

# Kosten von H2 und die Reduktion mit Wasserstoff bei der Stahlherstellung

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

**Nun soll auch die Herstellung von „grünem“ Stahl durch Umstellung auf das Direktreduktionsverfahren mit Wasserstoff zur Klimaretterung beitragen – doch schon die dafür erforderlichen Energiekosten verschlingen gemessen an der Hochofen-Route Milliarden Euro**

**Dr.-Ing. Erhard Beppler**

## Fazit

Die Energiepreise laufen davon, dennoch soll in allen Sektoren im Sinne der Dekarbonisierung auf Wasserstoff umgestellt werden, ohne sich jedoch der Mühe zu unterziehen, die Kosten für die Umstellung auf Wasserstoff auch nur annähernd zu sichten.

Eine Schlüsselrolle bei der Umstellung auf Wasserstoff soll nun die Stahlindustrie durch Austausch des Hochofenverfahrens gegen das Direktreduktionsverfahren mit dem ausschließlichen Einsatz von Wasserstoff als Reduktionmittel übernehmen. Die Investitionen für diese Umstellung sind weitgehend ausgehandelt.

Die Kosten für die Herstellung bis zur Verarbeitung des Wasserstoffes bei der Umstellung der Stahlerzeugung auf Wasserstoff teilen sich im Wesentlichen auf nach 1. der ausschließlichen Stromerzeugung über Wind und Sonne, 2. der Herstellung von sauberem Wasser, 3. den Herstellkosten in H2-Elektrolyseuren, 4. den Energiekosten, 5. den Speicherkosten, 6. den Transportkosten.

Im Folgenden sollen in einem ersten Schritt ausschließlich die Energiekosten bei der Umstellung der Stahlherstellung behandelt werden. Basierend auf thermodynamischen Daten sind zunächst für die Reduktion von 1 kg H2 33 KWh erforderlich. Bei einem angesetzten Wirkungsgrad bei der Herstellung des Wasserstoffes in Elektrolysatoren von 70% sind dann für 1 kg H2 47 KWh aufzuwenden.

Auf der Basis der Industriestrompreise in 2023 von 0,265 Euro/KWh ergeben sich dann Energiekosten von 12,5 Euro/kg H2 ( 2022 bei 0,432 Euro/KWh von 20,3 Euro/kg H2).

Wird von einer mittleren jährlichen Stahlerzeugung von 42,4 Mio. t Stahl ausgegangen, davon 23,3 Mio. t über die Hochofen-Route, so errechnet sich unter angesetzten Gleichgewichtsverhältnissen (Versuche in Schachttöfen bei ausschließlichem Einsatz von Wasserstoff sind nicht bekannt) für die Umstellung der Hochofenroute auf die Direktreduktion ausschließlich über Wasserstoff ein H2-Verbrauch von 3425 t H2/Tag (30 800 t H2O/Tag) und ein H2-Verbrauch von 54 kg/t Stahl (da hier von Gleichgewichtsverhältnissen ausgegangen werden muss, liegen diese Werte unter Betriebsbedingungen natürlich wesentlich höher).

Damit liegen die Energiekosten auf der Basis der Stromkosten in 2023 von 12,5 Euro/kg H<sub>2</sub> bei  $54 \times 12,5 = 675$  Euro/t Stahl (2022 bei Energiekosten von 20,3 Euro/kg H<sub>2</sub> bei 1096 Euro/t Stahl).

Diesen Energiekosten stehen Hochofen-seitig bei einem Koksverbrauch von 450 kg/t Roheisen und angesetzten Kokskosten von 450 Euro/t und bezogen auf eine Tonne Stahl 237 Euro/t Stahl gegenüber (die Zahlen für den Hochofenbetrieb basieren auf Jahrzehnte-langen Erfahrungen).

Daraus errechnen sich dann jährliche Ausgaben alleine für die Energiekosten

– Hochofenbetrieb  $23,3 \text{ Mio.t Stahl/a} \times 237 \text{ Euro/t Stahl} = 5\,500 \text{ Mio. Euro/a}$

– Direktreduktion Basis 2023:  $23,3 \text{ Mio.t Stahl/a} \times 675 \text{ Euro/t Stahl} = 15\,700$  Millionen Euro/a, d.h. etwa 10 Milliarden Euro/a höher gemessen am Hochofenbetrieb (2022: Mehrkosten etwa 20 Milliarden gemessen am Hochofenbetrieb)

Diese Mehrkosten verstehen sich ohne die Kosten für die Erzeugung von grünem Strom über Wind und Sonne, die Wasseraufbereitung, die H<sub>2</sub>-Darstellung in H<sub>2</sub>-Elektrolyseuren, die H<sub>2</sub>-Speicherung sowie den H<sub>2</sub>-Transport innerhalb Deutschlands sowie Seetransporte (zahlreiche Projekte zur Herstellung von Wasserstoff in Lateinamerika, im arabischen Raum und in Afrika laufen auf Hochtouren).

## 1. Einleitung

Die Transformation der Stahlindustrie lässt sich der Staat viele Milliarden Euro kosten: Salzgitter, Thyssenkrupp und auch die Saarstahlholding haben ihre Förderbescheide, jetzt darf auch Arcelor Mittal damit rechnen.

Die Stahlindustrie in Deutschland verursacht knapp 30% der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Industrie und leidet unter den hohen Energiepreisen in Deutschland.

Auch die „Kraftwerksstrategie“ (ein weiterer Sektor) sollte – als Voraussetzung für den Ausstieg aus der Kohle wie der Atomenergie – bisher schon in 2030 umgesetzt sein, nun soll die Stromerzeugung nach einer neuen Zielmarke in 2035 klimaneutral sein. Ursprünglich waren zur Abdeckung der Stromleistung in Wind- und Sonnen- armen Zeiten 50 neue Gaskraftwerke vorgesehen (25 GW), nun sollen in einem ersten Schritt kurzfristig 10 GW ausgeschrieben werden, die nach 2035 vollständig auf Wasserstoff umgestellt werden sollen – erschreckend wenig für die bis dahin geforderten Stromverbräuche. (1)

Dabei fehlt es nicht an Plänen, ohne jedoch in Betracht zu ziehen, mit welchen Kosten diese Umstellungen auf Wasserstoff verknüpft ist.

Im Folgenden wird dieser Frage nur für die aufzubringende Energie für die Umstellung der Stahlindustrie auf die Wasserstofftechnologie nachgegangen. Dabei soll die Hochofen- Route ersetzt werden durch das Direktreduktionsverfahren unter ausschließlicher Nutzung von Wasserstoff.

Bezüglich der Kosten für die Herstellung von Wasserstoff gibt es im Schrifttum eine Reihe von Angaben, die in weiten Grenzen schwanken:

4-8 Euro/kg H<sub>2</sub> (2), 1,23 Euro/kg H<sub>2</sub> für die Herstellung + 5 Euro/kg H<sub>2</sub> für den Transport (3), 6 Dollar/kg H<sub>2</sub> (4), 5,99 Euro/kg H<sub>2</sub> für die Herstellung + 2 Euro/kg H<sub>2</sub> für den Transport (5), +10 Dollar/kg H<sub>2</sub>. (6)

Die Kosten für die Herstellung von Wasserstoff teilen sich im Wesentlichen wie folgt auf:

1. Kosten für die Erzeugung von grünem Strom über Wind und Sonne
2. Kosten für die Beschaffung von sauberem Wasser
3. Herstellkosten in Wasserstoff-Elektrolyseuren
4. Energiekosten
5. Speicherkosten
6. Transportkosten (u.a. Umstellung der Erdgasnetze auf Wasserstofffähigkeit; Wasserstoff-Transport mit Schiffen)

Im Folgenden soll für den Standort Deutschland zunächst versucht werden, ausschließlich die Energiekosten für die Herstellung von Wasserstoff für den Einsatz im Direktreduktionsverfahren genauer zu ermitteln.

## 2. Energiekosten

### 2.1 Energiekosten basieren zunächst auf thermodynamischen Daten

Die unabänderliche Basis für die Abschätzung der Kosten für die Herstellung von Wasserstoff sind zunächst thermodynamische Daten:

-  $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2$      $-57\,810 \text{ kcal/kmol}$ , aus denen sich ein Stromverbrauch von 33 KWh/kg H<sub>2</sub> errechnet. Unter Berücksichtigung eines bei der Herstellung von Wasserstoff in Wasserstoff-Elektrolyseuren angesetzten Wirkungsgrades von 70% summiert sich dann der Betrag auf  $33/0,7 = 47 \text{ KWh/kg H}_2$ .

Der Industriestrompreis in Deutschland lag 2023 bei 0,265 Euro/KWh (2022 bei 0,432 Euro/KWh (statista)). Daraus errechnen sich alleine über den Strompreis für 47 KWh/kg H<sub>2</sub> auf der Basis der Energiekosten von 2023:  $47 \times 0,265 = 12,5 \text{ Euro/kg H}_2$  (2022:  $47 \times 0,432 = 20,3 \text{ Euro/kg H}_2$ )

2.2. Kostenvergleich Hochofen-Route mit dem Direktreduktionsverfahren mit ausschließlichem Wasserstoffeinsatz – wo müsste der Preis für Wasserstoff nur auf Basis der Energiekosten liegen, um Kostenparität mit dem Hochofen zu erzielen

Wird von 12,5 Euro/kg H<sub>2</sub> in 2023 ausgegangen, kann bei einer jährlichen Produktion an Stahl in Deutschland über die Hochofen-Route von etwa 23,3 Mio. t unter angesetzten Gleichgewichtsverhältnissen wie folgt gerechnet werden (1):

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 (168) + 3 \text{H}_2 (6) = 2\text{Fe} (118) + 3 \text{H}_2\text{O} (54) \quad \text{(In Klammern: Atomgewichte)}$$
$$23,3 \text{ Mio. t Fe (Stahl)/a} \times 168/118 = 33,3 \text{ Mio.t Fe}_2\text{O}_3/\text{a} \quad (1)$$

Für das Direktreduktionsverfahren muss dann die folgende H<sub>2</sub>-Menge bereitgestellt werden:

$$33,3 \text{ Mio. t Fe}_2\text{O}_3/\text{a} \times 6/168 = 1,25 \text{ Mio.t H}_2/\text{a} \text{ oder } 3\,425 \text{ t H}_2/\text{Tag} \quad (2)$$

Bei dieser Betrachtung der Wasserstoffverbräuche darf nicht unerwähnt bleiben, dass mangels Betriebsergebnissen in Schachtofen nur mit H<sub>2</sub>-Einsatz von Gleichgewichtsverhältnissen im Schachtofen ausgegangen werden muss, die in einem durchströmten Schachtofen jedoch nicht erreicht werden können, d.h. die Wasserstoffverbräuche werden im Betrieb zwangsläufig höher liegen. (die Wasserstoffmenge für das Einschmelzen des Eisenschwammes wie des Schrottes sind in den Betrachtungen nicht eingeschlossen -vgl. (1)).

Die genannten H<sub>2</sub>-Mengen entsprechen einer Menge an sauberem Wasser von 30 800 t H<sub>2</sub>O/Tag.

Schließlich errechnet sich ein H<sub>2</sub>-Verbrauch von

$$1,25/23,3 = 0,054 \text{ t H}_2/\text{t Fe (Stahl)}.$$

Wird der genannte Strompreis von 2023 angesetzt, so liegen die Energiekosten in 2023 bei:

$$54 \text{ kg H}_2/\text{t Fe} \times 12,5 \text{ Euro/kg H}_2 = 675 \text{ Euro/t Fe (Stahl)} \quad (3)$$

$$(2022: 1096 \text{ Euro/t Fe (Stahl)})$$

(Begleitelemente vernachlässigt).

Roheisen enthält etwa 95% Fe, Koks etwa 90% Kohlenstoff.

Wird von Kokskosten von etwa 450 Euro/t ausgegangen und einem Koksverbrauch von 450 kg/t Roheisen, so gilt für die Kosten für die Reduktion der Eisenoxide im Hochofen:

$$450 \text{ Euro/t Koks} \times 0,450 \text{ t Koks/t RE} \times 100/90 \times 1 \text{ t RE} \times 100/95 = 237 \text{ Euro/t Fe} \quad (4)$$

(4) (die Hochofenkennzahlen basieren auf jahrelangen Betriebserfahrungen)





Um Kostengleichheit für die Roheisenerzeugung im Hochofen und der Stahlherstellung nach dem Direktreduktionsverfahren nur mit Wasserstoff und nur auf der Basis der Energiekosten zu erlangen, müsste der Preis für die Tonne Wasserstoff ohne Berücksichtigung der Gasgutschrift am Hochofen und ohne eine etwaige Gasgutschrift beim Direktreduktionsverfahren (Versuche mit nur Wasserstoff sind nicht bekannt) nur auf Basis der Energiekosten wie folgt liegen: 2023:

$$675 \text{ Euro/t Fe (Stahl)} \text{ über H}_2 \times X = 237 \text{ Euro/t Fe (Stahl) Hochofenroute}$$

$$X = 237/675 = 0,351$$

d.h. um Kostenparität zwischen dem Betrieb im Direktreduktionsverfahren mit Wasserstoff und dem Hochofenbetrieb mit dem Einsatz von Koks zu erreichen, dürfte der Preis für Wasserstoff nur auf der Basis der Energiekosten

$$0,351 \times 12,5 = 4,38 \text{ Euro/kg H}_2 \quad (5) \quad \text{aufweisen oder}$$

$$54 \text{ kg H}_2/\text{t Fe} \times 4,38 \text{ Euro/kg H}_2 = 236 \text{ Euro/t Fe (Stahl)} \quad (6)$$

#### Entstehende Mehrkosten durch die Umstellung auf Wasserstoff

Werden die Industriestrompreise der Jahre 2023 (2022) angesetzt, ergeben sich folgende Mehrkosten bei der Anwendung des Direktreduktionsverfahrens mit Wasserstoff gemessen am Betrieb nach der Hochofen-Route:

-2023 Betrieb Direktreduktion mit Strompreis 0,265 Euro/KWh:

$$23,3 \text{ Mio. t Fe (Stahl)/a} \times 675 \text{ Euro/t Fe (Stahl)} = 15\,730 \text{ Mio. Euro/a} \quad (3)$$

(2022: 25 540 Euro/a)

- Betrieb nach der Hochofen-Route:

$$23,3 \text{ Mio. t Fe (Stahl)/a} \times 236 \text{ Euro/t Fe (Stahl)} = 5\,500 \text{ Mio. Euro/a}$$

Das entspricht:

- Mehrausgaben Basis 2023: 15 730- 5 500 etwa 10 Milliarden/a

(2022: 25 540 – 5 500 etwa 20 Milliarden Euro/a)

- Kostengleichheit liegt bei 4,38 Euro/kg H<sub>2</sub> – vgl. Gleichung (5) – bzw. 236 Euro/t Fe (Stahl) – vgl. Gleichung (6).

### 3. Schlussbetrachtung

Bei dieser Betrachtungsweise fehlen die erheblichen Kosten für die Herstellung von grünem Strom (vgl. später), die Kosten für die Beschaffung von sauberem Wasser, die Wasserstoffherstellung über H<sub>2</sub>-Elektrolyseure, die H<sub>2</sub>-Speicherung sowie die Transportkosten innerhalb Deutschlands sowie Seetransporte (zahlreiche Milliarden-Projekte in Lateinamerika, im arabischem Raum sowie in Afrika laufen auf Hochtouren).

Die hier durchgeführten Berechnungen zeigen erneut den hoffnungslosen und planlosen Umgang dieser Regierung in Energiefragen. Da ist es nicht

verwunderlich, dass die Energie-intensiven Industrien ins Ausland abwandern, die Direktinvestitionen aus Deutschland ins Ausland bei der gegebenen Unsicherheit massiv zunehmen und die Direktinvestitionen aus dem Ausland nach Deutschland gegen null gehen.

Über die Marginalität des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Anteiles am CO<sub>2</sub>-Anstieg der Atmosphäre ist in früheren Arbeiten berichtet worden, insbesondere der Deutschlands (Bild 1). (7)

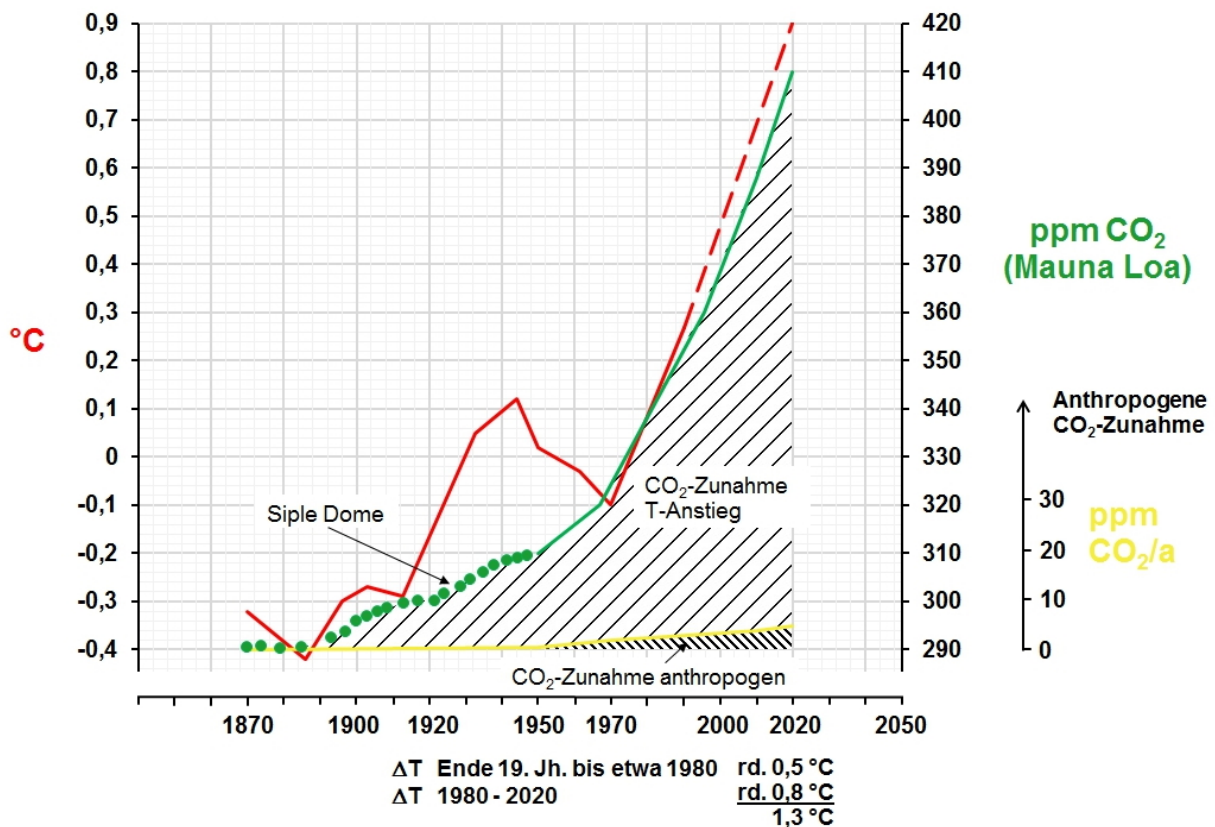


Bild 1: Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Anstieges der Atmosphäre sowie der Beitrag der weltweiten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Zunahme zu diesem Anstieg

Die hier diskutierten Maßnahmen zur Umstellung der Stahlerzeugung auf die Wasserstofftechnologie ebenso wie die Umstellung aller übrigen Sektoren auf Wasserstoff sind bezogen auf den CO<sub>2</sub>-Anstieg der Atmosphäre vernachlässigbar, zumal der Anteil Deutschlands an den in Bild 1 dargestellten weltweiten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen nur bei 2% liegt. Damit ist auch die Aussage des IPCC zur Wirkung des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Eintrages auf das Klima widerlegt.

Der einzige Weg zur Absenkung der Energiekosten wie der Stabilisierung der Stromnetze ist die Stromerzeugung mit fossilen Energierohstoffen sowie die Stromerzeugung über Kernenergie, d. h. die sinnlose ideologische Verteuerung des Stromes über CO<sub>2</sub>-Zertifikate muss zwingend ein Ende haben, bevor Deutschland gänzlich verarmt.

Schließlich kostet die Stromerzeugung aus heimischer Braunkohle 3 ct/KWh und wird durch die CO<sub>2</sub>-Abgaben z.Z. bereits um 6 ct/KWh verteuert.

Für die Verteuerung des Strompreises über Strom aus Wind und Sonne gilt u.a.: die Windanlagenbetreiber erhalten eine garantierte

Einspeisevergütung von 7,35 ct/KWh, die Solaranlagenbetreiber von 11-13 ct/KWh – weit entfernt von den 3 ct/KWh bei der Stromerzeugung aus Braunkohle.

Aussagen, dass der Zubau von erneuerbaren Energien über Wind und Sonne zu einer Verbilligung der Stromerzeugung führen, gehören in den Bereich einer geradezu Märchen-haften Ideologie.

## 4. Quellen

1. Beppler, E.: "In Dubai priorisierte der Kanzler die Umstellung der Stahlerzeugung auf die H<sub>2</sub>-Technologie – aber wo sollen die geforderten 6 000 t H<sub>2</sub>/Tag dargestellt werden." EIKE, 12.01 2024
2. FAZ, 05.12.2023
3. Waniczek, H.: „Wasserstoff, der Retter der Energiewende“, EIKE, 17.12.2022
4. Goreham, St.: „Grüner Wasserstoff benötigt gewaltige Subventionen“, EIKE, 25.10.2023
5. Meyer-Gosh, S.A.: Stahl und Eisen, Dezember, 2023
6. Menton, F.: „Wenn man die Zahlen betrachtet, ist grüner Wasserstoff ein Fehlschlag.“ EIKE, 19.02.2024
7. Beppler, E.: „Zur (absurden) Meinung des IPCC, der CO<sub>2</sub>-Anstieg sei ausschließlich menschgemacht“; EIKE, 11.04.2022

---

**In Dubai priorisierte der Kanzler die Umstellung der Stahlindustrie, eines der energieschwächsten Sektoren, auf die H<sub>2</sub>-Technologie – aber wo sollen die erforderlichen 6 000 Tonnen Wasserstoff pro Tag dargestellt werden?**

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

**Dr.-Ing. Erhard Beppler**



# Fazit

Eine nun priorisierte Umstellung der Stahlherstellung auf die H<sub>2</sub>-Technologie über Direktreduktionsverfahren und anschließend dem Einschmelzen des Eisenschwammes im Elektroofen (z.Z. 55% der Stahlerzeugung via Hochofen und 45% über Schrotteinschmelzen) erfordert beträchtliche Energiemengen.

Für die Reduktion der Eisenoxide über die Direktreduktion ist eine Anhebung der Stromleistung von z.Z. etwa 65 GW um 9,6 GW bei einem H<sub>2</sub>-Verbrauch von 5135 Tonnen Wasserstoff/Tag erforderlich, für das Einschmelzen im Elektroofen (Eisenschwamm und Schrott) um weitere 4,5 GW bei einem H<sub>2</sub>-Bedarf für die klimaneutrale Stromerzeugung von 880 t H<sub>2</sub>/Tag (Summe: 6015 t H<sub>2</sub>/Tag).

Nach Habecks „Osterpaket“ vom 12.05 2021 und einer für 2030 beschlossenen installierten Leistung für Wind von 115 GW und Solar von 215 GW sind 65 GW darstellbar, jedoch ohne die Lösung des Stromspeicherproblems durch die Stromerzeugungsschwankungen über Wind und Sonne. Über die in 2030 angestrebte H<sub>2</sub>-Technologie zur Lösung des Stromspeicherproblems ist dann eine zusätzliche Leistung von 39 GW auf 104 GW erforderlich bei einem H<sub>2</sub>-Bedarf von 18 000t/Tag.

Wird die Umstellung der Stahlindustrie bis 2030 erwogen, gilt für die Stromleistung in Summe: 104 + 14 = 118 GW bei einem H<sub>2</sub>-Bedarf von 18 700 + 6000 = 24 700 t H<sub>2</sub>/Tag (Für die Elektrolyse sind dann 222 000 Tonnen reinstes Wasser/Tag erforderlich).

Darin sind nicht enthalten die für 2030 geplante Umstellung auf 15 Mio. E-Autos sowie die Umstellung auf Wärmepumpen mit einem Leitungsbedarf von 33 + 35 = 68 GW sowie die dafür erforderlichen H<sub>2</sub>-Mengen von 13 500 t H<sub>2</sub>/Tag.

Das Wasserstoff-Kernnetz soll bis 2030 10 GW liefern (2760 t H<sub>2</sub>/Tag), nach Fertigstellung 30 GW (8270 t H<sub>2</sub>/Tag).

Das ist gemessen am Soll in 2030 von 24 700 + 13 500 = 38 000 t H<sub>2</sub>/Tag hoffnungslos wenig.

60% des H<sub>2</sub>- Bedarfs soll importiert werden. Entsprechende Schiffe, Anlagen, etc. müssten gebaut werden.

Diese hoffnungslose Umstellung auf die H<sub>2</sub>-Technologie erinnert an die Hoffnungslosigkeit der Aussagefähigkeit der Klimamodelle des IPCC.

## 1. Einleitung

In Dubai sagte der Kanzler: „Deutschland hat sein Ziel, mindestens 6 Milliarden Euro pro Jahr für die internationale Klimafinanzierung bereitzustellen, schon im Jahr 2022 übertroffen“.

Außerdem war in Dubai vom Kanzler zu vernehmen, dass die Regeln für die Stahl- und Zementsektoren Priorität hätten im Sinne einer Anwendung der H<sub>2</sub>-Technologie.

Bis 2032 soll ein 9700 km langes Wasserstoff-Kernnetz mit Häfen, Speichern, Kraftwerken und wichtigen Industriezentren deutschlandweit miteinander verbunden werden. Dabei sollen etwa 60% vorhandene Erdgasleitungen genutzt werden, was aber durch die Versprödung der

Leitungen durch Wasserstoff mit erheblichen Kosten verbunden sein wird, zudem ist H<sub>2</sub> hochgradig explosiv. Die H<sub>2</sub>-Autobahn soll für 20 Milliarden Euro zu haben sein. (Habeck)

Fertiggestellt soll das Wasserstoff- Kernnetz jährlich 270 TWh (etwa 30 GW) transportieren können, im Jahr 2030 etwa 95-130 TWh, entsprechend etwa 10 GW.

Der Energietechnikkonzern Siemens-Energy hat am 08.11.2023 seine erste Fertigungsstraße zur Serienproduktion von Wasserstoffelektrolyseuren im Giga-Maßstab für 30 Mio. Euro eröffnet. Die Produktionskapazität der Straße liegt bei einer Elektrolyse-Leistung von 1 GW und soll bis 2025 auf 3 GW steigen.

Um flexibel auf ein schwankendes Stromangebot über Wind und Sonne reagieren zu können, soll die Elektrolyse mit Hilfe von Protonenaustauschmembranen (PEM-Proton Exchange Membrane) durchgeführt werden.

Thyssenkrupp Nucera setzt auf alkalische Elektrolyse, das bei konstantem Stromangebot die höchsten Wirkungsgrade erzielt.

Bei diesem Stand der Vorbereitungen zur H<sub>2</sub>-Technologie und den vagen Vorstellungen für den H<sub>2</sub>-Verbrauch soll im Folgenden zunächst die vom Kanzler priorisierte komplette Umstellung der Stahlherstellung auf Wasserstoff detailliert diskutiert werden.

Die Dekarbonisierung der Stahlherstellung durch Anwendung des Direktreduktionsverfahrens über die Reduktion der Eisemoxide mit Wasserstoff setzt sich verfahrenstechnisch aus folgenden Verfahrensstufen zusammen:

Stufe 1: Reduktion der Eisenoxide im Schachtofen über Wasserstoff (aus didaktischen Gründen wird diese Stufe hier vorgezogen)

Stufe 2: Energiebereitstellung für die Reduktion der Eisenoxide im Schachtofen durch die Stromerzeugung ausschließlich über Wind und Sonne bei dem erforderlichen H<sub>2</sub>-Bedarf nach Stufe 1

Stufe 3: Energiebereitstellung für das Einschmelzen des Eisenschwammes im Elektroofen über die Stromerzeugung ausschließlich über Wind und Sonne mit dem dafür erforderlichen H<sub>2</sub>-Bedarf

Stufe 4: Energiebereitstellung für das Einschmelzen des Schrottes im Elektroofen über die Stromerzeugung ausschließlich über Wind und Sonne für den dafür erforderlichen H<sub>2</sub>-Bedarf

## **2. Hier die nicht unbeträchtlichen Grundlagen für die Berechnung des erforderlichen H<sub>2</sub>-Bedarfes in den Stufen 1-4**

Stufe 1: Wird für den Erzeinsatz ausschließlich hämatitisches Erz unterstellt, so gilt für den H<sub>2</sub>-Verbrauch nach dem Direktreduktionsverfahren folgende stöchiometrische Betrachtungsweise:  
$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (160)} + 3 \text{ H}_2 \text{ (6)} = 2 \text{ Fe} \text{ (112)} + 3 \text{ H}_2\text{O} \text{ (54)}$$

Die Zahlen in Klammern entsprechen den Atomgewichten für die

Mengenbetrachtungen.

Stufe 2: Die Berechnung des Energiebedarfes für die Reduktion der Eisenoxide im Schachtofen ausschließlich über die Wind- und Sonnenenergie und die Umwandlung in elektrische Energie für die H<sub>2</sub>-Erzeugung:

Durch die enorme Schwankungsbreite der Wind- und Solarstromerzeugung (Bild 1, Beispiel für eine niedrige Stromleistung in Deutschland) muss der über dem Mittelwert anfallende Strom unmittelbar in Wasserstoff für eine Speicherung umgesetzt werden, was mit erhöhtem Energiebedarf verknüpft ist.

#### Tafel 1

a) Stromerzeugung unterhalb Mittelwert nach Bild 1:  $GW = 40/2$  oder  $GW = GW \text{ Mittelwert}/2$   
(Gleichung 1)

b) Stromerzeugung oberhalb Mittelwert nach Bild 1 ist in 3 Verfahrensschritte aufzuteilen:

Verfahrensstufe 1: H<sub>2</sub>-Elektrolyse mit Wirkungsgrad 70%:  $33 \text{ KWh}/0,7 = 47 \text{ KWh/kg H}_2$ ;

Anteil 54% am Umsatz

Verfahrensstufe 2: H<sub>2</sub>-Speicherung mit 10% Verlusten:  $47 \text{ KWh}/0,9 = 52 \text{ KWh/kg H}_2$ ;

Anteil 6% am Umsatz

Verfahrensstufe 3: Verstromung mit Wirkungsgrad 60%:  $52 \text{ KWh}/0,6 = 87 \text{ KWh/kg H}_2$ ;

Anteil 40% am Umsatz

Aus den Wirkungsgraden 70,10 und 60% errechnet sich ein Gesamtwirkungsgrad von 40%, der bewusst hoch angesetzt wurde.

Im Falle der ausschließlichen Herstellung von Wasserstoff aus Wind und Sonne ohne Umsetzung in elektrische Energie im Schachtofen ist nach Tafel 1 nur die Verfahrensstufe 1 (Elektrolyse) zu berücksichtigen mit einem Anteil an der Gesamtumsetzung von 54%.

Es gilt dann nach Bild 1.

$GW \text{ oberhalb Mittelwert} = 40/2/0,54 = 37 \text{ GW}$  oder allgemein:

$GW \text{ oberhalb Mittelwert} = \text{Mittelwert}/2/0,54$  (Gleichung 2)

oder für den Gesamtumsatz (Bild 1):  $GW = 40 \times 1,43 = 57 \text{ GW}$ ,

oder allgemein für den Gesamtumsatz:  $GW = \text{Mittelwert} \times 1,43$  (Gleichung 3)

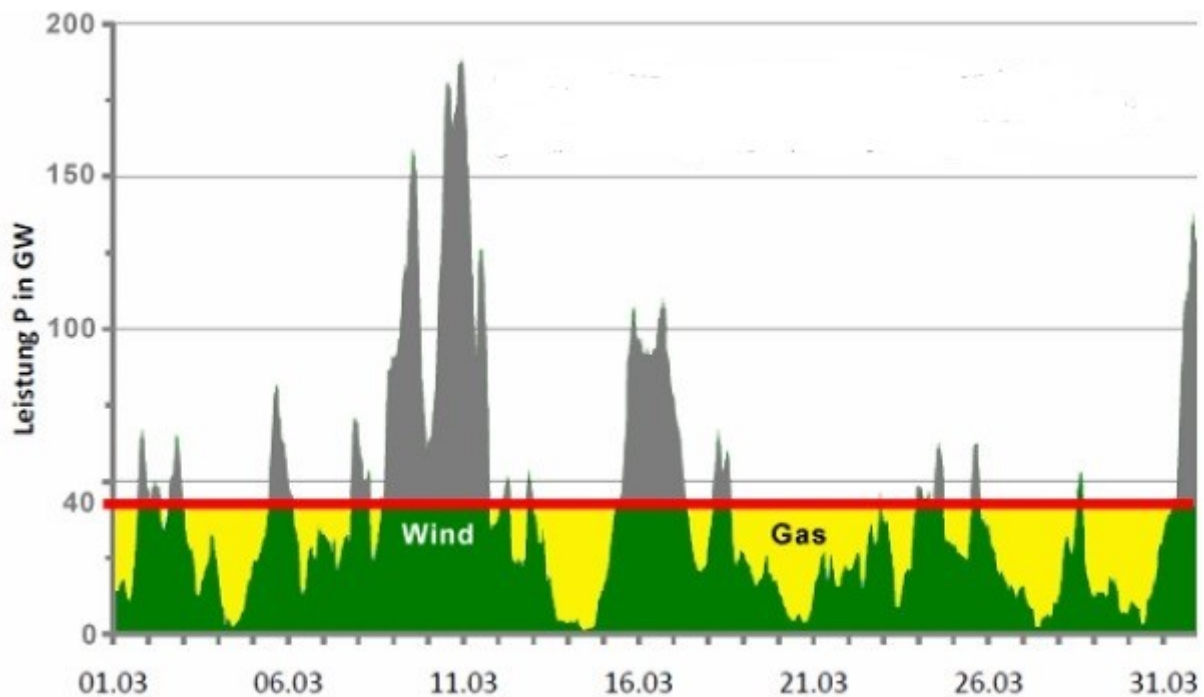


Bild 1: Schematische Darstellung der durchzuführenden Stromspeicherung

Bei einer erforderlichen Leistung von 37 GW oberhalb des Mittelwertes nach Gleichung 2 oder 888 GWh/Tag und einem Anteil nur für die H<sub>2</sub>-Elektrolyse von 54% ((Tafel 1) errechnet sich dann für das Beispiel in Bild 1 bei einem Energieverbrauch für die H<sub>2</sub>-Elektrolyse von 47 KWh/kg H<sub>2</sub> ein H<sub>2</sub>-Verbrauch von 10 200 t H<sub>2</sub>/Tag.

Allgemein gilt:  $H_2\text{-Menge/Tag} = \text{GW aus Wind und Sonne oberhalb Mittelwert} \times 24 \times 1000 \times 0,54/47$  (Gleichung 4) (1)

Stufe 3 und 4 (1):

Im Falle des Einschmelzens von Eisenschwamm und Schrott müssen die Verfahrensschritte

1,2,3 (H<sub>2</sub>-Elektrolyse, H<sub>2</sub>-Speicherung, H<sub>2</sub>-Verstromung) nach Tafel 1 angewandt werden mit einem Gesamtwirkungsgrad von 40%.

Für die Daten nach Bild 1 gilt dann:

Gleichung 1 (Bild 1): GW unterhalb Mittelwert =  $40/2 = 20$  GW

Gleichung 5: GW oberhalb Mittelwert =  $\text{Mittelwert}/2/0,4$

Gleichung 5 (Bild 1): GW oberhalb Mittelwert =  $40/2/0,4 = 50$  GW

Gleichung 6: Gesamtumsatz: GW = Mittelwert  $\times 1,75$

Gleichung 6 (Bild 1): GW =  $40 \times 1,75 = 70$  GW

Bei einer Leistung von 50 GW oberhalb des Mittelwertes oder 1200 GWh/Tag errechnet sich dann bei einem Energieverbrauch von 47 KWh/kg H<sub>2</sub> ein H<sub>2</sub>-Verbrauch von 13 800 tH<sub>2</sub>/Tag.

Allgemein gilt:  $H_2\text{-Menge/Tag} = \text{GW oberhalb Mittelwert} \times 24 \times 1000 \times 0,54/47$  (Gleichung 4)

(1)

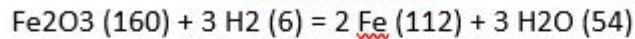
### 3.1 Wasserstoffbedarf für die Eisenoxidreduktion

## beim Direktreduktionsverfahren (Stufe 1)

Die Rohstahlerzeugung in Deutschland liegt bei etwa 42,4 Mio.t/a, davon etwa 45% über den Einsatz von Schrott (19,9 Mio.t).

Damit verbleiben 23,3 Mio. t für die Herstellung von Roheisen im Hochofen (der Anteil über das Direktreduktionsverfahren ist z.Z. gering mit 0,6 Mio. t/a).

Wird für den Einsatz ausschließlich hämatitisches Erz unterstellt, gilt stöchiometrisch:



$$23,3 \text{ Mio. t} \times 160/112 = 33,3 \text{ Mio.t Fe}_2\text{O}_3$$

Nach dem Direktreduktionsverfahren muss dann folgende H<sub>2</sub>-Menge für die Reduktion bereitgestellt werden:

$$33,3 \text{ Mio. t Fe}_2\text{O}_3 \times 6/160 = 1,25 \text{ Mio. t H}_2/\text{a oder } 3425 \text{ t H}_2/\text{Tag}.$$

Der hier für den Gleichgewichtszustand errechnete H<sub>2</sub>-Verbrauch wird natürlich in einem durchströmten Schachtofen nicht erreicht werden können. Versuche mit der Reduktion mit reinem Wasserstoff im Schachtofen sind nicht bekannt.

## 3.2 Energiebedarf für die Stromerzeugung ausschließlich über Wind und Sonne bei dem gegebenen H<sub>2</sub>-Bedarf nach Stufe 1 für die Reduktion der Eisenoxide im Schachtofen (Stufe 2)

1,25 Mio.t H<sub>2</sub>/a erfordern dann 59 TWh/a oder 162 GWh/Tag, was einer Stromleistung von 6,7 GW entspricht. (Die Herstellung von 1 kg H<sub>2</sub> erfordert 47 kWh)

Aber der Leistungsaufwand für die H<sub>2</sub>-Elektrolyse ist nicht umsonst zu haben.

Nach Gleichung 3 erhöht sich die Stromleistung auf  $6,7 \times 1,43 = 9,6 \text{ GW}$  entsprechend 84 000 GWh/a.

Weiter gilt Gleichung 2:  $\text{GW}_{\text{oberhalb Mittelwert}} = 6,7/2/0,54 = 6,2 \text{ GW}$  und für den H<sub>2</sub>-Bedarf nach Gleichung 4:  $\text{H}_2\text{-Bedarf t/Tag} = 6,2 \times 24 \times 1000 \times 0,54/47 = 1710 \text{ t H}_2/\text{Tag}$

## 4. Energiebedarf für das Einschmelzen des Eisenschwammes im Elektroofen über die Stromerzeugung ausschließlich über Wind und Sonne mit dem erforderlichen H<sub>2</sub>-Bedarf (Stufe 3)



Die 23,3 Mio. t Eisenschwamm müssen im Elektroofen eingeschmolzen werden mit etwa 0,53 MWh/t (2) entsprechend 12 TWh/a (33 GWh/Tag) mit einer Stromleistung von 1,4 GW. Nach Gleichung 6 gilt:  $GW = 1,4 \times 1,75 = 2,5$  GW, womit sich die Stromerzeugung auf 21 000 GWh/a erhöht.

Nach Gleichung 5 gilt:  $GW \text{ oberhalb Mittelwert} = 1,4 / 2 / 0,4 = 1,75$  GW und nach Gleichung 4:  $H_2/\text{Tag} = 1,75 \times 24 \times 1000 \times 0,54/47 = 483$  t H<sub>2</sub>/Tag.

#### 5. Energiebedarf für das Einschmelzen des Schrottes (19,1 Mio.t) im Elektroofen über die Verstromung ausschließlich über Wind und Sonne mit dem erforderlichen H<sub>2</sub>-Bedarf (Stufe 4)

Auch für das Einschmelzen des Schrottes werden 0,53 MWh/t Schrott angesetzt:

$19,1 \text{ Mio. t} \times 0,53 = 10,1$  TWh/a bzw. 28 GWh/Tag entsprechend 1,15 GW.

Es gilt auch hier Gleichung 6:  $GW = 1,15 \times 1,75 = 2,0$  GW entsprechend 17 600 GWh/a.

Gleichung 5:  $GW \text{ oberhalb Mittelwert} = 1,15 / 2 / 0,4 = 1,44$  GW

Nach Gleichung 4 gilt:  $1,44 \times 24 \times 1000 \times 0,54/47 = 397$  t H<sub>2</sub>/Tag

#### 6. Summarische Betrachtung des kompletten Energieverbrauches für die Umstellung der Stahlerzeugung auf die H<sub>2</sub>-Technologie

Die in den einzelnen Stufen errechneten Energieverbräuche setzen sich wie folgt zusammen:

|             | GW   | GWh/a   | t H <sub>2</sub> /Tag |
|-------------|------|---------|-----------------------|
| Kapitel 3.1 | -    | -       | 3425                  |
| 3.2         | 9,6  | 84 000  | 1710                  |
| 4           | 2,5  | 21 000  | 483                   |
| 5           | 2,0  | 17 600  | 397                   |
|             | 14,1 | 122 600 | 6015                  |

6015 t H<sub>2</sub>/Tag (2,2 Mio. t H<sub>2</sub>/a) erfordern eine Wassermenge reinster Art von 54 000 t/Tag (19,7 Mio. t H<sub>2</sub>O/a), in Deutschland oder in der Sahara, etc.

In der letzten Beschlussfassung der Bundesregierung vom 06.04.2022 wurde Habecks „Osterpaket“ vom 12.05.2021 mit der Vorgabe des Ausstieges aus der Kohle erweitert mit dem Ziel eines schnelleren Ausbaues der alternativen Energien bei der Stromerzeugung auf eine installierte Leistung für Wind auf 115 GW (davon 30 GW Wind offshore) und Solar auf 215 GW bis 2030. (3)

Mit dieser Installation können in 2030 64 GW Strom erzeugt werden ohne einen erforderlichen Ausgleich der Stromerzeugungsschwankungen über Wind und Sonne.

Ohne die Stromerzeugung über Kern-, Kohle- und Gaskraftwerke hilft dann nur die Umstellung auf die H<sub>2</sub>-Technologie im Sinne der Klimaneutralität mit einer Anhebung des Energiebedarfes für die H<sub>2</sub>-Technologie von 64 GW auf 94 GW (für Wind+Solar+Wasserstoff) einschließlich der üblichen Bioenergie auf 104 GW bei einem Wasserstoffbedarf von 18 700 t H<sub>2</sub>/Tag. (1)

Da inzwischen die Umstellung auf die H<sub>2</sub>-Technologie bis 2030 nicht mehr als realistisch angesehen wird, müssten entsprechende Gaskraftwerke gebaut werden. (3)

Sollte der Kanzler mit der Priorisierung die Umstellung der Stahlerzeugung auf die H<sub>2</sub>-Technologie als Termin 2030 gemeint haben,

erhöhen sich dann die H<sub>2</sub>-Mengen auf  $18\,700 + 6\,000 = 24\,700$  t H<sub>2</sub>/Tag (9 Mio. t H<sub>2</sub>/a), die Stromleistung auf  $104 + 14 = 118$  GW.

## 5. Weitere bis 2030 vorgesehene Maßnahmen der Bundesregierung

An vagen Zukunftsplänen fehlt es der Bundesregierung nicht. Bis 2030 soll nämlich auch noch eine Umstellung auf 15 Mio. E-Autos (von 45 Mio.) und der Ausbau der Wärmepumpen erfolgen bei gleichzeitiger Umstellung auf die H<sub>2</sub>-Technologie mit einem zusätzlichen Leistungsaufwand von  $33 + 35 = 68$  GW und einem zusätzlichen H<sub>2</sub>-Bedarf von 13 500 t H<sub>2</sub>/Tag. (1) Bis 2030 wären dann  $24\,700 + 13\,500 = 38\,000$  t H<sub>2</sub>/Tag erforderlich entsprechend einer täglichen Wassermenge reinster Art von 342 000 t H<sub>2</sub>O/Tag.

Von der Bundesregierung werden bis 2030 10 GW H<sub>2</sub> zur Verfügung gestellt entsprechend 2760 t H<sub>2</sub>/Tag (Gleichung 4), gerade einmal 7%.

Die Stromleistung müsste dann auf  $104 + 14$  (Stahl) + 68 (E-Autos und Wärmepumpen) = 186 GW angehoben werden – hoffnungslos für das vorhandene Stromnetz.

Die z.Z. für 2030 vorgesehenen 115 GW für Wind und 215 für Solar müssten dann entsprechend angehoben werden.

Aber schon jetzt bei den z.Z. installierten etwa 70 GW Solaranlagen übersteigen die Solarstromspitzen um die Mittagszeit im Sommer mit 40 GW teilweise den Strombedarf – also wohin mit den Solarstromspitzen schon in 2030 mit 215 GW? (5)

Auf der Basis des Primärenergieverbrauches (Endenergie einschließlich Wirkungsgrad und Verluste) errechnen sich ausgehend von den Energiezahlen 2021 für die Umstellung aller Sektoren auf die H<sub>2</sub>-Technologie einschließlich Biomasse eine Stromleistung zur Einstellung der Klimaneutralität von 600 GW, davon für die H<sub>2</sub>-Technologie 260 GW. (4)

Im Übrigen stellt sich die Frage, wie bei dem Stand der z.Z. vorhandenen Elektrolyse- Anlagen (siehe „Einleitung“) in 6 Jahren eine H<sub>2</sub>-Menge von 38 000 t H<sub>2</sub>/Tag bzw. 342 000 t H<sub>2</sub>O/Tag dargestellt werden können.

Eine Kostenbetrachtung kann im Rahmen dieses Berichtes nicht vorgenommen werden. Mehr als bedenklich ist jedoch, dass 1 Tonne Wasserstoff z.Z. etwa 7 000 Euro kostet, der Kohlenstoff im Koks für die Hochofenroute nur wenige Hundert Euro/Tonne Koks.

Der Kanzler will Milliarden in Afrika für die H<sub>2</sub>-Herstellung investieren ohne Rücksicht auf die Risiken im Bereich der Rechtssicherheit und der politischen Stabilität.

Letztlich müssten diese H<sub>2</sub>-Mengen – so sie denn hergestellt werden können – nach Deutschland verschifft werden, entweder über flüssiges Wasserstoff (-253°C), was mit hohen Energieverlusten verknüpft wäre. Schiffe für den Flüssigtransport mit hohem Schiffsvolumen müssten flugs

gebaut werden, schließlich wiegt 1 m<sup>3</sup> Flüssigwasserstoff 70 Kg, 1m<sup>3</sup> Wasser 1000 Kg. Bliebe nur der Transport über Ammoniak.  
Nun sollen 60% der erforderlichen H<sub>2</sub>-Mengen in Afrika dargestellt werden.

Es sei hier nur an das bedauerliche Ende des Gemeinschaftsunternehmens „Desertec“ mit Marokko für die Stromerzeugung erinnert.

## 6. Zur Aussagefähigkeit der Klimamodelle des IPCC

Nach der Aussage des IPCC ist der CO<sub>2</sub>-Anstieg der Atmosphäre und der damit verknüpfte Temperaturanstieg seit dem Beginn der Industrialisierung ausschließlich auf die vom Menschen ausgestoßenen CO<sub>2</sub> Emissionen zurückzuführen und die Erde soll verglühen, wenn der anthropogene CO<sub>2</sub>-Ausstoß nicht auf null reduziert wird.

Diese Aussagen beruhen nicht auf Fakten, sondern sind das Ergebnis ausschließlich von Modellbetrachtungen einer „politischen Wissenschaft“ (im Sprachgebrauch des IPCC: „Summeries for Policy-Makers“), deren Interesse nicht objektiv wissenschaftlichen Zielen folgt.

Dennoch: dieses Mantra schwebt seit den 1980er Jahren vor allem über Deutschland und wird von den Parteien und den Medien ahnungslos hochgehalten. Groß ist der finanzielle Nutzen einer Reihe von Befürwortern dieses Mantras auf Kosten der Entwicklung der Energiepreise wie der gesamten deutschen Wirtschaft.

Schon mit einfachsten Stoffbilanzen lässt sich jedoch nachweisen, dass die genannten Modellbetrachtungen einfachsten Bilanzen nicht genügen:

1. Nach Bild 2 gilt stoffbilanzmäßig:

|                                                      | 1870 | 1970  | 2020  |
|------------------------------------------------------|------|-------|-------|
| a) CO <sub>2</sub> anthropogen (ppm)                 | 0    | 1     | 5     |
| b) - CO <sub>2</sub> natürliche Quellen (ppm)        | 290  | 315-1 | 410-5 |
| - CO <sub>2</sub> -Zunahme gemessen an<br>1870 (ppm) |      | 24    | 115   |

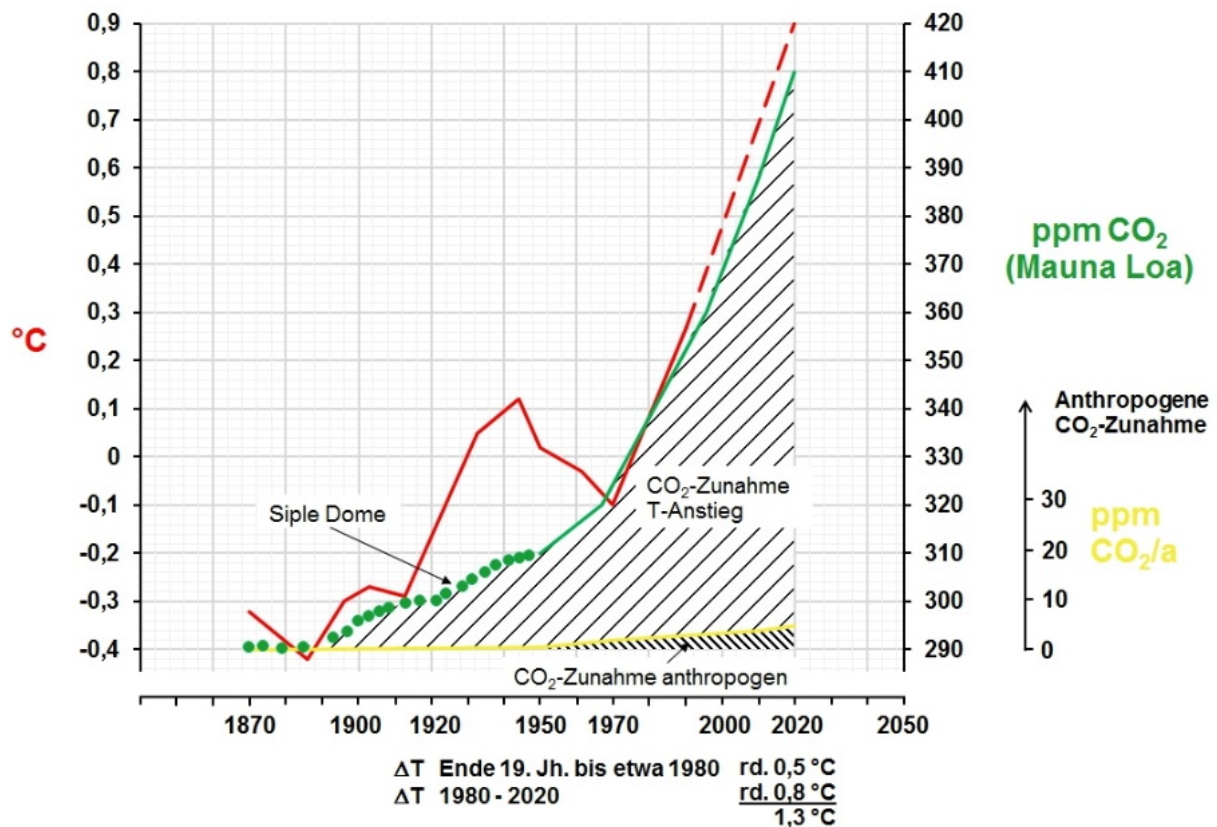


Bild 2: Anstieg der anthropogenen wie der gemessenen CO<sub>2</sub>-Gehalte

Im Jahre 1970 liegt die Zunahme des menschlich verursachten weltweiten CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre gerade einmal bei 1 ppm, die Zunahme der natürlichen Quellen (Vulkane, abnehmende Löslichkeit des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Meere mit steigender Temperatur, etc.) bei 24 ppm gemessen an 1870, in 2020 liegen die anthropogene Werte bei 5 ppm, die natürlichen Quellen bei 115 ppm. Wie sollen diese anthropogene CO<sub>2</sub>-Spuren das Klima beeinflussen?

2. Nach 2010 ist der Eintrag der weltweiten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen praktisch gleichgeblieben (Bild 3).

### CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit in den Jahren 1960 bis 2021 (in Millionen Tonnen)

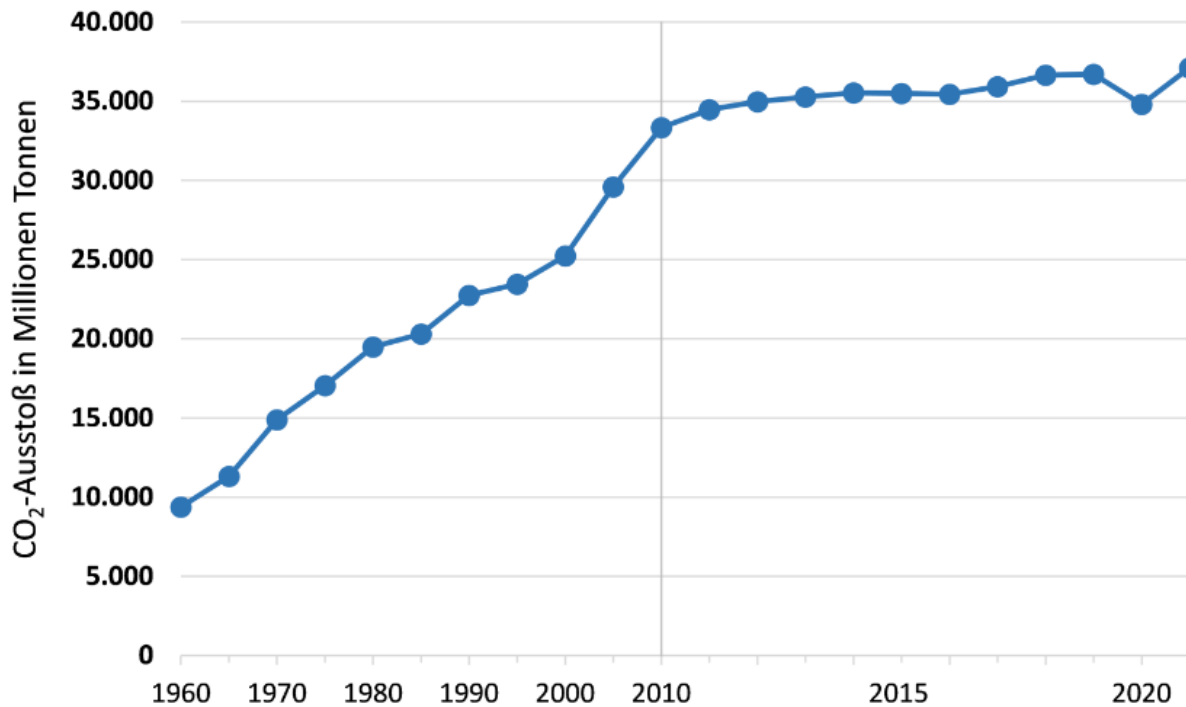


Bild 3: Entwicklung der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen 1960 bis 2021

Dennoch steigen die gemessenen CO<sub>2</sub>-Gehalte nach Bild 2 nach 2010 unverändert weiter an.

3. In der Corona- Zeit (2020) fielen die menschlich verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich ab (Bild 3). Dieser sichtbare Abfall kann bei den gemessenen CO<sub>2</sub>-Gehalten der Atmosphäre nicht gefunden werden (Bild 2) – ein weiterer Beweis für die Marginalität der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und stellt erneut die Aussagefähigkeit der Modellbetrachtungen des IPCC in Frage.

4. Untersuchungen zur Entwicklung des gemessenen Temperaturverlaufes der Atmosphäre in Deutschland zeigen erneut, dass ein mit steigenden CO<sub>2</sub>-Gehalten der Atmosphäre zu erwartender Temperaturanstieg der Atmosphäre nicht gefunden werden kann (Bild 4). (6)

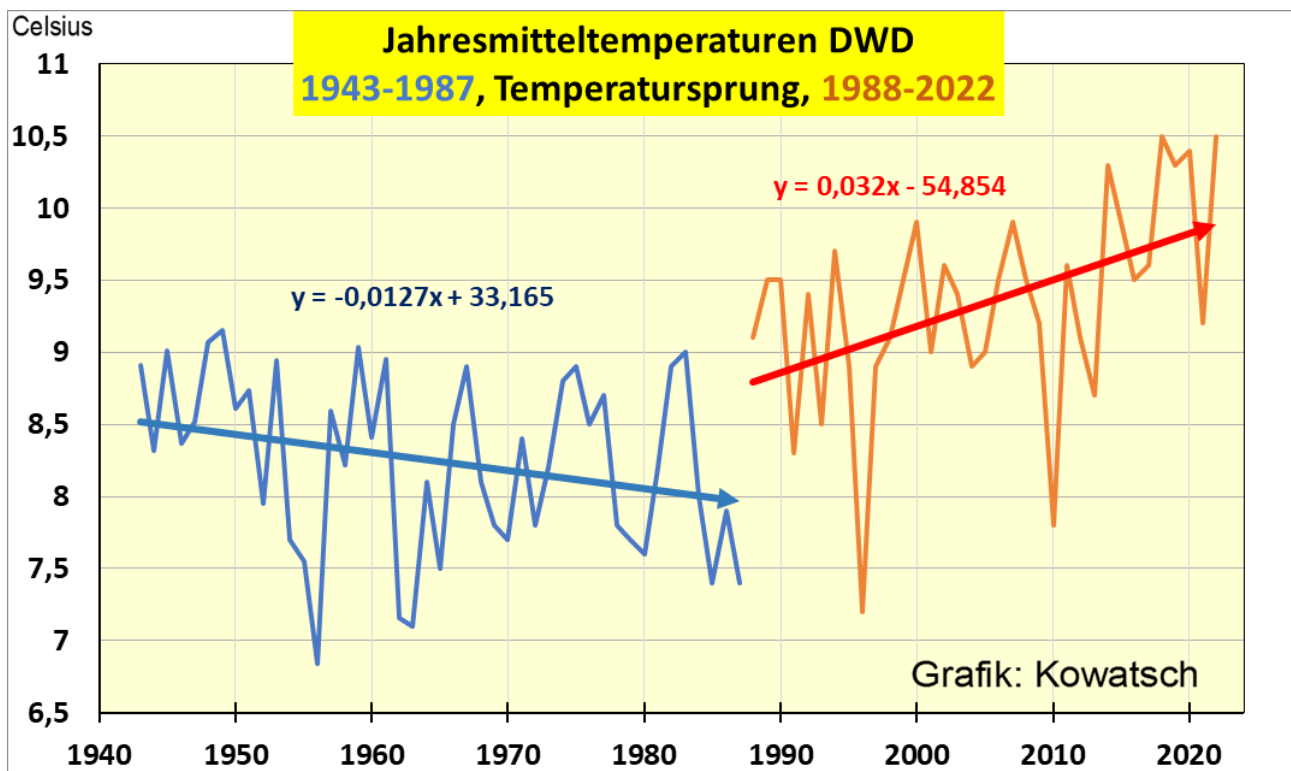


Bild 4: Temperaturen in Deutschland 1943 bis 2022

5. Im Übrigen gibt es keinen faktischen Beweis für den Einfluss von 0,042 % (420 ppm) CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre auf einen Treibhauseffekt, geschweige denn von anthropogenen Zugaben in der Höhe von 5 ppm.

6. Der weltweite anthropogene CO<sub>2</sub>-Anteil in der Atmosphäre liegt in 2020 bei 5 ppm (0,000 5%), der von Deutschland bei nicht messbaren 0.09 ppm (0,000 009%).

Dafür gibt Deutschland unerträgliche Milliarden- Beträge aus mit der Folge nicht bezahlbarer Energiekosten – die Industrien wandern in Länder mit bezahlbaren Energien ab.

Im 15.-17. Jahrhundert wurden Hexen für den Temperaturabfall und die damit ausbleibende Ernte verantwortlich gemacht und hingerichtet.

Selbst Pabst Innozenz VIII erlies eine Enzyklika , in der die Verfolgung und Ausrottung von wetterwendischen Hexen festgeschrieben wurde. (7)

Erst um 1850 stiegen die Temperaturen wieder an, just diesen Zeitraum wählte das IPCC als Basis für den heutigen Temperaturanstieg. Noch in der Mitte des 19.Jahrhunderts war der Hunger durch die niedrigen Temperaturen in Deutschland weit verbreitet.

## 7. Quellen

1. Beppler, E.: „Wieviel Wasserstoff erfordert die Klimaneutralität in 2045 auf dem Wege über 2030 und welcher Energieverbrauch ist damit verknüpft“, EIKE, 30.06.2023

2. „Energiewende in der Industrie“, Branchensteckbrief der Eisen- und Stahlindustrie

3. Beppler, E. : „Eine technische Analyse von Habecks „Osterpaket“ zum schnellen Ökostromausbau“, EIKE, 04.06.2022



4. Beppler, E.: „Ein hoffnungsloser Aufwand für die Klimaneutralität in 2045 für eine nicht messbare CO<sub>2</sub>-Konzentration (Teil I)“; EIKE, 12.09.2022
  5. Beppler, E.: „Der vorgesehene Ausbau der alternativen Energien zur Absenkung der Energiepreise“, EIKE, 21.10.2023
  6. Baritz, M., St. Kämpfe, J. Kowatsch: „Die Daten des Deutschen Wetterdienstes widerlegen den CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekt als alleinigen Temperaturtreiber“, EIKE, 21.11.2023
  7. Wrightstone, G.: „Hexenjagden korrelieren mit Klima“, EIKE, 21.10.2023
- 

# Grüner Wasserstoff spaltet die Europäische Union

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

**Von Edgar L. Gärtner**

Die EU, ein auf nicht eingehaltenen Verträgen beruhendes und daher kaum definierbares überstaatliches Gebilde, kann nicht als Hort der Stabilität und der viel beschworenen Nachhaltigkeit gelten. Nun droht diesem ohnehin krisenanfälligen Zusammenschluss in der Energiepolitik, für die die EU-Kommission nach dem Lissabon-Vertrag eigentlich gar nicht zuständig ist, eine potenziell explosive Kraftprobe zwischen der Berliner Ampelregierung und der Regierung Macron/Borne in Paris. Auslöser ist das Ansinnen der Ampelregierung, die EU möge die Gaskraftwerke subventionieren, die in Deutschland dringend gebaut werden müssen, um die verhunzte „Energiewende“ zu retten.

Da diese Kraftwerke nur als Lückenbüßer für den vom grünen Milieu bevorzugten unsteten Wind- und Solarstrom dienen sollen, können sie nicht rentabel betrieben werden. Sie werden voraussichtlich nur etwa 1500 bis 2000 Stunden im Jahr benötigt. Um rentabel zu werden, müssten sie mindestens doppelt so lange laufen. Deshalb interessierten sich private Investoren bislang nicht für die 30 bis 50 Gaskraftwerke, die nach einschlägigen Berechnungen von McKinsey noch in diesem Jahrzehnt gebaut werden müssten, um die Elektrizitätsversorgung Deutschlands zu sichern. Bis jetzt sorgen ungeliebte Stein- und Braunkohlekraftwerke für den notwendigen „Backup“ des unzuverlässigen Grünstroms. Ohnehin ist Deutschland unterm Strich bereits auf Stromimporte aus Nachbarländern angewiesen. Daher die für Bundesklimaminister Robert Habeck (Die Grünen) naheliegende „Lösung“: Der Bau von Gaskraftwerken soll massiv staatlich, d.h. durch die ohnehin von den Finanzämtern schon ausgequetschten Steuerzahler subventioniert werden, um doch noch Investoren anzulocken.

Doch damit steht die Berliner Ampelregierung gleich vor dem nächsten großen Problem: Die Subventionierung von Kraftwerken muss nach den geltenden Regeln von der EU-Kommission genehmigt werden. Nach dem von der Kommission beschlossenen und vom EU-Parlament abgesegneten „Green Deal“ gilt die Subventionierung des Baus herkömmlicher Gaskraftwerke, da diese mit einem „fossilen“ Energieträger betrieben werden, allerdings als ausgeschlossen. Habeck und seine Berater hat das aber wohl nur kurz in Verlegenheit gebracht. Sie deklarierten die Gaskraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 23,8 Gigawatt, deren Bau ab dem kommenden Jahr sukzessive ausgeschrieben werden soll, in ihrem Antrag an die EU-Kommission kurzerhand in Wasserstoff-Kraftwerke um. Denn nach dem Wunsch der Grünen sollen diese von vornherein so ausgelegt werden, dass sie eines fernen Tages auch mit grünem Wasserstoff betrieben werden können. Am 1. August 2023 gab Robert Habeck bekannt, er habe darüber mit der EU-Kommission bereits eine grundsätzliche Vereinbarung erzielt.

Nach dem in Berlin im Jahre 2020 beschlossenen nationalen Wasserstoffplan (inzwischen fortgeschrieben) sollen in Deutschland bis 2030 Elektrolyseanlagen mit einer Kapazität von mindestens 10GW entstehen. Diese sollen mithilfe von vorwiegend durch Offshore-Windkraftanlagen (WKA) gewonnener Elektrizität bis zu 28 Terawattstunden (TWh) grünen Wasserstoff erzeugen. Das erscheint angesichts der kostentreibenden Reparaturanfälligkeit der Offshore-Anlagen und dem daher rührenden nachlassenden Interesse der Investoren mehr als kühn. Die Windstrom-Kapazität wird selbst nach den offiziellen Schätzungen nicht ausreichen, um die stromfressenden Elektrolysegeräte zu versorgen. Deshalb sieht der Wasserstoffplan von vornherein vor, dass ein bedeutender Teil des deutschen Wasserstoffbedarfs durch Importe gedeckt werden muss. Diesem Zweck dient das Projekt einer Wasserstoff-Pipeline von Marokko über Spanien und Südfrankreich bis nach Deutschland. Dagegen regt sich schon jetzt in Südfrankreich Widerstand – aus verständlichen Gründen.

Zurzeit macht die Produktion von grünem Wasserstoff in Deutschland nur etwa 5 Prozent der Gesamtproduktion von etwa 60 TWh aus. Diese wird überwiegend auf klassische Weise nicht mithilfe der Elektrolyse, sondern durch die Dampfreformierung von Erdgas gewonnen, weil dafür im Vergleich mit der Herstellung von grünem Wasserstoff nur knapp ein Siebtel des Energieaufwandes benötigt wird. Es kann zurzeit ausgeschlossen werden, dass die Produktion von grünem Wasserstoff in Deutschland so weit gesteigert werden kann, dass das für 2030 festgelegte Ziel erreicht wird. Denn dafür bräuchte man in Anbetracht der auf hoher See erreichbaren Auslastung der WKA und der erwartbaren hohen Umwandlungsverluste eine WKA-Kapazität von mindestens 300 TWh. Dem Habeck-Ministerium kommt es allerdings letztlich gar nicht darauf an, das angeführte Ziel zu erreichen. Es sucht lediglich eine Rechtfertigung für die Umdeklarierung von Gaskraftwerken zu grünen Wasserstoff-Kraftwerken, um an EU-Subventionen gelangen zu können.

Dagegen regt sich aus verständlichen Gründen Widerstand vor allem in

Frankreich. Ohnehin regt sich dort bereits wachsender Unmut gegen eine abermalige Erhöhung des staatlich regulierten Strompreises für Privatverbraucher. Diese Preiserhöhung folgt aus der Teilnahme Frankreichs am EU-Strompreisfindungssystem nach dem Merit-order-Prinzip, wonach die am teuersten produzierenden deutschen Gaskraftwerke den Strompreis bestimmen. Immer mehr Stimmen verlangen deshalb, Frankreich solle sich, wie bereits Spanien und Portugal, vom europäischen Strommarkt zurückziehen. Das sei möglich, ohne bestehende Verträge zu verletzen, da es eine gemeinsame Energiepolitik der EU nach dem Lissabon-Vertrag gar nicht geben könne. Auch Emmanuel Macrons Energiewende-Ministerin Agnès Pannier-Runacher scheint inzwischen begriffen zu haben, dass die von Berlin inspirierte Energiepolitik der EU-Kommission in erster Linie das Ziel verfolgt, die Kostenvorteile Frankreichs aufgrund preisgünstiger Kernenergie und alpiner Wasserkraft zunichte zu machen. Zu diesem Zweck wurden Leute mit engen Kontakten zum deutschen Think Tank „AGORA Energiewende“ und dessen amerikanischen Sponsoren systematisch in französische Ministerien und Spezialagenturen wie ADEME (Agence de la transition écologique, agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) eingeschleust. Werden Frau Pannier-Runacher und ihr Chef den Mut aufbringen, das offen auszusprechen?

---

## **Die Anwendung der H<sub>2</sub>-Technologie in allen Sektoren verschlingt unlösbare Mengen an Energie und Flächen**

geschrieben von Chris Frey | 27. Februar 2024

**Vorher muss dem Einfluss des anthropogenen CO<sub>2</sub> auf das Klima gründlich nachgegangen werden**

**Dr.- Ing. Erhard Beppler**

Die Aussage des IPCC zum Anstieg des jährlichen CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre über anthropogenes CO<sub>2</sub> von 2 ppm beruht letztlich auf einem Bilanzfehler.

---

# Schätze heben mit Wasserstoff

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

Rüdiger Stobbe

Spätestens seit 2010, spätestens als der berühmte 'Bossel-Aufsatz' „Wasserstoff löst keine Energieprobleme“ erschien, müsste jedem einigermaßen klugen Menschen, Wissenschaftler und Politiker klar sein, dass Wasserstoff eben keine Energieprobleme löst. In der Natur kommt Wasserstoff fast nur in gebundener Form vor