

Wasserstoff als zukünftiger Energieträger

Ein Brennstoff für alle – und alles

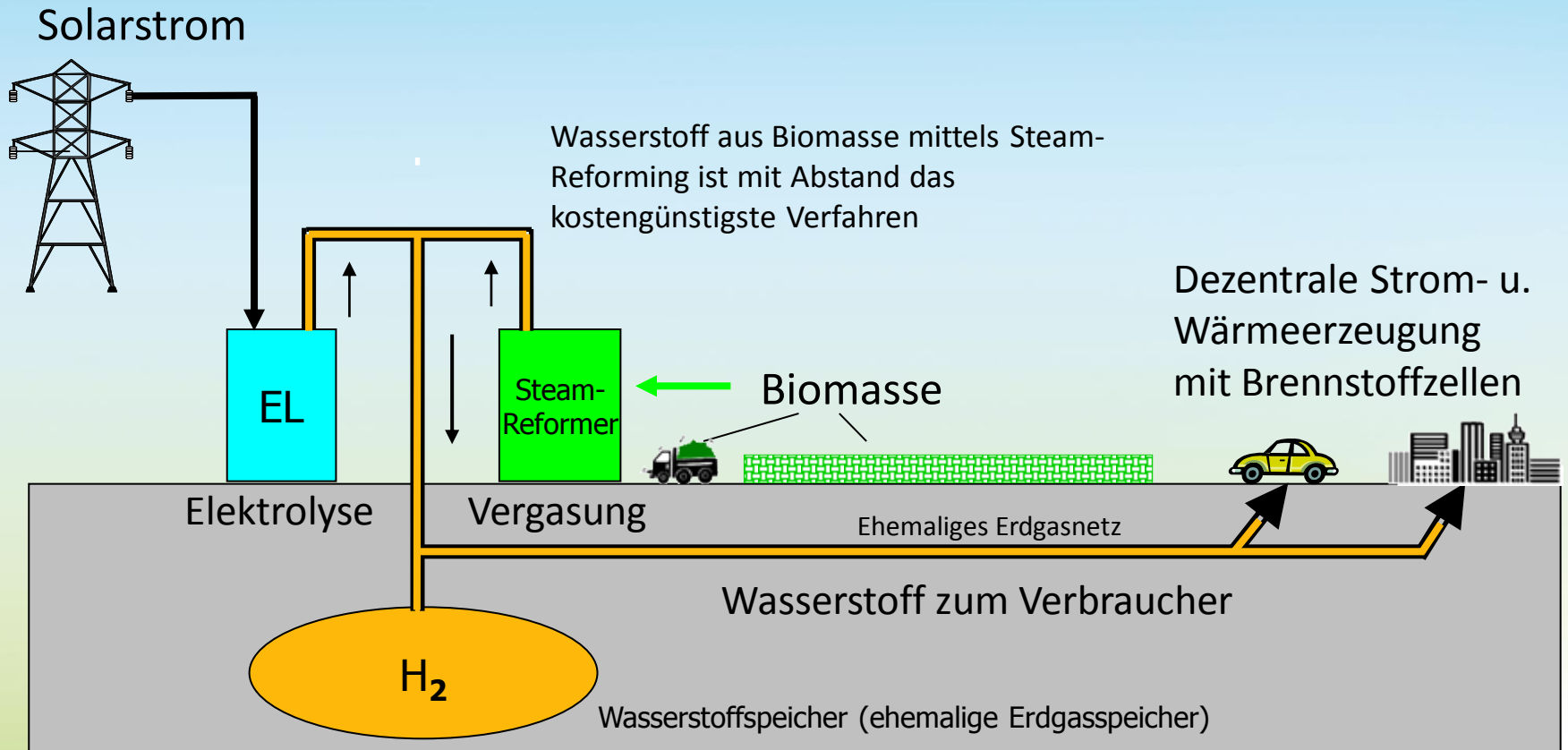
Hochschule Darmstadt, den 11. November 2010
Karl-Heinz Tetzlaff
tetzlaff@h2-patent.eu



Postfach 13 61; 49182 Bad Iburg

Echte grüne Wasserstoffwirtschaft:

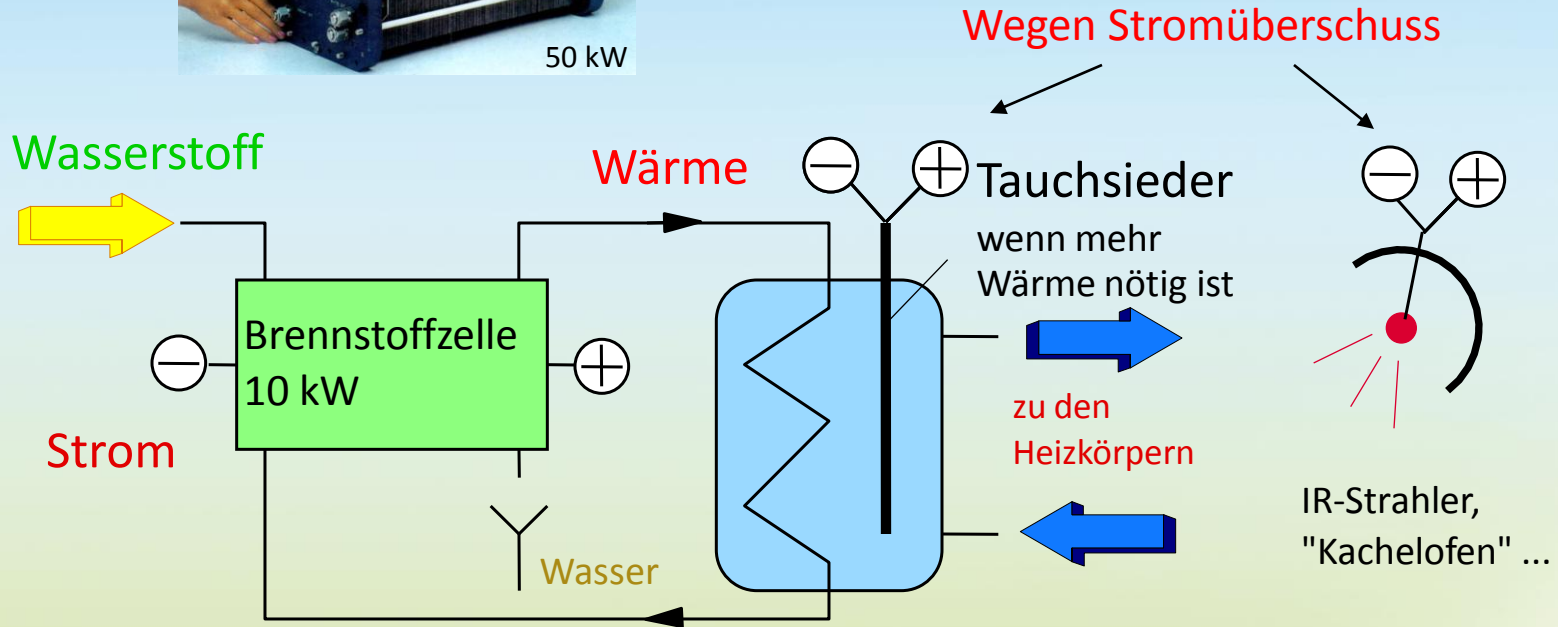
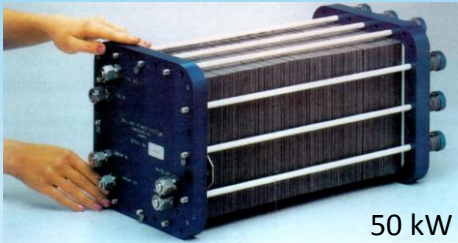
Wasserstoff zum Endverbraucher



- Systembedingter Stromüberschuss, daher
- Wärmegeführte Energiewirtschaft **ohne Energieverluste**



Brennstoffzellenheizung mit Wasserstoff



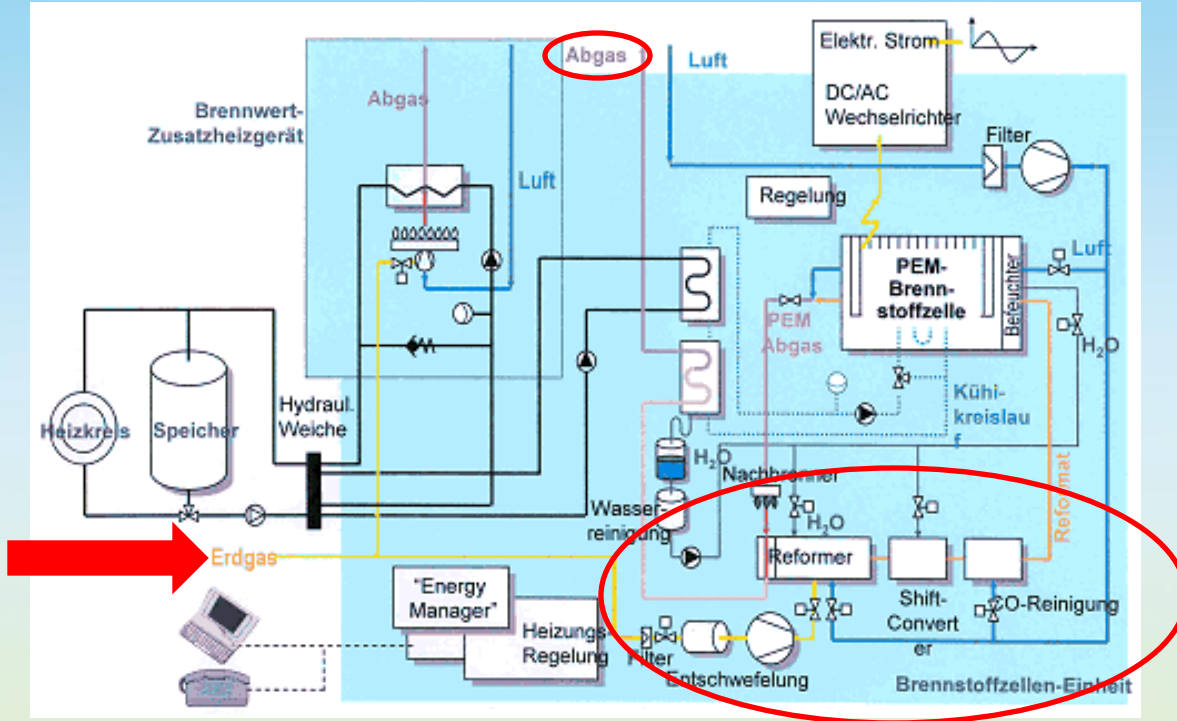
Die Brennstoffzelle hat die Funktion eines Brenners, der den Wasserstoff je zur Hälfte in Strom und Wärme wandelt.

Räume werden nur bei Bedarf elektrisch beheizt.

Brennstoffzellensysteme kosten bei Massenfabrikation von 100.000 Stück ca. 50 €/kW_{el}. Es wird eine Standzeit von 100.000 h erwartet. (Final Report Roads2HyCom 2009)



Die sogenannte Brennstoffzellenheizung



In der „veröffentlichten Meinung“ ist eine Brennstoffzelleheizung in Wirklichkeit eine teure Kombination einer Wasserstoff-Fabrik mit der eigentlichen Brennstoffzelle im Erdgasnetz . Das Konzept weist folgende Merkmale auf:

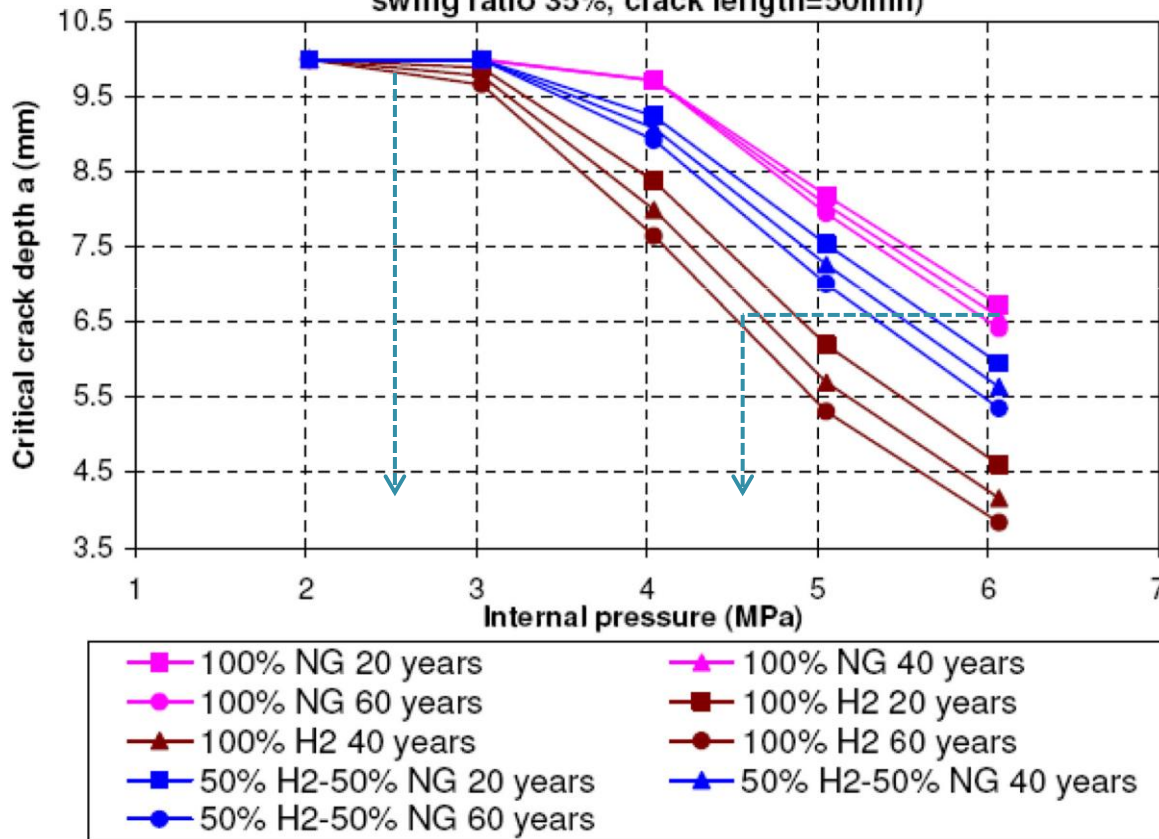
- niedriger maximaler Wirkungsgrad (25%)
- begrenzte Regelbarkeit (bei Teillast von 25% „geht der Ofen aus“)
- träge Reaktion erfordert Anbindung an ein Stromnetz

Eine echte Brennstoffzellenheizung ist an ein Wasserstoffnetz angeschlossen, kann bei hohem Wirkungsgrad (60%) jeder Lastanforderung augenblicklich folgen und benötigt daher keine Netzanbindung



Wasserstoff in Erdgasleitungen

Critical initial crack depth a v.s internal pressure (X52, pressure swing ratio 35%, crack length=50mm)



Quelle: DBI^{GUT}; aus NATURALHY-Endbericht 2009

Konsequenzen für X52:

Absenkung des Drucks um 25%,
oder Zugabe von 500 ppm O₂,
oder Verkürzung der
Inspektionsintervalle

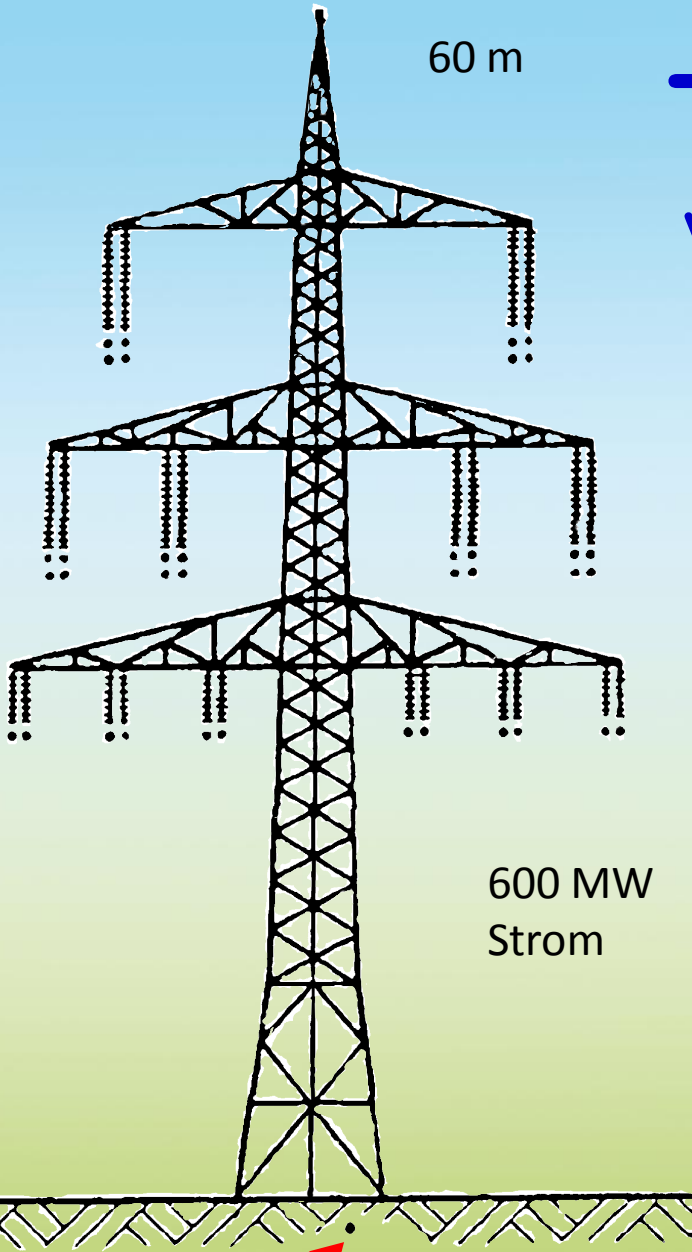
Eine Wasserstoffwirtschaft ist
andererseits eine regionale
Gaswirtschaft bei der Drücke
über 2,5 MPa (25 bar) nicht
benötigt werden. Eine
Versprödung durch Wasserstoff
ist selbst bei diesem sehr
spröden Stahl nicht zu
erwarten.

Bei der Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff sinken die
Leckverluste von 0,1% auf 0,04% der transportierten Energiemenge



Transportkosten vom Erzeuger zum Haushalt

60 m



600 MW
Strom

600 MW Wasserstoff
(maßstäblich gezeichnete Rohrleitung)

Wasserstoff = 0,7 ct/kWh

Strom = 9,3 ct/kWh (für 2009 genehmigt)

Beispiele für Stromkosten:

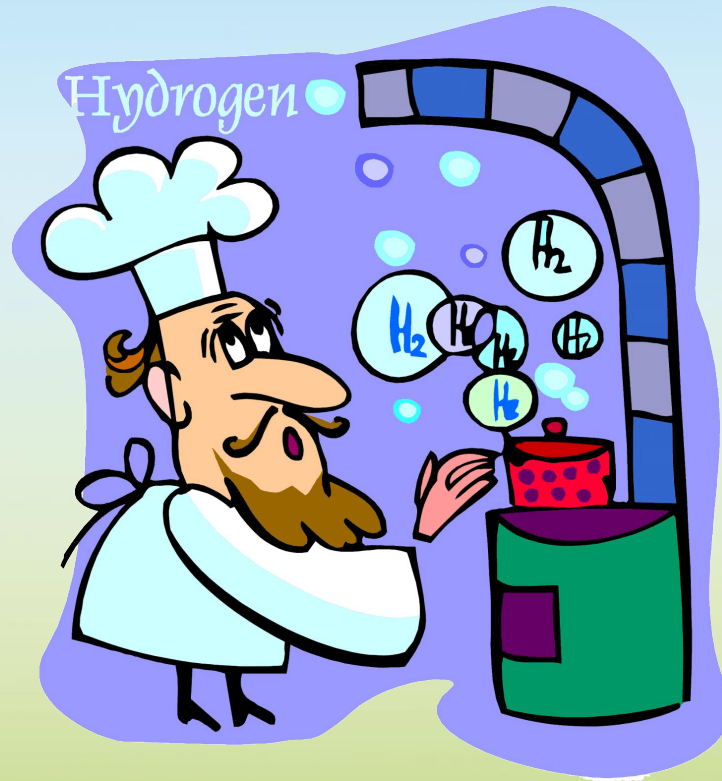
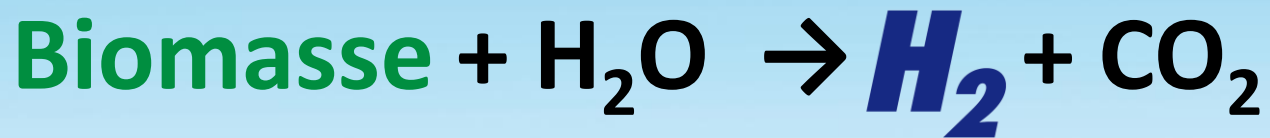
Strom aus eigenen Brennstoffzellen =
 $3 + 0,7 = 3,7$ ct/kWh

Strom aus *abgeschriebenen* Atomreaktoren =
 $2 + 9,3 = 11,3$ ct/kWh

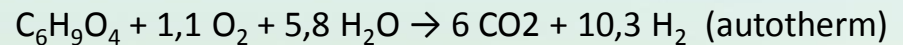
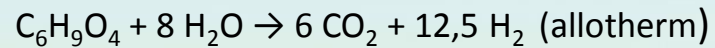
Wüstenstrom (DESERTEC)
 $6 + 3 + 9,3 = 18,3$ ct/kWh



Rezept



Holz:

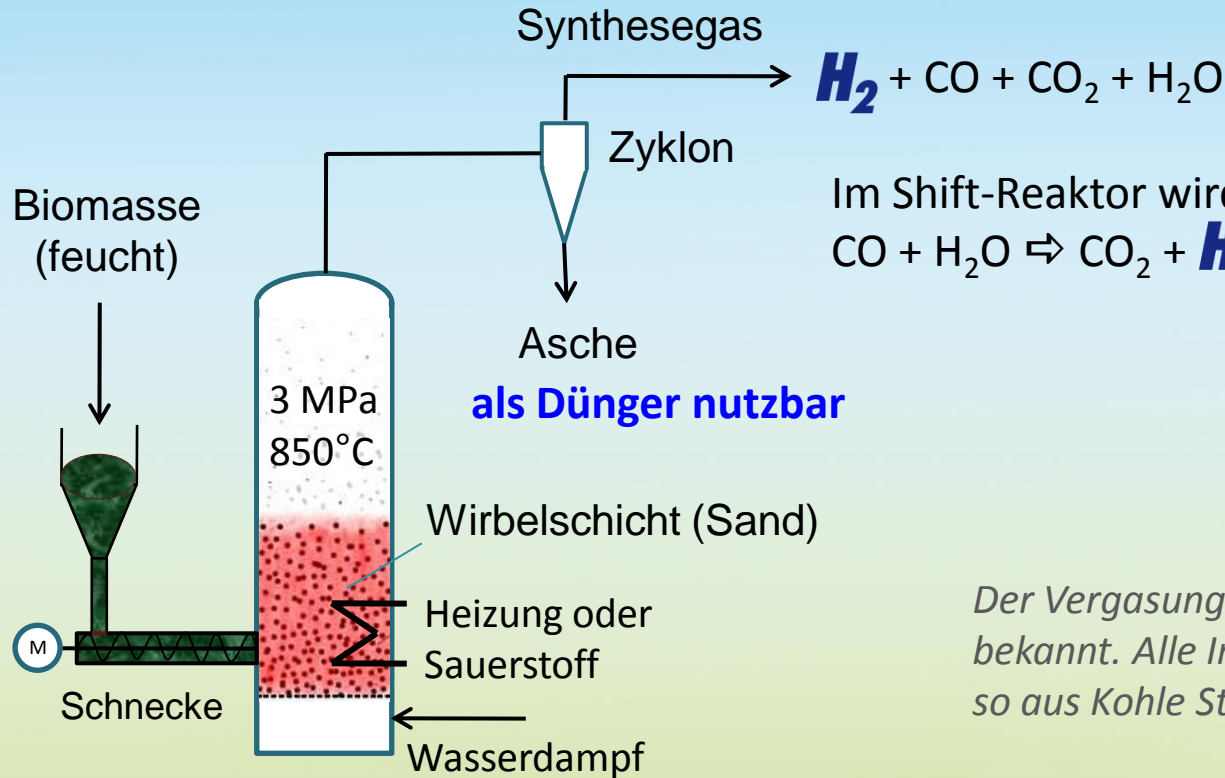


ca. 850°C

Es handelt sich um eine endotherme Energiewandlung, bei der prinzipiell keine Energieverluste entstehen.



H₂-Herstellung nach Stand der Technik



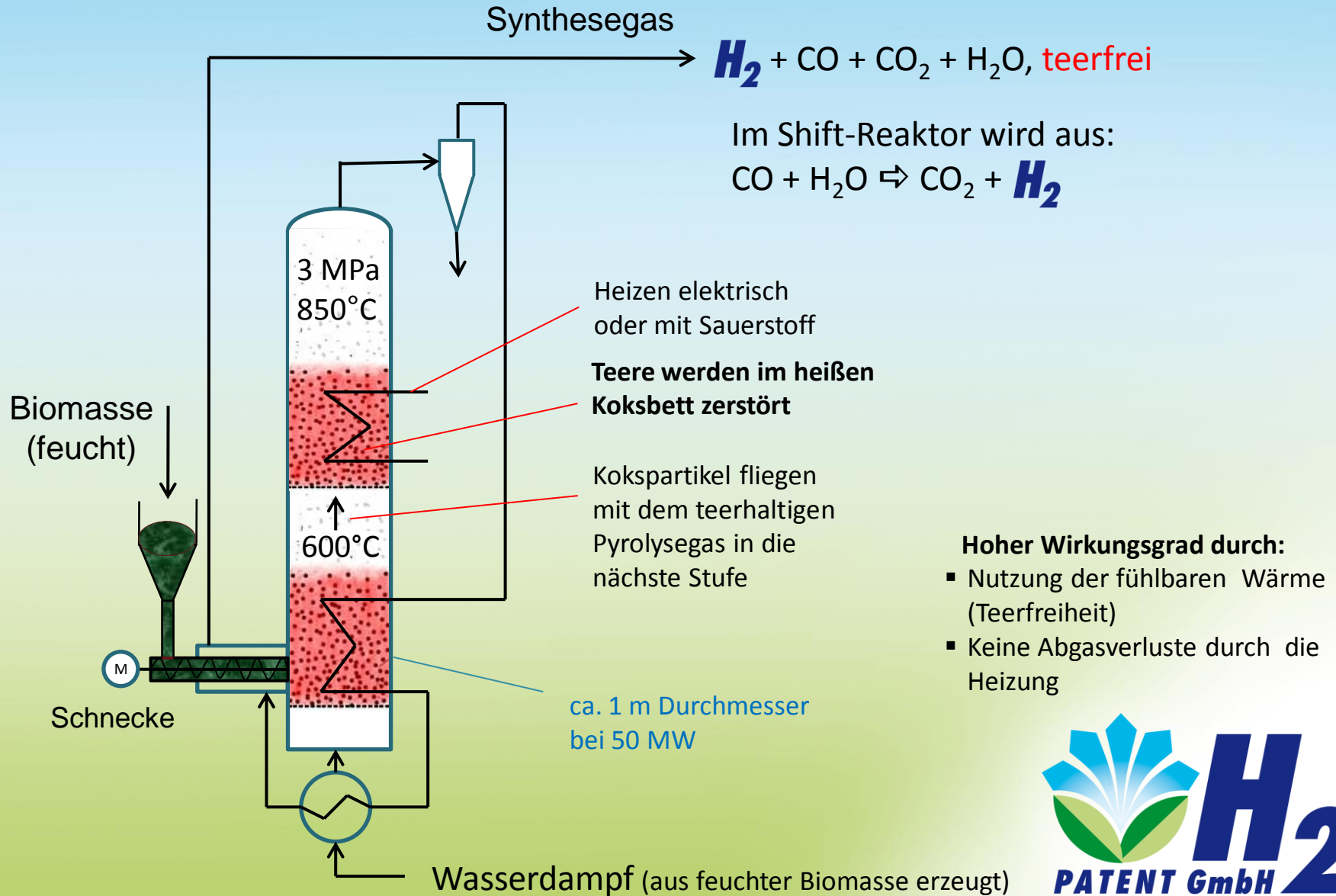
Im Shift-Reaktor wird aus:
 $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

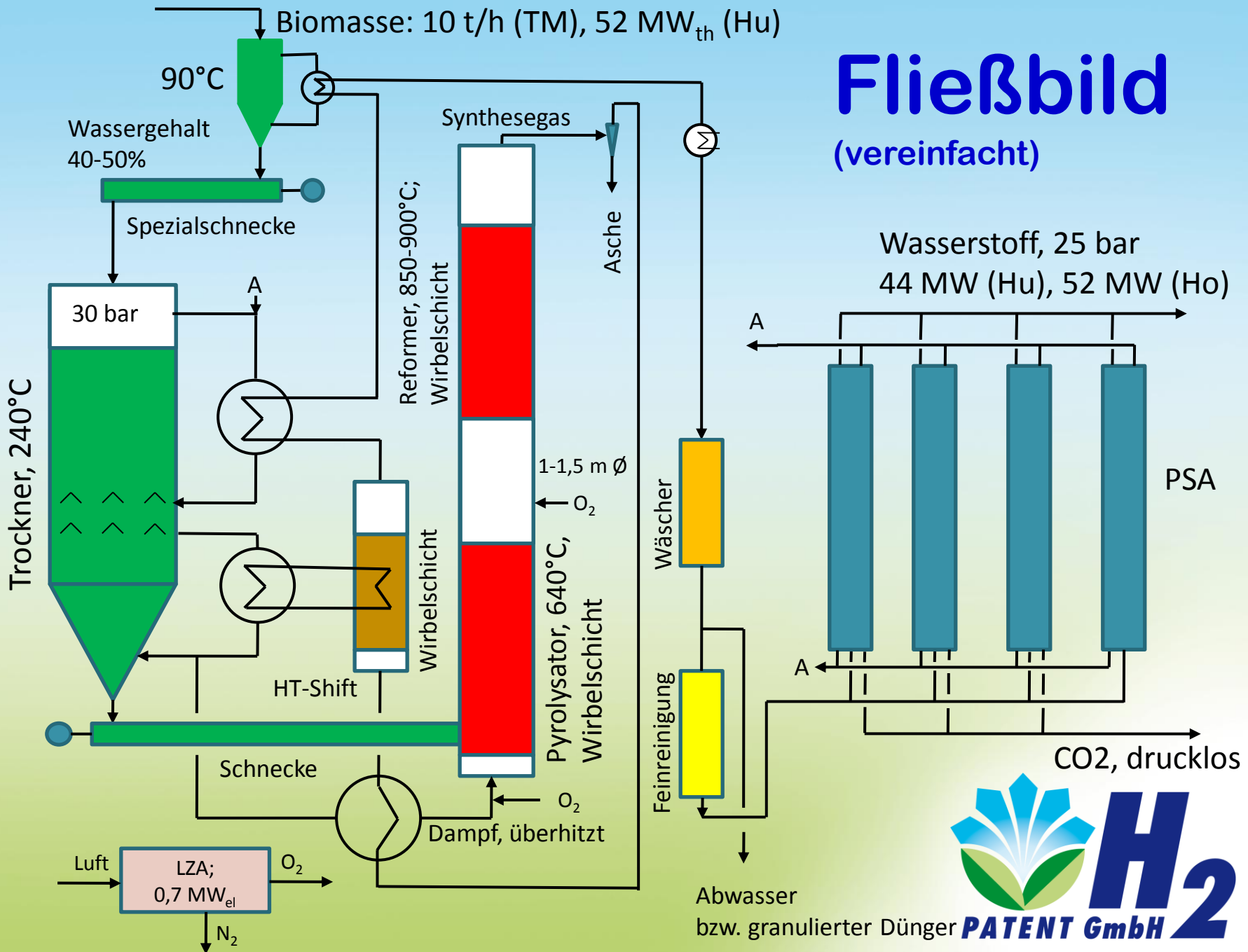
Der Vergasungsprozess an sich ist bekannt. Alle Industrienationen haben so aus Kohle Stadtgas hergestellt.

Steam-Reformer



Steam-Reforming innovativ



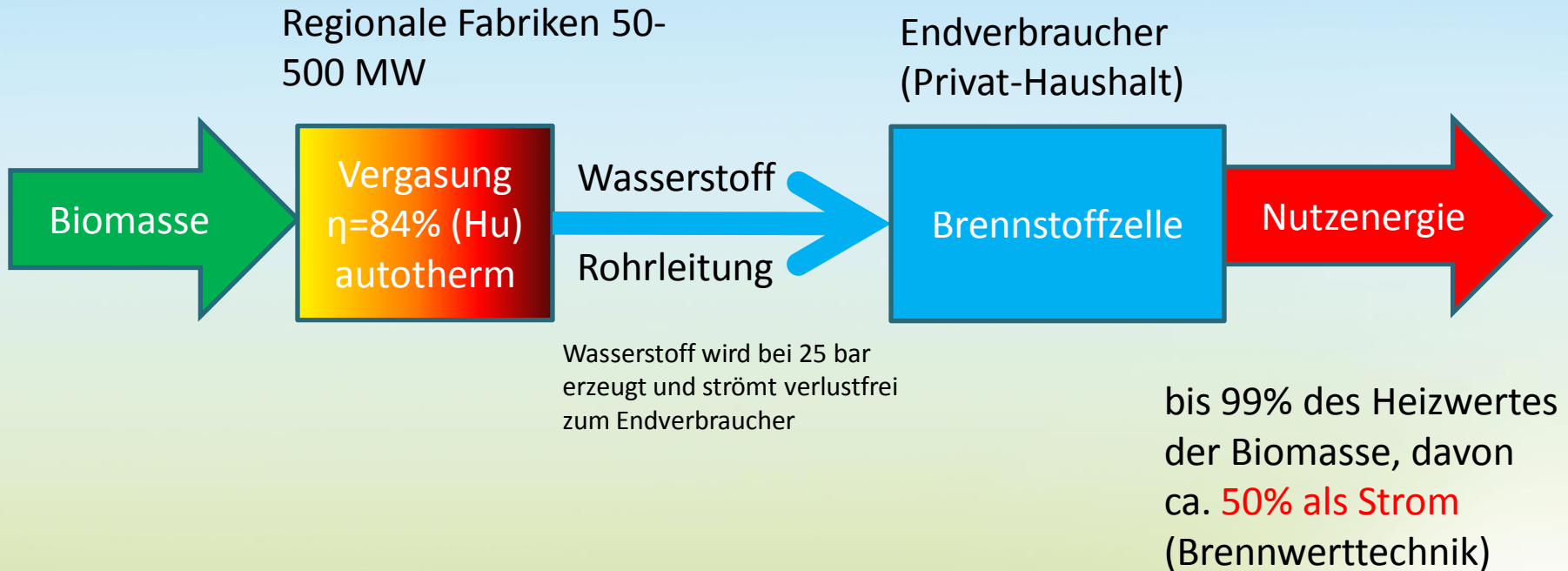


Vergleich: biologisch/thermochemisch



Projektion

Effizienz der Energiekette

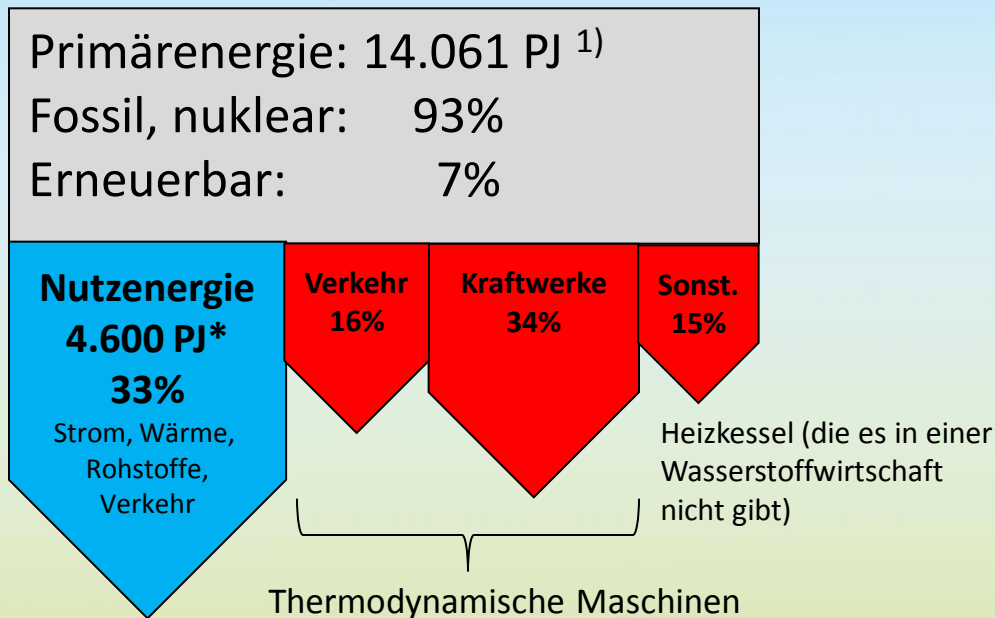


Infolge des hohen Wirkungsgrades entsteht an der Wasserstoff-Fabrik praktisch keine Abfallwärme

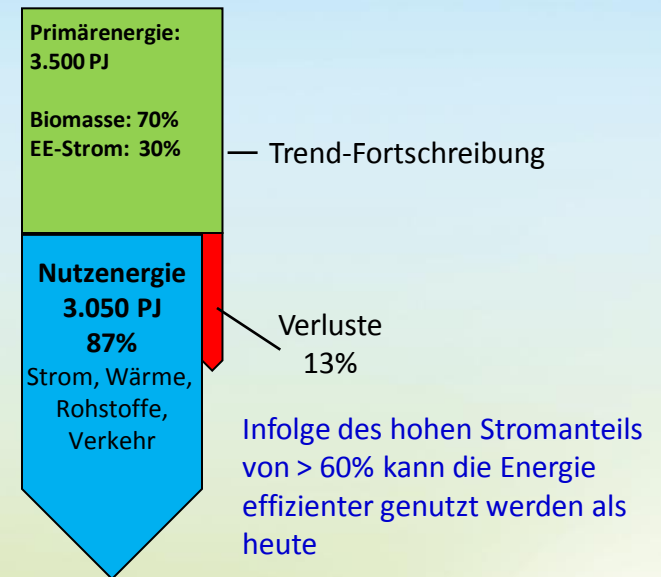


Energiewirtschaft heute und morgen

Energiewirtschaft DE 2007



Wasserstoff-Wirtschaft DE 2030



keine Einschränkung im Energiekomfort

In einer künftigen Wasserstoffwirtschaft sinkt der Primärenergieverbrauch auf ein Viertel – bei gleichem Komfort.

¹⁾ inklusive ca.1.000 PJ nichtenergetischer Verbrauch

* aus BWK61,6(2009) mit Korrektur: Strom=Nutzenergie (4.400+200=4.600 PJ)

Faktor Vier

Eine Effizienzsteigerung um den Faktor 4 bedeutet:

- **Energiekosten sinken mindestens auf ein Viertel**
 - Darüberhinaus sinken die Kosten weil:
 - Biomasse kostengünstiger ist als atomare und fossile Energien,
 - die Technologien zur Energiewandlung kostengünstiger sind,
 - das Stromnetz nicht mehr benötigt wird,
 - keine sozialen Kosten der Energieerzeugung anfallen.
- **Das Potenzial der Biomasse steigt gegenüber konventioneller Nutzung um den Faktor 4**



Biomasse-Potenzial

Eine Plausibilitätsbetrachtung

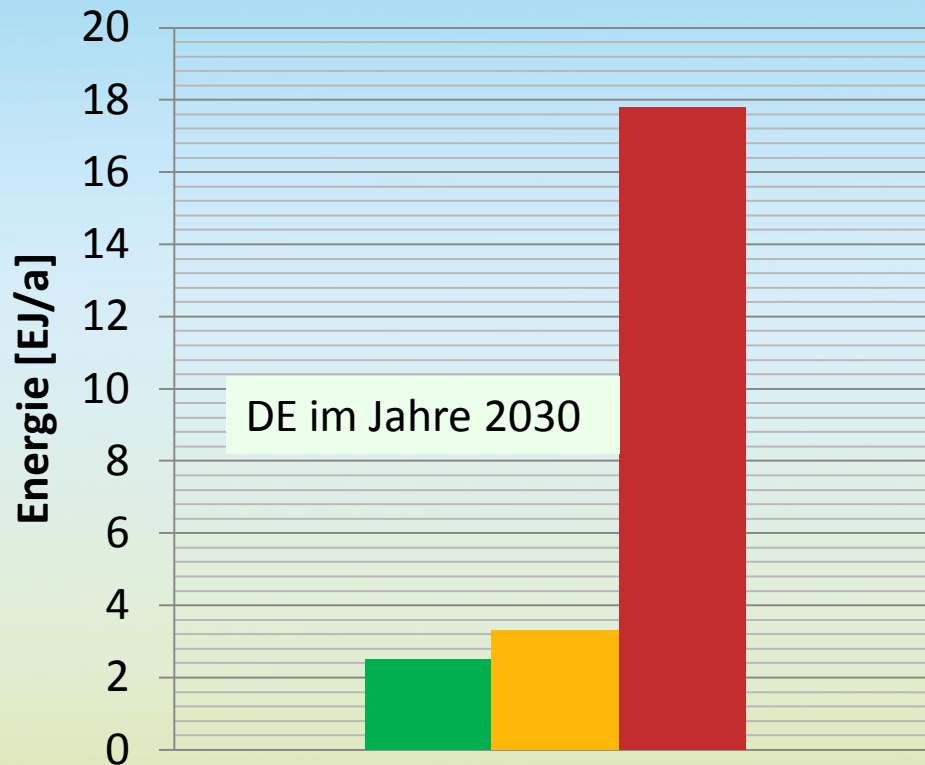
Die Fachleute sind sich weitgehend einig, dass die Biomasse in unseren heutigen Strukturen einen Beitrag von ca. 20% leisten kann. Das sind $14.000 \times 0,2 = 2.800$ PJ.

Eine biobasierte Wasserstoffwirtschaft benötigt zum Ersatz aller atomaren und fossilen Energien ca. 2.500 PJ Biomasse (70% von 3.500 PJ).

Das reicht, um die biobasierte Wasserstoffwirtschaft von den Ölpreisen zu entkoppeln



Das Bio-Potenzial ist höher als der Bedarf



- Bedarf zum Ersatz aller atomaren u. fossilen Energien
- Potenzial von Reststoffen und Zwischenfrüchten
- reales Potenzial *

* Bei Einstellung der EU-Exportsubventionen für Nahrungsmittel werden große Flächen zum Anbau von Energiepflanzen frei.

Es reicht für Tank und Teller!



Business as usual?

Unsere Nahrungsmittel können locker in Öl aufgewogen werden.



In allem was wir kaufen sind heute etwa 40% Energiekosten enthalten.

Die Nutzung von Biomasse in der real existierenden Energiewirtschaft führt dazu, dass wir bei steigenden Energiepreisen weder genug Energie noch genug zu essen haben werden (bzw. es nicht bezahlen können). Es steht nicht in unserer Macht, das abwenden zu können.

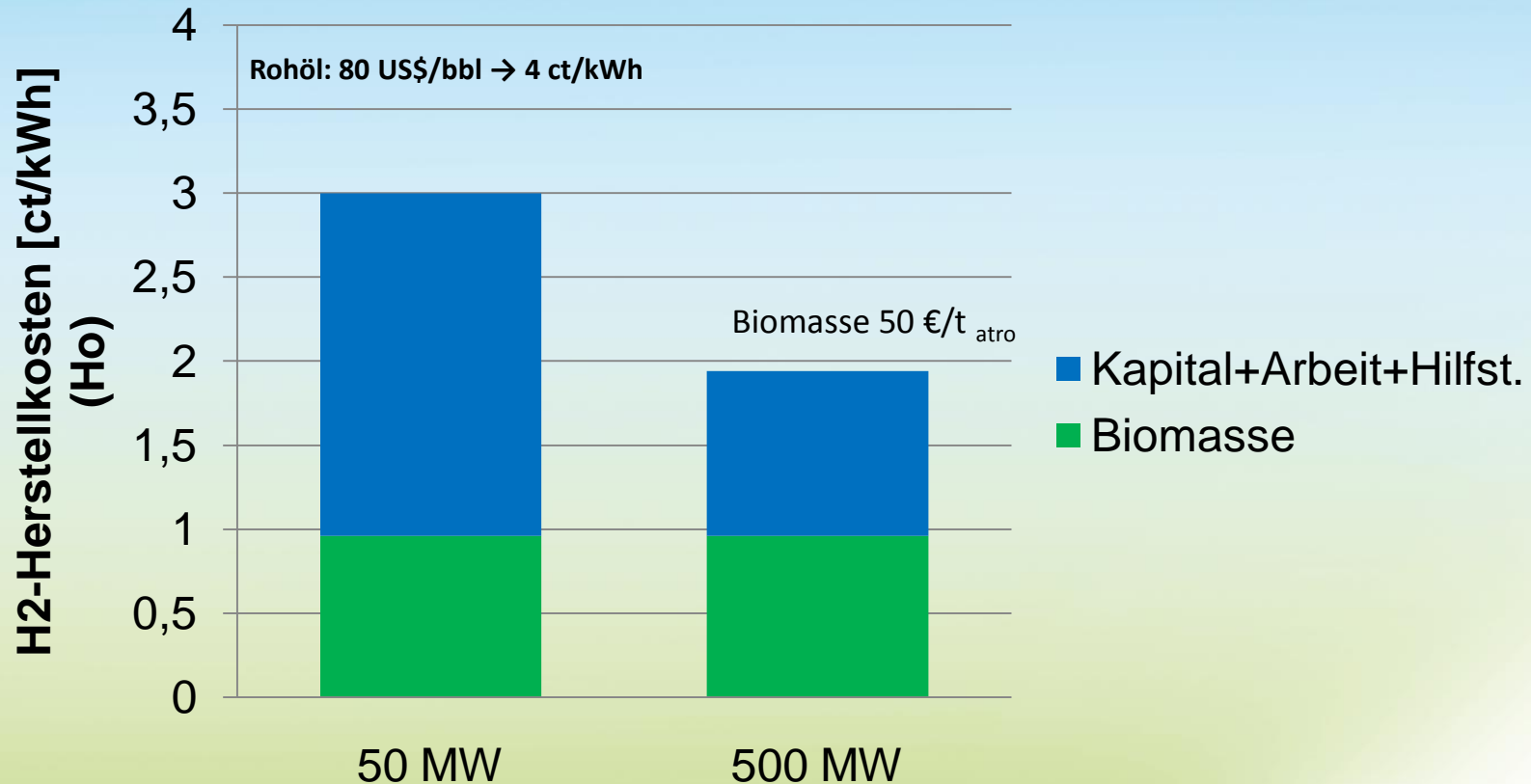
Tank und Teller!

Ein Überpotenzial von Biomasse in einer biobasierten Wasserstoffwirtschaft ermöglicht es, die Preise für Nahrungsmittel und die Energie von den Ölpreisen zu entkoppeln!

Das sollte schon Motivation genug sein.



Bio-Wasserstoff ist billiger als Erdöl und Erdgas



Die **Haushaltstarife** sind 0,7 ct/kWh höher als der Herstellpreis.
Strom bzw. Wärme kostet dann **2,7-3,7 ct/kWh**.

Mit einer 50 MW-Fabrik können 22.000 (Norm)Haushalte voll mit Strom und Wärme versorgt werden.



Volkswirtschaftlich betrachtet

- Durch die Wertschöpfung im Lande kann Deutschland seine Überweisungen für Energie ins Ausland um rund 100 Mrd. €/a reduzieren.
- Energiekosten können um rund 100 Mrd. €/a gesenkt werden.
- Die sozialen Kosten der Energieerzeugung (externe Energiekosten) können um rund 100 Mrd. €/a reduziert werden.
- Die Zahlungsverpflichtungen von rund 100 Mrd. € (Schulden) durch Zusagen im Rahmen des EEG können abgebaut werden.

Das alles wird eine Feuerwerk
der Prosperität auslösen!



Umbaukosten

Die Installation einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft kostet für Deutschland *einmalig* etwa 40 Mrd. €. Diesen Betrag investiert die Energiewirtschaft heute *jährlich*.

Es kostet uns also nur eine intellektuelle Anstrengung, um uns aus der Abhängigkeit der fossilen Energieträger zu befreien.



Windmühlen lernen fliegen

Wenn einem Stromnetz mit hohem Anteil an fluktuierender Einspeisung, ein Wasserstoffnetz unterlegt wird, sind keine Stromspeicher erforderlich.

A. Brabeck, Pressesprecher der RWE (2010):

„Wenn das Speicherproblem gelöst ist, werden die Erneuerbaren Energien fliegen!“



Netzstabilität durch Parallelbetrieb mit einem Wasserstoffnetz

Instabilität durch Nutzerverhalten und fluktuierende Einspeisungen

Stromnetz stabilisiert



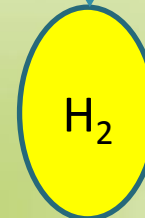
Leistungsschwankungen

Endverbraucher mit Brennstoffzellen speisen Strom in das Netz ein oder ziehen Strom aus dem Netz für den sofortigen Verbrauch.

Wasserstoffnetz

auch Mischungen von Wasserstoff und Erdgas

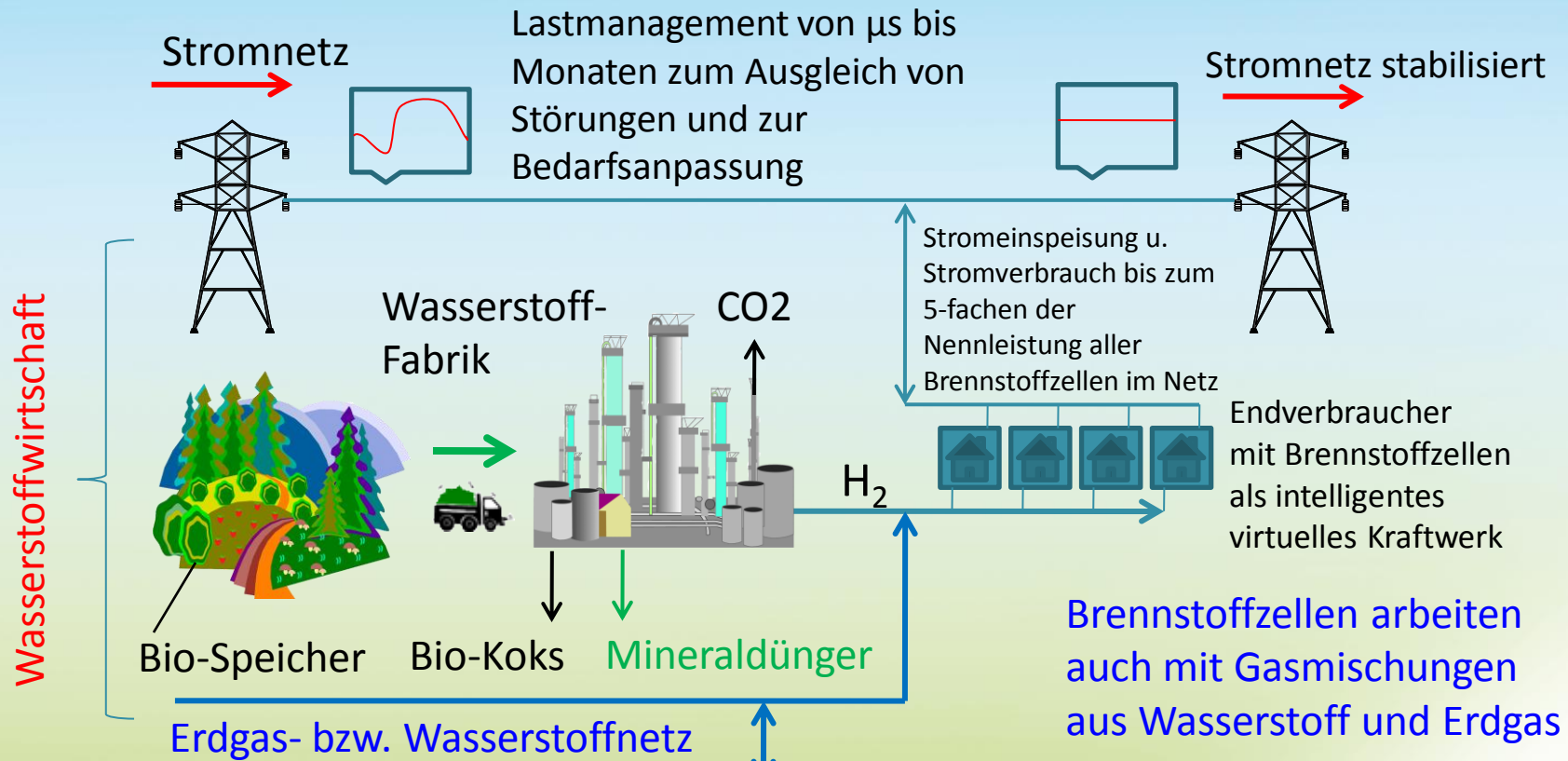
Leichte Druckschwankungen



Kavernenspeicher

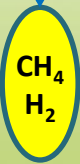


Verlustfreies Strommanagement mit Bio-Wasserstoff



Lastmanagement durch Einspeisen und Ausspeisen von Erdgas:

- Ausgleich für fluktuierenden Strom
- Anpassung an fluktuierenden Wärmebedarf



Erdgas- bzw. H_2 -Speicher



Die „Stromspeicherung“ mit Bio-Wasserstoff ist ein neuer Gedanke

Energiewirtschaft aus einem Guss

1. Eine Energiequelle für alles

1. Biomasse

2. Ein primärer Energiewandler für alles

1. Der Steam-Reformer zur Herstellung von Wasserstoff

3. Ein Energieträger für alles

1. Speicherbarer Wasserstoff für Strom, Wärme, Treibstoffe und Rohstoffe

4. Eine Infrastruktur für alles

1. Das ehemalige Erdgasnetz transportiert Strom, Wärme, Treibstoffe und Rohstoffe

5. Ein sekundärer Energiewandler für alle

1. Die Brennstoffzelle für Strom, Wärme und Treibstoffe

6. Ein Rohstoff für Chemische Produkte

1. Wasserstoff und das Kuppelprodukt CO₂
machen die Chemie grün

Dieses Konzept liefert Energie „just in time“ und kann fluktuierende Energien problemlos absorbieren: verlustlos und ohne Mehrkosten.



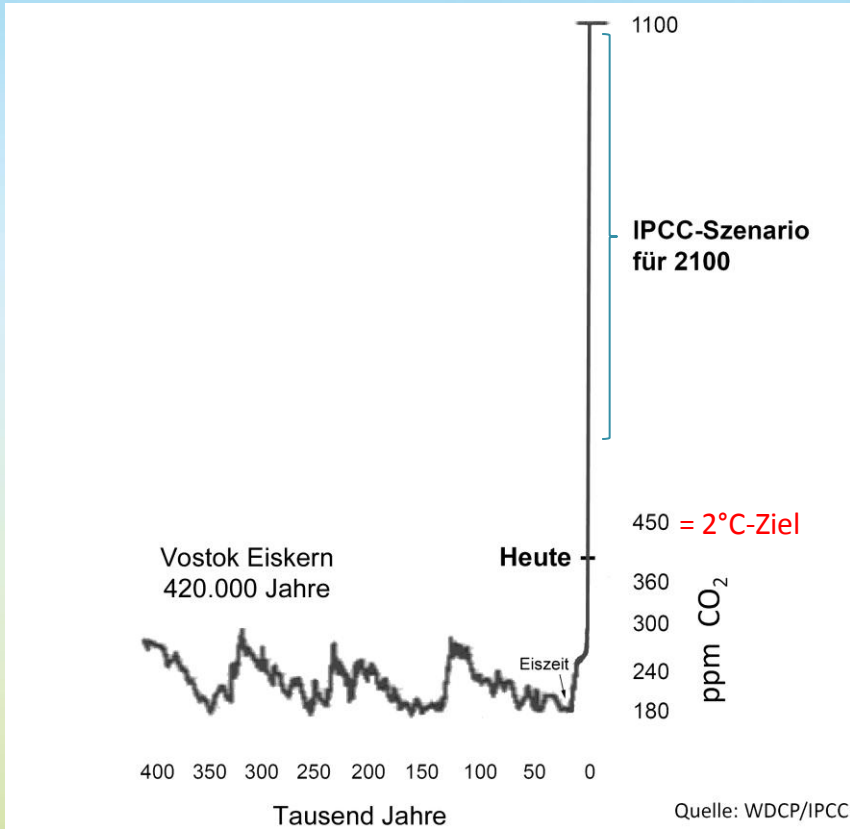
Eine moderne Energiewirtschaft braucht

- Kein smartes europäisches „super grid“
- Keine „smart meters“
- Keine vernetzte Steuerung für Wind, PV, Biogas, ...
- Keine Schattenkraftwerke
- Keine Stromspeicher (Batterien, Schwungräder, ...)
- Kein Strom-zu-Methan-Konzept
- Keine Wärmenetze
- Keine Energie aus Atom, Öl, Gas, Kohle
- Keine Klimaschutzverhandlungen

Gebraucht wird kein Reparatur-Kit für die alte Energiewirtschaft, sondern ein mit erneuerbaren Energien kompatibles Energiekonzept, dessen Installation uns lediglich eine intellektuelle Anstrengung abverlangt. Wir kriegen dabei sogar noch Geld raus!



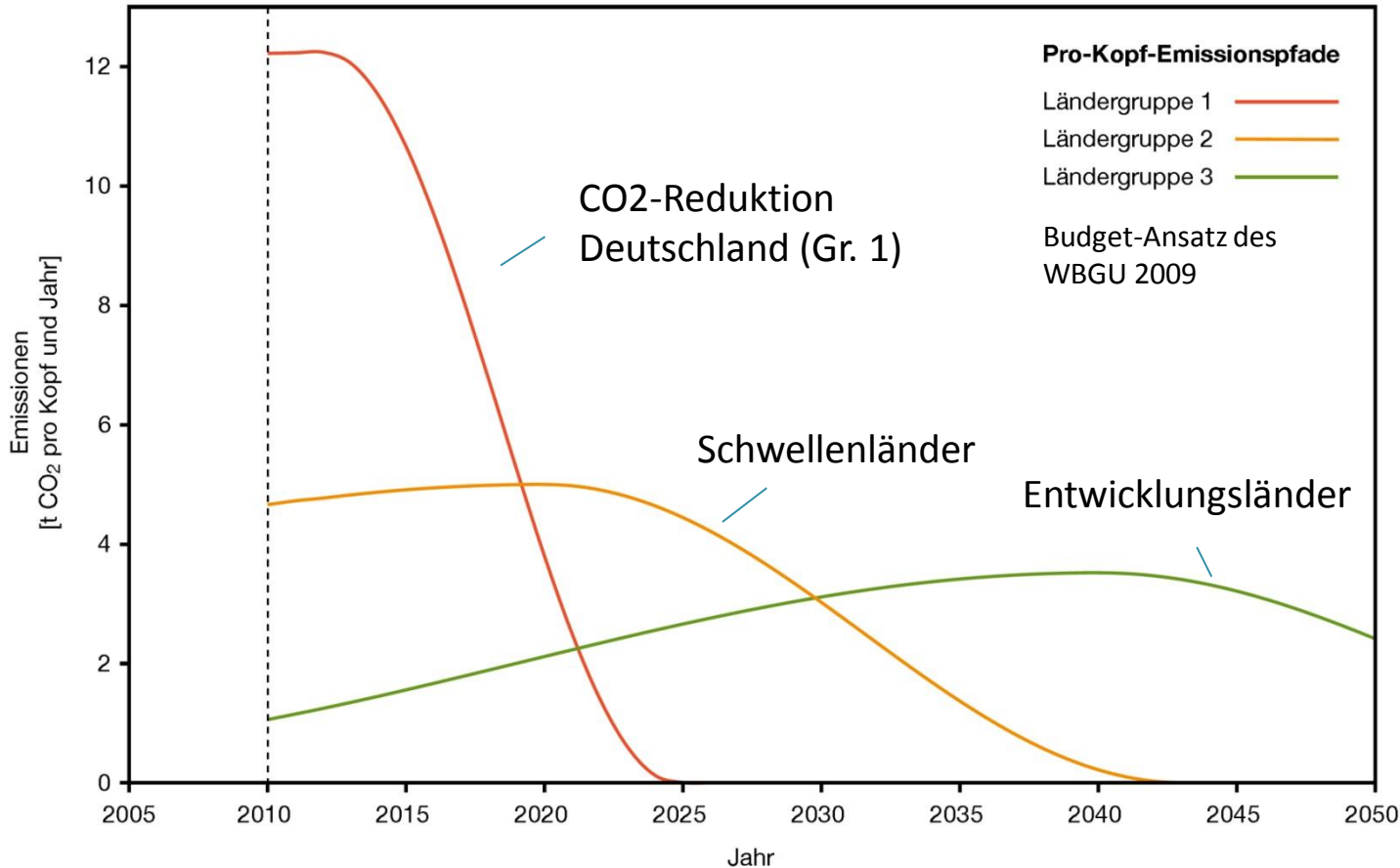
Die Klimafalle



Mir
geht's
so gut

Auf langfristige Veränderungen reagieren alle Lebewesen durch Aussterben der Art.

Was bedeutet das 2°C-Ziel?



Selbst das hehre 2°C-Ziel bedeutet das Fluten von Gorleben und den Untergang der meisten Weltstädte:

Der Meeresspiegel wird in ungefähr 1000 Jahren um 40-50 m steigen. (Schellenhuber 2010)

Das tatsächliche Handeln der Regierung lässt nicht erkennen, dass die CO₂-Emissionen bis 2025 auf 0 gebracht werden könnten.

Klimaschutzverhandlungen?



Nach herrschender Meinung kosten Klima- und Umweltschutz extra.

Deshalb gibt es globale Verhandlungen zur Lastenteilung, bei der alle darauf achten, dass die Wettbewerbsfähigkeit des eigenen Standortes nicht gefährdet wird.

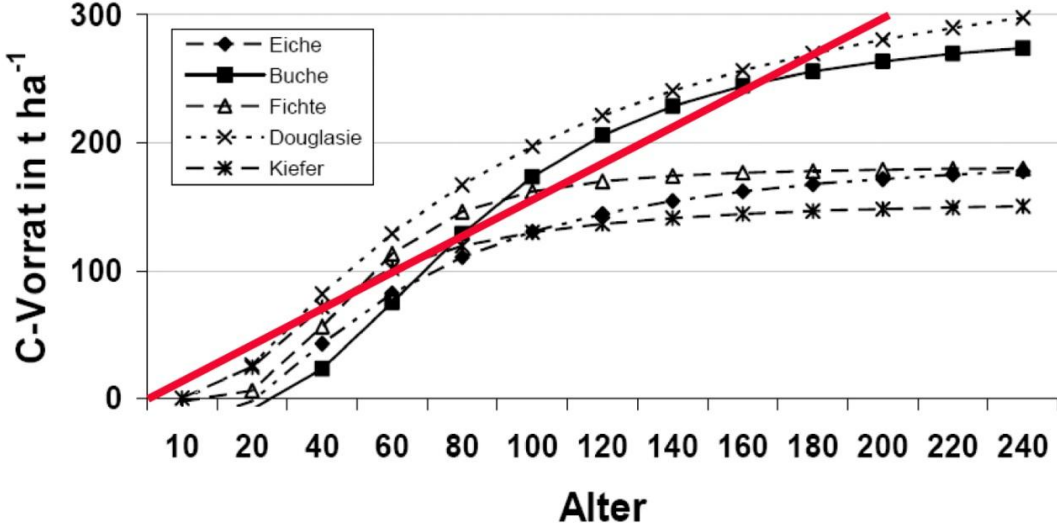
Wozu brauchen wir noch Klimaschutzverhandlungen, wenn wir ein Konzept implementieren, bei dem die Energie günstiger ist als heute, nachhaltig erzeugt wird und der Umwelt- und Klimaschutz keine Extrakosten verursacht?



Treibhauseffekt mit Terra Preta rückgängig machen

C-Speicherung nach Baumarten

— Rückführung von Bio-Koks aus Wasserstoff-Fabrik wenn 10% des Kohlenstoffs bei Erträgen von 30 t/ha (TM) in den Ackerboden eingearbeitet werden und auf diesen Böden konventionelle Landwirtschaft betrieben wird.



Bei Speicherung von CO2 im Untergrund ist die rote Linie 10 mal steiler

(nach Schöne & Schulte 1999, verändert nach Kriebitzsch 2005)

Karl-Heinz Tetzlaff 23.06.2009

Wiebke Saathoff

01.04.2008 Bonn

Wenn man darauf verzichtet, den Kohlenstoff der Biomasse vollständig in Wasserstoff umzuwandeln, kann man den Treibhauseffekt rückgängig, und den Acker fruchtbarer machen.

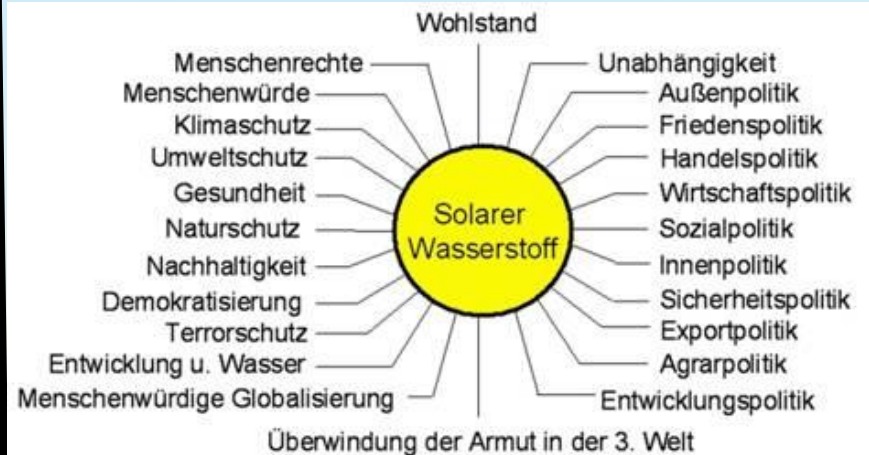


Die Energiefrage ist eine Überlebensfrage

Das schwarze Loch



Eine Welt in Frieden



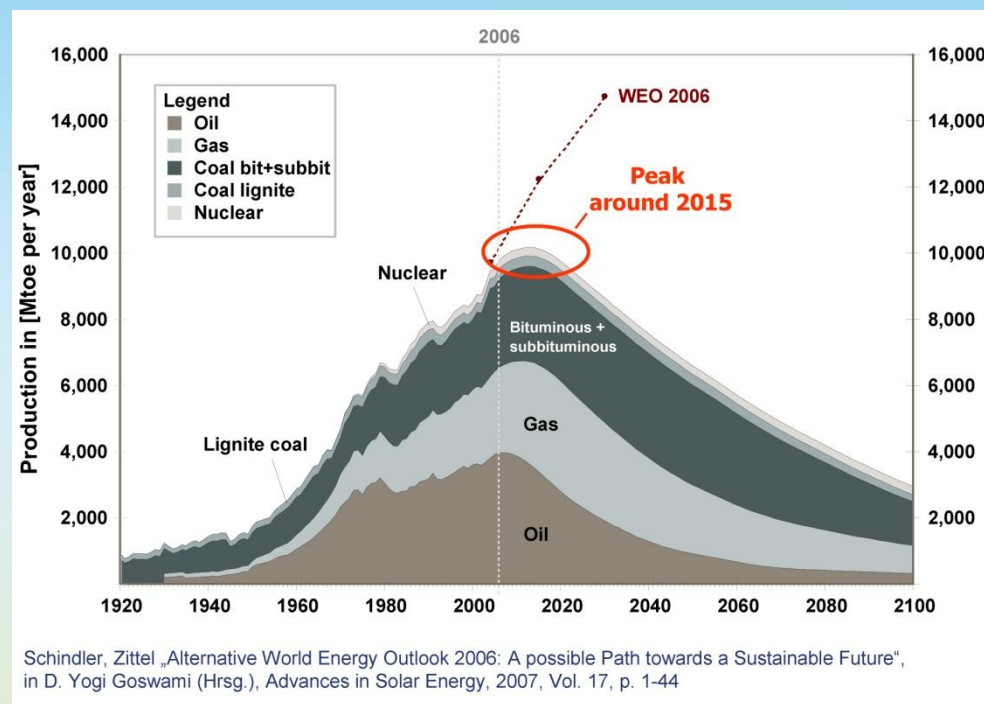
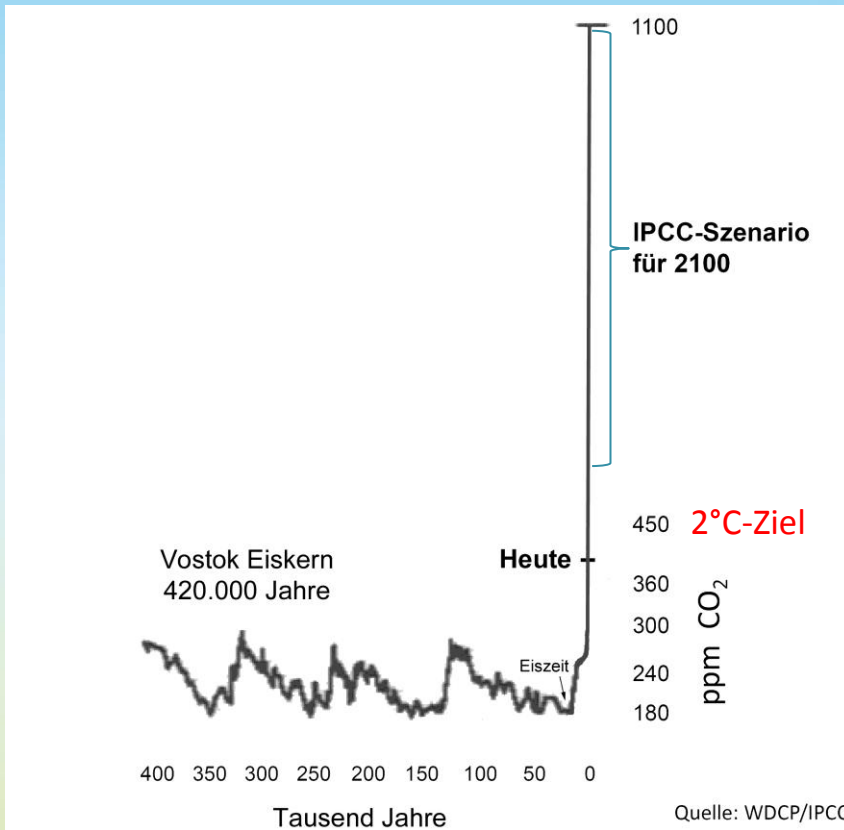
Die Energiefrage ist der Nerv aller Dinge und die Existenzfrage der Menschheit schlechthin.

Zum Zwecke der Energiebeschaffung werden alle Regeln außer Kraft gesetzt und alle Verträge gebrochen: national, global, wirtschaftlich, kulturell, ethisch

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



Die Uhr tickt



Die Preise für fossile Energieträger und Biomasse werden dramatisch steigen. Bei rechtzeitigem Umstieg auf die grüne Wasserstoffwirtschaft bleiben die Energiepreise dagegen stabil.

Wir haben ein Zeitfenster von 10-20 Jahren für einen quantitativen Umstieg auf Erneuerbare Energien. Danach werden wir kein Geld mehr haben dies zu tun.

Rasant steigende Energiepreise führen zu einer Systemkrise!



Stadtwasserstoff



Eine zukunftsfähige Energieversorgung muss auch große Städte vollständig mit Strom, Wärme und Treibstoffen versorgen können.

Eine grüne Wasserstoffwirtschaft kann das. Sie ist emissionsfrei, nachhaltig, wirtschaftlich und leistungsfähiger als die heutige Energieversorgung.

Das heutige Erdgasnetz bietet schon jetzt die notwendige Infrastruktur!



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

H₂-Patent GmbH
Postfach 13 61
49182 Bad Iburg
tetzlaff@h2-patent.eu

