



# **Warum Wasserstoff keinen nennenswerten Beitrag zum Klimaschutz leisten kann**

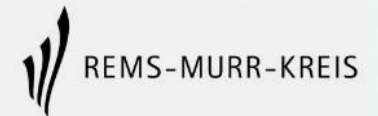
Verfasst von Reinhard Muth  
für die  
Ökologische Plattform BW



# In eigener Sache

Für mich war der einstimmige Beschluss des Rems-Murr-Kreistags zur Wasserstoff-Strategie im Kreis am 13.7.2020 Anlass, mich genauer über die Umweltfolgen der Wasserstoff-Technologien zu informieren. (1)

Alle von der Verwaltung vorgeschlagenen Wasserstoff-Projekte (außer der Fortbildung an der Berufsschule) haben nach meinem Wissensstand nur negative Folgen für den CO<sub>2</sub> Ausstoß im Kreis. Sie sind kein Beitrag zum Klimaschutz. Im Gegenteil, durch diese Projekte wird der CO<sub>2</sub> Ausstoß im Kreis erst einmal unnötig erhöht statt gesenkt!



## Drucksache

Grundsatzentscheidung zur Wasserstofftechnologie im Rems-Murr-Kreis			
verantwortlich: Amt für ÖPNV Amt für Schulen, Bildung und Kultur			Drucksache 2020/131
			01.07.2020
Beratung:	Ö	06.07.2020	Umwelt- und Verkehrsaus- schuss
Beschlussfassung:	Ö	13.07.2020	Kreistag



# Vorneweg

Es gibt einige wenige für den Klimaschutz hilfreiche Anwendungen für Wasserstoff. Dazu gehört die Stahl- und die Zementproduktion. Auch in der Chemieindustrie gibt es Anwendungen, die einzig mit Wasserstoff klimaneutral ausgeführt werden können. Ich spreche mich deshalb nicht gänzlich gegen Wasserstoff Anwendungen aus.



Für diejenigen, die es genauer wissen möchten, habe ich diesen Vortrag verfasst.



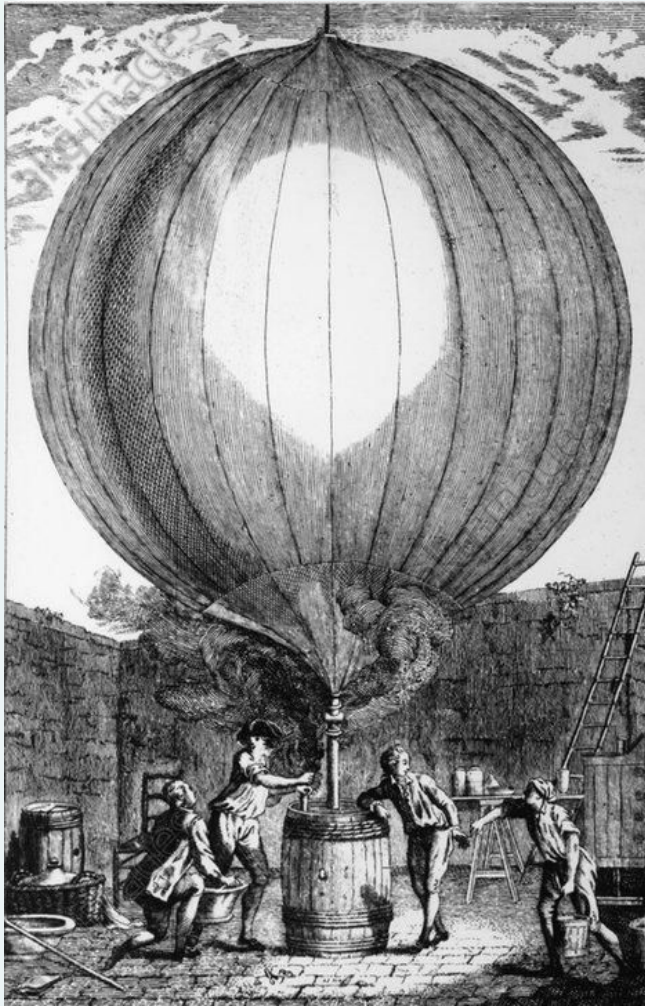
**Welche Alternativen gibt es zu den geplanten Wasserstoff Anwendungen?**

<b>geplante Anwendung</b>	<b>Alternative</b>
Bahnverkehr auf noch nicht elektrifizierten Strecken	elektrifizieren oder teilelektrifizieren und Batterie z.B. Siemens Mireo Plus B
Linienbus	Oberleitungsbus oder hybriden Oberleitungsbus z.B. Esslingen
Langstrecken LKW	Transport auf elektrifizierte Bahn verlagern
Kurzstrecken LKW	mit Batterie möglich
PKW	Batteriebetrieb hat sich schon durchgesetzt
Wärme für Wohnungen	Wärmenetze mit Wärmespeichern für Siedlungen, Wärmepumpen für kleine Einheiten, Solarkollektoren für Warmwasser und Fotovoltaik-panel für Strom
Stahlschmelze	keine Alternative
Zementwerk	keine Alternative
chemische Industrie	teilweise ohne Alternative



# Erste Anwendung von Wasserstoff

## schon 1783!



Bereits die Brüder Montgolfier wollten in ihrem Ballon Wasserstoff verwenden, scheiterten allerdings an dem zu schnellen Diffundieren des Gases durch die Oberfläche des Ballons.

Erst Jacques Alexandre César Charles gelang es, das Gas im Ballon zu halten und damit 1783 seine ersten erfolgreichen Flüge zu unternehmen, was ihm nur wenige Monate später als den Brüdern Montgolfier mit ihrem Heißluftballon geglückt war. Somit war Charles quasi der Pionier der Luftfahrt mit Wasserstoff, wie dies später die Luftschiffbau Zeppelin GmbH u.a. Unternehmen im großen Maßstab betrieben.

**„Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist.“**, schrieb Jules Verne 1870 in „Die geheimnisvolle Insel“.



# Etwas Chemie

Wasserstoff ist das chemische Element mit der geringsten **Atommasse**. Sein häufigstes **Isotop**, das auch als **Protium** bezeichnet wird, enthält kein **Neutron**, sondern besteht aus nur einem **Proton** und einem **Elektron**. Unter Bedingungen, die normalerweise auf der Erde herrschen, liegt das gasförmige Element Wasserstoff nicht als *atomarer Wasserstoff* mit dem Symbol H vor, sondern als *molekularer Wasserstoff* mit dem Symbol H<sub>2</sub>, als ein farb- und geruchloses **Gas**.



Da das Molekül so klein ist, müssen besondere Maßnahmen ergriffen werden um Wasserstoff speichern oder durch Pipelines leiten zu können. Das kleine Molekül durchdringt alle größeren Molekülstrukturen. Wasserstoff dringt als sehr kleines Molekül in metallisches Gefüge eines Tanks oder einer Pipeline ein und lagert sich dort an. Infolgedessen kommt es zur Materialermüdung und Rissbildung.



## Wasserstoff wird hergestellt aus...



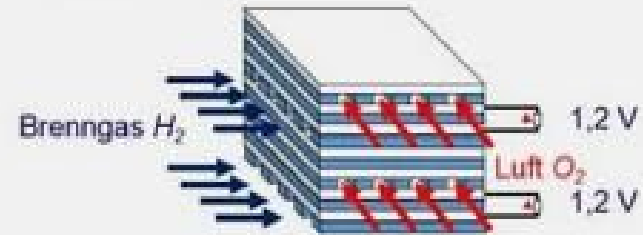
Je nach Quelle der Primärenergie zur Erzeugung von Wasserstoff haben sich bestimmte Farben eingebürgert. Bei der Erzeugung von Wasserstoff mittels regenerativem Strom spricht man von Grünem Wasserstoff. An dieser Stelle sollte aber noch zusätzlich unterschieden werden, ob der regenerative Strom nur aus den **Überschüssen** der regenerativen Stromproduktion stammt oder nicht. Statt Windräder oder PV-Anlagen ab zu regeln wird aus deren **überschüssigen** Strom Wasserstoff gewonnen. Dadurch kann der schlechte Wirkungsgrad der Wasserstoffwirkungskette kompensiert werden ohne eine Lücke in der Produktion von regenerativem Strom zu hinterlassen.



# Produktion von Wasserstoff



**1 kg Wasserstoff**



Derzeit gewinnt im Rahmen der Debatte um die Vermeidung von Kohlendioxid und um die **Power-To-Gas**-Strategie die **Wasserelektrolyse** als Methode zur Herstellung von Wasserstoff immer mehr an Bedeutung. Bei der Wasserelektrolyse wird **Wasser** in einer elektrochemischen Redoxreaktion durch Zufuhr von elektrischer Energie in die Bestandteile Wasserstoff und **Sauerstoff** zerlegt. (3)



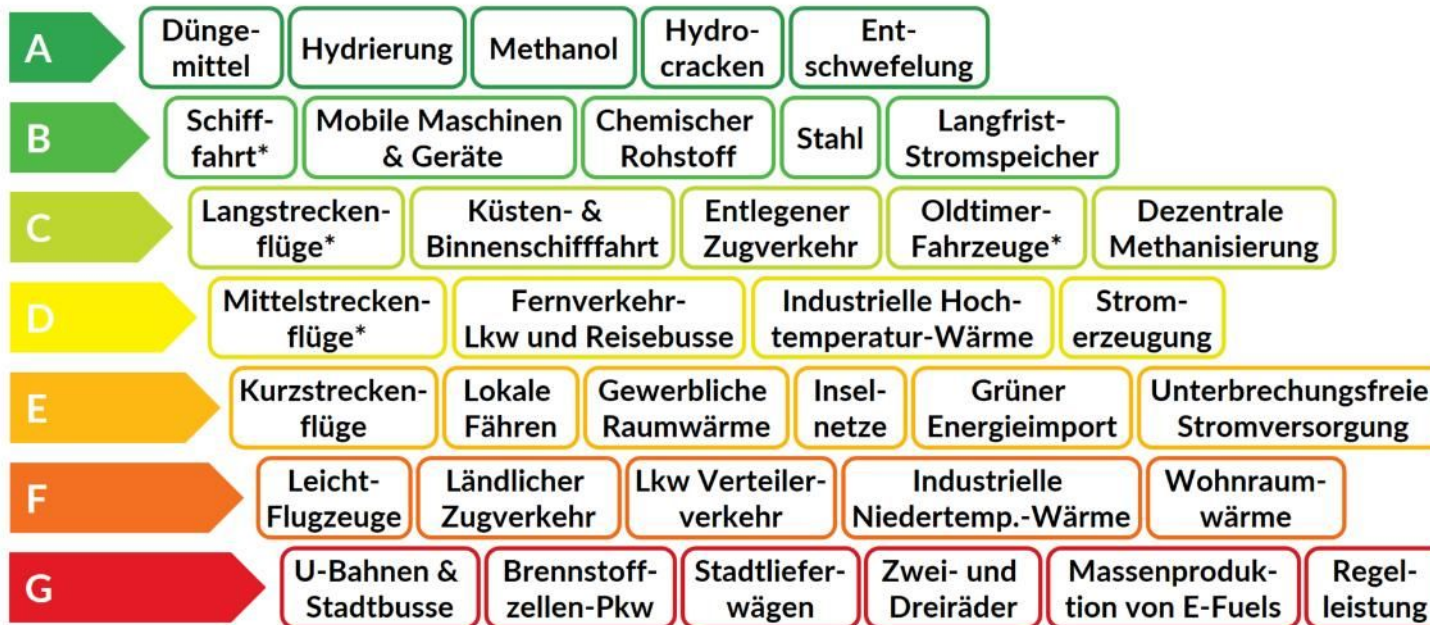


# Wirkungsgrad

## Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs

(Nach M. Liebreich, 2021)

### Alternativlos



### Unwirtschaftlich

\* Sehr wahrscheinlich in Form von mittels Wasserstoff erzeugten E-Fuels oder Ammoniak.

Bei der Ermittlung der Effizienz einer Wasserstoffwirtschaft muss die gesamte Umwandlungskette von der Herstellung des Wasserstoffs bis zu Erzeugung der Endenergie beim Verbraucher betrachtet werden. (5)



# Zum Wirkungsgrad in der Mobilität

Gesamtwirkungsgrade können nur Näherungswerte sein. Der reale Strommix in Deutschland erhöht den Wirkungsgrad je nach Anteil der Stromerzeuger. Für die Mobilität wird Strom zuerst in Wasserstoff und später Wasserstoff wieder in Strom umgewandelt. Diese **doppelte Umwandlung** beinhaltet auch deutliche Umwandlungsverluste und damit einen schlechteren Wirkungsgrad als die direkte Anwendung von Strom.

Für ein Brennstoffzellenfahrzeug mit fossiler Wasserstoffherzeugung durch Erdgasreformation (derzeit Standard) ergibt sich mit der Energiekette

Dampfreformation → Verdichtung → BSZ → Akku → Elektromotor

ein Wirkungsgrad von  $0,75 \times 0,88 \times 0,6 \times 0,94 \times 0,95 = \mathbf{0,35}$ .

Für ein akkugetriebenes Elektrofahrzeug mit Aufladung durch reinen Kohle-Strom ergibt sich mit der Energiekette

Kohlekraftwerk → Stromtransport → Akku → Elektromotor  
ein Wirkungsgrad von  $0,38 \times 0,92 \times 0,94 \times 0,95 = \mathbf{0,31}$ .

Für ein Fahrzeug mit Ottomotor ergibt sich mit der Energiekette

Transport und Aufbereitung Motorenbenzin → Ottomotor  
ein Wirkungsgrad von  $0,85 \times 0,24 = \mathbf{0,20}$ . (5)

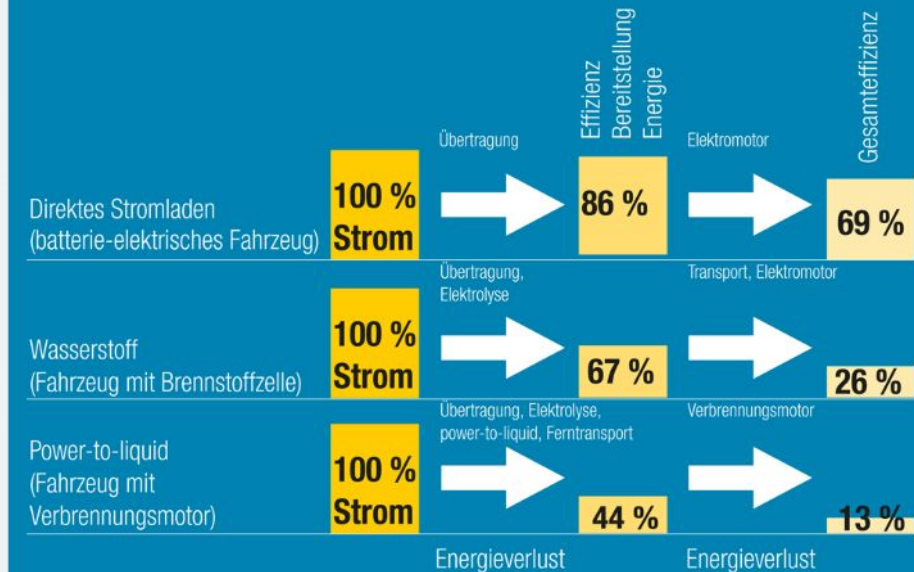
Art	Angenommener Wirkungsgrad	Daten aus verschiedenen Quellen
Wasserstoff thermochemisch aus Biomasse	0,75	Der Wirkungsgrad der thermochemischen Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse wird je nach Verfahren zwischen 69% und 78% angegeben.
Wasserstoff aus Elektrolyse	0,80	Der Wirkungsgrad der Wasserelektrolyse wird mit 70 bis 90% angegeben.
Wasserstofftransport im Gasnetzwerk	0,99	< 0,01% Verluste im Gasnetzwerk.
Strom und Wärme aus Brennstoffzellenheizung	0,85	85% Wirkungsgrad bezogen auf den Brennwert mit Reformier. Bei Heizanlagen kann der Wirkungsgrad auch auf den Heizwert des eingesetzten Brennstoffes bezogen werden, dabei können Wirkungsgrade über 100% entstehen, weil die bei der Kondensation zurückgewonnene Verdampfungsenthalpie im Heizwert nicht enthalten ist.
Brennstoffzelle elektrisch	0,60	Der elektrische Wirkungsgrad von Brennstoffzellen wird zwischen 35% und 90% angegeben. Der elektrische Wirkungsgrad einer PEM-Brennstoffzelle beträgt 60%.
Lithium-Ionen-Akku	0,94	Lithium-Ionen-Akkus haben einen Wirkungsgrad von 90–98%.
Elektromotor	0,95	Der Wirkungsgrad von Elektromotoren wird zwischen 94% und 97% angegeben. Traktionsmotoren haben generell sehr hohe Wirkungsgrade.
Wasserstoff Verdichtung auf 700bar	0,88	Die Verluste bei der Verdichtung betragen ca. 12%.



# Wirkungsgrade in der Mobilität

In diesen beiden Grafiken aus verschiedenen Quellen wird noch einmal das Dilemma mit den Verlusten in der Wirkungskette deutlich dar gestellt.

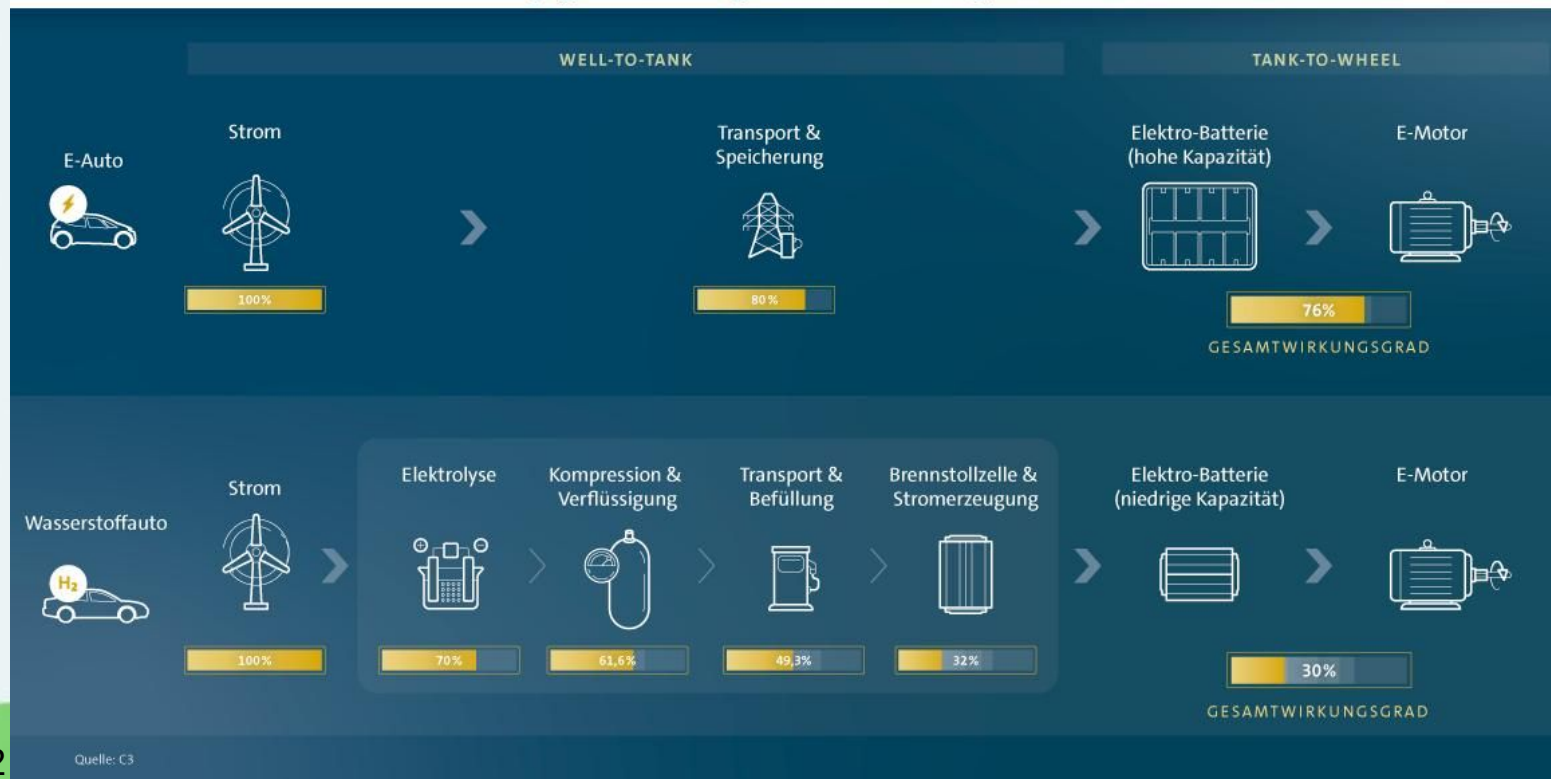
Batterie-elektrischer Antrieb hat höchsten Wirkungsgrad



Quelle: Agora u.a. 2018 Grafik: VCO 2019

## WASSERSTOFF UND E-ANTRIEB

Die Wirkungsgrade im Vergleich bei Nutzung von Öko-Strom



Quelle: C3



# Lagerung und Transport

Die Wasserstoffspeicherung ist die umkehrbare Aufbewahrung von Wasserstoff, mit dem Ziel, dessen chemische und physikalische Eigenschaften für eine weitere Verwendung zu erhalten. Konventionelle Methoden der Speicherung von Wasserstoff sind:

- **Druckgasspeicherung** (Speicherung in Druckbehältern durch Verdichten mit Kompressoren)
- **Flüssiggasspeicherung** (Speicherung in verflüssigter Form durch Kühlung und Verdichten)

Alternative Formen der Speicherung von Wasserstoff nutzen die physikalische oder chemische Bindung an einen anderen Stoff:

- Absorption im **Metallhydridspeicher** (Speicherung als chemische Verbindung zwischen Wasserstoff und einem Metall bzw. einer Legierung)
- **Adsorptionsspeicherung** (adsorptive Speicherung von Wasserstoff in hochporösen Materialien)
- **chemische Bindung**, bei der der Wasserstoff durch eine chemische Reaktion in einen anderen Stoff überführt wird, der z. B. drucklos und bei Raumtemperatur gelagert und transportiert werden kann („Chemisch gebundener Wasserstoff“). (10)



Das Leitprojekt TransHyDE entwickelt Transport-Technologien umfassend weiter – und zwar **technologieoffen** entlang verschiedener möglicher Entwicklungspfade. Genauer wird TransHyDE in vier Demonstrationsprojekte je eine Transport-Technologie testen und hochskalieren (11):

- Wasserstofftransport in Hochdruckbehältern.
- Wasserstofftransport in bestehenden Gasleitungen.
- Transport von in Ammoniak gebundenem Wasserstoff.
- Wasserstofftransport mittels LOHC.



# Zum politischen Umfeld Die Wasserstoff Lobby



Für mich sehr aufschlussreich zu lesen war eine Rezension der ZEIT von 2005 zu dem Buch von Hermann Scheer "Energieautonomie":

*"Allerdings habe der SPD-Politiker und Träger des Alternativen Nobelpreises seine Thesen noch einmal zugespitzt: Wenn die Energiepolitik nicht eine sofortige und radikale Wende zur erneuerbaren Energie vollziehe, drohe die "Herrschaft eines Öl-Strom-Atom-Wasserstoff-Kartells" - mit den entsprechend unangenehmen Folgen für Mensch und Natur."*

Genau dieses "**Wasserstoff-Kartell**" wird jetzt von der Gaswirtschaft und weiten Teilen der Politik massiv angestrebt.



# Ausschnitte aus einem Artikel bei Correctiv.org

Die Lobbyisten der Gasindustrie arbeiten auf Hochtouren. Denn die Branche kämpft ums Überleben. Sie will die Wiederaufbaumittel der EU nutzen, um sich unabdingbar zu machen: Wasserstoff soll nicht nur mit erneuerbaren Energien, sondern auch mit Gas produziert werden. Über Einfluss und zu große Hoffnungen auf einen vermeintlich sauberen Energieträger. (7)

Wer über den Lobbyismus rund um die Wasserstoff-Förderung und die Rolle eines Politikers recherchiert, erhält Antwort von einem Anwalt: Er könne „gegenwärtig keinen Berichterstattungsanlass erkennen“, schreibt Medienanwalt Christian Schertz an CORRECTIV.

Er habe seinem Mandanten – dem CDU-Abgeordneten Joachim Pfeiffer (*siehe da, aus Waiblingen!*)– empfohlen, zu seinen konkreten unternehmerischen Tätigkeiten keine Erklärung abzugeben. Dabei wollten wir nur wissen, welche Rolle Pfeiffer, jahrelang energiepolitischer Sprecher der CDU, bei der Wasserstoffstrategie in seiner Heimatregion Stuttgart gespielt hat.

Neben seinem Job als Bundestagsabgeordneter war Joachim Pfeiffer bis Ende 2020 im Beirat der kanadisch-malischen Firma Hydroma, die Wasserstoff aus Entwicklungsländern in Westafrika nach Deutschland exportiert. Hydroma hält nach eigenen Angaben das größte natürliche Wasserstoff-Feld in Mali.

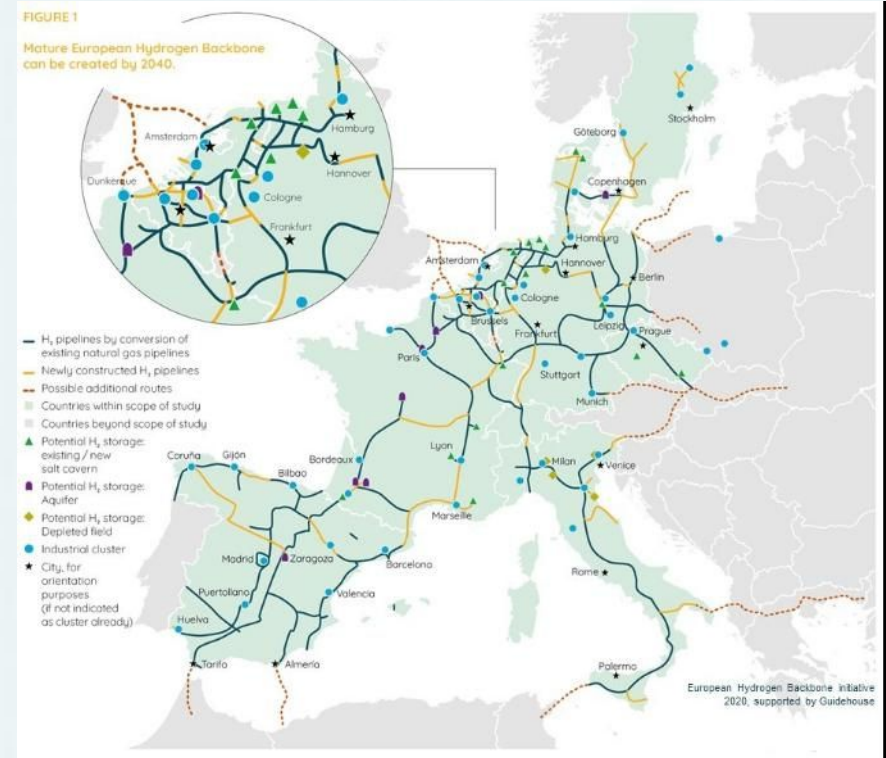


# EU-Wasserstoffstrategie offen für Wasserstoff aus Gas und Atomstrom

Anders als die deutsche Wasserstoffstrategie sieht die im Sommer 2020 vorgestellte Wasserstoffstrategie der EU-Kommission blauen Wasserstoff zumindest vorläufig als Teil der Lösung. Und so investiert sie Milliarden in CCS-Projekte. Auch im Rahmen des Corona-Aufbauplans soll dieser Sektor begünstigt werden.

In Deutschland ist die Technologie bis auf wenige Ausnahme-Projekte allerdings

derzeit nicht erlaubt. Auch der EU-Ministerrat, das Gremium der EU-Mitgliedstaaten, hat sich bereits positioniert. Er will in seinen Schlussfolgerungen zur EU-Wasserstoffstrategie auch Wasserstoff aus Erdgas und sogar Atomstrom (violetter/pinker Wasserstoff) mittelfristig im Fahrplan berücksichtigt sehen. (8)



# Wasserstoff Import?

**Die Gaskonzerne verdrängen schon heute in Afrika klimaschützende Stromproduktion aus dem Netz!**

Ausschnitt aus einem Artikel der TAZ:

*„Grüner Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft“, erklärte Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier zum Auftakt des EU-Wasserstoffgipfels in Brüssel am 5. Oktober. Es ging um die EU-Wasserstoffstrategie, eines der ehrgeizigsten Bestandteile des Vorhabens, die EU zum Jahr 2050 klimaneutral zu machen.*



Der Kongo-Fluss mit den beiden existierenden Inga-Staudämmen. Inga III wäre zehnmal größer  
Foto: Thierry Charlier / Camera Press / laif

*Klar wurde: Europa wird dafür große Mengen „grünen“ Wasserstoff aus anderen Erdteilen importieren müssen. „Mit ganzer Kraft“ wolle er das mit internationalen Partnern vorantreiben, sagte Altmaier. (9)*





# Positionen der LINKEN

Für mich erfreulich zu lesen sind die Positionen von zahlreichen Gremien und Mandatsträgern der LINKEN.

Im Kreistag bezweifelt nach anfänglicher Zustimmung die kleine linke Gruppe bisher als einzige im Kreistag die Wirksamkeit der beschlossenen Wasserstoffprojekte für den Klimaschutz im Kreis.

Im Regionalparlament spricht die linke Fraktion vom „Champagner der Energiewende“ bei der erst kürzlich beschlossenen regionalen Wasserstoffstrategie.

Im Europaparlament gibt es ein sehr ausführliches Statement der linken Fraktion gegen die Wasserstoffstrategie der EU.

Die Bundestagsfraktion der LINKEN hat in der letzten Wahlperiode sich ebenfalls gegen die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung ausgesprochen. (15)

Leider gibt es in der neuen Bundestagsfraktion der LINKEN noch einige Abgeordnete, die in der Wasserstoffstrategie der Bundesregierung immer noch ein Lösung der Probleme zum Klimaschutz sehen.



# Mein Fazit

- Wasserstoff kann nur dann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn er mit Hilfe von **überschüssigen** regenerativen Strom gewonnen wird. In Deutschland ist noch für lange Zeit kein **überschüssiger** regenerativer Strom in benötigten Mengen in Sicht.
- Wasserstoff sollte nur dann eingesetzt werden, wenn es keine Alternative dazu gibt.
- Import von Wasserstoff aus südlichen Regionen schafft nur neue Probleme in den exportierenden Ländern und ist unwirtschaftlich.
- Der augenblicklich Wasserstoff Hype ist die Folge einer sehr erfolgreichen Marketing Strategie der Gasindustrie. Sie dient einzig dazu, leistungslose Einkommen (die Gewinne der Aktienbesitzer) in der vorhandenen Gasinfrastruktur weiterhin zu ermöglichen. Ein wirksamer Klimaschutz ist nicht das Ziel Akteure.
- Die technisch sehr anspruchsvolle Wasserstofftechnologie kann nur von großen Konzernen umgesetzt werden. Dezentrale Bürgerenergie wird dadurch vom Markt ausgeschlossen.



# Neuste Meldung 12.1.2022

## Kostenfaktor: Montpellier setzt auf Elektro- statt Wasserstoffbusse



Die deutlich niedrigeren Betriebskosten gaben für die südfranzösische Metropole den Ausschlag für die Revision der Entscheidung, batterie- statt brennstoffzellenbetriebene Busse einzusetzen.

Quelle:

<https://vision-mobility.de/news/>



# Zum Weiterlesen

- (1) <https://muth-ah.net/pages/topics/15.7.-kreistag-einstimmig-fuer-wasserstofftechnologie.php?p=12>
- (2) <https://muth-ah.info/pages/klima-und-umwelt/energiewende/wasserstoff.php>
- (3) <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff>
- (4) <https://www.auto-motor-und-sport.de>
- (5) [https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffwirtschaft\\_Wirkungsgrade](https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffwirtschaft_Wirkungsgrade)
- (6) <https://holgerwatter.wordpress.com/tag/wasserstoff/>
- (7) <https://correctiv.org/aktuelles/2021/05/04/blauer-wasserstoff-wie-eine-maechtige-lobby-um-ihr-gas-kaempft/>
- (8) <https://www.lobbycontrol.de/2021/01/wasserstoff-der-stoff-aus-dem-die-traeume-der-gaslobby-sind/>
- (9) <https://taz.de/Gruener-Wasserstoff-aus-dem-Kongo/!5717317/>
- (10) <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffspeicherung>
- (11) <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/transhyde>
- (12) <https://www.rems-murr-kreis.de/landratsamt-und-politik/aktuelles>
- (13) <https://taz.de/Handel-mit-dem-Energietraeger/!5820548/>
- (14) <https://www.lobbycontrol.de/2021/01/wasserstoff-der-stoff-aus-dem-die-traeume-der-gaslobby-sind/>
- (15) <https://muth-ah.info/pages/topics/19.12.-thema-wasserstoff-bei-den-linken-im-eu-parlament.php>
- (16) <https://www.dielinke-rv-stuttgart.de/antraege-reden-anfragen/>



# Danke für's Zuhören! Noch Fragen?



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

Mireo Plus B  
Mireo Plus H  
Hybrid-Triebzüge

