 1: ÜBERSICHT MÖGLICHER ZUKÜNFTIGER NACHWEISPFAD FÜR ERNEUERBE ENERGIE ÜBER HERKUNFTSNACHWEISE (HKN)



Es werden nur wahrscheinliche Fälle dargestellt, nicht alle technisch denkbaren.
Stand: Oktober 2020, www.hamburg-institut.com

© HIC Hamburg Institut Consulting GmbH

Weitere Konversionspunkte bestehen potenziell bei der Verbrennung von Gasen und Flüssigbrennstoffen⁴ zur Wärme- und Kältegewinnung sowie bei der Verstromung von Gasen und flüssigen Brennstoffen.⁵ Dahingegen findet die Erstaussstellung von HKN bei der direkten Umwandlung, z. B. von Tiefengeothermiewärme in Strom für die Netzeinspeisung, erst nach dem Umwandlungsprozess statt, wodurch eine HKN-Konversion entfällt. Auch bei einer Direktverbindung z. B. von Windenergieanlagen und Elektrolyseuren zur Produktion von Wasserstoff würde direkt ein Gas-HKN ausgestellt werden.

Kontrovers diskutiert wird allerdings die Frage, ob bei einem Netzbezug von Energie zur Herstellung einer anderen Energieform (z. B. Strom aus dem öffentlichen Netz für die Nutzung in einem Elektrolyseur) die Konversion von HKN ausreicht, um erneuerbare Eigenschaften zu „vererben“. So werden beispielsweise als Voraussetzung für eine Anrechenbarkeit erneuerbarer Energien auf RED II-Zielvorgaben im Verkehrssektor zusätzliche Anforderungen festgelegt, die aus dem Netz bezogener Strom erfüllen muss (siehe Kapitel 6). Die Dokumentation dieser Anforderungen geht derzeit über den Einsatzbereich von HKN hinaus, da diese nach Artikel 19 der RED II zunächst nur der Verbraucherinformation dienen. Eine Funktion hinsichtlich der Erfüllung von Erneuerbare-Energien-Ausbauzielen ist derzeit nicht vorgesehen. Perspektivisch wäre es jedoch denkbar, den Zweck von HKN zu erweitern, und für verschiedene Nachweiszwecke unterschiedliche Anforderungen an HKN zu stellen. Zum Beispiel könnte definiert werden, welche Eigenschaften HKN aufweisen müssen, um bei einem Netzbezug von Energie eine Vererbung erneuerbarer Eigenschaften durch HKN-Konversion zu ermöglichen. Eine weitere Herausforderung stellt der Umgang mit Netz- und Speicherverlusten dar. Bisher werden Verluste, die bei Zwischenspeicherung und Transport von Energie auftreten, nicht bei der Ausstellung und Entwertung von HKN berücksichtigt. Verluste werden in diesem Fall implizit durch nicht nachverfolgte Energiemengen gedeckt. In dem Maße, in dem der Anteil der durch HKN abgedeckten Energieerzeugung aus Erneuerbaren im Energiesystem ansteigt, gewinnt auch eine einheitliche Regelung für den Umgang mit Verlusten an Bedeutung (Cornélis und Lenzen 2020).

Durch die Ausweitung des Anwendungsbereichs von HKN-Systemen entsteht kurz- bis mittelfristig zusätzlicher technischer und administrativer Aufwand. Zugleich ergeben sich neue Nutzungspotenziale im Bereich der Umweltnachweisführung für die verschiedenen Akteure der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr, die im Folgenden erläutert werden.

⁴ HKN für Flüssigbrennstoffe werden derzeit nicht durch die RED II oder die EN 16325-Revision geregelt.

⁵ Zusätzlich könnten HKN-Konversionen bei der Methanisierung von Wasserstoff auftreten, sofern dauerhaft separate HKN-Systeme für Wasserstoff und andere Gase etabliert werden. Da dies noch Gegenstand der Diskussion ist, wird diese Möglichkeit in Abbildung 1 vernachlässigt.

3. HERKUNFTSNACHWEISE IM STROMSEKTOR

Im Stromsektor sind mit der Umsetzung der RED II in nationales Recht kurzfristig nur eingeschränkt Änderungen zu erwarten. HKN-Systeme sind im Ökostrommarkt bereits gut etabliert und innerhalb Europas weitreichend vernetzt (Güldenbergh et al. 2019). Des Weiteren dienen HKN im Status quo ausschließlich der Information von privaten und industriellen Letztverbrauchern, denen auf diese Weise die Nachverfolgung der grünen Eigenschaft von Strom, insbesondere bei Netzbezug, ermöglicht wird. Im Zuge dessen ist die Ausweisung von Ökostrom in der Stromkennzeichnung von Versorgern durch entsprechende HKN nachzuweisen. Diese Funktion wird durch die Novellierung der RED II bestätigt.

Perspektiven für Herkunftsnachweise im Stromsektor

Mittel- bis langfristig ist eine Weiterentwicklung der Rolle von HKN auf verschiedene Bereiche denkbar: HKN könnten verstärkt als **Instrument zur Marktintegration von erneuerbaren Energien** eingesetzt werden, was Veränderungen des Förderregimes in Deutschland voraussetzen würde (Maaß et al. 2020; Maaß et al. 2019). Dies impliziert, entgegengesetzt der geltenden Gesetzeslage (nach der HKN für EEG-geförderten Strom nicht ausgestellt werden dürfen), HKN nun auch für geförderte Neuanlagen auszustellen, wobei der HKN-Wert in der Förderhöhe berücksichtigt werden müsste. Dies ermögliche eine stärkere Marktfinanzierung von Neuanlagen (im Besonderen durch Stromkunden, die den Ausbau von Ökostrom aktiv unterstützen möchten) und eine gleichzeitige Reduzierung der nötigen Förderhöhe.

Auch eine stärkere qualitative Nuancierung von HKN zur **besseren Kundeninformation** und/oder zum differenzierten Einsatz von HKN verschiedener Qualitäten für unterschiedliche Zwecke wäre möglich. Beim Stromvertrieb kommen bereits Qualitätslabel zum Einsatz, mit denen beispielsweise ausgewiesen werden kann, wenn ein Ökostromprodukt durch HKN aus nicht geförderten Neuanlagen hinterlegt ist. Dies dient als Nachweis, dass die Nachfrage nach einem entsprechenden Ökostromprodukt zu einem zusätzlichen Ausbau der erneuerbaren Erzeugungskapazität beiträgt (vgl. dazu Seebach und Timpe 2020). Außerdem ist es prinzipiell vorstellbar, dass HKN **nationale Erneuerbare-Energien-Statistiken**, den **Vollzug von energiepolitischen Instrumenten** (wie z. B. Erneuerbare-Energien-Quoten) und/oder die Erfüllung von EU-Zielen (z. B. sektorale Zielvorgaben für den Anteil erneuerbarer Energien) unterstützen sowie im **Emissionshandelssystem** angerechnet werden könnten. Obwohl sich diesbezügliche Diskussionen insbesondere auf den Strombereich fokussieren, sind sie nicht nur für diesen relevant. Fragen zum Zusammenwirken von HKN und Förderinstrumenten, energiepolitischen Instrumenten und EU-Zielen stellen sich ebenso bei der Einführung von HKN für andere Energieformen. Die beschriebenen Zweckerweiterungen würden jedoch umfassende Anpassungen im energiepolitischen Instrumentenmix erfordern, so dass mit dahingehenden Änderungen kurzfristig nicht zu rechnen ist.

Strom-Herkunftsnachweise im Rahmen der Sektorenkopplung

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass durch die zunehmende Nutzung von Strom in anderen Sektoren die Bezugsmöglichkeiten für Grün- und damit HKN-Strom deutlicher in den Fokus rücken. Ein Beispiel ist die Produktion von Wasserstoff zur Nutzung in den Sektoren Wärme und Verkehr oder auch in der Industrie sowie zur Rückverstromung. So könnte ein Ausbau der europäischen Wasserstoffproduktion zu Bewegungen im Ökostrommarkt führen. Dies gilt speziell dann, wenn angesichts der in Deutschland und der EU erwarteten, zukünftigen Wasserstoff-Nachfrage eine physische Kopplung von Grünstromanlagen (v. a. Windkraft) und Elektrolyseuren nicht immer möglich oder kosteneffizient ist, und zunehmend aus dem Netz bezogener Strom eingesetzt werden sollte. Hier ist zu prüfen, inwieweit HKN weiterentwickelt werden können, um einen Nachweis von Kriterien wie örtlicher und zeitlicher Korrelation oder Zusätzlichkeit der zugrunde liegenden Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zu ermöglichen. Zusätzlichkeit heißt in diesem Fall, dass der zusätzliche Strombedarf den Bau zusätzlicher Erneuerbarer-Energien-Anlagen anregen soll, um eine bloße Umverteilung der erneuerbaren Eigenschaft von Strom zwischen den Sektoren zu vermeiden (Art. 27 Abs. 3 RED II; Timpe et al. 2017).

Denkbar wäre hier eine Erweiterung des Informationsgehalts von HKN (etwa zur Nachhaltigkeit der Anlage) kombiniert mit qualitativen Anforderungen an HKN (z. B. Vorgaben zur Erzeugungsart von Grünstrom und/oder zum Anlagenalter für die Nutzung in Elektrolyseuren). Alternativ könnten zusätzliche bzw. alternative Nachweise nötig werden, was allerdings den administrativen Aufwand der Nachweisführung erhöht. Auch die verpflichtende Kopplung von HKN-Erwerb und Energiebezug stellt eine Möglichkeit dar, den Zusammenhang von Stromerzeugung und -Verbrauch in der Wasserstoffproduktion abzubilden.⁶ Für Grünstromanlagen, deren EEG-Förderung ausläuft, können durch die inländische Wasserstoffproduktion und die Ausstellung von HKN neue Einnahmequellen entstehen.⁷ Zusätzlich werden voraussichtlich Wasserstoffimporte von Drittstaaten, deren grüne Eigenschaft ebenso nachverfolgbar sein muss, bei der Deckung der innereuropäischen Nachfrage eine Rolle spielen. Schnittstellen zwischen HKN-Systemen innerhalb der EU und internationalen Zertifizierungssystemen für die Wasserstoffherkunft sind daher ebenfalls zu klären.

Derartige Überlegungen sind nicht nur für den Fall der Wasserstoffproduktion, sondern ebenso für alle anderen Verwendungen von Strom im Rahmen der Sektorenkopplung relevant. Im Speziellen sind hier die direkte Nutzung von Strom im Verkehrsbereich sowie die Umwandlung von Strom in Wärme zu nennen.

⁶ Eine optionale Kopplung von Stromlieferungen und der Übertragung von Strom-HKN kann unter bestimmten Voraussetzungen auf HKN ausgewiesen werden. Diese Möglichkeit wird u. a. aufgrund des hiermit verbundenen Zusatzaufwands allerdings nur wenig genutzt (Güldenbergh et al. 2019).

⁷ Sollte für EEG-Neuanlagen eine Ausstellung von HKN erlaubt werden, könnten HKN auch für diese Anlagen eine zukünftig relevantere marktliche Vergütungskomponente darstellen. Dies würde allerdings eine Anpassung des Doppelvermarktungsverbots im EEG erfordern (Maaß et al. 2020).

4. HERKUNFTSNACHWEISE IM WÄRME- UND KÄLTESSEKTOR

Im Wärme- und Kältesektor schafft Artikel 19 der novellierten Erneuerbare-Energien-Richtlinie eine Reihe neuer Potenziale, aber auch Ausgestaltungsfragen. Die Einführung von HKN in diesem Sektor würde erstmals eine rechtssichere Nachverfolgung und Zuordnung der erneuerbaren Eigenschaft von Wärme und Kälte ermöglichen, was das Vertrauen der Endkunden und damit deren Zahlungsbereitschaft für grüne Energieprodukte erhöhen kann. Versorger können so beispielsweise konventionell oder mit erneuerbaren Energien erzeugte Wärme bzw. Kälte als spezifische Produkte anbieten. Diese Art Produkte sind nicht nur interessant für klimabewusste Privatkunden, sondern ebenso für Bauherren und Industriekunden.

Hinsichtlich der Erfüllung regulatorischer Anforderungen nach dem Gebäudeenergiegesetz könnten sich neue Vermarktungsperspektiven für grüne Fernwärme insbesondere dann ergeben, wenn eine Differenzierung von Primärenergiefaktoren zwischen Wärme- bzw. Kälteprodukten ermöglicht würde (Maaß und Pehnt 2019). Nach aktuellem Stand werden Primärenergiefaktoren einheitlich für das gesamte Versorgungsnetz berechnet. Bei einer Anpassung wäre allerdings sicherzustellen, dass sich der Primärenergiefaktor von Kunden, die weiterhin konventionelle anstatt „grüne“ Wärmeprodukte beziehen, nicht durch eine Produktdifferenzierung verschlechtern dürfte, was etwa durch den Ausbau von erneuerbarer Erzeugungskapazität sichergestellt werden kann. Für Erzeuger grüner Wärme und Kälte (z. B. Betreiber von Geothermie-, Biomasse- oder Solarthermieranlagen) entsteht durch HKN eine zusätzliche Einnahmequelle zur Refinanzierung ihrer Investitionen. Gleiches gilt für gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung, sofern diese mit erneuerbaren Energien betrieben wird.

Neben detailreichen marktlichen, technischen und regulatorischen Fragen (z. B. Umgang mit unterschiedlichen Druck- und Temperaturniveaus in Netzen, Netzverlusten, etc.), wird die Ausgestaltung der Handelbarkeit von HKN weitreichende Auswirkungen auf deren Nutzung haben. Im Gegensatz zu Strom- und Gasnetzen sind Wärme- und Kältenetze lokale, in sich geschlossene Systeme, wodurch zu klären ist, ob HKN nur innerhalb eines lokalen oder auch zwischen unverbundenen Netzen (z. B. europaweit) handelbar sein sollten.

Handel ausschließlich innerhalb eines Netzes steigert zwar Transformationsanreize bei entsprechender Nachfrage in diesem Netz, sorgt aber für wenig HKN-Liquidität besonders in fossil dominierten Netzen, da dort Erneuerbare-Energien-Anlagen erst nach und nach zugebaut werden. Transformationsanreize hängen zudem davon ab, ob an das Netz angeschlossene Verbraucher eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft für grüne Fernwärme aufweisen. Ein über Netzgrenzen hinausgehender Handel von HKN sorgt für Liquidität und erweitert den Kreis potenzieller HKN-Nachfrager, kann aber Transformationsimpulse in (fossil dominierten) Netzen abschwächen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn auf dem HKN-Markt in relevantem Umfang vergleichsweise niedrigpreisige HKN aus Bestandsanlagen verfügbar sind. Entscheidend für die Frage der Handelbarkeit sind

zudem Auswirkungen auf die Glaubwürdigkeit für Verbraucher (Verwimp et al. 2020; Van Stein Callenfels et al. 2020). Da bislang nur sehr wenige Staaten HKN-Systeme für Wärme oder Kälte etabliert haben, lässt sich bislang kaum abschätzen, ob und unter welchen Bedingungen Verbraucher HKN aus unverbundenen Wärme- und Kältenetzen akzeptieren.

In jedem Fall müsste durch Kennzeichnungsregeln sichergestellt werden, dass sich keine Doppelvermarktung der Erneuerbare-Energien-Eigenschaften in Netzen der HKN-Ausstellung und HKN-Entwertung ergibt. Ohne Kennzeichnungsvorgaben wäre nicht auszuschließen, dass Wärmeverbrauchern im Netz der HKN-Ausstellung bei einem „Export“ von HKN aus dem Netz heraus nicht bewusst würde, dass sich die Eigenschaften der von ihnen bezogenen Energie ändern. Dieses Problem kann sich auch ergeben, wenn neben HKN weitere Nachweisformen zur Kennzeichnung genutzt werden können und keine hinreichende Abstimmung zwischen Nachweissystemen besteht. Anders als bei der Stromkennzeichnung gibt es im Wärme- und Kältebereich noch keinen regulatorischen Rahmen, der das Verhältnis von Kennzeichnungsregeln und HKN festlegt. Bislang enthält die RED II lediglich allgemein gefasste Vorgaben, wonach Mitgliedsstaaten dafür sorgen müssen, dass Endverbrauchern „in leicht zugänglicher Form“ Informationen zur Gesamtenergieeffizienz und dem Erneuerbare-Energien-Anteil in ihren Fernwärme- und -kältesystemen zur Verfügung gestellt werden (Artikel 24 Abs. 1 RED II).

5. HERKUNFTSNACHWEISE FÜR GASE

Für über das Erdgasnetz transportiertes Biomethan existieren in Deutschland und anderen EU-Ländern bereits verschiedene, europäisch vernetzte Nachweissysteme, wie Book-and-Claim- und Massenbilanzierungssysteme (Veum et al. 2015). Letzte dokumentieren den Weg von der Einspeisung von Biomethan in Erdgasnetze bis zur Entnahme. Die Anwendung solcher Massenbilanzierungssysteme ist unter anderem Voraussetzung für die Anrechenbarkeit von Biomethan auf RED II-Ziele im Verkehrssektor.⁸ Zudem müssen Betreiber von Anlagen zur (gekoppelten) Strom- und Wärmeerzeugung für die Verbrennung von derart bilanziertem Biomethan aktuell keine CO₂-Emissionszertifikate im Rahmen des europäischen Emissionshandelssystems kaufen (DEHSt 2018).

Auch bei EEG-Anlagen, die Gas aus dem Erdgasnetz entnehmen, ist eine Massenbilanzierung Voraussetzung für die Anerkennung als Deponiegas, Klärgas, Grubengas, Biomethan oder Speichergas (Artikel 44b Abs. 5 EEG 2021).⁹ Schließlich sind Massenbilanzierungssysteme für Biomethan aus dem Erdgasnetz und für biogenes Flüssiggas im Rahmen des Gebäudeenergiegesetzes ebenfalls anzuwenden, um die Verwendung entsprechender Primärenergiefaktoren (Artikel 22 Abs. 1 GEG) sowie eine Anrechnung auf Nutzungsanforderungen für erneuerbare Energien (Artikel 40 Abs. 3 und 4 GEG) zu ermöglichen.¹⁰

Die Einführung von Gas-HKN hat zunächst keinen Einfluss auf die Vorschriften zur Massenbilanzierung, da HKN auch hier ihre reine Informationsfunktion für Verbraucher nicht überschreiten. Es ergeben sich lediglich ähnliche Konsequenzen wie bereits für Wärme-HKN beschrieben, z. B. in Bezug auf Produktdifferenzierungsmöglichkeiten für Gasversorger gegenüber ihren Endkunden. Jedoch müssen sich Produzenten und Abnehmer von erneuerbaren Gasen mit neuen Sachverhalten beschäftigen. Ähnlich wie im Wärmebereich existieren für Gase bislang keine verbindlichen Kennzeichnungsregeln. Die Ausgestaltung entsprechender Regeln und entsprechende Anforderungen an die Eigenschaften von HKN können bedeutende Auswirkungen auf zukünftige Marktentwicklungen haben. Auch das Verhältnis von HKN zu Massenbilanzierungssystemen wird sich auf die Praktiken der Akteure auswirken.

Hinzu kommt die Integration von erneuerbaren Kohlenwasserstoffen und Wasserstoff in HKN Systeme, wobei festzulegen ist, ob die Vorgaben der RED II mit Hilfe von

⁸ Wobei hier eine zusätzliche Nachhaltigkeitszertifizierung des Biomethans (und auch anderer gasförmiger und flüssiger Biokraftstoffe) gemäß der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung erforderlich ist.

⁹ Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021), 21.12.2020.

¹⁰ Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG), 08.08.2020. Analog zur Nutzung von Biomasse im Verkehr, muss zur Wärmeerzeugung eingesetzte flüssige Biomasse zusätzlich den Anforderungen an einen nachhaltigen Anbau und eine nachhaltige Herstellung, die die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung stellt, genügen.



einheitlichen HKN für alle erneuerbaren Gase oder separaten HKN für Wasserstoff umgesetzt werden sollen (Verwimp et al. 2020; Van Stein Callenfels et al. 2020). Eine eventuelle Abgrenzung von HKN innerhalb des Gas-Bereichs, d. h. die parallele Führung von Wasserstoff-HKN und HKN für andere grüne Gase, beeinflusst unter anderem die Handhabung von einer Vermischung von Wasserstoff mit anderen Gasen im Gasnetz oder auch die Ausstellung bzw. Konversion von HKN und den Umgang mit der Umwandlung von Wasserstoff zu synthetischem Methan. Aufgrund der Novität dieser Thematik und mangelnder praktischer Erfahrungen befassen sich verschiedene (EU-) Projekte, wie [CertifHy](#) (Wasserstoff) oder [Regatrace](#) (grüne Gase), bereits seit einigen Jahren mit den dargestellten Problemstellungen.¹¹

¹¹ Siehe <https://www.certifhy.eu/>; <https://www.regatrace.eu/>.

6. HERKUNFTSNACHWEISE IM VERKEHRSEKTOR

Nachweisführung für flüssige Brennstoffe und Gase

Die novellierte RED II sieht noch keine HKN für flüssige Brennstoffe vor, weder für solche, die aus Biomasse erzeugt werden, noch für synthetische Flüssigkraftstoffe.¹² Im Verkehrssektor spielen bisher vor allem Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme, wie z. B. das Nachhaltige-Biomasse-System ([Nabisy](#)) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung zum Nachweis der Nachhaltigkeit von flüssigen und gasförmigen Biokraftstoffen wie Biodiesel, Biomass-to-Liquid-Kraftstoffen, Bioethanol und Biomethan (geregelt durch Artikel 29 der RED II) eine Rolle, die zusätzlich eine Massenbilanzierung entsprechender Biomasse mengen vorsehen.¹³ Diese Systeme sind bei Biokraftstoffen weiterhin anzuwenden. Entsprechend zertifizierte und massenbilanzierte Kraftstoffe können gemäß Artikel 30 der RED II auf Erneuerbare-Energien-Ziele im Verkehrssektor angerechnet werden (in Deutschland ist dieses Ziel durch eine Treibhausgasminierungsquote umgesetzt).

Mit der Einführung von HKN für Gase stellt sich hier allerdings die Frage, wie sich das Zusammenspiel von Gas-HKN und den im Verkehrssektor bestehenden Nachhaltigkeitsnachweisen gestaltet. Aktuell sieht die RED II keine explizite Verknüpfung oder Regeln für das Zusammenspiel der Systeme vor.

Verwendung von Strom und strombasierten Kraftstoffen im Verkehrssektor

Als Voraussetzung für eine Anrechenbarkeit auf RED II-Zielvorgaben für den Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor werden in Artikel 27 zusätzliche Bedingungen festgelegt, die hier eingesetzter Strom und strombasierte Kraftstoffe erfüllen müssen, um in vollem Umfang als erneuerbar zu gelten. Sofern diese Bedingungen nicht erfüllt sind, müssen Mitgliedsstaaten den durchschnittliche Anteil erneuerbarer Elektrizität an ihrem Strommix zwei Jahre vor dem jeweiligen Jahr zugrunde legen, um den Anteil erneuerbarer Energie an der direkt in Fahrzeugen oder zur Kraftstoffproduktion eingesetzten Elektrizität zu berechnen (siehe dazu im Detail Hoffmann 2020).

Strombasierte Kraftstoffe wie Wasserstoff, synthetische Kraftstoffe und synthetisches Kerosin sind hauptsächlich für den Schwerlastverkehr auf der Straße, den Schienenverkehr, die Schiff- und die Luftfahrt relevant. Damit eingesetzte Elektrizität bei der Kraftstoffproduktion in vollem Umfang als erneuerbar angerechnet werden kann, muss sie gemäß Artikel 27 Abs. 3 RED II aus einer direkten Verbindung mit einer erneuerbaren Elektrizität erzeugenden Anlage stammen. Zudem darf die eingesetzte

¹² Dies gilt ebenso für synthetische und aus Biomasse erzeugte Flüssigbrennstoffe, die im Wärme- oder Industriebereich eingesetzt werden.

¹³ Diese Art der Nachweisführung ist ebenso im Fall von flüssiger Biomasse, welche für die Stromproduktion eingesetzt wird, anzuwenden, sowie nach Artikel 29 der RED II auch für gasförmige und feste Biomasse-Brennstoffe, die in Anlagen zur Produktion von Elektrizität, Wärme und Kälte oder Kraftstoffen über bestimmten Größenschwellen zum Einsatz kommen.

Stromproduktionsanlage nicht über einen Netzanschluss verfügen bzw. es muss nachgewiesen werden, dass die Anlage zur Zeit der Kraftstoffproduktion keine Elektrizität aus dem Netz entnimmt. Bei einem Netzbezug von Elektrizität ist nur dann eine vollumfängliche Anrechnung als erneuerbare Elektrizität möglich, wenn nachgewiesen kann, dass sie ausschließlich mittels erneuerbarer Energiequellen produziert wurde und weitere Kriterien erfüllt werden. Hierzu zählt insbesondere die geographische und zeitliche Korrelation von erneuerbarer Strom- und Kraftstoffherzeugung (Erwägungsgrund 90 RED II). Über dies hinaus soll belegt werden, dass die Produktion strombasierter Kraftstoffe mit der Errichtung zusätzlicher erneuerbarer Erzeugungskapazitäten einhergeht. Die EU-Kommission hat angekündigt, bis Ende 2021 per delegiertem Rechtsakt für die Anwendung dieser Kriterien eine Methodik einzuführen (Erwägungsgrund 90 und Art. 27 Abs. 3 RED II).

Für die – besonders im Personenkraftverkehr wichtige – direkte Nutzung von erneuerbarem Strom im Verkehrssektor macht Artikel 27 Abs. 3 RED II ebenfalls entsprechende Vorgaben. Demnach kann Strom ausschließlich vollumfänglich als erneuerbar angerechnet werden, wenn eine direkte Verbindung zwischen einer erneuerbaren Stromerzeugungsanlage und einem Verbraucher im Straßenverkehr besteht (Schienenverkehr wird hier nicht eingeschlossen). Wie die Anerkennung der Grüneigenschaft von Elektrizität, die aus dem öffentlichen Netz bezogen wird, vollzogen werden kann ist bisher ungeklärt. Es besteht die Möglichkeit, dass der zuvor erwähnte delegierte Rechtsakt auch für diesen Fall ein Verfahren entwickelt (Hoffmann 2020).

Eine umfassende Diskussion, unter welchen Bedingungen HKN genutzt werden könnten, um Anforderungen wie geographische und zeitliche Korrelation und Zusätzlichkeit von Strom-Inputs zu erfüllen, steht bislang noch aus. Neben einer Weiterentwicklung des Verwendungszwecks von HKN wäre hierfür ggf. eine Erweiterung des Informationsgehalts nötig.¹⁴ Auch die Diskussion um eine Ausdehnung von HKN auf flüssige Brenn- und Kraftstoffe, eventuell gekoppelt mit Nachhaltigkeitszertifizierungen, steht noch am Anfang. Perspektivisch könnte die Weiterentwicklung von HKN zu einem sektorenübergreifenden Nachweisinstrument so auch für den Verkehrssektor an Bedeutung gewinnen.

¹⁴ Zur Einführung eines möglichen „Zeitstempels“ für HKN siehe etwa Lindberg und Bruens 2020.

7. FAZIT

Festzuhalten bleibt, dass mit der zukünftig erheblichen Erweiterung der HKN-Systeme auf erneuerbare Energien jenseits des Stromsektors eine Vielzahl von technischen, regulatorischen und bürokratischen Fragestellungen zu lösen bleibt. Insbesondere der Umgang mit Umwandlungsprozessen im Rahmen der Sektorenkopplung stellt beteiligte Akteure vor Herausforderungen. Doch neben diesen ergeben sich auch weitreichende Chancen in Form von neuen Differenzierungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für Versorger, neuen Einnahmequellen für Erzeuger erneuerbarer Energien sowie zusätzlichen Nachweisoptionen für die Energieverbräuche der Industrie, des Transportgewerbes und der Gebäudewirtschaft. HKN könnten damit zukünftig eine relevantere Rolle bei der Umsetzung der Energiewende spielen. Voraussetzung dafür ist eine zielführende und praktikable Ausgestaltung der nationalen HKN-Systeme.

Der aktuelle Fokus von HKN liegt klar auf der **Information von Endverbrauchern**. Es bleiben verschiedene, in den vorherigen Kapiteln vorgestellte, Weiterentwicklungsoptionen, die über den von der RED II gesetzten Rahmen hinausgehen. Um diese Optionen nutzen zu können, sind mehr oder minder weitreichende Änderungen in regulatorischen Rahmenbedingungen notwendig. In Deutschland, wo eine besondere Form des Doppelvermarktungsverbots umgesetzt ist, könnten zusätzliche Beiträge von HKN zur Marktintegration Erneuerbarer Energien im Stromsektor nur durch eine Revision des Erneuerbare-Energien-Förderregimes (d. h. den teilweisen Ersatz der EEG-Förderung durch HKN-Erlöse) erzielt werden. Auf HKN enthaltene Informationen etwa zu erneuerbaren Energiequellen und -technologien, Anlagenalter und -Standort oder erhaltener Förderung¹⁵ könnten für eine stärkere qualitative Differenzierung des HKN-Markts genutzt werden – so könnten Versorger HKN mit entsprechenden Eigenschaften nutzen, um grüne Strom-, Gas-, Wärme- oder Kälteprodukte genauer auf die Präferenzen ihrer Kunden zuschneiden.

Falls HKN perspektivisch für weitere Zwecke eingesetzt werden sollten, könnten ebenfalls qualitative Kriterien formuliert werden, welche Eigenschaften HKN jeweils aufweisen müssen (z. B. um als Nachweisinstrument für regulatorische Anforderungen dienen zu können). Ggf. wäre eine **Erweiterung des HKN-Informationsgehaltes zu prüfen** (z. B. um Informationen zur Nachhaltigkeitszertifizierung, Systemdienlichkeit, etc.). Ergänzende Regulierungen, die gewisse **Anforderungen an HKN für bestimmte Nutzungszwecke** vorschreiben (z. B. Entwertung von HKN aus Solarenergie- und Windkraftanlagen, wenn ein Netzstrombezug für die Wasserstoffproduktion als erneuerbar gelten soll), könnten HKN besser in die Sektorenkopplung einbinden und so eine Beschleunigung des Anlagenbaus anreizen.

¹⁵ Bereits heute sind auf HKN für Strom Angaben zu Art, Alter, Standort und Förderungen geübte Praxis.

Die Erweiterung des Einsatzbereichs von HKN bringt zudem die Notwendigkeit mit sich, das **Verhältnis verschiedener Nachweissysteme zueinander** zu klären. Die parallele Führung verschiedener Nachweissysteme innerhalb (und außerhalb) der EU ist für involvierte Akteure mit zusätzlichen Transaktionskosten verbunden. Wenn verschiedene Nachweissysteme für denselben Zweck eingesetzt werden (z. B. zur Verbraucherinformation), ist zudem eine Abstimmung zwischen Systemen notwendig, um eine Mehrfachvermarktung grüner Eigenschaften auszuschließen. Um die Komplexität von sektorenübergreifenden Nachweispfaden zu reduzieren, ist daher eine genaue Analyse notwendig, zu welchem Zweck welche Nachweissysteme erforderlich sind. Eine Erweiterung des Einsatzbereiches von Herkunftsnachweisen kann hier Synergien eröffnen – gleichzeitig sollten Grenzen der Leistungsfähigkeit nicht außer Acht gelassen werden. Für die Sektorenkopplung lässt sich festhalten, dass zukünftig nicht nur Schnittstellen zwischen Technologien und Energieträgern, sondern auch Schnittstellen zwischen Nachweissystemen ein wichtiges Thema für Forschung und Anwendungspraxis darstellen werden.

TAKE-AWAYS

- Zukünftig existiert ein sektorübergreifendes Nachweissystem, in welchem HKN für erneuerbare(n) Strom, Gase (inklusive Wasserstoff) und Wärme/Kälte ausgestellt werden können.
-
- HKN dienen auch weiterhin der Endkundeninformation bezüglich der erneuerbaren Eigenschaft der bezogenen Energie. Damit HKN stärker zur operativen Umsetzung der Energiewende beitragen können, ist eine Zweckerweiterung denkbar. Hierbei könnten insbesondere qualitative Kriterien, denen HKN genügen müssen, formuliert werden und mit Regulierungen, die gewisse Anforderungen an HKN für bestimmte Nutzungszwecke vorschreiben, flankiert werden.
-
- Ein sektorenübergreifendes Nachweissystem stellt die Markt- und Regulierungsakteure vor neue technische und administrative Herausforderungen.
- Allerdings ergeben sich auch neue Differenzierungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für Versorger, neue Einnahmequellen für Erzeuger erneuerbarer Energien sowie zusätzliche Nachweisoptionen für Energieverbräuche in der Industrie, Mobilität und Gebäudewirtschaft.

LITERATUR

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2020. Die Nationale Wasserstoffstrategie. Berlin. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20.
- Cornélis, P.-Y., Lenzen, M., 2020. Guarantees of Origin and Disclosure. Core Theme 3 Report. CA-RES (Concerted Action - Renewable Energy Sources Directive). URL: https://www.ca-res.eu/fileadmin/cares/PublicArea/CA-RES3FinalPublication/CARES3_Final_CT3_Summary.pdf.
- Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt), 2018. Leitfaden zur Erstellung von Überwachungsplänen und Emissionsberichten für stationäre Anlagen in der 3. Handelsperiode (2013–2020). Berlin. URL: https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/stationaere_anlagen/2013-2020/Emissionsbericht_Leitfaden.pdf?__blob=publicationFile&v=12.
- Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021), 21.12.2020, URL: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html.
- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG), 08.08.2020, URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/geg/>.
- Güldenbergh, J., Maaß, C., Mundt, J., Werner, R., 2019. AP 2: Analyse des HKN-Handels und der Preise, in: Hauser, E., Heib, S., Hildebrand, J., Rau, I., Weber, A., Welling, J., Güldenbergh, J., Maaß, C., Mundt, J., Werner, R., Schudak, A., Wallbott, T. (Hrsg.), Marktanalyse Ökostrom II – Marktanalyse Ökostrom und HKN, Weiterentwicklung des Herkunftsnachweissystems und der Stromkennzeichnung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, S. 181–228. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-08-15_cc_30-2019_marktanalyse_oekostrom_ii.pdf.
- Hoffmann, B., 2020. Grüner Strom im Kraftstoffmarkt – Was bringt die RED II? *Zeitschrift für Neues Energierecht (ZNER)*, 24(4), S. 300–306.
- Lindberg, T., Bruens, I., 2020. Time Stamping and hourly matching. Vortrag bei ‘The Open Markets Committee – 2020’, Online Conference, 26 November. URL: <https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/news-events/events/AIB%20Open%20Markets%20Committee/2020/OMC%202020%20Presentations.pdf>.
- Maaß, C., Claas-Reuther, J., Purkus, A., 2020. Herkunftsnachweise für Strom aus neuen EEG-finanzierten Anlagen. Gesetzentwurf im Auftrag von LichtBlick SE. Hamburg Institut, Hamburg. URL: https://www.hamburg-institut.com/images/pdf/studien/HI-GE-Herkunftsnachweise_fuer_Strom_aus_neuen_EEG-Anlagen.pdf.

- Maaß, C., Pehnt, M., 2019. Neue politische Instrumente zur Dekarbonisierung der Fernwärme, in: Agora Energiewende (Hrsg.), Wie werden Wärmenetze grün? Dokumentation zur Diskussionsveranstaltung am 21. Mai 2019 auf den Berliner Energietagen 2019. Berlin. URL: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2019/Waermenetze/155_Waermenetze_WEB.pdf.
- Maaß, C., Werner, R., Häseler, S., Mundt, J., Guldenberg, J., 2019. Ökostrommarkt 2025. Wie eine intelligente Steuerung des Ökostrommarktes die Energiewende beschleunigt. Im Auftrag von LichtBlick SE. Hamburg Institut, Hamburg. URL: https://www.hamburg-institut.com/images/pdf/studien/1904_Studie_HAMBURG_INSTITUT_Oekostrommarkt_2025.pdf.
- Mundt, J., Werner, R., Maaß, C., 2019. AP 4: Ausweisung der Umweltwirkung durch Strombezug von Unternehmen und öffentlicher Hand, in: Hauser, E., Heib, S., Hildebrand, J., Rau, I., Weber, A., Welling, J., Guldenberg, J., Maaß, C., Mundt, J., Werner, R., Schudak, A., Wallbott, T. (Hrsg.), Marktanalyse Ökostrom II – Marktanalyse Ökostrom und HKN, Weiterentwicklung des Herkunftsnachweissystems und der Stromkennzeichnung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, S. 317–383. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-08-15_cc_30-2019_marktanalyse_oekostrom_ii.pdf.
- Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>.
- Seebach, D., Timpe, C., 2020. Echter Einfluss für Ökostromverbraucher. “Harte Zusätzlichkeit” in Märkten für erneuerbare Energie über die bestehenden politischen Ausbauziele hinaus. Diskussionspapier für den EnergieVision e.V., Deutsche Zusammenfassung. Öko-Institut e.V., Freiburg. URL: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Harte-Zusaetzhlichkeit-Kurzfassung.pdf>.
- Timpe, C., Seebach, D., Bracker, J., Kasten, P., 2017. Improving the accounting of renewable electricity in transport within the new EU Renewable Energy Directive (Policy paper for Transport & Environment). Öko-Institut, Freiburg/Berlin. URL: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Improving-accounting-of-renewable-electricity-in-transport.pdf>.
- Universität Stuttgart, 2020. Mehrheit der Unternehmen strebt Klimaneutralität an. Energieeffizienz-Index der Wintererhebung 2019/20 [Online]. URL: <https://www.uni-stuttgart.de/universitaet/aktuelles/presseinfo/Mehrheit-der-Unternehmen-strebt-Klimaneutralitaet-an/> [Abrufdatum: 14.01.2021].
- Van Stein Callenfels, R., Verwimp, K., Moody, P., White, A., Klimeschek, M., Matosic, M., 2020. Takeaways from a consultation on text proposals for a revised CEN - EN 16325 standard on guarantees of origin (Task 2.3). Technical support for RES policy development and implementation for the European Commission. FaStGO – Facilitating Standards for Guarantees of Origin. URL: <https://www.aib-net.org/news-events/aib-projects-and-consultations/fastgo/project-deliverables>.



Verwimp, K., Moody, P., Van Stein Callenfels, R., Kovacs, A., Vanhoudt, W., Barth, F., Pedraza, S., Lehtovaara, M., Klimscheffskij, M., White, A., 2020. Identification of the main challenges which currently exist in the management of guarantee of origin system (Task 1.3). Technical support for RES policy development and implementation for the European Commission. FaStGO – Facilitating Standards for Guarantees of Origin. URL: <https://www.aib-net.org/news-events/aib-projects-and-consultations/fastgo/project-deliverables>.

Veum, K., Londo, M., Jansen, J.C., 2015. Review of past and existing GoOsystems. Grant agreement no.: 633107, Deliverable No. 3.1. CertifHy. URL: [https://www.certifyhy.eu/images/project/reports/D3.1 Review of GoO systems-final.pdf](https://www.certifyhy.eu/images/project/reports/D3.1%20Review%20of%20GoO%20systems-final.pdf).