



Wasserstoff aus Biomasse

Nur eine Vision?

Karl-Heinz Tetzlaff
Mörikestr. 6
65779 Kelkheim
www.bio-wasserstoff.de

Arbeitskreis Klima und Umwelt
Thomasgemeinde Molfsee
1. Sept. 2008



Worum geht es?

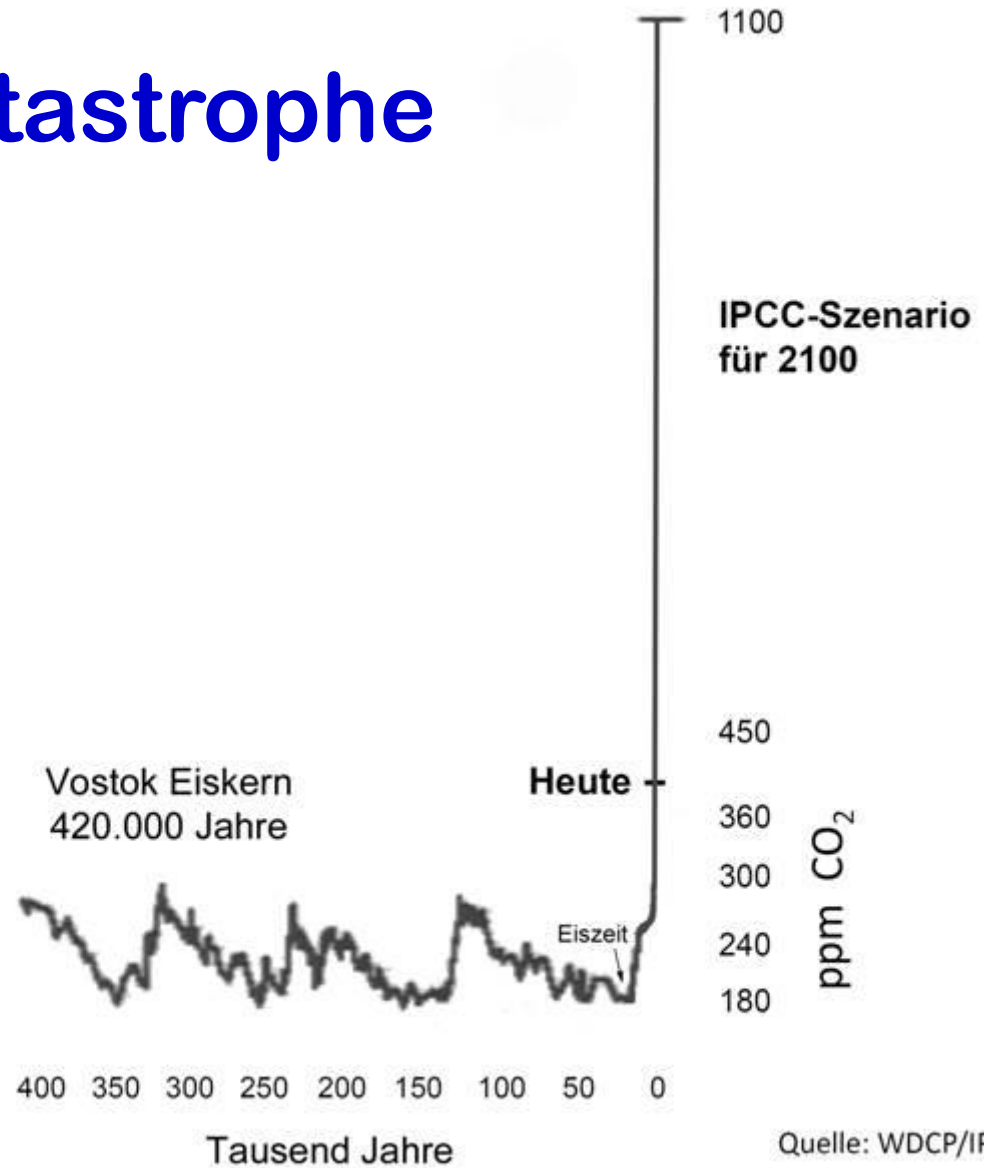
Es geht nicht darum, zum heutigen Energiemix etwas Wasserstoff hinzuzufügen. Es geht um eine Alternative zur real existierenden Energiewirtschaft, bei der die Energie-Verteilung allein durch den Sekundärenergieträger Wasserstoff erfolgt.

Biomasse ist die kostengünstigste Ressource und kann *auf diesem Wege* alle atomaren und fossilen Energien ersetzen – in Europa und den meisten Ländern der Erde.

Es geht um eine Revolution



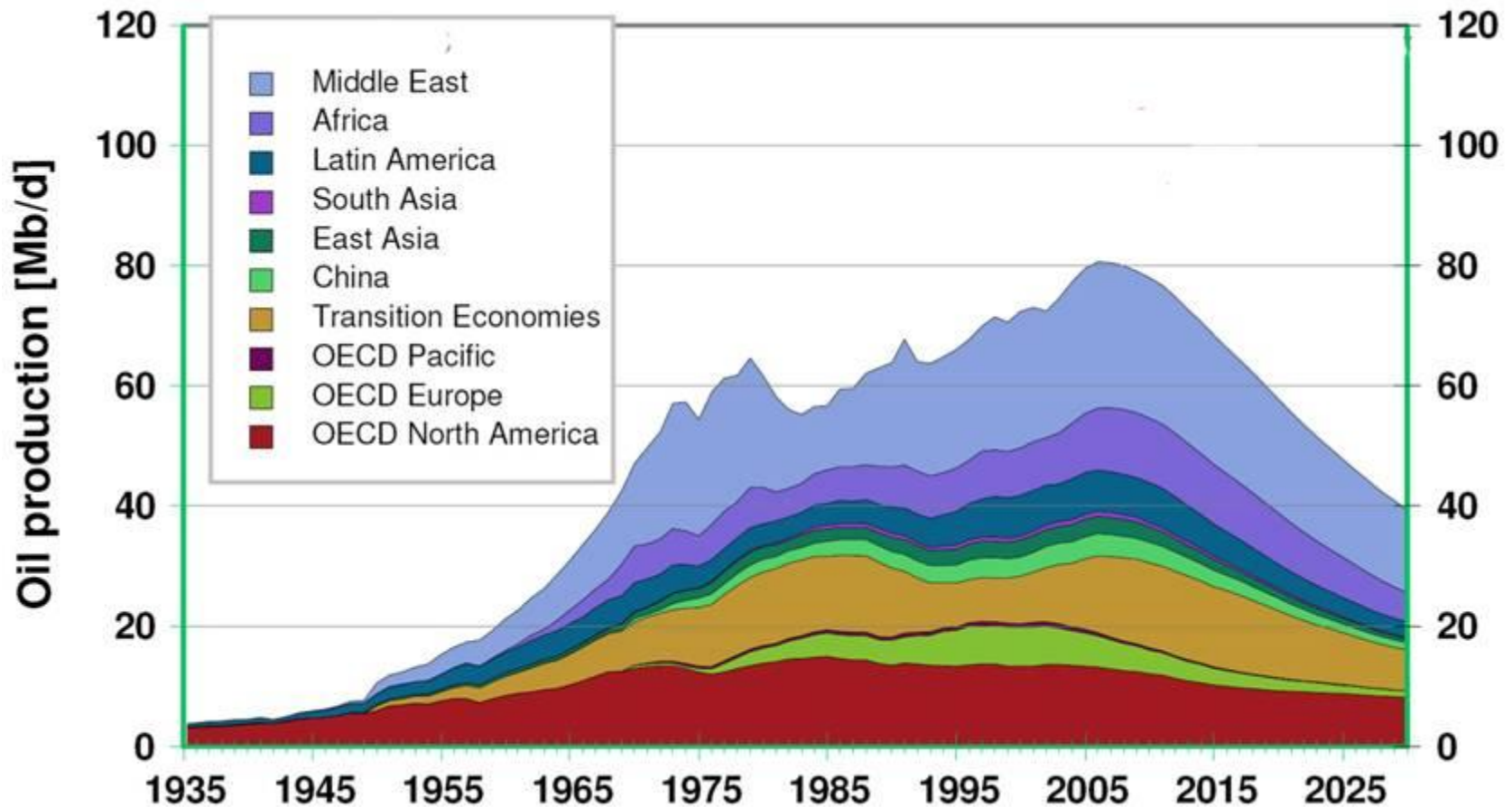
Klimakatastrophe



Herr, wir haben da ein Problem



Das Ende der fossilen Energien



Quelle: EWG 2007

Die Nachfrage steigt jährlich um 2%
Die förderbare Menge sinkt jährlich um 4 %



Energiepolitik = Friedenspolitik

Das schwarze Loch



Die Energiefrage ist der Nerv aller Dinge und die Existenzfrage der Menschheit schlechthin. **Zum Zwecke der Energiebeschaffung werden alle Regeln außer Kraft gesetzt und alle Verträge gebrochen: national, global, wirtschaftlich, kulturell, ethisch**

Eine Welt in Frieden



Die Einführung einer regionalen nachhaltigen Energiewirtschaft wird eine Welle der Prosperität auslösen. Sie ebnet den Weg zu Frieden, Gerechtigkeit und Bewahrung der Schöpfung.



Die Ölknappheit ist eine reale Bedrohung für jedermann

Wussten Sie, dass wir heute (Aug 2008) jährlich ca. 3.000 € pro Kopf für Energie* ausgeben?

Das sind für eine 4-köpfige Familie 12.000 €/a (netto)

Bei Verdopplung des Ölpreises auf 250 \$/bbl sind das 24.000 €/a (netto)
= 3.300 €/Monat (brutto)

* einschließlich der in den gekauften Waren enthaltenen Energie (Quelle Hermann Scheer)



Grundsätzliches

**Wir können Probleme nicht mit den
Denkmustern lösen, die zu ihnen geführt haben**

Albert Einstein

**Die Einbindung von solaren Energien in vorgefundene Strukturen
bringen uns nicht weiter.**

**Wir brauchen ein ganzheitliches neues Konzept aus einem Guss:
Eine echte Wasserstoffwirtschaft**



Ist Bioenergie eine Antwort Auf die Energiekrise?

Wenn wir die Biomasse mit heutigen Technologien in Nutzenergie umwandeln und verteilen, ist nur ein bescheidener Beitrag möglich.

Wir werden Nahrungsmittelmangel und Energiemangel zugleich haben.

Der Kampf um Nahrung und Energie vom Acker hat bereits begonnen.

Die Nahrungsmittelpreise explodieren.

Die hohen Nahrungsmittelpreise werden von den Agrar-Konzernen genutzt, um (unter tätiger Mitwirkung der industriegesteuerten Presse) genmanipulierte Lebensmittel einzuführen

Quelle: Horst Seehofer (April 2008)

Wussten Sie, dass zur Herstellung einer kg-Dose Mais das 6-fache des Energieinhaltes in Form von Öl aufgewendet wurde?

Wir essen Öl



Die Fortsetzung des Krieges mit anderen Mitteln



Die Herrschaft über Ölquellen garantiert nicht mehr die Weltherrschaft.
Herrsche über die Nahrung, und du wirst über die Völker herrschen.

Das Jahrhundert der Landwirtschaft hat begonnen.

Monsanto in Vorfreude



Ist eine Wasserstoffwirtschaft die Antwort auf die Energie- und Nahrungsmittelkrise?

Es kommt darauf an, was man unter „Wasserstoffwirtschaft“ versteht.

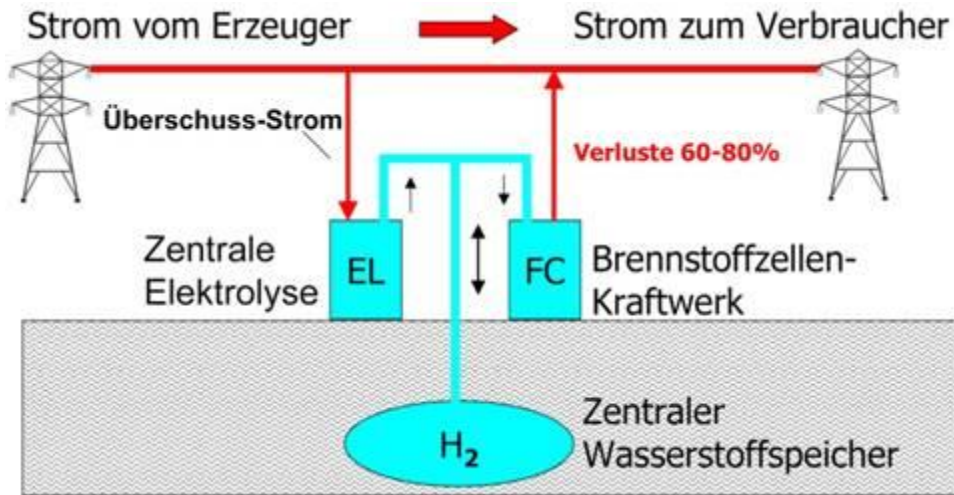
Die offizielle Wasserstoffpolitik ist keine Antwort.

Eine *echte* Wasserstoffwirtschaft, wäre eine Antwort.

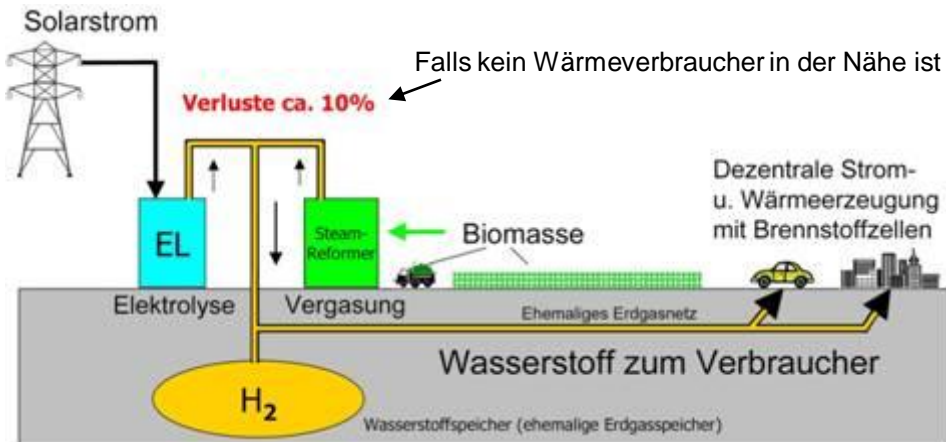
Es geht um die Frage, wer die Deutungshoheit über den Begriff „Wasserstoffwirtschaft“ hat – die Wissenschaft oder die Energiewirtschaft.



Strommanagement oder Wasserstoffwirtschaft



Eine moderne **Stromwirtschaft** zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage ist **keine Wasserstoffwirtschaft**, obwohl sie so bezeichnet wird, denn letztlich wird Strom an den Endverbraucher geliefert.

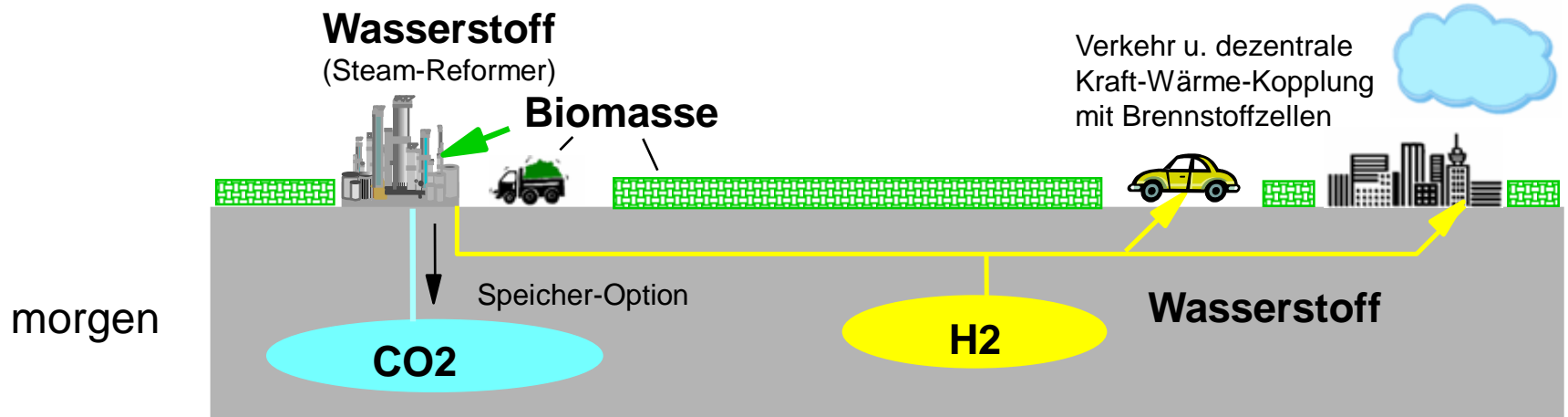
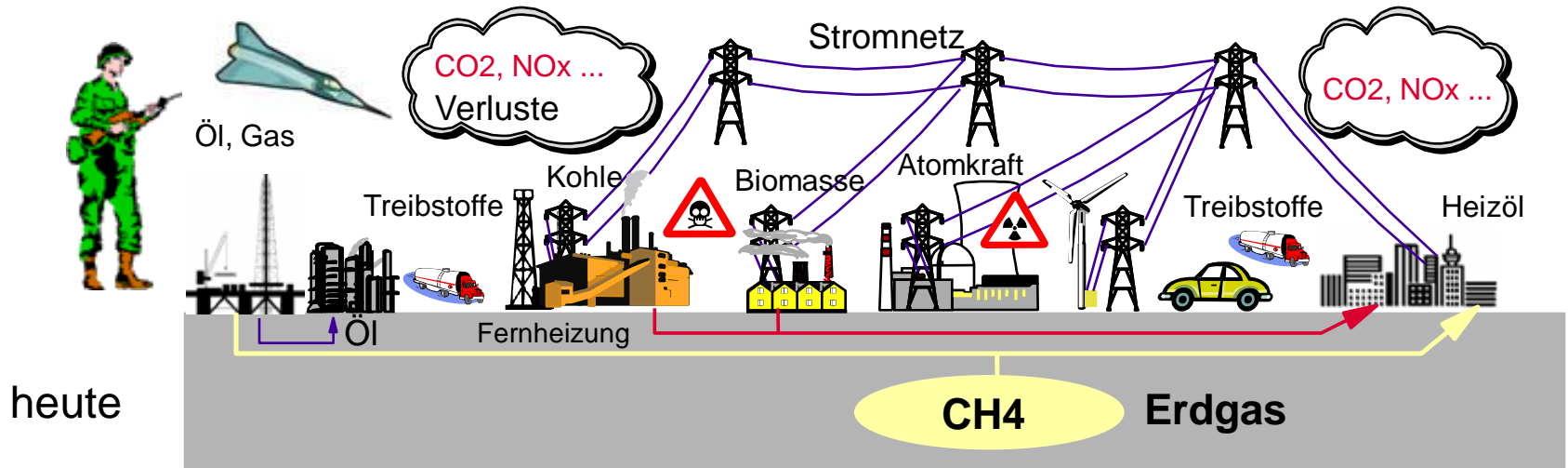


In einer **echten Wasserstoffwirtschaft**, wird Wasserstoff an den Endverbraucher geliefert.

Eine Wasserstoffwirtschaft ist eine wärmegeführte Energiewirtschaft, die prinzipiell keine Verluste kennt.



Die grüne Wasserstoffwirtschaft





Warum Bio-Wasserstoff und nicht WindWasserstoff?

- Wasserstoff ist, wie Strom, aus allen Formen von Energie herstellbar.
- Wasserstoff aus Biomasse ist die billigste Ressource
- Wasserstoff aus Wind und Photovoltaik ist eine teure * minderwertige Abfallenergie, weil sie unzuverlässig fluktuiert und nicht wertvoller ist als Abfallwärme heute
 - Als Strom geerntete Solarenergien sind andererseits wertvoll, weil sie den für die Vergasung von Biomasse benötigten Sauerstoff, als Abfall der Elektrolyse liefern könnten
 - WindWasserstoff wäre in einer echten Wasserstoffwirtschaft billiger als Strom und Wärme aus fossilen Energien (ohne Subventionen)
 - Aber nicht billiger als Bio-Wasserstoff (ohne Subventionen)
 - WindWasserstoff und PV-Wasserstoff stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion (jedenfalls nicht zwangsläufig)

* Der Solarstrom müsste etwa 1,5 ct/kWh kosten um gegen Biomasse konkurrenzfähig zu sein



Voller Teller oder voller Tank?

Flüssige Biotreibstoffe:

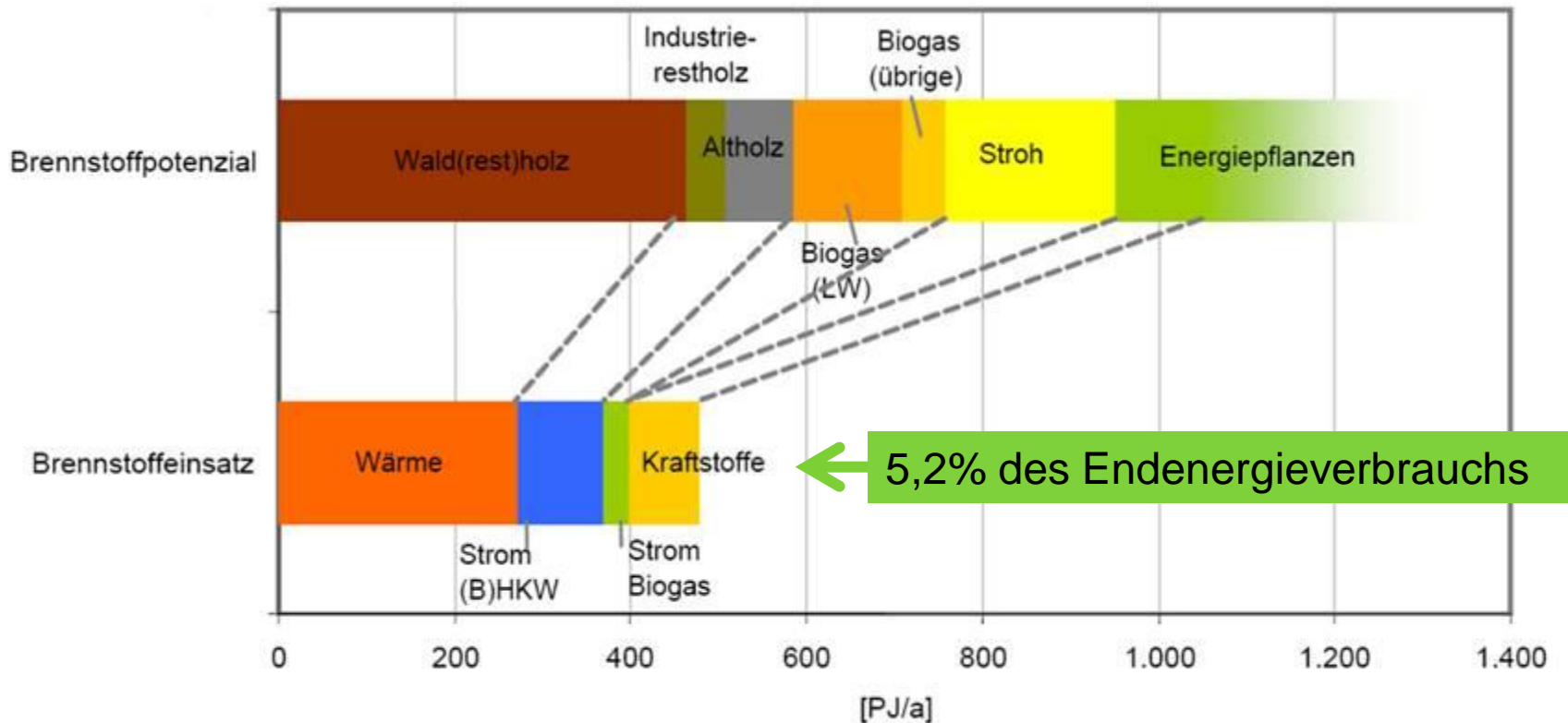
- Wenn wir auf Bio-Importe verzichten wollen, müssen wir uns - unter Beibehaltung unserer Strukturen - zwischen Teller und Tank entscheiden.
- Wenn wir einen vollen Teller haben wollen, langt es allenfalls für 10% der Tankfüllung.

Bio-Wasserstoff:

- In einer Wasserstoffwirtschaft reicht die eigene Biomasse für beides: Vollen Tank und vollen Teller. Es bleibt dann noch genug übrig für Strom und Wärme.



Das Potenzial der Biomasse in der real existierenden Energiewirtschaft



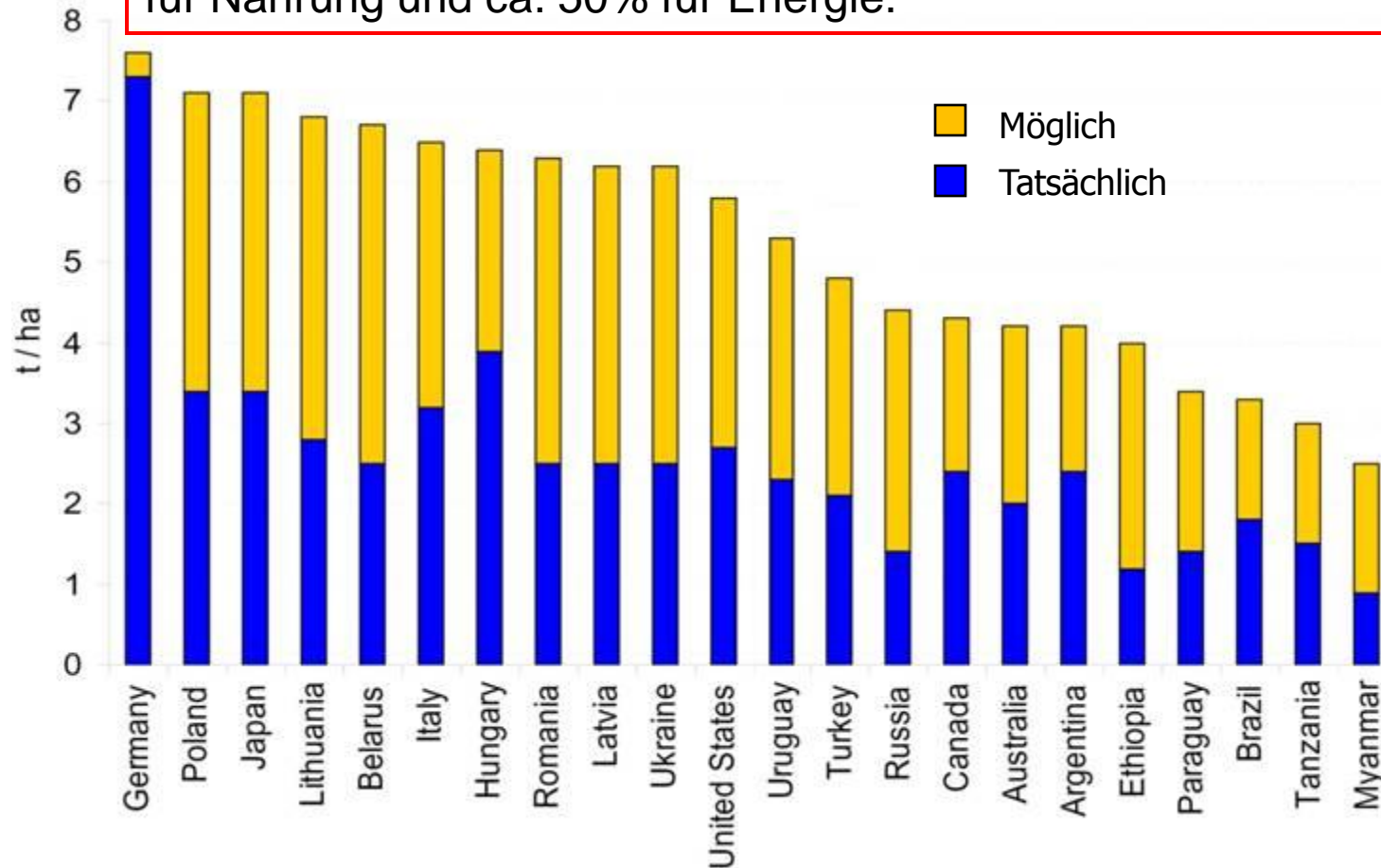
Brennstoffpotenziale und Brennstoffnutzung von Biomasse in Deutschland 2005

Quelle: Kaltschmitt, Thrän (IE), 2006



Effizienz der Landwirtschaft

Um gut zu essen und sich mit 100% grüner Energie zu versorgen, braucht man in einer Wasserstoffwirtschaft ca. 50% der Ackerfläche für Nahrung und ca. 50% für Energie.

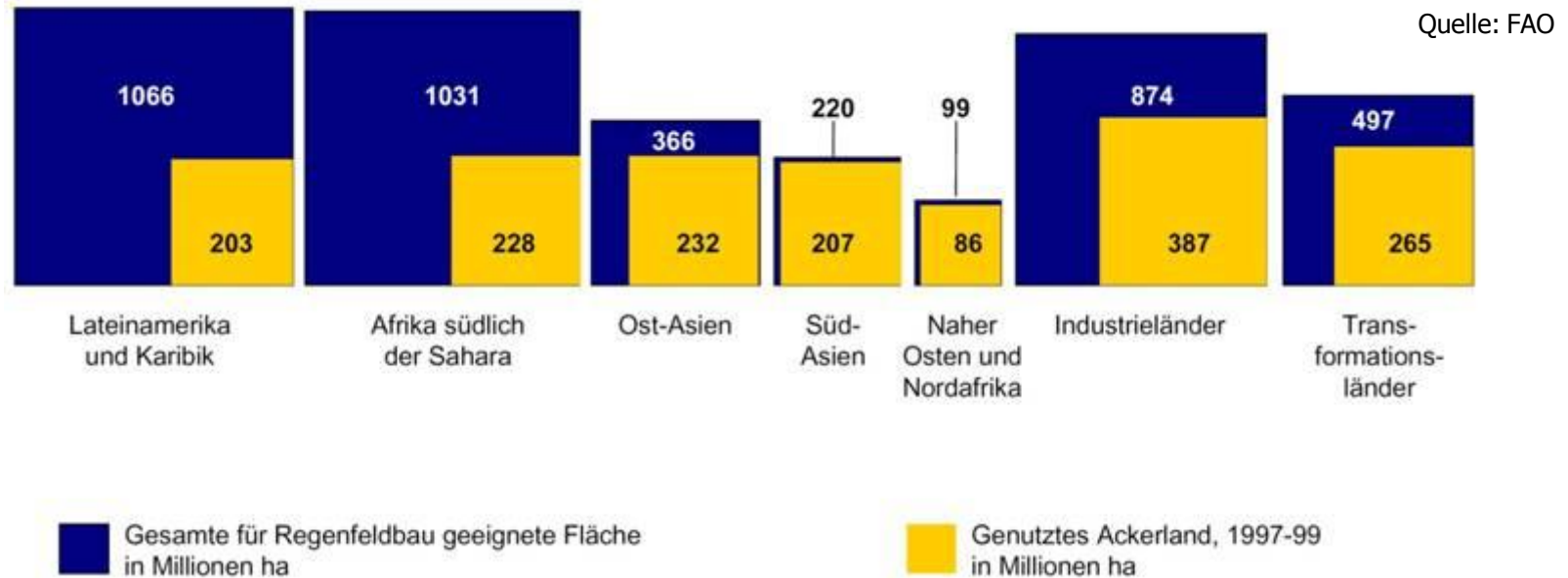


Hohe Intensität, gutes Ackerland, keine Bewässerung

Quelle: FAO



Ackerland: Nutzung und Potenzial



Mit künstlicher Bewässerung lässt sich das Potenzial überall steigern.

Die grüne Wasserstoffwirtschaft ist sogar mit Meerwasserentsalzung in Wüsten rentabel



Wasser = Energie = Wasser =

Falls man Wasser hat, kann man Bio-Energie produzieren.

Falls man Bio-Energie hat, kann man Wasser produzieren.

Falls man Wasser hat,



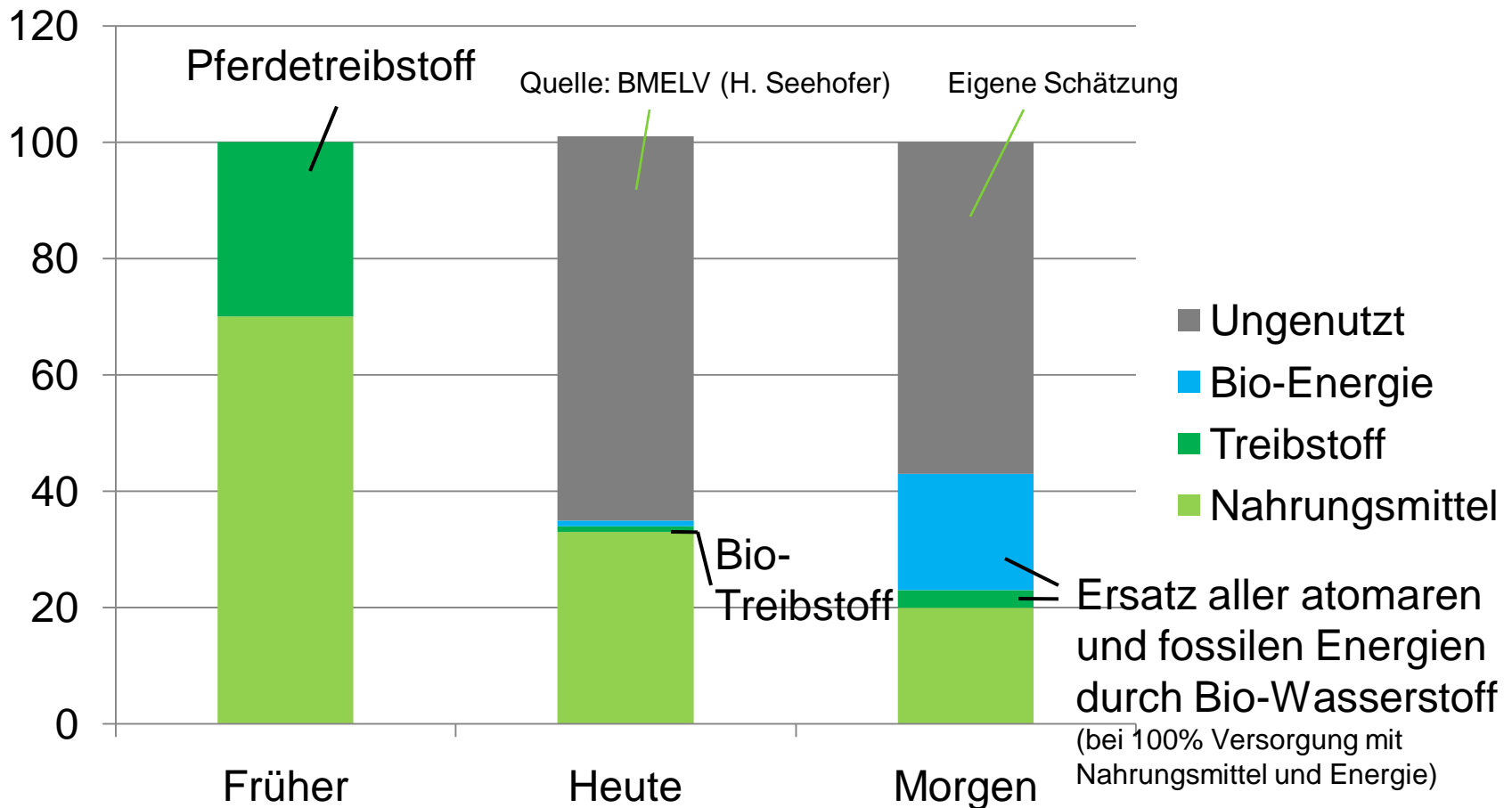
Mit 1 m³ Wasser kann man in ariden Gebieten ca. 5 kg Pflanzenmasse produzieren. Etwa 1,5 kg davon braucht man um 1 m³ Meerwasser zu entsalzen.

Falls man Biomasse mit Algen produziert, braucht man das Meerwasser nicht einmal zu entsalzen.

Bio-Hydrogen: a magic formula



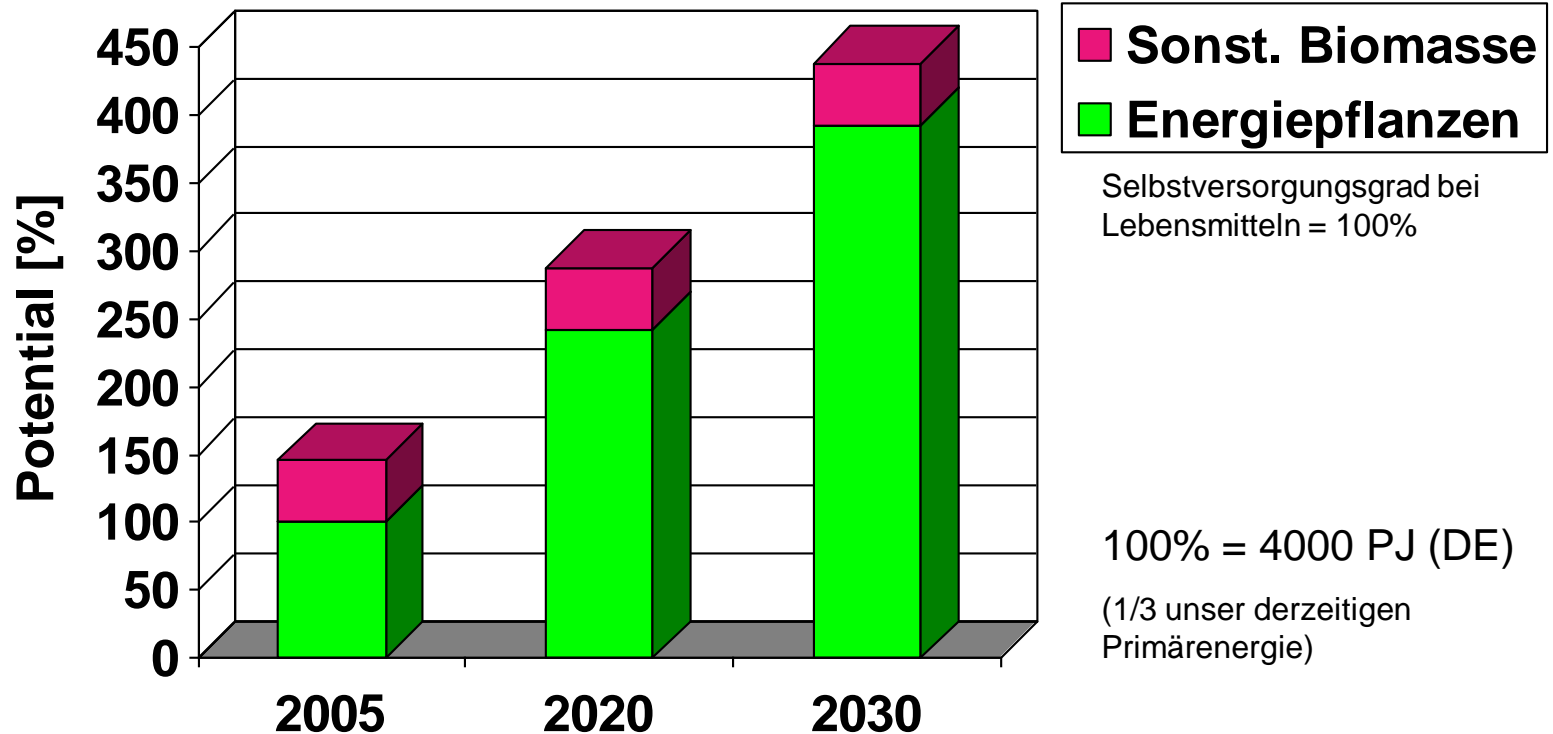
Ackernutzung gestern, heute und morgen - weltweit



Es gibt eine Vielzahl von Gründen für die derzeit explodierenden Lebensmittelpreise. Die Landnutzung für Bio-Treibstoffe in Höhe von 1-2% der genutzten Ackerfläche, kann nicht der alleinige Grund sein.



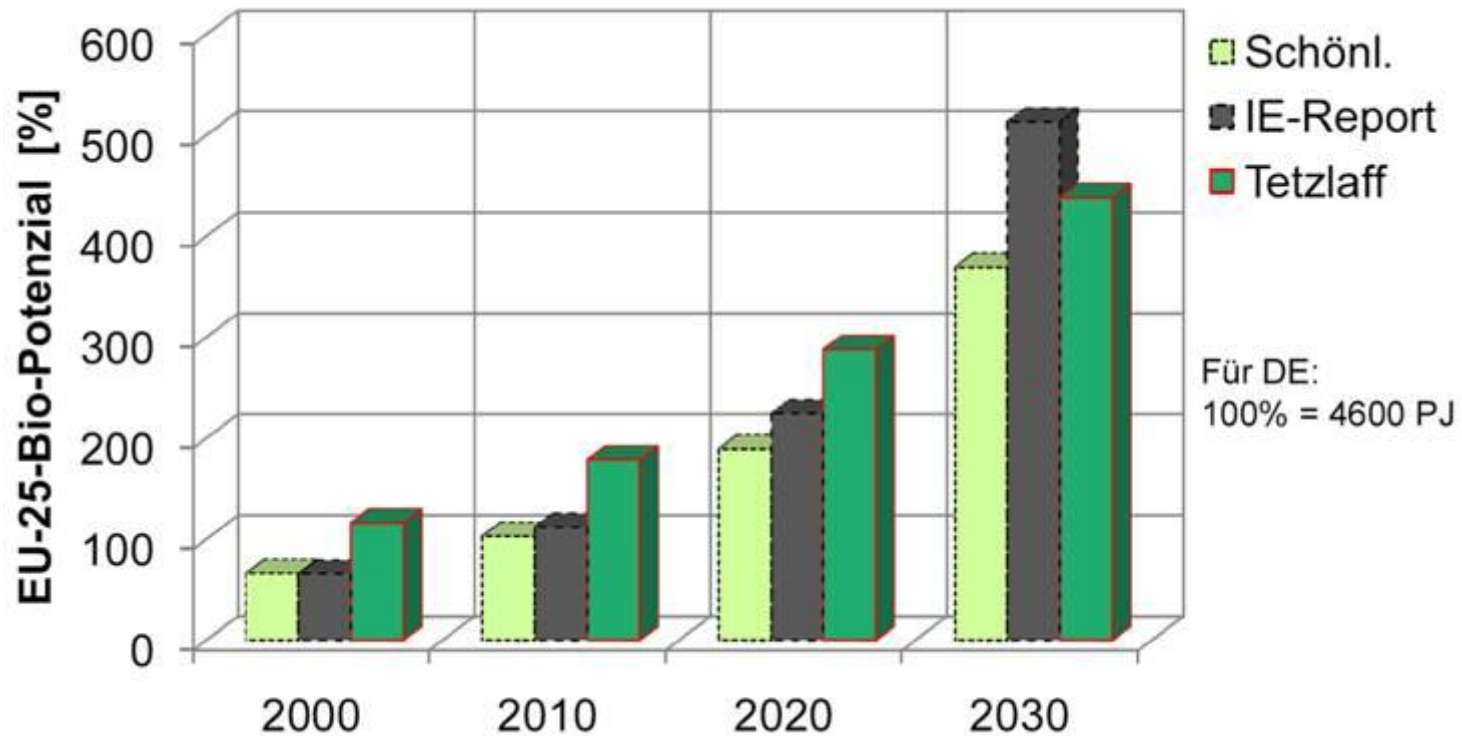
Bio-Potenziale für die Energieversorgung der EU



Auf den Feldern wächst mehr Energie nach als wir zum Ersatz aller atomaren und fossilen Energien benötigen



Potenzialabschätzungen in anderen Studien





Agrarexporte zu Dumpingpreisen



Die Industriestaaten geben **1 Milliarde US\$ pro Tag** aus, um die Landwirtschaft in der 3. Welt zu zerstören

Niemand auf der Welt kann unsere Preise unterbieten.

Wenn ein afrikanischer Bauer 16 Stunden am Tag schuftet und sein Gemüse zum Markt bringt, stellt er fest, dass EU-Gemüse zu einem Drittel des Preises angeboten wird. ... Wir sehen an das Elend, senken die Exportpreise und sammeln für „Brot für die Welt“.



Die Folgen des Agrarterrors



Landflucht und Verslumung der Städte

Verzicht auf Menschenrechte und Verkauf der Arbeitskraft zu Dumpinglöhnen, gegen die wir hierzulande konkurrieren müssen.

Die kleinen Steuerzahler in den westlichen Ländern finanzieren ihren wirtschaftlichen Niedergang also mit 1 Milliarde US\$/Tag.

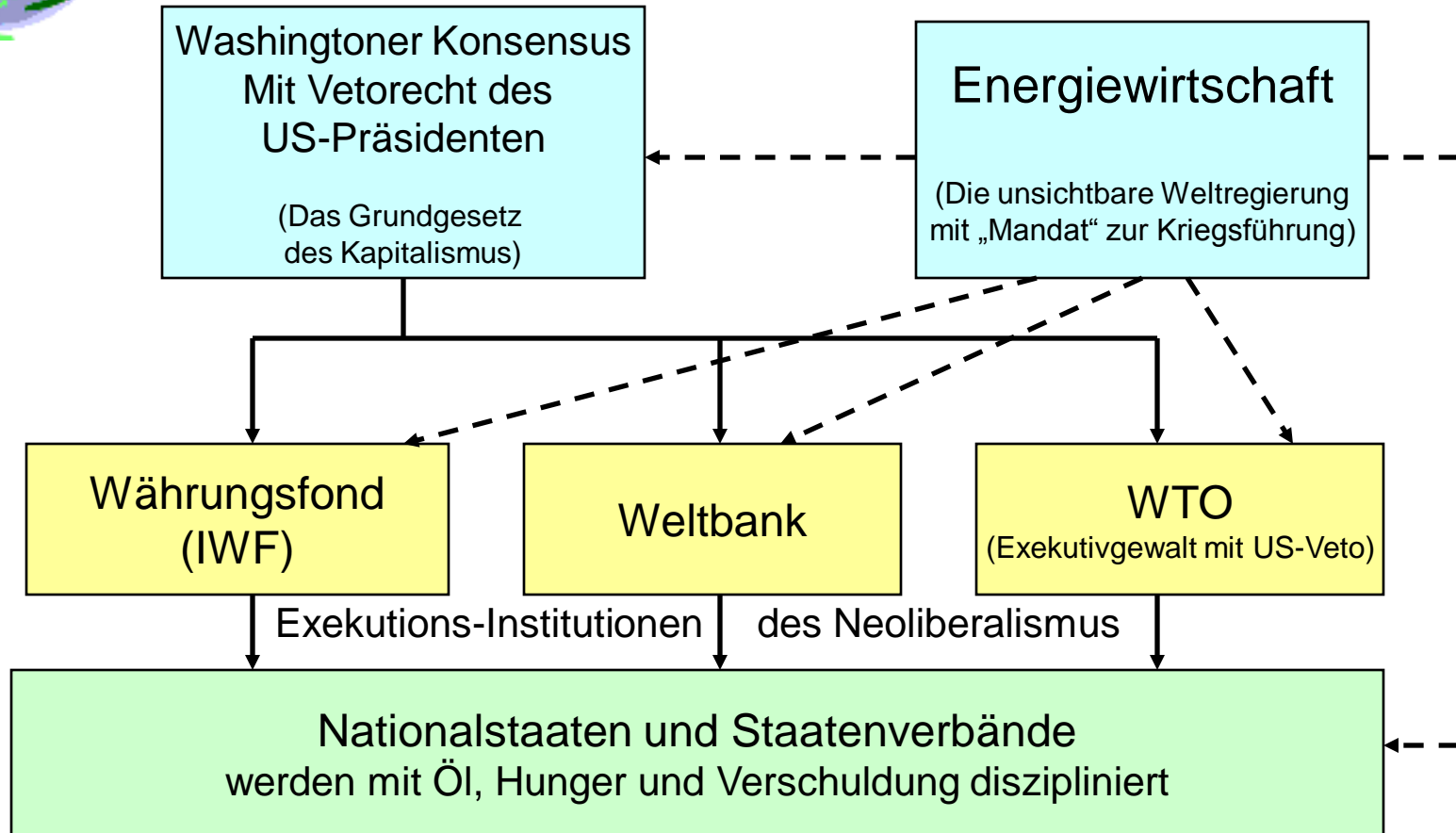


Die offizielle Abhilfe



Autistische Weltwirtschaft,

die wenig mit Wissenschaft und viel mit Ideologie zu tun hat



Wenn du brauchen Geld, wir dir leihen, wenn du machen dies und das – sonst Ohne Kredite für Öl stehen sofort alle Räder still. Deshalb werden auch brutalst mögliche Bedingungen der Liberalisierung durchgesetzt – mit verheerenden Folgen für die ganze Welt.

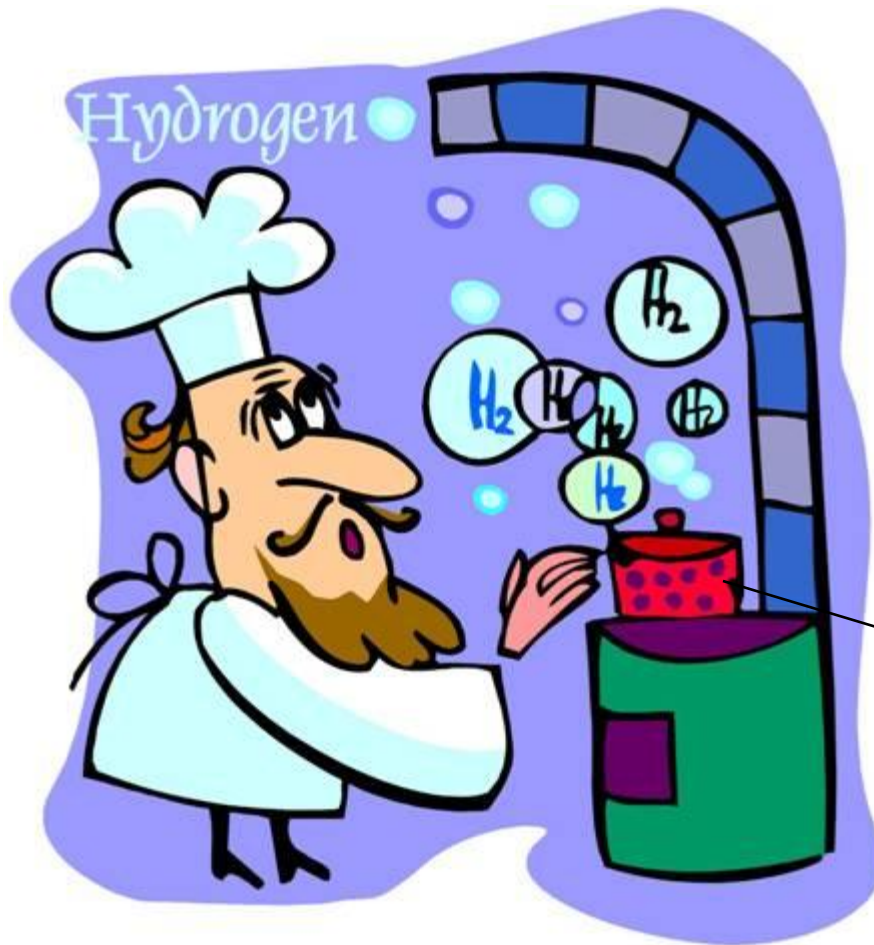


Mit anderen Worten

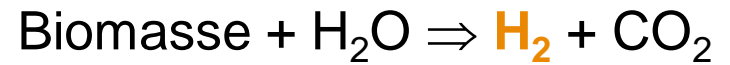
„**Ölwirtschaft ist das Gegenteil von Demokratie.** Die Ölwirtschaft unserer Zeit besteht aus Kartellen und ist stark verflochten mit anderen Schlüsselindustrien, wie z. B. der Autoindustrie, in die sie seit hundert Jahren investiert ist und dort stärksten Einfluss ausübt. Aufgrund enormer Finanzreserven kann sie auch ständig Druck auf Politiker ausüben, sie gar kaufen, wie momentan besonders gut in den USA zu beobachten ist. Diese Ölwirtschaft schürt Präventivkriege (Afghanistan, Irak, War on Terror etc.) und beugt die Demokratie. **Es ist ihr gelungen, alle Staaten der Erde unter ihr Joch zu bringen,** denn es besteht eine globale Abhängigkeit vom Öl und damit von der Öl-Wirtschaft. Die Öl-Konzerne (Öl-Kartelle) sind also die Hauptverantwortlichen für die Klimakatastrophe.“



Wasserstoff-Zauberformel



Chemischer Prozess:

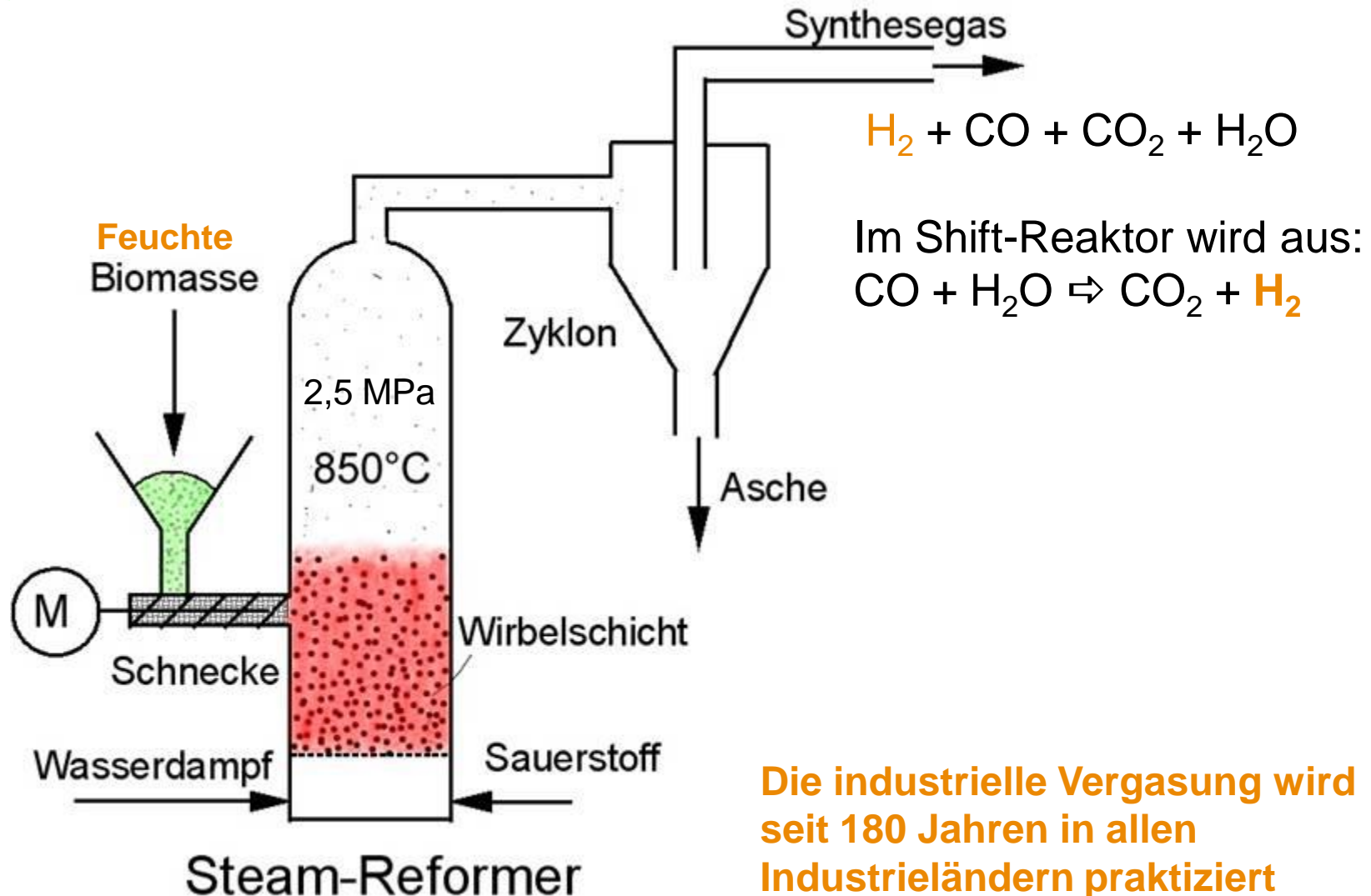


350 bar
620 °C

Diese Vergasung in überkritischen Wasser erfordert noch erhebliche F&E-Anstrengungen. Eine zuverlässige Kostenschätzung ist noch nicht möglich.



Wasserstoff-Herstellung

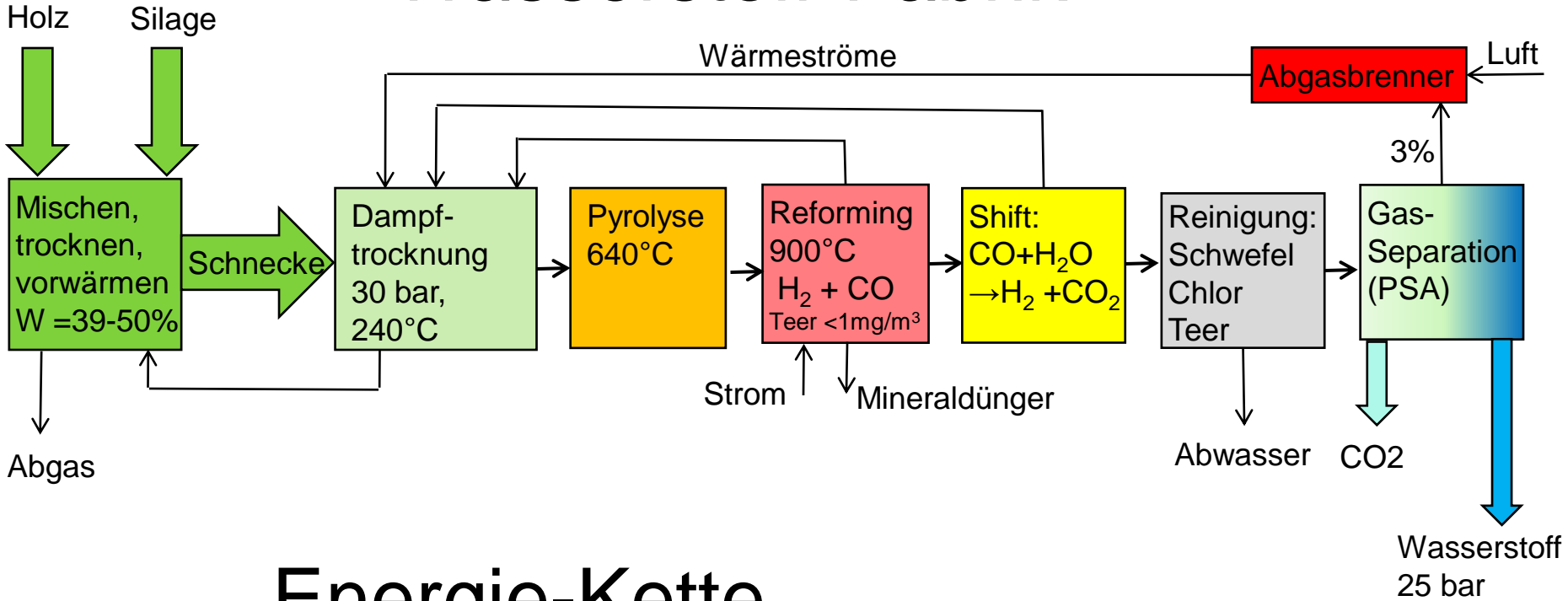


Die industrielle Vergasung wird seit 180 Jahren in allen Industrieländern praktiziert

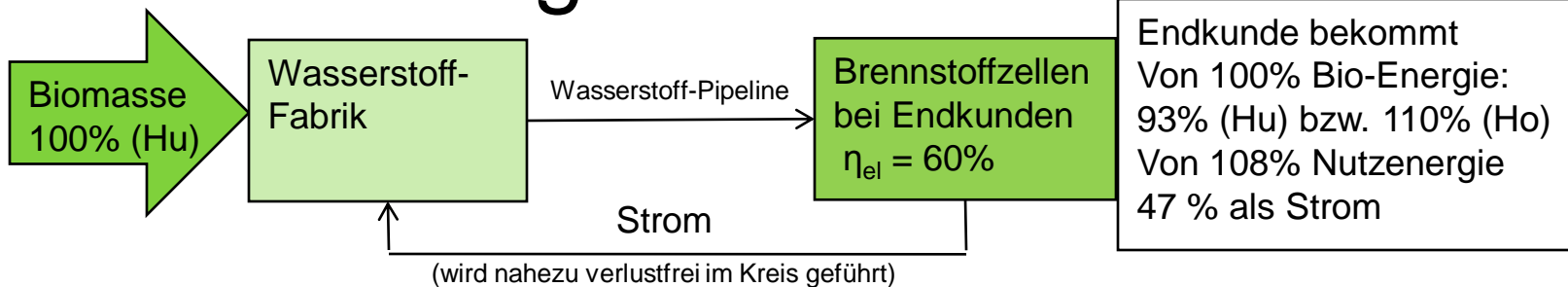


Herstellung und Verwendung von Wasserstoff

Wasserstoff-Fabrik

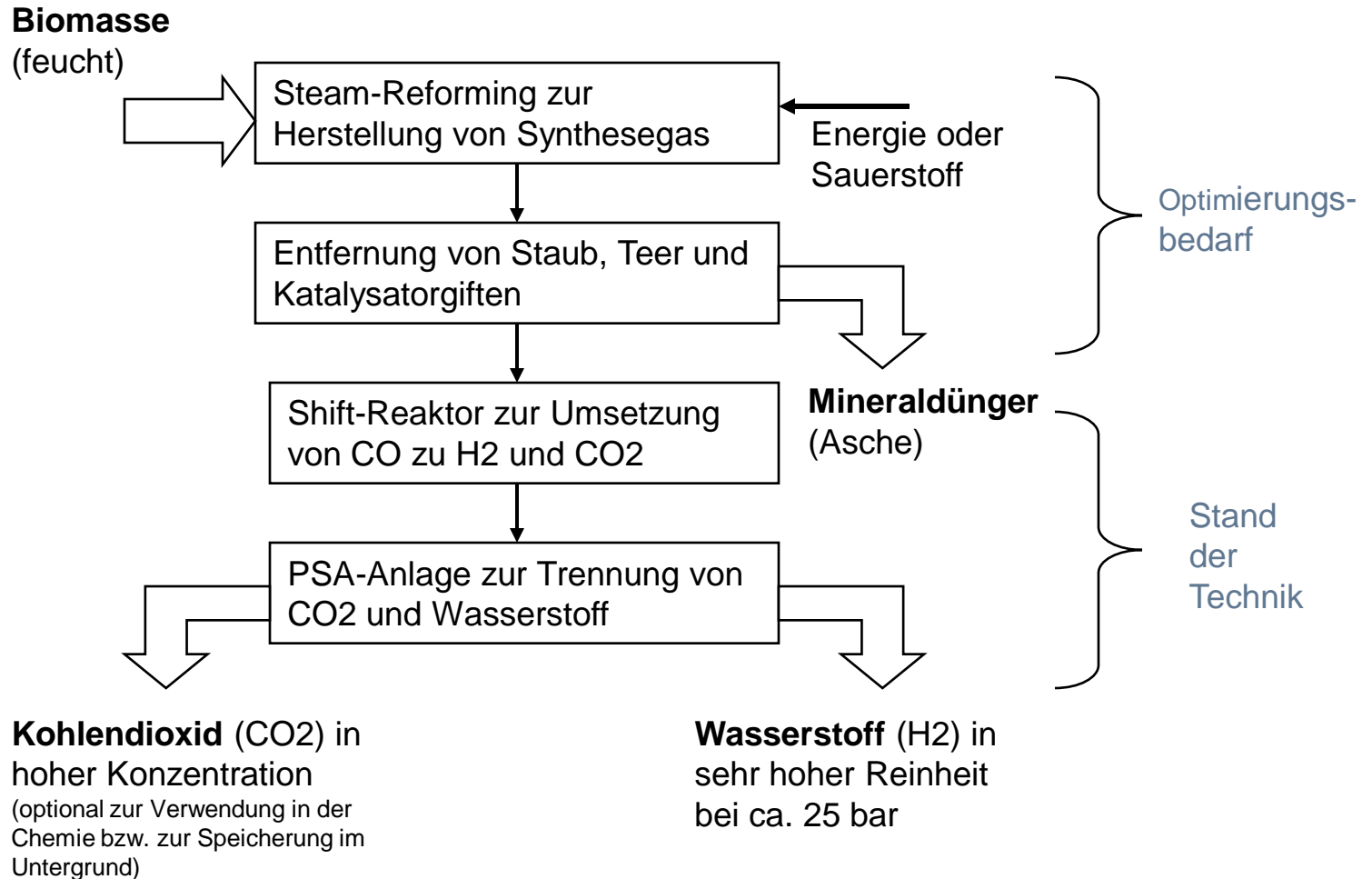


Energie-Kette



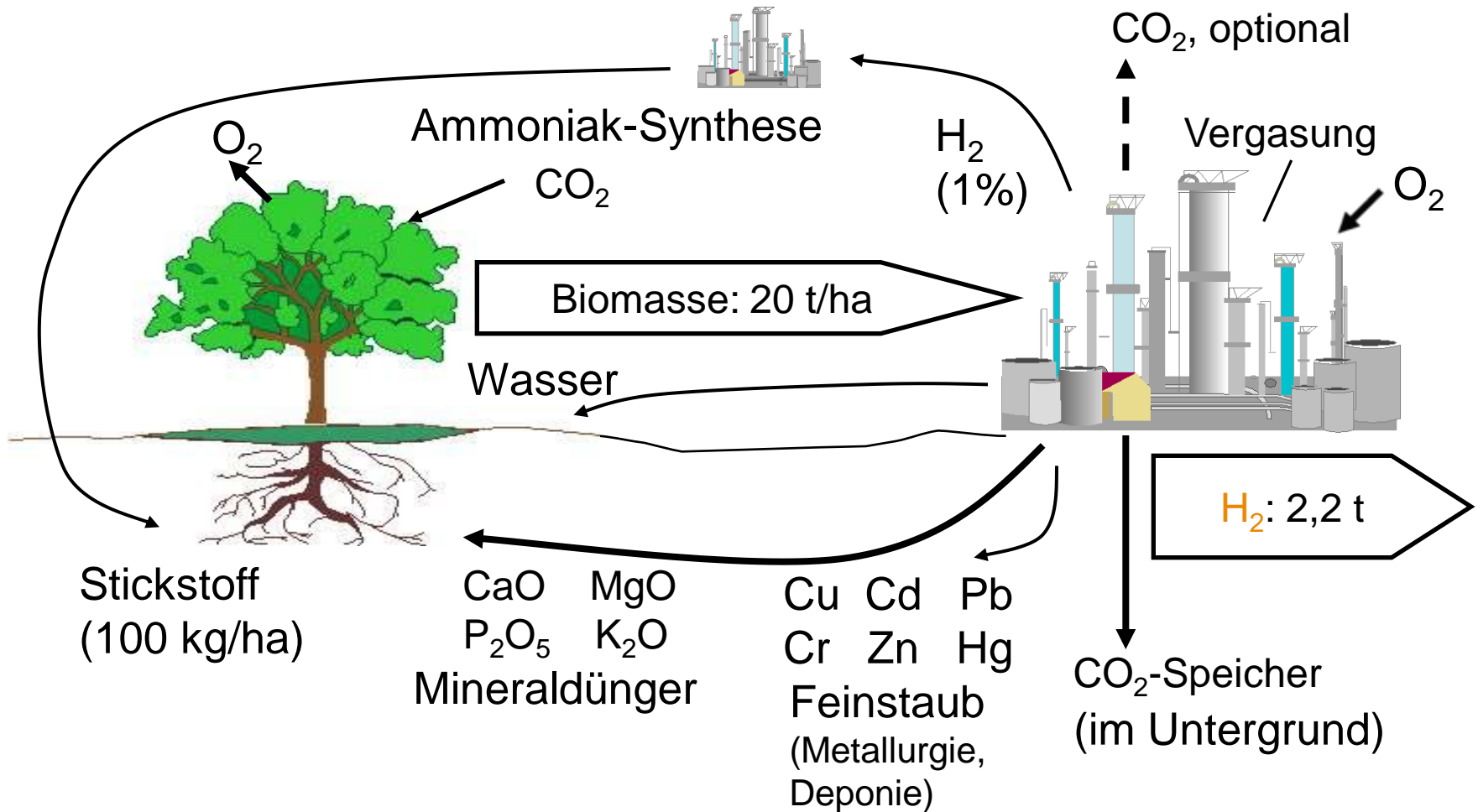


Wasserstoff-Herstellung mittels Steam-Reforming



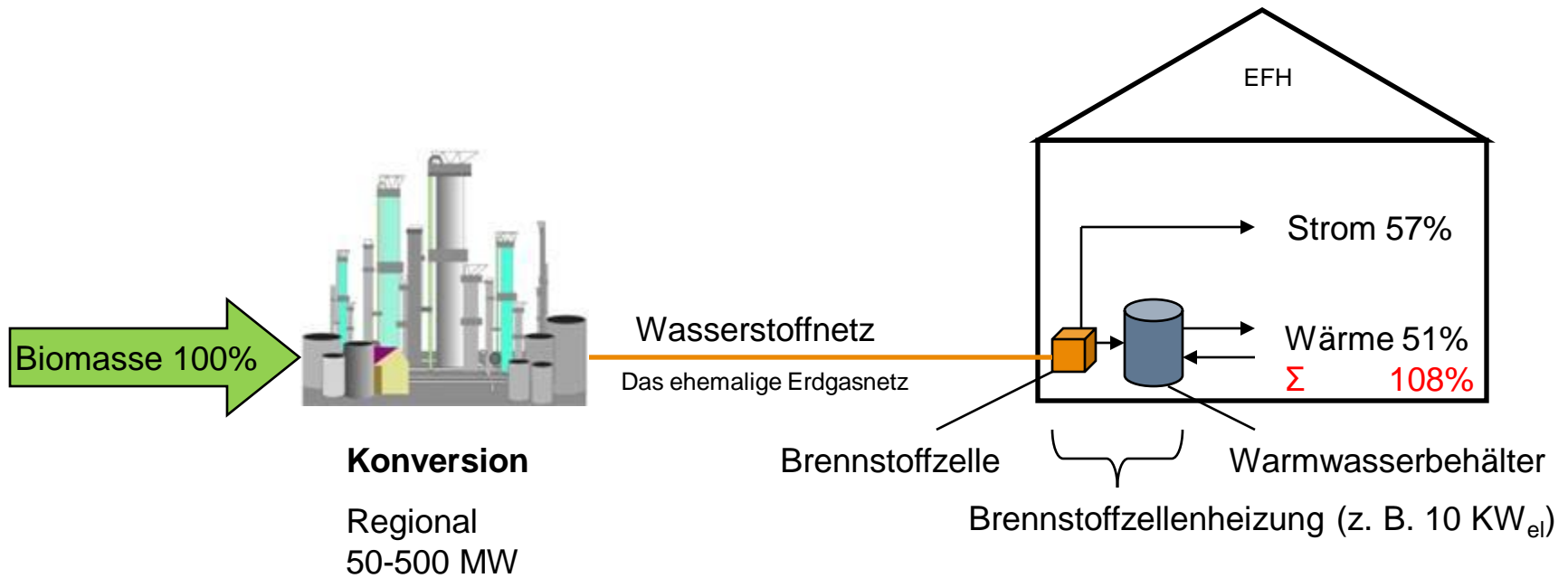


Stoffkreislauf: thermische Vergasung





Versorgungs-Schema



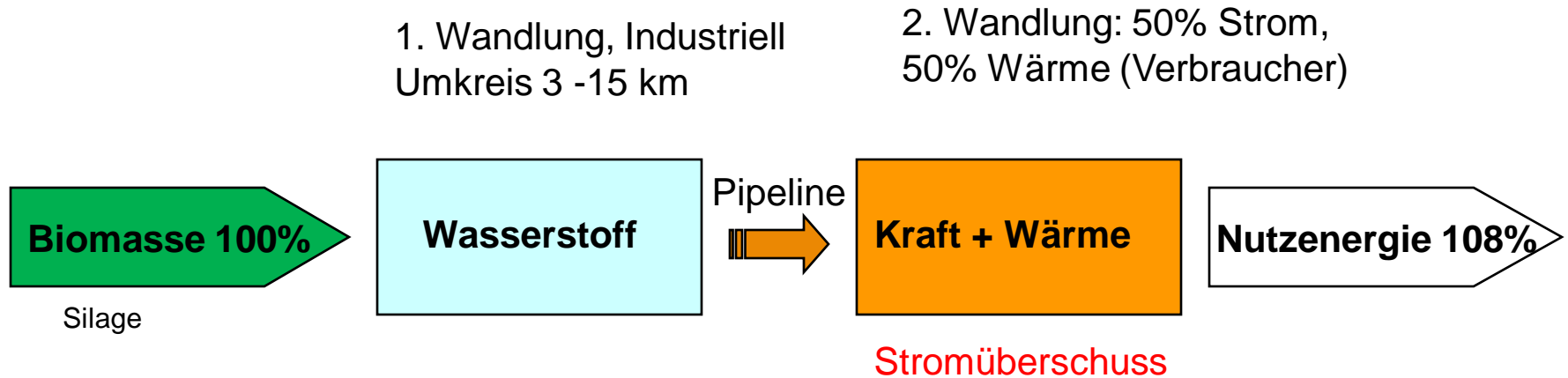
Mit 50 MW ¹⁾ kann man ca. 21.600 Haushalte ²⁾ versorgen

¹⁾ Landwirte im Umkreis von 4 km (5.000 ha) pflanzen zur Hälfte Energiepflanzen (30 t/ha) an und versorgen damit die Wasserstoff-Fabrik

²⁾ 3.500 kWh Strom, 15.000 kWh Wärme



Effizienz der Energiekette

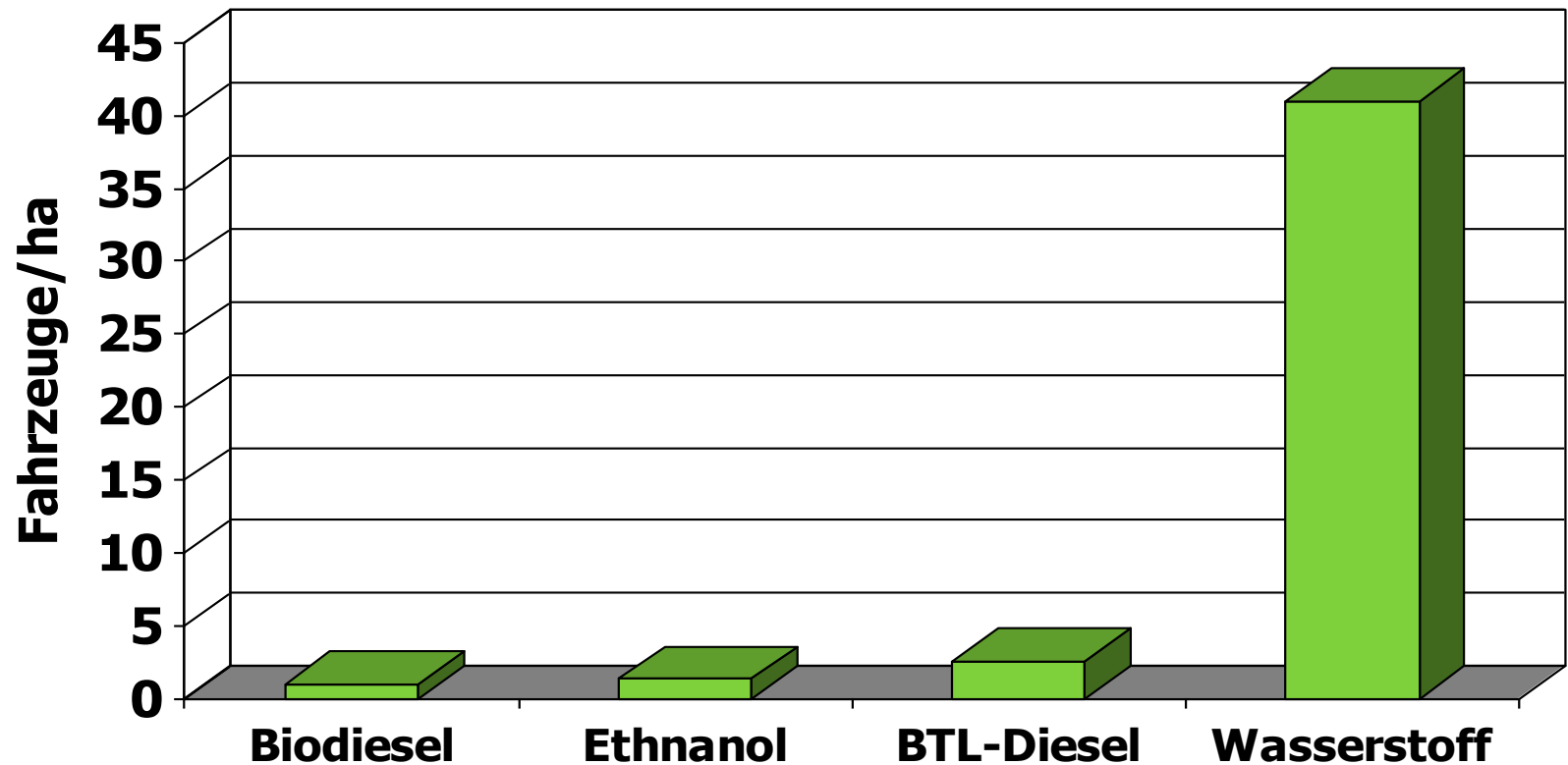


Der Handel mit Strom bricht zusammen, weil nahezu jeder zu viel davon hat.

Der Stromanteil in unsere Energiewirtschaft beträgt ca. 20%. Das gilt auch für den Durchschnittshaushalt.



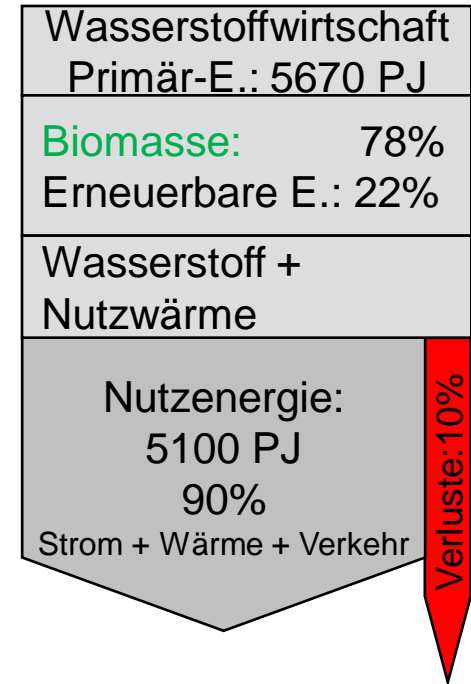
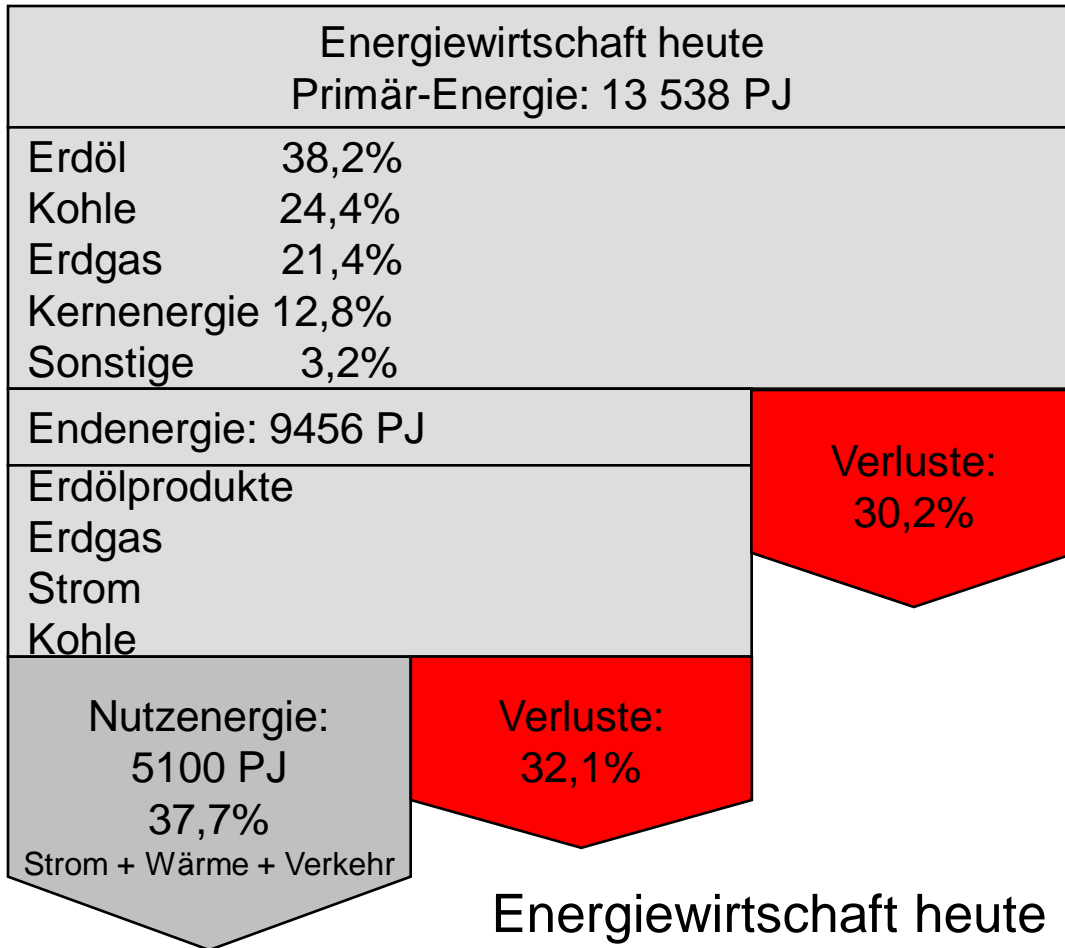
So viele Fahrzeuge je ha



20 000 km/a; Verbrauch: 6 l/100 km Dieseläquivalent; 0,26 kg/100 km H₂; (Quelle: Motortreibstoffe: VW, H₂: Tetzlaff)



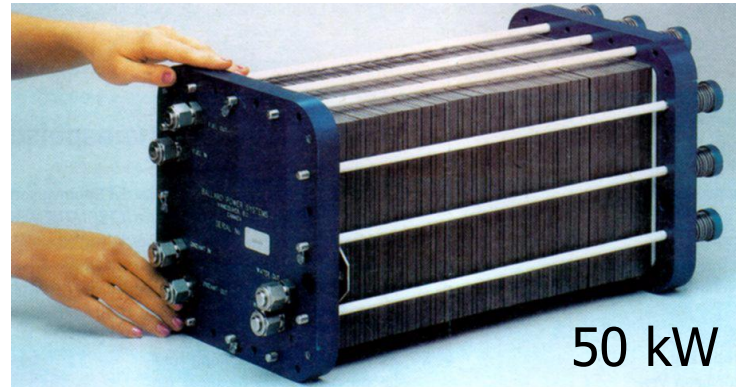
Energie-Effizienz



Wasserstoffwirtschaft



Brennstoffzellen als Schlüsselement

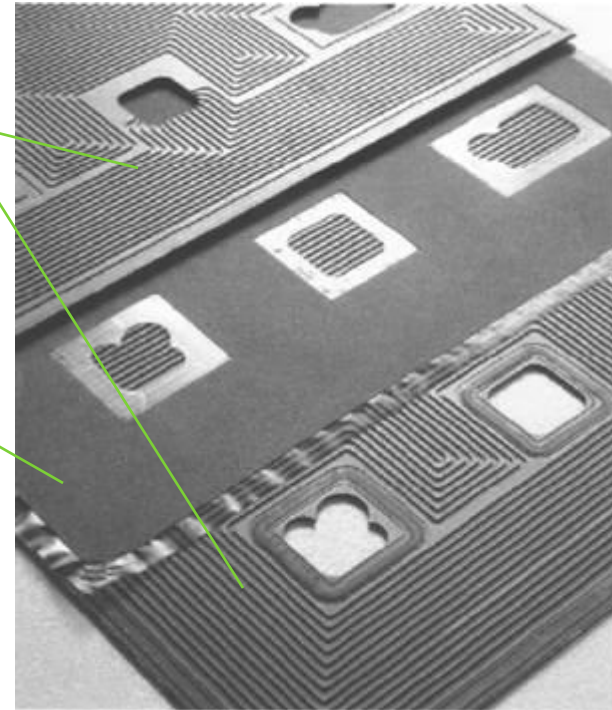
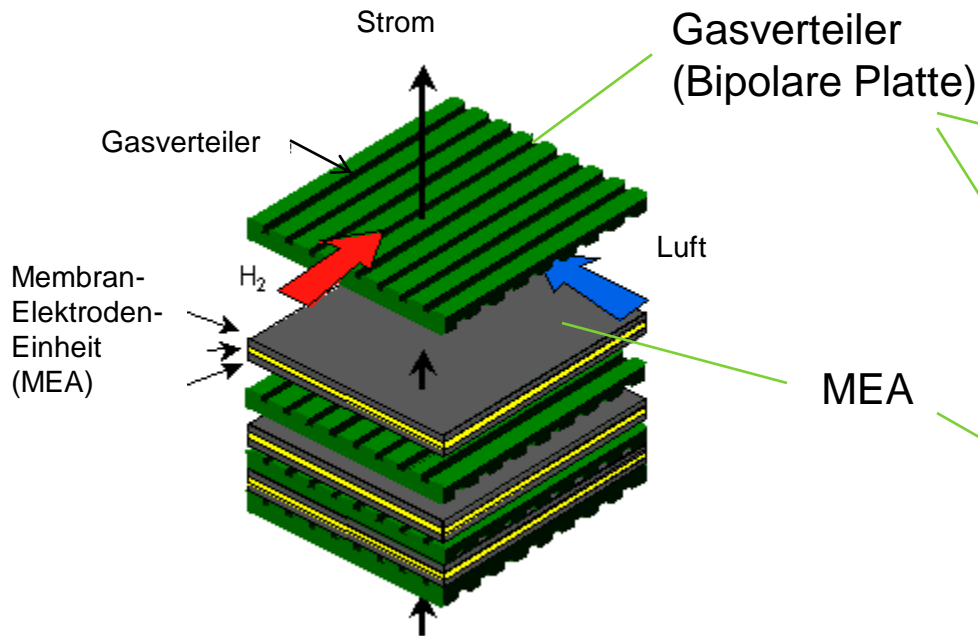


Eine Brennstoffzelle kostet heute (April 2008) bei einem Auftragsvolumen von ca. 4.000 Einheiten je 8 kW, ca. 500 US\$ je installiertes kW. Bei einer Verdoppelung des Auftragsvolumens wird sich der Preis halbieren.

Quelle: Ballard



Aufbau einer Brennstoffzelle (PEMFC)



Das wichtigste und teuerste Teil ist die MEA.

Würde man eine bestehende deutsche Fertigungsanlage zur Beschichtung von Folien für die Produktion von MEA's für 2 Tage ausleihen, so könnte man eine Kraftwerkskapazität von 1.000 MW herstellen (Typ Biblis A). Und kosten würde das soviel wie der Bauzaun um das Atomkraftwerk.



Henne-und-Ei-Problem?



Nach Planungen von Regierung und Industrie soll die Brennstoffzelle zuerst in Fahrzeugen eingesetzt werden. Wasserstoff soll zunächst in flüssiger Form (-253°C) an die Tankstellen geliefert werden. Später (2050) soll ein zusätzliches Pipeline-System für Tankstellen installiert werden.

Die Automobilindustrie baut keinen Wasserstoffautos, weil es keine Wasserstofftankstellen gibt. Wasserstofftankstellen werden nicht gebaut, weil es keine Wasserstoffautos gibt.

Woher der viele Wasserstoff kommen soll, ist ungeklärt.

Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen sind nur in Nischen vorstellbar (Camping, Laptops). Stationäre Brennstoffzellen sollen mit Erdgas arbeiten können, so der offizielle Plan des industriegeleiteten Strategierates der Bundesregierung

Vorschlag Tetzlaff:

Man bringe zuerst Wasserstoff in das Erdgasnetz. Eine Tankstelle wird daran genauso angeschlossen wie ein Wohnhaus oder ein Industriebetrieb. Da Bio-Wasserstoff billiger ist als Erdgas und sich die Anschaffung von Brennstoffzellen lohnt, wird das Henne-und-Ei-Problem irrelevant.



Ökologische Bewertung

Zweikulturnutzungssystem:

Natürliches Öko-System	Konventionelles Agrar-System	Ökologischer Landbau	Energiepflanzen Ökosystem
Artenvielfalt	Monokulturen	Monokulturen, Pflanzenschutz durch mech. Bearbeitung	Artenvielfalt , Arten- u. Sortenmischung, Tolerierung v. Wildpfl.
Biotop-Verbundsystem	Keine Biotope, offene Nährstoffkreisläufe	Keine Biotope	Biotope wieder herstellbar
Geschütztes Grundwasser	Grundwasser-Gefährdung	Grundwasser-Gefährdung	Grundwasserschutz Verzicht auf Pestizide, Dauerbegrünung
Geschützter Boden	Bodenbearbeitung, Humusabbau und geringe Biodiversität	Intensive Bodenbearbeitung zur Unkrautkontrolle, gute Humuswirtschaft	Bodenschutz durch minimale Bodenbearbeitung u. Direktsaat, geringer Humusabbau

Der Anbau von Energiepflanzen nach dem Zweikulturnutzungssystem führt zu einem besseren Umwelt- u. Naturschutz als der Öko-Landbau



Vergleich biologisch / chemisch



Biologisch 5 MW

Biogas (Methan)



Hauptreaktor:
1,6 m
Durchmesser

Wasserstoff

Thermochemisch 200 MW



Wasserstoff-Tarife

	Bezogen auf Heizwert (netto)	Bezogen auf Brennwert* (netto)
Herstellkosten (500 MW)	2,5 Cent/kWh	2,1 Cent/kWh
Industrie-Tarif	2,8 Cent/kWh	2,4 Cent/kWh
Haushalts-Tarif	3,2 Cent/kWh	2,7 Cent/kWh
Tankstelle 700 bar	4,1 Cent/kWh	

* Die Gasversorger beziehen ihre Tarife auf den Brennwert

Wasserstoffpreis:

Landwirt = 2,0

Kapital = 0,5¹⁾

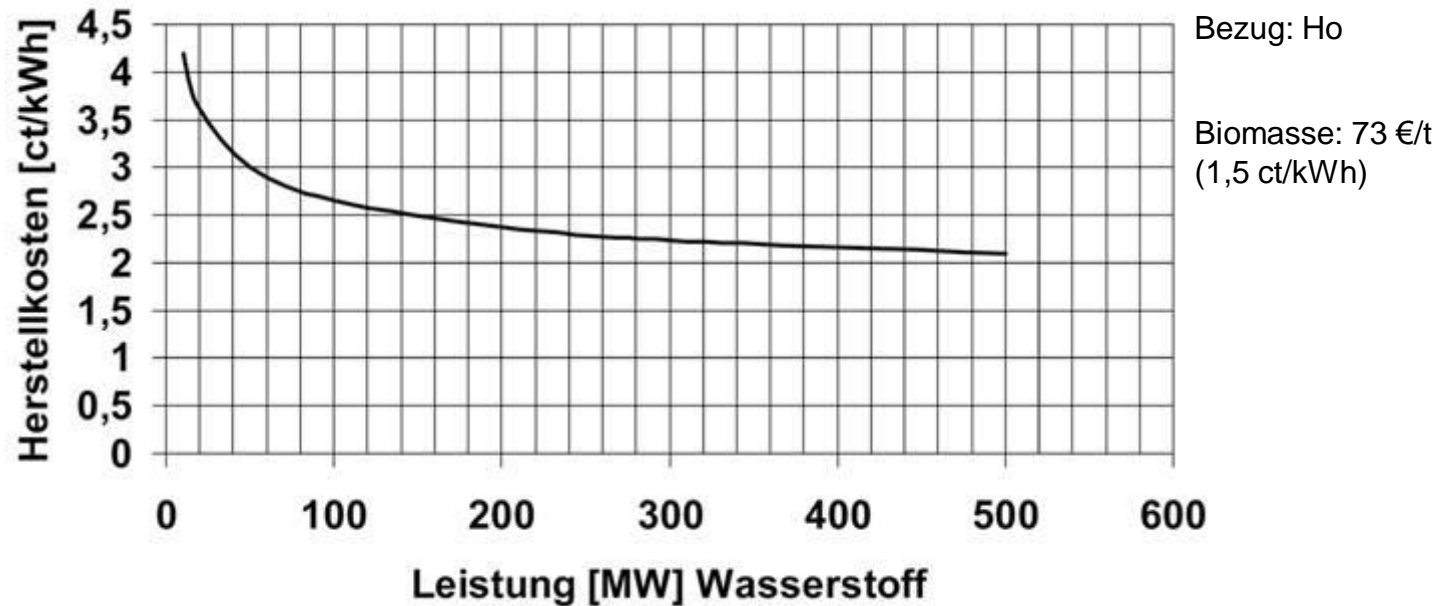
¹⁾ Bei einer 50 MW Fabrik = 1,5 ct/kWh

2,5 Cent/kWh = 80% Wertschöpfung durch den Landwirt allein

2 ct/kWh = 100 €/t (Trockenmasse) = 32 €/bbl Rohöl = 50 US\$/bbl



Herstellkosten von Wasserstoff

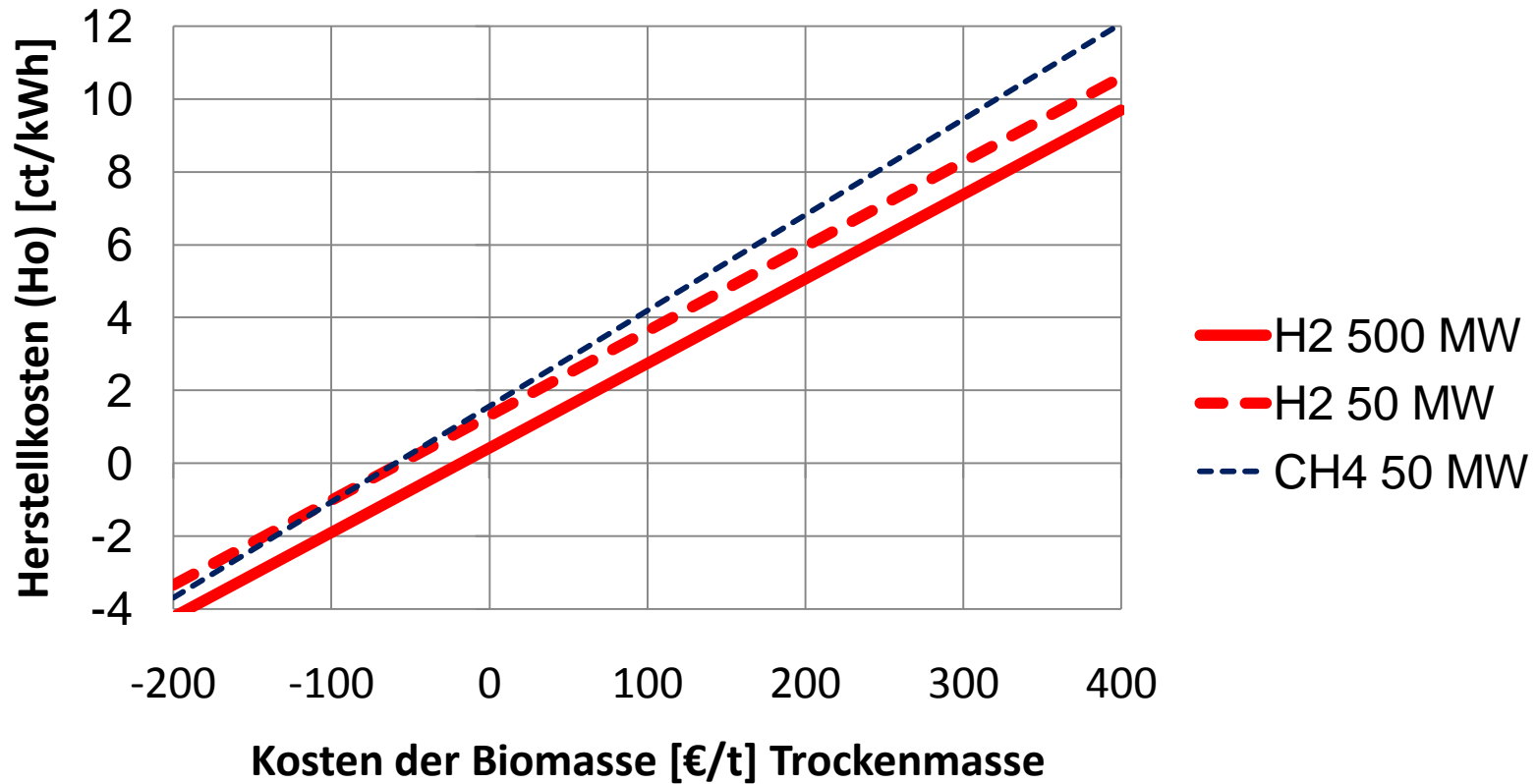


Haushaltstarif: Herstellkosten + 0,7 ct/kWh (Netzkosten, Messkosten, Vertriebskosten)

Zum Vergleich: Haushaltstarif für Erdgas in III/2006 ca. 6 ct/kWh (ohne MwSt.)

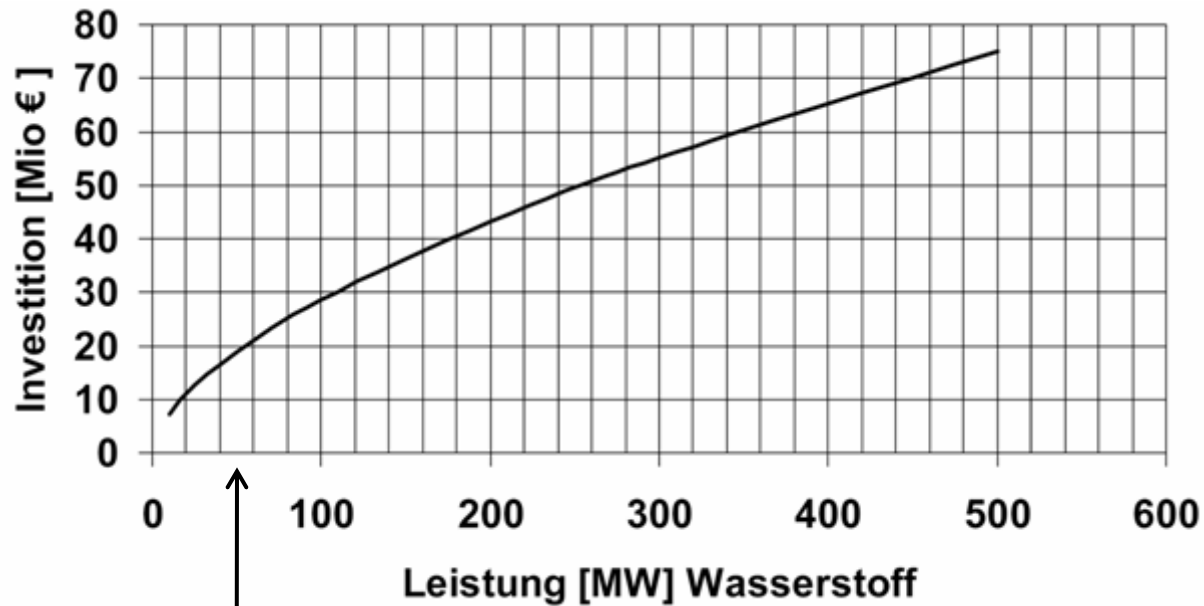


Einfluss der Rohstoffkosten





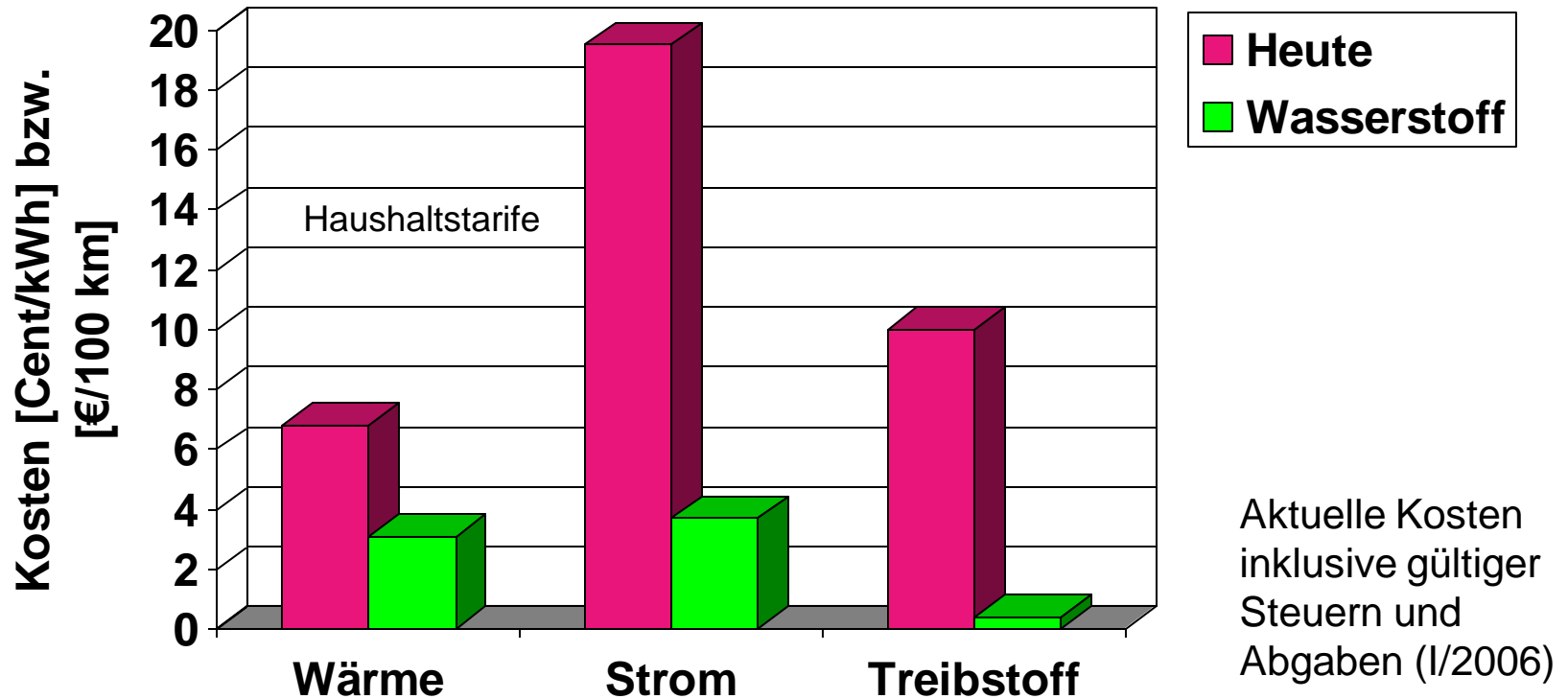
Investition Wasserstoff-Fabrik



Kleinste technisch
beherrschbare
Anlagengröße
(druckaufgeladen)



Energiepreise in Teilmärkten



Eine grüne Wasserstoffwirtschaft kann auch ohne Brennstoffzellen beginnen – durch Auswechseln der Brennerdüsen



Investitionsalternativen 2005-2020

Business as usual	Mrd. €	Grüne Wasserstoffwirtschaft	Mrd. €
Reparatur und Erneuerung von konventionellen Kraftwerken und Stromnetzen	200	Wasserstofffabriken	25
Anteil der Erneuerbaren Energien bis 2020 auf ca. 20% anheben (Essener Deklaration)	200	Gasnetzausbau	10
Sanierung von Gebäuden zur Reduzierung des Energieverbrauchs	1000	Energiesparen nicht erforderlich	
Summe	1400	Summe	35

Eine Investition von 35 Mrd. € für die Installation der kompletten Wasserstoff-Infrastruktur ist in wenigen Jahren zu leisten (inklusive Brennstoffzellen)

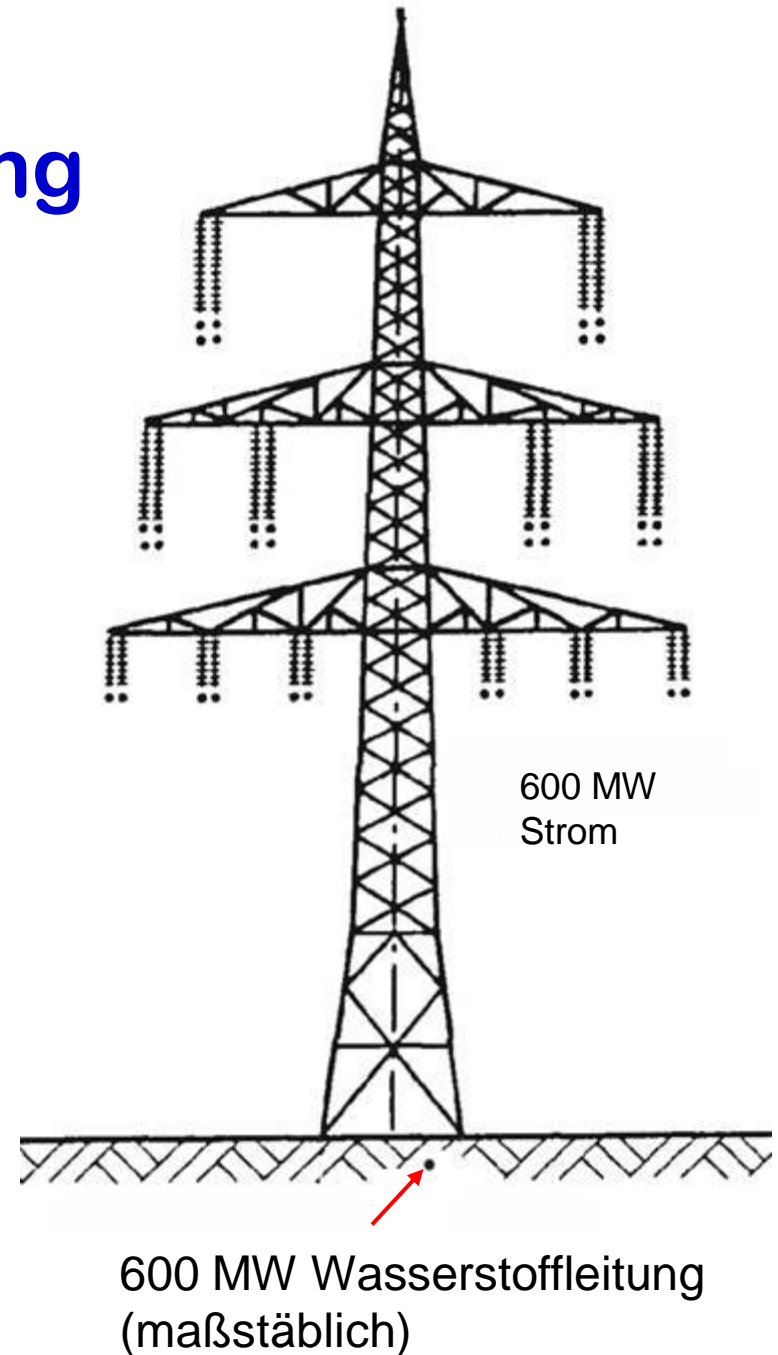


Energie-Verteilung

Ein einziges Netz ist für die Verteilung von Energie ausreichend: Wärme, Strom, Treibstoffe.

Im Vergleich zu einem Rohrnetz, ist die Energieverteilung über ein Stromnetz 10-mal teurer

Da bei fast jedem Endverbraucher ein hoher Überschuss von billigem Strom vorhanden ist, fehlt für einen Handel mit Strom die Geschäftsgrundlage.





Nicht wettbewerbsfähig



Brennstoffzellenheizung (Herst.+Transport) = $2,5 + 0,7 = 3,2$ Cent/kWh

Netzstrom (Herst.+Transport) = $4 + 8 = 12,0$ Cent/kWh

(Haushaltstarif, jeweils ohne Steuern und Abgaben)



In stiller Trauer



Beerdigung 1. Klasse mit dem letzten € aus den Rücklagen.
Für die Entsorgung sorgt der Steuerzahler



Wie beginnen?

Konzept A: Wasserstoff

- Wasserstoff an ausgewählte Kunden liefern
- Die Kunden erzeugen daraus Strom mit Brennstoffzellen, die eine elektrische Leistung von 10 bis 150 kW haben und von der Wasserstoff-Fabrik gesteuert werden.
- Der Strom wird in das Netz eingespeist und mit ca. 24 ct/kWh nach EEG abgerechnet - **bis die Netze glühen.**
 - Während der Revisionszeit der Anlage (Sommer) beziehen die Kunden Strom aus dem Netz..

Konzept B: Herstellung von Methan aus Wasserstoff (SNG)

- Methan für ca. 4 ct/kWh erzeugen und für 5-8 ct/kWh an netzferne Erdgas-BHKW-Kunden verkaufen.
- Die BHKW's können dann den Strom für ca. 15 ct/kWh einspeisen und die Wärme verwerten. Die Methan-BHKW's haben wegen „A“ keine Zukunft.



Betreiber-Nutzer-Modell

Eine Wasserstoff-Fabrik mit einer Leistung von 54,3 MW Wasserstoff (H₂) liefert den Wasserstoff an 3270 Haushalte.

Die Haushalte bekommen Strom und Wärme umsonst. Die Brennstoffzellen-Heizungen werden von der Fabrik gestellt.

Investition	Mio. €
Wasserstoff-Fabrik (Prototyp)	40
3270 Brennstoffzellen-Heizungen zu je 10 kW _{el}	17

Input	
Biomasse 10 t/h (TM)	100 €/t
Netzstrom 6,24 MW	8 ct/kWh

Output	
Strom 32,7 MW, davon werden 31,3 MW verkauft	24 ct/kWh
Wärme 30,2 MW	-

Gewinn und Verlust	Mio. €/a
Stromverkauf nach EEG	+60
Biomasse	- 8
Fremdstrom	- 4
Abschreibung + Reparatur	- 8,6
Personal + Sonstiges	- 2
Netzmiete	- 0,3
Gewinn	+37,1

Die Rendite auf das eingesetzte Kapital beträgt 65%. Das eingesetzte Kapital ist in 1 ½ Jahren zurückgeflossen.

Bei diesem Modell geht ca.80% der Wärme verloren



Übergang zu echten Wasserstoffwirtschaft

Das „Betreiber-Nutzer-Modell“ wird – wie alle Kraftwerke heute - stromgeführt betrieben.

Wenn diese Minikraftwerke mehr Strom erzeugen als das Land* braucht, erfolgt der Übergang zur wärmegeführten Energiewirtschaft. Weil dabei mehr Strom produziert wird als man eigentlich braucht, wird der „Abfallstrom“ verheizt.

Eine wärmegeführte Energiewirtschaft ist daher prinzipiell verlustfrei.

Für das Wasserstoffnetz werden dann Untertagespeicher benötigt.

Das bestehende Erdgasnetz ist ohne grundlegende technische Modifikationen auf Wasserstoff umstellbar. Im Erdgasnetz sind ausreichend viele Untertagespeicher vorhanden.

* Es kann sich dabei auch um einen Landkreis handeln, falls im Gasnetz ein Speicher vorhanden ist.



Danke für die Aufmerksamkeit

Weitere Informationen:

Wasserstoff für alle – wie wir der Öl-, Klima-, und Kostenfalle entkommen

ISBN 978-3-837-6116-1

www.bio-wasserstoff.de

Blumen statt Blut für Öl

