

## Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit als Kriterien

## Zertifizierungskonzepte für „Sauberen Wasserstoff“

## Certification concepts for „clean hydrogen“

As in the case of (green) power, within the hydrogen market a special segment for „clean hydrogen“ will evolve. TÜV Süddeutschland, the largest certifier of renewable energies in Europe, presents an approach by which clean hydrogen is defined and certified. Where the primary energy is not renewable, tradable renewable energy certificates can be used to compensate the negative environmental impact of conventional hydrogen production processes. The additional costs for those certificates are estimated at about 0,15-0,3 Ct/kWh gaseous  $H_2$ .

Wasserstoff und Brennstoffzellen bieten grundsätzlich die Möglichkeit einer umweltgerechten Erzeugung und eines schadstofffreien Einsatzes. Beide Aspekte lassen sich hervorragend für die Vermarktung des Energieträgers Wasserstoff und seiner Anwendungen nutzen. Speziell in der Markteinführungsphase dieser Produkte, in der die Kosten noch hoch sind und die Wettbewerbsposition schwach ist, ist eine Betonung der Umweltfreundlichkeit enorm wichtig. Die Mehrkosten werden für umweltbewusste Verbraucher akzeptabel. Daher wird sich zumindest in den europäischen Industrieländern ein Vorgang wiederholen, der schon im Ökostrombereich zu beobachten war: Der Markt für Wasserstoff und Brennstoffzellen wird sich aufspalten in einen Markt mit unspezifiziertem Umweltnutzen und in einen Markt des „sauberen Wasserstoffs“ und der „sauberen Brennstoffzelle“. Während ersterer langfristig das weitaus größere Volumen besitzen wird, hat der umweltorientierte Markt in den nächsten Jahren, in der Einführungsphase von Wasserstoff als Energieträger und von

weltfreundlicher und nachhaltiger Energieträger ist, taucht mit schöner Regelmäßigkeit bei fast allen Veröffentlichungen der Branche auf. Nur im Kleingedruckten oder in einer Fußnote ist die Bemerkung nachzulesen, dass diese Eigenschaften nur am Ort des Einsatzes gelten beziehungsweise dann, wenn für die Wasserstoffherzeugung ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien verwendet wurde. Ganz ähnliches gilt auch für den Einsatz von Brennstoffzellen.

Hier wird teilweise zu clever im Graubereich der Halbinformationen agiert. Dies mag kurzfristig durchaus erfolgreich sein – Wasserstoff genießt tatsächlich schon in der breiten Öffentlichkeit das Image einer umweltfreundlichen Energie. Langfristig aber birgt dieses Vorgehen die Gefahr des Rückschlags in sich: Mit wachsender Verbreitung der Wasserstofftechnologie werden die Verbraucher sich besser informieren. Und Kunden, die sich getäuscht und übervorteilt fühlen, werden die betreffenden Unternehmen und darüber hinaus die gesamte Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik tendenziell ablehnen.

Unseres Erachtens müssen daher von Anfang an die Begriffe „Saubere Wasserstoff“ und „Saubere Brennstoffzelle“ als klar definierte Qualitätsbegriffe mit offengelegten Mindestanforderungen positioniert werden. Wir haben ein entsprechendes Zertifizierungskonzept erstellt, mit dem wir den bisher vagen Begriffen der Umweltfreundlichkeit von Wasserstoff und Brennstoffzellen einen klaren Rahmen geben. Wie bei den Prüfzeichen zur Herkunftszertifizierung von Strom aus erneuerbaren Energien (CMS-Standard „Erzeugung EE“ in Abb. 1) bzw. von Ökostromprodukten (CMS-Standard „EE01“ und „EE02“) haben wir nun ein Prüfzeichen für sauberen Wasserstoff bzw. sauberen Brennstoffzellenbetrieb definiert (CMS-Standard „H<sub>2</sub>“). Die Zielsetzung der Zertifizierung ist die hohe Akzeptanz des „sauberen Wasserstoffs“ und des „sauberen Brennstoffzellenbetriebs“ in der Öffentlichkeit und beim Käufer, und dadurch ein Imagegewinn für den Anbieter entsprechender Produkte, die Erhöhung seiner Verkaufschancen und das Erschließen des Segments umweltorientierter Kunden.



Dr. Thyge Weller

Anschrift des Autors:  
TÜV Süddeutschland  
Bau und Betrieb  
GmbH,  
Westendstr. 199,  
D-80686 München,  
Tel. 089/5791-2435,  
E-Mail: Thyge.  
Weller@Tuv-Sued.de

Abbildung 2:  
Zertifizierungsmöglichkeiten bei der elektrolytischen Wasserstoffherzeugung  
Figure 2:  
Certification options using the electrolysis process

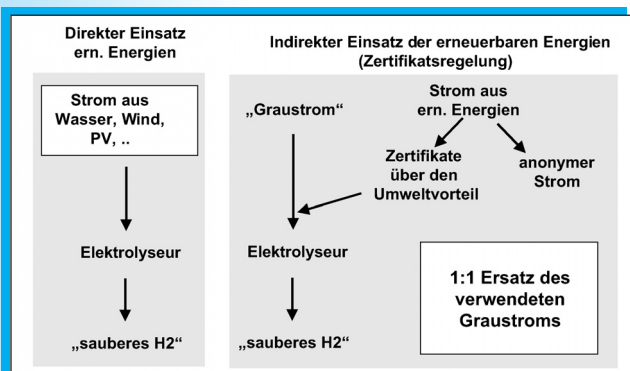


Abbildung 1: Prüfzeichen für erneuerbare Energien und für sauberen Wasserstoff  
Figure 1: Test marks for renewable energies and for clean hydrogen

Brennstoffzellen-Geräten, eine mindestens gleichrangige Bedeutung.

## Warum eine Zertifizierung?

Der Anspruch des sauberen Betriebs einer Brennstoffzelle muss glaubhaft gemacht werden. Die Marketingaussagen der Hersteller können diesen Glaubwürdigkeitsanspruch nicht erfüllen. Folglich wird die Bestätigung einer unabhängigen, sachkompetenten und in der Öffentlichkeit bekannten Institution benötigt. Eine solche Bestätigung kann in Form einer Einzelfalltestierung erfolgen, oder aber in Form einer Zertifizierung, die auf einem generellen und in der Öffentlichkeit bekannten Satz von Anforderungen („Kriterienkatalog“) aufsetzt. Die Protagonisten der Wasserstoffwirtschaft und der Brennstoffzellentechnologien sind nicht ganz unschuldig daran, dass die Zertifizierung unabdingbar sein wird. Hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit von Wasserstoff werden derzeit Ansprüche erhoben und Erwartungshaltungen erweckt, die nicht oder nur in geringem Umfang eingelöst werden können. Der Satz, dass Wasserstoff ein absolut sauberer, um-

Daraus ergeben sich im Hinblick auf den Kunden des Anbieters folgende durch uns zu erfüllende Anforderungen an eine Zertifizierung:

- die Vermeidung oder der Ausgleich von umweltbelastenden Faktoren,
- eine nachvollziehbare und glaubwürdige Kette von Vermeidungs- bzw. Ausgleichsaktionen.

Aus der Sicht des Anbieters sehen wir folgende Anforderungen an uns:

- ein breites Anwendungsfeld der Zertifizierung und eine flexible Ausgestaltung,
- eine hohe, gesicherte Glaubwürdigkeit der Zertifizierung,
- marktfähige Mehrkosten durch die Zertifizierung.

## Inhalt der Zertifizierung

Der Begriff des „Sauberen Wasserstoffs“ bzw. des „Sauberen Brennstoffzellenbetriebs“ ist nicht eindeutig definiert. Darunter wird durch Elektrolyse gewonnener Wasserstoff verstanden, unter ausschließlicher Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energien. In der Praxis wird jedoch weniger als ein Prozent des in Deutschland erzeugten Wasserstoffs elektrolytisch gewonnen. Die direkte Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energien ist nur im Ausnahmefall gegeben, da Wind- und Wasserkraftanlagen, Biomassekraftwerke und Photovoltaiksysteme im Normalfall direkt in das Netz einspeisen. Wie schon im Ökostrombereich lässt sich eine praktikable Regelung nur finden, wenn auch Ausgleichsmaßnahmen zulässig sind: der bei der Wasserstoffherzeugung bzw. bei der Brennstoffzellennutzung entstehende Ressourcenverbrauch und/oder die dadurch bedingten Emissionen werden an anderer Stelle durch die Erzeugung erneuerbarer Energien ausgeglichen. Welche Ausgleichsmaßnahmen im Einzelnen erforderlich sind, hängt von dem Anwendungsfall ab. Wir haben zunächst folgende Erzeugungsprozesse in den Zertifizierungsumfang aufgenommen, die im Folgenden näher erläutert werden:

- elektrolytische Wasserstoffherzeugung
  - direkter Einsatz erneuerbarer Energien
  - indirekter Einsatz erneuerbarer Energien (Zertifikatsregelung)
- Reformierung (Einsatz von Gas)
  - Einsatz von Biogas
    - direkter Einsatz
    - indirekter Einsatz (Zertifikatsregelung)

- Einsatz von Erdgas
  - Ausgleich durch generelle CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen
  - Ausgleich durch Einsatz erneuerbarer Energien

### Zertifizierung bei elektrolytischer Wasserstoffherzeugung

Stammt die für die Elektrolyse benötigte Energie direkt aus erneuerbaren Quellen, wird für die Erteilung des „Sauberen Wasserstoff“-Zertifikats dieser Sachverhalt im Einzelnen nachgeprüft (Abbildung 2, links). Eine Doppelvermarktung der erneuerbaren Energie ist dabei nicht zulässig. Dies bedeutet, dass Strom, der bereits nach dem EEG gefördert wurde, hierfür nicht in Frage kommt, da die Umweltvorteile dieser Erzeugung bereits durch die erhöhte Einspeisevergütung als abgegolten gelten.

Im Regelfall wird kein Strom verwendet, der direkt aus erneuerbaren Quellen stammt. Hier wird von uns die Zertifikatsregelung akzeptiert, wie sie etwa im europäischen RECS-System (Renewable Energy Certification System) realisiert ist (Abbildung 2, rechts). Strom aus erneuerbaren Quellen wird gedanklich in einen Umweltvorteil und in den physikalischen Strom aufgeteilt, der keinerlei Eigenschaften besitzt („anonymer Strom“). Der Umweltvorteil wird in Zertifikaten zu 1 MWh zusammengefasst und kann nun getrennt vom physikalischen Strom gehandelt werden. Wir akzeptieren dann elektrolytisch erzeugten Wasserstoff als sauber, wenn in dem Umfang, in dem bei der Elektrolyse Strom verbraucht wurde, derartige Erneuerbare-Energie-Zertifikate vorliegen, die im Rahmen eines anerkannten Zertifikatshandelssystems ausgestellt wurden.

### Reformierung unter Einsatz von Biogas

In der Regel erfolgt die Reformierung von Gas zu Wasserstoff unter Verwendung von Erdgas. Es ist aber auch hier der Einsatz eines erneuerbaren Energieträgers möglich, nämlich Biogas. In diesem Fall wird wie bei der direkten Verwendung regenerativ gewonnenen Stroms für die Erteilung des „Sauberen Wasserstoff“-Zertifikats nachgeprüft, ob tatsächlich Biogas verwendet wurde (Abbildung 3, links). Wir akzeptieren – analog zum Vorgehen beim Elektrolyseverfahren – den Einsatz von Zertifikaten, die den Umweltnutzen des entsprechenden erneuerbaren Energieträgers wiederge-

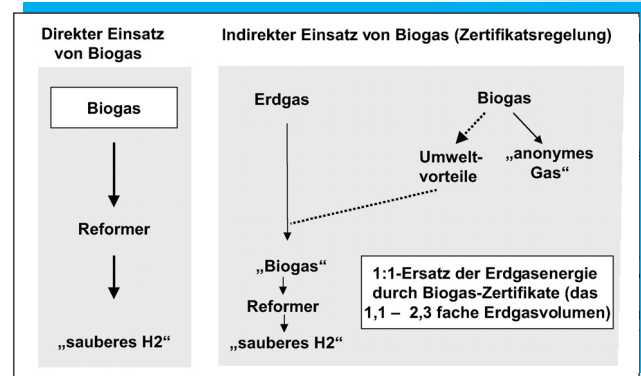


Abbildung 3:  
Wasserstoffgewinnung durch Reformierung (Biogas)  
Figure 3:  
Production of hydrogen by reformer process (biogas)

ben. In diesem Fall wären dies Biogas-Zertifikate über einen Energiegehalt von beispielsweise 1 MWh, die im Verhältnis 1:1 für das verbrauchte Erdgas nachzuweisen sind (Abbildung 3, rechts). Die entsprechende Biogasproduktion darf zur Vermeidung von Doppelförderungen nicht anderweitig gefördert werden.

Insgesamt ist der Einsatz von Biogas in der Öffentlichkeit leicht zu vermitteln, da hier ein erneuerbarer Energieträger verwendet oder zumindest der Verbrauch der begrenzten Ressource Erdgas durch die Biogaserzeugung ausgeglichen wird. Menge und Preis des verfügbaren Biogases begrenzen jedoch die Einsatzmöglichkeit dieses Verfahrens.

### Reformierung unter Einsatz von Erdgas

Ein anderer Ansatz, der in der Praxis sicherlich sehr viel weitere Verbreitung finden wird, ist der Ausgleich der bei der Reformierung von Erdgas entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Hier kann allerdings nicht von „sauberem Wasserstoff“ im Sinne der Nachhaltigkeitsdefinition gesprochen werden, sondern lediglich von einem „CO<sub>2</sub>-neutralen Wasserstoff“.

Beim Reformierprozess werden pro kWh Erdgas etwa 0,2 kg CO<sub>2</sub> freigesetzt. Diese Emission kann durch Einsparaktionen des Erzeugers bzw. Betreibers oder in der Praxis durch den Kauf der entsprechenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen aus Klimaschutzprojekten ausgeglichen werden (Abbildung 4).

Was in diesem Fall nicht berücksichtigt wird, ist die Verminderung der beschränkten Ressource Erdgas. Auch dies kann jedoch erreicht werden. Abbildung 5 zeigt unser Konzept. Es beruht darauf, dass der bei der Reformierung verbrauchte Erdgasbedarf an anderer Stelle eingespart wird, nämlich beim Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung in Kraftwerken. Dieser Strom kann durch Strom aus erneuerbaren Energien ersetzt werden. Bei ei-

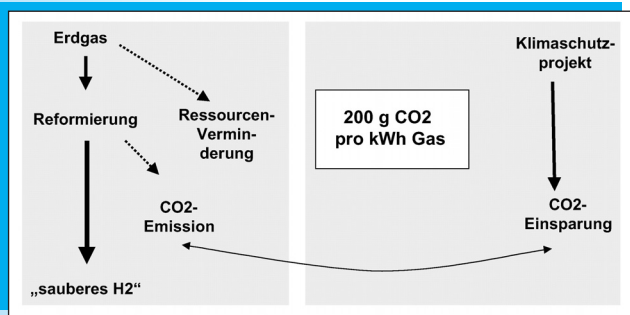


Abbildung 4: „CO<sub>2</sub>-neutraler Wasserstoff“ durch Ausgleich der CO<sub>2</sub>-Belastung  
Figure 4: „CO<sub>2</sub>-neutral hydrogen“ by compensating CO<sub>2</sub>-emission

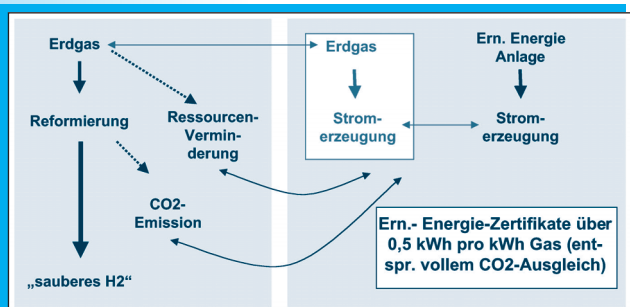
nem Wirkungsgrad von ca. 40 % erzeugt 1 kWh Gas etwa 0,4 kWh Strom. Bei einem Ausgleichsverhältnis von 0,5 kWh Strom aus erneuerbaren Energien pro kWh Gas liegt man auf der sicheren Seite. Gleichzeitig emittiert 1 kWh Gas etwa 0,2 kg CO<sub>2</sub>. Eine halbe kWh Wind-, Wasser- oder Photovoltaikstrom spart ca. 0,3 kg CO<sub>2</sub> gegenüber dem deutschen Kraftwerksmix ein. Die Verwendung von 0,5 kWh Erneuerbare-Energie-Zertifikate pro kWh Gas gleicht damit sowohl die Ressourcenverminderung an Erdgas als auch die entsprechende CO<sub>2</sub>-Emission aus.

**Abschätzung des Ausgleichsaufwands**

Der finanzielle Aufwand für den Ausgleich der Umweltbelastung ist für die einzelnen Wasserstoff-Erzeugungsverfahren in Tabelle 1 angegeben. Der angegebene Aufwand bezieht sich auf die Erzeugung von gasförmigem, drucklosen Wasserstoff. Der Energieaufwand zur Erzeugung der tatsächlich vermarkteten Darstellungsform muss zusätzlich ermittelt und ausgeglichen werden.

Im Falle eines Zertifikateinsatz bezüglich erneuerbarer Energien bei der Elektrolyse liegt ein Preis von 2 € pro 1-MWh-RECS-Zertifikat zugrunde. Es wird der übliche Wirkungsgrad heutiger Elektrolyseure angesetzt. Bei der Reformierung mit Biogas wird angenommen, dass das zum Ausgleich verwendete Biogas in diesem Fall zur Stromerzeugung eingesetzt wird, die jedoch nicht unter den Bedingungen des EEG vergütet werden kann. Die entfallende Vergütung führt nach Abzug des vergüteten Marktpreises von ca. 3 Ct/kWh eingespeister Energie zu

Abbildung 5: „Umweltneutraler Wasserstoff“ durch Ausgleich von CO<sub>2</sub>-Belastung und Ressourcenverbrauch  
Figure 5: „Environmentally neutral hydrogen“ by compensating CO<sub>2</sub>-emission and resource consumption



einer entgangenen Einnahme von ca. 6 Cent/kWh Strom. Beim Einsatz von Erdgas und dem Ausgleich durch CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen bei der Reformierung wird eine Emission von 0,2 kg CO<sub>2</sub> / kWh Erdgas angenommen sowie ein Zertifikatspreis von 10 € / t CO<sub>2</sub>. Einen Preis von 2 € pro 1-MWh-RECS-Zertifikat muss hingegen beim Ausgleich durch einen erneuerbaren Energie-Einsatz bei der Reformierung bezahlt werden.

erwerben, bei denen er auch für die Energiebelieferung zuständig ist. Der Kriterienkatalog legt die Grundanforderungen fest. Verpflichtet sich der Wasserstoff-Erzeuger bzw. der Brennstoffzellenbetreiber zu weitergehenden Leistungen, so werden diese ebenfalls getestet. Um zuverlässig und nachvollziehbar sicherzustellen, dass nicht mehr „sauberer Wasserstoff“ vermarktet wird, als tatsächlich erzeugt wird, wird stets der gesamte Prozess geprüft. Dadurch wird auch

Zertifiziertes Erzeugungsverfahren	Aufwand pro kWh H <sub>2</sub> (gasförmig, drucklos)
<b>Elektrolyse (Einsatz erneuerbarer Energien):</b> Direkter erneuerbarer Energie-Einsatz bei der Wasserstoff-erzeugung Zertifikateinsatz bzgl. erneuerbarer Energien	Evtl. entfallende EEG-Vergütung ≈ 0,3 Ct
<b>Reformierung (Einsatz von Gas):</b> Direkter Einsatz von Biogas Zertifikateinsatz bzgl. Biogas	Evtl. entfallende EEG-Vergütung ≈ 3,4 Ct
Einsatz von Erdgas, Ausgleich durch CO <sub>2</sub> -Minderungsmaßnahmen	≈ 0,3 Ct
Einsatz von Erdgas, Ausgleich durch erneuerbaren Energie-Einsatz	≈ 0,15 Ct

Tabelle 1: Ausgleichsaufwand für sauberen Wasserstoff

Diese Zahlen dienen als erster Anhaltspunkt. Sie werden in jedem Einzelfall in Abhängigkeit von dem jeweiligen Erzeugungsprozess neu überprüft. Es zeigt sich aber jetzt schon, dass mit Ausnahme der in der Praxis seltenen Reformierung mit Biogas die Aufwendungen für den Ausgleich der negativen Umweltauswirkungen bei der Wasserstoffherzeugung bzw. beim Betrieb von Brennstoffzellen alle in einer vergleichbaren Größenordnung liegen.

**Vorgehensweise bei der Zertifizierung**

Unser Prüfverfahren orientiert sich an den Verfahren des Tüv Süddeutschland zur Zertifizierung erneuerbarer Energien und am RECS-Verfahren. Die Zertifizierungsanforderungen sind in einem jedermann zugänglichen Kriterienkatalog H<sub>2</sub> („Saubere Wasserstoff / Saubere Brennstoffzelle“) zusammengefasst. Dieser Katalog liegt in einer ersten Version vor und wird vor der Freigabe verschiedenen Marktteilnehmern vorgestellt, um eine möglichst praxiserichte Ausgestaltung zu erreichen. Jedes Unternehmen, das Wasserstoff anbietet oder Brennstoffzellen betreibt, kann sich zertifizieren lassen. Ein Anbieter von Brennstoffzellen kann nur für solche Brennstoffzellen das Zertifikat

gewährleistet, dass der gesamte Energiebedarf bei der Wasserstoffherzeugung bezüglich Ressourcenverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emission ausgeglichen wird. Der Wasserstoff wird in der vermarkteten Darstellungsform zertifiziert. Dies bedeutet, dass auch die dazu benötigte Energie in das Ausgleichsverfahren einbezogen werden muss.

Die Wasserstoffherzeugungsanlagen werden in einem Erst-Audit vor Ort geprüft. Das gleiche gilt für die Herkunft der erneuerbaren Energien bzw. des Biogases, falls hier nicht bereits eine Zertifizierung im Rahmen eines anerkannten Systems vorliegt. Jährlich erfolgt eine Wiederholungsprüfung, in der die Erzeugungsdaten des vergangenen Jahres überprüft werden.

Nach dem Erst-Audit erhält das geprüfte Unternehmen ein entsprechendes Zertifikat des Tüv Süddeutschland, verbunden mit der Berechtigung, das Prüfzeichen „CMS-Standard H<sub>2</sub>“ zu nutzen. Der Abnehmer des zertifizierten Wasserstoffs bzw. der Nutzer der zertifizierten Brennstoffzelle kann vom zertifizierten Unternehmen oder wahlweise vom Tüv Süddeutschland eine auf seinen Namen ausgestellte Bestätigung erhalten („Verbraucherbescheinigung“).

Dr. Thyge Weller