

Impulspapier im Auftrag der Aktionsgemeinschaft Soziale Marktwirtschaft

Die Auswirkungen des Herkunftsnachweissystems –
Transformationsbeitrag oder systematisches Greenwashing?

Inhalt

Das Impulspapier „Die Auswirkungen des Herkunftsnachweissystems – Transformationsbeitrag oder systematisches Greenwashing?“ analysiert das Herkunftsnachweissystem in seiner aktuellen Ausgestaltung. Kapitel 2 legt die rechtlichen Grundlagen und die Funktionsweise des Systems dar. Kapitel 3 ist eine Bestandaufnahme der Verwendung von HKN in der Praxis, im Hinblick auf Handels- und Ausstellungsvolumina sowie den Preisen von HKN. Kapitel 4 stellt den erweiterten Anwendungsrahmen von HKN mit Bezug auf die neuen Regelungen zur Nachhaltigkeitsbericht-

erstattung und die Anwendung von HKN zur Zertifizierung von grünem Wasserstoff dar. Kapitel 5 analysiert die Fehlanreize des Systems und Kapitel 6 legt die bereits existierenden Verbesserungsvorschläge aus der Literatur dar. Kapitel 7 schließt mit einer grundsätzlichen Einordnung und Empfehlungen zur Weiterentwicklung.

Veröffentlichung: Februar 2025

Herausgeber

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS)

Schwedenstraße 15a
13357 Berlin

Tel +49 (0) 30 76 23 991 – 30
Fax +49 (0) 30 76 23 991 – 59
www.foes.de – foes@foes.de

Über das FÖS

Das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS) ist ein überparteilicher und unabhängiger politischer Think Tank. Wir setzen uns seit 1994 für eine Weiterentwicklung der Sozialen Marktwirtschaft zu einer Ökologisch-Sozialen Marktwirtschaft ein und sind gegenüber Entscheidungsträger:innen und Multiplikator:innen Anstoßgeber wie Konsensstifter. Zu diesem Zweck werden eigene Forschungsvorhaben

durchgeführt, konkrete Konzepte entwickelt und durch Konferenzen, Hintergrundgespräche und Beiträge in die Debatte um eine moderne Umweltpolitik eingebracht. Das FÖS setzt sich für eine kontinuierliche ökologische Finanzreform ein, die die ökologische Zukunftsfähigkeit ebenso nachhaltig verbessert wie die Wirtschaftskraft.

Über den Auftraggeber

Die Aktionsgemeinschaft Soziale Marktwirtschaft e.V. ist eine wissenschaftliche Einrichtung zur Förderung und Weiterentwicklung der Sozialen Marktwirtschaft. Gegründet 1953 und in ihren Anfängen geprägt durch den liberalen Denker Alexander Rüstow, geht ihr Tun

von dem Verständnis aus, dass die Wirtschaft als ein Baustein in einer umfassenden gesellschaftlichen Ordnung eingebettet ist. Es geht um eine Wirtschaft für den Menschen.

Bildnachweise

Foto Titelseite: Pexels.com



Herkunftsnachweise: Greenwashing oder Transformationsbeitrag?

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: HKN in Theorie und Praxis	6
2	Das europäische Herkunftsnachweissystem	7
2.1	Das Ziel des HKN-Systems	7
2.2	Die gesetzlichen Rahmenbedingungen	7
2.3	Die Funktionsweise des Systems	7
2.4	Die optionale Kopplung von Herkunftsnachweisen	8
2.5	Das deutsche Doppelvermarktungsverbot	8
3	Verwendung von HKN in der Praxis	9
3.1	Der Handel von HKN innerhalb der AIB	9
3.2	Entwicklung der Ausstellung und Nutzung von HKN in Deutschland	11
3.3	Preise von HKN	12
4	Neue Anwendungsfelder für HKN	13
4.1	Die Anwendung von HKN in der Nachhaltigkeitsbericht-erstattung	13
4.1.1	Die CSRD	13
4.1.2	Vorgaben der CSRD	14
4.1.3	Die THG-Bilanzierung gemäß der CSRD	14
4.2	Nutzung von HKN für Wasserstoff	14
4.2.1	Die europäischen Rahmenbedingungen	15
4.2.2	Die nationalen Rahmenbedingungen	15
5	Fehlanreize durch Herkunftsnachweise	15
5.1	Herkunftsnachweise bieten keine finanziellen Anreize	15
5.2	HKN unterschlagen die zeitvariable Wertigkeit von EE-Strom	16
5.3	Fehlender räumlicher Bezug von HKN	16
5.4	Unterschiedliche nationale Regelungen zur Ausstellung von HKN für geförderte Anlagen	16
5.5	Doppelte Anrechnung des Grünstroms durch örtliche und marktliche Anrechnung	16
5.5.1	Doppelte Ausweisung von Grünstrom in Island	17
5.5.2	Verdacht auf Doppelvermarktung in Norwegen	17
6	Verbesserungsvorschläge für das HKN-System aus der Literatur	17
6.1	Höhere zeitliche Auflösung	17
6.2	Vorgaben zur Kopplung von HKN an physikalische Stromflüsse	18
6.3	Flexibilitäten berücksichtigen	18
6.4	Kleinere Anlagen berücksichtigen	18
6.5	HKN-Ausstellung für Eigenverbrauch	19
6.6	Wegfall des Doppelvermarktungsverbotes	19
6.7	Stärkere Differenzierung der Zertifikate	19
6.8	Entwertungsrecht für Unternehmen	19
6.9	Automatisierung der Prozesse, Weiterentwicklung der digitalen Infrastruktur	19
7	Anspruch und Wirklichkeit – Wie weiter mit dem HKN-System?	21
8	Literaturverzeichnis	24

Abkürzungsverzeichnis

AIB	Association of Issuing Bodies
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
DIHK	Deutsche Industrie- und Handelskammer
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEX	European Energy Exchange
FFE	Forschungsstelle für Energie
EPICO	Energy and Climate Policy and Innovation Council
EU ETS	Europäische Emissionshandel
EVU	Energieversorgungsunternehmen
HKN	Herkunftsnachweise
HkRNDV	Durchführungsverordnung über Herkunfts- und Regionalnachweise für Strom aus erneuerbaren Energien
MWh	Megawattstunde
NFRD	Non-Financial Reporting Directive
PPA	Power Purchase Agreement
RED	Renewable Energy Directive
THG	Treibhausgas
TWh	Terawattstunde
SUER	Stiftung Umweltenergierecht
UBA	Umweltbundesamt

Zusammenfassung der Ergebnisse

Herkunftsnachweise (HKN) sind digitale Dokumente, welche den erneuerbaren Ursprung einer Strommenge ausweisen sollen. Sie wurden ursprünglich geschaffen, damit Ökostromtarife angeboten werden konnten. In den vergangenen Jahren wurde ihre Nutzung auf verschiedene andere Instrumente und Sektoren ausgeweitet, z.B. im Kontext von grünem Wasserstoff und im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Das HKN-System, in seiner bisherigen Form, führt jedoch zu Fehlanreizen im Strommarkt. Dieses Impulspapier analysiert die Auswirkungen des Systems und gibt einen Überblick über Vorschläge zur Weiterentwicklung.

HKN werden in der Regel zeitlich und räumlich unabhängig von den tatsächlich erzeugten Strommengen gehandelt. Sie können in Europa grenzüberschreitend gehandelt werden und zwischen Ausstellung und Entwertung können bis zu 12 Monate liegen. Damit unterschlägt das HKN-System die physikalischen Gegebenheiten und Begrenzungen des Systems wie z.B. die wetterbedingten tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen bei der Produktion von erneuerbaren Energien (EE).

Häufig bieten HKN keinen positiven Anreiz für die Energiewende, da ihre Verwendung nicht voraussetzt, dass zusätzliche EE-Erzeugung geschaffen wird. Stattdessen kann es sich bei der Nutzung von HKN um eine rein rechnerische Verschiebung der Grünstromqualität handeln: Der Grünstrom wird nicht mehr dem allgemeinen Strommix zugerechnet, sondern in der Bilanz eines bestimmten Stromverbrauchers verbucht.

Außerdem entstehen negative Auswirkungen, da die **Beschaffung von HKN in der Regel günstiger ist als die tatsächliche Investition in EE-Anlagen.** Auf diese Weise können Unternehmen oder Stromanbieter ihren Stromverbrauch bzw. -verkauf allein durch den Kauf von HKN bilanziell als „grün“ ausweisen, selbst aber weiterhin Strom aus fossilen Energien erzeugen.

In der Vergangenheit kam es zudem zu einer **doppelten Anrechnung von Grünstrom,** da die Grünstromqualität von erneuerbar produziertem Strom einmal als HKN verkauft wurde, aber zusätzlich auch im Rahmen des Strommixes des Landes in Anspruch genommen wurde.

In Deutschland wurde, u.a. um eine doppelte Entlohnung von Grünstrom vorzubeugen, das sogenannte **Doppelvermarktungsverbot** erlassen. Damit sind in Deutschland Anlagen, welche eine staatliche Förderung erhalten, nicht berechtigt HKN auszustellen. Die meisten europäischen Länder hingegen stellen HKN unabhängig von der Förderung aus. Da es somit in Deutschland deutlich weniger HKN auf dem Markt gibt, wird **die steigende Nachfrage nach HKN zunehmend durch importierte HKN gedeckt.** Eine steigende Nachfrage nach Ökostromprodukten in Deutschland führt unter diesen Umständen zu keinem Nutzen für die deutsche Energiewende.

Die unterschiedlichen Regelungen zwischen den Ländern, welche am gemeinsamen HKN-Markt

teilnehmen, sind inkonsistent und intransparent. Auch die deutsche Stromkennzeichnung ist nicht intuitiv verständlich.

Um den Nutzen und die Effizienz des HKN-Systems zu verbessern, bieten gekoppelte HKN eine Verbesserung: Für die Ausweisung von Grünstrom für die Produktion von grünem Wasserstoff wurde die europäische als auch die deutsche Gesetzgebung bereits angepasst. „Einfache“ HKN reichen in ihrer jetzigen Form nicht aus, um die Herkunft des Stroms zuverlässig nachzuweisen. Daher müssen für diese Anwendung gekoppelte HKN erbracht werden. Gekoppelte HKN setzen voraus, dass Strommenge und HKN zusammen gehandelt werden und zwischen Entstehung und Verbrauch bzw. Entwertung nicht länger als ein Monat liegen darf.

Für Ökostromtarife und den Bezug von erneuerbar erzeugtem Strom im Rahmen der unternehmerischen Berichtspflicht (Corporate Social Responsibility Directive, CSRD) ist die Kopplung von HKN bislang noch optional.

Um die tatsächliche Zuordnung einer Stromlieferung zur „grünen Herkunft“ sicherzustellen, ist die Kopplung von HKN und Strommengen notwendig und sollte flächendeckend angewendet werden. Das HKN-System sollte perspektivisch außerdem weiterentwickelt werden, um eine höhere zeitliche Auflösung zu erreichen. Auch eine geografische Komponente, welche berücksichtigt ob und wie der Stromfluss vom Entstehungsort des HKN zum Verbrauchsort fließen kann sollte diskutiert werden. Nur durch eine Kopplung und eine realistische Ausrichtung der Zertifikate an die physikalischen Gegebenheiten des Systems haben HKN einen relevanten Informationsgehalt und unterstützen die Systemintegration von erneuerbaren Energien.

1 Einleitung: HKN in Theorie und Praxis

Die Begrenzung der Klimakrise und das Erreichen der dafür auferlegten nationalen und europäischen Klimaziele hängt maßgeblich von der Transformation der Energieerzeugung ab.

Um fossile Energieträger zu ersetzen, braucht es den Zubau von erneuerbaren Energien. Zusätzlich zum Ausbau der Erzeugungskapazitäten erneuerbarer Energien muss die Funktionsweise des Strommarktes an die Parameter einer erneuerbaren, dezentralen und wetterabhängigen Energieerzeugung angepasst werden.

Die zentrale Steuerung des Ausbaus findet über die Förderung von EE-Anlagen im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) statt. Darüber hinaus spielt aber auch die marktliche Nachfrage nach EE-Strom eine immer größere Rolle, z.B. über die Vorgaben für Unternehmen im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Damit Verbraucher:innen EE-Strom beziehen können, z.B. um die Treibhausgasintensität des eigenen Verbrauchs zu verringern, wurde das System der HKN geschaffen.

HKN sind elektronische Zertifikate, welche den Verbraucher:innen die erneuerbare Herkunft des Stroms garantieren sollen. HKN werden in der Regel unabhängig von den eigentlichen Strommengen gehandelt. Sie werden bei der Produktion von Grünstrom ausgestellt¹ und müssen bei der Lieferung von Grünstromprodukten entwertet werden. Energieversorgungsunternehmen können also Graustrom produzieren oder einkaufen und dann HKN separat einkaufen, um die Strommengen als Grünstromprodukt anzubieten.

Das Ziel des HKN-Systems ist die Möglichkeit, Grünstromprodukte und grüne Marketingversprechen möglich zu machen. Verbraucher:innen sollen mit Ihren Kaufentscheidungen die Energiewende unterstützen können.

Projektierer und Anlagenbetreiber von ungeforderten Grünstromanlagen, welche für die Produktion von Grünstrom HKN bekommen, sollen durch deren Verkauf außerdem einen zusätzlichen Erlös generieren können. So sollen Verbraucher:innen mit ihren Kaufentscheidungen die Energiewende unterstützen und finanzielle Anreize für Investoren und Projektentwickler setzen.

In der Praxis zeichnet sich aber bereits seit Jahren ab, dass der Handel von HKN zu keinem zusätzlichen

Ausbau von erneuerbaren Energien führt und somit auch nicht zu einer Emissionsreduktion (dena 2022).

HKN waren lange sehr günstig, da die Menge an angebotenen HKN im Verhältnis zur Nachfrage sehr groß ist. HKN werden grenzüberschreitend zwischen allen Mitgliedstaaten der Association of Issuing Bodies (AIB) gehandelt. Aktuell sind 28 Staaten vollständige Mitglieder, davon sind neben den meisten EU-Mitgliedstaaten auch Nicht-EU Mitglieder wie Island, die Schweiz und Norwegen Teil der Handelszone (Association of Issuing Bodies 2024). Bei dem grenzüberschreitenden Handel werden physikalische Begrenzungen des Stromtransportnetzes außer Acht gelassen. Auch saisonale und tageszeitabhängige Schwankungen werden beim HKN-Handel nicht berücksichtigt, da es egal ist, wann ein HKN erzeugt wurde, solange es innerhalb eines Jahres der Ausweisung stattfindet.

Folglich ist es viel einfacher und günstiger Graustrom in Kombination mit entkoppelten HKN zu beziehen, als tatsächlich in Grünstromanlagen zu investieren bzw. erneuerbar produzierten Strom im zeitlichen Einklang mit dem Verbrauchsprofil zu beziehen. Für industrielle Verbraucher kann es sogar kurzfristig günstiger sein (nahezu) 100 % Grünstrom mit Hilfe von HKN auszuweisen, anstatt die eigenen Emissionen durch Effizienzmaßnahmen zu reduzieren.

Durch die ausgeweiteten Pflichten zur Nachhaltigkeitsberichterstattung nimmt die Anwendung von HKN zu. Auch für die Zertifizierung von grünem Wasserstoff sollen HKN angewendet werden. Für die Zertifizierung von grünem Wasserstoff hat der delegierte Rechtsakt der EU bereits festgelegt, dass eine zusätzliche Kopplung der HKN an die tatsächliche Lieferung des erneuerbar erzeugten Stroms notwendig ist (Bundestag 2024).

Im Rahmen der Corporate Social Responsibility Directive (CSRD), als auch für die generelle Stromlieferung an industrielle sowie private Stromkunden ist eine solche Kopplung nicht vorgeschrieben und wird bisher nicht standardmäßig angewendet.

Die Entkopplung der „grünen Eigenschaft“ von Strom, welcher ein leitungsgebundener Energieträger ist, sollte jedoch kritisch überprüft werden. In der Weiterentwicklung der Marktregeln des Strommarktes müssen die physikalischen Realitäten der Stromerzeugung, beispielsweise die wetterbedingten Fluktuationen, als auch die begrenzten Netzkapazitäten stärkere Berücksichtigung finden. Nur so können effiziente Anreize für mehr Flexibilität, den Zubau neuer

¹In Deutschland werden HKN nur für Grünstrommengen ausgestellt, welche außerhalb der EEG-Förderung

entstanden sind (sog. Doppelvermarktungsverbot). In anderen Ländern wird dies unterschiedlich gehandhabt.

Kapazitäten und die Weiterentwicklung der Netze geschaffen werden.

Das zunehmende Auseinanderklaffen der systemischen Annahmen und der physikalischen Realitäten haben in der Vergangenheit zu hohen Korrekturkosten geführt. Dies betrifft beispielsweise die Annahme, dass die gesamte deutsche Strommarktzone eine „Kupferplatte“ ist und Netzkapazitäten beim Stromhandel nicht berücksichtigt werden müssen. Dadurch sind Redispatchmaßnahmen notwendig, welche im Falle von Netzengpässen angewendet werden müssen (FÖS 2022; FÖS 2023).

Ziel dieses Impulspapiers ist es, die Implikationen des HKN-Systems in seiner jetzigen Form zu analysieren und zu erörtern, welche Anreize und Fehlanreize entstehen. Insbesondere die übliche Entkopplung der „grünen Eigenschaft“ im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Systems hin zu einem dekarbonisierten Wirtschaftssystem wird dabei kritisch überprüft.

2 Das europäische Herkunftsnachweissystem

Ein HKN ist ein elektronisches Dokument, das als Nachweis gegenüber einem Endkunden dafür dient, dass ein bestimmter Anteil oder eine bestimmte Menge an Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt wurde (Europäische Union 2009).

2.1 Das Ziel des HKN-Systems

Das HKN-System wurde geschaffen, damit Grünstrom als solcher angeboten und beschafft werden kann. HKN sollen die grüne Qualität des Stroms gegenüber den Endkunden ausweisen. Hierfür sollen HKN einen **einheitlichen Nachweis** schaffen (Europäische Union 2009).

HKN sind nicht als Fördersystem konzipiert. Dennoch soll durch die Möglichkeit, Grünstrom als solchen anzubieten bzw. zu beziehen, der Ausbau von erneuerbaren Energien unterstützt werden. Somit sollen HKN als marktbasierendes Instrument eine **implizierte Anreizstruktur** schaffen (UBA 2019a).

2.2 Die gesetzlichen Rahmenbedingungen

Das HKN-Regime für Elektrizität, Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energiequellen wurde auf Grundlage von Artikel 15 der EU-Richtlinie 2009/28/EG (Renewable Energy Directive (RED) I) entworfen (Europäische Union 2009). In diesem Zuge wurden die Grundzüge des europäischen HKN-Systems festgelegt, wie u.a. die Standardgröße von 1 Megawattstunde (MWh) pro HKN-Zertifikat, die Informationen, die ein HKN

enthalten muss, der Zeitraum zwischen Ausstellung und Entwertung eines HKN (12 Monate) sowie die Option für die EU-Mitgliedstaaten, ein Doppelvermarktungsverbot auszusprechen.

Die rechtliche Grundlage ist heute Artikel 19 der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Art. 19 RED II). In Deutschland wurde das System 2013 eingeführt. Die gesetzliche Grundlage bildet aktuell das EEG.

Seit der Einführung des HKN-Systems wurden auf europäischer Ebene fortlaufend rechtliche und inhaltliche Anpassungen des HKN-Systems vorgenommen. In der Reform der RED II in 2018 wurde der Anwendungsbereich von HKN ausgeweitet: von ursprünglich Elektrizität und Wärme/Kälte (RED I) auf Gas und Wasserstoff (RED II) (Europäische Union 2018; Styles/Claas-Reuther 2023). In 2022 wurde die Übertragbarkeit von HKN beim Abschluss von langfristigen Stromlieferverträgen („Power Purchase Agreement“ (PPA)) auf den Käufer etabliert (Europäische Union 2023a; vgl. Hamburg Institut 2022; vgl. Styles/Claas-Reuther 2023).

2.3 Die Funktionsweise des Systems

HKN werden bei der Erzeugung und Netzeinspeisung von Grünstrom auf das HKN-Konto des Anlagenbetreibers beim Umweltbundesamt (UBA) nach entsprechender Antragstellung gutgeschrieben. Wird ein HKN nicht innerhalb von 12 Monaten genutzt, verliert es seine Gültigkeit und wird storniert. Die HKN können getrennt von den produzierten Strommengen gehandelt werden (§79 Abs. 1 EEG 2021; §12 Abs. 1 HkRNDV). Jeder ausgestellte HKN muss Mindest-Informationstandards erfüllen, u.a. zu der Erzeugungsquelle (Energiequelle) des ausgewiesenen Stroms, zur ausstellenden Erzeugungsanlage (Kraftwerk) und zum Erzeugungsland, welches den HKN ausstellt (Europäische Union 2009).

Wird ein HKN gehandelt, dann wird das entsprechende Zertifikat vom Konto des Erzeugers auf das Konto des Käufers überschrieben. Wird Strom geliefert und verbraucht, dann wird die entsprechende Menge an HKN entwertet und vom Konto gelöscht.

In vielen Ländern können Industriekunden selbst HKN erwerben, um ihre Emissionsbilanz zu verbessern, unabhängig davon, welcher Strom bezogen wird (Bowe/Girbig 2021). In Deutschland können jedoch nur Energielieferanten HKN erwerben und entwerten. Industriekunden müssen also entsprechende Stromprodukte beziehen, um einen Grünstromanteil auszuweisen (UBA 2023).

Der Handel von HKN findet grenzüberschreitend, zwischen allen teilnehmenden europäischen Staaten statt (§29 HkRNDV). Der größte Teil des Handels findet über

private Handelsplattformen oder „over-the-counter“ statt, bei denen sich Käufer und Verkäufer auf einen individuellen Preis einigen. Seit einigen Jahren werden HKN in bestimmten Ländern aber auch auktioniert, z.B. an der Strombörse European Energy Exchange (EEX), die die Auktion durchführt (Aurora Energy Research/EPICO 2022; Hamburg Institut 2021).

2.4 Die optionale Kopplung von Herkunftsnachweisen

Die optionale Kopplung gemäß §30a Absatz 3 Herkunftsnachweis- und Regionalnachweisregisterverordnung (HkRNDV) stellt sicher, dass HKN und die zugrunde liegende Strommenge an das gleiche Energieversorgungsunternehmen (EVU) geliefert werden. Sie schließt eine rein virtuelle Verschiebung der Grünstromeigenschaft aus.

Eine optionale Kopplung von HKN und Strommengen ist bereits seit Beginn des HKN-Systems im Jahr 2013 möglich. Das Ziel dieser Regelung war es, EVUs die Möglichkeit zu geben, ein besonders glaubwürdiges Produkt zu erstellen und anzubieten. Mit einem Grünstromprodukt, das mit gekoppelten HKN angeboten wird, kann Kunden garantiert werden, dass sie tatsächlich den Grünstrom verbrauchen, der Ihnen durch das HKN ausgewiesen wird.

Die Anforderungen, die Stromerzeuger und EVU erfüllen mussten, um ein Kopplungsmerkmal zu beantragen, wurden in den ersten Jahren jedoch als nicht marktgerecht und unflexibel kritisiert. Zwischen 2013 und 2021 gab es nur ein EVU, welches gekoppelte HKN in Anspruch genommen hat. Im Jahr 2019 wurden 1 TWh (Terawattstunde) HKN mit Kopplung entwertet. Die Gesamtentwertungsmenge von HKN in diesem Jahr betrug 105,8 TWh, wovon 13,6 TWh inländische HKN waren. Dies entspricht einem Anteil von 0,9 % gekoppelten HKN an den insgesamt entwerteten HKN und einem Anteil von 7,4 % an den entwerteten inländischen HKN (UBA 2021).

Im Jahr 2021 legte das UBA einen Bericht mit Empfehlungen zur Überarbeitung der gekoppelten HKN vor. Ziel der Überarbeitung war es, die Nutzung von gekoppelten HKN zu stärken. Außerdem gab der delegierte Rechtsakt der EU zu Artikel 27 RED II Anlass zu der Reform. Mit dem delegierten Rechtsakt sollten HKN auch für die Ausweisung von grünem Wasserstoff ermöglicht werden.

Die Regelung über gekoppelte HKN wurde mit dem Gesetz zu Sofortmaßnahmen im Stromsektor, das im Juli 2022 verabschiedet und im Januar 2023 in Kraft trat, überarbeitet. Im Mai 2024 legte das UBA einen Leitfaden zur Umsetzung der gesetzlichen Rahmenbedingungen vor (UBA 2024).

Gemäß §30a HkRNDV muss ein gekoppelter HKN unter anderem folgende Anforderungen erfüllen:

- Die gekoppelte Lieferung darf nur innerhalb eines oder über maximal zwei Bilanzkreise² erfolgen. Bei einer Lieferung über zwei Bilanzkreise darf in dem Bilanzkreis, in dem die Strommenge erzeugt wird, nur Strom aus erneuerbaren Energien bilanziert werden. Der Bilanzkreis der Erzeugung, sowie der Bilanzkreis aus dem der Letztverbraucher beliefert wird.
- Gekoppelte HKN müssen außerdem innerhalb eines Monats erzeugt und verbraucht werden (UBA 2024).
- Die Nachweise über physikalische Erzeugung und Verbrauch müssen von einem Umweltgutachter erbracht werden.

Seit dem Abrechnungsjahr 2023 werden gekoppelte HKN im Rahmen der Strompreiskompensation für Betriebe verwendet, die von erhöhten Stromkosten auf Grund des Europäischen Emissionshandels (EU ETS) betroffen sind und ein Carbon-Leakage-Risiko haben. Unternehmen können nur mit gekoppelten HKN anzeigen, dass sie Strom aus erneuerbaren Energien beziehen (UBA 2024).

Gekoppelte HKN werden außerdem für die Herstellung und Ausweisung von grünem Wasserstoff verwendet (Bundestag 2024). Hierbei gibt es jedoch zusätzliche Anforderungen, beispielsweise an den räumlichen Zusammenhang oder die Zusätzlichkeit der Stromerzeugung (siehe Kapitel 4.2).

2.5 Das deutsche Doppelvermarktungsverbot

Die europäische Gesetzesgrundlage überlässt es den EU-Mitgliedsstaaten, ob HKN für bereits anderweitig geförderten Strom oder nur für ungeförderten Grünstrom ausgestellt werden dürfen. Während in den meisten europäischen Mitgliedstaaten HKN für alle erneuerbar produzierten Strommengen ausgestellt werden, entschied sich der deutsche Gesetzgeber, HKN auf ungeförderten Strom zu beschränken (§80 Abs. 2

² Ein Bilanzkreis ist ein virtuelles Energiemengenkonto. Der Bilanzkreisverantwortliche, z.B. ein EVU, muss dafür sorgen, dass eingespeiste und ausgespeiste Energiemengen im

Gleichgewicht sind. In Deutschland gibt es etwa 900 Bilanzkreise (BMWK 2024)

EEG 2023). Weitere AIB-Mitgliedsstaaten, in denen ein Doppelvermarktungsverbot besteht, sind Irland, Litauen und Serbien (UBA 2023).

Dieses sogenannte „Doppelvermarktungsverbot“ soll verhindern, „dass die positive Umwelteigenschaft des Stroms aus erneuerbaren Energien, insbesondere die Tatsache, dass kein zusätzliches Kohlendioxid entsteht, mehrfach entlohnt wird“ (BMWi 2004).

Die Annahme ist, dass die grüne Eigenschaft durch das nationale Fördersystem bezahlt und somit erworben wird. Die Betreiber von Anlagen, welche im Rahmen des EEG gefördert werden, dürfen die grüne Eigenschaft nicht selbst vermarkten. Der Grünstrom wird im Interesse der Allgemeinheit dem deutschen Strommix zugerechnet (BMWK 2014). Das Doppelvermarktungsverbot sollte außerdem einem Preisverfall von HKN entgegenwirken.

Bei der Kennzeichnung von Strom auf der Stromrechnung führt das deutsche Doppelvermarktungsverbot dazu, dass es zwei Arten von Strom aus erneuerbaren Energien gibt. Einmal den „Anteil erneuerbarer Energien, finanziert aus der EEG-Umlage“ und einmal „sonstige erneuerbare Energien“, die mit Hilfe von HKN ausgewiesen werden. Für ein Ökostromprodukt muss das EVU dennoch für die gesamte Menge des gelieferten Stroms HKN erwerben, obwohl der EE-geförderte Menge ebenfalls auf der Stromkennzeichnung aufgeführt wird (UBA 2019b).

Damit Doppelvermarktung und eine doppelte Anrechnung von Grünstrom vermieden wird, muss ein korrigierter Residualmix errechnet werden, bei dem der Anteil von HKN aus dem Strommix herausgerechnet wird. Dennoch kam es in der Vergangenheit zu Fällen von doppelter Anrechnung der grünen Stromqualität (siehe Kapitel 5.5).

In den Verhandlungen um die Novellierung der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie im Jahr 2021 schlug die EU-Kommission vor, die Möglichkeit, ein Doppelvermarktungsverbot zu erlassen, zu streichen (dena 2022; EU Kommission 2021). Die Kommission argumentierte u.a., dass harmonisierte Regelungen zwischen den Mitgliedstaaten die Transparenz und Effektivität des Systems verbessern. Eine Abschaffung des deutschen Doppelvermarktungsverbot wurde von Teilen der deutschen Energiewirtschaft und Industrie unterstützt, da es auf Grund des deutschen Doppelvermarktungsverbot wenige deutsche HKN gibt und immer mehr HKN aus dem Ausland importiert werden (dena 2022).

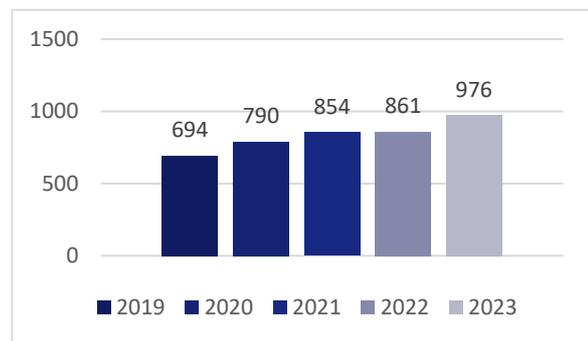
Die deutsche Bundesregierung setzte sich jedoch erfolgreich für den Erhalt eines Doppelvermarktungsverbot ein. Die verabschiedete RED III-Richtlinie lässt den Mitgliedsstaaten nun weiterhin die Möglichkeit, das Ausstellen von HKN auf ungeförđerte Anlagen zu begrenzen (Europäische Union 2023a). Somit

werden in Deutschland HKN nur für Anlagen ausgestellt, welche ohne Förderung finanziert werden (z.B. PPA) oder solche, die keine Förderung mehr erhalten.

3 Verwendung von HKN in der Praxis

Im Jahr 2023 wurden in der gesamten AIB-Handelszone HKN für 976 TWh Strom ausgestellt. Über die vergangenen Jahre hat die Menge an ausgestellten und gehandelten HKN stetig zugenommen (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Ausgestellte HKN in der AIB-Handelszone in TWh

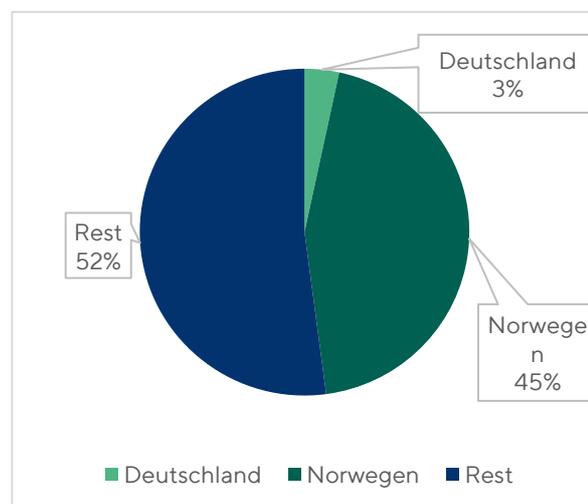


Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

3.1 Der Handel von HKN innerhalb der AIB

Norwegen war 2023 der größte Anbieter von HKN auf dem europäischen Markt mit einem Anteil von 45 % der Handelsmenge. Deutschland trug im Jahr 2023 mit lediglich etwa 3 % zur gehandelten Menge bei (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: HKN-Export in der AIB-Handelszone 2023

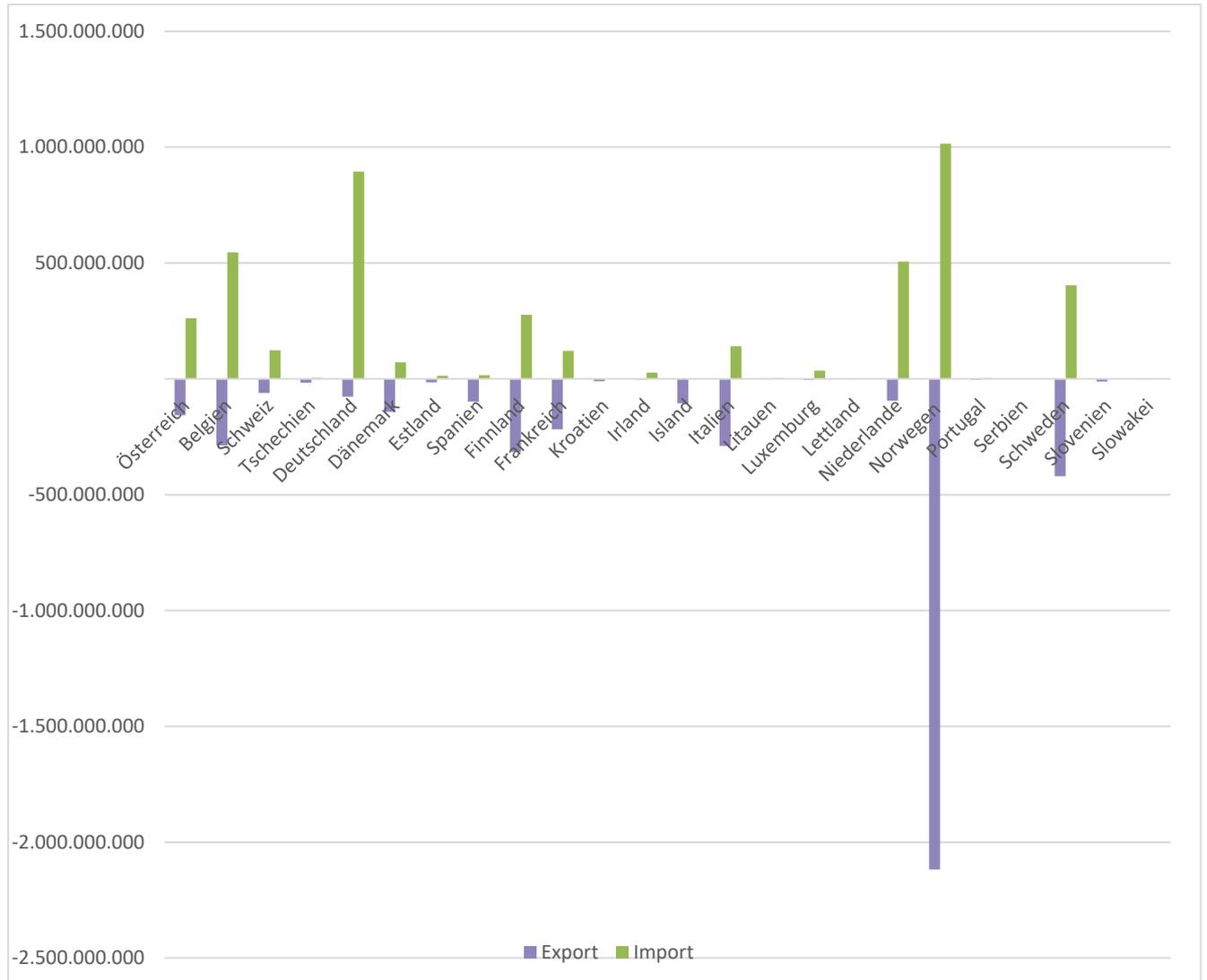


Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

Im Jahr 2023 importierte Deutschland HKN für 193,6 TWh (siehe Abbildung 7) und exportierte lediglich HKN für 32 TWh (AIB 2024).

Deutschland ist damit der größte Nettoimporteure von HKN (siehe Abbildung 3) und zugleich der größte Importeur norwegischer HKN (dena 2022; FfE 2023).

Abbildung 3: Importe und Exporte in der AIB-Handelszone 2001-2021

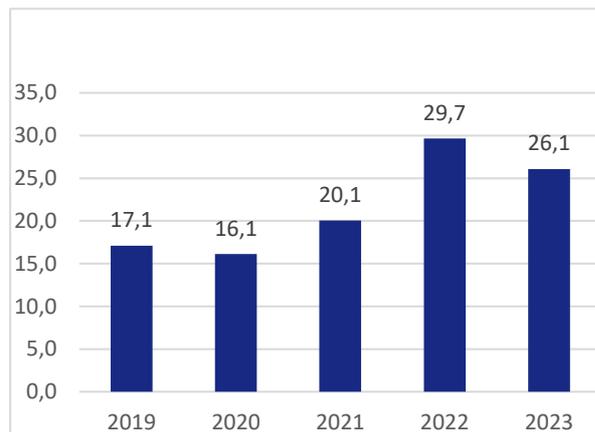


Quelle: (AIB 2024)

3.2 Entwicklung der Ausstellung und Nutzung von HKN in Deutschland

In Deutschland wurden im Jahr 2023 HKN für 26 TWh ausgestellt (siehe Abbildung 4).

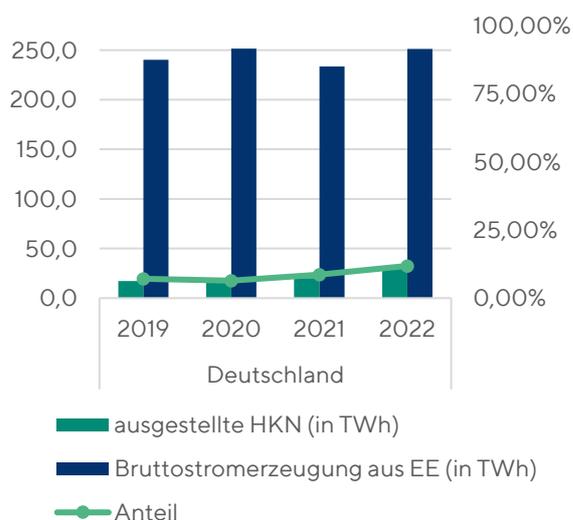
Abbildung 4: Ausgestellte HKN in Deutschland in TWh



Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

Auf Grund des Doppelvermarktungsverbot werden in Deutschland nur für etwa knapp 12 % der gesamten erneuerbaren Stromerzeugung HKN ausgestellt (siehe Abbildung 5). (AIB 2024).

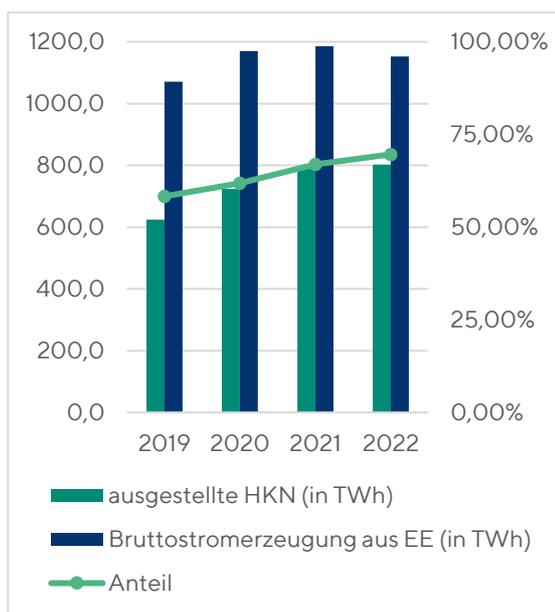
Abbildung 5: Anteil HKN-Ausstellung an EE-Stromerzeugung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

In der gesamten AIB-Handelszone werden für knapp 70 % der erneuerbaren Stromproduktion HKN ausgestellt (siehe Abbildung 6).

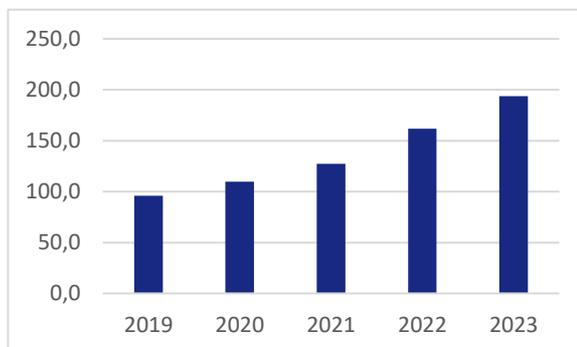
Abbildung 6: Anteil HKN-Ausstellung an EE-Stromerzeugung (AIB-gesamt)



Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

Die Nachfrage für HKN in Deutschland wird für fast 80 % durch Importe gedeckt (AIB 2024). Die Menge an importierten HKN steigt über die letzten Jahre stetig an (siehe Abbildung 7).

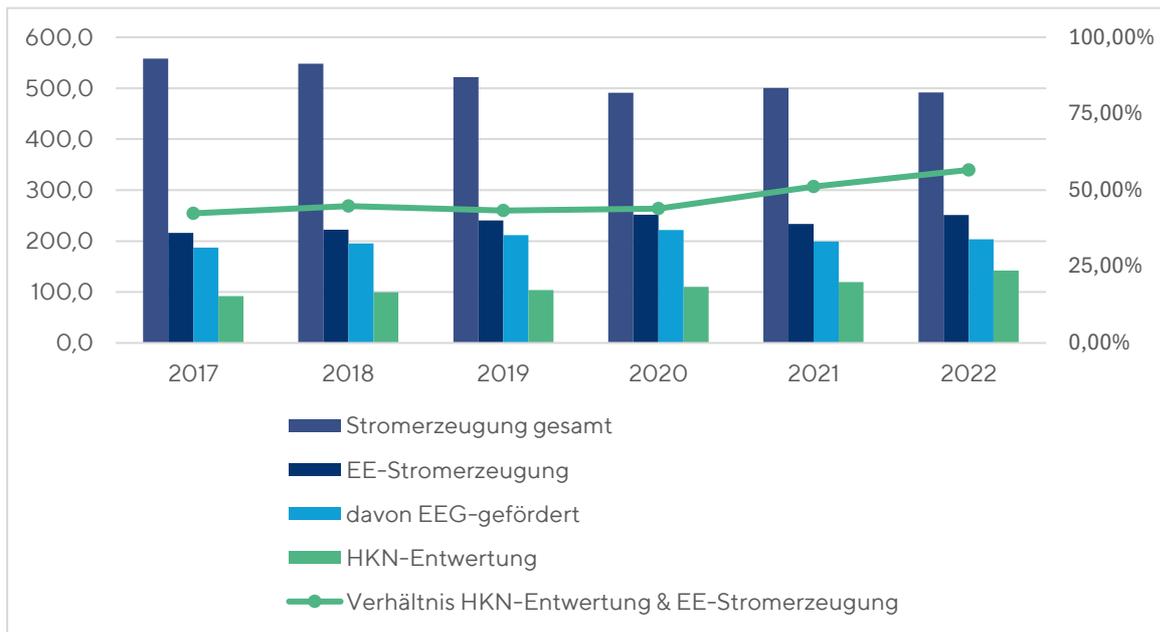
Abbildung 7: Menge an importierten HKN in Deutschland in TWh



Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

Die zusätzliche Nachfrage nach Grünstromprodukten und den dafür notwendigen HKN wird also zunehmend durch importierte HKN gedeckt. Die Menge an HKN, die in Deutschland entwertet wird, steigt außerdem stärker an als die Produktion von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 8).

Abbildung 8: Stromerzeugung und HKN-Entwertung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung nach (AIB 2024)

Diese Entwicklung zeigt, dass die zusätzliche Nachfrage nach Grünstromprodukten vermehrt nicht durch zusätzliche EE-Produktion gedeckt wird.

3.3 Preise von HKN

HKN wurden bis vor einigen Jahren zum größten Teil bilateral oder über private Handelsplattformen gehandelt, weshalb sich verlässliche Durchschnittspreise schwer ermitteln lassen (Aurora Energy Research/EPICO 2022).

Eine Analyse des Hamburg Instituts aus dem Jahr 2021 zeigt zudem, dass die Preise für HKN stark fluktuierten: Im Jahr 2020 lagen die Preise zwischenzeitlich bei nur 0,1-0,4 €/MWh. In den Vorjahren lagen die Preise laut UBA zwischen 1-2 €/MWh. Die Corona-Krise und die teilweise verringerte Stromnachfrage wurde als Gründe für die niedrigen Preise im Jahr 2020 genannt (Aurora Energy Research/EPICO 2022).

Seit 2022 werden HKN auch über die Strombörse Epex Spot auktioniert. In 2023 lagen die Preise dort für Wind-HKN bei knapp 8€/MWh, für Wasserkraft bei etwas über 8 €/MWh und für Solar-HKN bei 7,80€/MWh (Epex Spot 2023).

HKN sind jedoch nicht homogen, sondern der Preis kann variieren, abhängig von der Technologie der Erzeugungsanlage, dem Alter der Anlage, dem Förderstatus und dem Herkunftsland (Hamburg Institut 2021). Die historischen Daten zeigen, dass das Preisniveau von HKN allgemein zu niedrig ist, um Investitionsentscheidungen in erneuerbare Energien maßgeblich zu beeinflussen. Auch die schwer planbaren

Preisfluktuationen und die heterogenen Preisentwicklungen für die unterschiedlichen HKN-Arten erschweren die Berücksichtigung von HKN-Einnahmen in der Anlagenplanung (siehe Tabelle 1) (Aurora Energy Research/EPICO 2022; Wimmers/Madlener 2023).

Tabelle 1: Überblick über historische HKN-Preise und Preisspannen

HKN-Typ	Zeitraum	Preis/ Preisspanne in €/MWh
Nordische Wasserkraft	2015-2018	0,05 - 3,40
Deutschland (Anlagentyp nicht spezifiziert)	2018	0,8 - 1,6
Österreich (Anlagentyp nicht spezifiziert)	2018-2019	8
Niederländische Windkraft	2018	0,15 - 1,98
EU-Wasserkraft (gemischte Herkunftsländer)	2018-2020	1,7 - 2,3
Italien (Durchschnitt alle Technologien in Auktion)	2022	1,03 - 6,46

Quelle: Wimmers/Madlener 2023

Die heterogene Preisentwicklung der verschiedenen HKN-Produkte erlaubt nur bedingt konkrete

Aussagen über die Kosten, welche für HKN aufgewendet wurden. Nimmt man beispielhaft den Durchschnittspreis von 2€ und multipliziert diesen mit dem Importvolumen von 193 TWh HKN in 2023 (siehe Abbildung 7) ergibt dies eine Summe von 386 Mio €, welche auf Kosten der deutschen Energiewende ins Ausland geflossen sind.

4 Neue Anwendungsfelder für HKN

Die Nachfrage nach Grünstromlieferverträgen steigt an, da sich immer mehr Unternehmen verpflichten, ihre Emissionen zu reduzieren. Verantwortungsbewusste und nachhaltige Unternehmensstrategien sowie die klimafreundliche Herstellung von Produkten sind beliebte und wirksame Marketingversprechen (Timpe/Seebach 2023).

Bisher waren die meisten Nachhaltigkeitsanforderungen für Unternehmen selbst auferlegt und freiwillig.

Mit der Einführung und Umsetzung der CSRD werden die Pflichten für Unternehmen verschärft, über ihre Nachhaltigkeitsstandards zu berichten. Unternehmen müssen in der Zukunft also detaillierteren und einheitlicheren Standards folgen und können nicht wie bisher die unternehmerische Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) auf freiwilliger Basis nach einem der vielen existierenden Bilanzierungsrahmenwerke erstellen. Die CSRD bildet auch die Basis dafür, dass in der Zukunft Mindeststandards im Bereich Nachhaltigkeit eingeführt werden können. Zur Minderung der THG-Intensität des eigenen Verbrauchs spielen HKN eine immer wichtigere Rolle.

4.1 Die Anwendung von HKN in der Nachhaltigkeitsberichterstattung

Nachhaltigkeitsberichterstattung ist seit einigen Jahren ein immer wichtigeres Element der Informationspolitik von Unternehmen. Bislang waren die Standards freiwillig und wurden nur von sehr großen Unternehmen umgesetzt.

Seit Ende 2010 gibt es beispielsweise den ISO 26000 für die gesellschaftliche Verantwortung und Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen. Dabei handelt es sich nicht um einen zertifizierbaren Standard,

sondern um einen Leitfaden, der Best Practices beschreibt.

Seit 2014 gibt es die Corporate Social Responsibility Richtlinie. Diese Richtlinie weitete die Berichtspflichten für Unternehmen aus und forderte erstmals, dass über wirtschaftliche Aspekte hinaus auch ökologische und soziale Aspekte beleuchtet werden müssen. Seit 2017 wird dies in Deutschland durch die CSR-Richtlinie umgesetzt (Bowe/Girbig 2022).

Große kapitalmarktorientierte Unternehmen oder diesen gleichgestellte Personenhandelsgesellschaften mit mehr als 500 Mitarbeitenden sind bereits seit 2014 auf Grundlage der Non-Financial Reporting Directive (NFRD) verpflichtet, einen nicht-finanziellen Bericht zu erstellen, der u.a. auch Umweltbelange miteinbezieht (BMAS 2024). Dabei konnten die Unternehmen selbst entscheiden, wie sie dies umsetzen und ob sie einen anerkannten Standard anwenden (DIHK 2024).

4.1.1 Die CSRD

Am 5. Januar 2023 trat die EU-Richtlinie 2022/2464 CSRD in Kraft, die bis Ende 2024 ins deutsche Recht umgesetzt werden musste (Roedl&Partner 2024)³.

Diese Richtlinie erweitert die Verpflichtung zur Nachhaltigkeitsberichterstattung erheblich. Neben den bereits unter der NFRD verpflichteten Unternehmen müssen in Zukunft auch alle großen Kapitalgesellschaften oder ihnen gleichgestellte Unternehmen, unabhängig von ihrer Kapitalmarktorientierung, berichten. Außerdem müssen auch kleine und mittlere kapitalmarktorientierte Unternehmen in Zukunft berichten. Während in der Vergangenheit etwa 11.600 Unternehmen berichten mussten, wird dies nun für etwa 49.000 Unternehmen gelten (BMAS 2024). Welche Unternehmen von der CSRD-Berichtspflicht betroffen sind, hängt von bestimmten Unternehmensgrößenkriterien ab (BMAS 2024).

Die Berichterstattungspflichten werden außerdem erweitert. Der verpflichtende Nachhaltigkeitsbericht erfordert auch die Erstellung einer THG-Bilanz, wodurch die betroffenen Unternehmen ihre direkten und indirekt Emissionen ermitteln und bilanzieren müssen. Bei der Bereitstellung dieser Informationen muss nun außerdem der European Sustainability Reporting Standard angewendet werden (DIHK 2024).

Der Abschlussbericht im Rahmen der CSRD muss außerdem von zertifizierten externen Prüfer:innen geprüft und attestiert werden. Zu Beginn der neuen Berichterstattungspflichten wird dieses Testat mit

³ Die deutsche Bundesregierung versäumte die Umsetzung der CSRD ins deutsche Recht innerhalb der Frist.

„begrenzter Sicherheit“ vergeben und später mit „hinreichender Sicherheit“ (BMAS 2024; FfE/SUER 2023).

Die erste Berichtspflicht für Unternehmen fällt 2025 für das Geschäftsjahr 2024 an (Tagesspiegel Background 2024).

4.1.2 Vorgaben der CSRD

Gemäß Artikel 19 und 29b-c CSRD müssen Unternehmen Angaben zu ihre Nachhaltigkeitsstrategie machen. Der delegierte Rechtsakt 2023/2772 konkretisiert diese Anforderungen. Darin ist unter anderem festgelegt, dass Unternehmen Informationen zu folgenden Punkten bereitstellen müssen:

- Geschäftsmodell und Wertschöpfungskette,
- Strategien zum Umgang mit wesentlichen Nachhaltigkeitsaspekten,
- Ziele im Zusammenhang mit dem Klimaschutz und der Anpassung an den Klimawandel,
- Energieverbrauch und Energiemix,
- THG-Bruttoemissionen der Kategorien Scope 1, 2 und 3 sowie THG-Gesamtemissionen.

4.1.3 Die THG-Bilanzierung gemäß der CSRD

Für die Bilanzierung von THG-Emissionen übernimmt die CSRD die Systematik des THG-Protokolls (vgl. Art. 29b Europäische Union 2023b).

Exkurs: THG-Protokoll

Das THG-Protokoll ist ein international anerkannter Leitfaden zur Treibhausgasbilanzierung. Die Initiative wurde 1998 vom World Resources Institute und dem World Business Council for Sustainable Development ins Leben gerufen. Das THG-Protokoll dient als Vorlage für DIN EN ISO 14064-1. Da sich der DIN-Standard kaum vom THG-Protokoll unterscheidet, gilt das THG-Protokoll am Markt als „Quasi-Standard“. Um das THG-Protokoll in der Praxis anwendbarer zu machen, lieferte der Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VFU) ein Rahmenwerk mit Kennzahlen und einem Kalkulationstool (Finbridge 2024).

Gemäß der CSRD und dem THG-Protokoll werden Emissionen in drei Bereiche unterteilt und müssen entsprechend ausgewiesen werden:

- Scope-1-THG-Bruttoemissionen beziehen sich auf die direkten Auswirkungen des Unternehmens auf den Klimawandel und den Anteil der THG-Gesamtemissionen.
- Mit Scope-2-THG-Bruttoemissionen sind die indirekten Emissionen gemeint, welche das

Unternehmen durch extern erworbene oder erhaltene Energie verursacht.

- Scope-3-THG-Bruttoemissionen beziehen sich auf die Emissionen entlang der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten des Unternehmens.

Der Bezug von Strom wird im Rahmen der Scope-2-Emissionen erfasst. Scope-2-Emissionen müssen sowohl ortsbasiert als auch marktbasierend ausgewiesen werden (sog. dual reporting requirement) (vgl. WRI/WBCSD S. 25).

1. Ortsbasierte Emissionen

Ortsbasierte Emissionen werden auf der Grundlage der durchschnittlichen Emissionsfaktoren berechnet. Hierbei können lokale, subnationale oder nationale Emissionsfaktoren genutzt werden (THG-Protokoll, Leitlinien für Scope-2-Emissionen, Glossar, 2015).

Bei der Umsetzung der CSRD in Deutschland wird ein einheitlicher Emissionsfaktor für die gesamte deutsche Strommarktzone angelegt. Dies bedeutet, dass alle Unternehmen in Deutschland denselben Emissionsfaktor haben und ihre Emissionsbilanz i.d.R. lediglich über Effizienzmaßnahmen verbessern können.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung ortsbasierter Emissionen besteht darin, Grünstrom direkt durch eine Direktleitung oder on-site PPA zu beziehen (FfE/SUER 2023; UBA 2023).

2. Marktbasierte Emissionen

Marktbasierende Emissionen werden auf Grundlage des beschafften Stroms bemessen (THG-Protokoll, Leitlinien für Scope-2-Emissionen, Glossar, 2015). Es werden alle Emissionen, die das Unternehmen durch die Wahl seines Stromprodukts bzw. Stromversorgers beeinflussen kann, erfasst. Der Einsatz von HKN oder anderen Zertifikaten (z.B. I-RECS) kann im Rahmen der CSRD genutzt werden, um die marktbasierenden Emissionen zu reduzieren (FfE/SUER 2023; Timpe/Seebach 2023).

In anderen Ländern können Unternehmen selbst HKN einkaufen und entwerten, um ihre Emissionsbilanz zu verbessern. In diesen Fällen können HKN nicht nur genutzt werden, um den Strombezug als weniger emissionsintensiv auszuweisen, sondern auch, um z.B. die Vorkettenemissionsbilanz (Scope 3) zu verbessern (FfE/SUER 2023).

4.2 Nutzung von HKN für Wasserstoff

Die RED II sieht vor, dass das HKN-System auf Wasserstoff ausgeweitet wird.

4.2.1 Die europäischen Rahmenbedingungen

Auf europäischer Ebene regelt der delegierte Rechtsakt zu Art. 27 der RED II (EU Kommission 2023) die Frage, ab wann Wasserstoff als grüner Wasserstoff klassifiziert werden darf.

Mit dem delegierten Rechtsakt wurden auf EU-Ebene vier Kriterien für grünen Wasserstoff festgelegt. Erfüllt der Wasserstoff in seiner Erzeugung eins der vier Kriterien, so darf er als grüner Wasserstoff vermarktet werden (EU Kommission 2023; FfE/SUER 2023):

1. **Direktleitung:** Der Elektrolyseur ist direkt an eine EE-Anlage angeschlossen, von der er seinen Strom bezieht. Beide Anlagen wurden innerhalb von 36 Monaten gebaut (vgl. EU Kommission 2023 Art. 3).
2. **Netzbezug:** Der Wasserstoff gilt als grün, wenn der EE-Anteil im nationalen Strommix bei über 90 % liegt. Hierfür reicht es aus, wenn die 90 %-Schwelle in der Gebotszone in einem der letzten fünf Kalenderjahre überboten wurde.
3. **PPA-Bezug:** Der Elektrolyseur kann seinen Strom auch über ein PPA beziehen, wenn die Anlage, die über PPA kontrahiert wird, folgende Bedingungen erfüllt:
 - Die Anlage darf maximal 36 Monate vor dem Elektrolyseur errichtet worden sein.
 - Alternativ: Die Emissionen im Strommix müssen unter 64,8 g CO_{2e}/kWh liegen.
 - Zwischen Erzeugung und Verbrauch des Stroms darf nicht mehr als eine Stunde liegen.
 - Alternativ: Der Day-Ahead-Strompreis liegt unter 20 €/MWh oder unter dem 0,36-fachen des CO₂-Zertifikatspreis pro Tonne.
 - Es muss ein räumlicher Zusammenhang zwischen Stromerzeugung und -verbrauch bestehen: EE-Anlage und Elektrolyseur müssen sich daher in der gleichen Gebotszone befinden oder die EE-Anlage befindet sich entweder in einer angrenzenden Zone mit höherem Strompreis oder in einer benachbarten Offshore-Gebotszone.
4. **Netzengpass:** Wenn der Elektrolyseur dazu beiträgt, dass weniger Abregelung notwendig ist (Redispatch).

4.2.2 Die nationalen Rahmenbedingungen

Die Bundesregierung hat festgelegt, dass „nur Wasserstoff als grüner Wasserstoff gilt, der ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde [...]“ (§ 93 EEG 2023). Der Nachweis, dass der in der

Elektrolyse verwendete Strom tatsächlich aus EE-Erzeugung stammt, soll dabei über HKN erfolgen. Bei der Ausweisung von grünem Wasserstoff gibt es aber weitere Anforderungen an die Zusätzlichkeit der Stromproduktion (Additionalität) und der Kopplung von HKN mit der physischen Strommenge (Bundestag 2024).

Zusätzlichkeit

Bei der Ausweisung von grünem Wasserstoff muss nachgewiesen werden, dass der für die Elektrolyse verwendete EE-Strom aus neu in Betrieb genommenen EE-Anlagen („zusätzliche“ EE-Erzeugungsanlagen) stammt. Damit soll verhindert werden, dass für die Elektrolyse EE-Strom verwendet wird, der in bereits bestehenden Anlagen produziert wurde und somit an anderer Stelle „fehlt“, bzw. durch den Einsatz fossil-erzeugten Stroms kompensiert werden muss (FfE/SUER 2023).

Direkte Kopplung

Für die Produktion von grünem Wasserstoff müssen gekoppelte HKN erworben werden (Bundestag 2024) (siehe Kapitel 2.4). So soll potenzielles Greenwashing verhindert werden, da die HKN-Ausstellung und Entwertung mit einer tatsächlichen Stromlieferung verbunden ist.

5 Fehlanreize durch Herkunftsnachweise

HKN werden immer stärker nachgefragt (siehe Kapitel 3). Die Ausweitung des HKN-Systems auf Wasserstoff und die Nachhaltigkeitsberichterstattung werden diesen Trend noch verstärken. Gleichzeitig werden seit Jahren Mängel im System sichtbar:

Das **Preisniveau war lange viel zu niedrig** und fluktuiert stark. Die bilanzielle Allokation unterschlägt außerdem, dass erneuerbare Energien eine **zeitvariable sowie regionale Wertigkeit** haben, welche für die Integration von erneuerbaren Energien in das System relevant sind. Durch die **unterschiedlichen nationalen Regelungen** ist das System teilweise intransparent und es besteht immer wieder der Verdacht, dass Grünstrommengen **mehrfach angerechnet** werden.

5.1 Herkunftsnachweise bieten keine finanziellen Anreize

Der Verkauf von HKN setzt keine Anreize für Unternehmen in EE-Anlagen zu investieren. Dies liegt an den zu niedrigen und unzuverlässig schwankenden Preisen. Der grenzüberschreitende Handel sowie das Ausstellen von HKN für geförderte, und damit finanzierte, Anlagen haben zu einem geringen Preisniveau von HKN geführt. Bei dem aktuellen Preisniveau liefern

die HKN **keine Anreize für den Zubau zusätzlicher Anlagen (Additionalität)**.

Somit trägt das HKN-System in seiner derzeitigen Form nicht zum Zubau neuer EE-Stromanlagen bei (dena 2022; FfE/SUER 2023).

Eine stärkere Nachfrage nach HKN aufgrund der Einführung der CSRD könnte das Preisniveau ansteigen lassen und sich positiv auf den Ausbau erneuerbarer Energien auswirken (FfE/SUER 2023). Solange das Preisniveau jedoch so niedrig ist wie bisher, wird dieses Ziel vermutlich nicht erreicht. Bei einem beständig geringen Preisniveau von HKN kann es außerdem zu weiteren Fehlanreizen kommen: Anstatt in echte EE-Anlagen vor Ort zu investieren oder PPAs abzuschließen, ist der Bezug von HKN aus dem Ausland oft günstiger. Ähnlich könnte es auch bei Effizienzmaßnahmen sein, da HKN möglicherweise kurzfristig günstiger sind als die Investition in eine tatsächliche Reduktion des eigenen Stromverbrauchs.

5.2 HKN unterschlagen die zeitvariable Wertigkeit von EE-Strom

HKN werden jährlich bilanziert, was bedeutet, dass ein Grünstromprodukt mit Hilfe eines HKN ausgewiesen werden kann, solange das HKN innerhalb eines 12-monatigen Zeitraums entstanden ist (vgl. Artikel 19 Europäische Union 2018).

Ein HKN, welches an einem sonnigen Mittag im Sommer durch eine Photovoltaik-Anlage gezeugt wurde, kann in der Nacht im Winter als grüne MWh verkauft werden. Damit unterschlägt das HKN-System die **saisonalen und tageszeitlich bedingten Fluktuationen von erneuerbar produziertem Strom** (dena 2022).

In einem zunehmenden auf erneuerbaren Energien basierenden System wird die Ausrichtung des Systems auf die Erzeugungseigenschaften von EE-Anlagen jedoch immer wichtiger. EE-Anlagen können nicht wie fossile Kraftwerke ohne weiteres hoch- und runterge-regelt werden, sondern ihre Produktionsleistung ist wetterabhängig. Damit Nachfrage und Erzeugung auch in Zukunft zueinander passen, muss das System an anderer Stelle flexibel werden. Eine Möglichkeit, diese Systemflexibilität bereitzustellen, ist der Zubau von Speichertechnologien. Darüber hinaus wird auch die Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung eine immer wichtigere Rolle spielen. Die Marktregeln müssen diese notwendige Entwicklung begleiten, u.a. durch Preissignale, die ein systemdienlichen Verbrauch anreizen (FÖS 2022). Der 12-monatige Bilanzierungszeitraum von HKN setzt hier einen Fehlanreiz (Aurora Energy Research/EPICO 2022).

5.3 Fehlender räumlicher Bezug von HKN

HKN können innerhalb der AIB-Handelszone ohne Einschränkungen gehandelt werden. Dies umfasst den **Handel zwischen Ländern, welche nicht durch Stromleitungen verbunden sind** (z.B. Deutschland und Island). Dadurch werden die Vermarktung und Erzeugung von erneuerbar produziertem Strom nicht nur zeitlich, sondern auch geografisch entkoppelt (Bowe/Girbig 2021).

In der Praxis stellen die Stromtransportkapazitäten eine relevante Begrenzung des Stromhandels dar. Bislang werden Knappheiten im Stromhandel nicht berücksichtigt, da das sogenannte Prinzip der Kupferplatte gilt (FÖS 2022). Dies hat in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass die Kosten für Engpassmanagement und Netzausbau massiv angestiegen sind (FÖS 2023).

Der HKN-Handel, der die Begrenzung von Stromtransportkapazitäten über den deutschen Strommarkt hinaus unterschlägt, trägt dazu bei, dass physikalische Realität und marktlichen Annahmen eine immer größer werdende Diskrepanz aufzeigen.

5.4 Unterschiedliche nationale Regelungen zur Ausstellung von HKN für geförderte Anlagen

In Deutschland werden HKN nur für ungeförderte Strommengen ausgestellt. Für Strom aus EEG-Anlagen, welche den Großteil der EE-Produktion ausmachen, werden also keine HKN produziert. In den meisten europäischen Ländern hingegen werden HKN für alle Strommengen erstellt (siehe Abbildung 6). Da die HKN grenzüberschreitend gehandelt werden, beeinflusst diese Praxis auch die Verfügbarkeit von HKN in Deutschland.

Der gesteigerte Bedarf von HKN in Deutschland wird auf Grund des begrenzten Angebots im eigenen Land vermehrt durch Importe aus dem Ausland gedeckt. Somit führt der gesteigerte Bedarf zu keinem Nutzen für die deutsche Energiewende (dena 2022). Die uneinheitlichen Regelungen schaden außerdem der Transparenz und Verständlichkeit des Systems (Oslo Economics 2018; Wimmers/Madlener 2023).

5.5 Doppelte Anrechnung des Grünstroms durch örtliche und marktliche Anrechnung

Die EU-Richtlinie schreibt vor, dass Mitgliedstaaten sicherstellen müssen, dass dieselbe Einheit Energie aus

erneuerbaren Quellen nur einmal berücksichtigt wird (Europäische Union 2009). Um dies zu gewährleisten, werden nicht zugeordnete Strommengen mit einem korrigierten Residualmix versehen, welcher durch die AIB errechnet wird (Klimscheffskij u. a. 2015). Der im internationalen Vergleich oft genutzte Strommix beispielsweise der International Energy Agency berücksichtigt HKN jedoch nicht (IEA 2023).

Die Koexistenz des marktbasiereten und des ortsbasiereten Ansatzes zur Emissionsausweisung kann so zu einer doppelten Anrechnung von Grünstrom führen, wenn eine grün produzierte MWh einmal in der Statistik des Landes und als HKN ausgewiesen wird (Transforming Economies 2022).

5.5.1 Doppelte Ausweisung von Grünstrom in Island

In Island wurde ein Fall der doppelten Anrechnung von Grünstrom in 2021 bekannt. Obwohl es keinen physischen Stromaustausch zwischen Island und der EU gibt, ist Island Teil der AIB.

Im Jahr 2021 exportierte Island Herkunftsnachweise für 15 TWh Strom in andere AIB-Länder. Gleichzeitig produzierte Island 19 TWh Grünstrom und mehrere in Island ansässige Unternehmen warben mit der Nutzung von 100 % isländischem Grünstrom bei einem Gesamtenergieverbrauch von 12 TWh.

Rein rechnerisch ergibt sich daraus, dass mindestens 7 TWh Strom doppelt bilanziell in Anspruch genommen wurden. Island wurde daraufhin von der AIB vorübergehend suspendiert (FfE 2023).

Island wurde kurze Zeit später wieder zur AIB zugelassen, nachdem das Land argumentiert hatte, dass keine doppelte Anrechnung der Grünstrommengen, sondern lediglich eine mehrfache Ausweisung stattgefunden habe. Der isländische Energiekonzern warf den Firmen vor, fälschlicherweise mit grünem Strom zu werben, und forderte die Regierung auf, Gesetze zu erlassen, welche ein Werben mit Ökostrom nur dann erlauben, wenn HKN dafür entwertet werden (Böck 2023).

Einige der Firmen haben das Wording auf ihrer Webseite seither verändert. Dennoch gehen Kund:innen vermutlich weiter implizit davon aus, dass in Island produzierte Produkte klimafreundlich sind, da das Land zu 100 % Grünstrom produziert, obwohl die Grünstromqualität in Form von HKN zu einem großen Teil exportiert wird.

5.5.2 Verdacht auf Doppelvermarktung in Norwegen

In Norwegen gibt es ebenfalls einen Verdacht auf Doppelvermarktung. Allerdings ist die Situation in Norwegen deutlich komplexer als in Island, da dort ein

höheres Volumen an generierten, importierten und stornierten HKN gibt. Außerdem ist der Stromverbrauch deutlich höher, es gibt einen Austausch der Strommengen mit Nachbarländern und der Anteil einzelner Großverbraucher am Gesamtstromverbrauch ist deutlich geringer als in Island. Gemäß einer Analyse der Forschungsstelle für Energie (FfE) bestand im Jahr 2021 eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit für eine doppelte Anrechnung von HKN. In diesem Jahr wurden HKN für 29,4 TWh entwertet. Der Verbrauch der fünf größten Einzelstromverbraucher unter den norwegischen Unternehmen betrug 30 TWh. All diese Unternehmen warben mit dem Bezug von norwegischen Grünstrom und nachhaltigen Geschäftspraktiken.

Auch hier zeigt sich, dass die parallele Existenz der ortsbasiereten und marktbasiereten Emissionen nicht funktioniert. Denn es besteht der Verdacht, dass Stromkund:innen in Norwegen grundsätzlich von nahezu 100 % Grünstrom in „ihrem“ Strommix ausgehen. Auch Industrie- oder Produktionsbetriebe können durch ihre Produktion in Norwegen bereits von der Annahme profitieren, dass ihr Strombezug fast 100 % grün ist. Daher kann die Grünstromqualität in Form der HKN günstig ins Ausland verkauft werden, was zur doppelten Anrechnung führt. Wenn der größte Teil der Grünstromqualität des in Norwegen produzierten Grünstrom exportiert wird, ist der Residual Mix des Landes fossiler Graustrom. Die ist den meisten Verbraucher:innen jedoch nicht bekannt (Wimmers/Madlener 2023).

6 Verbesserungsvorschläge für das HKN-System aus der Literatur

Die Fehlanreize des HKN-Systems in der aktuellen Ausgestaltung sind bereits bekannt. Mehrere Forschungsprojekte haben das System in den letzten Jahren analysiert und Vorschläge zur Weiterentwicklung vorgelegt. Im Folgenden werden die Vorschläge und die dahinter liegenden Ziele kurz skizziert.

6.1 Höhere zeitliche Auflösung

Eine **Erhöhung der zeitlichen Auflösung von HKN** wurde von **Aurora und EPICO** im Auftrag der Konrad Adenauer Stiftung, der **FfE und der Stiftung Umweltenergierecht (SUER)** sowie vom Hamburg Institut im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Projekts **GO4Industry (GO4I)** diskutiert und empfohlen (Aurora Energy Research/EPICO 2022; FfE/SUER 2023; Hamburg Institut 2022).

Ein kürzerer Zeitraum zwischen Erstellung und Entwertung eines HKN würde zu einer höheren Korrelation zwischen Erzeugung und Verbrauch des EE-Strom führen. Dies könnte Vertrauen der

Konsument:innen erhöhen und zur Entlastung der Netzinfrastruktur beitragen.

Mögliche kürzere Zeiträume wären quartalsweise, monatlich, täglich oder sogar stündlich/viertelstündlich. Je höher die Auflösung, desto genauer können HKN die tatsächlich auftretenden Fluktuationen in der EE-Stromerzeugung abbilden (z.B. quartalsweise, um saisonale Schwankungen abzubilden, oder tägliche Ausweisung und Entwertung, um witterungsbedingte Schwankungen abzubilden).

Eine monatliche Ausstellung und Entwertung von HKN ist bereits möglich und wird bei gekoppelten HKN vorausgesetzt.

Ein Pilotprojekt von Lichtblick, 50Hetz und Granular Energy testet stündliche HKN (Lichtblick 2023). Im Rahmen des Projektes können mehrere Kund:innen von Lichtblick über eine Plattform nachvollziehen, aus welchen EE-Anlagen sie Ökostrom innerhalb bestimmter Stunden bezogen haben.

Aurora und EPICO als auch die FfE benennen die flächendeckende Ausstattung mit Smartmetern als Voraussetzung für eine stündliche oder sogar viertelstündliche Bilanzierung von HKN (Aurora Energy Research/EPICO 2022; FfE/SUER 2023). Der Smart Meter Rollout sieht vor, dass bis Ende 2028 50 % aller Verbraucher:innen mit einem Smart Meter ausgestattet sind, eine Abdeckung von 95 % ist bis Ende 2030 geplant (BMWK 2023).⁴

Die Erhöhung der zeitlichen Auflösung könnte sich auch auf die Preisentwicklung von HKN auswirken. Für Stunden oder Tage in denen geringere EE-Erzeugung zur Verfügung steht, würden die Preise entsprechend ansteigen. Dadurch könnten relevante marktliche Anreize entstehen, die den systemdienlichen Zubau von EE-Kapazitäten und Speichern als auch für Verbrauchsanpassungen fördern (Aurora Energy Research/EPICO 2022; FfE/SUER 2023; Hamburg Institut 2022).

6.2 Vorgaben zur Kopplung von HKN an physikalische Stromflüsse

FfE und SUER beschäftigen sich auch mit den Regelungen für gekoppelte HKN. Sie empfehlen eine Weiterentwicklung der Regelungen, um sie praktikabler und effizienter zu machen. Aktuell müssen Umweltgutachter prüfen und nachweisen, dass der

gekoppelte eingekaufte Strom zusammen mit dem HKN geliefert und verbraucht wurde.

Um den hohen administrativen Aufwand und die dadurch entstehenden Kosten zu senken, schlagen die Autor:innen vor, die Prozesse zu digitalisieren.

Eine digitale Verifizierung der Kopplung im viertelstündigen Takt könnte es ermöglichen, auf einen Umweltgutachter zu verzichten und somit die administrativen Kosten und Aufwände zu verringern (FfE/SUER 2023).

6.3 Flexibilitäten berücksichtigen

Flexibilitäten finden im aktuellen HKN-System keine Berücksichtigung, obwohl sie maßgeblich für das erneuerbare Energiesystem sind. Das Forschungsprojekt der FfE und SUER schlägt daher vor, auch die Speicheroptionen von Grünstrom in das HKN-System zu integrieren. Eine eigene Kategorie für Speicher könnte finanzielle Anreize schaffen, ergänzend zu den bereits genannten Anreizen durch die höhere zeitliche Auflösung. Allerdings ist die Integration erst sinnvoll, wenn auch die zeitliche Auflösung der HKN erhöht wird (FfE/SUER 2023).

6.4 Kleinere Anlagen berücksichtigen

Eine Reduzierung der **Zertifikatsgröße von 1 MWh/Zertifikat auf 1 Wh/Zertifikat** kann die Teilnahme kleiner Anlagen am HKN-System ermöglichen (FfE/SUER 2023). Das **Hamburg Institut** stellte im Auftrag von Lichtblick SE außerdem fest, dass der HKN-Handel automatisiert und effizienter organisiert werden muss, um Kleinproduzenten und Prosumer in das System zu integrieren. Dadurch soll sichergestellt werden, dass der monetäre Wert der HKN nicht durch hohe Verwaltungskosten überlagert wird (Hamburg Institut 2019).

Alternativ sollten mehrere Kleinanlagen ihre Strommengen zusammenlegen dürfen, um gemeinsame HKN verkaufen zu können. Durch die Aggregation könnten HKN aus Kleinanlagen bereitgestellt werden, ohne dass andere Hürden wie z.B. die Zertifikatsgröße oder die Kosten und der Aufwand des HKN-Systems angepasst werden müssten (FfE/SUER 2023).

⁴ Für Verbraucher ab 6.000 bis 100.000 kWh/Jahr einschl. 14 a EnWG

6.5 HKN-Ausstellung für Eigenverbrauch

Im Rahmen der **Marktoffensive erneuerbare Energien haben dena und Deutsche Industrie- und Handelskammer (DIHK)** vorgeschlagen, HKN für **den Eigenverbrauch** von Unternehmen auszustellen (dena 2022). Zurzeit ist es für Unternehmen nur möglich, ihre Dekarbonisierungsmaßnahmen extern zu berichten, wenn eine Prüfung durch ein Umweltgutachten stattfindet. Eine Einführung von nicht-handelbaren HKN, die ausschließlich zur Minderung der eigenen Emissionen genutzt werden dürfen, könnte den Studienautor:innen zufolge den Anreiz erhöhen, in eigene Anlagen zu investieren (dena 2022).

6.6 Wegfall des Doppelvermarktungsverbot

DIHK und dena schlagen ebenfalls vor, das deutsche Doppelvermarktungsverbot abzuschaffen. Damit soll sich Deutschland den Regeln der meisten anderen Länder annähern. Dies würde deutschen Betrieben zudem ermöglichen, mehr deutsche HKN zu kaufen, anstatt diese aus dem Ausland importieren zu müssen.

Der Vorschlag sieht ebenfalls vor, dass der **Wegfall des Doppelvermarktungsverbot**s nur für neue geförderte Anlagen gelten soll und nicht für Anlagen, die bereits vorher durch die EEG-Umlage gefördert wurden, um einen Preisverfall zu verhindern. Zusätzlich schlagen sie vor, HKN staatlich zu auktionieren und so eine potenzielle Refinanzierungsquelle für den EE-Ausbau zu schaffen und den nachfragegetriebenen EE-Ausbau zu stärken (dena 2022).

Im GO4Industry-Projekt des Hamburg Instituts wird zudem darauf hingewiesen, dass die zentrale Begründung für das Doppelvermarktungsverbot – dass Stromkund:innen nicht doppelt über die EEG-Umlage und den HKN-Preis für die positiven Umwelteigenschaften von Strom aus erneuerbaren Energieanlagen belastet werden sollen – durch die Umstellung des EEG auf Haushaltsfinanzierung hinfällig würde (Hamburg Institut 2022).

Außerdem ermöglicht es kleineren Unternehmen, die keine PPAs abschließen können, mit HKNs aus neu geförderten Anlagen einen finanziellen Beitrag zur Energiewende in Deutschland zu leisten (dena 2022).

6.7 Stärkere Differenzierung der Zertifikate

Die dena schlägt vor, HKN stärker **nach Qualität zu differenzieren**, indem HKN aus geförderten Anlagen zu niedrigeren Preisen angeboten werden als solche aus nicht-geförderten Anlagen. Unternehmen, die viel

Wert auf den Ausbau von EE-Erzeugungskapazitäten legen, würden somit einen höheren Preis zahlen (dena 2022). Um diese Wahlfreiheit im Strombezug zu stärken, ist Transparenz bezüglich der Eigenschaften und Qualitäten erforderlich. Diese könnte durch eine Standardisierung und Digitalisierung von qualitativen Zusatzinformationen im HKN-System gesichert werden (dena 2022). Dadurch würden nicht nur die Zahlungsbereitschaften für bestimmte Qualitäten, wie Standort, Technologie oder Alter der Anlage, besser abgebildet, sondern auch die Glaubwürdigkeit für Konsument:innen gestärkt. Dies ist insbesondere wichtig für die Glaubwürdigkeit von PPAs (Hamburg Institut 2019; Hamburg Institut 2022).

6.8 Entwertungsrecht für Unternehmen

Sowohl dena als auch FfE und SUER haben in ihren Projekten die Vorteile eines **HKN-Entwertungsrechts für Unternehmen** diskutiert. Durch ein solches Recht könnten HKN-Transaktionen besser nachvollzogen werden. Unternehmen könnten gezielter Nachweise erwerben und entwerten, um ihre (Klima-) Ziele zu erreichen, und die Prüfung der Nachhaltigkeitsberichte würde transparenter gestaltet werden (dena 2022; FfE/SUER 2023).

6.9 Automatisierung der Prozesse, Weiterentwicklung der digitalen Infrastruktur

Sowohl das Impulspapier der dena als auch die Studie der FfE und SUER identifizieren einen hohen **zeitlichen und organisatorischen Aufwand** für die Unternehmen, da die Prozesse (Registrierung, Beantragung, Übertragung, Entwertung) bislang manuell über das HKN-Register abgewickelt werden müssen (dena 2022; FfE/SUER 2023). Um dies zu adressieren, schlagen die Autor:innen eine Automatisierung des HKN-Handels durch die Schaffung digitaler Plattformen vor. Eine solche Automatisierung der Prozesse könnte nicht nur den Aufwand reduzieren, sondern auch eine höhere zeitliche Granularität und eine räumliche Kopplung ermöglichen (FfE/SUER 2023)

Mit Hilfe von **Smart Meter Gateways** können Erzeugungs- und Verbrauchsdaten direkt an externe Marktteilnehmer (EMT) übermittelt werden. Dies ermöglicht eine deutlich höhere Datenauflösung, welche als Grundlage für ein HKN-System dienen kann, in dem Erzeugungswerte aus EE-Anlagen automatisiert, direkt und in höherer zeitlicher Auflösung übermittelt werden (FfE/SUER 2023). Solche digitalen Messtechnologien ermöglichen insbesondere auch Klein- und

Kleinstanlagen die Teilhabe am HKN-System (Hamburg Institut 2019).

Jedoch betont das Hamburg Institut, dass digitale Technologien wie Blockchain lediglich unterstützend eingesetzt werden sollten, um die Kommunikation zwischen dem HKN-Register und anderen Datenplattformen sowie Synergien besser auszunutzen. Sie seien nicht für die Substitution des HKN-Registers geeignet. Zum einen fehle hierfür der erforderliche regulatorische Rahmen, zum anderen gebe es zahlreiche

technische Gründe, die gegen eine solche Substitution sprechen. Dazu zählen u.a. der hohe Energieaufwand für die Systemaufrechterhaltung, die aufwändige Implementierung und das Problem, dass einmal eingegebene Falschinformationen nicht mehr korrigiert werden können. Zudem wird die Effizienz oder Schnelligkeit der Transaktionen durch den Einsatz von Blockchain-Technologien nicht zwingend verbessert (Hamburg Institut 2022).

Höhere zeitliche Auflösung	FfE/SUER, Aurora/EPICO, Hamburg Institut (GO4I)	Mehr Anreize für Systemdienlichkeit.
Kopplung von HKN	FfE/SUER	Kohärenz des Stromverbrauchs mit der Erzeugung des HKNs.
Flexibilitäten berücksichtigen	FfE/SUER	Netzstabilität und Systemdienlichkeit anreizen.
Kleinere Anlagen mit aufnehmen	Dena, FfE/SUER, Hamburg Institut	Alle Strommengen miteinbeziehen.
Ausstellung für Eigenverbrauch	Dena	Mehr Anreize für (industriellen) Eigenverbrauch.
Wegfall des Doppelvermarktungsverbots	Dena	Niedrigere Importquote von HKN und mehr Wertschöpfung in Deutschland. Konsistenz innerhalb Europas.
Differenzierung von HKN	Dena, FfE/SUER, Hamburg Institut (GO4I), Hamburg Institut	Optionale Wahl von HKN, die den EE-Ausbau fördern.
Entwertungsrecht durch Unternehmen	Dena	Mehr Markttransparenz.
Digitalisierung und Automatisierung der Prozesse	Dena, FfE/SUER, Hamburg Institut (GO4I), Hamburg Institut	Verwaltungsaufwand und Kosten werden verringert. Das System gewinnt an Effizienz.

7 Anspruch und Wirklichkeit – Wie weiter mit dem HKN-System?

HKN sollen Stromverbraucher:innen über die Herkunft ihres Stroms informieren. Klar ist jedoch, dass es sich hierbei höchstens um eine bilanzielle Allokation einer Strommenge handeln kann. Dies liegt an den physikalischen Eigenschaften von Strom: Eine Kilowattstunde lässt sich nicht vorschreiben, welchen Weg sie durch das Netz nimmt, und es lässt sich ebenfalls nicht nachvollziehen, woher eine Kilowattstunde stammt.

Der Strommarkt basiert auf fiktiven Annahmen

Ein gewisses Maß an Fiktion ist notwendig, um Instrumente zu schaffen, welche die Stromherkunft bestimmen sollen. Dies ist grundsätzlich kein Novum im Strommarkt. Der Strommarkt, wie auch andere Märkte, basiert auf einer Reihe von Annahmen, welche als Grundlage für Marktregeln und das Handeln der Akteure dienen.

Ein Beispiel dafür ist das Prinzip der Kupferplatte. Das Prinzip der Kupferplatte gibt vor, dass Strommengen innerhalb der deutschen Strommarktzone so gehandelt werden, als ob die gesamte Strommarktzone durch eine Kupferplatte verbunden wäre: Man kann also überall einen „Stecker reinstecken“ und bekommt genau die gleiche Spannung. In der Realität ist die Strommarktzone jedoch durch zahlreiche unterschiedlich leistungsstarke Leitungen verbunden. Dies bedeutet, dass Strommengen teilweise nicht so geliefert werden können, wie sie gehandelt werden, auf Grund von Engpässen im Stromnetz. Diese Engpässe müssen durch den Netzbetreiber durch Netzengpassmanagementmaßnahmen korrigiert werden. Die Kosten dafür sind hoch und werden auf die Netzentgelte umgelegt (FÖS 2023).

Die Idee hinter der Kupferplatte war es u.a. einen möglichst liquiden Markt zu schaffen, in dem es viel Wettbewerb gibt. In den letzten Jahren wird jedoch verstärkt diskutiert, ob die Annahme der Kupferplatte immer noch zu dem effizientesten System führt, oder ob kleinere Strommarktzone oder lokale Preise das System effizienter gestalten würden (FÖS 2022).

HKN könnten theoretisch eine positive Wirkung entfalten

HKN haben dann einen positiven Anreiz auf das System, wenn sie zu einer erneuerbar produzierten MWh führen, welche eine fossile MWh verdrängt. Die Anrechnung der Grünstromqualität kann also irgendwann und irgendwo anders stattfinden. Dahinter steht der Grundgedanke, dass die Energieproduktion zuerst

dort umgestellt wird, wo es am kostengünstigsten ist. Wenn also ein Industriebetrieb in Süddeutschland die Energiewende in Skandinavien finanziell unterstützt, indem er dort HKN kauft, wird CO₂ am kostengünstigsten eingespart. Bei dem Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung der Stromproduktion wirkt diese Systematik in erster Linie in der Anfangsphase der Transformation.

In der Realität führen HKN zu keinem zusätzlichen Ausbau von erneuerbaren Energien

In der Realität funktioniert dieser Mechanismus dann, wenn durch den Kauf und Verkauf von HKN zusätzlicher Strom aus erneuerbaren Energien produziert wird. Häufig wird der Strom, welcher durch HKN in der AIB-Handelszone ausgewiesen wird, aber ohnehin produziert, da dieser bereits z.B. durch Fördermechanismen unterstützt wurde.

Wenn es zu keinem zusätzlichen EE-Ausbau durch HKN kommt, dann sind HKN eine reine Re-Allokation der grünen Eigenschaft, die keinen Nutzen für die Dekarbonisierungsbemühungen bringt.

Laut Gesetz ist der zusätzliche Ausbau von EE-Anlagen auch nicht das primäre Ziel des HKN-Systems, sondern es soll lediglich Verbraucher:innen über die Herkunft ihres Stroms informieren. Hierbei stellt sich aus Sicht der Verbraucher:innen jedoch die Frage nach der Sinnhaftigkeit eines Systems, das zwar Verbraucher:innen informieren soll, aber deren Kaufentscheidungen, welche auf diesen Informationen basiert, keine Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz hat.

(Ungekoppelte) HKN geben keine Auskunft über die Herkunft des gelieferten Stroms

Und auch wenn man den Aspekt der Zusätzlichkeit außer Acht lässt, verfehlt das System die definierte Intention der Verbraucherinformation.

HKN können über die gesamte AIB-Handelszone gehandelt werden, unabhängig davon, ob die Strommengen zwischen dem Ort der Entstehung und dem Ort der Entwertung transportiert werden können. Außerdem können zwischen Entstehung und Entwertung 12 Monate liegen. Das bedeutet, dass der bezogene Strom wenig bis gar nichts mit dem Erzeugungsprofil der mitgelieferten HKN zu tun haben muss. Im aktuellen Energiesystem gibt es Stunden und Regionen, in denen erneuerbare Energien abgeregelt werden müssen, weil sie nicht transportiert oder verbraucht werden können. Gleichzeitig ist das System aktuell noch auf fossile Kraftwerke angewiesen, um den Verbrauch in manchen Stunden oder an bestimmten Orten zu decken. Nicht jede erneuerbar produzierte MWh ist also von der gleichen Bedeutung für das System und den Fortschritt der Energiewende.

Somit haben ungekoppelte HKN oft keinen Bezug zum gelieferten Strom und sie kompensieren keinen fossil produzierten Strom. Ungekoppelte HKN nutzen somit auch nicht als Instrument der bilanziellen Umverteilung der Grünstromqualität.

Vorschlag: Gekoppelte HKN müssen der Standard für Ökostromprodukte werden

HKN sagen also weder aus, dass der Verbrauch eines HKN mit einer zusätzlichen produzierten Einheit EE-Strom korreliert, noch dass die Grünstromqualität mit dem tatsächlich gelieferten Strom in Verbindung steht. Der Gesetzgeber hat dies bereits erkannt. Aus diesem Grund reichen gewöhnliche, ungekoppelte HKN nicht aus, um den Grünstrombezug für die Produktion von grünem Wasserstoff auszuweisen. Für den Nachweis von grünem Wasserstoff müssen Grünstromanlagen zusätzlich errichtet werden und es müssen gekoppelte HKN bezogen werden. Auch für die Strompreiskompensation für vom EU ETS betroffene Anlagen müssen als Gegenleistung gekoppelte HKN nachgewiesen werden.

Gekoppelte HKN dürfen nach den bisherigen Regelungen nur über maximal zwei Bilanzkreise gehandelt werden und müssen innerhalb eines Monats erzeugt und entwertet werden. Die monatliche Bilanzierung ist eine deutliche Verbesserung gegenüber der jährlichen Bilanzierung.

Damit positive Anreize für die Energiewende aus der Nachfrage und dem Verkauf von Ökostromprodukten entstehen, sollte mindestens dieses Maß an Kopplung zum verpflichtenden Standard für Ökostromtarife gemacht werden.

Perspektivisch sollten HKN auch weiterentwickelt werden, hin zu einer höheren zeitlichen Auflösung

Eine höhere zeitliche Granularität, auf stündlicher oder viertelstündlicher Basis, würde die zeitlichen Fluktuationen der EE-Erzeugung noch besser abbilden. Forschungsprojekte zeigen, dass digitale Anwendungen eine so hohe zeitliche Auflösung durchaus umsetzen können (FfE 2024). Eine perspektivische Weiterentwicklung hinzu einer höheren zeitlichen Auflösung von HKN sollte daher angestrebt werden.

Durch die höheren Anforderungen an die zeitliche Korrelation müssen Stromversorger HKN synchron zu ihrem Stromlieferportfolio einkaufen. Die Preise von HKN werden voraussichtlich stärker fluktuieren, da solche HKN, welche zu Zeiten von geringerer EE-Erzeugung erzeugt wurden, teurer werden. Diese Entwicklung würde den tatsächlich fluktuierenden Wert von erneuerbaren Energien widerspiegeln und wichtige marktliche Anreize setzen. Weiterentwickelte gekoppelte HKN sollten also langfristig der Standard für den Bezug von Ökostrom werden.

Eine (optionale) regionale Komponente sollte in Erwägung gezogen werden

Ungekoppelte HKN können über die gesamte AIB-Handelszone gehandelt werden, unabhängig davon, ob der Stromfluss physikalisch möglich ist.

Gekoppelte HKN sind auf die deutsche Strommarktzone begrenzt und können über zwei Bilanzkreise gehandelt werden. Bilanzkreise bilden jedoch keine regionalen Gebiete ab, da sie virtuelle Energiemengenkonten sind.

Eine zusätzliche Komponente von HKN, welche aufzeigt, dass der Stromfluss vom Entstehungsort des HKN zum Ort des Verbrauches auch möglich ist, sollte entwickelt werden. Die genaue Ausgestaltung dieser, möglicherweise optionalen, Komponente ist noch zu ermitteln. Es bedarf einer intensiven Prüfung, damit das richtige Mittelmaß zwischen Praktikabilität und Anreizwirkung gefunden wird. Grenzüberschreitende Stromflüsse sollten hier auch nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, wenn beispielsweise eine relevante Menge an Interkonnektorenkapazität zur Verfügung steht. Langfristig könnte in einer solchen Komponente auch miteinbezogen werden, ob es z.B. Abregelungen von EE-Anlagen zum Zeitpunkt der Entstehung des HKN gab.

Gekoppelte HKN, welche in ihrer zeitlichen und geografischen Auflösung die Kapazitäten und Fluktuationen des Energiesystems wiedergeben, können so tatsächlich eine bilanzielle Allokation einer erneuerbar produzierte Strommenge darstellen.

Bei einer systemdienlichen Weiterentwicklung des HKN-Systems könnte das Doppelvermarktungsverbot abgeschafft werden

Wird das HKN-System weiterentwickelt, so dass HKN tatsächlich Auskunft über die Herkunft des grünen Stroms geben, ist ein Doppelvermarktungsverbot, also ein Ausschluss von EEG-Anlagen aus dem HKN-System, nicht mehr notwendig. Dies gilt zumindest in der aktuellen Situation, in der die meisten andere Länder ein solches Verbot nicht haben. Das Ziel des Doppelvermarktungsverbot, die Additionalität zu gewährleisten, würde durch die echte Kopplung von HKN und Strommengen ersetzt.

Eine Aufhebung des Doppelvermarktungsverbot in Deutschland hätte (unter der genannten Voraussetzung der Kopplung) weitere positive Effekte. Verbunden mit einer geografischen Komponente von HKN würde die Menge an importierten HKN sinken. Dies würde der Tendenz, dass immer mehr Ökostromtarife mit ausländischen HKN angeboten werden, deutlich entgegenwirken.

Harmonisierte europäischen Regelungen zur Stromkennzeichnung müssen eine doppelte Anrechnung ausschließen

Ein weiteres Ziel sollte sein, die europäischen Regelungen zur Ausstellung von HKN weitestgehend zu harmonisieren. Sie sollten außerdem verständlicher und transparenter sein, insbesondere das Zusammenspiel zwischen Stromkennzeichnung und HKN ist aktuell für viele Verbraucher:innen nicht nachvollziehbar.

Wie der Strommix berechnet wird und welchen Einfluss HKN auf den nationalen Strommix, sowie den

Strommix der Energielieferanten und der gelieferten Ökostromprodukte haben, sollte europaweit einheitlich und transparent geregelt werden. So kann eine doppelte Anrechnung von Grünstrom vermieden werden und die Effizienz des Gesamtsystems erhöht werden.

8 Literaturverzeichnis

AI B (2024): Activity statistics | AIB. Abrufbar unter: <https://www.aib-net.org/facts/market-information/statistics/activity-statistics>.

Association of Issuing Bodies (2024): AIB Members | AIB. Abrufbar unter: <https://www.aib-net.org/facts/aib-member-countries-regions/aib-members>.

Aurora Energy Research, EPICO (2022): Herkunftsnachweise für grüne Energie. Granulare Grünstromvermarktung für eine marktbasierende Energiewende. Abrufbar unter: <https://www.kas.de/documents/252038/16166715/Epico-Aurora-Studie+Granulare+Herkunftsnachweise.pdf/e0264e54-0542-4841-02c8-160d00f3a7e1>.

BMAS (2024): CSR - Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Abrufbar unter: <https://www.csr-in-deutschland.de/DE/CSR-Allgemein/CSR-Politik/CSR-in-der-EU/Corporate-Sustainability-Reporting-Directive/corporate-sustainability-reporting-directive-art.html>.

BMWi (2004): Konsolidierte Fassung der Begründung zu dem Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien vom 21. Juli 2004. Abrufbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Gesetze-Verordnungen/eeg_begruendung_2004.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

BMWK (2014): Verbraucher fördern Erneuerbare über EEG-Umlage. Abrufbar unter: <https://www.bmwk-energie-wende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2014/08/Meldung/verbraucher-foerdern-erneuerbare-ueber-eeg-umlage.html>.

BMWK (2023): Infografik Gesetzlicher Smart-Meter-Rolloutfahrplan. Abrufbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/infografik-smart-meter-rolloutfahrplan.html>.

BMWK (2024): Wie funktioniert eigentlich der Strommarkt?. Abrufbar unter: <https://www.bmwk-energie-wende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/06/Meldung/direkt-erklaert.html>.

Böck, H. (2023): The Trouble with European Green Electricity Certificates. Abrufbar unter: <https://industrydecarbonization.com/news/the-trouble-with-european-green-electricity-certificates.html>.

Bowe, S., Girbig, P. (2021): Nachweissysteme für erneuerbare Energien - Grundlagenbericht G1. Abrufbar unter: https://go4industry.com/wp-content/uploads/2021/11/2021-11-01_GreenGasAdvisors_G1_Nachweissysteme_fuer_erneuerbare_Energie.pdf.

Bowe, S., Girbig, P. (2022): GO4Industry Anwendung in der Industrie - Bericht I2 Umsetzungsbeispiele für erneuerbare Energien in der Industrie. Abrufbar unter: <https://go4industry.com/wp-content/uploads/2022/09/GO4Industry-I2-Girbig-u.-Bowe-Umsetzungsbeispiele-fuer-EE-in-der-Industrie.pdf>.

Bundestag (2024): Verordnung über das Herkunftsnachweisregister für Gas und das Herkunftsnachweisregister für Wärme oder Kälte (Gas-Wärme-Kälte-Herkunftsnachweisregister-Verordnung - GWKHV).

dena (2022): Herkunftsnachweise als Wertkomponente nutzen! Ein Impuls der Marktoffensive Erneuerbare Energien zur Weiterentwicklung des HKN-Systems. Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/marktoffensive-ee/Dokumente/HKN_Positionspapier22/20221222_Positionspapier_Weiterentwicklung_HKN_System_Lektoriert_v1.pdf.

DIHK (2024): Europäische Nachhaltigkeitsberichtsstandards. Abrufbar unter: <https://www.dihk.de/de/ueber-uns/die-ihk-organisation/-europaeische-nachhaltigkeitsberichtsstandards-94552>.

Epex Spot (2023): Spot auction for Guarantees of Origin reaches a new record of 116 GWh in January 2023 | EPEX SPOT. Abrufbar unter: <https://www.epexspot.com/en/news/spot-auction-guarantees-origin-reaches-new-record-116-gwh-january-2023>.

EU Kommission (2021): 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. Abrufbar unter: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:dbb7eb9c-e575-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0013.02/DOC_1&format=PDF.

EU Kommission (2023): Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung. Abrufbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302772.

Europäische Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/20/EG. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:de:PDF>.

Europäische Union (2018): Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung). Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>.

Europäische Union (2023a): Richtlinie (EU) 2023/2413 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 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. Abrufbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413.

Europäische Union (2023b): Richtlinie (EU) 2022/2464 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 537/2014 und der Richtlinien 2004/109/EG, 2006/43/EG und 2013/34/EU hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464>.

FfE (2023): Norwegen und die Doppelvermarktung erneuerbarer Energien. Abrufbar unter: <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/norwegen-und-die-doppelvermarktung-erneuerbarer-energien/>.

FfE (2024): Das Projekt INDEED. Abrufbar unter: <https://www.ffe.de/projekte/indeed/>.

FfE, SUER (2023): Zukunftsfähige Herkunftsnachweise – Roadmap zur Weiterentwicklung. Abrufbar unter: https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2023/05/Zukunftsaehige_Herkunftsnachweise_Roadmap_zur_Weiterentwicklung.pdf.

FÖS (2022): Ein Energiemarktdesign für die Dekarbonisierung: Mehr Systemverantwortung für die Erneuerbaren, weniger Abhängigkeit von den Fossilen. Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2022/2022-10_FOES_DUH_Policy_Brief_Ein_Energiemarktdesign_fuer_die_Dekarbonisierung.pdf.

FÖS (2023): Redispatch im deutschen Stromsystem – Hintergründe, Kostenverteilung, Emissionen. Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2023/2023_09_FOES_Redispatch.pdf.

Hamburg Institut (2019): Ökostrommarkt 2025: Wie eine intelligente Steuerung des Ökostrommarktes die Energiewende beschleunigt. Abrufbar unter: https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/06/1904_Studie_HAMBURG_INSTITUT_Oekostrommarkt_2025.pdf.

Hamburg Institut (2021): Enwertung von Herkunftsnachweisen für die Verlustenergie von Netzbetreibern – Auswirkungen auf den Herkunftsnachweismarkt. Abrufbar unter: https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/10/HIC_2021_HKN-fuer-Verlustenergie_Marktanalyse_final.pdf.

Hamburg Institut (2022): Perspektiven für die Weiterentwicklung von Erneuerbare-Energien-Nachweisen für Strom. Bericht im Rahmen des Projekts GO4Industry (Energieträger, Teil 1). Abrufbar unter: https://go4industry.com/wp-content/uploads/2022/11/HIC_2022_GO4I_E1_Weiterentwicklung_von_Erneuerbare-Energien-Nachweisen_fuer_Strom-1.pdf.

IEA (2023): Norway – Countries & Regions. Abrufbar unter: <https://www.iea.org/countries/norway>.

Klimscheffskij, M., Van Craenenbroeck, T., Lehtovaara, M., Lescot, D., Tschernutter, A., Raimundo, C., Seebach, D., Timpe, C. (2015): Residual Mix Calculation at the Heart of Reliable Electricity Disclosure in Europe – A Case Study on the Effect of the RE-DISS Project. In: *Energies*. Jg. 8, Nr. 6. S. 4667–4696.

Lichtblick (2023): LichtBlick, 50Hertz und Granular Energy starten Pilotprojekt für mehr Transparenz bei Ökostrom. Abrufbar unter: <https://www.lichtblick.de/presse/granulare-herkunftsnachweise/>.

Oslo Economics (2018): Analysis of the trade in Guarantess of Origins. Abrufbar unter: <https://osloeconomics.no/wp-content/uploads/2018/02/Analysis-of-the-trade-in-GOs.-Oslo-Economics.pdf>.

Roedl&Partner (2024): CSRD-Umsetzung: Bundesregierung erzielt keine Einigung in 2024. Abrufbar unter: <https://www.roedl.de/themen/esg-news/breaking-news/csrd-umsetzung-bundesregierung-erzielt-keine-einigung-in-2024>.

Styles, A., Claas-Reuther, J. (2023): Herkunftsnachweise für grüne Fernwärme: Rechtliche Rahmenbedingungen und Gestaltungsoptionen – Projektbericht im Rahmen des Energiewende-Reallabors IW³ – Integrierte Wärme-Wende Wilhelmsburg. Abrufbar unter: https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2023/09/HKN-fuer-gruene-Fernwaerme_IW3-Projektbericht.pdf.

Tagesspiegel Background (2024): Berichtsstandards nur eingeschränkt kompatibel. In: 15.02.2024. Abrufbar unter: <https://background.tagesspiegel.de/sustainable-finance/berichtsstandards-nur-ingeschraenkt-kompatibel>.

Timpe, C., Seebach, D. (2023): Legitime Aussagen zur Klimabilanz von Ökostromprodukten – Kurzanalyse im Auftrag der Green Planet Energy eG. Abrufbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/OEkostrom-Klimaschutz.pdf>.

Transforming Economies (2022): Auf dem Weg zur Klimaneutralität: Weiterentwicklungsperspektiven für die Nutzung von Herkunftsnachweisen in der Industrie. Abrufbar unter: <https://transforming-economies.de/auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet-weiterentwicklungsperspektiven-fuer-die-nutzung-von-herkunftsnachweisen-in-der-industrie/>.

UBA (2019a): Marktanalyse Ökostrom II.

UBA (2019b): Stromkennzeichnung mit Herkunftsnachweisen. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/stromkennzeichnung_mit_herkunftsnachweisen_2019_1.pdf.

UBA (2021): Vorschlag zur Weiterentwicklung der Kopplung von Herkunftsnachweisen an den zugrundeliegenden Strom – Bericht des Umweltbundesamtes nach § 12l Absatz 2 der Erneuerbare-Energien-Verordnung. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/bericht_vorschlag_weiterentwicklung_kopplung_hkn_an_zugrundeliegenden_strom.pdf.

UBA (2023): Analyse eines Unternehmensentwertungsrechts für Strom-Herkunftsnachweise in Deutschland. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/24_2023_cc_analyse_eines_unternehmensentwertungsrechts_fuer_strom-herkunftsnachweise_in-deutschland.pdf.

UBA (2024): Leitfaden zur gekoppelten Lieferung von Herkunftsnachweisen nach § 30a HkRNDV. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/20240517_leitfaden_gekoppelte_lieferung_hkn.pdf.

Wimmers, A., Madlener, R. (2023): The European Market for Guarantees of Origin for Green Electricity: A Scenario-Based Evaluation of Trading under Uncertainty. Abrufbar unter: https://www.fcn.eonerc.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaacaonfsg.

WRI, WBCSD The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. Abrufbar unter: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>.