



GO4Industry

Energieträger – Bericht E1

**Perspektiven für die Weiterentwicklung von
Erneuerbare-Energien-Nachweisen für Strom**

Gefördert durch:



FKZ: UM20DC003

Autor:innen

Dr. Alice Sakhel
Beraterin, Hamburg Institut
sakhel@hamburg-institut.com
Tel.: +49 (40) 39106989-40

Dr. Alexandra Styles
Senior Researcherin, Hamburg Institut
styles@hamburg-institut.com
Tel.: +49 (40) 39106989-38

Marina Kemper
Beraterin, Hamburg Institut
kemper@hamburg-institut.com
Tel.: +49 (40) 39106989-58

Marie Jeuk
Beraterin, Hamburg Institut
jeuk@hamburg-institut.com
Tel.: +49 (40) 39106989-41

Jonathan Claas-Reuther
Senior Berater, Hamburg Institut
claas-reuther@hamburg-institut.com
Tel.: +49 40 39106989-43

Hamburg, 19.10.2022

Zitiervorschlag:

Sakhel, A., Styles, A., Kemper, M., Jeuk, M., Claas-Reuther, J., 2022. Perspektiven für die Weiterentwicklung von Erneuerbare-Energien-Nachweisen für Strom. Bericht im Rahmen des Projekts GO4Industry (Energieträger, Teil 1), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (FKZ: UM20DC003). Hamburg: Hamburg Institut.

Über das Projekt

GO4Industry

Industrieunternehmen müssen ihre Produktion zukünftig klimaneutral gestalten. Dies erfordert eine immense Steigerung des Einsatzes von erneuerbaren Energien auf allen Stufen des Produktionsprozesses. Diese Anstrengungen müssen entlang der Lieferkette sauber klimabilanziert werden. Dies wiederum erfordert ein verlässliches und grenzüberschreitend funktionierendes Nachweissystem für erneuerbare Energien in allen Sektoren: Strom, Gase, Wärme/Kälte. Die entsprechende Ausgestaltung hat die EU in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2018/2001 den Mitgliedsstaaten zur nationalen Umsetzung aufgetragen. In dem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (bis Ende 2021) bzw. dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (seit 2022) geförderten Projekt „GO4Industry“ erarbeiten das [Hamburg Institut](#) und die [GreenGasAdvisors](#) die Grundlagen für ein umfassendes nationales Nachweiskonzept für erneuerbare Energien. Dies schließt eine Analyse ein, wie Herkunftsnachweise und weitere Nachweiskonzepte für erneuerbare Energiequellen zwischen den jeweiligen Sektoren zukünftig zusammenspielen könnten. Die Projektergebnisse finden Sie auf der Projekt-Website: <https://go4industry.com/>.

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	2
1. Einleitung	3
2. Herkunftsnachweise – Die bisherige Praxis im Bereich der Nachweisführung erneuerbaren Stroms in der EU und Deutschland	4
3. Neue Anforderungen an Nachweissysteme für erneuerbaren Strom	10
3.1 Stärkung der Glaubwürdigkeit von Grünstromnachweisen.....	10
3.2 Gesetzliche Neuerungen auf Bundes- und EU-Ebene.....	10
3.3 Grünstromnachweise in der Industrie.....	18
4. Weiterentwicklungsoptionen für das EE-Strom Nachweissystem in Deutschland.....	21
4.1 Stärkere Unterscheidung von HKN-Qualitäten für verschiedene Zwecke	21
4.2 Ausstellung von HKN für Strom aus EEG-geförderten Anlagen	24
4.2.1 Mögliche Marktauswirkungen einer HKN-Ausstellung für geförderte Anlagen	26
4.2.2 Ausgestaltung von HKN-Auktionen in EU-Mitgliedsstaaten	36
4.2.3 HKN für geförderte EEG-Anlagen als Beitrag zur Energiewende?.....	42
4.3 Weiterentwicklungsoptionen für die operationelle Ausgestaltung des HKN-Registers.....	47
4.3.1 Digitalisierung und Automatisierung im Rahmen von Strom-HKN-Nachweisverfahren	47
4.3.2 Zugang von neuen Akteuren im HKN-Register.....	51
4.4 Mögliche Erweiterungen der über HKN darstellbaren Energieattribute.....	54
4.4.1 Granulare Echtzeitnachweise	54
4.4.2 Geographische Korrelation	56
4.4.3 THG-Fußabdruck	58
4.5 Umgang mit nicht ausgestellten HKN	58
5. Fazit: Stärkung von HKN als vielseitig einsetzbares Nachweisinstrument für erneuerbaren Strom	61
Abbildungsverzeichnis	64
Tabellenverzeichnis	64
Literaturverzeichnis	65

Abkürzungsverzeichnis

AIB	Association of Issuing Bodies
BC	Blockchain
CEN	European Committee for Standardization
EC	European Commission / Europäische Kommission
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
EP	European Parliament / Europäisches Parlament
HKN	Herkunftsnachweis(e)
HKNR	Herkunftsnachweisregister
HkRNDV	Durchführungsverordnung über Herkunfts- und Regionalnachweise für Strom aus erneuerbaren Energien
MWh	Megawattstunde
PPA	Power Purchase Agreement
RECS	Renewable Energy Certificate System
RED II	Renewable Energy Directive II (Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001)
RED III Entwurf	Renewable Energy Directive III Draft (Entwurf der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2021/0218)
RFNBO	Renewable fuels of non-biological origin / erneuerbare Brennstoffe nicht-biogenen Ursprungs
SSI	Selbstsouveräne, digitale Identitäten
TWh	Terrawattstunde

1. Einleitung

Im Stromsektor sind **Herkunftsnachweise (HKN) bislang das einzige, etablierte und rechtssichere Instrument zum Nachweis der Erneuerbare-Energien (EE)-Eigenschaft** und somit zum Ausschluss der Doppelvermarktung erneuerbaren Stroms, sowohl in Deutschland als auch in der Europäischen Union (EU) und darüber hinaus. Auch wenn sich HKN-Einsatzzwecke pro Land unterscheiden können, ist ihr Anwendungsbereich auf europäischer und auf nationaler Ebene grundsätzlich eingeschränkt. So dienen HKN nach Artikel 19 der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) lediglich dem Ziel der **Verbraucherinformation** (insbesondere im Rahmen der Stromkennzeichnung) und haben **kaum Funktionen hinsichtlich der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben und Anforderungen**.

Jedoch beeinflussen die steigende marktseitige Nachfrage nach Grünstrom, Veränderungen in der Nachfragestruktur sowie neue regulatorische Vorgaben (z.B. durch die bestehende europäische Erneuerbare-Energien-Richtlinie (REDII) und deren Novellierung (REDIII)) die Ansprüche an Nachweissysteme für erneuerbaren Strom in den EU-Mitgliedsstaaten, was eine Weiterentwicklung dieser Systeme und deren Anwendungsgebiete erforderlich macht. Dabei gilt es **zu klären, welche Rolle die bestehenden HKN-Systeme künftig bei der Nachweisführung von erneuerbarem Strom einnehmen bzw. welche Erweiterungen dieser oder welche neuen Systeme eingesetzt werden sollten**.

Die **Ausgestaltung etwaiger Weiterentwicklungen** von Strom-HKN bzw. neuer Systeme sollte sich nach dem angestrebten Nachweiseinsatzzweck richten, Wechselwirkungen mit Nachweisen anderer erneuerbarer Energieträger (z.B. Massenbilanzierungssysteme für Gase) beachten und ein angemessenes Verhältnis von Kosten/Aufwand und Nutzen aufweisen. Zudem muss die wichtigste Funktion, nämlich der Ausschluss der Doppelvermarktung (Artikel 19 Abs. 2 u. 6 RED II) durch die zuverlässige und sichere Nachweisführung der Herkunft von erneuerbarem Strom, gewährleistet werden.

Im vorliegenden Bericht werden zunächst die aktuelle Praxis (Abschnitt 2) und die neuen An- und Herausforderungen (Abschnitt 3) im Bereich der Nachweise für erneuerbaren Strom dargestellt. Anschließend werden verschiedene, auf die kommenden Anforderungen angepasste, **Weiterentwicklungsperspektiven des deutschen Stromnachweissystems** eruiert (Abschnitt 4), wobei das bestehende Strom-HKN-System, innerhalb seiner gegebenen nationalen und europarechtlichen Rahmenbedingungen, die Basis der Analyse bildet, aber auch darüberhinausgehende Überlegungen dargestellt werden. Abschließend werden diese in Abschnitt 5 zusammengefasst.

2. Herkunftsnachweise – Die bisherige Praxis im Bereich der Nachweisführung erneuerbaren Stroms in der EU und Deutschland

Gemäß EU-Rechtsrahmen (Artikel 19 RED II) dienen HKN dazu, gegenüber Endkund:innen den Anteil oder die Menge erneuerbarer Energie im Energiemix von Versorger:innen sowie in gelieferten Energieprodukten nachzuweisen (Artikel 19 Abs. 1 und 2 RED II).¹ In diesem Kontext erfüllen HKN primär zwei Funktionen: Für Verbrauchende dienen sie im Zusammenhang mit Energiekennzeichnungsregeln der **Verbraucherinformation und dem Verbraucherschutz**. Gleichzeitig ermöglichen HKN es EE-Produzierenden, **mit den grünen Eigenschaften der erzeugten Energie zu handeln**, auch wenn zugrunde liegende Strommengen aus erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Energiequellen sich rein physikalisch nicht unterscheiden.

In HKN werden zentrale Eigenschaften einer produzierten Energieeinheit, wie bspw. die Energiequelle, Technologie, Anlagenalter und Anlagenstandort festgehalten (siehe Tabelle 1). Die Entwertung von HKN ermöglicht es, diese Eigenschaften dem Energieverbrauch eines bestimmten Verbrauchenden zuzuordnen (siehe dazu im Detail Maaß et al. 2019, S. 4 ff.). Wenn Stromversorger:innen beispielsweise HKN für den Stromverbrauch ihrer Grünstromkund:innen entwerten, erhalten diese Gewissheit, dass entsprechend zu ihrem Verbrauch eine äquivalente Menge an Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wurde und die grüne Eigenschaft jeder in das Netz eingespeisten MWh nur ein einziges Mal vermarktet wurde.

Nach der Logik des „**Book and Claim**“-Prinzips können für die aus erneuerbaren Energiequellen produzierten Strommengen auf Anfrage HKN ausgestellt werden, die für den Endverbrauch schließlich entwertet werden. Die **Übertragung von HKN kann nach diesem Prinzip grundsätzlich unabhängig von der physischen Übertragung von Energie erfolgen**. HKN ermöglichen es den EE-Produzierenden also mit der erneuerbaren Eigenschaft der erzeugten Energie zu handeln, auch wenn der Strom aus erneuerbaren Quellen als Graustrom ins Netz eingespeist wird, um somit zusätzliche Erlöse für die Qualitätseigenschaft der erneuerbaren Herkunft zu erwirtschaften. Durch die Entwertung von HKN für eine bestimmte Energielieferung werden Strommengen und Eigenschaften dann wieder zusammengeführt (vgl. GO4I-Grundlagenbericht 1, Bowe und Girbig 2021, sowie GO4I-Grundlagenbericht 2, Styles et al. 2021a).

¹ Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung).

Tabelle 1: Inhalte von HKN für Strom aus erneuerbaren Energien in Deutschland

Art der Angaben	Angaben auf Herkunftsnachweisen
Formale Angaben	<ul style="list-style-type: none"> • Einmalige Kennnummer • Datum der Ausstellung und ausstellender Staat • Bezeichnung der Registerverwaltung als ausstellende Stelle • Von der Registerverwaltung vergebene Kennnummer der Anlage • Bezeichnung der Anlage
Verpflichtende Angaben zu Eigenschaften des erzeugten Stroms	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Stromerzeugung eingesetzte Energien nach Art und wesentlichen Bestandteilen • Beginn und Ende der Erzeugung des Stroms, für den der HKN ausgestellt wird • Standort, Typ, installierte Leistung und Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage • Angaben dazu, ob, in welcher Art und in welchem Umfang <ul style="list-style-type: none"> - für die Anlage Investitionsbeihilfen geleistet wurden - für die Strommenge in sonstiger Weise eine Förderung gezahlt oder erbracht wurde
Optionale zusätzliche Angaben	<ul style="list-style-type: none"> • Angabe, dass der Strom in hocheffizienten KWK-Anlagen erzeugt worden ist (in dem Fall zusätzliche Angaben zur KWK-Erzeugung nach § 9 Absatz 2 EEG) • Angaben zu der Art und Weise der Stromerzeugung in der Anlage (Qualitätsmerkmale, z.B. Fischschutzmaßnahmen bei Wasserkraft) • Angabe, dass Anlagenbetreibende die dem HKN zugrunde liegende Strommenge an dasjenige EVU veräußert und geliefert hat, an das er auch den HKN übertragen wird (optionale Kopplung); in dem Fall weitere Angaben erforderlich nach § 16 (3) HkRNDV (u. a. zu EVU und Bilanzkreis, in den eine Strommenge geliefert wird)

Quelle: Eigene Darstellung Hamburg Institut, auf Basis von § 9 (1) EEG und § 16 HkRNDV.

Die **Entwertung von HKN** ist in Deutschland **nur durch Elektrizitätsversorgungsunternehmen im Rahmen der Stromkennzeichnung zulässig**, nicht von Letztverbrauchenden (siehe § 30 Abs. 1 HkRNDV). Einige Mitgliedsstaaten verfolgen einen ähnlichen Ansatz wie Deutschland (z. B. Irland, Italien, Österreich). In einigen anderen EU-Mitgliedsstaaten (wie z. B. in den Niederlanden, Norwegen, Finnland, Dänemark) ist eine **HKN-Entwertung durch Letztverbrauchende** hingegen prinzipiell möglich (CertiQ 2022; Fingrid 2022; AIB 2022a).

In Deutschland ist seit 2013 das vom **Umweltbundesamt betriebene Herkunftsnachweisregister (HKNR)** dafür zuständig, HKN für Strom aus erneuerbaren Energiequellen auszustellen, zu übertragen und zu entwerten. Dabei werden HKN nicht für Strommengen ausgestellt, die Zahlungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) enthalten – die Möglichkeit, **keine HKN für finanziell geförderte Anlagen auszustellen, steht Mitgliedsstaaten frei** und wird in AIB-Mitgliedsländern aktuell nur in Deutschland, Irland, Litauen und Serbien

so gehandhabt (vgl. AIB 2022a; David und Feng 2019). Das **Umweltbundesamt verantwortet gleichzeitig mit dem HKNR auch das Regionalnachweisregister (RNR)** mit Hilfe dessen seit 2019 Regionalnachweise für EEG-Strom ausgestellt werden können, die es Strom anbietenden ermöglichen Regionalstromprodukte auf Basis von EEG-Strom anzubieten.

Bei der Entwertung von HKN ist zudem die **Gültigkeits- und Lebensdauer der Nachweise** zu beachten (Artikel 19 Abs. 3 und 4 RED II; Umweltbundesamt 2021). HKN können bis zu zwölf Monate nach dem Ende des Erzeugungszeitraums der zugrunde liegenden Energie ausgestellt und zwischen Konten übertragen werden. Spätestens 18 Monate nach Ende des Erzeugungszeitraums müssen HKN entwertet werden. Nach Ablauf dieser Entwertungsfrist werden HKN als verfallen gekennzeichnet (siehe auch § 34 HkRNDV). Zu beachten ist zudem, dass im Rahmen der jährlichen Stromkennzeichnung für die Ausweisung des Anteils erneuerbarer Energien, die nicht durch das EEG finanziert wurden, HKN zu verwenden sind, deren zugrundeliegender Strom im Jahr der Stromlieferung erzeugt wurde (das heißt z. B., dass für das Stromkennzeichnungsjahr 2020 HKN verwendet werden müssen, deren Stromerzeugung 2020 stattgefunden hat, siehe § 30 Abs. 4 HkRNDV; BDEW 2021a, S. 44).

Ergänzend zum Book & Claim-Prinzip bestehen verschiedene Modelle, um die **Kopplung von Energie- und Eigenschaftslieferungen abzubilden**. Folgende Kopplungsformen lassen sich hier unterscheiden (siehe hierzu im Detail GO4I-Grundlagenbericht 3, Werner 2022):

- Bei einer **physischen Kopplung** werden HKN mit einer Energiemenge geliefert, die per Direktleitung zwischen Energieerzeugungsanlage und der Verbrauchsstelle geliefert wird.
- Bei einer **bilanziellen Kopplung** (entspricht der im HKNR ausgewiesenen „optionalen Kopplung“) muss ein bilanzieller Energiefluss vom Bilanzkreis der EE-Anlage, für die HKN ausgestellt werden, zum Bilanzkreis des Energieversorgungsunternehmens, an das HKN übertragen werden, stattfinden, bzw. simuliert werden. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass HKN „symbolisch“ der zugrundeliegenden Energiemenge verbunden sind.
- Bei einer **vertraglichen Kopplung** ist vertraglich vereinbart, dass Lieferant:innen sowohl die Energie als auch die HKN aus der im Vertrag spezifizierten Anlage liefert. Dies erfordert nicht zwingend eine Dokumentation der Lieferung über die Bilanzkreise von der erzeugenden Anlage bis zum Energieversorgungsunternehmen.
- Eine **zeitliche Kopplung von Netzeinspeisung und Netzausspeisung** ist nach physikalischen Maßstäben nur bei einer Direktleitung möglich. Im öffentlichen Netz ist es möglich, Zeitpunkt und Menge der einspeisenden Anlage und der zugeordneten Verbrauchsstelle oder dem Bilanzkreis anhand Zähler- oder Netzdaten nachzuweisen (**virtuelle Zeitgleichheit**).

In der Praxis tauchen Kopplungen der Energie- sowie Eigenschaftslieferung häufig bei der Übertragung von HKN im Rahmen von Power Purchase Agreements (PPA) auf, bei welchen es sich um **langfristige Verträge zwischen EE-Produzierenden und Verbrauchenden handelt** (Hilpert 2018). Hierbei ist zu beachten, dass es verschiedenste Vertragskonstellationen für PPAs gibt. Unterschieden werden insbesondere **physische PPAs** und **finanzielle PPAs** (Hilpert 2018).

Bei **physischen PPAs** werden Vereinbarungen über festgelegte Strommengen getroffen, welche im Falle **eines on-site PPAs** über Direktleitungen und im Falle von **off-site PPAs** über festgelegte Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung und darauffolgende Entnahme zu entsprechenden Vertragskonditionen bereitgestellt werden. Bei **finanziellen PPAs** (auch bezeichnet als virtuelle PPAs) hingegen, steht die Absicherung der Vertragsparteien gegenüber Strompreisrisiken im Vordergrund (Hilpert 2018). Ein finanzielles PPA vereinbart einen individuellen Strompreis zwischen Erzeugenden und Verbrauchenden und umfasst einen Contract for Differences, welcher festschreibt, dass die Differenz zwischen dem Marktpreis des verkauften Stroms und dem vertraglich festgelegten Referenzpreis auszugleichen ist. **Bei einem on-site PPA kann eine physische Kopplung von HKN-Übertragung und Energielieferungen erfolgen, bei einem off-site PPA ggf. eine bilanzielle Kopplung oder eine vertragliche Kopplung.** Der Nachweis einer virtuellen Zeitgleichheit von Netzeinspeisung und Netzausspeisung kann grundsätzlich mit allen PPA-Formen kombiniert werden, finanzielle PPAs eingeschlossen.

Anwendung finden HKN in der aktuellen Praxis vornehmlich im Rahmen der jährlichen Stromkennzeichnung im Sinne der Verbraucherinformation und des Verbraucherschutzes. Mit der Elektrizitätsbinnenmarkt-Richtlinie (EU) 2019/944 besteht bereits ein **europäisch harmonisiertes Regelwerk für die Stromkennzeichnung**, welches mit Verweis auf die RED II auch die **Rolle von HKN bei der Kennzeichnung von Strom aus erneuerbaren Quellen** definiert. Nach der Elektrizitätsbinnenmarkt-Richtlinie (EU) 2019/944 müssen Versorger:innen zur „Kennzeichnung auf Produktebene“ in ihren Abrechnungen unter anderem angeben, welchen Anteil einzelne Energiequellen an der vom Endkund:innen entsprechend dem Liefervertrag erworbenen Elektrizität hatten (Anhang I Nr. 5 i. V. m. Artikel 18 Abs. 6 RL (EU) 2019/944).² Nach Artikel 19 Abs. 8 RED II müssen Elektrizitätsversorger:innen zum **Nachweis von EE-Anteilen oder -Mengen im Rahmen der Stromkennzeichnung HKN verwenden**.

Hierbei gibt es zwei Ausnahmen: **Für nicht rückverfolgte Handelsangebote**, bei denen sich Strommengen erzeugungsseitig nicht eindeutig einer Energiequelle zuordnen lassen, können Versorger:innen **den Restenergiemix nutzen**. Der Restenergiemix entspricht dabei dem jährlichen Gesamtenergiemix des jeweiligen Mitgliedstaats unter Ausschluss der

² Richtlinie (EU) 2019/944 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU.

Eigenschaften von explizit nachverfolgten Energiemengen (siehe dazu AIB 2021a; Artikel 2 Nr. 13 RED II).

Die zweite abweichende Regelung ergibt sich bei der Kennzeichnung von EE-Anteilen nach Artikel 19 Abs. 8 RED II, wenn der Mitgliedsstaat keine HKN für EE-Produzierende ausstellt, die finanzielle Förderung aus einer Förderregelung erhalten. Letzteres ist in Deutschland der Fall, wo die Anforderungen zur Stromkennzeichnung durch § 42 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) umgesetzt werden.³ **Strom aus erneuerbaren Energien, der aus der EEG-Umlage finanziert wird**, muss hiernach separat ausgewiesen werden.

HKN finden auch bei der **Ausweisung qualitativer Eigenschaften von Grünstromprodukten über Gütesiegel bzw. Label** Anwendung. Aufgrund der vermehrten Nachfrage wächst das Angebot an Grünstromprodukten auf dem Strommarkt stetig. Die Vielzahl an Angeboten unterscheidet sich hinsichtlich ihrer Qualität jedoch deutlich, es bestehen verschiedene Auffassungen der Eigenschaften, die ein Grünstromprodukt auszeichnen sollten. So wird im Rahmen mancher Ökostromtarife bspw. Strom aus bereits seit langer Zeit bestehenden Wasserkraftwerken als Ökostrom vermarktet. Diese Tarife verkaufen zwar Strom aus erneuerbaren Quellen, haben jedoch keinerlei Auswirkung auf das Vorantreiben der Energiewende, da nicht aktiv in den Ausbau erneuerbarer Energien investiert wird. In Deutschland stammten im Zeitraum 2013-2017 knapp die Hälfte der jährlich in Deutschland entwerteten HKN-Mengen aus Norwegen und hier insbesondere aus norwegischer Wasserkraft (Güldenberget al. 2019). Dies entspricht zwar dem Prinzip des EU-Binnenmarkts, allerdings wird es hierdurch für Ökostromkund:innen erschwert, den flächendeckenden und vor allem lokalen Ausbau von EE-Anlagen durch ihre Kaufentscheidungen zu fördern. Um qualitativ hochwertige Ökostromprodukte zu kennzeichnen haben sich Gütesiegel bzw. Label für Ökostromprodukte etabliert. Diese können auf die Eigenschaften der entwerteten HKN (z. B. Herkunft aus bestimmten Energiequellen oder -technologien, Anlagenalter, Anlagenstandort) oder weitere Bewertungskriterien (z. B. Investitionen von Versorger:innen) Bezug nehmen. Insbesondere sind Gütesiegel darauf angewiesen, mittels HKN Eigenschaften der grünen Energie nachzuweisen, die eine „Zusätzlichkeit“ zur Beschleunigung der Energiewende bewirken (siehe GO4I-Grundlagenbericht 3, Werner 2022).

Neben der Verwendung von HKN zur Stromkennzeichnung durch Energieversorger:innen werden diese auch immer mehr zur **Nachweisführung im Rahmen der Klimabilanzierung bzw. Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen** verwendet, die hier auf verlässliche Nachweissysteme angewiesen sind. HKN können bspw. nach den international anerkannten Leitlinien des Greenhouse Gas Protocol genutzt werden, um bei der Anwendung des marktbasierenden Klimabilanzierungsansatzes für „Scope 2“-Emissionen aus eingekaufter

³ Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), zuletzt geändert durch Artikel 84 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436). Zur Ausgestaltung der Stromkennzeichnung siehe BDEW (2021).

Energie eine zuverlässige und eindeutige Zuordnung von Emissionsfaktoren zu bestimmten Verbrauchenden sicherzustellen (WRI und WBCSD 2015, S. 62 ff.; Mundt et al. 2019).

Insbesondere internationale Unternehmen sind bei der Klimabilanzierung auf international, zumindest aber europaweit einheitliche HKN-Systeme angewiesen. Für den europäischen HKN-Markt ist in diesem Kontext das „**European Energy Certificate System**“ (EECS) als **standardisiertes Regelsystem für Herkunftsnachweise** relevant, das von Mitgliedsländern und -regionen der Association of Issuing Bodies (AIB) genutzt wird. Zudem ist die **europäische Norm CEN – EN 16325** von Bedeutung, die in ihrer aktuellen Fassung auf den Erfahrungen des EECS-Systems für Strom aufbaut.

Während Strom-HKN in Deutschland derzeit lediglich im Rahmen der jährlichen Stromkennzeichnung sowie als Nachweisinstrument im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen verwendet werden und keine sonstigen regulatorischen Erfüllungsoptionen durch HKN Anwendung finden, **dienen Strom-HKN in anderen europäischen Ländern auch weiteren Verwendungszwecken**. In den Niederlanden werden bspw. Daten, die zur Ausstellung von HKN erhoben werden, auch für die Nachweisführung im Rahmen der nationalen EE-Förderung genutzt (RES Legal 2019). In den meisten Mitgliedsstaaten können Einnahmen aus dem Verkauf von HKN auch für geförderte EE-Anlagen eine marktbasierende Vergütungskomponente darstellen (David und Feng 2019).

Sonstige regulatorische Erfüllungsoptionen durch HKN sind stark eingeschränkt. Eine Funktion hinsichtlich des europäischen Ausbauziels für erneuerbare Energien oder der Erreichung des EE-Anteils im Verkehr ist im Rechtsrahmen aktuell **nicht** vorgesehen, ebenso wenig wie Auswirkungen auf die Berechnung des Anteils von Energie aus erneuerbaren Quellen in den einzelnen Mitgliedstaaten (Artikel 19 Abs. 2 RED II).

Detaillierte Ausführungen zur bestehenden Praxis im Umgang mit (Strom-)HKN und weiterer möglicher Anwendungszwecke können dem GO4I-Grundlagenbericht 2 (Styles et al. 2021a) entnommen werden.

3. Neue Anforderungen an Nachweissysteme für erneuerbaren Strom

Ein wichtiger Aspekt der Debatte um Nachweise für erneuerbaren Strom ist die **Frage, für welche Zwecke diese Nachweise eingesetzt werden sollen**. Je nach angestrebtem Einsatzzweck bestehen unterschiedliche Anforderungen an deren instrumentelle Leistungsfähigkeit. Wie zuvor erwähnt, dienen die bisher geführten HKN nach Artikel 19 der RED II hauptsächlich dem Ziel der **Verbraucherinformation** (z.B. im Rahmen der Stromkennzeichnung der Energieversorgungsunternehmen) und haben insbesondere in Deutschland darüber hinaus kaum eine Funktion. Doch aktuelle Entwicklungen deuten darauf hin, dass die Zahl an Anwendungen, bei denen ein Nachweis für die Nutzung erneuerbaren Stroms erbracht werden muss, und gleichzeitig die Ansprüche an (z.B. die Qualität von) Grünstromnachweise(n) steigen. Diese Umstände werden sowohl die Nachfrage nach Nachweisen in die Höhe treiben als auch die Weiterentwicklung bereits bestehender Herkunftsnachweissysteme und/oder die Implementierung neuer Nachweisformen und die Erweiterung ihrer Anwendungsbereiche sowie eine reformierte gesetzliche Rahmensetzungen erfordern. Im Folgenden werden bestehende und neue Herausforderungen, die sich im Rahmen des Grünstromnachweises ergeben, dargestellt.

3.1 Stärkung der Glaubwürdigkeit von Grünstromnachweisen

Ein Mangel an Verständnis bezüglich des Book & Claim-Systems hat bei einigen Konsument:innen Misstrauen gegenüber HKN erzeugt. Die mögliche Trennbarkeit von Erneuerbare-Energien-Eigenschaft (welche durch HKN bescheinigt wird) und physischer Stromlieferung führt immer wieder zu Greenwashing-Debatten im Ökostrommarkt (siehe z.B. Energiezukunft 2021). Die Tatsache, dass Energieversorgungsunternehmen, Industrieunternehmen und andere Akteur:innen inländisch erzeugten Graustrom mit Hilfe von oft ausländischen HKN (meist skandinavischer Wasserkraftwerke) als Ökostrom ausweisen können, erzeugt bei Verbraucher:innen und anderen Stakeholdern Misstrauen gegenüber der Glaubwürdigkeit der Grünstrom-Eigenschaft, Dies ist aufgrund der in der Vergangenheit recht niedrigen HKN-Preise und der insgesamt geringen Transparenz im HKN-Markt sowie der dadurch entstehenden Unwissenheit nachvollziehbar. Zur Stärkung der Glaubwürdigkeit gegenüber verschiedenen Stakeholdern (Ökostromkund:innen, Unternehmenskund:innen, etc.) sollten die verschiedenen Eigenschaften des bezogenen Grünstroms transparent nachvollziehbar und auswählbar gemacht werden (siehe Kapitel 4.1).

3.2 Gesetzliche Neuerungen auf Bundes- und EU-Ebene

Sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene wurden bereits gesetzliche Änderungen vorgenommen bzw. sind entsprechende Änderungen in absehbarer Zukunft vorgesehen, die Auswirkungen auf die Nachweisführung von erneuerbarem Strom haben werden. Im Folgenden werden die für das Strom-HKN System bedeutendsten Neuregelungen dargestellt.

Die **Bundesregierung** hat im Rahmen des sogenannten „Osterpakets“ (BMWK 2022a,b) neben der in der EEG-Novelle 2022 beschlossenen **Abschaffung der EEG-Umlage** zum 1. Juli 2022, auch **Änderungen der Stromkennzeichnung** vorgesehen. Dementsprechend sollen nach § 42 Absatz 1 Nummer 2 EnWG geförderte Energieträger zukünftig als „gefördert nach dem EEG“ und Erneuerbare Energien mit HKN dementsprechend als „nicht gefördert nach dem EEG“ ausgewiesen werden.

Bereits seit der Reform der Stromkennzeichnungsregeln vom 1. November 2021 müssen Versorger:innen in der Kennzeichnung des Gesamtenergieträgermix ihre tatsächlichen Stromeinkäufe offenlegen (§ 42 EnWG).⁴ Der Anteil EEG-geförderter Strommengen, der parallel zu EEG-Umlagezahlungen Stromlieferant:innen zugeordnet wurde, wird nicht länger im Gesamtenergieträgermix (Unternehmensmix) ausgewiesen. EE-Anteile hier werden stattdessen künftig exklusiv über tatsächlich bezogene EE-Strommengen (HKN-Strommengen) berechnet. Im Produktmix (bzw. im Unternehmensverkaufsmix, sofern Stromlieferant:innen nicht mehrere Stromprodukte anbieten) wird der EEG-Anteil hingegen weiterhin ausgewiesen, ebenso wie der Anteil erneuerbarer Energien mit HKN, der nicht aus der EEG-Umlage finanziert wurde. Zusätzlich werden im Gesamtenergieträgermix wie auch im Produktmix Strommengen, die nicht eindeutig erzeugungsseitig einem Energieträger zugeordnet werden können (z.B. bei Börsenbezug), entsprechend des ENTSO-E-Energieträgermix für Deutschland ausgewiesen, bereinigt um die Anteile an EE-Strom, für die HKN entwertet wurden oder die nach dem EEG gefördert wurden, und um sonstige potenzielle doppelt gezahlte Strommengen. Die neue Regelung zur Ausweisung des tatsächlichen EE-Bezugs findet erstmalig in der Stromkennzeichnung 2021, die bis November 2022 erstellt werden kann, Anwendung. Sie wird voraussichtlich zu einer deutlichen Verringerung des ausgewiesenen Ökostromanteils im Gesamtenergieträgermix vieler Stromanbieter:innen führen (Maaß 2021).

Die Mitte 2022 beschlossene Abschaffung der EEG-Umlage wird insbesondere Auswirkungen auf die Ausweisung des Produktmix (und des Unternehmensmix, sofern Stromlieferant:innen nur ein Produkt anbieten) haben. Nach dem Wegfall der EEG-Umlage und der Umstellung der EEG-Finanzierung auf eine Haushaltsfinanzierung soll gegenüber den jeweiligen Letztverbraucher:innen der Anteil der „erneuerbaren Energien, gefördert nach dem EEG“ an der Stromerzeugung in Deutschland im Produktmix der Stromkennzeichnung nach § 42 Absatz 3 Satz 1 EnWG ausgewiesen werden (bzw. im Unternehmensverkaufsmix nach § 42 Absatz 3 Satz 2, sofern Stromlieferant:innen nur ein Produkt anbieten). Dies tritt an die Stelle des bisherigen Anteils der „erneuerbaren Energien, finanziert aus der EEG-Umlage“, der parallel zur finanziellen Wälzung der EEG-Umlage den Letztverbraucher:innen zugeordnet wurde, wodurch Stromlieferant:innen mit hohem Anteil an nichtprivilegierten Letztverbraucher:innen besonders hohe EE- Anteile in ihren Produktmixen ausweisen konnten. Die grünen Eigenschaften der geförderten Anlagen werden künftig also gegenüber jedem

⁴ Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1325).

Letztverbrauchenden in gleicher Höhe (d.h. in Höhe des Anteils der EEG-geförderten Erzeugung am bundesdeutschen Strommix) ausgewiesen. Dies wird im Gesetzesentwurf dadurch begründet, dass das haushaltsfinanzierte EEG von den Letztverbrauchenden als Steuerzahlende finanziert wird.⁵ Zumindest im Privatkundensegment (d.h. bei Stromanbieter:innen mit vielen zuvor nicht-privilegierten Privatkund:innen) würden hierdurch in manchen Produktmischen die EE-Anteile sinken, was klimabewusste Kund:innen dazu motivieren könnte Tarife mit höheren EE-Anteilen und somit mit höheren HKN-Anteilen zu beziehen. Entgegengesetzt dessen, würden Produktmische von Stromlieferant:innen mit einer hohen Zahl an zuvor privilegierten Verbraucher:innen (insbesondere Industriekund:innen) nun höhere EE-Anteile enthalten, was wiederum die Produktmische dieser (Industrie-) Kund:innen „vergrünt“ und somit deren Anreiz zur zusätzlichen Grünstrombeschaffung verringert.

Eine weitere, für HKN bedeutungsvolle, geplante Änderung in diesem Kontext ergibt sich dadurch, dass in § 42 Absatz 1 Nummer 3 EnWG geregelt werden soll, dass in der Stromkennzeichnung **hinsichtlich der erneuerbaren Energien mit Herkunftsnachweis zukünftig anzugeben ist, in welchem Staat der erneuerbare Strom erzeugt worden ist und wie hoch die jeweiligen Anteile der Herkunftsstaaten an der gelieferten erneuerbaren Strommenge sind**. Mit der Regelung ist beabsichtigt, mehr Transparenz für Verbraucher:innen und mehr Sicherheit für Behörden im Hinblick auf die Vermarktung von Stromprodukten mit geografischer Herkunftsangabe zu schaffen. Da das EEG-Doppelvermarktungsverbot eine HKN-Ausstellung an geförderte EEG-Anlagen ausschließt, werden derzeit in Deutschland nur in vergleichsweise geringem Umfang HKN ausgestellt (siehe 4.2). Eine zusätzliche Nachfrage nach inländischen HKN aus ungeforderten Anlagen könnte zukünftig daraus resultieren, dass potenziell strenge Anforderungen an Grünstrom, der in die RFNBO (renewable fuels of non-biological origin / erneuerbare, nichtbiogene Brennstoffe) Produktion fließt (siehe nächster Abschnitt), gestellt werden, unter anderem auch hinsichtlich der geographischen Nähe von Stromverbrauch und -produktion. Vor diesem Hintergrund ist nicht auszuschließen, dass keine großen Mengen an regionalem und nationalem HKN-Strom für Stromlieferungen an sonstige Kund:innen zur Verfügung stehen werden. So würden große Teile dieses HKN-Stroms aus Ländern kommen, die hohe EE-Anteile im nationalen Mix aufweisen, insbesondere Skandinavien, was wiederum nicht unbedingt zur Glaubwürdigkeitsbildung und zur Nachfragesteigerung seitens der Verbraucher:innen beiträgt. Andererseits bietet die zunehmende Konkurrenz zwischen verschiedenen Stromverbräuchen (RFNBO und sonstiger Endverbrauch von Wirtschaft und Privatverbraucher:innen) potenziell einen Anreiz zur Ausweitung der lokalen Grünstromproduktion.

Des Weiteren wurden die im Bericht G3 beschriebenen geplanten **Änderungen zur optionalen Kopplung von HKN** im Osterpaket aufgenommen (BMWK 2022a). Die wesentlichen Änderungen betreffen, wie bereits in G3 beschrieben, die Prüfung und Bestätigung der Kopplung von HKN sowie die Anzahl der involvierten Bilanzkreise, welche beide in § 30 der

⁵ Zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Berichts liegen die dargestellten Änderungen in Entwurfsform vor.

HkRNDV geregelt werden sollen. So soll künftig die Kopplung von HKN an den zugrundeliegenden Strom erst bei der HKN-Entwertung und nicht bei der Ausstellung geprüft und bestätigt werden, sodass das Elektrizitätsversorgungsunternehmen vor der Entwertung selbst entscheidet, für welche HKN eine gekoppelte Lieferung beantragt wird. Zudem soll eine Kopplung nicht nur bei der Lieferung des Stroms über einen, sondern auch über zwei Bilanzkreise zulässig sein, sofern in den zwischengeschalteten, ersten Bilanzkreis nur erneuerbare Energieanlagen einspeisen und dieser keine Fahrplanlieferungen aus anderen Bilanzkreisen erhält. Die Lieferung über zwei Bilanzkreise ermöglicht dementsprechend eine gekoppelte Stromlieferung über Regelzonen und Ländergrenzen hinweg. Inwiefern diese Erleichterungen allerdings zu einer Erhöhung der Nachfrage nach gekoppelten HKN führen bzw. einen Nutzen für die Energiewende generieren bleibt ungewiss. Denn auch mit den vorgesehenen Neuerungen können gegenläufige bzw. Swap-Geschäfte, durch die der Mechanismus der Kopplung ausgehebelt wird (Maaß et al., 2017), nicht verhindert werden, da der Kontrollaufwand hierfür sehr hoch wäre. Zudem ist denkbar, dass anstelle einer optionalen Kopplung auf andere (weniger aufwändige) Mittel, wie PPA (Power Purchase Agreements) zurückgegriffen wird.

Schließlich ist in der Novelle der Erneuerbaren-Förderung noch eine weitere Änderung vorgesehen, die maßgeblich die Zusätzlichkeitsdiskussion beeinflusst. Nach §§ 28, 28a und 28b des EEG 2023 sollen zukünftig **ungeförderte EE-Ausbau-Mengen von den auszuscheidenden EEG-Mengen für Wind und Photovoltaik abgezogen werden** (Müller et al. 2022). Diese Art der Mengensteuerung wäre dahingehend problematisch, da eine Nachfrage nach EE-Strom aus neuen, ungeforderten Anlagen in Deutschland keinen zusätzlichen EE-Ausbau mehr bewirken würde, da diese Anlagen wiederum von der Förderung abgezogen würden.

Auch auf **EU-Ebene** sind verschiedene gesetzliche Regelungen mit potenziell großen Auswirkungen auf den Strom-HKN-Markt in Vorbereitung, wobei hier insbesondere Reformen in der aktuellen RED II und deren bevorstehender Novelle (RED III) zu nennen sind. Ein wichtiger Bestandteil dessen stellt der im Mai 2022 veröffentlichte Entwurf des **im Rahmen der RED II angekündigten Delegierten Rechtsaktes zum Artikel 27(3) zur Festlegung der Anforderungen an Grünstrom zur Produktion von RFNBO zur regulatorischen Anerkennung im Verkehrssektor** dar (European Commission 2022). Die Befreiungen von nationalen Umlagen (z.B. der KWK-Umlage) richten sich laut Osterpaket ebenfalls nach der Logik des delegierten Akts. Die Inhalte dieses ersten offiziellen Entwurfs lassen sich wie folgt zusammenfassen⁶:

⁶ Inhalte, die im GO4Industry Grundlagenbericht G4 und G1 diskutiert wurden, basieren auf einem früheren „Leak“ des delegierten Akts.

Tabelle 2: Anforderungen an erneuerbaren Strom zur Produktion von RFNBO zum Einsatz im Verkehr

Anforderungen an erneuerbaren Strom zur Produktion von RFNBO zum Einsatz im Verkehr (Delegierter Rechtsakt, Artikel 27 (3) RED II, Entwurf vom 20.05.2022)	
Nachweisführung bei Strom, der nicht durch ein Netz durchgeleitet wird	<ul style="list-style-type: none"> • Direktverbindung zwischen Elektrolyseur und EE-Anlage; oder Stromerzeugung und RFNBO-Produktion in derselben Anlage • Inbetriebnahme der Stromerzeugungsanlage nicht früher als 36 Monate vor dem Elektrolyseur; nachträgliche Kapazitätserweiterungen am Elektrolyseur sind möglich und Repowering (Investitionen > 30 % der Investitionen für eine vergleichbare Neuanlage) zählt als Inbetriebnahme für Stromerzeugungsanlagen • Keine Netzverbindung der Stromerzeugungsanlage, oder Nachweis per Smart Meter, dass für die RFNBO-Produktion kein Strom aus dem Netz entnommen wird
Nachweisführung bei netzgebundener Stromlieferung	<ol style="list-style-type: none"> 1) Strom darf als vollständig erneuerbar angenommen werden, wenn der Elektrolyseur in einer Preisgebotszone mit > 90 % durchschnittlichem EE-Strom-Anteil im Vorjahr angesiedelt ist und die RFNBO-Produktion eine maximale Stundenzahl nicht überschreitet, die sich aus Multiplikation der Gesamtstundenzahl eines Jahres mit dem EE-Anteil in der Gebotszone ergibt. 2) Strom darf als vollständig erneuerbar angenommen werden, wenn RFNBO-Produzent:innen ein oder mehrere Power Purchase Agreements (PPAs) über äquivalente EE-Strommengen abgeschlossen haben und folgende Kriterien eingehalten werden: <ol style="list-style-type: none"> a) Inbetriebnahme der Stromerzeugungsanlage nicht früher als 36 Monate vor dem Elektrolyseur; nachträgliche Kapazitätserweiterungen am Elektrolyseur sind möglich und Repowering zählt als Inbetriebnahme für Stromerzeugungsanlagen <ul style="list-style-type: none"> • Sonderregelung für EE-Anlagen mit PPA mit RFNBO-Hersteller:innen, die beendet werden • Anwendung erst ab 01.01.2027; keine Anwendung auf RFNBO-Anlagen, die vorher in Betrieb gehen (jedoch auf spätere Kapazitätserweiterungen). b) Stromerzeugungsanlage hat keine Investitions- oder Betriebskostenförderung erhalten, außer es handelt sich um Förderung vor Repowering oder Förderung, die keine Netto-Förderung darstellt (z. B. zurückgezahlte Förderung). <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung erst ab 01.01.2027; keine Anwendung auf RFNBO-Anlagen, die vorher in Betrieb gehen (jedoch auf spätere Kapazitätserweiterungen). • Gilt nicht für RFNBO-Anlagen für Forschungs-, Test- und Demonstrationszwecke

	<p>c) Herstellung von RFNBO entweder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • während desselben einstündigen Zeitraums wie die vom PPA abgedeckte EE-Stromproduktion (Übergangsregel bis 31.12.2026: Zeitgleichheit bezogen auf den Kalendermonat); oder • mit Strom aus einem Speicher hinter demselben Netzanschlusspunkt wie der Elektrolyseur, der während desselben einstündigen Zeitraums wie die vom PPA abgedeckte EE-Stromproduktion aufgeladen wurde (Übergangsregel bis 31.12.2026: Zeitgleichheit bezogen auf den Kalendermonat); oder • während eines einstündigen Zeitraums, in dem der Day-Ahead-Strompreis in der Preisgebotszone bestimmte Grenzen unterschreitet (≤ 20 €/MWh oder $< 0,36 \times$ Emissionsberechtigungspreis für 1 t CO₂-Äquivalent). <p>d) Der Standort des Elektrolyseurs erfüllt mindestens eins der folgenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PPA-Stromerzeugungsanlage und Elektrolyseur befinden sich in derselben Gebotszone (zumindest bei Inbetriebnahme) • PPA-Stromerzeugungsanlage und Elektrolyseur befinden sich in benachbarten Gebotszonen und Day-Ahead-Strompreise in der benachbarten Gebotszone sind gleich oder höher als in der RFNBO-Gebotszone • Die PPA-Stromerzeugungsanlage befindet sich in einer benachbarten Offshore-Gebotszone • Zusätzliche Kriterien durch Mitgliedsstaaten möglich <p>3) Strom darf auch als vollständig erneuerbar angenommen werden, wenn RFNBO-Produzent:innen nachweisen, dass EE-Stromerzeugungsanlagen im Stromverbrauchszeitraum abgeregelt wurden und der Stromverbrauch für die RFNBO-Produktion den Abregelungsbedarf verringert</p>
<p>Dokumentationspflichten</p>	<p>Menge und Art des eingesetzten Stroms müssen stündlich dokumentiert werden, ebenso wie die Stromerzeugung der EE-Anlage und erzeugte RFNBO-Mengen</p>

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Entwurfs des delegierten Rechtsakts.

Die Anforderungen an netzgebundenen Strom verdeutlichen, dass der Neubau und das grundlegende Repowering von EE-Anlagen und zudem die zeitliche und räumliche Nähe von Strom und RFNBO-Produktion angereizt werden sollen sowie die Entlastung des Systems gefördert werden soll. Jedoch wird von einigen Stellen die Doppelvermarktungsanfälligkeit dieser Regelung kritisiert, da der Doppelvermarktungsausschluss nicht explizit über Einbezug von HKN geregelt wird (AIB 2022b, RECS 2022). Mit der RED III könnte potenziell eine Vorschrift erlassen werden, nach welcher es möglich sein muss, HKN im Rahmen von langfristigen Strombezugsverträgen (PPA) an die Vertragspartner:innen zu übertragen. Dementsprechend muss implizit ermöglicht werden, dass HKN auch bei PPA im Rahmen des delegierten Rechtsakts übertragen werden können (siehe nächster Abschnitt). Nichtsdestotrotz können mit Strom-HKN gemäß Artikel 19 der RED II in ihrer derzeitigen Form bestimmte Kriterien, insbesondere die der zeitlichen Korrelation, nicht erfüllt werden. Sollte sich der delegierte Rechtsakt in dieser Form durchsetzen, muss das bestehende Strom-HKN-System dahingehend abgewandelt bzw. neue angepasste Nachweise entwickelt werden, wobei die Doppelvermarktung mit bestehenden Systemen ausgeschlossen werden muss.

Sonstige für das Strom-HKN-System relevante Reformen wurden mit **Artikel 19 RED II** festgeschrieben. Dies betrifft unter anderem die Anforderung, dass Nachweissysteme dem europäischen Standard CEN-EN 16325 entsprechen müssen, welcher Anforderungen an die Registrierung von Registernutzer:innenn, Ausstellung und Inhalte der HKN, ihre Übertragung und Entwertung, die Fehlerkorrektur und Gültigkeitsdauer, Messverfahren und Audits sowie weitere energieträgerspezifische Anforderungen harmonisiert (der Standard befindet sich mit Stand Herbst 2022 weiterhin in Revision). Zusätzlich werden weitere Regelungen, wie Vorgaben zur Berücksichtigung des Marktwerts von HKN im Rahmen finanzieller EE-Förderregelungen (Absatz 2 Unterabsatz 3 und 4) und zur Anerkennung von HKN aus Drittstaaten (Abs. 11) festgelegt. Artikel 19 Absatz 8 Unterabsatz 2 RED II enthält zudem eine Klarstellung zum Verhältnis von HKN für Strom aus EE und HKN für Strom aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), die gemäß der Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU ausgestellt werden können (gemäß Artikel 14 Abs. EED).⁷ Wenn Strom aus EE in hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird, darf nur ein Herkunftsnachweis ausgestellt werden, in dem beide Eigenschaften angegeben sind. In Deutschland liegt die Zuständigkeit für die Ausstellung kombinierter KWK-HKN seit dem 1. Juli 2021 beim Umweltbundesamt, zuvor wurden KWK-Nachweise nach der EED vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ausgestellt (nach § 31 KWKG).⁸ HKN für erneuerbaren Strom aus hocheffizienter KWK enthalten auch Angaben zur Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen (u. a. zur thermischen Leistung und

⁷ Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG.

⁸ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/hknr_newsletter_3_2020.pdf; Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498), zuletzt geändert durch Artikel 88 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).

Nutzung der Wärme, siehe § 9 Abs. 2 EEG), welche sich auf den in KWK erzeugten Strom beziehen und somit der Stromkennzeichnung dienen.⁹

Die Umsetzung der neuen Anforderungen aus der RED II sind noch nicht abgeschlossen. Allerdings existiert bereits ein **Entwurf zur Novellierung der RED II vom Juli 2022, die sogenannte RED III** (European Commission 2021). Die dort vorgeschlagenen Reformen sind bisher noch in der Diskussion, sollten sie aber in der derzeit dargelegten Form in Kraft treten, würde dies weitreichende Änderungen für die Nachweisführung erneuerbaren Stroms bedeuten.

Die für die deutsche HKN-Systematik wohl weitreichendste Änderung sieht der Kommissionsentwurf in Artikel 19 Absatz 2 Unterabsatz 1 vor, welcher Mitgliedstaaten die Möglichkeit streicht für geförderten Strom keine HKN auszustellen, was wiederum das **Ende des deutschen Doppelvermarktungsverbots** bedeuten würde. Auch wenn hierdurch deutlich mehr HKN deutscher Anlagen auf den Markt kämen, sind die Auswirkungen auf den HKN-Markt in Deutschland und darüber hinaus nicht ganz trivial abzuschätzen, da diese sich aus einem Zusammenspiel aus Angebot und Nachfrage ergeben. In Kapitel 4.1 werden die möglichen Konsequenzen des Eintretens einer solchen Neuregelung detaillierter dargestellt.

Im Zusammenhang zu dieser Neuregelung steht die ebenfalls in den Entwurf aufgenommene Regelung gemäß Artikel 15 Absatz 8, in der festgelegt wird, dass **HKN im Rahmen von langfristigen Strombezugsverträgen (PPA) übertragbar sein müssen**. Da auch PPA mit geförderten Anlagen abgeschlossen werden können, müssen demnach sowohl für ungeforderte als auch für geförderte PPA-Anlagen HKN an die Stromabnehmer:innen übertragen werden können. Im Zusammenhang mit dem delegierten Rechtsakt wäre es grundsätzlich möglich die Anforderung zu stellen, dass auch solche PPA-Anlagen, die Strom zur Erzeugung von RFNBOs für den Verkehr im Rahmen des delegierten Rechtsakts aus Artikel 27(3) RED II produzieren, HKN an die entsprechenden Stromabnehmer:innen (z.B. Elektrolyseur-betreibende) übertragen.

Weitere Änderungen des Artikels 19 sehen die Löschung des Unterabsatzes 5 vor („Um den Marktwert des Herkunftsnachweises zu berücksichtigen, können die Mitgliedstaaten unter anderem entscheiden, dem Produzent:innen einen Herkunftsnachweis auszustellen und diesen unmittelbar zu entwerfen“). Zudem wird im Zuge der Änderungen des Paragraphs 2 der Hinweis zum Verfahren bei Nichtausstellung von HKN für geförderte Anlagen aus Paragraph 8 Absatz 1 gelöscht. Weitere Änderungen sind laut Entwurf an Artikel 19 aktuell nicht vorgesehen, wobei bemängelt wird, dass an dieser Stelle keine gesetzliche Regelung vorgeschlagen wird, die die Einführung von zusätzlichen Systemen zur Ermöglichung höherer zeitlicher und

⁹ Erneuerbare-Energien-Verordnung vom 17. Februar 2015 (BGBl. I S. 146), zuletzt geändert durch Artikel 87 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).

mengenmäßiger Granularität sowie standortbezogener Abgleiche vorschreibt (European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy, 2022a,b).

Für die EE-Nachweisführung im Strombereich ist ebenfalls von Bedeutung, dass vorgesehen ist den **Geltungsbereich der Regeln für die Produktion von RFNBO und weitere Berechnungsregeln im Zusammenhang mit RFNBO auf alle Anwendungsbereiche dieser Kraftstoffe zu erweitern** und nicht nur auf die Nutzung im Verkehr zu beschränken. Hierdurch werden die Anforderungen an erneuerbaren Strom zur RFNBO-Produktion in deutlich zahlreicheren Fällen anzuwenden sein. Für die Anwendung dieser strengen Kriterien bei direkt genutztem, erneuerbarem Strom, z.B. in der E-Mobilität, gibt es weder in der aktuellen Entwurfsfassung des delegierten Rechtsakts noch im RED III-Entwurf Hinweise. Nichtsdestotrotz bleibt festzuhalten, dass diese Anforderungen aktuell nur dann zwingend erfüllt werden müssen, sofern entsprechende RFNBO-Mengen zur regulatorischen Anrechnung (in den verschiedenen Sektoren) genutzt werden sollen. Somit ist es dennoch möglich, dass ein Markt für (teilweise) erneuerbaren Wasserstoff mit weniger strengen Kriterien entsteht, der wiederum für andere Zwecke, wie beispielsweise Wärme- und Gaskennzeichnung oder Klimabilanzierung bzw. Nachhaltigkeitsberichterstattung, genutzt wird.

3.3 Grünstromnachweise in der Industrie

Unternehmen und Gewerbe werden vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeits- und Klimaneutralitätsstrategien (inklusive Klimabilanzierung) sowie weitgehenden Offenlegungspflichten (z.B. im Rahmen der CSR-Richtlinie) zunehmend zum Treiber einer steigenden Nachfrage nach erneuerbarem Strom. Aber auch neue geplante regulatorische Anforderungen können potenziell zu einer Veränderung der Nachfrage nach Grünstrom und den entsprechenden Nachweisen führen. Durch den in Kapitel 0 beschriebenen Wegfall der EEG-Umlage und deren Auswirkungen auf die Stromkennzeichnung profitieren einige Unternehmen, die Strom von Stromlieferant:innen beziehen, nun von einem höheren Grünstromanteil in ihrem Produktmix, was wiederum deren Nachfrage nach zusätzlichem Grünstrom verringern könnte. Weitere Neuerungen umfassen u.a. ein von der EU geplantes Erneuerbare-Energien-Ziel für den Industriesektor, eine Vorschrift zur Kennzeichnung der genauen Erneuerbare-Energien-Anteile in Produkten und eine RFNBO Quote für energetische und nicht-energetische Endverbräuche (European Commission 2021), welche tendenziell die Nachfrage nach Grünstrom und damit verbundenen Nachweisen steigern könnten. Perspektivisch ist zudem mit einem verstärkten Bedarf an nicht nur europaweit, sondern auch global abgestimmten Stromnachweis-Systemregeln und Klimabilanzierungsregeln zu rechnen. Dies ergibt sich aus dem zunehmenden Interesse bei Gesetzgebern und Marktparteien, grüne Eigenschaften in Produkten messbar und nachweisbar zu machen, um CO₂-Gehalte bei grenzüberschreitenden Warenverkehren zu ermitteln und unter Umständen in entsprechend

gültigen Grenzausgleichsmechanismen abrechnen zu können.¹⁰ Wie bereits dargestellt müssen hierbei die Fähigkeiten der Nachweissysteme für bestimmte Nachweiszwecke weiterentwickelt werden (wie z.B. für den Nachweis der Zeitgleichheit von RFNBO- und Stromproduktion).

Insbesondere im Bereich der Klimabilanzierung ergibt sich im Hinblick auf die Doppelvermarktung von Erneuerbaren-Eigenschaften von Strom eine gewisse Problematik. (Industrie-) Unternehmen können hier zur Ausweisung von Grünstrom zwei grundlegende Ansätze verfolgen, den **ortsbasierten** oder den **marktbasierten** Ansatz (siehe auch GO4Industry Industriebericht 1, Sakhel et al. 2022), wobei der Ansatz gewählt werden kann, der zu einem vorteilhafteren Ergebnis führt (auch wenn eine Ausweisung beider Ergebnisse empfohlen wird, siehe WRI, WBCSD 2015).¹¹ Beim ortsbasierten Ansatz wird die durchschnittliche Emissionsintensität des Stroms im öffentlichen Netz, in dem ein:e Verbraucher:in verortet ist, zugrunde gelegt (nationaler oder regionaler Mix). Ein Bezug von Strom aus erneuerbaren Energien ist jedoch nur in Höhe des durchschnittlichen EE-Anteils im Netz möglich. Um die Emissionen aus dem Stromeinkauf zu senken, haben Unternehmen hier nur die Möglichkeit, ihren Stromverbrauch zu reduzieren (Styles 2022). Der marktbasierter Ansatz ermöglicht hingegen den Erwerb von Eigenschaften bei vertraglich zugesicherten Stromlieferungen, wobei Nachweise (HKN) die zuverlässige und eindeutige Zuordnung von Eigenschaften und damit von der Emissionsintensität des Stroms zu bestimmten Verbrauchenden sicherstellen müssen. Auf diese Weise können Unternehmen bewusste Beschaffungsentscheidungen zugunsten klimafreundlicher Stromprodukte oder Stromanbieter:innen treffen, was der Logik des liberalisierten Strommarkts entspricht (Styles 2022). Beschafft wird hier hauptsächlich durch Zukauf von frei gehandeltem HKN-Strom (AIB 2020) oder mittels langfristiger PPAs, durch die Verbrauchende sich sowohl den Strom als auch die nachweisbare erneuerbare Herkunft desselben mittels HKN sichern. Eine weitere Möglichkeit sind Stromlieferungen über eine Direktleitung (z.B. eigene Anlagen oder Contracting-Anlagen am oder in der Nähe des Verbrauchsort/s), mit Nachweisführung über Audits.¹²

Die Wahlmöglichkeit zwischen orts- und marktbasierter Ansatz kann zu einer Doppelbeanspruchung grüner Eigenschaften führen. Dies geschieht, wenn ein Unternehmen nur den Erzeugungsmix im örtlichen Netz verwendet (ortsbasierter Ansatz), aber dennoch für Teile der eingespeisten EE-Erzeugung HKN ausgestellt, entwertet und von einem anderen Unternehmen beansprucht werden, das den marktbasierter Ansatz verwendet (Styles 2022). Eine ähnliche Problematik entsteht, wenn HKN eines Landes (z.B. Norwegen) in der Stromkennzeichnung eines anderen Landes (z.B. Deutschland) ausgewiesen werden, diese HKN-

¹⁰ Eine detaillierte Übersicht dieser Regelungen für die Industrie findet sich im Industriebericht (Hamburg Institut).

¹¹ Die vorgestellte Logik basiert auf den Leitlinien des für die unternehmerische Nachhaltigkeitsberichterstattung relevanten Greenhouse Gas Protocols.

¹² Prinzipiell können auch bei Direktleitungen HKN als Nachweis eingesetzt werden. Für selbsterzeugten Strom werden in Deutschland allerdings keine HKN ausgestellt.

Strommengen (oder Teile davon) aber ebenso in den nationalen Mix des Exportlandes einfließen, welcher von der in dem entsprechenden Land ansässigen Industrie im Rahmen des ortsbasierten Ansatzes genutzt wird. Zur Erhöhung der Transparenz ist es daher dringend empfehlenswert, dass **Unternehmen sowohl den ortsbasierten Ansatz als auch den marktbasieren Ansatz darstellen**, und dass bei Unternehmensvergleichen nicht beide Ansätze vermischt werden (Styles 2022). Eine höhere Verbindlichkeit einer entsprechenden Regelung für die Klimaberichterstattung wäre wünschenswert. Unternehmen, die für ihren Stromverbrauch keine HKN-Entwertung oder eine Deckung durch über Direktleitungen verbundene EE-Anlagen nachweisen können, sollten für den marktbasieren Ansatz dabei die **Eigenschaften des Restenergiemix** verwenden. Anders als der Erzeugungsmix im örtlichen Netz ist der Restenergiemix um explizit nachverfolgte Stromeigenschaften bereinigt, so dass hier eine mehrfache Beanspruchung grüner Eigenschaften ausgeschlossen wird.

4. Weiterentwicklungsoptionen für das EE-Strom Nachweissystem in Deutschland

Im Folgenden werden Optionen zur Weiterentwicklung des bestehenden Strom-HKN-Systems aufgeführt, die detaillierter auf die zuvor dargestellten Herausforderungen eingehen bzw. potenzielle Lösungsmöglichkeiten vorschlagen. Die Betrachtungen bewegen sich hierbei innerhalb des aktuellen gesetzlichen Rahmens, aber auch darüber hinaus. Die Prämisse dieser Betrachtungen ist, dass das grundlegende HKN-System unstrittig als System begriffen wird, welches am effektivsten und effizientesten die Erneuerbare-Eigenschaft von Strom nachweist und Mehrfachvermarktung von Ökostrom verhindert.

4.1 Stärkere Unterscheidung von HKN-Qualitäten für verschiedene Zwecke

HKN sind zunächst als ein neutrales Nachweisinstrument zu sehen, welches die Echtheit der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft bescheinigt und deren Doppelvermarktung ausschließt. **Die Informationen auf HKN können jedoch hinsichtlich der Qualität bzw. des Energiewendenutzens der zugrundeliegenden Energie interpretiert werden**, wodurch der Wert bestimmter Eigenschaften von Grünstrom hervorgehoben und gestärkt werden kann. Hinsichtlich des Energiewendenutzens von Ökostrom wird dem **Kriterium der Zusätzlichkeit** eine wichtige Rolle zugeschrieben: Die Ökostromnachfrage sollte demnach dazu beitragen, dass der EE-Ausbau über den gesetzlichen Förderrahmen hinaus gefördert und beschleunigt wird. Dabei lassen sich grundsätzlich fünf Typen von Ökostromqualitäten unterscheiden:

- Grünstrom aus weitgehend abgeschriebenen, ungeforderten Bestandsanlagen.
- Grünstrom aus geförderten Bestandsanlagen, bei denen HKN-Erlöse den Förderbedarf reduzieren (durch Verringerung des anzulegenden Werts bei HKN-Ausstellung).
- Grünstrom aus neuen, geförderten Anlagen, bei denen HKN-Erlöse den Förderbedarf reduzieren (insb. durch niedrigere Gebote bei Ausschreibungen).
- Grünstrom aus ausgeforderten Bestandsanlagen, bei denen Erlöse aus dem HKN-Verkauf zum Weiterbetrieb beitragen können.
- Grünstrom aus neuen, nicht geförderten Anlagen (z. B. verbunden mit Green PPA).

Ein Ökostrommix mit einem möglichst hohen Anteil neuer, nicht geförderter Anlagen hätte dabei einen besonders hohen Nutzen für die Energiewende (siehe z.B. WWF 2021).¹³ **Weitere Qualitätsmerkmale**, die nicht immer per se mit der Beschleunigung der Energiewende im Stromsektor in Verbindung stehen, aber individuelle Präferenzen und/oder regulatorische Anforderungen bedienen können sind u.a. folgende:

¹³ Einschränkung wirkt sich hier allerdings die in Kapitel 3.2 diskutierte Mengensteuerung aus, sofern ungeforderte EE-Ausbau-Mengen von den auszuschreibenden EEG-Mengen abgezogen werden, da dann mit ungeforderten Anlagen in Deutschland kein zusätzlicher EE-Ausbau stattfinden würde (siehe auch 4.2.3).

- Art der erneuerbaren Energiequelle, wobei Solar und Wind oftmals als qualitativ hochwertiger angesehen werden.
- Räumliche Nähe von Erzeugung und Verbrauch, wobei regionaler und nationaler Strombezug als qualitativ hochwertiger angesehen wird, da dieser die Energiewende vor Ort unterstützt (mindestens sollte über ein Stromnetzverbund eine physische Verbindung zur Anlage bestehen).
- Ein zumindest abstrakt hergestellter Zusammenhang zwischen physischer Lieferung und Lieferung der Erneuerbaren-Eigenschaft durch Bezugsverträge mit Grünstromerzeuger:innen.
- Ein zeitlich engeres Matching von Erzeugung und Verbrauch (monatlich, stündlich oder sogar viertelstündlich), was die tatsächliche Verfügbarkeit fluktuierender EE-Erzeugung abbildet (siehe Kapitel 4.4).

Viele dieser Informationen sind bereits über das bestehende HKN-System abruf- bzw. umsetzbar und bedürfen keiner gravierenden strukturellen Veränderungen. Nur die **Transparenz bezüglich verschiedener Qualitäten sowie die Zugänglichkeit zu diesen** ist für Dritte nicht unbedingt gegeben. Damit solche Qualitätsdifferenzierungen aber auch tatsächlich einen Nutzen für die Energiewende generieren können (z.B. potenziell den EE-Ausbau beschleunigt), sollte die Möglichkeit für Stromabnehmer:innen geschaffen werden, verschiedene Qualitäten transparent nachvollziehen und Zugang zu entsprechenden Nachweisen erlangen zu können. Einige Ökostrom-Labels, die Tarife kennzeichnen, mit denen Kund:innen die Energiewende über die Förderung hinaus unterstützen können und die auf weitere Grünstromqualitätsmerkmale prüfen, stellen hier bereits eine gute Entscheidungsunterstützung dar (Verbraucherzentrale Niedersachsen 2016). Allerdings werden Verbraucher:innen bei der Vielzahl von Labels mit einer gewissen Unübersichtlichkeit, teilweise Ungenauigkeit oder sogar mit irreführenden Informationen konfrontiert, was eine besondere Aufmerksamkeit bereits bei der Wahl des Ökostrom-Labels notwendig macht. Prinzipiell könnte die Transparenz über Grünstromqualitäten durch Vorgaben zur Angabe weiterer Informationen in der Stromkennzeichnung erhöht werden (wie künftig vorgesehen für das Herkunftsland, siehe 3.2). Entsprechende Optionen könnten dabei auch digital zur Verfügung gestellt werden.¹⁴

Zumindest für private Verbraucher:innen besteht bisher nur die Möglichkeit aus vorgefertigten Produkten zu wählen. Es bleibt jedoch zu beachten, dass eine individuelle Zusammenstellung des Strombezugs jedes/r einzelnen Kleinabnehmers/in schwer händelbar für Stromlieferant:innen sein dürfte. **Industrielle Großverbraucher:innen** hingegen können eine Vorreiterrolle einnehmen, da sie im Gegensatz zu Privatverbraucher:innen größere Mengen Strom abnehmen und sich so die **Möglichkeit bietet, mit Stromlieferant:innen individuelle Vereinbarungen zu HKN-Qualitäten zu treffen** (Styles 2022). Da aber auch diese Ausgestaltungsmöglichkeiten begrenzt sind, werden individuelle Power Purchase Agreements, in deren Rahmen direkt mit bestimmten Anlagenbetreibern eine langfristige Abnahme von HKN

¹⁴ Siehe z.B. den „Origin Comparator“ in Flandern, <https://www.vreg.be/nl/herkomst-stroom>.

bestimmter Qualität vereinbart werden kann, künftig vermehrt zum Einsatz kommen (Hilpert 2018). Insbesondere für industrielle Verbraucher:innen, die Berichtspflichten erfüllen müssen und auch insgesamt die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit genießen, wird die Qualität des bezogenen grünen Stroms, z.B. im Rahmen des marktbasieren Klimabilanzierungsansatzes, zunehmend wichtiger.

Zuträglich zur allgemeinen Transparenz wären zudem **öffentlich verfügbare Informationen zu Nachweispreisen**. Derzeit werden HKN meist über verschiedene Over-the-Counter Formate (mit oder ohne eigener Handelsplattform, z.B. Montel, greennavigation)¹⁵ verkauft, wobei Preisinformationen nur selten öffentlich zugänglich sind. Ein weiterer Schritt hin zu mehr Transparenz bedeutet auch der für September 2022 geplante HKN-Börsenhandel der EPEX Spot (EPEX 2022). Dieser soll qualitative Differenzierungsmöglichkeiten nach Produktionstechnologie (Wasser-, Wind- und Solarkraft), Herkunftsland (innerhalb der AIB-Mitgliedsländer) und Förderstatus sowie bessere Preistransparenz bieten. Die Nutzung einer solchen Plattform für HKN-Käufe bleibt aber eher Großekäufer:innen und -händler:innen vorbehalten.

Nicht nur HKN-Qualitätsmerkmale, sondern auch die gemeinsame Betrachtung mit den jeweiligen HKN-Einsatzzwecken können relevant sein. Es kann **sinnhaft sein, unterschiedliche HKN-Qualitäten für unterschiedliche Zwecke einzusetzen** bzw. regulatorische Anforderungen an für bestimmte Zwecke genutzten Grünstrom und damit an die HKN-Qualität zu stellen, um gezielt die Produktion bestimmter Grünstromqualitäten anzureizen. So wird beispielsweise mit dem Kauf von jeglichem HKN-Strom die Energiewende in einem HKN-Geberland, das Teil des anerkannten HKN-Systems ist, zu einem gewissen Grad unterstützt, zumindest sofern die Doppelvermarktung der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft ausgeschlossen ist. Wird jedoch beabsichtigt die Energiewende z.B. lokaler und nur mit bestimmten Energiequellen zu unterstützen, würde eine stärkere HKN-Differenzierung notwendig. Ein anderes Beispiel stellt die Herstellung strombasierter Brenn- und Kraftstoffe dar: Da bei deren Produktion, im Gegensatz zur Direktnutzung von Strom (z.B. in der E-Mobilität), verschiedene Schritte durchlaufen werden und es zu nicht unerheblichen Stromverlusten kommen kann, könnte eine stärkere Einhaltung von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzkriterien gesetzlich vorgeschrieben werden (vgl. dena 2017, ESYS 2017, Öko-Institut/Fraunhofer ISI 2015), was nicht zuletzt eine höhere Grünstromqualität einschließt (European Commission 2022). Auch die geplante Neuregelung der Stromkennzeichnung, wonach bei erneuerbaren Energien mit Herkunftsnachweis zukünftig anzugeben ist, in welchem Staat der erneuerbare Strom erzeugt worden ist (zukünftig § 42 Absatz 1 Nummer 3 EnWG), deutet auf eine Stärkung des Werts von einzelnen Grünstromeigenschaften auch auf regulatorischer Ebene hin.

¹⁵ z.B. <https://montelgroup.com/services/montel-marketplace> (hier können ggf. auch Preisinformationen eingesehen werden).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Fähigkeit des HKN- bzw. eines erweiterten Nachweissystems für Strom die Energiewende über Förderregime hinaus zu unterstützen von der **Differenzier- und Verfügbarkeit und von der Nachfrage nach verschiedenen HKN-Qualitäten** abhängt. Die Nachfrage kann sich hierbei im Markt entwickeln (z.B. Nachfrage durch industrielle und private Verbraucher:innen) oder auch durch entsprechende gesetzliche Regelungen angereizt werden.

4.2 Ausstellung von HKN für Strom aus EEG-geförderten Anlagen

Wie in Abschnitt 2 dargestellt, dürfen in Deutschland für Strom, für den EEG-Förderzahlungen in Anspruch genommen werden, keine HKN ausgestellt werden (§ 79 Abs. 1 i. V. m. § 80 Abs. 2 EEG 2021). Über die Ausweisung des EEG-Anteils in der Stromkennzeichnung wurde bis 2021 die „grüne“ Eigenschaft des EEG-Stroms auf alle Zahler:innen der EEG-Umlage verteilt (siehe dazu näher GO4I-Grundlagenbericht 2, Styles et al. 2021a). Mitte 2021 wurden die Stromkennzeichnungsregeln in § 42 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) dahingehend angepasst, dass der **EEG-Anteil nur noch bei der Kennzeichnung auf Produktebene** ausgewiesen werden darf.¹⁶ Der Gesamtenergieträgermix der Versorger:innen soll hingegen das tatsächliche Beschaffungsverhalten der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) abbilden, so dass hier ausgewiesene EE-Anteile mit HKN hinterlegt werden müssen (zur Kennzeichnung nicht rückverfolgter Handelsangebote, bei denen sich Strommengen erzeugungsseitig nicht eindeutig einer Energiequelle zuordnen lassen, können Versorger:innen zudem den Restenergiemix nutzen, der auch EE-Anteile beinhalten kann).

Eine weitergehende Änderung in der Ausweisung von EEG-Anteilen ergibt sich durch die 2022 erfolgte **Umstellung der EEG-Finanzierung auf Haushaltsfinanzierung**. Im Produktmix der Stromkennzeichnung soll künftig gegenüber allen Letztverbraucher:innen der **Anteil der „erneuerbaren Energien, gefördert nach dem EEG“ an der Stromerzeugung in Deutschland** ausgewiesen werden (bzw. im Unternehmensverkaufsmix, wenn Versorger:innen keine Produktdifferenzierung vornehmen).¹⁷ Bei einer Verteilung des EEG-Anteils parallel zur finanziellen Wälzung der Umlage hing der Anteil von EE, finanziert aus der EEG-Umlage, den ein EVU ausweisen konnte, von der Kundenstruktur ab (vgl. Maaß 2021): EVU mit einem hohen Anteil nicht-privilegierter Letztverbraucher:innen wie Haushaltskund:innen mit voller Zahlung der EEG-Umlage konnten einen höheren EEG-Anteil ausweisen als EVU mit Lieferungen an Kund:innen mit EEG-Umlagebegrenzung, wie z. B. stromkostenintensive Unternehmen. Künftig werden grüne Eigenschaften der geförderten Anlagen hingegen gegenüber allen Letztverbrauchenden in gleicher Höhe ausgewiesen (d.h. in Höhe des Anteils der

¹⁶ Zu beachten ist dabei, dass EEG-Strom nicht als Grünstrom vermarktet werden darf – bei Grünstromprodukten müssen daher für die gelieferten Strommengen in voller Höhe HKN entwertet werden, auch wenn in der Produktkennzeichnung nichtsdestotrotz der EEG-Anteil auszuweisen ist (vgl. BDEW 2021a).

¹⁷ BT-Drucksache 20/1630, Gesetzentwurf der Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor, S. 109.

EEG-geförderten Erzeugung am bundesdeutschen Strommix, nach BDEW (2021b) z. B. 45 % in 2020; siehe BT-Drucksache 20/1630, S. 247).

Grundsätzlich entfällt mit der Umstellung des EEG auf Haushaltsfinanzierung eine wichtige Begründung für das **EEG-Doppelvermarktungsverbot**, wonach Stromkund:innen nicht doppelt – d. h. über EEG-Umlage und HKN-Preis – in Bezug auf die positiven Umwelteigenschaften von Strom aus EE-Anlagen in Anspruch genommen werden sollen (Kahl und Kahles 2020). Während die Ausweisung der grünen Eigenschaft von EEG-Strom in der Stromkennzeichnung als „Gegenleistung“ zur Zahlung der EEG-Umlage verstanden werden konnte (Kahl und Kahles 2020), eröffnet eine staatliche Finanzierung der EEG-Förderung größere Spielräume für die Zuordnung entsprechender Eigenschaften zu Stromkund:innen. Die Ausweisung des EEG-Anteils gegenüber allen Letztverbrauchenden in gleicher Höhe wird vom Gesetzgeber damit begründet, dass ein haushaltsfinanziertes EEG letztlich von allen Letztverbrauchenden als Steuerzahlende finanziert wird (BT-Drucksache 20/1630, S. 247). Zudem wird angeführt, dass der bereits erreichte EE-Anteil in der Vergangenheit von EEG-Umlagezahler:innen ermöglicht wurde. Eine mögliche Alternative wäre, geförderten EEG-Anlagen die Ausstellung von HKN zu ermöglichen, und durch die Berücksichtigung des HKN-Marktwerts in der Förderung die Förderkosten zu senken.

Die Diskussion zur Ausstellung von HKN für geförderte EEG-Anlagen hat zudem durch den **RED III-Vorschlag der EU-Kommission** Dynamik erhalten, der vorsieht, dass EU-Mitgliedsstaaten die Ausgabe von HKN auch für geförderten Strom anbieten müssen. Inwieweit diese Vorgabe Teil der finalen Version der dritten Erneuerbare-Energien-Richtlinie wird, ist mit Stand Juli 2022 noch offen (vgl. European Parliament, 2022b, S. 42-46). Die meisten Mitgliedsstaaten machen von dieser Möglichkeit allerdings bereits Gebrauch: Mit Stand 2022 stellten unter den AIB-Mitgliedsländern nur Deutschland, Irland, Litauen und Serbien keine HKN für staatlich geförderte Strommengen aus (vgl. David und Feng 2019 sowie EECS Domain Protocols, AIB 2022a). Neben einer stärkeren Harmonisierung wird der Kommissionsvorschlag mit einer angestrebten **Stärkung von PPAs** begründet, in deren Rahmen sichergestellt werden soll, dass EE-Anlagenbetreibende sowohl Strommengen als auch entsprechende HKN an Stromabnehmende übertragen können (COM(2021) 557 final, S. 19).¹⁸ Auch wenn eine HKN-Ausstellung für geförderte Anlagen eine Anpassung des EEG-Doppelvermarktungsverbots nach § 80 Abs. 2 und § 79 Abs. 1 EEG 2021 erfordern würde, bleibt das allgemeinere **Prinzip des europäischen Doppelvermarktungsverbot** nach Artikel 19 Abs. 2 RED II bestehen: Mitgliedstaaten müssen sicherstellen, dass dieselbe Einheit von Energie aus erneuerbaren Quellen nur einmal berücksichtigt wird. Das heißt, dass bei einer HKN-Ausstellung für geförderte Anlagen eine Ausweisung von EE-Anteilen im Rahmen der

¹⁸ COM(2021) 557 final. Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates.

Stromkennzeichnung nur über HKN oder den Restenergiemix möglich wäre, unter Wegfall des EEG-Anteils.

Aufgrund des Umfangs der EEG-geförderten Stromerzeugung in Deutschland sind mögliche Auswirkungen eines solchen Schritts auf den deutschen und europäischen HKN-Markt von großem Interesse. Um entsprechende Auswirkungen einordnen zu können, wird im Folgenden ein **Überblick über aktuelle HKN-Ausstellungs- und Entwertungsmengen im deutschen und europäischen Markt** gegeben. Ebenso wird eine **Abschätzung der maximal zu erwartenden zusätzlichen HKN-Mengen aus geförderten EEG-Anlagen** vorgenommen (4.2.1). Zu beachten ist, dass die Darstellung auf verfügbaren aktuellen Marktdaten basiert, nicht auf einer Modellierung des HKN-Markts, was für eine Analyse von Preis- und Mengeneffekten erforderlich wäre. Die Marktauswirkungen einer HKN-Ausstellung für geförderte EEG-Anlagen hängen zudem wesentlich von der Ausgestaltung eines solchen Schritts ab, da auch nach dem RED III-Entwurf die Verpflichtung für Mitgliedsstaaten besteht, den Marktwert von HKN im Rahmen von Förderregelungen gebührend zu berücksichtigen (siehe Artikel 19 Abs. 2 RED II).

Abschnitt 4.2.2 schließt mit einem Überblick an, wie EU-Mitgliedsstaaten, die sich für eine Versteigerung von HKN aus geförderten Anlagen entschlossen haben, **HKN-Auktionen** ausgestaltet haben. Abschnitt 4.2.3 diskutiert, ob und unter welchen Voraussetzungen HKN für geförderte EEG-Anlagen einen **Beitrag zur Energiewende** leisten könnten.

4.2.1 Mögliche Marktauswirkungen einer HKN-Ausstellung für geförderte Anlagen

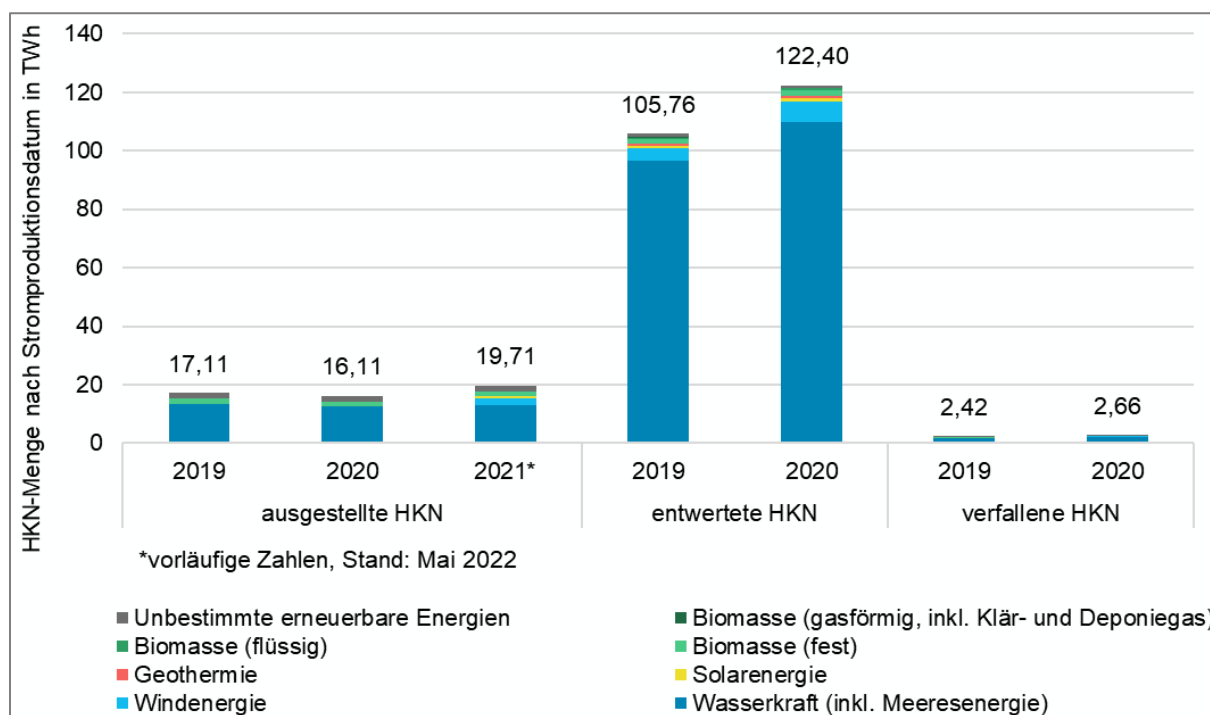
Abbildung 1 und 2 stellen Ausstellung, Entwertung und Verfall von HKN in Deutschland und EECS-Mitgliedsländern nach dem Jahr, in dem die zugrunde liegende Stromproduktion stattgefunden hat, dar. Zu beachten ist, dass Daten für 2021 noch nicht vollständig sind, da Anlagenbetreibende HKN noch zwölf Kalendermonate nach Ende des entsprechenden Stromerzeugungszeitraums beantragen können (§ 12 Abs. 1 Nr. 7 HkRNDV).¹⁹ Zudem verfallen HKN erst 18 Kalendermonate nach dem Ende des Erzeugungszeitraums (§ 34 HkRNDV), und die Stromkennzeichnung für 2021 muss nach § 42 Abs. 1 EnWG erst zum 1. November veröffentlicht werden. **Das heißt, dass HKN-Ausstellungen, aber insbesondere Entwertungen für 2021 noch im Laufe von 2022 beantragt werden können.** Zudem haben erst wenige HKN mit Stromerzeugungszeitraum im Jahr 2021 ihr Verfallsdatum erreicht. Für dieses Jahr werden dennoch bereits HKN-Ausstellungen dargestellt, da diese bereits interessante Trends erkennen lassen. Datenbasis ist die **Aktivitätsstatistik der Association of Issuing Bodies (AIB) für HKN im European Energy Certificate System (EECS)**. Das EECS ist ein freiwilliger Standard für HKN-Systeme, der von AIB-Mitgliedern genutzt wird; durch die Harmonisierung der HKN-Systeme und die Nutzung des AIB-Hubs für Transfers zwischen Registern

¹⁹ Herkunfts- und Regionalnachweis-Durchführungsverordnung vom 8. November 2018 (BGBl. I S. 1853), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 14. Juli 2021 (BGBl. I S. 2860).

vereinfacht die Mitgliedschaft im EECS-System den HKN-Handel, so dass die Datenbasis als Annäherung an den handelsrelevanten europäischen HKN-Markt genutzt werden kann.

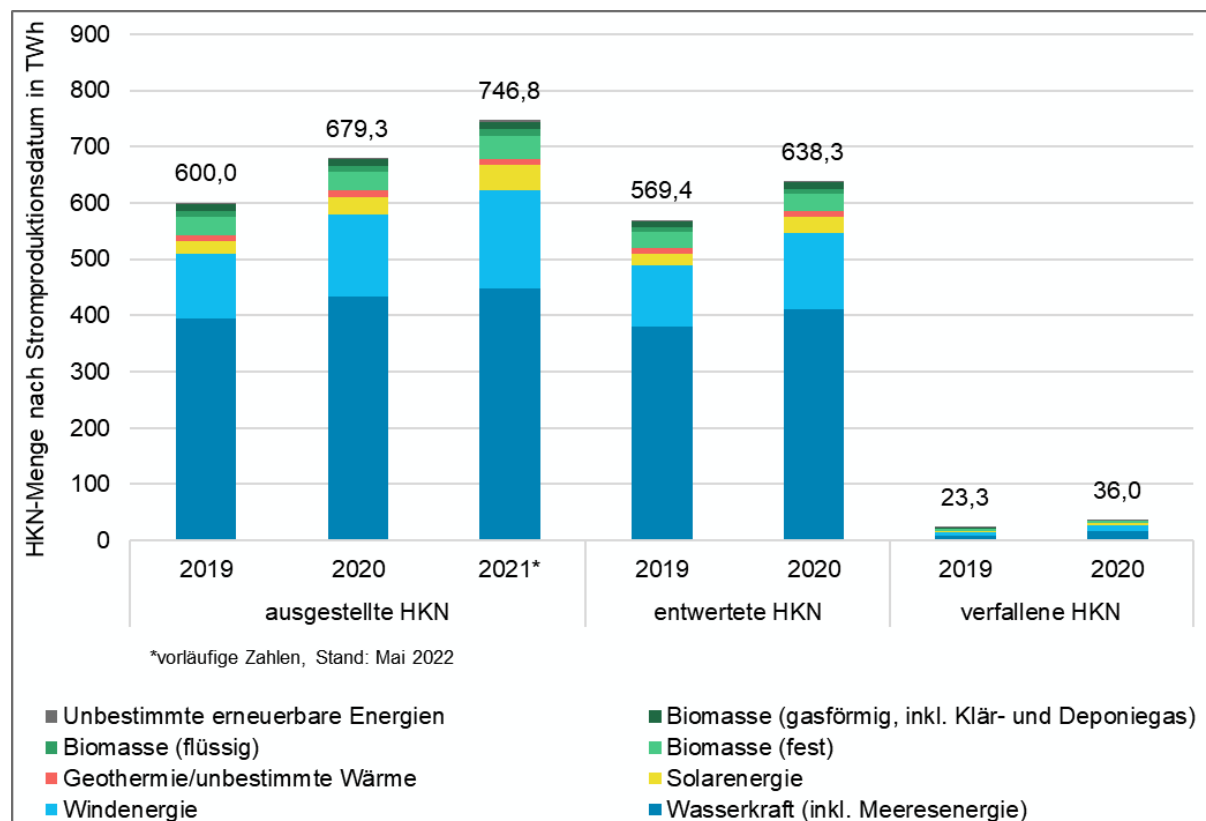
Aktuellere Trends lassen sich aus einer Darstellung von HKN-Ausstellung, -Entwertung und -Verfall nach dem Jahr der entsprechenden Transaktion ablesen, da hier Daten für 2021 bereits abschließend verfügbar sind – zur besseren Vergleichbarkeit mit EEG-Strommengen wird hier jedoch die Darstellung nach dem Jahr der zugrunde liegenden Stromproduktion gewählt. Darüber hinaus sind zur Stromkennzeichnung für ein bestimmtes Jahr (z.B. 2020) HKN zu verwenden, deren Strom im selben Jahr produziert wurde (2020), so dass der „Jahrgang“ von HKN Marktrelevanz besitzt.

Abbildung 1: Ausstellung, Entwertung und Verfall von EECS-HKN aus erneuerbaren Energien in Deutschland (in TWh, nach Jahr der zugrunde liegenden Stromproduktion)



Quelle: Hamburg Institut, auf Basis von AIB 2022, Activity statistics (Annual Fuel-Level 2, Stand Mai 2022).

Abbildung 2: Ausstellung, Entwertung und Verfall von EECS-HKN aus EE in AIB-Mitgliedsländern (in TWh, nach Jahr der zugrunde liegenden Stromproduktion)



Quelle: Hamburg Institut, auf Basis von AIB 2022, Activity statistics (Annual Fuel-Level 2, Stand Mai 2022).

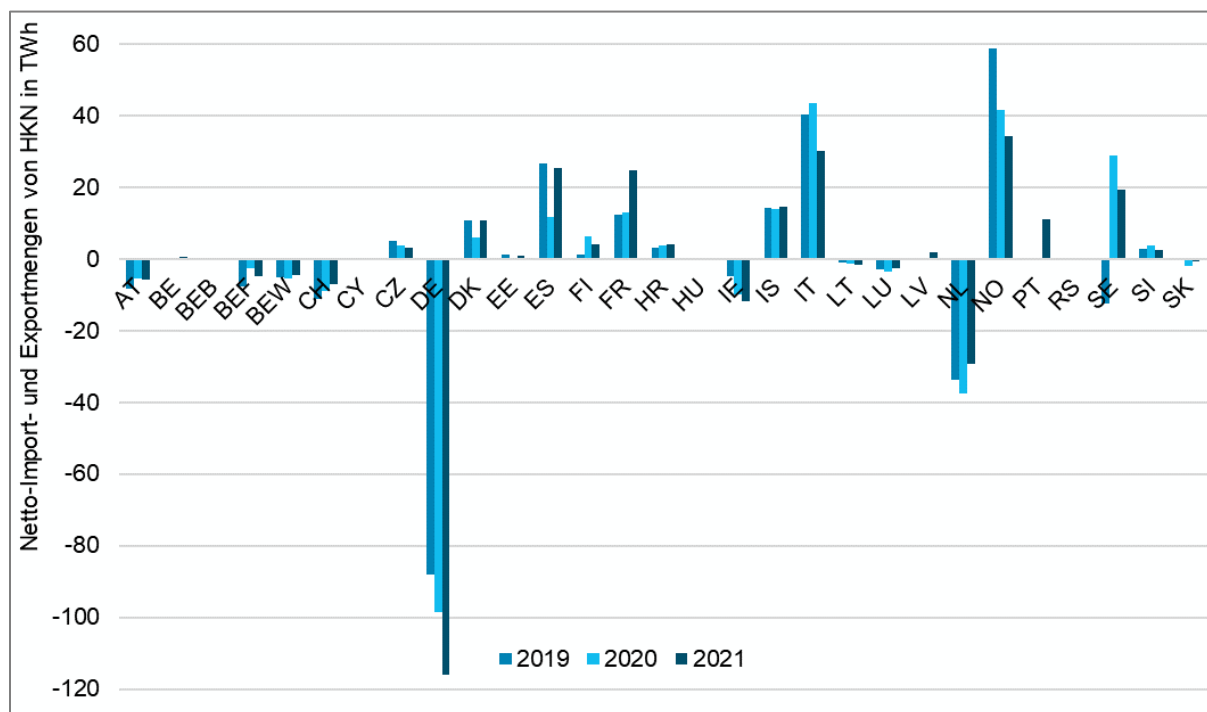
In Deutschland bedingt das EEG-Doppelvermarktungsverbot ein deutliches Ungleichgewicht zwischen HKN-Ausstellung und HKN-Entwertung, da eine Inanspruchnahme der EEG-Förderung i. d. R. wirtschaftlich attraktiver ist als der Betrieb ungeförderter Anlagen in Kombination mit HKN-Verkauf. Dies führt dazu, dass am Markt **nur in vergleichsweise geringem Umfang HKN aus inländischen EE-Anlagen verfügbar** sind: 2021 wurden bislang für 19,7 TWh EE-Strom HKN ausgestellt, verglichen zu 16,1 TWh 2020. Neben Post-EEG-Anlagen, deren 20-jährige Förderdauer abgelaufen ist, dürften hohe Strompreisniveaus in 2021 (vgl. Çam et al. 2022) es für EEG-Anlagen zunehmend attraktiver gemacht haben, monatsweise auf eine Förderung zu verzichten und in die ungeförderter „sonstige Direktvermarktung“, in der eine HKN-Ausstellung möglich ist, zu wechseln. Zudem partizipieren ungeförderter Anlagen, die mit 0-Cent-Geboten oder ohne Teilnahme an EEG-Auktionen realisiert werden, am HKN-Markt.

2021 ist ein deutlicher Anstieg bei der HKN-Ausstellung aus inländischen Wind- und Solaranlagen zu beobachten (ausgehend von einem niedrigen Niveau), auch wenn HKN aus Wasserkraft (insbesondere aus Laufwasserkraftwerken) weiter dominieren. Insgesamt **hatten deutsche HKN am gesamten EECS-HKN-Angebot 2021 allerdings nur einen Anteil von 2,6 %**, 2020 waren es 2,4 %. Entwertungen für Stromlieferungen in Deutschland beliefen sich

für das Kennzeichnungsjahr 2020 hingegen auf 122,4 TWh, was **19,2 % der EECS-HKN-Nachfrage 2020** ausmachte. Dabei stammt ein großer Anteil der entwerteten HKN aus Wasserkraft (knapp 90 % in 2020), auch wenn Entwertungen von HKN aus Wind-, Solar und Bioenergie zunehmen.

Angesichts der vergleichsweise geringen inländischen HKN-Ausstellung in Deutschland werden **zur Kennzeichnung von Grünstromprodukten in erheblichem Umfang HKN aus anderen europäischen Staaten importiert**. Im europäischen Vergleich ist Deutschland der größte Nettoimporteur von HKN, gefolgt, in einigem Abstand, von den Niederlanden (siehe Abb. 3). Norwegen ist der bedeutendste Netto-Exporteur, gefolgt von Italien. Nach einer Analyse der Herkunftsländer von HKN als Teil der Marktanalyse Ökostrom II für das Umweltbundesamt stammten im Zeitraum 2013-2017 knapp die Hälfte der jährlich in Deutschland entwerteten HKN-Mengen aus Norwegen (Güldenbergh et al. 2019). Ein wichtiges Kriterium für importierte HKN war dabei, dass Anlagen keine Förderung erhalten haben (dies war 2013-2017 bei mindestens 95 % der entwerteten HKN der Fall). Allerdings stammten 2017 95 % der entwerteten HKN-Mengen ohne Förderung aus Anlagen, die zum Zeitpunkt der Entwertung mindestens zehn Jahre alt waren (z.T. mit Erweiterungsinvestitionen).

Abbildung 3: Handelsbilanzen in Herkunftsnachweissystemen mit AIB-Mitgliedschaft (in TWh, nach Transaktionsdatum)



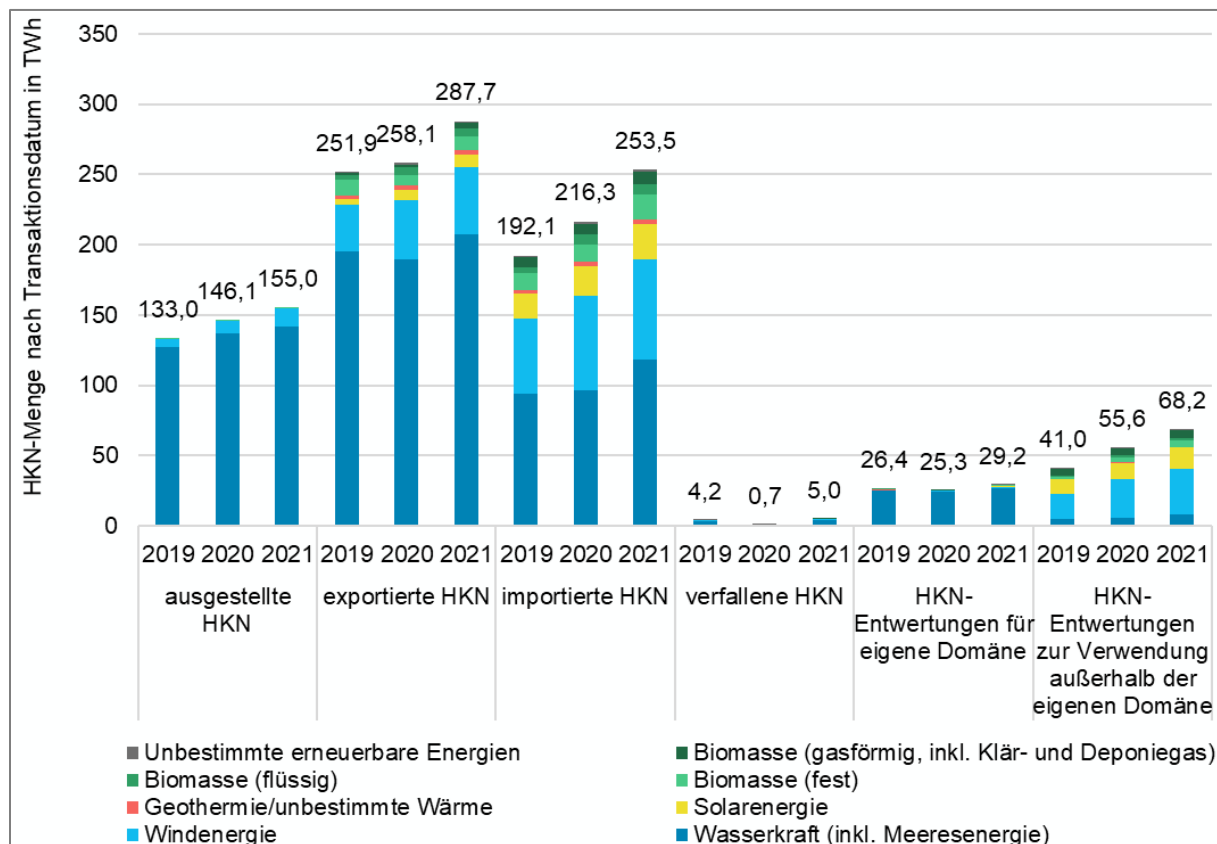
Quelle: Hamburg Institut, auf Basis von AIB 2022, Activity statistics (Annual Fuel-Level 2, Stand Mai 2022).

Anm.: BEB, BEF und BEW stehen für verschiedene Regionen in Belgien (BE). Zypern und Ungarn werden nicht aufgeführt, da ihre Werte jeweils 0 waren in den entsprechenden Jahren.

Norwegische HKN (und insbesondere HKN aus norwegischer Wasserkraft) spielen demnach aktuell eine große Rolle im deutschen HKN-Markt. Vor diesem Hintergrund erlangte im Herbst 2021 die Ankündigung der norwegischen Regierung Aufmerksamkeit, einen Ausstieg aus dem europäischen HKN-System zu prüfen, um den Grünstrombedarf der eigenen Industrie zu priorisieren (Greenfact 2021). Hierbei sind allerdings hohe rechtliche Hürden zu beachten, da Norwegen als EWR-Mitglied zur Umsetzung der RED verpflichtet ist. Bereits ein Ausstieg aus der AIB und dem EECS-System könnten jedoch die im europäischen HKN-Markt verfügbaren Mengen erheblich verringern (Montel Weekly 2021).

Die **Netto-Auswirkung eines hypothetischen Austritts Norwegens aus dem HKN-System** ergibt sich als Differenz der ausgestellten norwegischen HKN und der HKN-Entwertungen für die eigene Domäne (anders als in Deutschland können in Norwegen in bestimmten Fällen Entwertungen für andere Domänen durchgeführt werden). HKN-Entwertungen für die norwegische Domäne entsprechen der Nachfrage von norwegischen Verbrauchenden nach HKN, die bei einem Austritt aus dem HKN-Markt, ebenso wie die Ausstellung norwegischer HKN, wegfallen würde. Entsprechende Daten sind als Teil der AIB-Transaktionsstatistik verfügbar (siehe Abb. 4). **2020 hätten dem europäischen HKN-Markt bei einem Rückzug Norwegens demnach 120,9 TWh weniger zur Verfügung gestanden, 2021 wären es 125,8 TWh gewesen.**

Abbildung 4: Transaktionen mit Herkunftsnachweisen aus erneuerbaren Energien in Norwegen (in TWh, nach Transaktionsdatum)



Quelle: Hamburg Institut, auf Basis von AIB 2022, Activity statistics (Annual Fuel-Level 2, Stand Mai 2022).

Zudem würden sich **organisatorische Auswirkungen auf den europäischen HKN-Handel** ergeben: Aktuell stellt Norwegen einen zentralen Handelsplatz für HKN mit hohem Import- und Exportvolumen dar, da Transaktionskosten im norwegischen Register NECS gering sind (Greenfact 2021). Ob ein Rückzug Norwegens aus dem HKN- oder EECS-System tatsächlich realisiert werden wird, ist mit Stand Juli 2022 unsicher – aber auch eine erhöhte Nachfrage norwegischer Stromverbraucher:innen nach mit HKN hinterlegten Grünstromprodukten könnte perspektivisch zu einem Einbruch bei exportierten norwegischen HKN-Mengen führen. Insbesondere kann ein verstärkter HKN-Bezug für norwegische Industrieunternehmen relevant werden, sofern sich eine marktbasierende Klimabilanzierung mit nachweislicher Zuordnung grüner Eigenschaften über HKN-Entwertung im Vergleich zur ortsbasierten Klimabilanzierung mit dem Eigenschaftsmix im örtlichen Netz zum Marktstandard entwickeln sollte (siehe GO4I-Industriebericht I1, Sakhel et al. 2022). Entsprechende Angebotsentwicklungen würden in Deutschland eine **Umstrukturierung der HKN-Beschaffung für Grünstrom** notwendig machen.

Vor diesem Hintergrund könnte in Deutschland eine **HKN-Ausstellung für geförderte Anlagen zu einer ausgeglicheneren HKN-Handelsbilanz** beitragen. Dies ist auch insofern

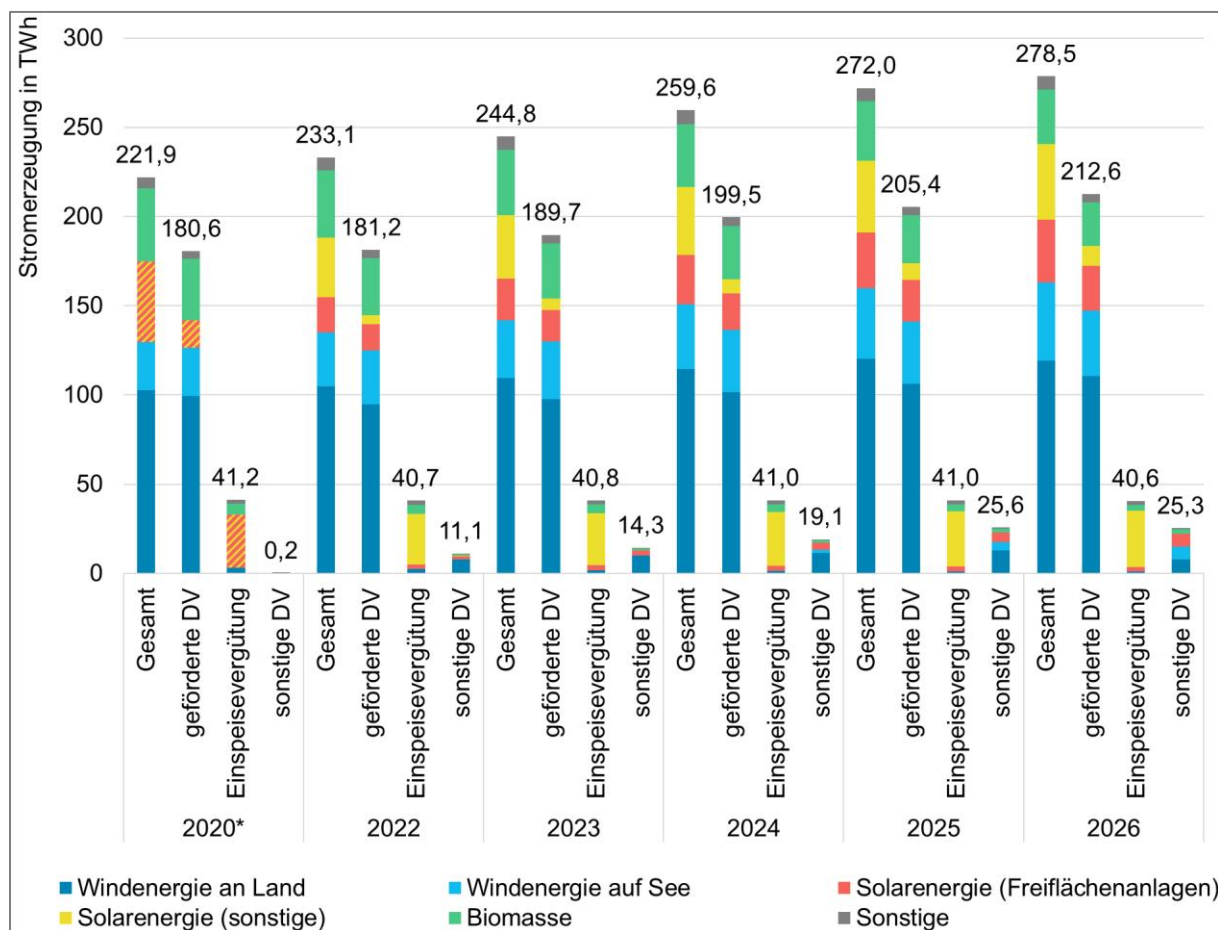
relevant, als dass sich im EECS-Markt in den letzten Jahren eine bessere Balance von Angebot und Nachfrage abzeichnet, nach einem Angebotsüberhang von HKN in der Vergangenheit (AIB 2021; RECS 2021).²⁰ Eine Verknappung von HKN – z. B. durch einen Anstieg der inländischen HKN-Nachfrage in Norwegen oder einen Ausstieg aus dem EECS-System – würde bei gleichbleibender oder steigender HKN-Nachfrage daher mit Preissteigerungen auf dem europäischen HKN-Markt einhergehen.

Eine **grobe Einordnung, wie viele HKN bei einer HKN-Ausstellung für geförderte EEG-Anlagen maximal auf den Markt kommen könnten**, lässt sich auf Basis der EEG-Mengenstatistik bzw. der EEG-Mittelfristprognose treffen (siehe Abb. 5). **Die Erhöhung der Ausbauziele durch den Koalitionsvertrag und die EEG-Novelle 2022** (BT-Drucksache 20/1630; BMWK 2022b) **sowie aktuelle Strompreisentwicklungen sind dabei noch nicht berücksichtigt**. Eine robuste Abschätzung von HKN-Mengen für geförderte Anlagen würde zudem eine Modellierung erfordern, die in Rahmen dieses Projekts nicht vorgenommen wurde.

2020 wurden 180,6 TWh Netzeinspeisung aus EE im Marktprämienmodell vermarktet (wobei die Höhe der anzulegenden Werte für die Marktprämie entweder wettbewerblich in Ausschreibungen bestimmt oder administrativ festgelegt wurde). 41,2 TWh wurden kaufmännisch von Übertragungsnetzbetreibern abgenommen und erhielten eine Einspeisevergütung. Die **sonstige, ungeforderte Direktvermarktung** war 2020 vernachlässigbar, dies deutet für 2020 auf einen bedeutenden Anteil von Nicht-EEG-Anlagen an der inländischen HKN-Ausstellung hin (z. B. ältere Wasserkraftanlagen, Energiegewinnung aus dem biogenen Anteil des Abfalls, außerhalb des EEG realisierte Anlagen). Perspektivisch wird die Bedeutung der – bereits zur HKN-Ausstellung berechtigten – sonstigen Direktvermarktung zunehmen, da vermehrt Anlagen nach Ablauf ihrer Förderdauer aus der EEG-Förderung ausscheiden, Offshore-Windparks mit „0-Cent-Geboten“ realisiert werden oder sich Anlagen bei hohen Strom- und/oder-HKN-Preisen auf Monatsbasis für einen Wechsel in diese ungeforderte Vermarktungsform entscheiden können (vgl. r2b energy consulting 2021). Im Vergleich zur inländischen HKN-Nachfrage könnte der Umfang von HKN aus der sonstigen Direktvermarktung mit einer im Vergleich zum Status quo zusätzlichen EE-Strommenge von ca. 25 TWh bis 2026 allerdings begrenzt ausfallen.

²⁰ Beim Vergleich von Angebot und Nachfrage in Abb. 2 ist dabei zu beachten, dass Entwertungen exportierter HKN in Nicht-EECS-Regionen ohne zentrale Statistik nicht dargestellt werden; vereinzelt melden AIB-Mitgliedsländer zudem Entwertungen noch nicht nach dem Stromkennzeichnungsjahr, sondern nur nach dem Transaktionsjahr (AIB 2022d).

Abbildung 5: Stromerzeugungsmengen für geförderte und ungeförderte EEG-Anlagen (in TWh, ohne nicht-ingespeisten Verbrauch vor Ort)



*2020: EEG-Stromerzeugung mit Netzeinspeisung nach EEG-Jahresabrechnung; 2022-2026: Prognostizierte EEG-Stromerzeugung mit Netzeinspeisung.

Grafik: Hamburg Institut, auf Basis der Daten von r2b energy consulting 2021, EEG-Mittelfristprognose 2022 bis 2026; 50Hertz, Amprion, Tennet, Transnet BW, 2021, EEG-Mengenstatistik 2020.

DV: Direktvermarktung; „Sonstige“ umfasst Geothermie, Wasserkraft, Deponie-, Klär- und Grubengas. Hinzu kommen Strommengen aus erneuerbaren Energien aus Nicht-EEG-Anlagen (z.B. ältere Wasserkraftanlagen; entsprechende Strommengen sind bereits heute am HKN-Markt aktiv).

Eine **HKN-Ausstellung für sämtliche geförderte EEG-Strommengen** würde das HKN-Angebot aus Deutschland hingegen signifikant ausweiten – um max. 222 TWh in 2020 bis zu 253 TWh 2026 (wiederum ohne Berücksichtigung der angepassten EE-Ausbauziele und aktueller Strompreisentwicklungen). 2020 hätte dies das Angebot an EECS-HKN im europäischen Markt um ein knappes Drittel erhöht (vgl. Abb. 2). Allerdings ist zu beachten, dass sich voraussichtlich auch in Deutschland die **Nachfrage nach HKN erhöht** hätte: Durch den Wegfall des EEG-Anteils in der Produktkennzeichnung würde der ausgewiesene EE-Anteil von konventionellen Stromprodukten drastisch sinken (für Ökostromprodukte träte keine Änderung ein, da entsprechend vermarktete Stromlieferungen unabhängig vom EEG-Anteil bereits zu 100 % durch HKN abgedeckt werden müssen). Es steht zu erwarten, dass EVU

daher in verstärktem Umfang HKN beschaffen würden, um einer Verschlechterung der ökologischen Eigenschaften gelieferter Stromprodukte durch Wegfall des EEG-Anteils entgegenzuwirken.

Darüber hinaus hängen die Marktauswirkungen einer HKN-Ausstellung für geförderte EEG-Anlagen zentral davon ab, wie ein solcher Schritt ausgestaltet wird. Nach Artikel 19 Abs. 2 RED II sind **Mitgliedsstaaten verpflichtet, den Marktwert von HKN im Rahmen von Förderregelungen gebührend zu berücksichtigen**. Dies wird angenommen, wenn:

- die finanzielle Förderung im Rahmen einer Ausschreibung oder eines Systems mit handelbaren grünen Zertifikaten gewährt wird;
- der Marktwert der Herkunftsnachweise bei der verwaltungsmäßigen Festlegung der Höhe der finanziellen Förderung berücksichtigt wird; oder
- die Herkunftsnachweise nicht unmittelbar den Produzent:innen, sondern den Versorger:innen oder Verbraucher:innen ausgestellt werden, die die Energie aus erneuerbaren Quellen entweder unter Wettbewerbsbedingungen oder im Rahmen eines langfristigen Vertrags über den Bezug von erneuerbarem Strom kaufen.

Die dritte Option ließe sich etwa durch die **Auktionierung von HKN aus geförderten Anlagen** an Versorger:innen oder Verbrauchende umsetzen. Die größte Auswirkung auf den HKN-Markt lässt sich bei einer Auktionierung sämtlicher HKN für EEG-geförderte Anlagen erwarten. Aber selbst hier können Marktauswirkungen über das Auktionsdesign gesteuert werden (siehe 4.2.2) – durch die Festsetzung eines Mindestpreises für Gebote kann beispielsweise einem Preisverfall durch Überangebot auf HKN-Märkten vorgebeugt werden.

Bei einer **optionalen HKN-Ausstellung an Anlagenbetreibende** ist hingegen zu erwarten, dass sich die HKN-Ausstellungsquote je nach Vermarktungssegment unterscheiden wird. Bei Neuanlagen, die an EEG-Ausschreibungen teilnehmen, ist zu erwarten, dass HKN-Erlöse in Gebote eingepreist werden. Dies würde sich in voraussichtlich hohen HKN-Ausstellungsquoten niederschlagen. Bei Bestandsanlagen in der geförderten Direktvermarktung würde die HKN-Ausstellungsquote davon abhängen, in welcher Höhe eine Reduktion des Fördersatzes zur Berücksichtigung des Marktwerts vorgenommen wird. Für Regionalnachweise, die für EEG-geförderte Anlagen beantragt werden können, findet sich eine entsprechende Regelung bereits in § 53b EEG 2021: Demnach verringert sich bei Regionalnachweisausstellung an Anlagen, deren anzulegender Wert gesetzlich bestimmt ist, der anzulegende Wert für entsprechenden Strom um 1 € pro MWh. Die Entscheidung, ob HKN gegen Förderabzug beantragt werden, würde hier abhängig von erzielbaren HKN-Marktpreisen getroffen.

Bei **Bestandsanlagen in der Einspeisevergütung** ist zudem das Ausmaß einer aktiven Teilnahme am HKN-Markt mit höherer Unsicherheit verbunden, wenn eine HKN-Beantragung optional ermöglicht würde. Da entsprechende Strommengen über ÜNB vermarktet werden, müssten Anlagenbetreibende für eine Teilnahme am HKN-Markt neue Vermarktungswege aufbauen. Gerade bei kleinen Solaranlagen könnten Transaktionskosten eine

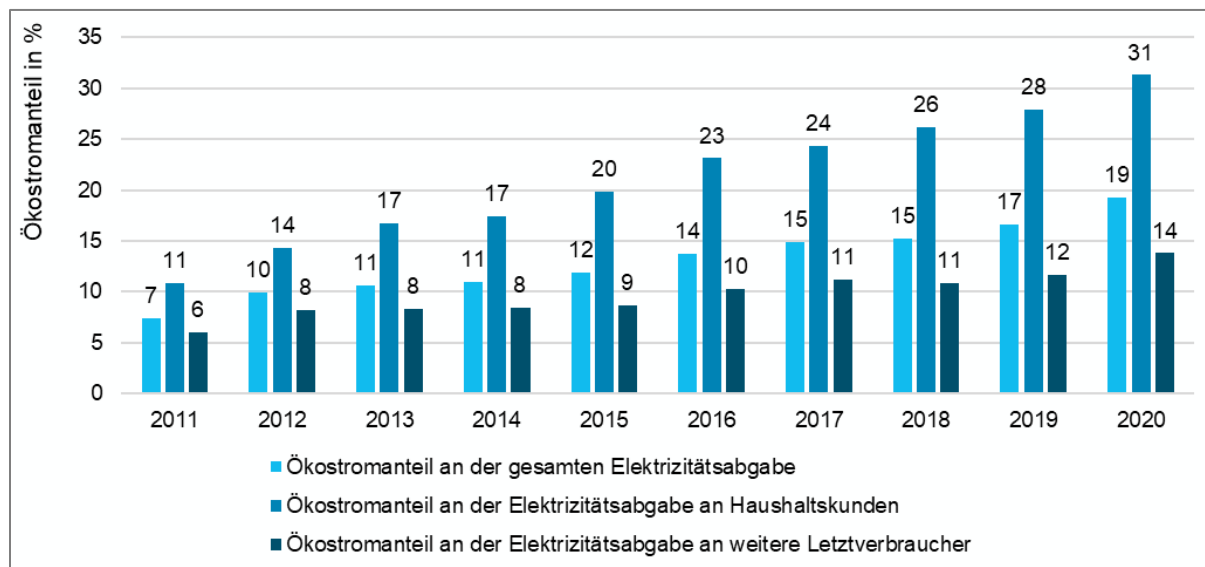
Marktteilnahme mit HKN von wenigen MWh im Jahr wenig lohnenswert machen (auch wenn sich neue Rollen für Aggregatoren herausbilden könnten). Mit ca. 41 TWh an jährlichen EE-Strommengen in im Zeitraum von 2020-2026 bliebe der Einfluss der Strommengen mit Einspeisevergütung auf den HKN-Markt in jedem Fall begrenzt, relevanter sind direktvermarktete EE-Strommengen im Marktprämienmodell.

Eine Anhebung der EE-Ausbauziele durch die 2022er EEG-Novelle führt zu einem Anstieg der zu erwartenden EE-Strommengen aus geförderten Anlagen, was auch die Zahl der potenziell verfügbaren HKN erhöhen würde. Allerdings **ist absehbar, dass sich auch die Nachfrage nach HKN – und insbesondere inländischen HKN – weiter erhöhen wird**. 2020 hatten Grünstromprodukte bereits einen Marktanteil von 31 % der an Haushaltskund:innen gelieferten Elektrizitätsmengen, bei weiteren Letztverbrauchenden (wie Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, öffentliche Hand) waren es 14 % (siehe Abb. 6).

Gerade auf Unternehmen steigt jedoch der **Druck zur Umsetzung von Klimaneutralitätsstrategien**, was bei einem Netzbezug von Strom einen nachweisbaren Bezug von Grünstrom einschließt. Neben Grünstromanteilen ist im Zuge der Dekarbonisierung von Wärme-/Kälte-, Verkehrs- und Industriesektoren zudem ein **deutlicher Anstieg der Stromnachfrage insgesamt** zu erwarten: In Szenarioberechnungen für ein Klimaneutrales Deutschland 2045 gehen beispielsweise Prognos et al. (2021) von einem Anstieg des Bruttostromverbrauchs von 595 TWh in 2018 bis zu 643 TWh 2030 und 1017 TWh 2045 aus (u. a. durch die Elektrifizierung von Industrieprozessen, den Ausbau von E-Mobilität, der Produktion von Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen, den Ausbau von Wärmepumpen und Power-to-Heat im Allgemeinen, sowie fortschreitende Digitalisierung).

Eine Ausweitung des HKN-Angebots durch eine HKN-Ausstellung für geförderte EEG-Anlagen ist daher im Kontext einer zu erwartenden Ausweitung der Nachfrage nach HKN in Deutschland wie auch im europäischen Markt zu beurteilen.

Abbildung 6: Anteil von Ökostrom an der Elektrizitätsabgabe an Letztverbraucher:innen in Deutschland (in Prozent)



Grafik: Hamburg Institut, auf Basis der Daten von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt, Monitoring-berichte 2010-2021.

Basis: Lieferantenbefragung der Bundesnetzagentur und des Bundeskartellamts. Die Berechnung der Ökostromanteile basiert auf Angaben befragter Lieferant:innen zur in gesonderten Ökostromtarifen vermarkteten Strommenge (2020: 73,4 TWh) sowie zur gesamten an Letztverbraucher:innen abgegebenen Strommenge (2020: 380,9 TWh). 2020 gaben befragte Lieferant:innen 37,2 TWh Ökostrom an Haushaltskund:innen ab (gesamt: 118,8 TWh), 36,3 TWh an weitere Letztverbraucher:innen (gesamt: 262,2 TWh).

4.2.2 Ausgestaltung von HKN-Auktionen in EU-Mitgliedsstaaten

Wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, ließe sich bei einer Auktionierung sämtlicher HKN für EEG-geförderte Anlagen potenziell die größte Auswirkung auf den europäischen HKN-Markt erwarten, die jedoch über das Auktionsdesign gesteuert werden kann. Darüber hinaus könnten über eine staatliche HKN-Auktionierung Einnahmen generiert werden, die zur teilweisen Refinanzierung von Förderkosten verwendet werden könnten (eine Reduktion von Förderkosten ergibt sich auch bei einer optionalen HKN-Ausstellung an Anlagenbetreibende, durch die Einpreisung erwarteter Erlöse in Ausschreibungsgeboten bzw. Förderungsreduktionen für Bestandsanlagen). Da sich verschiedene Länder, die in der Vergangenheit keine HKN für geförderte Anlagen ausgestellt haben, für Auktionen entschieden haben, sollen zentrale Ausgestaltungsoptionen hier näher vorgestellt werden.

Bis 2019 stellten auch Frankreich, Kroatien, die Slowakei und Portugal keine HKN für geförderte Anlagen aus (David und Feng 2019, S. 9 ff.). Ähnlich wie bereits Italien und Luxemburg zuvor führten diese Länder in den Folgejahren jedoch Auktionen für HKN aus geförderten Anlagen ein (siehe EEX 2022; HROTE 2022; OKTE 2022a). In Portugal werden dabei nach einem Neustart des HKN-Systems erst seit 2020 wieder HKN ausgestellt. EE-Anlagenbetreibende, deren Stromerzeugung mit Preis- oder Investitionsanreizen gefördert wird, müssen

HKN der zuständigen Behörde übergeben (REN 2020). HKN für geförderte EE-Strommengen machen dabei über 70 % der HKN-Ausstellung in Portugal aus und werden im Zuge von Auktionen vermarktet (AIB 2021b; OMIP 2022). Im Juni 2022 fand auch in Ungarn die erste Auktion von HKN aus geförderten Anlagen auf der ungarischen Strombörse statt, in der zweiten Jahreshälfte soll ein genereller HKN-Handel ermöglicht werden (AIB 2021c; HUPX 2022a). Im Rahmen der ersten Auktion wurden jedoch bisher nur Nicht-EECS-HKN veräußert, dies soll sich jedoch für die nächsten Auktionen ändern (HUPX 2022a).

Im Folgenden wird ein knapper Überblick über zentrale Charakteristiken der HKN-Auktionen in verschiedenen Ländern gegeben. Dabei lassen sich Gemeinsamkeiten, aber auch deutliche Unterschiede im Auktionsdesign identifizieren. **Erlöse aus den Auktionen für HKN aus geförderten Anlagen werden i. d. R. genutzt, um die Förderkosten zu senken**, fließen also zurück in die Fördermittel für EE-Anlagen (z.B. REN 2020; HROTE 2022; ILR 2022a; Artikel 4, Kapitel 2, RGD 31/03/2010 – A59²¹).

Die Auktionen von HKN aus geförderten Anlagen werden in Luxemburg, Frankreich und der Slowakei von der Stelle durchgeführt, die auch für das nationale HKN-Register zuständig ist (EEX 2022; ILR 2022a; OKTE 2022a). In Kroatien, Italien, Portugal und Ungarn wiederum liegen die Verantwortung für das Betreiben des HKN-Registers und das Bereitstellen der Auktionsplattform sowie die Auktionsabwicklung für HKN-Auktionen bei unterschiedlichen Stellen. Hier werden die Auktionen meist durch die nationalen Strombörsen betreut (OMIP 2022; CROPEX 2022a; Artikel 3.4, GSE 2013; HUPX 2022a). HKN-Auktionen finden je nach Land monatlich (Frankreich & Ungarn) über quartalsweise (Luxemburg, Slowakei) bis hin zu 5-7 mal jährlich (Italien, Kroatien) statt (EEX 2022; HUPX 2022a; Artikel. 3.4, GSE 2013; CROPEX 2022b; OKTE 2022b; ILR 2022a). In Portugal finden aktuell 5 Auktionen pro Jahr statt, es ist jedoch kurzfristig das Ziel, monatliche Auktionen anbieten zu können (OMIP 2022 & 2021a). Auch in Ungarn wird das Ziel verfolgt möglichst monatlich HKN-Auktionen anbieten zu können (HUPX 2022d).

An den Auktionen können in den betrachteten Systemen **alle Mitglieder des jeweiligen nationalen HKN-Registers** teilnehmen. Voraussetzung ist hierbei zudem meist die Unterzeichnung eines Agreements mit der entsprechenden Auktionsplattform sowie das Befolgen der Auktionsregelungen und der zugehörigen Handelsvereinbarungen. Meist wird zudem eine finanzielle Garantie verlangt, die Ausgestaltungen sind hier unterschiedlich (z.B. EEX 2020; Artikel 1.4, GSE 2013; OMIP 2022; Artikel 8.6, Nummer 5, OKTE 2021). Kroatien, Luxemburg und Ungarn öffnen die Auktionen von HKN aus geförderten Anlagen sogar für **alle Mitglieder der an den AIB-Hub angeschlossenen HKN-Register** (CROPEX 2022a; ILR 2022b; HUPX 2022a).

²¹ Règlement grand-ducal du 31 mars 2010 relatif au mécanisme de compensation dans le cadre de l'organisation du marché de l'électricité. - Mémorial A n° 59 de 2010, p. 1023 – Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (<https://legilux.pu-blic.lu/eli/etat/leg/rqd/2010/03/31/n2/jo>).

Je nach Land werden **die über Auktionen zu vermarktenden HKN nach unterschiedlichen Qualitätsmerkmalen differenziert**. Während in den meisten Ländern nur nach Produktionszeitraum sowie Technologie unterschieden wird, so wird in Frankreich bspw. zusätzlich nach Region unterschieden (EEX 2022). In Kroatien werden die verschiedenen HKN-Auktionen nach Alt- und Neuanlagen differenziert und diese Anlagen namentlich gelistet (CROPEX 2022b). In Luxemburg wird im Rahmen der Auktion von HKN aus geförderten Anlagen zwar nicht nach Alt- und Neuanlagen differenziert, es wird jedoch pro Technologiegruppe Auskunft über die jeweilig inkludierten Anlagen sowie den Zeitpunkt der Inbetriebnahme und der Anlagenkapazitäten gegeben (ILR 2022c).

Informationen bzgl. der unterschiedlichen Qualitätsmerkmale sowie ein **Mindestauktionspreis, der i. d. R. so gewählt wird, dass er die im Rahmen der Auktion entstehenden Kosten deckt** (z. B. Artikel R314-69-5, Buch III, Titel I, Kap. 4, Abschnitt 2, Unterabschnitt 6, Code de l'énergie²²), werden vor den jeweiligen HKN-Auktionen veröffentlicht. Die Mindestpreise für HKN-Auktionen variieren stark je nach Auktionsland. In Frankreich und Portugal liegt der Mindestpreis für die Auktionen im Jahr 2022 bisher bei 0,15 € (EEX 2022; OMIP 2022). In Kroatien hingegen zwischen 0,60 € und 1 €, je nach HKN-Qualität (CROPEX 2022b). Der Mindestpreis für HKN aus geförderten Anlagen im Jahr 2022 liegt in der Slowakei zwischen 0,35 € und 0,75 € (OKTE, 2022b). In Ungarn liegen die Mindestpreise im Jahr 2022 zwischen 0,22 € und 0,32 € (HUPX 2022c). Für Luxemburg und Italien lassen sich hierzu für nicht registrierte Nutzer:innen keine Informationen finden.

Die **Zuteilung der HKN aus geförderten Anlagen erfolgt in allen Ländern auf Grundlage der gebotenen Preise in absteigender Reihenfolge**. Die HKN werden zu den gebotenen Preisen (Pay-as-bid) zugeteilt (IRL 2022b; EEX2020; Artikel 3.4, GSE 2013; Artikel 8.6, Nummer 14 c, OKTE 2021). In Ungarn erhalten zusätzlich nur die höchsten Gebote HKN aus Neuanlagen (HUPX 2022d). Ausnahme sind hier Portugal und Kroatien. In Kroatien erfolgt die Zuteilung zwar ähnlich, es wird jedoch der Grenzkostenpreis ermittelt, zu welchem die finale Zuteilung schließlich erfolgt (CROPEX 2019). In Portugal hingegen werden die HKN-Mengen zwar letztendlich auch zu einem Grenzkostenpreis zugeteilt, dies geschieht jedoch erst nach mehreren Auktionsrunden, die mit unterschiedlichen Eintrittspreisen starten (OMIP 2021b). Tabelle 3 zeigt Auktionsergebnisse verschiedener Auktionen im Jahr 2022.

²² Code de l'énergie : LIVRE III, TITRE IER, Chapitre IV : Les dispositions particulières à l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables (Articles L314-1 A à L314-35), Version vom 25. August 2021 – République Française (https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000036783207).

Tabelle 3: Beispiele für Auktionsergebnisse für Strom-HKN aus staatlich geförderten Erneuerbare-Energien-Anlagen (Auktionsrunden 1. Jahreshälfte 2022)

HKN-Auktion	Auktionsergebnis nach Erneuerbare-Energien-Technologie			
	Wasser	Solar	Wind	Andere
Frankreich (EEX 2022), März 2022; Preisangaben: gewichteter Durchschnittspreis	1,90 €/MWh	1,92 €/MWh	1,89 €/MWh	Thermisch: 1,81 €/MWh
Italien (GME 2022), Juni 2022; Preisangaben: gewichteter Durchschnittspreis für versch. Produktionsmonate 2022	1,90 – 2,07 €/MWh	1,75 – 2,47 €/MWh	1,72 – 2,08 €/MWh	Andere: 1,70 – 2,16 €/MWh
Luxemburg (ILR 2022a), April 2022; Preisangaben: gewichteter Durchschnittspreis	-	2,26 €/MWh	1,68 €/MWh	Feste Biomasse: 1,72 €/MWh
Portugal (OMIP 2022), Mai 2022; Preisangaben: Grenzpreis für Produktionsmonate Januar & Februar 2022	1,8 €/MWh	1,95 €/MWh	1,76 €/MWh	Thermisch: 1,74 €/MWh
Kroatien (CROPEX 2022c), April 2022; Preisangaben: Grenzpreis für Produktionsmonate Februar/ März 2022	-	-	Inbetriebnahme 2010-2014: 1,66 €/MWh Inbetriebnahme 2015-2020: 1,69 €/MWh	Biomasse < 5 MW: 2,58 €/MWh
Slowakei (OKTE 2022b), Mai 2022; Preisangaben: gewichteter Durchschnittspreis	1,16 €/MWh	1,16 €/MWh	-	-
Ungarn (HUPX 2022b), Juni 2022; Preisangaben: gewichteter Durchschnittspreis für Produktionsmonate Q4 2021	-	0,40 €/MWh	0,40 €/MWh	-

Quelle: Eigene Darstellung Hamburg Institut.

Bemerkung: Die Vergleichbarkeit von Ergebnissen wird durch Unterschiede im Auktionsdesign begrenzt (z. B. Mindestpreise, Differenzierung nach Technologien, Regionen, Produktionszeiträumen, Anlagenkapazitäten oder -alter), sowie durch die unterschiedliche Höhe von Angebots- und Nachfragevolumen sowie Anbieter- und Bieterzahlen.

Sofern sich hierzu Informationen finden, dürfen Strom-HKN, die aus geförderten Anlagen stammen, welche zur sicheren Vermarktung der eigenen Strommengen ein PPA eingegangen sind, diesen Anlagen ebenfalls nicht direkt ausgestellt werden (z.B. Artikel 9, Nummer 6,

Decreto-Lei n.º39/2013²³). **Das bedeutet, dass HKN im Rahmen von PPA mit geförderten Anlagen nicht übertragen werden können.** Dies ist jedoch eine wichtige Voraussetzung zur Nachweisführung erneuerbaren Stroms, die nicht nur für Energieversorger:innen, sondern auch für Industriekund:innen von immer größerer Bedeutung ist. Auch im Entwurf der RED III wird gemäß Artikel 15 Absatz 8 vorgeschlagen, dass eine Übertragung von HKN im Rahmen von PPA möglich sein muss. Dies würde HKN für PPAs die mit geförderten Anlagen geschlossen wurden ebenso betreffen.

In Frankreich wird im Rahmen der HKN-Gesetzgebung auf diese Herausforderungen eingegangen. **Anlagenbetreibende können hier die HKN, welche zu ihrer Anlage gehören zurückzuerwerben**, um diese bspw. im Rahmen eines PPAs gemeinsam mit den gelieferten Strommengen zu vermarkten. Sie haben also ein Vorkaufsrecht auf eigene HKN (L314-14, Buch 3, Titel I, Kap. 4, Abschnitt 2, Code de l'énergie²⁴).

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Gemeinden, eine Gruppe von Gemeinden oder Metro-
polen nach Artikel L314-14, Buch 3, Titel I, Kap. 4, Abschnitt 2, Code de l'énergie ebenfalls ein Vorkaufsrecht für HKN aus geförderten Anlagen in ihrem Hoheitsgebiet besitzen. **HKN aus geförderten Anlagen im Hoheitsgebiet einer Gemeinde können teilweise oder auch ganz kostenlos in Anspruch genommen werden** und sollen es den Gemeinden ermöglichen die erneuerbaren sowie lokalen Eigenschaften ihres Stromverbrauches nachzuweisen. Von Gemeinden in Anspruch genommene HKN dürfen ausschließlich zur Kennzeichnung des eigenen Stromverbrauches verwendet und nicht veräußert werden (L314-14, Buch 3, Titel I, Kap. 4, Abschnitt 2, Code de l'énergie), können somit dennoch einen Einfluss auf die Akzeptanzförderung in der Region haben.

Im Rahmen der im Entwurf der RED III (2021) vorgeschlagenen Änderungen bzgl. der Ausstellung von HKN für geförderte Anlagen, die ein Aus für das deutsche Doppelvermarktungsverbot bedeuten würden, stellt das **Durchführen von HKN-Auktionen eine mögliche Option zur Anpassung des deutschen HKN-Systems dar**. Tabelle 4 fasst zentrale Aspekte und Fragestellungen zusammen, die es dabei hinsichtlich des Auktionsdesigns zu bedenken gäbe:

²³ Decreto-Lei n.º39/2013, de 18 de marco Procede à primeira alteração ao [Decreto-Lei n.º141/2010](#) de 31 de dezembro, que estabelece as metas nacionais de utilização de energia renovável no consumo final e transpõe parcialmente a Diretiva n.º 2009/28/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de abril – República Eletrónico (<https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/39-2013-259898>).

²⁴ Code de l'énergie : LIVRE III, TITRE IER, Chapitre IV : Les dispositions particulières à l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables (Articles L314-1 A à L314-35), Version vom 25. August 2021 – République Française (https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000023983208/LEGISCTA000023986396/#LEGISCTA000023986396).

Tabelle 4: Zentrale Aspekte des Auktionsdesigns für Auktionen von HKN aus geförderten Anlagen

Aspekt des Auktionsdesigns	Zentrale Fragestellungen
Verantwortlichkeiten & Aufgabenteilung	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Stelle ist für die Durchführung der Auktionen verantwortlich? • Wie und über welche Stelle wird die Auktionsplattform zur Verfügung gestellt? • Welche Stelle ist für die physische Abwicklung einer Auktion zuständig? • Welche Stelle befasst sich mit der finanziellen Abwicklung und Rechnungsstellung über die Einnahmen aus der Auktion?
Auktionsfrequenz	<ul style="list-style-type: none"> • Wie häufig sollen Auktionen stattfinden? Vierteljährlich oder sogar monatlich?
Teilnahmeberechtigung	<ul style="list-style-type: none"> • Wie werden Kriterien, die zur Teilnahme an einer Auktion berechtigen, gesetzt? • Sollte sich der Teilnahmekreis bspw. nur auf Mitglieder des HKN-Registers beschränken oder sollten auch Mitglieder anderer im AIB-Hub integrierter Register teilnahmeberechtigt sein?
Teilnahmebedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Welche zusätzlichen Teilnahmebedingungen müssen festgelegt werden? • Teilnahmebedingungen könnten sich bspw. auf das Unterzeichnen entsprechender Vereinbarungen mit den Auktionsplattformen, Einreichen zentraler Dokumente, Durchführung eines Clearing-Verfahrens, Einlage finanzieller Garantien oder Fristen zur zeitigen Anmeldung auf der Auktionsplattform vor einer Auktion beziehen.
Differenzierung des HKN-Angebotes	<ul style="list-style-type: none"> • Nach welchen Qualitätsmerkmalen werden im Rahmen einer Auktion angebotene HKN differenziert? • Ist eine Differenzierung nach Technologie und Produktionszeitraum ausreichend? • Könnte eine Differenzierung nach weiteren Qualitätsmerkmalen wie bspw. Neu- oder Altanlagen, Anlagenkapazität, Standort etc. positive Auswirkungen auf das Marktgeschehen haben? Welche Auswirkungen könnte dies auf den Zubau von EE-Anlagen haben?
Mindestpreis	<ul style="list-style-type: none"> • Wie hoch sollte ein Mindestauktionspreis gewählt werden? • Welche Regelungen zur Ermittlung des Mindestpreises werden gesetzt?
Zuschlagserteilung	<ul style="list-style-type: none"> • Nach welchem Ranking werden Zuschläge für die verschiedenen Gebote erteilt? • Welche Zusatzkriterien werden zum Ranking zunächst gleichwertiger Gebote gesetzt? • Wird ein Zuschlag direkt nach Auswertung der eingegangenen Gebote erteilt oder soll es mehrere Auktionsrunden vor Zuschlagserteilung geben?
Auktionspreis	<ul style="list-style-type: none"> • Zu welchen Preisen werden Zuschläge innerhalb einer Auktion erteilt? • Wird ein pay-as-bid Verfahren eingeführt oder richtet sich der Auktionspreis nach dem jeweils ermittelten Grenzkostenpreis innerhalb einer Auktion?

Auktionserlöse	<ul style="list-style-type: none"> • Wie wird der Erlös aus Auktionen genutzt, um die Förderkosten zu senken? • Welche Anpassungen müssten innerhalb der aktuellen Regulatorik diesbezüglich angestoßen werden?
Vorkaufsrechte	<ul style="list-style-type: none"> • Werden EE-Anlagenbetreibenden Vorkaufsrechte auf eigene HKN gewährt, um diese bspw. im Rahmen von PPA zusammen mit der physischen Strommenge zu veräußern? • Wie würde ein solches Vorkaufsrecht ausgestaltet?
Möglichkeiten der Akzeptanzförderung	<ul style="list-style-type: none"> • Sollten Gemeinden im Rahmen der Akzeptanzförderung HKN aus EE-Anlagen im eigenen Hoheitsgebiet bevorzugt anfordern können? • Wie würde ein solcher Mechanismus ausgestaltet? Sollten HKN aus EE-Anlagen im Hoheitsgebiet einer Gemeinde bspw. ganz oder teilweise kostenlos an diese übergehen? Dürfen diese HKN auch anderweitig als nur zur Kennzeichnung des Stromverbrauchs der entsprechenden Gemeinde genutzt werden?

Quelle: Eigene Darstellung Hamburg Institut.

4.2.3 HKN für geförderte EEG-Anlagen als Beitrag zur Energiewende?

In der Diskussion um den **Energiewendenutzen von Grünstrom** spielt oftmals das **Kriterium der Zusätzlichkeit** eine besondere Rolle (siehe GO4I-Bericht G3, Werner 2022; Abschnitt 4.1). Hiermit ist die Frage verbunden, ob die Nachfrage nach Grünstrom dazu beiträgt, dass der EE-Ausbau über den gesetzlichen Förderrahmen hinaus gefördert und beschleunigt wird. Dabei wird die Hypothese aufgestellt, dass ein Grünstrommix mit einem möglichst hohen Anteil neuer, nicht geförderter Anlagen einen besonders förderlichen Nutzen für die Energiewende habe.

Inwiefern die Vermarktung von HKN für Anlagenbetreibende einen relevanten Erlösbestandteil darstellt, wird zunächst von HKN-Preisen bestimmt. In der Regel machen HKN-Erlöse nur wenige Prozentpunkte des Gesamterlöses von Anlagen aus, die zudem aufgrund von Preisschwankungen auf HKN-Märkten schwer planbar sind (Güldenbergh et al. 2019; Hulshof et al. 2019). Im Strombereich gelten HKN-Erlöse daher bislang nicht als messbarer Treiber für Investitionsentscheidungen. Strom-HKN-Preise 2022 bewegen sich zwar auf einem deutlich höheren Niveau als noch 2021 – Preisindizes für HKN aus Wasser-, Wind- und Solarenergie stiegen im ersten Halbjahr 2022 zeitweise auf über 2 €/MWh (Greenfact 2022; Commerg 2022) – dies ist aber in Relation zu durchschnittlichen, monatlichen Börsenstrompreisen oberhalb von 100 oder sogar 200 € pro MWh zu sehen (Statista 2022). Falls sich Preise für Strom-HKN zukünftig auf einem hohen Preisniveau stabilisieren, könnte sich eine stärkere, marktgetriebene Anreizwirkung ergeben. Hierbei könnte sich auch ein steigendes Interesse an Strom aus ungeforderten Anlagen, die **rein nachfragebasiert über langjährige Abnahmeverträge (PPA) refinanziert** werden, als wirksam erweisen. HKN aus Green PPA werden dabei i. d. R. an die jeweiligen Vertragspartner:innen übertragen und werden so nicht am

HKN-Markt gehandelt (es sei denn, beim Weiterverkauf nicht benötigter HKN). Der Wert entsprechender HKN wird vielmehr in den PPA-Vertragskonditionen berücksichtigt.

Bei geförderten Anlagen kann sich eine mögliche Zubau-fördernde Wirkung der Grünstromnachfrage nur indirekt ergeben: Die Investitionsentscheidung wird hier in erster Linie durch die Förderung (bei Anlagen in der Einspeisevergütung) bzw. die Kombination von Förderung und Markterlösen (bei Anlagen im Marktprämienmodell) bestimmt. **HKN-Erlöse können jedoch den Förderbedarf von Anlagen senken**, und so ggf. dazu führen, dass mit einem gegebenen Fördervolumen insgesamt ein größerer EE-Ausbau realisiert werden kann. Insbesondere bei **Neuanlagen**, die an Ausschreibungen teilnehmen, wäre von einer Einpreisung erwarteter Erlöse in Gebote auf den anzulegenden Wert der Marktprämie auszugehen. Allerdings reduzieren sich bei Mengenausschreibungen, wie sie aktuell im EEG etabliert sind, bei einem niedrigeren Förderbedarf pro Anlage zwar die Förderkosten, die Menge der pro Ausschreibungsrunde bezuschlagten Kapazitäten bleibt jedoch fix. Bei Budgetausschreibungen würden hingegen niedrigere Gebote zu einer Ausweitung der realisierten Kapazität führen. Allerdings entsteht größere Unsicherheit hinsichtlich des Mengenpfads des EE-Ausbaus.

Falls für **Bestandsanlagen** im Gegenzug zu einer Förderreduktion HKN ausgestellt werden, führt dies ebenfalls zu einer Senkung von Förderkosten. Bei Auktionen von HKN aus staatlich geförderten Anlagen können Auktionserlöse eingesetzt werden, um einen Teil der Förderkosten zu refinanzieren. Bei Bestandsanlagen ergibt sich aus HKN-Erlösen zwar keine Relevanz für die Investitionsentscheidung – indirekt kann sich bei einer haushaltsfinanzierten Förderung aber auch hier ein Energiewendenutzen ergeben. Dies ist der Fall, wenn durch eine Senkung der Förderkosten Ausweitungen des EEG-Ausbaupfades politisch an Akzeptanz gewinnen, oder wenn bei der EEG-Förderung eingesparte Mittel in anderen Sektoren für die Energiewende eingesetzt werden. Voraussetzung ist auch hier, dass sich für HKN aus geförderten Anlagen ein hinreichend relevantes Preisniveau etabliert. Von Interesse ist dabei, dass sich in der ersten Jahreshälfte 2022 auch in Auktionen für HKN aus geförderten Anlagen Preise von über 2 €/MWh herausbildeten (bei regionalen und zeitlichen Unterschieden, siehe Tab. 3 in 4.2.2).

Hinsichtlich einer direkten Zusätzlichkeitswirkung der Grünstromnachfrage erweist sich die im EEG 2023 eingeführte Änderung hochrelevant, wonach künftig auch ungeförderte, rein marktfinanziert realisierte Anlagenkapazitäten von Ausschreibungsmengen für Windenergie- und PV-Anlagen abgezogen werden (§§ 28, 28a, 28b EEG 2023; siehe Müller et al. 2022; BT-Drucksache 20/2580).²⁵ In diesem Fall haben auch Erlöse für HKN aus ungeförderten Neuanlagen keine Zusätzlichkeitswirkung mehr, wenn im Gegenzug weniger geförderte Anlagen realisiert werden.

²⁵ BT-Drucksache 20/2580 (neu) vom 05.07.2022, Beschlussempfehlung des Ausschusses für Klimaschutz und Energie (25. Ausschuss) zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – Drucksachen 20/1630, 20/1979, 20/2137 Nr. 7 – und zu dem Antrag der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/2345.

Neben der Diskussion um eine direkte oder indirekte Zusätzlichkeit in Bezug auf den EE-Ausbau empfiehlt es sich daher, HKN primär in Bezug auf ihre Kernfunktion der Verbraucherinformation zu beurteilen: Sie ermöglichen es, im liberalisierten Strommarkt bei einem Strombezug über Netze die Eigenschaften der erzeugten Energie eindeutig Verbrauchenden zuzuordnen und Mehrfachvermarktung auszuschließen (siehe GO4I-Bericht G2, Styles et al. 2021a). **Würden EE-Mengen in der Stromkennzeichnung exklusiv über HKN-Entwertung und Restenergiemixverwendung bei nichtrückverfolgten Handelsangeboten ausgewiesen, könnte dies die Verbraucherinformationsfunktion von HKN stärken.** Entfielen die Ausweisung des EEG-Anteils in der Produktkennzeichnung, würde sich für Verbraucher:innen ein deutlicheres Bild abzeichnen, inwiefern für ihre angebotenen Produkte aktiv Grünstromeigenschaften beschafft wurden. Eine größere Transparenz hinsichtlich der Beschaffungsentscheidungen von Unternehmen ergibt sich bereits durch den Wegfall des EEG-Anteils in der Kennzeichnung des Gesamtenergieträgermixes. Es bleibt empirisch zu untersuchen, wie Verbraucher:innen die Differenzierung von Informationsangaben in Gesamtenergieträgermix- und Produktkennzeichnung beurteilen.

Gegen eine Stärkung der Verbraucherinformationsfunktion durch Verzicht auf Ausweisung des EEG-Anteils ist die mögliche Auswirkung auf die Energiewendeakzeptanz abzuwägen. In der Gesetzesbegründung zur Anpassung der Stromkennzeichnungsregeln an den Wegfall der EEG-Umlage wird die Ausweisung des EEG-Anteils im Produktmix u. a. dadurch begründet, dass die Bedeutung und Wirksamkeit der EEG-Förderung für Letztverbraucher:innen transparent gemacht werden soll. Zu beachten ist dabei auch, dass insbesondere der bis 2021 erreichte EEG-Stromanteil finanziell von EEG-Umlagezahler:innen ermöglicht wurde. Mit Wegfall der EEG-Umlage tragen Letztverbraucher:innen weiterhin als Steuerzahler:innen zur Haushaltsfinanzierung bei, auch wenn sich hieraus ein weniger direkter Anspruch auf eine Zuteilung entsprechender EE-Eigenschaften ergibt. Die Ableitung eines Anspruchs auf EE-Eigenschaften als Gegenleistung zu Umlage- oder Steuerzahlungen kann allerdings auch kritisch hinterfragt werden. **Der EEG-Gesetzesentwurf von 2000 begründete die Umlagefinanzierung mit dem Verursacherprinzip:** Stromlieferant:innen (und im Zuge der Kostenumwälzung Verbraucher:innen, die Strom aus öffentlichen Netzen beziehen), sollten durch die Preisregelung in die **Verantwortung für die ökologischen Folgekosten der konventionellen Stromerzeugung** genommen werden (BT-Drucksache 14/2776, S. 20).²⁶ Nutzenwirkungen für die Allgemeinheit der Stromverbraucher:innen ergeben sich zudem durch die erzielten Kostendegressionen bei EE-Stromerzeugungstechnologien sowie, bei erfolgreicher Umsetzung der Energiewende, vermiedenen Klimawandelschäden.

²⁶ BT-Drucksache 14/2776, v. 23.2.2000. Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Wirtschaft und Technologie (9. Ausschuss) zu dem Gesetzesentwurf der Fraktionen SPD und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 14/2341 – Entwurf eines Gesetzes zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) sowie zur Änderung des Mineralölsteuergesetzes.

Darüber hinaus könnte auch die Möglichkeit, vermehrt aktiv Grünstrom aus inländischen Anlagen zu beziehen, die Akzeptanz für die Energiewende steigern. So stellt für Grünstromkund:innen der Wunsch, einen Beitrag zur Energiewende im Inland zu leisten, eine wichtige Motivation dar (siehe Schudak und Wallbott 2019). Diesem Wunsch kann derzeit durch die im Vergleich zur Nachfrage geringe HKN-Ausstellung für Anlagen in Deutschland nur bedingt entsprochen werden. Eine relevante Änderung könnte sich durch eine weitere, ebenfalls im Zuge des Osterpakets eingeführte Anpassung der Stromkennzeichnungsregeln ergeben: Für den Anteil der erneuerbaren Energien mit HKN (nicht gefördert nach dem EEG) soll **künftig der Herkunftsstaat, in dem der EE-Strom erzeugt wurde, mit in der Stromkennzeichnung angegeben** werden. Dies könnte die Nachfrage nach HKN aus ungeförder-ten Anlagen in Deutschland verstärken – angesichts der aktuellen und in den nächsten Jahren anhaltenden Knappheit entsprechender Stromerzeugungsmengen (siehe Abb. 5) könnten sich entsprechende Grünstromprodukte allerdings zu einem höherpreisigen Premiumprodukt entwickeln. Der Bezug von HKN aus geförderten inländischen Anlagen könnte insbesondere für Privatkund:innen hingegen eine attraktive Option darstellen.

Dabei ist zu beachten, dass der **Bezug eines Grünstromprodukts bei steigenden CO₂-Preisen und Beschaffungskosten für fossile Brennstoffe nicht notwendigerweise mit höheren Preisen verbunden sein muss als ein konventionelles Produkt.** Strom, der über die Börse beschafft wird, ist als „Graustrom“ zwar eigenschaftslos und nicht hinsichtlich der Herkunft preisdifferenziert – preissetzend ist das Grenzkraftwerk, dessen Gebot als letztes zum Einsatz kommt, um die Nachfrage zu decken – die Preisstruktur von Anbieter:innen wird aber auch u. a. durch eigene Erzeugungsparks und den Abschluss von Utility PPAs (Stromlieferkontrakt zwischen Stromerzeuger:innen und Stromversorgungsunternehmen) beeinflusst (für einen Überblick zu verschiedenen Strombeschaffungsoptionen siehe Lenz et al. 2019). PPAs können dabei auch mit EEG-Anlagen in der geförderten Direktvermarktung geschlossen werden – eine Ausstellung von HKN für diese Anlagen würde dabei auch eine Übertragung von Grünstromeigenschaften an Vertragspartner:innen ermöglichen. **Ein Fokus auf HKN zur Ausweisung von EE-Anteilen in der Produktkennzeichnung könnte die Transparenz des Anbieterwettbewerbs stärken**, da sowohl Preis als auch Eigenschaften der vertraglichen Stromlieferungen unmittelbar durch aktive Beschaffungsentscheidungen von EVU geprägt würden.

Bei **steigenden EE-Anteilen am gesamten Energieerzeugungsmix in Deutschland** könnte ein Fokus auf HKN zur Ausweisung von EE-Anteilen in der Stromkennzeichnung zudem den **Qualitätswettbewerb unter Stromlieferant:innen** stärken: So könnte als Teil der Stromkennzeichnung nicht nur das Herkunftsland von HKN sichtbar gemacht werden, sondern auch Informationen zur Herkunft aus geförderten und nicht-geförderten Anlagen, zur Art der erneuerbaren Energiequelle bzw. EE-Technologie oder z.B. auch zum Anteil von Anlagen unterhalb eines bestimmten Alters bereitgestellt werden (als qualitative Faktoren, die bereits heute die Preisbildung beeinflussen, siehe Güldenbergh et al. 2019). Regionalität oder ein verstärktes zeitliches Matching (z. B. monatlich oder stündlich) wären weitere Differenzierungsmerkmale (siehe 4.1). **Auch bei einem angestrebten EE-Anteil von 80 % am**

Bruttostromverbrauch 2030 könnten HKN so die Schaffung von Wahlmöglichkeiten für Verbraucher:innen bei Strombezugsentscheidungen unterstützen. Bei steigendem EE-Anteil am Erzeugungsmix ist dabei auch der Verbleib der Eigenschaften fossiler Energieerzeugung von steigendem Interesse: Hier könnten Vollkennzeichnungsmodelle mit HKN-Ausstellung und -Entwertung auch für nicht-erneuerbare Energieträger eine erhöhte Transparenz schaffen (z. B. RECS 2020). Die Möglichkeit, Restenergiemixeigenschaften für die Kennzeichnung nicht rückverfolgter Handelsangebote zu nutzen, würde hierbei entfallen.

Um den EEG-Finanzierungsbeitrag von Letztverbraucher:innen zu honorieren, könnten dabei Alternativen zur Ausweisung von EEG-Anteilen erprobt werden. Wenn in Spanien beispielsweise HKN aus geförderten Anlagen exportiert werden, müssen entsprechende Stromerzeuger:innen auf die Förderung verzichten.²⁷ So wird sichergestellt, dass die Eigenschaften geförderter Anlagen für die inländische Stromkennzeichnung zur Verfügung stehen (wobei entsprechende, „nationale HKN“ nicht als EECS-HKN gelten, siehe AIB 2022c). Ein weiterer, in der Ausgestaltung näher zu untersuchender Ansatz wäre das französische Modell, in dem Gemeinden auktionierte HKN aus geförderten Anlagen in ihrem Hoheitsgebiet teilweise oder auch ganz kostenlos in Anspruch nehmen können (siehe 4.2.2). Hier wäre von Interesse, ob sich hierdurch die regionale Akzeptanz für EE-Ausbau vor Ort erhöhen ließe. Auch eine Differenzierung der EE-Ausweisung nach Neu- und Bestandsanlagen kann geprüft werden: Für Bestandsanlagen mit EEG-Umlagefinanzierung könnte weiterhin eine Ausweisung des EEG-Anteils erfolgen, der mit zunehmendem Ausscheiden von Anlagen aus der Förderung abnehmen würde. Der Anteil der durch Beschaffungsentscheidungen geprägten Eigenschaftsausweisung würde zunehmen. Ein Vorteil einer HKN-Ausstellung nur für geförderte Neuanlagen läge dabei darin, dass ein möglicher Angebotschock auf dem HKN-Markt durch eine Ausweitung des HKN-Angebots aus geförderten deutschen Bestandsanlagen vermieden würde. Preisauswirkungen einer HKN-Ausstellung für geförderte Bestandsanlagen könnten allerdings auch durch die Ausgestaltung eines solchen Schrittes gesteuert werden (z. B. Mindestpreise in Auktionen bzw. Höhe von Förderreduktionen bei optionaler HKN-Ausstellung). Die Kombination von Informationen zu EEG-Anteilen und Anteilen von HKN aus geförderten und ungeforderten Anlagen würde zudem die Komplexität der Stromkennzeichnung erhöhen.

²⁷ Artikel 11.2 des Beschlusses ITC/1522/2007 vom 24. Mai 2007, Letzte Aktualisierung veröffentlicht am 22.05.2015: Orden ITC/1522/2007, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia. <https://www.boe.es/eli/es/o/2007/05/24/itc1522/con>.

4.3 Weiterentwicklungsoptionen für die operationelle Ausgestaltung des HKN-Registers

In diesem Abschnitt liegt der Fokus weniger auf der potenziellen Leistungsfähigkeit des HKN-Systems, sondern auf der operativen Ausgestaltung der Organisation und Verwaltung von HKN, des Registers und HKN-Transaktionen. Hierbei wird insbesondere auf Möglichkeiten der Digitalisierung für das HKN-System sowie die Einbindung neuer Akteur:innen eingegangen.

4.3.1 Digitalisierung und Automatisierung im Rahmen von Strom-HKN-Nachweisverfahren

Wie in Kapitel 2 dargestellt, wird die Verwaltung von HKN und den entsprechenden Transaktionen (Ausstellung, Entwertung, etc.) über ein zentrales, behördliches Register, das HKNR, organisiert. Mit der schnellen Entwicklung der Informationstechnologien werden auch im Energiebereich Diskussionen zu digitalen Lösungen geführt, die bestehende Strukturen potenziell ersetzen oder ergänzen könnten. Im Rahmen dessen wird auch über dezentralere Ansätze für die Organisation von EE-Nachweisen diskutiert, die die Einbindung kleinerer Akteur:innen, eine höhere Granularität und Zeitgleichheit ermöglichen. Insbesondere die Distributed-Ledger-Technologie, besser bekannt als Blockchain (BC)-Technologie, wird in diesem Kontext als mögliche Lösung aufgezeigt, bei der sämtliche Transaktionen direkt zwischen Teilnehmer:innen (d.h. Peer-to-Peer) stattfinden, wobei die Führung eines zentralen Registers bzw. eine übergeordnete Kontrollinstanz entfällt.²⁸ Die Frage ist allerdings, ob dies aus technischer und regulatorischer Sicht im Strom-HKN-Bereich möglich wäre.

Technisch gesehen handelt es sich bei BCs um Tabellenkalkulationen (Ledger), die auf verschiedenen Knotenpunkten (Computern) gehalten, repliziert und synchronisiert werden. Die BC besteht also aus mehreren Blöcken, die über eindeutige kryptographische Hashs miteinander verbunden sind (Chains). Jeder Block speichert eine Liste an Transaktionen. Die BC ist bei allen Teilnehmer:innen lokal gespeichert, was bedeutet, dass sie von vielen verschiedenen Parteien überprüft werden kann. Da sie auf verschiedene Computer verteilt ist, werden die Daten von allen Teilnehmer:innen geteilt und an mehr als einem Ort gespeichert. Durch diese Redundanz wird die BC unveränderlich (z.B. Wüst und Gervais 2017). Es bestehen verschiedene BC-Systeme, die sich im Umgang mit dem Zugang von Teilnehmer:innen und den Proof-Verfahren voneinander unterscheiden (siehe Tabelle 5).

²⁸ Eine Übersicht über verschiedene operative Ausgestaltungsmöglichkeiten von Nachweissystemen, insbesondere in Hinblick auf internationale Transfers, findet sich in Kapitel 4 im GO4I-Grundlagenbericht 4, Sakhel und Styles 2021.

Tabelle 5: Verschiedene Arten und Proof-Verfahren von Blockchain

Arten	
Permissionless	Der Zugang zur BC ist für alle offen
Permissioned – public	Der Zugang zur Bearbeitung ist eingeschränkt; Einsicht in die BC ist uneingeschränkt
Permissioned – private	Der Zugang zur Bearbeitung und Einsicht ist kontrolliert
Proof-Konzepte	
Proof of Work	Konsensmechanismus: Lösen eines mathematischen/kryptographischen Problems mit hohem Rechenaufwand
Proof of Stake	Konsensmechanismus, v.a. bei öffentlichen, frei zugänglichen BC: Zufallsauswahl mit verschiedenen hohen Einsätzen, je nach z.B. Teilnahmedauer
Proof of Authority	Konsensmechanismus, v.a. bei zugangsbeschränkten, privaten BC: Vorab Zuteilung des Validierungsrechtes
Zero-Knowledge-Proofs	Daten sind nicht in der BC gespeichert, sondern deren Eigenschaften. Über die Blockchain kann deren Richtigkeit verifiziert werden, ohne die Daten selbst preiszugeben. (z.B. Bestätigung der Volljährigkeit ohne Preisgabe des Geburtstags)
Smart Contracts	Automatisierte, dezentralisierte und redundante Ausführung von Transaktionen mit Hilfe einer BC

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Andoni et al. 2019, Bogensperger et al. 2021, Strüker et al. 2021a, Wüst und Gervais 2017.

Die BC-Technologie funktioniert ohne eine übergeordnete, zentrale Kontrollinstanz, da sie durch die Unveränderlichkeit und zuverlässige (redundante) Speicherung von Daten auf mehreren Servern gegenüber Manipulationen sehr resistent ist und durch hohe Prozess-transparenz (alle Blöcke von allen Teilnehmenden einsehbar) eine gute Kontrollmöglichkeit durch die Öffentlichkeit besteht (Andoni et al. 2019, Bogensperger et al. 2021, Strüker et al. 2021a, Wüst und Gervais 2017, Zeiselmaier et al. 2018). Zudem wird die automatisierte Durchführung von Transaktionen vereinfacht, was entsprechende Risiken und Komplexität reduziert (Strüker et al. 2021a, Andoni et al. 2019). Folglich ist die Technologie gut anwendbar für Transaktionen sich nicht vertrauender Parteien (Wüst und Gervais 2017, Andoni et al. 2019). Allerdings birgt die BC-Technologie auch einige Nachteile: So ist z.B. das Löschen personenbezogener Daten unmöglich (Bogensperger et al. 2021, Andoni et al. 2019) und

Korrekturen bei falschen Eingaben oder Transaktionen schwierig (Moody et al. 2020, Van Evercooren 2019). Zudem besteht insbesondere bei BCs ohne Zugangsbeschränkung und mit vielen Teilnehmer:innen ein hoher Speicher- und Energieaufwand durch die redundante Speicherung von Blöcken/Transaktionen (Bogensperger et al. 2021, Andoni et al. 2019, Moody et al. 2020). Anwendungen, die eine staatliche Kontrolle benötigen können in den meisten Fällen per se nicht über eine BC organisiert werden (Moody et al. 2020, RECS 2019, Van Evercooren 2019). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Anwendung der BC-Technologie in vielen Fällen nicht notwendig oder zu aufwändig ist, weil auf bereits bestehende Lösungen oder andere Lösungen zurückgegriffen werden kann, die mit geringerem Aufwand den gleichen Zweck erfüllen (Wüst und Gervais 2017, Bogensperger et al. 2021, Moody et al. 2020, Van Evercooren 2019). Dies gilt insbesondere dann, wenn eine Kontrollinstanz immer online sein kann bzw. muss oder/und alle Teilnehmer:innen sich untereinander vertrauen. Zentralisierte Lösungen sind in vielen Fällen vorzuziehen, da mehr Transaktionen zeitgleich möglich sind (Wüst und Gervais 2017) und die Effizienz bzw. Leistung aufgrund des hohen (Rechen-) Aufwands (z.B. durch die redundante Speicherung) in der BC oftmals geringer ist (Strücker et al. 2021a), weswegen z.B. Abwicklungen von Mikrotransaktionen über die BC nicht wirtschaftlich sind (Bogensperger et al. 2021).

Die Eigenschaften der BC-Technologie haben auch Auswirkungen auf deren Anwendbarkeit im HKN-Kontext. **Im aktuellen Rechtsrahmen kann das HKNR nicht durch die BC-Technologie substituiert werden, da eine übergeordnete Kontrollinstanz gefordert ist** (Moody et al. 2020) **und die Vermeidung der Doppelvermarktung der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft mit der BC nicht gewährleistet werden kann** (Bogensperger et al. 2021, Van Evercooren 2019). Zusätzlich wäre die technische Implementierung sehr aufwändig (Moody et al. 2020), die benötigte Energie zur Aufrechterhaltung des Systems nicht unerheblich (Andoni et al. 2019, Bogensperger et al. 2021, Moody et al. 2020) und die Effizienz bzw. Schnelligkeit der Transaktionen nicht zwingend verbessert (Bogensperger et al. 2021, Strücker et al. 2021a Wüst und Gervais 2017), wodurch das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Umstellung auf BC oder ähnlichen Technologien nicht vorteilhaft ist.

Nichtsdestotrotz können auch im Fall des HKN-Systems die **zunehmende Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen durch innovative** Informationstechnologien (darunter potenziell auch die BC) von Nutzen sein. So ließe sich die Kommunikation zwischen dem HKNR und anderen Datenplattformen herstellen bzw. verbessern und automatisieren, um Synergien besser auszunutzen. Es könnten beispielsweise (automatisierte) Datenabgleiche mit dem Marktstammdatenregister²⁹ stattfinden, um die Einspeisung von Daten in das HKNR (z.B. im Fall, dass für geförderte Anlagen auch HKN ausgestellt werden) zu erleichtern und

²⁹ Das Marktstammdatenregister ist ein von der Bundesnetzagentur betriebenes Register für Stammdaten (z.B. Kontaktinformationen, technische Anlagendaten, Unternehmensform etc.) des Strom- und Gasmarktes (d.h. auch Erneuerbare-Energien-Anlagen) https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Monitoringberichte/Marktstammdatenregister/MaStR_node.html.

den Beweis der Existenz von Anlagen stetig rückzukoppeln. Demnach könnte auf die (händische) Eintragung (ggf. leicht unterschiedlicher) Daten und die Rückbestätigung der Richtigkeit durch die Netzbetreibende verzichtet werden. Sobald noch weitere Register für Wärme/Kälte, Gas und evtl. Gebäude hinzukommen, würden durch diese Automatisierung noch weitere Synergien entstehen. Bei nichtautomatisierten Prozessen wäre die Datenverarbeitung bei einem Biogas-BHKW beispielsweise sehr komplex, da Biogas zum Teil zu Biomethan aufbereitet und ins Erdgasnetz einspeist und zum Teil in Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK)-Anlagen verstromt wird. Hierbei müssten dann verschiedenste Register, d.h. Stammdatenregister, Strom-HKNR, Wärme-/Kälte-HKNR und Gas-HKNR, miteinander abgeglichen werden. Zudem ist im Speziellen die BC-Technologie als ergänzendes System denkbar, um die Rückverfolgung spezifischer Energieattribute, z.B. Granularität und Echtzeit, zu vereinfachen (RECS 2019), die in Verbindung mit HKN als Nachweise dienen (siehe Abschnitt 544.4).

Zusätzlich könnten die BC- und andere Technologien, bzw. BC in Verbindung mit diesen die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft in anderen Bereichen vorantreiben. Derartige Technologien könnten beispielsweise eine stärkere Dezentralisierung, d.h. die **stärkere Einbindung kleiner Produzent:innen und Prosumer** (z.B. kleine Solaranlagen mit Speicher) ins System (Kett und Strauß 2019, Moody et al. 2020, Van Evercooren 2019), und somit den kurzfristigen Ausgleich von Stromangebot und Stromnachfrage unterstützen, die Übertragungsnetze entlasten und Kosten senken. Ein Beispiel hierfür stellt die BC-basierte Crowd-Balancing-Plattform "Equigy"³⁰ dar, an der mehrere europäische Übertragungsnetzbetreibende (TenneT, Swissgrid, Terna, APG) zusammenarbeiten. Die Datenplattform ermöglicht europäischen Prosumern flexible Kapazitäten ihrer Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen oder Heimbatteriespeicher über Aggregatoren für Systemdienstleistungen zur Verfügung zu stellen. Ein ähnliches Beispiel betrifft den Wechsel einer Erzeugungsanlage vom Eigenverbrauch hin zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen oder zur Teilnahme am Stromhandel, welcher noch sehr zeitaufwändig ist, da dazugehörige Prozesse teilweise noch in Papierform vollzogen werden (Strüker et al. 2021b). Zur Digitalisierung und Automatisierung solcher Prozesse werden digitale Identitätsnachweise auf der Geräte- bzw. Maschinenebene benötigt, in einem dezentral organisierten System sind dies sogenannte selbstsouveräne, digitale Identitäten (SSI) (Strüker et al. 2021c). Im Rahmen des Projekts „Blockchain Machine Identity Ledger“ wird die Nutzung von SSI für den digitalen Aufbau einer Vertrauenskette, beispielsweise zwischen einer PV-Anlage, einem Smart Meter und dem Marktstammdatenregister und auf diese Weise unter anderem ein Wechsel von Anlagen zwischen Eigenverbrauch und dem Anbieten von Systemdienstleistungen erprobt (Strüker et al. 2021b).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass derzeitige Lösungen, wie die BC-Technologie Funktionen bei der Dekarbonisierung des Energiesystems übernehmen und im Rahmen des HKN-Systems unterstützend (z.B. beim Datenabgleich und Echtzeitnachweis) eingesetzt werden

³⁰ <https://equigy.com/about/>

könnten, diese jedoch aktuell aus regulatorischer und technischer Sicht nicht für die Substitution von HKN-Nachweiszentralregistern geeignet sind.

4.3.2 Zugang von neuen Akteur:innen zum HKN-Register

In Deutschland ist die Entwertung von HKN nur durch Elektrizitätsversorgungsunternehmen im Rahmen der Stromkennzeichnung zulässig, um den Anteil von „erneuerbaren Energien mit Herkunftsnachweis, nicht finanziert aus der EEG-Umlage“ an eigenen Stromlieferungen an Letztverbrauchernde auszuweisen. Eine entsprechende Definition des Einsatzzwecks von HKN und Entwertungsrechten ergibt sich aus Regelungen des EEG und der Herkunfts- und Regionalnachweis-Durchführungsverordnung (HkRNDV) im Zusammenspiel mit dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) (siehe dazu Styles et al. 2021b). Welche Akteur:innen HKN entwerten und Konten mit entsprechenden Rechten in HKN-Registern führen können, ist EU-weit jedoch nicht einheitlich geregelt, und wird von verschiedenen Mitgliedsstaaten auch innerhalb der AIB bzw. des EECS-Systems unterschiedlich gehandhabt (vgl. AIB 2022a). Die Verpflichtung zur Verwendung von HKN im Rahmen der Kennzeichnung von Stromlieferungen in Artikel 19 Abs. 8 RED II richtet sich an Elektrizitätsversorger:innen, doch eine HKN-Entwertung durch weitere Akteur:innen (z. B. zur freiwilligen Kennzeichnung der Eigenschaften des eigenen Stromverbrauchs) wird zumindest nicht explizit ausgeschlossen.

Insbesondere Industrieunternehmen oder andere Großverbraucher:innen von Strom äußern mitunter Interesse, ebenfalls HKN im HKNR entwerten zu dürfen (z.B. BDEW 2021c). Geäußerte Interessen und Anwendungsfälle sind vielschichtig, und wurden etwa in einem Workshop des Umweltbundesamts (2022b) sowie in einem GO4Industry-Projektworkshop mit Industrievertreter:innen diskutiert. Für Industrieunternehmen zeichnet sich dabei insbesondere die **eigene Beschaffung von HKN für die Nachweisführung im Rahmen des marktbasierten Ansatzes des Greenhouse-Gas-Protocols** als relevanter Anwendungsfall ab (siehe 3.3). Aktuell müssen entsprechende HKN von Stromlieferant:innen entwertet werden, wobei Kund:innen detaillierte Entwertungsnachweise zur Verfügung gestellt werden können. Eine Bewertung der Vor- und Nachteile einer eigenen HKN-Entwertung im Vergleich zu einer HKN-Entwertung durch Stromlieferant:innen erfordert eingehendere, empirische Untersuchungen. An dieser Stelle soll daher zunächst nur eine konzeptionelle Einordnung erfolgen.

Im Rahmen der **Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen** zeichnen sich die folgenden drei HKN-Entwertungswege als relevant ab, die für das aktuelle HKN-System in Deutschland unterschiedlich große Änderungen implizieren würden:

- Entwertung von HKN für den eigenen, mit eingekaufter Energie abgedeckten Stromverbrauch (Scope 2-Bilanzierung): aktuell ist die HKN-Entwertung nur durch Stromlieferant:innen möglich.
- Entwertung von HKN für den Stromverbrauch Dritter (z.B. zur Grünstellung von Energieverbräuchen entlang der Lieferkette im Rahmen der Scope 3-Bilanzierung): aktuell nicht möglich
- HKN-Ausstellung und -Entwertung für Eigenversorgung durch eigene Anlagen (Scope 1-Bilanzierung), als Nachweis gegenüber Stakeholdern: aktuell nicht möglich.

Weitere, spezifische Anwendungsfälle, sind eine **HKN-Entwertung für die Verlustenergie von Netzbetreibenden** (siehe z.B. 50Hertz et al. 2021; Styles et al. 2021b) oder eine **HKN-Entwertung durch die Betreibenden von Speichern oder Energiekonversionsanlagen** (z.B. Power-to-Gas, Power-to-Heat). Für Speicher könnte eine HKN-Entwertung insbesondere in Verbindung mit Zeitstempeln auf HKN relevant werden (siehe 4.4.1): Durch HKN-Entwertung für eingespeicherten Strom und HKN-Ausstellung für ausgespeicherten Strom (mit neuem Zeitstempel) könnte die zeitliche Verlagerung der Stromverfügbarkeit durch Speicher sichtbar und ggf. werthaltiger gemacht werden (EnergyTag 2022a). Bei Konversionsanlagen könnte ein relevanter Anwendungsfall darin bestehen, dass Konversionsanlagenbetreibende gezielt HKN mit einer bestimmten Qualität am Markt bzw. im Rahmen von PPAs beschaffen möchten, deren Eigenschaften an die erzeugte Energie (z.B. Wasserstoff, Wärme/Kälte) und entsprechende Nachweise „vererbt“ werden (vgl. Verwimp et al. 2020, S. 35 ff.).

Für die **HKN-Entwertung für eigene Stromverbräuche** (für die Scope 2-Bilanzierung) können z.B. **PPA einen relevanten Anwendungsfall** darstellen. Bei Utility PPA zwischen Erzeuger:innen und Elektrizitätsversorgungsunternehmen können letztere HKN entwerten und, sofern gewünscht, ihren Kund:innen Entwertungsnachweise zur Verfügung stellen. Bei Corporate PPA können derzeit hingegen nur Unternehmen, die ein eigenes, rechtlich selbstständiges Energieversorgungsunternehmen gegründet haben, HKN entwerten. Andernfalls sind z.B. Verträge mit EVU über die Entwertung von HKN aus PPA notwendig, oder die HKN-Entwertung muss von den Anlagenbetreibern als Stromlieferanten durchgeführt werden. Eine HKN-Entwertung durch Unternehmen selbst könnte die Abwicklung entsprechender PPA ggf. vereinfachen.

Eine **HKN-Entwertung für den Stromverbrauch Dritter** im Rahmen einer Scope 3-Bilanzierung wäre eingehender zu prüfen. Kritisch anzumerken ist hier, dass die aktuell bestehende enge Bindung zwischen HKN-Entwertungen und Stromlieferungen aufgebrochen würde. Insbesondere bei einer HKN-Entwertung für Vorkettenlieferant:innen könnte die Wahrscheinlichkeit steigen, dass für denselben Stromverbrauch mehrere HKN entwertet und – von unterschiedlichen Akteur:innen – unterschiedliche Eigenschaften ausgewiesen würden. Dies würde die Komplexität der Stromkennzeichnung erhöhen und könnte die Transparenz von Aussagen zur ökologischen Qualität des bezogenen bzw. gelieferten Stroms verringern.

Schließlich besteht ein weiterer Aspekt des Zugangs von Unternehmen zum HKNR in der Möglichkeit zur **Ausstellung von HKN für die Eigenversorgung**, was den Forderungen einiger großverbrauchender Marktteilnehmer:innen nach Erleichterung der Inanspruchnahme der Grünstromeigenschaft von eigenen Anlagen entgegenkäme (zur Scope 1-Bilanzierung). In Deutschland werden bisher keine HKN für Strommengen, die der Eigenversorgung dienen, ausgestellt, wohingegen dies in manchen anderen EU-Ländern eine gängige Praxis ist (z.B. in Schweden). Die Ausstellung von Eigenversorgungs-HKN hätte den Vorteil, dass die Erneuerbare-Energien-Eigenschaft der zur Eigennutzung erzeugten Strommenge von Anlagen, die mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden sind (und demnach auch ausspeisen können), nicht mehrfach beansprucht werden kann, z.B. durch die/den Betreiber:in der Anlage selbst (z.B. Industrieunternehmen) und gleichzeitig durch eine weitere Partei, an die HKN für genau dieser Strommenge verkauft werden könnten. **Eigenversorgungs-HKN würden die Beanspruchung der Grünstromeigenschaft durch die/den Selbstkonsument:in klar und deutlich kennzeichnen** und einen Weiterverkauf unterbinden, wodurch die/der Selbstkonsument:in auch eine, nach außen hin rechtssichere, Aussage über den eigens produzierten Grünstrom treffen kann. Allerdings sollten bei der Ausstellung von Eigenversorgungs-HKN einige Regeln beachtet werden, damit es nicht zur Doppelvermarktung oder -Beanspruchung der Grünstromeigenschaft kommt. Van Stein Callenfels et al. (2020) schlagen vor dem HKN eine Kennung hinzuzufügen, die den Verteilungsgrad der physikalischen Energie, für die der HKN ausgestellt wurde, angibt (z.B. Verbrauch am Anlagenstandort oder Netzeinspeisung). Zudem wird vorgeschlagen, dass HKN, die für Energiemengen ausgestellt wurden, die dem offenen Handel nicht zur Verfügung stehen, beispielsweise unmittelbar nach ihrer Ausstellung gelöscht werden könnten, um deren Vermarktung zu verhindern. Des Weiteren sollten entsprechende Kennzeichnungsregeln festlegen, dass Eigenversorgungs-HKN nur zur Kennzeichnung der eigenen Versorgung genutzt werden können.

Neben den beschriebenen, denkbaren Verwendungsmöglichkeiten von HKN für die Scope 1, 2 oder 3-Bilanzierung von eingesetzter Energie ist festzuhalten, dass ein **Einsatz von HKN zur Kompensation von Treibhausgas-Emissionen nicht zulässig ist**. Der Grund ist, dass Doppelzählungen von Emissionsminderungen nach Artikel 6.2 des Paris Agreements ausgeschlossen werden müssen. Emissionsminderungen durch Erneuerbare-Energien-Projekte in der EU werden bereits in der nationalen THG-Berichterstattung von Mitgliedsstaaten berücksichtigt – ein Einsatz von HKN zu Kompensationszwecken würde hier zu einer Doppelzählung führen. Aus diesem Grund ist auch eine Teilnahme von Projekten aus Deutschland oder der EU, deren Emissionsminderungsbeiträge auf europäische bzw. nationale Klimaschutzziele angerechnet werden, am freiwilligen Kohlenstoffmarkt für Emissionsgutschriften nicht möglich (DEHSt 2021).³¹

³¹ Potenziell könnte nach Artikel 6.4 des Paris Agreements die Ausstellung autorisierter Emissionsgutschriften ermöglicht werden, die mit einer Anpassung nationaler THG-Emissionsbalancen einhergehen. Entsprechende Mechanismen sind für Deutschland oder die EU aber bislang nicht vorgesehen (DEHSt 2021).

4.4 Mögliche Erweiterungen der über HKN darstellbaren Energieattribute

Im Folgenden werden potenzielle Erweiterungen des Strom-HKN-Systems vorgestellt, die die Übermittlung zusätzlicher Informationen bzw. Energieattribute über HKN ermöglichen. Diese Überlegungen gehen an einigen Stellen über die derzeit bestehende Funktionalität des Systems hinaus.

4.4.1 Granulare Echtzeitnachweise

Die Glaubwürdigkeit von Ökostrom ist für Verbrauchende eher gegeben, wenn nachgewiesen werden kann, dass ein entsprechendes **EE-Kraftwerk, von dem Strom bezogen wird, in der Zeit des Stromverbrauchs auch Strom produziert und eingespeist hat, im besten Fall in der entsprechenden Bezugsmenge**. Durch die zeitliche Korrelation von Produktion und Verbrauch in entsprechender Menge, d.h. durch die Verknüpfung des Zeitintervalls des Verbrauchs mit dem entsprechenden Zeitintervall der Erzeugung grünen Stroms, kann demnach, wenn auch immer noch abstrakt, dargestellt werden, dass EE-Strom in einer Periode bezogen wurde, in der auch tatsächlich eine EE-Stromproduktion stattgefunden hat und nicht eine Situation vorherrschte in der physisch keine großen Mengen EE-Strom produziert worden sein können (z.B. während einer Dunkelflaute). Der Nachweis einer solchen Korrelation sowie auch die nötige Einbindung kleinerer EE-Anlagen in diese Methodik bedürfen einer flexibleren Anpassung der Mengen (an die Verfügbarkeit von EE-Strom), wodurch entsprechende Nachweise in granularerer Auflösung verfügbar sein sollten als dies aktuell der Fall ist (d.h. kleiner als die aktuelle HKN-Einheit von 1 MWh), sodass ein Echtzeitnachweis auch für substündliche Zeitintervalle und kleinere Erzeugungsmengen ermöglicht werden kann.

Neben der Erfüllung potenziell zukünftiger, gesetzlicher Anforderungen (z.B. Regelungen zur Wasserstoffproduktion gemäß Artikel 27 (3) der RED II), wird die Schaffung von granularen Echtzeitnachweisen bzw. die Erweiterung des bestehenden Strom-HKN-Systems um diese auch aufgrund anderer Vorteile bzw. des Energiewendennutzens von einigen Akteur:innen befürwortet (z. B. European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy 2022a,b). So wird beispielsweise hervorgehoben, dass der Nachweis über einen zeitlichen Abgleich von EE-Stromverbrauch und -konsum nicht nur das **Konsument:innenvertrauen erhöhen**, sondern auch zur **Entlastung der Netzinfrastruktur** beitragen kann, da EE-Strom dann aus dem Netz entnommen wird, wenn dieser tatsächlich eingespeist wird und das Netz (potenziell zu stark) belastet. Mit einer zeitlichen Anpassung der beiden Parameter könnten (in Kombination mit einer flexiblen Nachfrage) Netzengpässe und/oder die Abregelung von EE-Kraftwerken reduziert bzw. vermieden werden (EnergyTag 2021). Eine höhere Granularität ermöglicht zudem die **Einbindung von kleineren EE-Anlagen in die Nachweismethodik** und somit perspektivisch höhere EE-Mengen (Strüker et al. 2021b, RECS 2019). Ein weiterer Vorteil von granularen Stromechtzeitnachweisen liegt in der Möglichkeit zur **Verbesserung von Emissionsberechnungen** (EnergyTag 2021). Mit Hilfe solcher Nachweise ließen

sich beispielsweise im industriellen Kontext die Stromemissionen zu einem spezifischen Zeitpunkt akkurater und komfortabler bestimmen als bei der Anwendung des ortsbasierten Ansatzes (siehe Kapitel 3.3), da zur Berechnung nicht mehr auf durchschnittliche (jährliche) nationale (oder bestenfalls regionale) EE-Anteile am Strommix oder komplizierte Berechnungsverfahren (z.B. auf Basis von Netzbetreiberdaten) zurückgegriffen werden müsste. Im Fall des marktbasiereten Verfahrens wäre eine höhere Berechnungsgenauigkeit durch Echtzeitnachweise möglich, da diese es erlauben marktbasierete Scope-2-Emissionen auf Stundenbasis (oder ggfs. granularer) und nicht nur auf Monats- oder Jahresbasis zu berechnen (EnergyTag 2021). Auch bieten Echtzeitnachweise eine genauere Basis für die Berechnung von Emissionen, die über die Emissionen von Strom hinausgehen, wie z.B. den Product Carbon Footprint von Unternehmen (siehe Sakhel et al. 2022, GO4I-Industriebericht).

Granulare Echtzeitzertifikate könnten zudem **Anreize für die Investition in bestimmte Technologien und Flexibilitäten** schaffen (EnergyTag 2021). Die stündliche Beschaffung von Energieattribut-Zertifikaten könnte Verbraucher:innen und Energieversorger:innen dazu bewegen, zu prüfen, welche EE-Technologien am besten geeignet sind, um ihren Bedarf zu decken. Eine hierdurch beeinflusste Nachfrage nach bestimmten Nachweistypen (z.B. Solar, Wind, etc.) könnte wiederum zu einer geografischen und technologischen Vielfalt an Erzeugungstechnologien führen oder einem Technologiemangel bzw. -überschuss entgegenwirken. Auch bieten bisherige Nachweissysteme aktuell keinen Anreiz, den Verbrauch oder die Erzeugung an EE-Stromverfügbarkeiten anzupassen, da der derzeitige Nachweispreis für den gesamten Zeitraum (Jahr oder Monat) gilt. Die Umstellung auf kürzere Nachweiszeiträume könnte Anreize erhöhen, Flexibilitäten wie Nachfrageanpassung oder Speicherung zu erschließen.

Aus Mangel an offiziellen, rechtssicheren, granularen Echtzeitnachweisen haben sich **verschiedene Initiativen und Pilotprojekte** gebildet, nicht zuletzt wegen des großen Interesses bestimmter Akteur:innen, insbesondere aus der Industrie. Eine der bekanntesten Initiativen in diesem Kontext nennt sich EnergyTag, welche von einer Gruppe von Industrievertreter:innen und Nichtregierungsorganisationen geleitet wird und verschiedene Anstrengungen und Projekte bezüglich der Echtzeitnachweise unternimmt und begleitet (EnergyTag 2022a,b). Die Initiative wurde 2020 mit dem Ziel gegründet, einen Rahmen für mindestens stündliche Zertifikate zu schaffen, der sich in die bestehenden Nachweissysteme einfügt, anstatt einen neuen unabhängigen Standard zu definieren. Seither wurden verschiedene Papiere veröffentlicht, die Anwendungsfälle und Standards für granulare Echtzeitnachweise definieren (siehe <https://energytag.org/publications/>). Aber auch bei der Entstehung einzelner Pilotprojekte und Dienstleister ist seit den letzten 5 Jahren eine zunehmende Dynamik zu beobachten. Google arbeitet beispielsweise seit dem Jahr 2017 an einem stundenscharfen Abgleich von Grünstromerzeugung und -verbrauch, hauptsächlich durch den Einkauf von Wind- und Solarstrom (Google 2020). Der Stromanbieter Vattenfall hat zusammen mit Microsoft eine Lösung entwickelt, um Kund:innen den stündlichen Abgleich von Grünstromverbrauch und -erzeugung in jeder Stunde zu ermöglichen (Vattenfall 2020). In Deutschland gab es bereits eine Kooperation zwischen Statkraft und Daimler Mercedes Benz, bei welcher Statkraft das

Unternehmen rund um die Uhr mit 100 Prozent Ökostrom im industriellen Maßstab über einen sogenannten „24/7-PPA“ versorgt hat (Statkraft 2021). Der Dienstleister FlexiDAO bietet eine Plattform zum Vergleich des bisherigen jährlichen mit dem bisherigen stündlichen EE-Strom-Anteils seiner Kund:innen zur Darstellung der Abweichung der beiden Methodiken. Außerdem ist die Generierung eines stundenscharfen Nachweises über die Grünstromproduktion und den dazugehörigen zeitlichen Abgleich mit dem Stromverbrauch möglich (FlexiDAO 2021)³². Auf diese Weise versorgt FlexiDAO ein Datacenter in den Niederlanden, welches zu diesem Zweck ein PPA mit einer Windfarm abgeschlossen hat, mit 100 Prozent erneuerbarem Strom. Wie einige andere Anbieter:innen³³ nutzt FlexiDAO die Blockchain-Technologie zur Verifizierung der stundenscharfen Produktion und des Konsums. Auch wenn Blockchain von vielen Akteur:innen als technische Lösung zur operativen Umsetzung solcher Nachweise gesehen wird, schlägt EnergyTag (2022b) die Entwicklung eines API-Standards (Application Programming Interface) vor (vgl. auch Kapitel 4.3.1).

Nachteile, die mit der Etablierung bzw. Integration eines granularen Echtzeitsystems einhergehen, betreffen insbesondere den **technischen und administrativen Entwicklungsaufwand** des Systems. Zudem kann die Verfügbarkeit von Echtzeitnachweisen aufgrund zeitlicher und räumlicher Beschränkungen knapp werden. So könnte die stündliche Beschaffung auch zu einem höheren Gesamtpreis für Nachweise führen, wenn die Verbraucher:innen bereit sind, mittelfristig einen hohen oder vollständigen Anteil des stündlichen Abgleichs anzustreben, und der Preis letztlich durch die Kosten der zusätzlichen Erzeugung in Stunden bestimmt wird, in denen Nachweise knapp sind (EnergyTag 2021, PV Magazine 2021).

4.4.2 Geographische Korrelation

Im Entwurf des delegierten Rechtsakts (Artikel 27(3) RED II) werden erstmals **gesetzliche Anforderungen bezüglich der geographischen Korrelation von Stromproduktion und -verbrauch** formuliert. Ein solcher geographischer Zusammenhang dient dazu physikalisch wahrscheinlichere oder zumindest mögliche Ströme (innerhalb eines zusammenhängenden Netzes unter Ausschluss nichtverbundener Netze, wie z.B. autarker Inselnetze) abzubilden. Dies kann zum einen dazu beitragen, dass die lokalen Gegebenheiten und die Beschränkungen des Netzes berücksichtigt werden, indem Beschaffungsaktivitäten auf die Netze, in denen beispielsweise Unternehmen tätig sind, konzentriert werden (EnergyTag 2022a). Zum anderen kann die Nähe zwischen Verbrauch und Produktion das Nutzer:innenvertrauen in die „Echtheit“ von Grünstrom stärken. Die Festlegung einer angemessenen Grenze des geographischen Zusammenhangs ist von Konsumentenpräferenzen oder dem jeweiligen

³² Eine gut zusammengefasste Erklärung zu diesem Produkt ist hier zu finden <https://www.youtube.com/watch?v=h3hlsAQcTJE>.

³³ z.B. <https://www.powerledger.io/>, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/iberdrola-uses-blockchain-to-authenticate-green-energy#gs.LFRE8Vr8>

gesetzlichen Rahmen abhängig. Grundsätzlich können Grenzen aber rein geographisch (lokal, regional, national) oder anhand des Strommarkts (Gebotszonen) abgesteckt werden.³⁴

Informationen zur geographischen Lage einer Stromproduktionsanlage sind bereits auf HKN hinterlegt. Zur Überprüfung der geforderten Korrelation muss zudem ein Abgleich zwischen Produktions- und Verbrauchsstandort eingerichtet werden. Auf regionaler Ebene findet ein entsprechender Abgleich in Deutschland bereits bei der **Verwendung von Regionalnachweisen** statt. Regionalnachweise werden nur für Strommengen ausgestellt, die Anspruch auf die EEG-Marktprämie haben (§ 18 HkRNDV). Mit Regionalnachweisen hinterlegte Regionalstromprodukte ermöglichen es Verbraucher:innen, Strom aus regionalen, EEG-umlagefinanzierten Erneuerbare-Energien-Anlagen zu beziehen, wodurch u. a. die Akzeptanz des regionalen EE-Ausbaus gestärkt werden soll (Mundt et al. 2021). Die erneuerbare Eigenschaft von EEG-geförderten Strommengen wird aber weiterhin als EEG-Anteil in der Stromkennzeichnung ausgewiesen (siehe 4.2). Für die Vermarktung regionaler Grünstromprodukte ist es daher erforderlich, neben Regionalnachweisen auch Herkunftsnachweise zu entwerfen, um die Erneuerbare-Energien-Eigenschaften der gesamten Stromlieferungen auszuweisen.

Bei Regionalnachweisen wird rund um den Verbrauchsort (als Gemeinde oder Postleitzahlengebiet) eine Region definiert, die sich in jede Richtung 50 Kilometer ausdehnt (Umweltbundesamt 2022b). Eine entsprechende Zuordnungstabelle wird jährlich vom Umweltbundesamt bereitgestellt. Alle Anlagen, die in dieser Region liegen, können Regionalstrom an den Verbrauchsort liefern. In Regionalnachweisen werden Informationen zu Verwendungsgebieten, in denen der Regionalnachweis genutzt werden kann, festgehalten (§ 19 HkRNDV).

Bei einer Ausstellung von HKN auch für geförderte Anlagen (siehe 4.2) könnten entsprechende Regionalnachweisinformationen z.B. als optionale Informationsfelder in HKN integriert werden. Dies würde es ermöglichen, sowohl Strom aus geförderten als auch ungeforderten Anlagen als regionalen Grünstrom zu vermarkten. Potenziell könnte sich dies positiv auf die Werthaltigkeit entsprechender HKN oder auch die akzeptanzfördernde Wirkung entsprechender Grünstromprodukte, die regionale und EE-Eigenschaften vereinen, auswirken. Dies wäre allerdings vertieft empirisch zu untersuchen.

Zur Unterstützung der Nachweisführung für grünen Wasserstoff (siehe 3.2, Tab. 2) könnten HKN zudem um ein **Informationsfeld zur Preisgebotszone**, in der eine Anlage Strom eingespeist hat, ergänzt werden (vgl. European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy 2022b, S. 42-46). Deutschland verfügt derzeit nur über eine Gebotszone, so dass diese Information mit dem Herkunftsland übereinstimmt, aber für den Nachweis, das

³⁴ Gemäß dem Entwurf des delegierten Rechtsakts des Artikels 27(3) der REDII, besteht eine geographische Korrelation nicht nur dann, wenn örtliche Nähe zwischen Stromproduktion und -verbrauch nachgewiesen werden kann (d.h. Produktion und Verbrauch sind in der gleichen, in benachbarten oder anhängenden Offshore-Gebotszone/n verortet), sondern auch, wenn Produktion und Verbrauch vor einem Netzengpass stattfinden (d.h. wenn durch den Verbrauch eine EE-Produktionsanlage nicht abgeregelt werden muss und somit weniger/kein Netzengpass und Redispatchbedarf entstehen).

HKN aus benachbarten Preisgebotszonen stammen, könnte ein solches Informationsfeld dennoch auch für Deutschland relevant sein.

4.4.3 THG-Fußabdruck

Grundsätzlich besteht das Interesse und die Möglichkeit ein Datenfeld im HKN-System einzufügen, welches den **Kohlenstoff- bzw. Treibhausgas-Fußabdruck der zertifizierten Energieeinheit** angibt. Als problematisch wird allerdings die Berechnung des Fußabdrucks gesehen. Beispielsweise bestehen in Hinblick auf die Berechnung der Lebenszyklusemissionen von Bau und Stilllegung der Produktionsanlagen sehr unterschiedliche Ansichten (Van Stein Callenfels et al. 2020, Verwimp et al. 2020). Dementsprechend empfehlen Autoren der FaStGO-Dokumente³⁵ ein freiwilliges THG-Fußabdruck-Feld auf dem HKN, wobei auch die dazugehörige Berechnungsmethodik anzugeben ist. Diese Vorgehensweise würde die Verwendung alternativer Methoden, die vom Gesetzgeber oder anderen entwickelt werden, ermöglichen. Es bestünde zudem die Option später eine gesetzliche Methodik einzuführen. Die Festlegung einer einheitlichen Methodik (inklusive definierter Default-Werte, falls auf eine Berechnung spezifischer Fußabdrücke verzichtet wird), wäre zumindest perspektivisch empfehlenswert, um die Vergleichbarkeit entsprechender Angaben sicherzustellen. Zu klären wäre darüber hinaus auch bei einem freiwilligen Feld die Verifizierung entsprechender Angaben. Um die Glaubwürdigkeit von Angaben sicherzustellen, könnte eine Bestätigung freiwillig angegebener Werte durch unabhängige Gutachter:innen vorgesehen werden.

4.5 Umgang mit nicht ausgestellten HKN

Im Verhältnis zwischen Netz- und Anlagenbetreibenden hat die **Abregelung von Anlagen durch Netzbetreibende im Zuge von Redispatchmaßnahmen** Auswirkungen und lässt bestimmte Verpflichtungen nach den Regeln des Energiewirtschaftsgesetzes entstehen. Mit Blick auf HKN ergeben sich ebenfalls Auswirkungen durch Redispatchmaßnahmen, da für Energiemengen, die infolge von Eingriffen zur Drosselung der Erzeugung einer Anlage zu Zwecken der Netzstabilität nicht erzeugt werden, auch keine HKN ausgestellt werden. Im Folgenden werden kurz die einschlägigen gesetzlichen Regelungen zum Redispatch dargestellt und unter Berücksichtigung der grundsätzlichen europarechtlichen Vorgaben für HKN und mit Blick auf die PPA-Vertragspraxis diejenigen Rahmenbedingungen aufgezeigt, die beim **Umgang mit HKN im Zusammenhang mit Redispatchmaßnahmen** zu beachten sind.

Nach § 13a Abs. 1 EnWG sind Betreibende von Anlagen zur Erzeugung oder Speicherung elektrischer Energie ab einer Nennleistung von 100 Kilowatt verpflichtet, auf Anforderung von

³⁵ Facilitating Standards for Guarantees of Origin: Dieses Projekt bot der Europäischen Kommission, GD ENER, fachliche Beratung auf der Grundlage der Referenz Nr. ENER/C1/2019-517: "Technical support for RES policy development & implementation. Festlegung von technischen Anforderungen und Erleichterung des Standardisierungsprozesses für Herkunftsnachweise auf der Grundlage der Richtlinie (EU) 2018/2001".

entsprechenden Übertragungsnetzbetreibenden die Erzeugung oder den Bezug der Anlage anzupassen oder eine Anpassung zu dulden. Eingriffe dieser Art werden als Redispatchmaßnahmen bezeichnet. Sie werden durchgeführt, um Engpässen im Stromnetz entgegenzuwirken und Leitungsabschnitte vor Überlastung zu schützen.

§ 13a Abs. 1a und 2 EnWG regeln die **bilanziellen und finanziellen Folgen von Redispatchmaßnahmen** und legen Ausgleichsansprüche fest. Nach § 13a Abs. 2 sind Redispatchmaßnahmen in finanzieller Hinsicht angemessen auszugleichen. Als angemessen gilt der Ausgleich, wenn Anlagenbetreibende durch den finanziellen Ausgleich wirtschaftlich weder besser noch schlechter gestellt werden, als sie ohne die Maßnahme stünden.

In diesem Zusammenhang steht eine **Methodik für den Ausgleich von HKN, die im Zuge der Redispatchmaßnahme nicht ausgestellt werden, noch nicht zur Verfügung** (vgl. BDEW 2021d, BDEW 2020, 4.3).

Bei der Entwicklung einer solche Methodik für den Ausgleich von HKN muss als Rahmenbedingung beachtet werden, dass HKN nur für tatsächlich produzierte Energiemengen ausgestellt werden (vgl. Artikel 19 Abs. 2 der RL 2018/2001 EG, § 79 Abs. 1 Nr. 1, § 12 Abs. 1 HkRNDV). **Damit ist eine "Registerlösung", nach der etwa zu Ausgleichszwecken HKN trotz Anlagenabregelung ausgestellt würden, im Falle von Redispatchmaßnahmen rechtlich ausgeschlossen.**

Eine Lösung im Sinne der Naturalrestitution im Rahmen einer Ersatzbeschaffung von HKN als Ausgleich für die Redispatchmaßnahme durch die die Anpassung verantwortenden Übertragungsnetzbetreibenden selbst wäre - anders als eine "Registerlösung" - grundsätzlich denkbar, da HKN ersatzweise am Markt beschafft werden könnten. **Jedoch ordnet § 13a Abs. 2 EnWG den Ausgleich für nicht ausgestellte HKN dem Bereich des finanziellen Ausgleichs, nicht einem Ausgleich in Natura zu**, indem § 13a Abs. 2 S. 3 Nr. 5 EnWG entgangene Einnahmen als Bestandteil eines angemessenen finanziellen Ausgleichs auführt. Werden nämlich auf Antrag Anlagenbetreibender HKN für erzeugte EE-Energiemengen ausgestellt, verkörpern diese die grüne Eigenschaft der erzeugten Energie. Dadurch kommt den HKN ein eigener Marktwert zu, der Anlagenbetreibende in die Lage versetzt, durch Veräußerung und Übertragung der HKN am Markt zusätzliche Einnahmen zu generieren, die Anlagenbetreibenden bei Nichtausstellung von HKN infolge von Redispatchmaßnahmen entgehen.

Im Rahmen des finanziellen Ausgleichs nach § 13a Abs. 2 EnWG werden zur Ermittlung der Ausgleichshöhe die entgangenen Einnahmen für die Dauer der Redispatchmaßnahme zuzüglich etwaiger zusätzlicher Aufwendungen abzüglich etwaiger ersparter Aufwendungen berechnet (BDEW 2020). Dabei muss die Redispatchmaßnahme jeweils unmittelbar kausal für die entgangenen Einnahmen, die zusätzlichen Aufwendungen bzw. die ersparten Aufwendungen sein.

In welcher Höhe mit Blick auf HKN infolge einer Redispatchmaßnahme entgangene Einnahmen vorliegen wird sich im Einzelfall unterscheiden. Sie ist jeweils abhängig von individuellen Preisvereinbarungen, die Anlagenbetreibende für die Lieferung von HKN aus ihren Anlagen getroffen haben. Darüber hinaus hängt es von ebenjenen Vereinbarungen ab, ob zusätzlich zu den entgangenen Einnahmen infolge der Redispatchmaßnahme zusätzliche Aufwendungen durch Anlagenbetreibende zu tätigen sind. Letzteres ist eine Frage der individuellen vertraglichen Ausgestaltung der HKN-Lieferung.³⁶ Anlagenbetreibende können je nach individueller Ausgestaltung etwa zur Ersatzbeschaffung von HKN verpflichtet sein oder zum finanziellen Ausgleich oder aber auch – bei Vereinbarung von Redispatchmaßnahmen als Fälle höherer Gewalt – von einer Verpflichtung zur HKN-Lieferung bzw. Kompensation frei werden.

Grundsätzlich könnte sich der Ausgleich für nicht ausgestellte HKN an der vergleichbaren Konstellation des Ausgleichs entgangener Einnahmen aus gekoppelter Wärme- lieferung orientieren (BDEW 2020). Hier wie dort bedingt die Redispatchmaßnahme eine mögliche weitere Minderung: Bei bestehender Wärmeauskopplung der Anlage und daraus erfolgender Wärmelieferung eine Minderung der Wärmeerlöse, bei bestehender Vereinbarung zur HKN-Lieferung aus der Anlage eine Minderung der HKN-Veräußerungserlöse. Hier wie dort ist der Umfang der Erlösminderung abhängig von der individuellen vertraglichen Ausgestaltung der Pflichten.

Nach BDEW-Leitfaden zur Berechnung der Ausfallarbeit Redispatch 2.0 ermitteln sich die entgangenen Wärmeerlöse aus der tatsächlichen Minderung der Wärmelieferung infolge der Redispatchmaßnahme und dem vereinbarten Wärmelieferungspreis (BDEW 2020). Hinzutreten können Kosten der Ersatzwärmeerzeugung. Wärmelieferungspreis und hinzutretende Ersatzlieferungskosten sind danach durch Anlagenbetreibende nachzuweisen. In Anlehnung hieran könnten Anlagenbetreibende auch bei den HKN-Fällen sowohl die jeweilige Preisvereinbarung als auch etwaige Verpflichtungen zu Ersatzlieferungen und hiermit verbundenen Zusatzkosten nachweisen.

Betroffen sind insbesondere Anlagenbetreibende, die im Wege sonstiger Direktvermarktung im Rahmen von PPA Strom und HKN verkaufen. Da PPA seitens der EU-Kommission eine weiter steigende Bedeutung für den Ausbau erneuerbarer Energien beigemessen wird, ist von einer weiter steigenden Bedeutung der Frage auszugehen, wie mit den Folgen von Redispatchmaßnahmen umzugehen ist. Insofern wäre hier eine möglichst kohärente und handhabbare Regelung wünschenswert.

³⁶ Für verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten bezüglich der Verpflichtungen in Bezug auf Zertifikate bei einem Stromkaufvertrag kann zu Anschauungszwecken hier der Mustervertrag der European Federation of Energy Traders dienen (<https://data.efet-d.org/Files/Rahmenvertrage%20-%20Strom/210317%20E-FET%20PPA%20Deutsch.pdf>).

5. Fazit: Stärkung von HKN als vielseitig einsetzbares Nachweisinstrument für erneuerbaren Strom

Allgemein wird empfohlen das **grundlegende HKN-System als System anzuerkennen, welches die Erneuerbare-Eigenschaft von Strom effizient nachweist und aufgrund seiner Monopolstellung in der EU Mehrfachvermarktung von Ökostrom verhindert**. Dies ist nicht zuletzt durch einen Mangel an zuverlässigen und missbrauchssicheren Alternativen gegeben. Auch technologische Ansätze, wie z.B. Blockchain, können Übertragungswege optimieren, aber allein schon aus rechtlicher Sicht ein grenzüberschreitendes Gesamtsystem (z.B. im Sinne eines oder mehrerer verbundener, zentraler/n Register/s) nicht ersetzen.

Das Narrativ, wonach der Begriff Strom-HKN grundsätzlich mit Greenwashing, Betrug und Umetikettierung in Verbindung gebracht wird, ist der Debatte um erneuerbaren Strom nicht zuträglich, da dies eine binäre Betrachtung ist, welche den funktionalen Möglichkeiten von HKN nicht gerecht wird. HKN als solches sind nicht als „gut“ oder „schlecht“ zu bezeichnen; die Frage von „guten“ und „schlechten“ HKN muss sich viel mehr am jeweiligen Verwendungskontext abarbeiten, nicht am System selbst. Dementsprechend ist die Glaubwürdigkeit und Fähigkeit von HKN die Energiewende zu unterstützen vielmehr von der in einer bestimmten Situation **eingesetzten HKN-Qualität (z.B. Neu- oder Altanlage, regionale/nationale oder internationale) und ggfs. den zu dieser Situation dazugehörigen Regelungen bzw. Anforderungen** (Anforderungen an HKN zur Erfüllung eines bestimmten Zwecks) abhängig. Mit Hilfe dieser Stellschraube kann der oftmals (auch zu Recht) kritisierte geringfügige Nutzen von HKN für die Energiewende erhöht werden.

Die Gegennarrative zum Greenwashing, d.h. die „Direktlieferung von der Erzeugungsanlage“ über ein PPA³⁷ oder „Kopplung“³⁸, z.B. durch die Systematik der Bilanzkreise hindurch, sind nicht zwingend glaubwürdiger und kompromittieren schlimmstenfalls das Mehrfachvermarktungsverbot. Es sollte daher allen Anwender:innen klar sein, dass in einem System, welches immer noch einen Anteil fossilen Stroms enthält, jede Bezugsart von erneuerbarem Strom (außer der direkte Bezug aus einer EE-Anlage, die nicht mit dem öffentlichen Netz verbunden ist) automatisch mit dem Bezug von Graustrom einhergeht. Hierdurch bleibt jede Abwandlung der bisherigen Strom-HKN-Systematik, die auf die stärkere Verfolgung grüner Strommengen abzielt, eine Abstraktion und würde ebenfalls keine „reine“ Grünstromlieferung ermöglichen. **So sollte sich die Glaubwürdigkeitsdebatte nicht um die Frage drehen, ob der HKN das richtige Instrument ist, sondern um die Frage, welche HKN-Qualitäten beziehbar sind, welche Zwecke mit HKN jeweils verfolgt werden und welchen Effekt der Einsatz einer**

³⁷ Grünstrombezug aus einem PPA ohne die gleichzeitige Übertragung von HKN ermöglicht die weitere Vermarktung der Grünstromeigenschaft durch Anlagenbetreibende.

³⁸ Auch sortenreine (erneuerbare) Bilanzkreise kommen indirekt nicht ohne Ausgleich mit Strom unbekannter Herkunft aus, wodurch die über diese Weise gelieferte „Reinheit“ des Grünstroms eingeschränkt wird.

bestimmten HKN Qualität zu einem bestimmten Zweck tatsächlich auf die Energiewende hat.

Unter der Annahme, dass Herkunft und Doppelvermarktungsausschluss von Grünstrom auch zukünftig über HKN nachgewiesen werden sollten, ist es **sinnvoll die Funktionen von HKN zu erweitern, um gezielter bestimmte Zwecke, allen voran die Beschleunigung des EE-Ausbaus, zu verfolgen und die Glaubwürdigkeit von HKN zu erhöhen.**

Im Allgemeinen werden folgende **Vorschläge für die Weiterführung des bestehenden Systems bzw. dessen Weiterentwicklung** gemacht:

- 1) **HKN sollten bei der Kennzeichnung jedes EE-Strom-Transfers zum Ausschluss der Doppelvermarktung eingesetzt werden (dies inkludiert PPAs).** Dies könnte etwa bei einer nationalen Umsetzung der RFNBO-Kriterien des delegierten Rechtsakts erfolgen (Artikel 27(3) RED II) – analog zu Anforderungen, welche die Erneuerbare-Energien-Verordnung (EEV) in der Fassung von 2021 für EEG-Umlagebefreiungen für grüne Wasserstoffproduktion formulierte.³⁹
- 2) **Verschiedene HKN-Qualitäten sollten besser erkennbar und zugänglich gemacht werden, um die Transparenz und das Bewusstsein für die Leistungsfähigkeit von HKN zu erhöhen.** Hierdurch könnte die Glaubwürdigkeit für Konsument:innen gestärkt und die Zahlungsbereitschaften für bestimmte Qualitäten abgeschöpft werden. Zudem würde die Möglichkeit geboten, dass Abnehmer:innen gezielter Technologien, Standorte, Neuanlagen, etc. unterstützen können.
- 3) **Im Sinne einer Stärkung von HKN als neutrales Informationsinstrument wäre auch eine HKN-Ausstellung für geförderte Anlagen empfehlenswert – mit klarer Unterscheidung der Herkunft aus geförderten oder ungeforderten Anlagen in der Stromkennzeichnung.** Würden EE-Mengen in der Stromkennzeichnung exklusiv über HKN-Entwertung und Restenergiemixverwendung bei nicht-rückverfolgten Handelsangeboten ausgewiesen, könnte dies die Verbraucherinformationsfunktion von HKN stärken: Verbraucher:innen könnten sich ein deutlicheres Bild machen, inwiefern Stromlieferant:innen für ihre angebotenen Produkte aktiv Grünstromeigenschaften beschafft haben. **Selbst bei steigenden EE-Anteilen am gesamten Energieerzeugungsmix in Deutschland könnten HKN so die Rolle erfüllen, den Qualitätswettbewerb unter Stromlieferant:innen zu stärken.** Sofern die EE-Eigenschaften geförderter Bestandsanlagen, die in der Vergangenheit durch die EEG-Umlage finanziert wurden, Letztverbraucher:innen weiter als Durchschnittswert zugeordnet werden sollen, könnte eine HKN-Ausstellung

³⁹ Abschnitt 3b EEV; Erneuerbare-Energien-Verordnung vom 17. Februar 2015 (BGBl. I S. 146), hier zitierte Fassung: Zuletzt geändert durch Artikel 87 G v. 10.8.2021 I 3436; aktuelle Fassung: zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237).

- für geförderte Anlagen den Fokus auf Neuanlagen mit haushaltsfinanzierter Förderung legen.
- 4) **Die fortschreitende Digitalisierung im Energiebereich könnte Funktionen bei der Dekarbonisierung des Energiesystems übernehmen und im Rahmen des HKN-Systems unterstützend eingesetzt werden** (z.B. beim Datenabgleich und Echtzeitnachweis, beispielsweise auch durch die unterstützende Nutzung der Blockchain-Technologie). Zu beachten ist jedoch, dass die Substitution von HKN-Nachweiszentralregistern durch registerumgehende Technologien aufgrund des aktuellen rechtlichen Rahmens nicht möglich ist. Zudem muss der Ausschluss von Mehrfachvermarktung sichergestellt bleiben.
 - 5) **Neue Eigenschaften wie höhere Granularität und Echtzeit (und ggfs. THG-Fußabdruck bei begleitender Entwicklung einer harmonisierten Methodik) sollten erprobt werden.** Der Abgleich von Stromerzeugung und -verbrauch kann der Erfüllung von (potenziellen) regulatorischen Anforderungen dienen, aber auch zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit des Nachweissystems, zur Entlastung und zur weiteren Dekarbonisierung des Stromsystems beitragen. Da entsprechende Informationsangaben und insbesondere Abgleiche zwischen Erzeugungs- und Verbrauchsinformationen mit erhöhtem Nachweisaufwand einhergehen, wäre allerdings eine optionale Ausgestaltung empfehlenswert – ein entsprechender Nachweisaufwand kann für bestimmte Anwendungen sinnvoll sein (z.B. Nachweisführung für grünen Wasserstoff), für andere hingegen weniger (z.B. Stromkennzeichnung gegenüber Privatkund:innen, bei denen etwa der Abgleich von Verbrauchsprofilen mit Einspeiseprofilen hohe Transaktionskosten hätte). Bei Echtzeitnachweisen könnte potenziell auch eine Nachweisführung durch Drittanbieter:innen außerhalb des zentralen HKNR erfolgen (vgl. EnergyTag 2022b), solange sichergestellt wird, dass korrespondierende HKN aus entsprechenden Anlagen entwertet werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausstellung, Entwertung und Verfall von EECS-HKN aus erneuerbaren Energien in Deutschland (in TWh, nach Jahr der zugrunde liegenden Stromproduktion)	27
Abbildung 2: Ausstellung, Entwertung und Verfall von EECS-HKN aus EE in AIB-Mitgliedsländern (in TWh, nach Jahr der zugrunde liegenden Stromproduktion)	28
Abbildung 3: Handelsbilanzen in Herkunftsnachweissystemen mit AIB-Mitgliedschaft (in TWh, nach Transaktionsdatum)	29
Abbildung 4: Transaktionen mit Herkunftsnachweisen aus erneuerbaren Energien in Norwegen (in TWh, nach Transaktionsdatum)	31
Abbildung 5: Stromerzeugungsmengen für geförderte und ungeförderte EEG-Anlagen (in TWh, ohne nicht-ingespeisten Verbrauch vor Ort).....	33
Abbildung 6: Anteil von Ökostrom an der Elektrizitätsabgabe an Letztverbraucher:innen in Deutschland (in Prozent).....	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Inhalte von HKN für Strom aus erneuerbaren Energien in Deutschland	5
Tabelle 2: Anforderungen an erneuerbaren Strom zur Produktion von RFNBO zum Einsatz im Verkehr	14
Tabelle 3: Beispiele für Auktionsergebnisse für Strom-HKN aus staatlich geförderten Erneuerbare-Energien-Anlagen (Auktionsrunden 1. Jahreshälfte 2022)....	39
Tabelle 4: Zentrale Aspekte des Auktionsdesigns für Auktionen von HKN aus geförderten Anlagen	41
Tabelle 5: Verschiedene Arten und Proof-Verfahren von Blockchain	48

Literaturverzeichnis

- 50Hertz, Amprion, Tennet, Transnet BW, 2021. EEG-Mengenstatistik 2020 auf Basis von Prüfungsvermerken: 29.07.2021. URL: https://www.netztransparenz.de/portals/1/EEG-Jahresabrechnung_2020.pdf.
- 50Hertz, Amprion, E.ON, Netze BW, TenneT und TransnetBW, 2021. Gemeinsames Positionspapier: Netzbetreiber wollen Strom aus erneuerbaren Energien für Verlustenergie einsetzen: 13.04.2021. URL: https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Position_Papers/German/20210413Herkunftsnachweisef%C3%BCr-NetzbetreiberPositionspapier.pdf.
- AIB (Association of Issuing Bodies), 2020. Transforming. Annual Report 2019. Brussels. URL: <https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/news-events/annual-reports/AIB%20Annual%20Report%202019%20web.pdf>.
- AIB, 2021a. European Residual Mixes. Results of the calculation of Residual Mixes for the calendar year 2020. Brussels. URL: https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/facts/residual-mix/2020/AIB_2020_Residual_Mix_Results.pdf.
- AIB, 2021b. Auctions for Guarantees of Origin (GOs) in Portugal. AIB NEWS - 19 August 2021 [online]. URL: <https://www.aib-net.org/newsletter/web.html?n2g=exu6l9s3-iic2tv37-1cg2#Portugal> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- AIB, 2021c. AIB membership Hungary. AIB NEWS 19 - Februar 2021 [online]. URL: <https://www.aib-net.org/newsletter/web.html?n2g=exu6l9s3-v4vvh1on-1dfw> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- AIB 2022a, Domain Protocols [online]. URL: <https://www.aib-net.org/facts/aib-member-countries-regions/domain-protocols> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- AIB, 2022b. Rückmeldung auf Konsultation der Europäischen Kommission zum Delegierten Rechtsakt bezüglich der Produktion erneuerbarer Kraftstoffe – Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energieträgern (Vorgaben). URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/7046068-Produktion-erneuerbarer-Kraftstoffe-Anteil-des-Stroms-aus-erneuerbaren-Energietragern-Vorgaben-F3296512_de.
- AIB, 2022c. Activity statistics. [online]. URL: <https://www.aib-net.org/facts/market-information/statistics/activity-statistics-all-aib-members> [Abrufdatum: 25.07.2022].
- AIB, 2022d. Statistics: Note for users of these statistics. [online]. URL: <https://www.aib-net.org/facts/market-information/statistics/activity-statistics-all-aib-members> [Abrufdatum: 25.07.2022].

Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCillium, P., Peacock, A., 2019. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 100 (2019), S. 143-174.

BDEW, 2020. BDEW-Leitfaden zur Berechnung der Ausfallarbeit Redispatch 2.0. URL: https://www.bdew.de/media/documents/Awh_2020-05_RD_2.0_LF_Ausfallarbeit.pdf.

BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.), 2021a. Leitfaden Stromkennzeichnung. Umsetzungshilfe für Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Erzeuger und Lieferanten von Strom zu den Bestimmungen über die Stromkennzeichnung (§ 42 Abs. 1 bis 8 EnWG i. V. m. §§ 78 und 79 EEG). Version: Gültig ab dem Bilanzierungsjahr 2020. Berlin. URL: https://www.bdew.de/media/documents/210801_Leitfaden_Stromkennzeichnung_2021.pdf.

BDEW, 2021b. Datenerhebung 2020 – Bundesmix 2020 (Stand 20.08.2021). Durchschnittswerte der allgemeinen Stromversorgung in Deutschland. URL: https://www.bdew.de/media/documents/21-08-20_Bundesdeutscher_Strommix_2020.pdf.

BDEW, 2021c. Stellungnahme zum Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung unionsrechtlicher Vorgaben und zur Regelung reiner Wasserstoffnetze im Energiewirtschaftsrecht. Regierungsentwurf vom 10. Februar 2021 (Themenpapier 9, S. 4 f.). URL: https://www.bdew.de/media/documents/210303_BDEW-Stellungnahme_EnWG_Novelle_2021_Regierungsentwurf_final_o_AP.pdf

BDEW, 2021d. Anwendungshilfe Redispatch 2.0: Häufig Gestellte Fragen und Antworten. Version: 1.1. URL: https://www.bdew.de/media/documents/20210722_FAQ-RD2-0_v1-1.pdf.

BMWK, 2022. Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/04_EEG_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

BMWK. 2022. Überblickspapier Osterpaket. Berlin. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0406_ueberblickspapier_osterpaket.pdf?__blob=publicationFile&v=12.

- Bogensperger, A., Dossow, P., Hilpert, J. Hinterstocker, M., Klausmann, N., Schellinger, B., Sedlmeir, J., Strüker, J., Urbach, N., Völter, F., von Gneisenau, C. Wimmer, M., Zeisel-mair, A., 2021. Diskussionspapier: Welche Zukunft hat die Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft? Diskussionspapier aus dem Projekt „InDEED“ Konzeption, Um- setzung und Evaluation einer auf Blockchain basierenden energiewirtschaftlichen Da- tenplattform für die Anwendungsfelder „Labeling“ und „Asset Logging“ FFE/Universität Bayreuth/Stiftung Umweltrecht, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. URL: <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/ffe-discussion-paper-welche-zukunft-hat-die-blockchain-technologie-in-der-energiewirtschaft/>.
- Bowe, S., Girbig, P., 2021. Nachweissysteme für erneuerbare Energien – Bericht im Rahmen des Projekts GO4Industry (Grundlagen, Teil 1), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (FKZ: UM20DC003). GreenGasAdvisors, Berlin. URL: <https://go4industry.com/>.
- Çam, E., Arnold, F., Gruber, K., 2022. Strompreise im Jahr 2021 auf Rekordniveau. Wie Re- kordpreise für Erdgas die Strompreise im Großhandel getrieben haben. Eine Analyse mit dem EWI Merit-Order Tool. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Köln. URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/up-loads/2022/01/EWI_Kurzanalyse_Strompreise_20220105.pdf.
- CertiQ, 2022. Trading in certificates. URL: <https://www.certiq.nl/faq/>.
- Commerq, 2022. News and updates from the world of renewables: Archives. [online]. URL: <https://www.commerq.com/insights/> [Abrufdatum: 27.07.2022].
- CROPEX (Croatian Power Exchange), 2019. Rules for Auction of Guarantees of Origin. URL: https://www.cropex.hr/images/Rules_for_Auction_of_Guarantees_of_Origin_01_10_2019.pdf.
- CROPEX, 2022a. Guarantees of Origin – Participation on Auctions [online]. URL: <https://www.cropex.hr/en/guarantees-of-origin/participation-on-auctions.html> [Abrufda- tum: 11.07.2022].
- CROPEX, 2022b. Guarantees of Origin – Auction Announcement [online]. URL: <https://www.cropex.hr/en/guarantees-of-origin/auction-announcement.html> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- CROPEX, 2022c. GOs Auction Results [online]. URL: <https://www.cropex.hr/en/guarantees-of-origin/rezultati-drazbi-jamstava-podrijetla.html> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- David, L., Feng, C., 2019. GO Monitoring 2018 Report: Development of the Guarantees of Origin Market 2009-2018. RECS, VaasaETT. URL: [https://recs.org/down- load/?file=gomonitoring-2018-report.pdf&file_type=documents](https://recs.org/download/?file=gomonitoring-2018-report.pdf&file_type=documents).

- DEHSt (2021), Freiwillige Kompensation: Kompensation ab 2021 [online]. URL: https://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte-Seeverkehr/Freiwillige-Kompensation/freiwillige-kompensation_node.html [Abrufdatum: 29.07.2022].
- Dena, 2017. Dena-Leitstudie Integrierte Energiewende: Impulse und Erkenntnisse aus dem Studienprozess – Zwischenfazit, Berlin. URL: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9214_dena-Leitstudie-Integrierte-Energiewende_Zwischenfazit.pdf.
- EEG, 2021. Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien. URL: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/.
- EEX (European Energy Exchange), 2020. FAQ Garanties d’Origine. URL: https://www.eex.com/fileadmin/EEX/Downloads/Registry_Services/Guarantees_of_Origin_Documentation/20201012_FAQ_GO_EN.pdf.
- EEX, 2022. French Auctions for Guarantees of Origin [online]. URL: <https://www.eex.com/en/services/registry-services/french-auctions-for-guaranteesof-origin> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- Energiezukunft, 2021. Greenwashing beim Stromeinkauf [online]. URL: <https://www.energiezukunft.eu/wirtschaft/greenwashing-beim-stromeinkauf/> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- EnergyTag, 2021. EnergyTag and granular energy certificates: Accelerating the transition to 24/7 clean power. EnergyTag Initiative, London. URL: <https://energytag.org/wp-content/uploads/2022/03/210830-ET-Whitepaper.pdf>.
- EnergyTag, 2022a. Granular Certificate Use Case Guidelines. Version 1. EnergyTag Initiative, London. URL: <https://energytag.org/wp-content/uploads/2022/03/20220331-EnergyTag-GC-Use-Case-Guidelines-v1-FINAL.pdf>.
- EnergyTag, 2022b. Granular Certificate Scheme Standard, Version 1. EnergyTag Initiative, London. URL: <https://energytag.org/wp-content/uploads/2022/03/20220331-EnergyTag-GC-Scheme-Standard-v1-FINAL.pdf>.
- EPEX Spot, 2022. First pan-European GOs spot auction to take place in September 2022 [online]. URL: <https://www.epexspot.com/en/news/first-pan-european-gos-spot-auction-take-place-september-2022> [Abrufdatum: 29.07.2022].
- ESYS, 2017. Sektorkopplung – Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems, Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft, München. URL: https://energiesysteme-zukunft.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/PDFs/ESYS_Analyse_Sektorkopplung.pdf

European Commission, 2021. 557 final, Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates, 14.07.2021.

European Commission, 2022. Commission Delegated Regulation supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union methodology setting out detailed rules for the production of renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin. Version vom 20.05.2022. Europäische Kommission: Brüssel.

European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy, 2022a. Draft Report on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, 14.02.2022.

European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy, 2022b. Compromise Amendments. Draft report. Amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. Rapporteur: Markus PIEPER (EPP). URL: https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/ITRE/DV/2022/07-13/07-CAsRED_EN.pdf.

Fingrid, 2022. Guarantees of Origin: Frequently asked questions [online]. URL: <https://www.fingrid.fi/en/electricity-market/guarantees-of-origin/frequently-asked-questions/> [Abrufdatum 11.07.2022].

FlexiDAO, 2021. Moving towards 24/7 carbon-free energy [online]. URL: <https://www.flexidao.com/> Abrufdatum [29.07.2022].

GME (Gestore dei Mercati Energetici), 2022. GSE GO auctions. Session date 20 June 2022 [online]. URL: <https://www.mercatoelettrico.org/En/Esiti/GO/EsitiGOAste.aspx> [Abrufdatum: 11.07.2022].

Google, 2020. 24/7 by 2030: Realizing a Carbon-free Future. URL: <https://www.gstatic.com/qumdrop/sustainability/247-carbon-free-energy.pdf>.

- Greenfact, 2021. New Norwegian government proposes the removal of the GO system. Beitrag vom 14. Oktober 2021 [online]. URL: <https://portal.greenfact.com/News/1643/New-Norwegian-government-proposes-the-removal-of-the-GO-system> [Abrufdatum: 25.07.2022].
- Greenfact, 2022. Hydro GO Index, Wind GO Index, Solar GO Index (last six months). URL: <https://www.greenfact.com/> [Abrufdatum: 27.07.2022].
- GSE (Gestore dei Servizi Energetici), 2013. Procedure concorrenziali per l'assegnazione delle garanzie di origine nella disponibilità del GSE (Deliberazione ARG/elt 104/11). URL: https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Servizi%20per%20te/GARANZIA%20D'ORIGINE/Regole%20e%20procedure/Procedure%20concorrenziali%20per%20assegnazione%20%20garanzia%20di%20origine%20%20GSE.PDF.
- Güldenbergh, J., Maaß, C., Mundt, J., Werner, R., 2019. AP 2: Analyse des HKN-Handels und der Preise. In: E. Hauser, S. Heib, J. Hildebrand, I. Rau, A. Weber, J. Welling, J. Güldenbergh, C. Maaß, J. Mundt, R. Werner, A. Schudak, T. Wallbott, Hrsg. Marktanalyse Ökostrom II – Marktanalyse Ökostrom und HKN, Weiterentwicklung des Herkunftsnachweissystems und der Stromkennzeichnung. Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 181–228. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-08-15_cc_30-2019_marktanalyse_oekostrom_ii.pdf.
- Hilpert, J., 2018. Rechtliche Bewertung von Power Purchase Agreements (PPAs) mit erneuerbaren Energien. Würzburger Studien zum Umweltenergierecht Nr. 12. Stiftung Umweltenergierecht, Würzburg. URL: https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2019/02/Stiftung_Umweltenergierecht_WueStudien_12_PPA.pdf.
- HROTE (Croatian Energy Market Operator), 2022. Guarantees of Origin auctions. [online]. URL: <https://www.hrote.hr/guarantees-of-origin-auctions> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- Hulshof, D., Jepma, C. und Mulder, M., 2019. Performance of markets for European renewable energy certificates. Energy Policy, 128, S. 697–710.
- HUPX (Hungarian Power Exchange), 2022a. About the GO market [online]. URL: <https://hupx.hu/en/go-market/description-of-the-go-market> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- HUPX, 2022b. GO Market – Market Results [online]. URL: <https://hupx.hu/en/go-market/market-results> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- HUPX, 2022c. HUPX GO Market data Sheet [online]. URL: <https://hupx.hu/uploads/GO%20Market/Data%20sheet/HUPX%20GO%20Market%20data%20sheet%20H2%202021.xlsx> [Abrufdatum: 11.07.2022].

HUPX, 2022d. HUPX Organized Guarantees of Origin Market – The Hungarian GO Market. URL: https://hupx.hu/uploads/GO%20Market/2022%20Workshop/Gy%C3%B6rgy%20Istv%C3%A1nffy_HUPX_final.pdf.

ILR (Institut Luxembourgeois de Régulation), 2022a. ILR Auctioning Platform [online]. URL: <https://auction.grexel.com/ilr/sv/>. [Abrufdatum: 11.07.2022]

ILR (Institut Luxembourgeois de Régulation), 2022b. Auction Rules. URL: <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-571.pdf>.

ILR, 2022c. Production Plants. URL: <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-574.pdf>.

Kahl, H., Kahles, M., 2020. Das Doppelvermarktungsverbot zwischen Verbraucherschutz und Grünstrombedarf der Industrie. Neue Rechtslage und Reformoptionen. Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 50. Stiftung Umweltenergierecht, Würzburg. URL: https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2020/08/Stiftung_Umweltenergierecht_WueBerichte_50_Doppelvermarktungsverbot.pdf.

Kett, H., Strauß, O., Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, 2019. Smart Energy Communities: Wie die Blockchain regionale Energieerzeuger stärkt. IM+io Best & Next Practices aus Digitalisierung | Management | Wissenschaft, 2019 (3), S. 68-73.

Lenz, K., Lenck, T., Peter, F., 2019. The liberalisation of electricity markets in Germany – history, development and current status. Berlin. URL: https://static.agora-energie-wende.de/fileadmin/Projekte/2019/Liberalisation_Power_Market/Liberalisation_Electricity_Markets_Germany_V1-0.pdf.

Maaß, C., Werner, R., Häsel, S., Mundt, J., Güldenber, J., 2019. Ökostrommarkt 2025. Wie eine intelligente Steuerung des Ökostrommarktes die Energiewende beschleunigt. Im Auftrag von LichtBlick SE. Hamburg Institut, Hamburg. URL : https://www.hamburginstitut.com/wp-content/uploads/2021/06/1904_Studie_HAMBURG_INSTITUT_Oekostrommarkt_2025.pdf.

Maaß, C., 2021. Die neue Stromkennzeichnung in der Praxis – Hintergründe und Auswirkungen. Hamburg Institut, Hamburg. URL: https://www.hamburginstitut.com/wp-content/uploads/2021/12/Hamburg_Institut_Kurzgutachten_Neue_Stromkennzeichnung.pdf

Montel Weekly, 2021. Norway's proposed GO exit. Discussion with Adam White, Secretary General, RECS International, November 12, 2021 [online]. URL: <https://podcast.montelnews.com/257968/9528176> [Abrufdatum 26.07.2022].

- Moody, P., Lehtovaara, M., Verwimp, K., Desaulniers, A., Matosic, M., 2020. Developing IT Systems Specification - Develop a Vision for the Future IT Infrastructure (Task 3.1). 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>.
- Müller, T., Fietze, D., Kahl, H., 2022. Was steckt im Osterpaket? EEG 2023. Online-Seminar, 14.07.2022, Stiftung Umweltenergierecht. URL: <https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2022/07/Was-steckt-im-Osterpaket-EEG2023-2022-07-14.pdf>.
- Mundt, J., Werner, R., Maaß, C., 2019. AP 4: Ausweisung der Umweltwirkung durch Strombezug von Unternehmen und öffentlicher Hand. In: E. Hauser, S. Heib, J. Hildebrand, I. Rau, A. Weber, J. Welling, J. Guldenberg, C. Maaß, J. Mundt, R. Werner, A. Schudak, T. Wallbott, Hrsg. Marktanalyse Ökostrom II – Marktanalyse Ökostrom und HKN, Weiterentwicklung des Herkunftsnachweissystems und der Stromkennzeichnung. Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 317–383. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-08-15_cc_30-2019_marketanalyse_oekostrom_ii.pdf.
- Mundt, J., Claas-Reuther, J., Maaß, C., Wallbott, T., Dohles, N., Pospiech, M., Rüter, T., 2021. Ausweisung von regionalem Grünstrom in der Stromkennzeichnung. Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. CLIMATE CHANGE 50/2021, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-30_cc_50-2021_ausweisung_regionaler_gruenstrom.pdf.
- OKTE (Short-term Electricity Market Operator), 2021. Prevádzkový poriadok organizátora krátkodobého trhu s elektrinou OKTE, a.s. (z.Dt.: Betriebsordnung des kurzfristigen Strommarktorganisations OKTE). URL: https://www.okte.sk/media/vpqmxelz/prev%C3%A1dzkov%C3%BD_poriadok_okte_a-s-%C3%BA%C4%8Dinn%C3%BD_od_17-06-2021_.pdf.
- OKTE, 2022a. Guarantees of origin [online]. URL: <https://www.okte.sk/en/guarantees-of-origin/> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- OKTE, 2022b. Guarantees of origin [online]. URL: <https://www.okte.sk/en/guarantees-of-origin/auctions/> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- Öko-Institut, Fraunhofer ISI, 2015. Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht, Berlin/Karlsruhe. URL: <https://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf>.

- OMIP (Operador do Mercado Ibérico de Energia – Pólo Português), 2021a. Auctions for Guarantees of Origin owned by the Portuguese Electrical System. URL: https://www.omip.pt/sites/default/files/2021-07/presentation_auctions_go-pt_july_12_en_2.pdf.
- OMIP, 2021b. Rules for Auctions. URL: https://www.omip.pt/sites/default/files/2021-07/rules_auctions_v2_1.pdf.
- OMIP, 2022. Auctions for Guarantees of Origin [online]. URL: <https://www.omip.pt/en/auctions-GO> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf.
- PV Magazine, 2021. The weekend read: 24/7 hourly matching – a new granular phase of renewable energy sourcing. URL: <https://www.pv-magazine.com/2021/12/18/the-weekend-read-24-7-hourly-matching-a-new-granular-phase-of-renewable-energy-sourcing/>.
- r2b energy consulting, 2021. Mittelfristprognose zur deutschlandweiten Stromerzeugung aus EEG-geförderten Kraftwerken für die Kalenderjahre 2022 bis 2026. Endbericht im Auftrag der 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH. Köln. URL: <https://www.netztransparenz.de/portals/1/2021-10-15%20Endbericht%20r2b.pdf>.
- RECS, 2019. International position paper: The blockchain and energy attribute tracking. URL: https://recs.org/download/?file=Blockchain-paper_FINAL.pdf&file_type=documents.
- RECS, 2020. What full disclosure means, and why it is so important. RECS International secretariat. URL: https://recs.org/download/?file=RECS-International-What-full-disclosure-means-and-why-it-is-so-important_FINAL.pdf&file_type=documents.
- RECS, 2021. The supply & demand of certified European renewable electricity. RECS International Secretariat. URL: https://recs.org/download/?file=The-supply-demand-of-European-renewable-energy_FINAL.pdf&file_type=documents.
- RECS, 2022. European Commission consultation response: Delegated Act on renewable fuels of non-biological origin. URL: https://recs.org/download/?file=RECS-consultation-response-RFNBO-DA.pdf&file_type=documents.

- REN (Rede Eléctrica Nacional), 2020. EECS Electricity Domain Protocol for Portugal [online]. URL: <https://www.aib-net.org/facts/aib-member-countries-regions/domain-protocols> [Abrufdatum: 11.07.2022].
- RES Legal, 2019. Netherlands: Premium tariff (SDE+), Procedure [online]. URL: <http://www.res-legal.eu/search-by-country/netherlands/single/s/res-e/t/promotion/aid/premium-tariff-sde/lastp/171/> [Abrufdatum:15.01.2021].
- Sakhel, A., Styles, A., 2021. Sektorale, rechtliche und länderübergreifende Schnittstellen in Erneuerbare-Energien-Nachweissystemen (Grundlagen, Teil 4), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (FKZ: UM20DC003). Hamburg: Hamburg Institut.
- Sakhel, A., Mundt, J., Sünkel, J., 2022. Nachweisführung erneuerbarer Energien in der Industrie (Industriebericht, Teil 1), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (FKZ: UM20DC003). Hamburg: Hamburg Institut.
- Statista, 2022. Börsenstrompreis am EPEX-Spotmarkt für Deutschland/Luxemburg von Juni 2021 bis Juni 2022 [online]. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/289437/umfrage/strompreis-am-epex-spotmarkt/> [Abrufdatum: 26.07.2022].
- Statkraft, 2021. The future of energy certificates: Putting a precise timestamp on green power [online]. URL: <https://www.statkraft.com/newsroom/news-and-stories/archive/2021/the-future-of-energy-certificates-putting-a-precise-timestamp-on-green-power/> [Abrufdatum: 25.07.2022].
- Strüker J., Körner M.-F., Leinauer C., 2021a. Digitale CO₂-Nachweise: Aufbruch für die nachhaltige Transformation der europäischen Wirtschaft. Hg. v. EPICO Klimainnovation (Energy and Climate Policy and Innovation Council e.V.). URL: <https://epico.org/de/digitale-co2-nachweise-aufbruch-fuer-die-nachhaltige-transformation-der-europaeischen-wirtschaft>.
- Strüker J., Weibelzahl M., Körner M.-F., Kießling A., Franke-Sluijk A., Hermann, M., 2021b. Dekarbonisierung durch Digitalisierung – Thesen zur Transformation der Energiewirtschaft. Hg. v. Universität Bayreuth, Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT und TenneT. Bayreuth. URL: https://doi.org/10.15495/EPub_UBT_00005596.
- Strüker J., Urbach N., Guggenberger T., Lautenschlager J., Ruhland N., Schlatt V., Sedlmeir J., Stoetzer J.-C., 2021c. Self-Sovereign Identity – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT. Sankt Augustin.

Styles, A., Werner, R., Maaß, C., 2021a. Zweck und instrumentelle Leistungsfähigkeit von Herkunftsnachweisen – Status quo und Weiterentwicklungsperspektiven. Bericht im Rahmen des Projekts GO4Industry (Grundlagen, Teil 2), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (FKZ: UM20DC003). Hamburg: Hamburg Institut.

Styles, A., Claas-Reuther, J., Maaß, C., 2021b. Entwertung von Herkunftsnachweisen für die Verlustenergie von Netzbetreibern: Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen. Gutachten im Auftrag der Schleswig-Holstein Netz AG und TenneT TSO GmbH. Hamburg Institut, Hamburg. URL: <https://www.hamburg-institut.com/projects/entwertung-von-herkunftsnachweisen-fuer-die-verlustenergie-von-netzbetreibern/>.

Styles, A., 2022. Auf dem Weg zur Klimaneutralität: Weiterentwicklungsperspektiven für die Nutzung von Herkunftsnachweisen in der Industrie. Blogbeitrag zur Reihe „inclusive productivity“. Bertelsmann Stiftung: Gütersloh. URL: <https://inclusive-productivity.de/auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet-weiterentwicklungsperspektiven-fuer-die-nutzung-von-herkunftsnachweisen-in-der-industrie/>.

Umweltbundesamt, 2021. Geltungsdauer der Herkunftsnachweise. In: HKNR Newsletter 2/2021, S. 5. Dessau-Roßlau. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/20210730_hknr_newsletter_2_2021_final.pdf.

Umweltbundesamt, 2022a. Workshop zur Entwertung von HKN. In: HKNR Newsletter 1/2022, S. 4. Dessau-Roßlau. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/newsletter/hknr_newsletter_1_2022.pdf.

Umweltbundesamt, 2022b. Das Regionenkonzept [online]. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/regionalnachweisregister/regionenkonzept> [Abrufdatum 29.07.2022].

Van Evercooren, D., 2019. Blogbeitrag: Will Blockchain replace the guarantee of origin? Or improve it? [online]. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-replace-guarantee-origin-improve-dirk-van-evercooren/> [Abrufdatum: 27.07.2022].

Van Stein Callenfels, R., Verwimp, K., Moody, P., White, A., Klimescheffskij, 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>.

Vattenfall, 2021. 24/7-Matching: An hourly match of consumption and production of renewables [online]. URL: <https://www.vattenfall.se/foretag/miljo/24-7-matching> [Abrufdatum: 27.07.2022].

- Verbraucherzentrale Niedersachsen, 2016. Ökostrom: Labels und Tarife, Marktuntersuchung zu niedersächsischen Tarifen und Bewertung gängiger Labels. Verbraucherzentrale Niedersachsen e.V.: Hannover.
- Verwimp, K., Moody, P., Van Stein Callenfels, R., Lehtovaara, M., Kovacs, A., Vanhoudt, W., Barth, F., Pedraza, S., Klimscheffskij, M., White, A., 2020. Mapping of the currently existing standardisation frameworks- 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>.
- Werner, R., 2022. Wie Herkunftsnachweise die Idee der Zusätzlichkeit unterstützen können. Bericht im Rahmen des Projekts GO4Industry (Grundlagen, Teil 3), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (FKZ: UM20DC003). Hamburg Institut, Hamburg. URL: <https://go4industry.com/>.
- WRI, WBCSD, 2015. GHG Protocol Scope 2 Guidance – An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard. World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development, USA. URL: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope%202%20Guidance_Final_Sept26.pdf.
- Wüst, K., Gervais, A., 2017. Do you need a Blockchain. Cryptology ePrint Archive, Paper 2017/375. URL: <https://eprint.iacr.org/2017/375>.
- WWF, 2021. WWF-Kriterien zur Beschaffung von Ökostrom. Nach welchen Kriterien sollte Ökostrom beschafft werden, um in besonderem Maße die Energiewende zu fördern? Berlin. URL: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-oekostrom-kriterien.pdf>.
- Zeiselmaier, A., Bogensperger, A., Zarth, J., Hinterstocker, M., Haberkorn, F., 2018. Woher kommt mein Ökostrom wirklich? Mit Blockchain gegen Greenwashing. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 68 (12), S. 54-57.