

H₂-Label-Standards im globalen Vergleich

Analyse der CI-Schwellenwerte für H₂-Label und deren politische Nutzung

Autor: **Constantin Pittruff**

November 2025

Inhaltsverzeichnis

1.	HydroNet mit Fokus auf einheitliche H ₂ -Labels	1
2.	H ₂ -Label: Definition und Zweck	3
3.	Umfang des Vergleichs der Rechtsgebiete	4
4.	Kriterien für H ₂ -Label und CI-Schwellenwerte	5
5.	Vergleichende Analyse von H ₂ -Labels	7
5.1.	Analyse der Schwellenwerte für die CO ₂ -Intensität nach Rechtsgebieten	8
5.2.	Indien vs. China: Gegensätzliche Pole des Spektrums	9
6.	Politische Anwendungen von H ₂ -Labels	11
7.	Fazit und Ausblick	14
8.	Anhang: Schwellenwerte für H ₂ -Labels und politische Effekte	17
9.	Kontakt	19

1. HydroNet mit Fokus auf einheitliche H₂-Labels

Wasserstoff wird eine Schlüsselrolle bei der Umstellung auf saubere Energie spielen, aber nicht jeder Wasserstoff wird nachhaltig hergestellt. Regierungen führen daher Wasserstofflabels ein – *grün, erneuerbar, kohlenstoffarm* oder *sauber* –, um Wasserstoff mit geringen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) während seines Lebenszyklus von herkömmlichem fossilem Wasserstoff mit hohen Emissionen zu unterscheiden. Diese offiziellen Labels setzen Standards für eine klimafreundliche Produktion, stärken das Vertrauen von Investoren und der Öffentlichkeit und bringen wirtschaftliche Anreize mit Umweltzielen in Einklang. Allerdings definiert jedes Rechtsgebiet die Labels und ihre respektiven Erfüllungskriterien unterschiedlich, was zu einem Flickenteppich von Vorschriften führt, der Investitionen und den grenzüberschreitenden Handel erschwert.

Im Rahmen des öffentlich geförderten Forschungsprojekts „HydroNet“ baut eine Arbeitsgruppe bestehend aus P3 energy solutions, Fraunhofer FIT, Westnetz und TÜV NORD eine durchgängige digitale Kette für die Rückverfolgbarkeit der THG-Emissionen von Wasserstoff und seinen Derivaten auf. Das Arbeitspaket 10 (AP10) zielt darauf ab, einen digitalen Produktpass für die Produktion bis zur Verwendung zu erstellen, der jede Charge begleitet und die Verfügbarkeit, Authentizität und Integrität der Daten über internationale Wertschöpfungsketten hinweg gewährleistet. Durch die Automatisierung der überprüfbaren Datenerfassung und -verarbeitung zielt AP10 darauf ab, die Kosten und Komplexität der Einhaltung von Standards zu reduzieren und gleichzeitig das Vertrauen in Labels und Zertifizierungen zu stärken – was letztlich die Wettbewerbsfähigkeit von Wasserstoff auf den globalen Energiemärkten verbessert.

Dieses Whitepaper ordnet die Arbeit von HydroNet AP10 in den globalen Kontext der H₂-Labels ein. Wir vergleichen die Label-Standards in zehn wichtigen Volkswirtschaften und Regionen und konzentrieren uns dabei auf Schwellenwerte für die CO₂-Intensität (CI) und die politischen Instrumente, die diese Labels nutzen – wie Zuschüsse, Steuergutschriften, Beschaffung und Handel. Wir erklären, warum die Schwellenwerte voneinander abweichen (z. B. Indiens sehr strenge Grenze von 2 kg CO₂e/kg H₂ gegenüber Chinas höherem Schwellenwert von 14,51 kg für „kohlenstoffarme“ Produkte) und skizzieren zwei

sich ergänzende Wege für die Zukunft: eine stärkere internationale Harmonisierung der Labels und Erfüllungskriterien sowie CI-basierte Anreizmodelle, die eine kontinuierliche Dekarbonisierung belohnen, anstatt binäre Schwellenwerte für das Bestehen oder Nichtbestehen festzulegen.



2. H₂-Label: Definition und Zweck

In Politik und Industrie beziehen sich H₂-Label auf offiziell anerkannte Kategorien, die Wasserstoff anhand seiner Herstellungsweise, der verwendeten Energieträger und -quellen sowie seiner jeweiligen Klimawirkung einordnen und zertifizieren. Traditionelle Farbbezeichnungen – grüner Wasserstoff (aus erneuerbaren Energien), blauer Wasserstoff (aus fossilen Brennstoffen mit CO₂-Abscheidung), grauer Wasserstoff (aus fossilen Brennstoffen ohne CO₂-Abscheidung) usw. – haben dazu beigetragen, die Herkunft des Wasserstoffs zu kommunizieren. Zunehmend formalisieren Regierungen diese Konzepte, indem sie Labels in gesetzlichen oder regulatorischen Begriffen definieren, die oft an einen maximalen THG-Emissionwert pro Kilogramm produziertem Wasserstoff gebunden sind. Beispielsweise kann Wasserstoff, der durch Elektrolyse unter Verwendung erneuerbarer Energien hergestellt wird und unter einem bestimmten CI-Schwellenwert liegt, ein „grünes“ oder „erneuerbares“ Label erhalten, während Wasserstoff aus Erdgas mit Kohlenstoffabscheidung als „kohlenstoffarm“ gekennzeichnet werden kann, wenn er unter einem anderen CI-Schwellenwert bleibt.

Der Zweck solcher Labels besteht darin, Umweltverträglichkeit zu signalisieren – um sicherzustellen, dass der Wasserstoff im Vergleich zu fossilem Wasserstoff tatsächlich erhebliche CO₂-Einsparungen bietet. Offizielle Labels sind in der Regel mit Verifizierungs- und Zertifizierungssystemen verbunden, damit die Hersteller die Einhaltung der Vorschriften nachweisen können. Nach der Zertifizierung kann das Label politische Vorteile erschließen: Regierungen nutzen diese Labels, um die Förderfähigkeit (wie Zuschüsse, Steuergutschriften oder Einspeisevergütungen) zu bestimmen, Beschaffungs- oder Beimischungsvorschriften festzulegen und den Handel durch eine gemeinsame Definition von sauberem Wasserstoff zu erleichtern. H₂-Labels fungieren als politisches Instrument, um Wasserstoff nach seinen Auswirkungen auf das Klima zu unterscheiden und sowohl Produzenten als auch Verbraucher zu kohlenstoffärmeren Optionen zu bewegen.

3. Umfang des Vergleichs der Rechtsgebiete

Dieses Papier konzentriert sich auf zehn Länder, die Mitglieder der Wasserstoffinitiative (H2I) des Clean Energy Ministerial sind und formelle H₂-Label-Standards mit definierten CI-Schwellenwerten festgelegt haben. Diese sind:

- Europäische Union (EU)
- Vereinigtes Königreich (UK)
- Vereinigte Staaten (US)
- Kanada
- China
- Indien
- Japan
- Südkorea
- Brasilien
- Saudi-Arabien

Alle oben genannten Länder haben zum Stand 2025 entweder H₂-Label-Standards verabschiedet oder offiziell vorgeschlagen. Die Konzentration auf diese Gruppe ermöglicht eine repräsentative Untersuchung der wichtigsten Wasserstoffwirtschaften in Europa, Nordamerika und Asien, sowie Brasiliens und Saudi-Arabiens als wichtige aufstrebende Akteure. Länder, die bislang kein staatlich anerkanntes Label mit einem quantitativen CI-Schwellenwert eingeführt haben, bleiben in dieser Analyse unberücksichtigt. So sind beispielsweise Australien oder Chile (ebenfalls in H2I aktiv) nicht vertreten, da ihre Standards derzeit noch informell oder qualitativ sind. Durch die Beschränkung des Vergleichs auf H2I-Teilnehmer mit definierten Labels stellen wir sicher, dass jede Jurisdiktion in unserer Analyse über eine direkt vergleichbare Kennzahl (kg CO₂e/kg H₂) verfügt, die untersucht werden kann. Diese Auswahl steht auch im Einklang mit den Ländern, die wahrscheinlich am künftigen Handel mit kohlenstoffarmem Wasserstoff teilnehmen werden, und unterstreicht die Bedeutung des gegenseitigen Verständnisses der jeweiligen Standards.

4. Kriterien für H₂-Label und CI-Schwellenwerte

Nicht alle Initiativen im Zusammenhang mit Wasserstoff gelten als *Label-Standard*. Für diese Analyse verstehen wir unter einem H₂-Label eine von der Regierung herausgegebene oder gesetzlich festgelegte Klassifizierung von Wasserstoff, die einen definierten CI-Schwellenwert enthält. In der Praxis bedeutet dies, dass das Label durch Gesetze oder Vorschriften (oder einen offiziell anerkannten freiwilligen Industriestandard) gestützt wird und eine maximale Menge an kg CO₂-Äquivalentemissionen pro kg H₂ für die Produktion festlegt. Rein umgangssprachliche Labels oder private Zertifizierungssysteme sind ausgeschlossen. Beispielsweise können Regierungsvertreter in Reden informell von „grünem Wasserstoff“ sprechen, aber solange die Regierung keine Vorschrift erlässt, die definiert, was als „grün“ gilt, zählen wir dies nicht als Label.

Es ist wichtig zu beachten, dass die jeweiligen Rechtsgebiete unterschiedliche Systemgrenzen für die Messung von Emissionen festlegen, was sich auf die Anwendung der Schwellenwerte auswirkt. Zu den wichtigsten Abweichungen gehören:

- **Well-to-Gate vs. vollständiger Lebenszyklus:** Einige Standards berücksichtigen Emissionen bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Wasserstoff die Produktionsanlage verlässt (Well-to-Gate). Andere verfolgen einen Well-to-Wheel-Ansatz, der den nachgelagerten Transport und sogar die Endverbrauchsverbrennung einbezieht. In der Praxis verursacht der Endverbrauch von Wasserstoff selbst keine THG-Emissionen, sodass der wesentliche Unterschied darin besteht, ob Emissionen aus der Lieferung und Abgabe berücksichtigt werden. Die EU-Methodik beispielsweise bezieht den Transport zum Verwendungsort in ihre Lebenszyklusbewertung für „erneuerbaren“ oder „kohlenstoffarmen“ Wasserstoff ein, entsprechend ihren Zielen zur Substitution von Kraftstoffen. Im Gegensatz dazu berücksichtigt der britische Low Carbon Hydrogen Standard nur die Emissionen bis zur Produktion (Gate) und nicht den Transport oder die Verbrennung in der Nutzungsphase.
- **Umfang der berücksichtigten Emissionen:** Alle Standards decken direkte THG-Emissionen aus der Produktion ab (z.B. aus der Dampfreformierung von Methan oder dem Stromverbrauch für die Elektrolyse). Die Behandlung von vorgelagerten Emissionen (wie Erdgasleckagen oder Emissionen aus dem Kohlebergbau) und

nachgelagerten Transporten kann jedoch unterschiedlich sein. Der Entwurf der südkoreanischen Kriterien für sauberen Wasserstoff würde beispielsweise die Emissionen von der Rohstoffgewinnung bis zur Wasserstoffproduktion berechnen, jedoch zunächst die Emissionen aus dem internationalen Transport von Wasserstoff *ausschließen*. Das Vereinigte Königreich und Indien berücksichtigen alle produktionsbezogenen Emissionen, einschließlich der Stromerzeugung und aller Inputs, aber da sie sich auf die inländische Produktion konzentrieren, beschränkt sich der Transport auf die Kompression vor Ort und andere Prozesse.

- **Methodik zur Emissionsberechnung:** Die meisten Länder stützen ihre Berechnungen auf eine Lebenszyklusanalyse (LCA) oder einen spezifischen Rahmen für die Berechnung von THG-Emissionen. Die EU beispielsweise verwendet eine detaillierte Methodik (Delegierte Verordnung gemäß der Richtlinie über erneuerbare Energien), um strombezogene Emissionen, die Zusätzlichkeit erneuerbarer Energien usw. zu berechnen und so eine Emissionsersparnis von 70 % gegenüber einem fossilen Referenzwert zu gewährleisten. Der chinesische Standard wurde hingegen von der China Hydrogen Alliance unter Verwendung eines LCA-Ansatzes in Übereinstimmung mit der ISO 14040-Reihe entwickelt, wobei jedoch relativ hohe Schwellenwerte gewählt wurden. Internationale Harmonisierungsbemühungen wie die Internationale Partnerschaft für Wasserstoff und Brennstoffzellen in der Wirtschaft (IPHE) und eine neue ISO-Norm (ISO/TS 19870-Reihe) sind im Gange, um die Methoden zur Bilanzierung von Treibhausgasen zu standardisieren, aber die Rechtsgebiete unterscheiden sich nach wie vor darin, was sie einbeziehen oder ausschließen (z.B. Emissionen aus der Herkunft von Biokraftstoffen, Kriterien für die „Zusätzlichkeit“ erneuerbarer Energien usw.).

Durch die Überprüfung offizieller Labels mit festgelegten CI-Schwellenwerten konzentrieren wir uns auf vergleichbare Kennzahlen, wobei jedoch die Unterschiede im Umfang zu berücksichtigen sind. Ein Schwellenwert von 4 kg CO₂e/kg H₂ in einem Land entspricht möglicherweise nicht direkt 4 kg in einem anderen Land, wenn beispielsweise das eine Land vor- und nachgelagerte Methanleckagen berücksichtigt und das andere nicht.

5. Vergleichende Analyse von H₂-Labeln

Trotz des gemeinsamen Ziels, „erneuerbaren“, „kohlenstoffarmen“ oder „sauberen“ Wasserstoff zu definieren, weisen die zehn Rechtsgebiete große Unterschiede hinsichtlich der Label-Kategorien und der Strenge der CI-Schwellenwerte auf. Einige Regierungen haben mehrere Kategorien von Wasserstoff definiert, die durch unterschiedliche Schwellenwerte gekennzeichnet sind, während andere einen einzigen Schwellenwert verwenden. Abbildung 1 enthält eine Zusammenfassung der Label-Kategorien der einzelnen Länder und der damit verbundenen CI-Schwellenwerte. Der Anhang ergänzt dies um eine vollständige Übersicht, einschließlich der mit jeder Kennzeichnung verbundenen politischen Vorteile.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	CO ₂ -Intensität in kg CO ₂ e/kg H ₂
IN - Grün	MNRE Green Hydrogen Standard															2,0
UK - Kohlenstoffarm	UK Low Carbon Hydrogen Standard															2,4
EU - Erneuerbar	Renewable Energy Directive															3,384
EU - Kohlenstoffarm	Hydrogen and Gas Market Directive															3,384
JP - Kohlenstoffarm	Hydrogen Society Promotion Act															3,4
SA - Blau	Green Financing Framework															3,6
US - Sauber	Inflation Reduction Act & Clean Hydrogen Production Standard															4,0*
CA - Sauber	Clean Hydrogen Investment Tax Credit															4,0*
KR - Sauber	Hydrogen Economy Promotion and Hydrogen Safety Management Act															4,0*
CN - Erneuerbar	Standard and Evaluation of Low-Carbon, Clean and Renewable Hydrogen															4,9
CN - Sauber	Standard and Evaluation of Low-Carbon, Clean and Renewable Hydrogen															4,9
SA - Erneuerbar	Green Financing Framework															5,5**
BR - Grün	Law No. 14.948/2024															7,0
BR - Erneuerbar	Law No. 14.948/2024															7,0
BR - Kohlenstoffarm	Law No. 14.948/2024															7,0
CN - Kohlenstoffarm	Standard and Evaluation of Low-Carbon, Clean and Renewable Hydrogen															14,51

Legende: ■ Erneuerbar/grün ■ Kohlenstoffarm/blau ■ Sauber Regulatorik Von der Regierung heraus-
gegebener Standard Freiwilliger
Industriestandard * Kreditpunkte gestaffelt nach CI; Qualifikationsgrenze angegeben ** Schwellenwert: Strom ≤100 gCO₂e/kWh; Wert basiert auf 55 kWh/kgH₂; Annahme

Abbildung 1: Globaler Vergleich der CI-Schwellenwerte für Wasserstofflabel in Ländern, die an der Hydrogen Initiative (H2I) der Clean Energy Ministerial teilnehmen.

5.1. Analyse der Schwellenwerte für die CO₂-Intensität nach Rechtsgebieten

Wie Abbildung 1 zeigt, variiert die Strenge der CI-Schwellenwerte zwischen diesen Rechtsgebieten um fast eine Größenordnung. Am ehrgeizigsten ist der kürzlich von Indien angekündigte Standard für grünen Wasserstoff von ≤ 2 kg CO₂e/kg H₂, der weltweit der strengste ist und das Label im Wesentlichen auf Wasserstoff beschränkt, der zu fast 100 % aus erneuerbaren Energien oder gleichwertigen emissionsarmen Rohstoffen hergestellt wird. Der britische Standard von 2,4 kg und der freiwillige Standard der Green Hydrogen Organisation von 1 kg (nicht staatlich, aber einflussreich) sind ähnlich streng. Im Gegensatz dazu erlaubt Chinas offizielle Kategorie „kohlenstoffarmer Wasserstoff“ bis zu 14,51 kg, was deutlich über den Emissionen von unverminderter fossiler Wasserstoffproduktion aus Erdgas (~9-10 kg) liegt und etwa der Hälfte der CO₂-Intensität der für China typischen Wasserstoffproduktion auf Kohlebasis (~29 kg) entspricht. Auch Brasiliens Schwellenwert von 7 kg ist relativ großzügig, sodass eine Vielzahl von Produktionsmethoden als „kohlenstoffarm“ gelten können. Die meisten anderen Regionen legen sich auf einen Wert von 3-4 kg als Definition für sauberen Wasserstoff fest. Der implizite Schwellenwert der EU von ~3,4 kg (für 70 % Einsparungen) und Japans Wert von 3,4 kg spiegeln sich gegenseitig wider und entsprechen einem gemeinsamen Reduktionsziel von 70 %. Südkorea und Nordamerika (USA/Kanada) wählen etwa 4,0 kg als praktische Obergrenze, wahrscheinlich um untereinander konsistent zu sein und um anzuerkennen, dass dies eine erhebliche Reduzierung (>60 %) gegenüber grauem Wasserstoff darstellt.

Auch die Anzahl der Label-Kategorien unterscheidet sich. China und Brasilien haben mehrstufige Systeme, die zwischen *erneuerbarem* und *anderem kohlenstoffarmem* Wasserstoff unterscheiden. In China gibt es drei Stufen (erneuerbar, sauber, kohlenstoffarm) mit zwei numerischen Schwellenwerten, während Brasilien drei Labels definiert, wobei die beiden letzteren innerhalb der kohlenstoffarmen Schwelle liegen. Dies spiegelt die Absicht wider, den besten (kohlenstofffreien erneuerbaren) Wasserstoff anzuerkennen, ohne den verbesserten fossilen Wasserstoff vollständig auszuschließen. Im Gegensatz dazu gibt es in den USA, Kanada und Südkorea im Wesentlichen eine einzige Kategorie von akzeptablem Wasserstoff (unabhängig davon, ob der Schwellenwert erreicht wird oder nicht) – allerdings werden innerhalb dieser Kategorie *abgestufte Anreize* gewährt,

wie später noch erläutert wird. Die EU legt derzeit den Schwerpunkt auf die Kategorie des *erneuerbaren* Wasserstoffs (zur Erreichung der Ziele für erneuerbare Energien) und hat kürzlich eine parallele Anerkennung von *kohlenstoffarmem* Wasserstoff mit derselben Anforderung einer Emissionsreduzierung um 70 % entwickelt. Indien hingegen hält an einer einzigen Bezeichnung („grün“) fest und knüpft diese ausdrücklich an die Herkunft aus erneuerbaren Quellen, wodurch nicht erneuerbare Wege unabhängig von der CO₂-Intensität über die strenge Grenze von 2 kg hinaus vollständig ausgeschlossen werden.

5.2. Indien vs. China: Gegensätzliche Pole des Spektrums

Der starke Kontrast zwischen den Schwellenwerten Indiens und Chinas verdeutlicht, wie politische Ziele und Basisemissionen diese Standards beeinflussen. Indiens Entscheidung, 2 kg CO₂e/kg H₂ als Obergrenze für grünen Wasserstoff festzulegen, wurde von dem Wunsch getragen, eine Führungsrolle im Klimaschutz zu übernehmen und sicherzustellen, dass das Label „grün“ für wirklich minimale Emissionen steht. Mit 2 kg liegt der indische Standard bei einer Reduzierung von ~80 % gegenüber herkömmlichem grauem Wasserstoff. Indische Regierungsvertreter gaben an, dass diese strenge Definition der noch jungen Branche helfen wird, sich auf eine wirklich saubere Produktion zu konzentrieren und das internationale Vertrauen in indischen grünen Wasserstoff zu stärken. Außerdem nutzt sie das enorme Potenzial Indiens im Bereich der erneuerbaren Energien, indem sie effektiv vorschreibt, dass grüner Wasserstoff aus erneuerbaren Energien (oder Biomasse) mit vernachlässigbarem Netz- oder Fossileinsatz hergestellt werden muss. Als eines der ersten Länder, das grünen Wasserstoff gesetzlich definiert hat, will sich Indien als führender Lieferant von hochreinem grünem H₂ positionieren.

Chinas Schwellenwert für kohlenstoffarmen Wasserstoff von 14,51 kg CO₂e/kg H₂ spiegelt hingegen einen eher schrittweisen, pragmatischen Ansatz wider, der von den Realitäten der chinesischen Wasserstoffproduktion geprägt ist. China ist der weltweit größte Wasserstoffproduzent, wobei der überwiegende Teil des Wasserstoffs aus der Kohlevergasung stammt, die selbst im Vergleich zur gasbasierten Produktion einen sehr hohen CO₂-Fußabdruck aufweist. Anstatt sofort extrem niedrige Emissionswerte zu fordern, wurde der Schwellenwert im Standard der China Hydrogen Alliance von 2021 auf 14,51 kg festgelegt, was einer Reduzierung von 50 % gegenüber den ~29 kg von Kohle-basiertem Wasserstoff entspricht. Dieser Wert wurde so gewählt, dass er für Kohlekraftwerke,

die mit CO₂-Abscheidung oder Effizienzsteigerungen ausgestattet sind, erreichbar ist und gleichzeitig ein Signal zur Emissionsreduzierung sendet. Der Schwellenwert liegt weiterhin deutlich über dem Wert für Wasserstoff auf Erdgasbasis (~9-10 kg) und wird daher international als relativ großzügige Definition von „kohlenstoffarm“ angesehen.

Die chinesische Politik hat bisher weniger Wert auf strenge CI-Schwellenwerte gelegt, sondern sich vielmehr auf die Ausweitung der Wasserstoffnutzung für industrielles Wachstum und Energiesicherheit konzentriert. Die Existenz der Kategorie „sauberer Wasserstoff“ mit 4,9 kg in derselben Norm zeigt, dass China ein ehrgeizigeres Niveau anstrebt (4,9 kg entsprechen Erdgas-SMR + CCS oder Elektrolyse mit kohlenstoffarmem Strom). Die Bezeichnung von allem unter 14,51 kg als „kohlenstoffarm“ signalisiert jedoch, dass Chinas Priorität darin besteht, die sehr hohen Emissionen seiner derzeitigen Wasserstoffproduktion zu reduzieren, auch wenn das Ergebnis immer noch über den Definitionen anderer Länder für sauberen Wasserstoff liegt.

Indien hat die Messlatte hochgelegt, um direkt auf nahezu emissionsfreien Wasserstoff umzusteigen, während China die Messlatte niedrig gesetzt hat, um von sehr emissionsreichem Wasserstoff ausgehend schrittweise eine Reduzierung zu erreichen – was die unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und politischen Triebkräfte widerspiegelt.

6. Politische Anwendungen von H₂-Labeln

H₂-Label sind nicht nur abstrakte Definitionen – sie sind in verschiedene politische Mechanismen und Marktinstrumente eingebettet. In den untersuchten Ländern werden H₂-Label mindestens auf vier wichtige Arten verwendet:

- **Anspruch auf Zuschüsse und Subventionen:** Regierungen verlangen oft, dass Projekte einen H₂-Label-Standard erfüllen, um öffentliche Mittel zu erhalten. So ist beispielsweise der britische Low Carbon Hydrogen Standard (2,4 kg) eine Voraussetzung für Produzenten, die sich um staatliche Differenzverträge im Rahmen des Wasserstoff-Geschäftsmodells bewerben. In ähnlicher Weise geben der Innovationsfonds der EU und nationale Wasserstoffförderprogramme Projekten Vorrang, die „erneuerbaren Wasserstoff“ (gemäß den Kriterien der EU) produzieren, um Fördermittel zu vergeben. Brasilien plant, zertifizierten Produzenten von kohlenstoffarmem Wasserstoff Steuergutschriften und vorrangige Genehmigungen zu gewähren und damit diejenigen zu subventionieren, die den Standard von ≤ 7 kg erfüllen. Durch die Bindung der Finanzierung an Labels wird sichergestellt, dass öffentliche Gelder tatsächlich kohlenstoffarmen Wasserstoff unterstützen und nicht emissionsintensive Varianten.
- **Steuergutschriften:** Eine Reihe von Ländern verwendet H₂-Label in ihrem Steuerrecht, um Steuergutschriften für Produktion oder Investitionen zu gewähren. Das deutlichste Beispiel sind die Vereinigten Staaten, wo die Steuergutschrift für die Wasserstoffproduktion (45V) im Rahmen des Inflation Reduction Act nur für „qualifizierten sauberen Wasserstoff“ gilt, der als ≤ 4 kg CO₂e/kg H₂ definiert ist. Dabei skaliert der Gutschriftsbetrag in CI-Stufen – ein Anreiz für Produzenten, den Mindestwert zu übertreffen. Kanadas Investitionssteuergutschrift (ITC) für sauberen Wasserstoff gilt ebenfalls nur für Projekte unter 4 kg, wobei für niedrigere CI-Bänder höhere Gutschriftssätze gelten. In Südkorea erwägt die Regierung Steueranreize für die Nutzung von sauberem Wasserstoff, sobald das Zertifizierungssystem eingeführt ist. Wenn Wasserstoff den festgelegten Standard nicht erfüllt, erhält er keine dieser lukrativen Gutschriften, was Entwickler dazu anreizt, auf niedrige

Emissionen zu achten.

- **Zugang zu Exportmärkten und Handel:** Gemeinsame Standards entwickeln sich zu einer Voraussetzung für die Teilnahme am künftigen Wasserstoffexportmarkt. Die EU hat Wasserstoff in ihre Pläne für einen CO₂-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) aufgenommen, was bedeutet, dass importierter Wasserstoff mit hohen eingebetteten Emissionen mit CO₂-Zöllen belegt werden könnte. Daher richten Exporteure wie Saudi-Arabien ihre Produktion an den Kriterien der EU (und Japans/ Südkoreas) für kohlenstoffarmen Wasserstoff aus. Ein anerkanntes Label kann auch bilaterale Handelsabkommen erleichtern: So könnte beispielsweise eine Lieferung „grüner Wasserstoff“, der nach dem indischen 2-kg-Standard zertifiziert ist, für einen Käufer aus Europa oder Japan attraktiv sein, der nach einem nachweislich kohlenstoffarmen Kraftstoff sucht. Japan und Deutschland haben über die gegenseitige Anerkennung von Wasserstoffzertifizierungen diskutiert, um den Handel zu ermöglichen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Wasserstoff, um in bestimmte Märkte verkauft oder auf die nationalen Ziele der Käufer angerechnet werden zu können, die entsprechenden Labels erfüllen muss, wodurch diese Labels praktisch zu einer Handelswährung werden. Länder, die keine strengen Standards einführen, könnten in Zukunft feststellen, dass ihr Wasserstoff von wichtigen Märkten ausgeschlossen wird.
- **Nationale Vorschriften, Auflagen und Zertifikate:** Auch auf der Verbraucherseite setzen Regierungen auf Label – z.B. durch die Festlegung von Quoten oder die Gewährung von Prämien für die Verwendung von zertifiziertem Wasserstoff. Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU schreibt vor, dass bis 2030 ein bestimmter Anteil des Wasserstoffverbrauchs in der Industrie aus „erneuerbarem Wasserstoff“ stammen muss, wodurch Verbraucher gezwungen sind, zertifizierten RFNBO-Wasserstoff (engl., Renewable Fuel of Non-Biological Origin) zu kaufen. In Indien führt die Regierung für bestimmte Industriezweige „Verpflichtungen zum Verbrauch von grünem Wasserstoff“ ein, was bedeutet, dass beispielsweise Düngemittelfabriken einen Mindestanteil an grünem Wasserstoff (gemäß der 2-kg-Norm) in ihrem Wasserstoff-Rohstoffmix verwenden müssen. Südkorea führt

ein System zur Verpflichtung zur Erzeugung von sauberem Wasserstoff ein, bei dem Stromerzeuger schrittweise eine bestimmte Menge an sauberem Wasserstoff/Ammoniak beimischen oder verwenden müssen; dabei wird nur zertifizierter sauberer Wasserstoff (≤ 4 kg) berücksichtigt, und es wird wahrscheinlich ein Zertifikatshandelssystem entwickelt werden. Um solche Programme umzusetzen, sind robuste Zertifizierungssysteme erforderlich. Daher schaffen viele Länder neben den Labels auch Herkunftsnachweis- und Zertifizierungsrahmenwerke (z.B. das SBCH₂-System in Brasilien, das RFNBO-System der EU, das Herkunftsnachweis-System in Australien). Diese ermöglichen es, die Eigenschaften von „sauberem“ oder „grünem“ Wasserstoff zu verfolgen und zu handeln, sodass Produzenten eine Prämie erhalten können, wenn sie den Standard übertreffen. In einigen Fällen kommen auch Infrastruktur-Anreize zum Tragen: So könnten z.B. vorrangige Netzanschlüsse oder dedizierte Wasserstoff-Pipelinekapazitäten für Projekte mit kohlenstoffarmem Wasserstoff angeboten werden, wodurch zertifizierte Produzenten einen Vorteil beim Zugang zur Infrastruktur erhalten.

Hinsichtlich dieser Anwendungsfälle sehen wir, dass ein H₂-Label nicht nur eine Auszeichnung für eine niedrige Klimawirkung ist, sondern auch ein Tor zu finanziellen, rechtlichen oder marktbezogenen Vorteilen. Umgekehrt kann Wasserstoff, der die festgelegten Standards nicht erfüllt, zwar legal produziert werden, wird aber zunehmend als „weniger wertvoller“ Wasserstoff behandelt – mit wirtschaftlichen Nachteilen (keine Subventionen oder Gutschriften, CO₂-Abgaben) und Marktbeschränkungen. Diese Dynamik soll den Übergang zu sauberen Energien beschleunigen: Im Laufe der Zeit, wenn die Standards in weiteren Ländern eingeführt und perspektivisch strenger werden, wird ein größerer Teil des Wasserstoffmarktes aus zertifizierten kohlenstoffarmen Produkten bestehen, was die globalen Emissionsziele unterstützt.

7. Fazit und Ausblick

Der vorstehende Vergleich macht deutlich, dass das Konzept von „erneuerbarem“, „kohlenstoffarmem“ oder „sauberem“ Wasserstoff zwar global ist, die **aktuellen Rahmenbedingungen jedoch hinsichtlich ihrer Ambitionen und politischen Funktion stark variieren**. Jedes Land und jede Region hat seine H₂-Label an die nationalen Gegebenheiten angepasst. Die Anzahl der Kategorien, die genauen CI-Schwellenwerte und die Verwendung dieser Label in der Politik unterscheiden sich erheblich. Diese Vielzahl unterschiedlicher Definitionen könnte sich mit der Globalisierung der Wasserstoffwirtschaft zu einem Hindernis entwickeln: Ohne eine Angleichung könnte ein Produzent nach den Maßstäben eines Landes „sauber“ sein, nach denen eines anderen Landes jedoch nicht, was internationale Handels- und Investitionsentscheidungen erschwert.

Ein harmonisierter globaler Standard – oder zumindest die **gegenseitige Anerkennung gleichwertiger Standards** – könnte die Effizienz der Wasserstoffmärkte erheblich verbessern. Er würde einen direkten Vergleich von Wasserstoff aus verschiedenen Quellen und Ländern ermöglichen, Investoren Klarheit über ihre Ziele verschaffen und „**Label Shopping**“ verhindern, bei dem Entwickler sich für lockere Vorschriften in einer bestimmten Gerichtsbarkeit einsetzen könnten. Initiativen wie der Green Hydrogen Standard (der Green Hydrogen Organisation) und Diskussionen im Rahmen der G7/G20 deuten auf ein Interesse an einer gemeinsamen Grundlage für sauberen Wasserstoff hin. Auch ohne eine einheitliche globale Regelung werden eine erhöhte Transparenz und eine **Annäherung der Methoden zur Emissionsberechnung** (wie die ISO-Norm oder die IPHE-Richtlinien) dazu beitragen, die Lücke zu schließen. Mit der Zeit könnte man sich ein internationales System vorstellen, in dem eine Einheit Wasserstoff einen zertifizierten CI-Wert hat, der allgemein anerkannt ist – ähnlich wie Emissionszertifikate nach gemeinsamen Verifizierungsregeln weltweit gehandelt werden können.

Mittlerweile gewinnt ein alternativer Ansatz zu strengen Label-Definitionen an Bedeutung: die Verwendung der **CO₂-Intensität als kontinuierliche Messgröße anstelle eines binären Labels**. Anstatt Wasserstoff anhand eines einzigen Schwellenwerts starr in „grün“ oder „nicht grün“ einzuteilen, können politische Entscheidungsträger schrittweise Verbesserungen der CO₂-Intensität anhand einer gleitenden Skala belohnen. Die

Vereinigten Staaten, Kanada und Südkorea wenden bereits gestaffelte Anreizmodelle an – ein Projekt, das in den USA 1 kg CO₂e/kg H₂ erreicht, erhält eine höhere Gutschrift als eines mit 3 kg, aber selbst das 3-kg-Projekt (weit unter der 4-kg-Grenze) erhält noch eine teilweise Förderung. Dadurch wird die Gefahr vermieden, dass alles, was knapp unter einem Schwellenwert liegt, gleichbehandelt wird und alles, was knapp darüber liegt, disqualifiziert wird. Auch Großbritannien und Deutschland haben Verträge geprüft, bei denen für tiefere CO₂-Reduktionen mehr gezahlt wird, anstatt eine einfache Ja/Nein-Entscheidung über die Förderfähigkeit zu treffen. **Die direkte Verwendung der CO₂-Intensität als Maßstab für Anreize und Berichterstattung kann die Transparenz verbessern** – jeder Produzent ist für seine tatsächlichen Emissionen pro kg verantwortlich und die Politik kann sich flexibel anpassen (z.B. durch eine schrittweise Senkung der für eine vollständige Subvention erforderlichen CO₂-Intensität). Dies passt auch zum Konzept der CO₂-Grenzausgleichsmaßnahmen und des globalen Handels: Wenn alle ihre Emissionen melden, kann ein Käufer entscheiden, welches Niveau er benötigt, anstatt sich nur auf unterschiedliche Labels zu verlassen.

Letztendlich besteht die **Vision für die Zukunft** darin, dass die *CO₂-Intensität selbst zur universellen Sprache für die Nachhaltigkeit von Wasserstoff* wird. Anstatt mit Farbcodes und nationalen Labels zu jonglieren, würden die Hersteller einfach den CO₂-Fußabdruck ihres Wasserstoffs angeben (und zertifizieren) und diese Zahl würde dann über seine Behandlung auf jedem Markt entscheiden. Eine Tonne Wasserstoff mit 1,0 kg CO₂e würde als sauberer (und vielleicht wertvoller) anerkannt werden als eine Tonne mit 5,0 kg CO₂e, unabhängig davon, woher sie stammt – genauso wie ein Barrel Öl oder eine MWh Strom hinsichtlich ihrer Emissionen verglichen werden können. Um diese Vision zu verwirklichen, sind Vertrauen in die Methodik und eine robuste Überprüfung erforderlich, aber erste Schritte der Regierungen zur Einführung quantitativer Schwellenwerte und gestaffelter Anreize sind ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Ein global harmonisierter Ansatz oder zumindest interoperable Standards würden den Handel anregen, die Vergleichbarkeit verbessern und Investoren und Entwicklern ein klareres Ziel vorgeben. In den kommenden Jahren, wenn die Nationen ihre Wasserstoffstrategien überdenken und im Rahmen von Foren wie dem Clean Energy Ministerial zusammenarbeiten, könnten wir Fortschritte in Richtung dieses gemeinsamen Rahmens sehen. In der Zwischenzeit deuten die „gestaffelten“ Modelle in Nordamerika und Asien darauf hin, dass **wir uns bereits von**

starren Labeln hin zu einem differenzierteren, datengestützten System bewegen – einem System, in dem allein die *Emissionsintensität* den Wert von sauberem Wasserstoff in einer kohlenstoffarmen Wirtschaft bestimmen könnte.



8. Anhang: Schwellenwerte für H₂-Labels und politische Effekte

Dieser Anhang enthält eine nach Rechtsgebieten gegliederte Übersicht für die zehn analysierten H₂-Volkswirtschaften. Die Schwellenwerte für die CO₂-Intensität werden gemäß der Definition in den einzelnen Instrumenten angegeben und auf kg CO₂e/ kg H₂ normiert; die Methodiken und Systemgrenzen können sich je nach Rechtsgebiet unterscheiden. Siehe Fußnoten zu gestaffelten Systemen (*) und abgeleiteten Werten (**).

Die Angaben spiegeln den Stand vom September 2025 wider.

Nr.	Land/ Region	Label	Regulatorik/ Standard	Art	Schwellen- wert (kg CO ₂ e/ kg H ₂)	Politische Effekte
1	Europäi- sche Union	Erneuerbar	Renewable En- ergy Directive (RED II/III)	Regulatorik	3,384	Export-/Quoten- fähigkeit; Anrech- nung auf EU-Ziele für erneuerbare Kraftstoffe; Zertifi- zierungs-akzeptanz
2	Europäi- sche Union	Kohlenstoff- arm	Hydrogen & De- carbonised Gas Market Directive	Regulatorik	3,384	Quotenfähigkeit (sektoral); bevor- zugte Behandlung im Gasmarkt; Zerti- fizierungsakzep- tanz
3	Vereintes Königreich	Kohlenstoff- arm	UK Low Carbon Hydrogen Stan- dard (v3)	Von der Regie- rung heraus- gegebener Standard	2,4	Förder-/Zuschuss- fähigkeit; Zertifizie- rung für UK-Pro- gramme
4	Vereinte Staaten von Amerika	Sauber	Inflation Reduc- tion Act §45V	Regulatorik	4,0*	Steuerergutschrift (45VPTC, CI- gestuft); Zertifizie- rung für Bundes- programme
5	Kanada	Sauber	Income Tax Act – Clean Hydrogen Investment Tax Credit	Regulatorik	4,0*	Investitionssteuer- ergutschrift (15–40 % CapEx, gestuft); Zertifizierung für Bundesprogram- me
6	China	Erneuerbar	T/CAB 0078–2020	Freiwilliger Industriestand- dard	4,9	Zertifizierung (frei- willig, branchenge- tragen)

Nr.	Land/ Region	Label	Regulatorik/ Standard	Art	Schwellen- wert (kg CO ₂ e/ kg H ₂)	Politische Effekte
7	China	Sauber	T/CAB 0078–2020	Freiwilliger Industriestandard	4,9	Zertifizierung (freiwillig, branchengetragen)
8	China	Kohlenstoffarm	T/CAB 0078–2020	Freiwilliger Industriestandard	14,51	Zertifizierung (freiwillig, branchengetragen)
9	Indien	Grün	MNRE Green Hydrogen Standard	Von der Regierung herausgegebener Standard	2,0	Förder-/Zuschussfähigkeit; Erfüllung inländischer grüner-H ₂ -Verpflichtungen
10	Japan	Kohlenstoffarm	Hydrogen Society Promotion Act	Regulatorik	3,4	Förder-/Zuschussfähigkeit (Preisstützung /CfD-ähnlich); regulatorische Erleichterungen
11	Südkorea	Sauber	Hydrogen Economy Promotion & Hydrogen Safety Act	Regulatorik	4,0*	Zugang zu 15 jährigen Strom-Offtake-Auktionen (CHPS); Zertifizierung (gestufte Klassen)
12	Brasilien	Erneuerbar	Law No. 14,948/2024	Regulatorik	7,0	Steueranreize; zukünftige Produktionsgutschriften (PHBC)
13	Brasilien	Grün	Law No. 14,948/2024	Regulatorik	7,0	Steueranreize; zukünftige Produktionsgutschriften (PHBC)
14	Brasilien	Kohlenstoffarm	Law No. 14,948/2024	Regulatorik	7,0	Steueranreize; zukünftige Produktionsgutschriften (PHBC)
15	Saudi-Arabien	Erneuerbar	KSA Green Financing Framework	Von der Regierung herausgegebener Standard	5,5**	Green-Finance-Eignung (grüne Anleihen/ Kredite)
16	Saudi-Arabien	Blau	KSA Green Financing Framework	Von der Regierung herausgegebener Standard	3,6	Green-Finance-Eignung (grüne Anleihen/ Kredite)

Fußnoten:

* Gestaffeltes System nach CO₂-Intensität; der angegebene Wert ist der Schwellenwert für die Förderfähigkeit

** Strombasierter Schwellenwert: Die ursprüngliche Regel lautet ≤100 g CO₂e/kWh; die angezeigte CO₂-Intensität geht von 55 kWh / kg H₂ aus

Benötigen Sie weitere Informationen zu H₂-Labeln?

**Natalia Westhäuser**

Leitung HydroNet WP10
Senior Advisor (ext.)

Natalia.Westhaeuser@p3-group.com

**Constantin Pittruff**

Experte Regulatorik
Senior Consultant Sustainability

Constantin.Pittruff@p3-group.com

Adresse

P3 group GmbH
Heilbronner Straße 86
70191 Stuttgart
Germany

Kontakt

+49 711 252 749-0
mail@p3-group.com
www.p3-group.com