

Das Wasserstoffzeitalter

Alternative zum Atomzeitalter?

Wirtschaftsrat, Leipzig
27. April 2011

Karl-Heinz Tetzlaff
tetzlaff@h2-patent.eu



Postfach 13 61, 49182 Bad Iburg

H₂-Patent GmbH



Philipp Rösler

K.-H. Tetzlaff

H. Sieckmann

H. Rau

Geschäftsführer



Herausforderungen

- Umwelt- und Klimaprobleme lösen
- Ersatzbeschaffung für atomare und fossile Energien
- Einbindung fluktuierender erneuerbarer Energien



Lösungsansätze für den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien

- Schattenkraftwerke
- Stromspeicher
 - Pumpspeicher, Batterien, Druckluftspeicher, Wasserstoffspeicher, Strom zu Methan
- Aufbau eines europäischen intelligenten Stromnetzes
 - super grid, smart meters, Verbrauchersteuerung, Abschaltsteuerung
- DESERTEC
 - Stromerzeugung u. Vernetzung vom Sibirien bis Arabien
- Wärmenetze
- Klimaschutzverhandlungen
 - Es geht um die Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit



Was tun?

Die aufgezählten Maßnahmen sind kostspielige „end of the pipe“ Technologien, die sich im gebotenen Zeitfenster von ca. 20 Jahren nicht finanzieren lassen.

Wir brauchen kein Reparatur-Kit für die alte Energiewirtschaft, sondern ein, mit erneuerbaren Energien kompatibles, Energiekonzept.



Was wir brauchen

Energie muss dauerhaft, sicher, nachhaltig und zu wettbewerbsfähigen Preisen zu Verfügung stehen.

Wir brauchen eine Struktur, die fluktuierende Energien problemlos absorbieren kann.



Ein Lösungsansatz

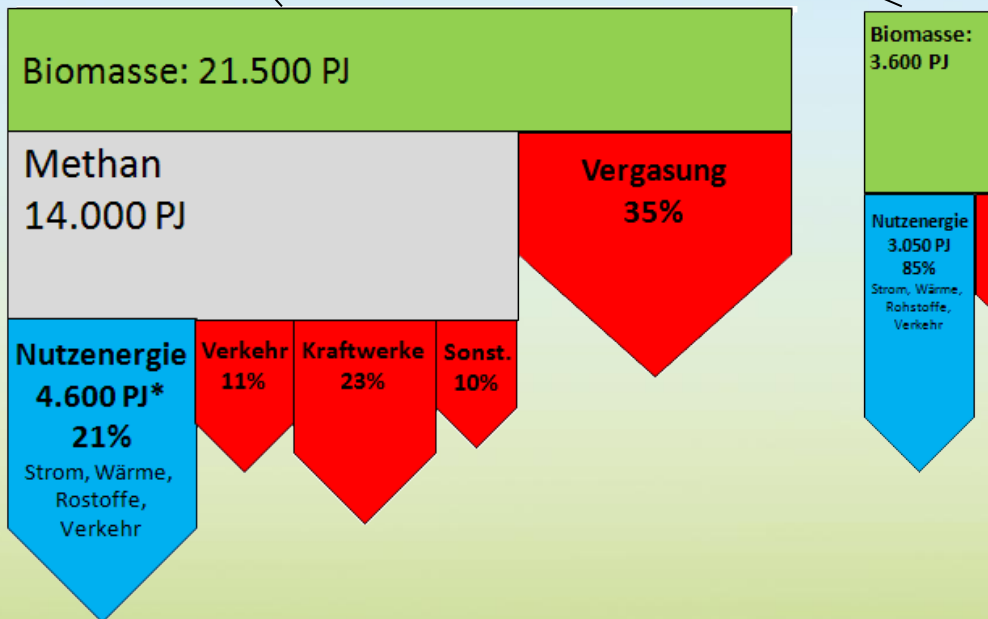
Eine verstärkte Nutzung von Wasserstoff als universeller Energieträger ermöglicht eine dauerhaft, sichere, nachhaltige und kostengünstige Energielieferung „just in time“.

Die Installation einer biobasierten Wasserstoffwirtschaft verlangt von uns lediglich eine intellektuelle Anstrengung. Wir kriegen dabei sogar noch Geld heraus!



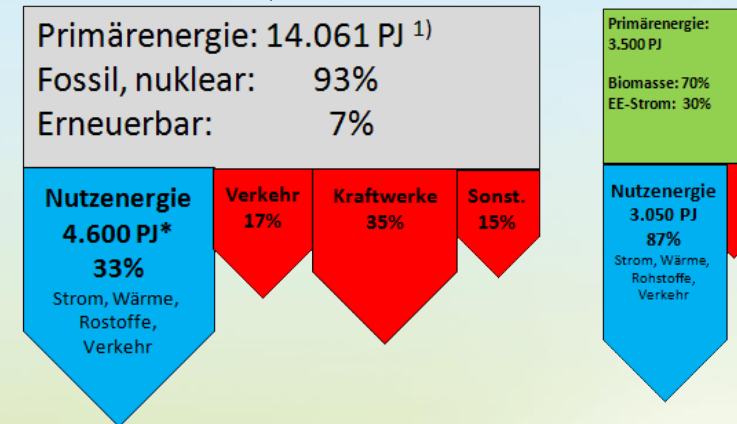
Warum Wasserstoff und nicht Biomethan?

Vergasung zu SNG*



Vergasung zu H₂

Vergasung zu H₂ + Solarstromanteil
Energiewirtschaft heute

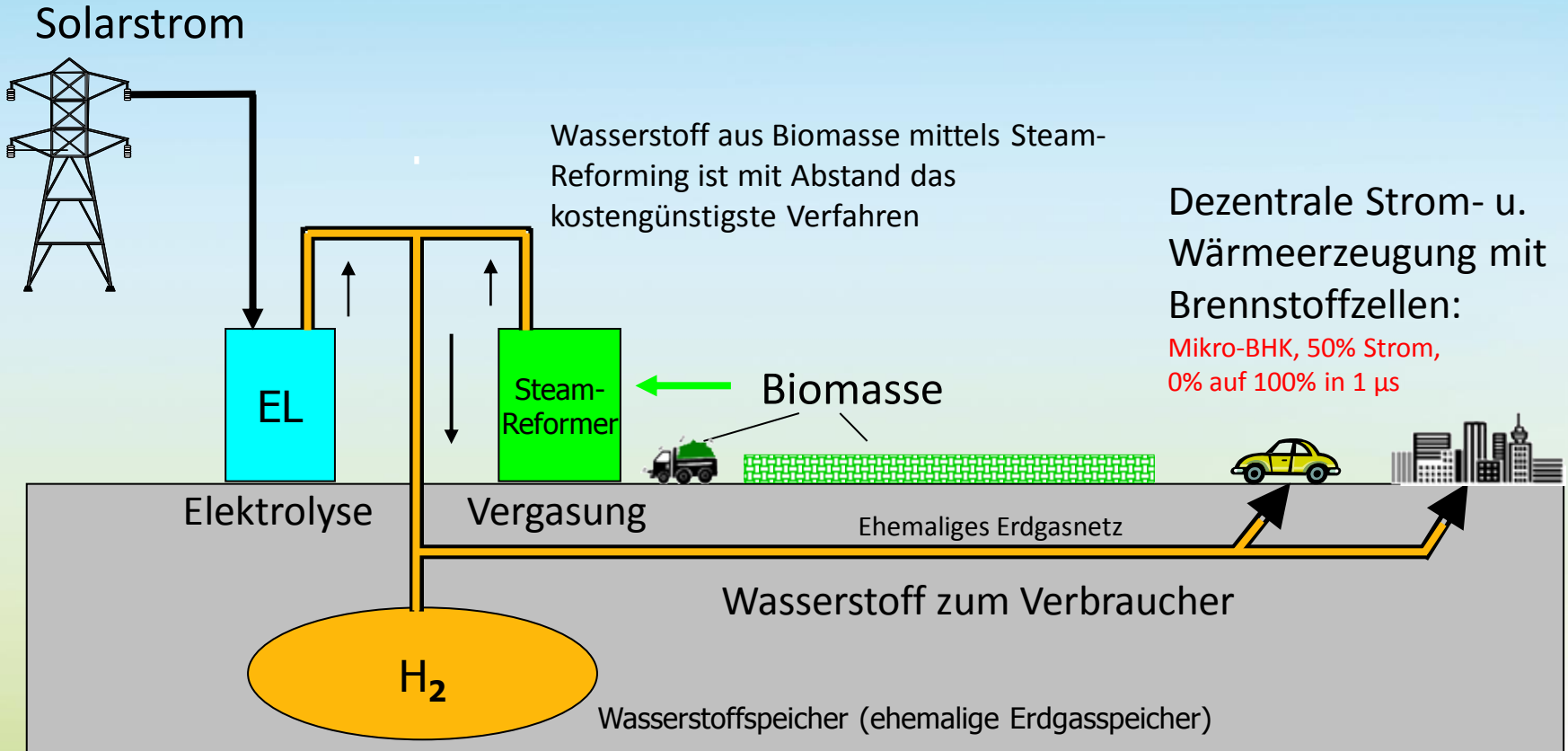


* Falls Biomethan aus Biogas gewonnen werden soll, sind 28.000 PJ erforderlich



Echte grüne Wasserstoffwirtschaft:

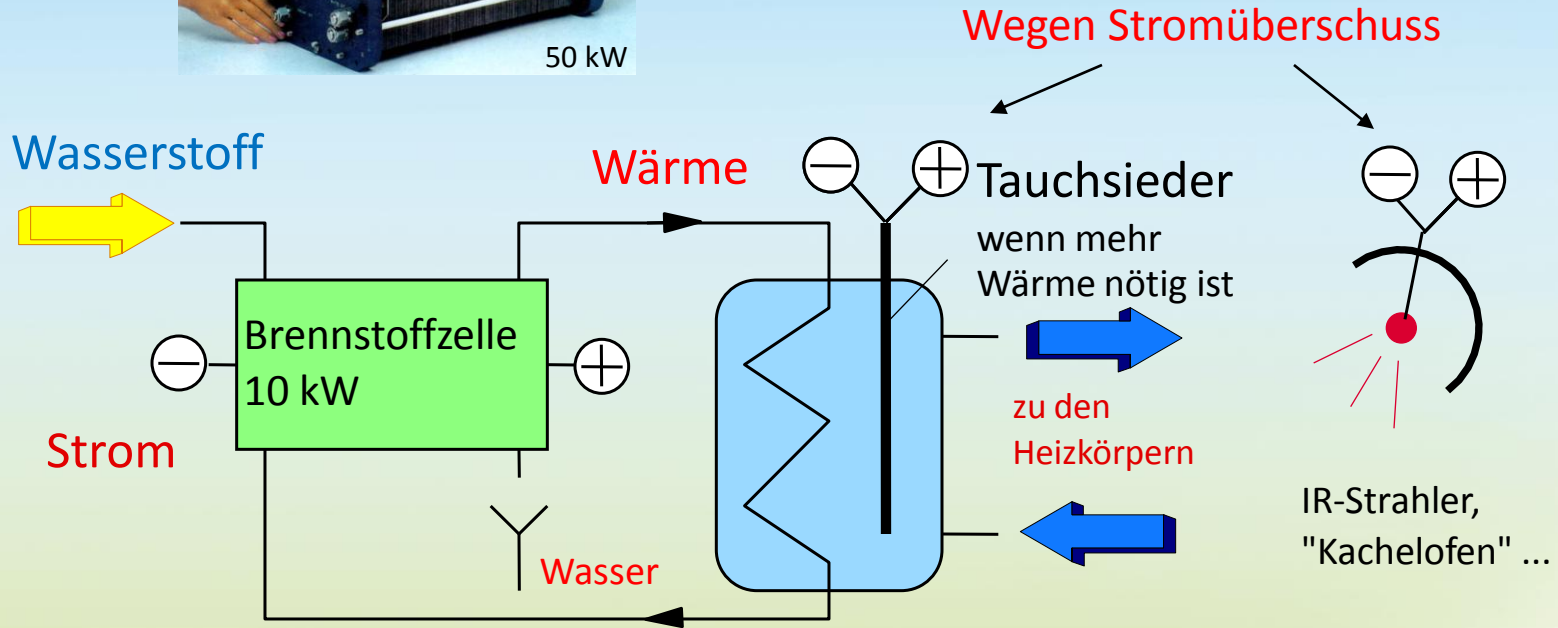
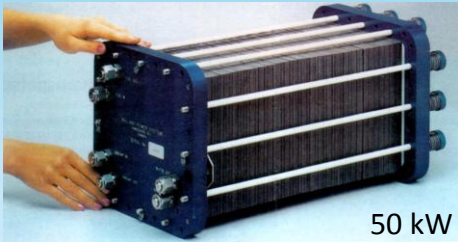
Wasserstoff zum Endverbraucher



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



Brennstoffzellenheizung mit Wasserstoff



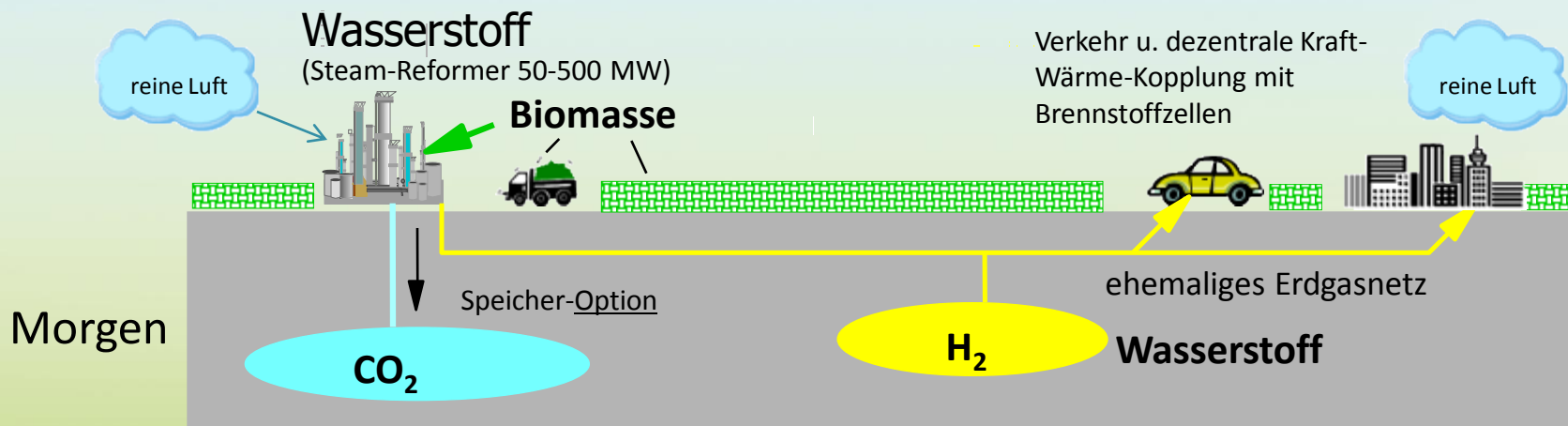
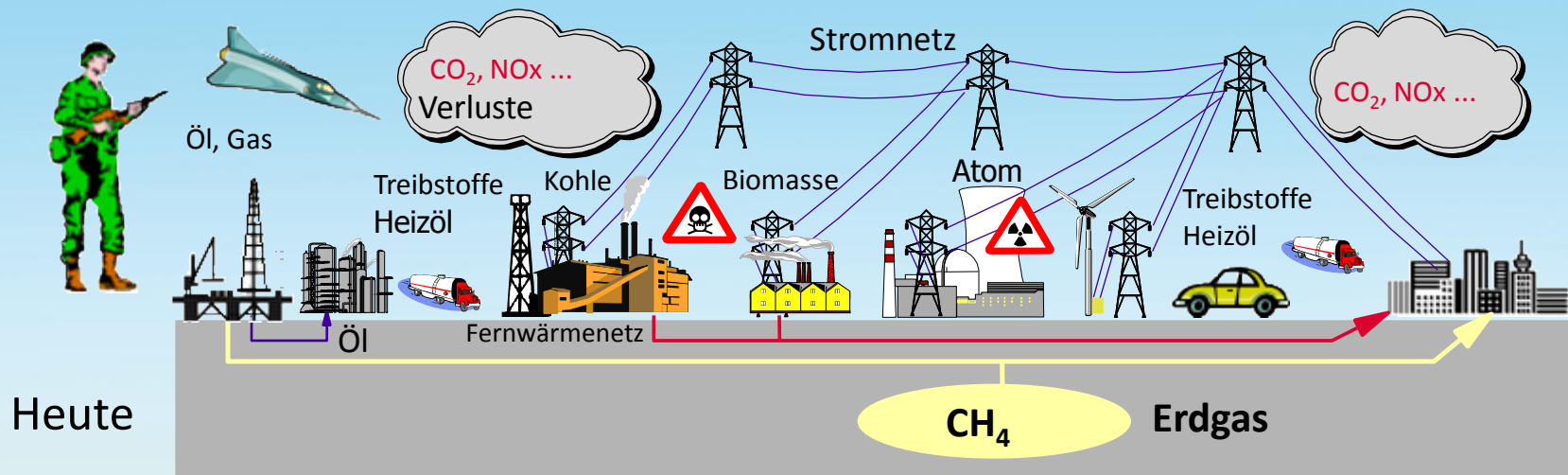
Die Brennstoffzelle hat die Funktion eines Brenners, der den Wasserstoff je zur Hälfte in Strom und Wärme wandelt.

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)



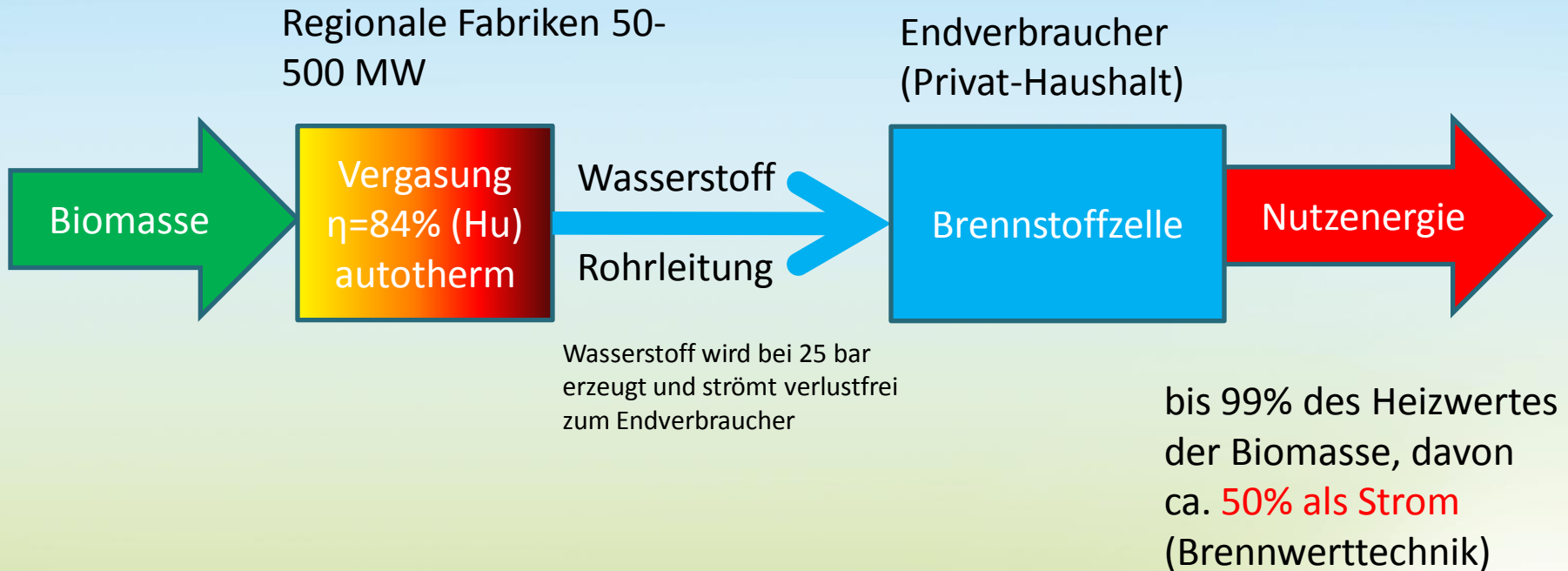
Paradigmenwechsel



Eine grüne Wasserstoffwirtschaft ist mehr als eine Technologie



Effizienz der Energiekette

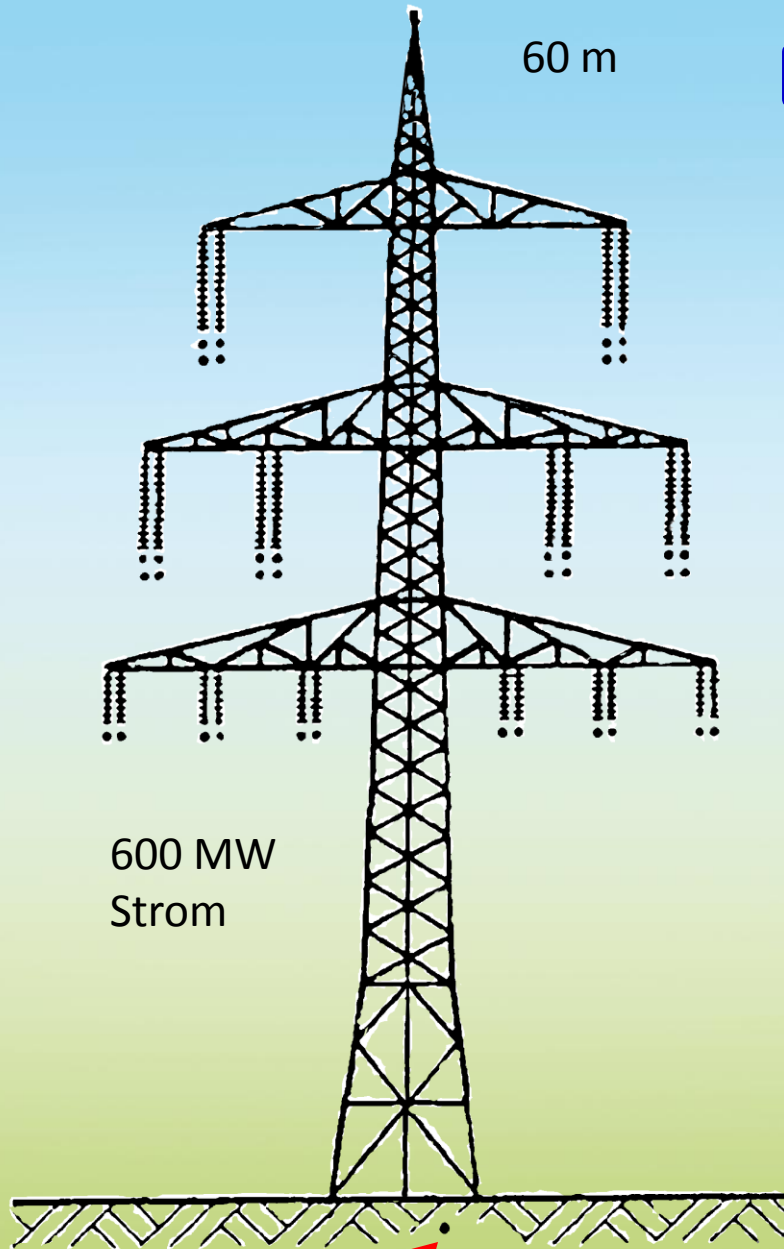


Strom und Wärme haben den gleichen Preis (ca. 3 ct/kWh).



Energiekostenverteilung

Kosten vom Erzeuger zum Haushalt



Transportkosten für Haushaltskunden:

Wasserstoff = 0,7 ct/kWh

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

Beispiele für Stromkosten, Haushaltstarif*:

Strom aus eigenen Brennstoffzellen =

$3 + 0,7 = 3,7$ ct/kWh

Strom aus *abgeschriebenen* Atomreaktoren =

$2 + 9,3 = 11,3$ ct/kWh

Vision Wüstenstrom (DESERTEC)

$6 + 3 + 9,3 = 18,3$ ct/kWh

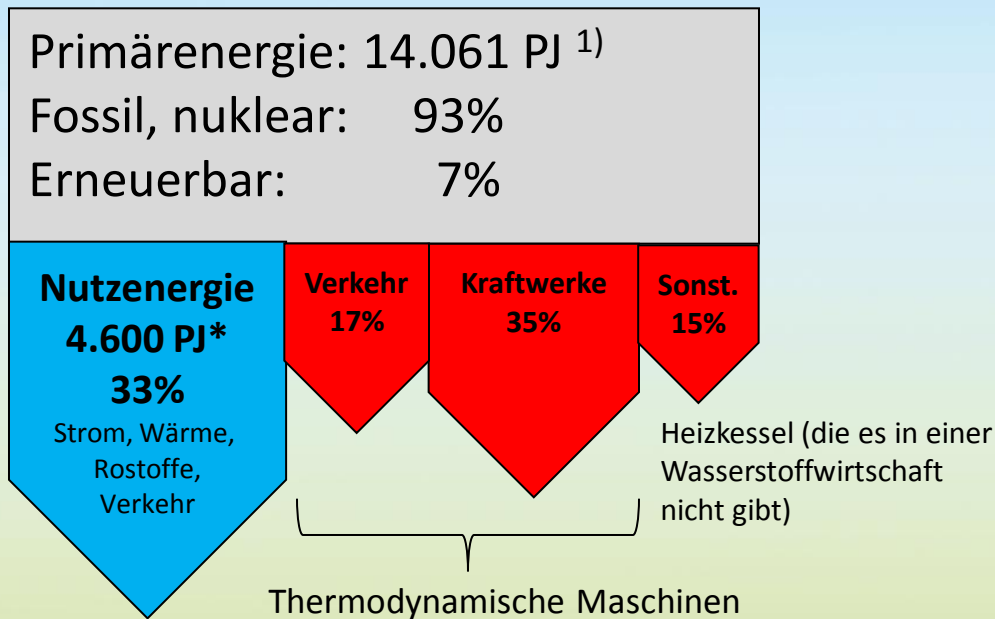
600 MW Wasserstoff

(maßstäblich gezeichnete Rohrleitung)

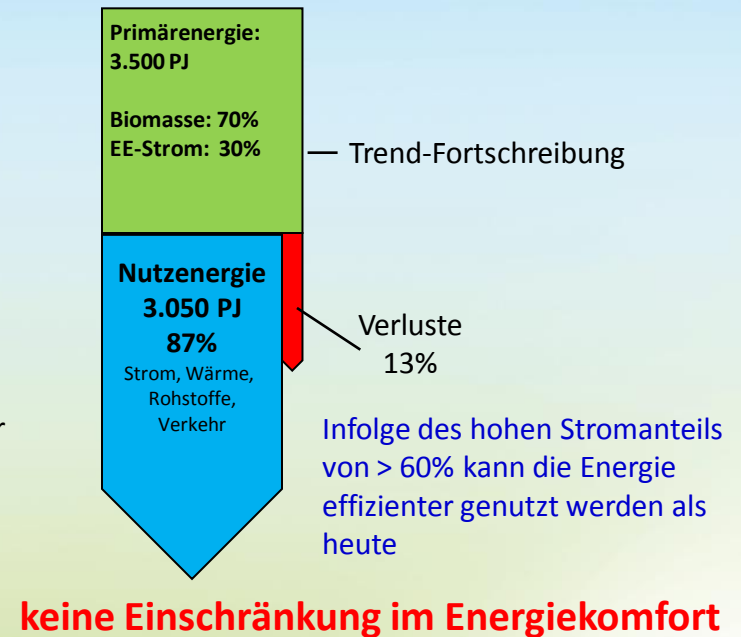


Energiewirtschaft heute und morgen

Energiewirtschaft DE 2007



Wasserstoff-Wirtschaft DE 2030



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)

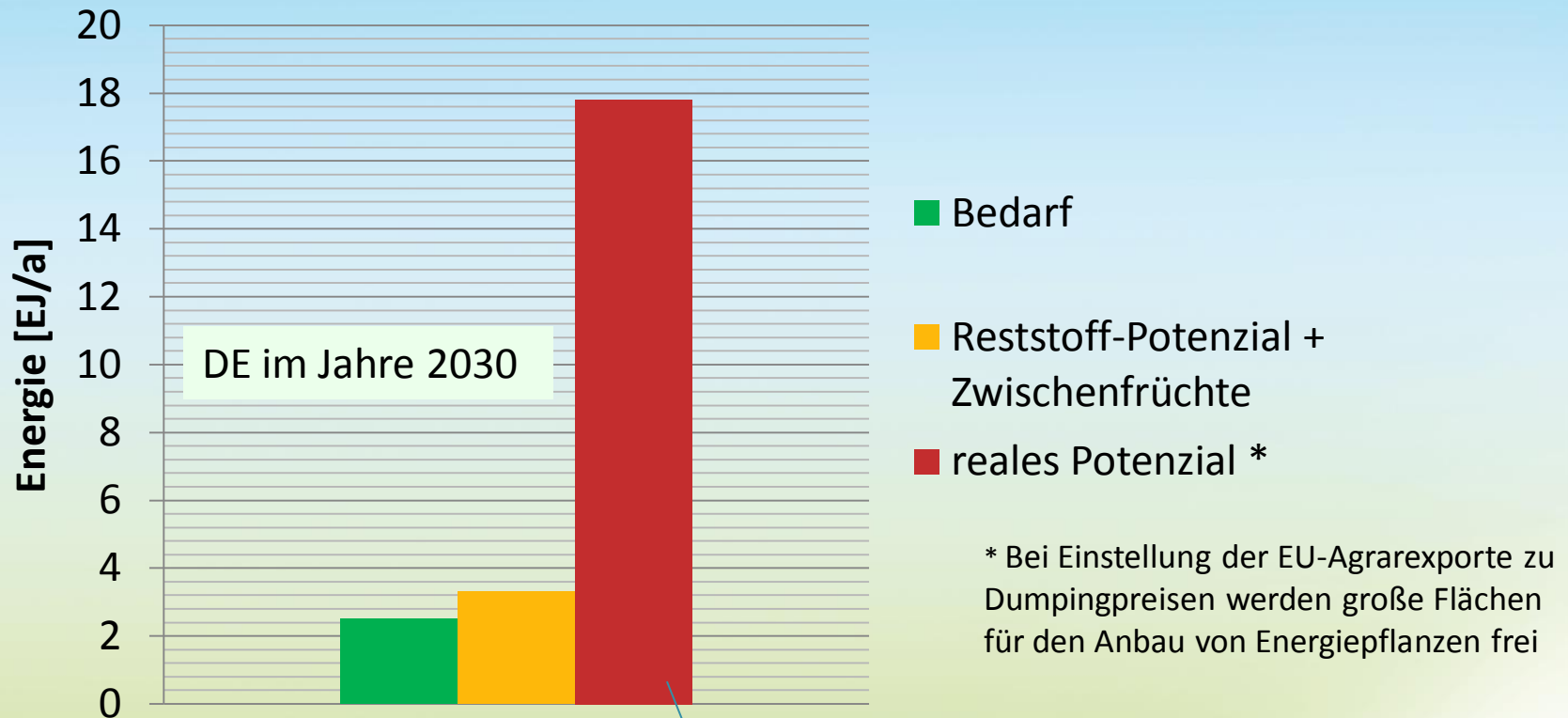
Faktor Vier

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 mindestens um den Faktor 4**



Bio-Potenzial wissenschaftlich betrachtet



Relation von Bedarf und Potenzial gilt für jedes Land in Europa

Netzstabilität durch Parallelbetrieb mit einem Wasserstoffnetz

Instabilität durch Nutzerverhalten und fluktuierende Einspeisungen

Stromnetz stabilisiert



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



Biomasse als Stromspeicher

Leichte Druckschwankungen

auch Mischungen von Wasserstoff und Erdgas möglich

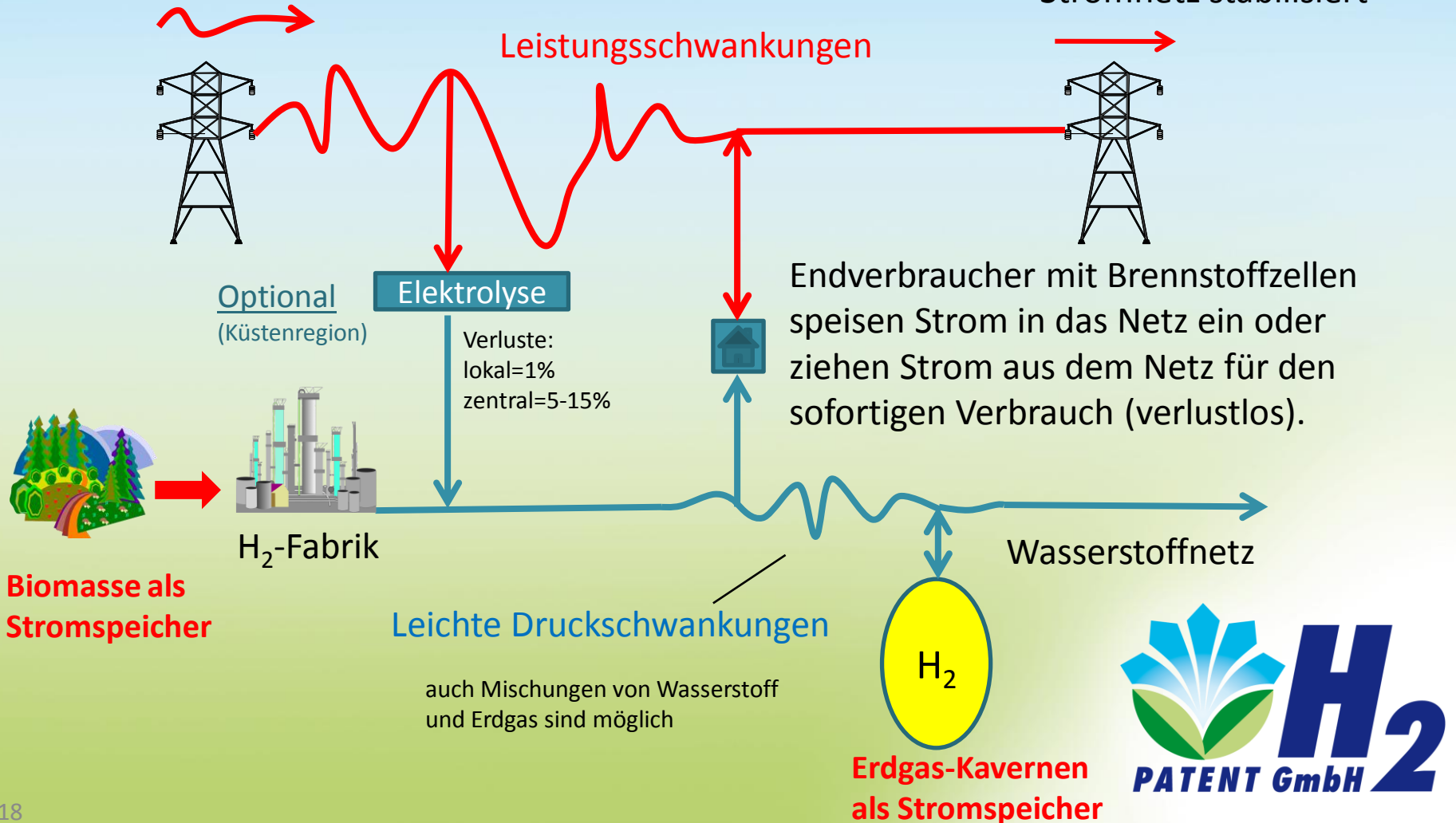
Erdgas-Kavernen als Stromspeicher



Netzstabilität durch Parallelbetrieb mit einem Wasserstoffnetz

Instabilität durch Nutzerverhalten und fluktuierende Einspeisungen

Stromnetz stabilisiert



Solarstrom just in time – durch Bio-Wasserstoff

- Es sind keine zusätzlichen Investitionen erforderlich
 - eine Wasserstoffwirtschaft wird aus ökonomischen Gründen kommen.
- Es entstehen keine Verluste
 - Strom wird nicht konvertiert sondern anstelle von Brennstoffzellenstrom genutzt.
- Die Stabilisierung ist zeitlich unbegrenzt
 - ehemalige Erdgaskavernen: 2 Monate, Biomasse: zeitlich unbegrenzt
- Die Stabilisierung geschieht verbrauchsnahe
 - Keine neue Speicher- Infrastruktur erforderlich

Damit gibt es für den Ausbau von Wind- u. PV-Strom keine Restriktionen mehr.
Wir können aber trotzdem damit beginnen, das Stromnetz zurückzubauen.



Was kostet der Umbau zu einer biobasierten Wasserstoffwirtschaft?



Investitionen für die neue Wasserstoffwelt

Versorgungsumfang	Wasserstoff-Fabriken [Mrd. €]	Netz [Mrd. €]	Σ [Mrd. €]
75 %	15	5	20
100%	20	20	40

Mit einer einmaligen Investition von 40 Mrd. € schaffen wir aus lokalen Ressourcen eine dauerhafte, sichere, und nachhaltig Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen.

Zum Vergleich:

40 Mrd. € investiert der Energiesektor *jährlich*.

80 Mrd. €/a könnten an Energieimporten derzeit eingespart werden

>100 Mrd. €/a Kostenentlastung von Industrie und Haushalten



Eine dritte industrielle Revolution?



EUROPEAN PARLIAMENT 2004 - 2009

WRITTEN DECLARATION

pursuant to Rule 116 of the Rules of Procedure
by Zita Gurmai, Anders Wijkman, Vittorio Prodi, Umberto Guidoni and
Claude Turmes

on establishing a **green hydrogen economy** and a third industrial
revolution in Europe through a partnership with committed regions and
cities, SMEs and civil society organisations

Lapse date: 14.5.2007



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?



Erzeugung und Kosten von grünem Wasserstoff



Holzvergaser

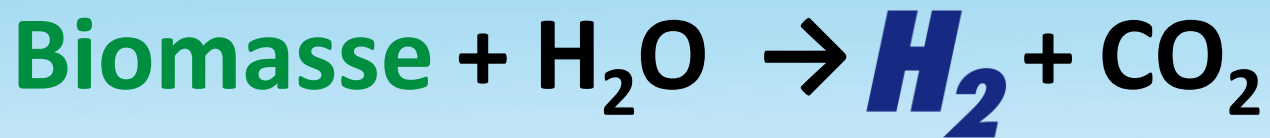


Köhlerei

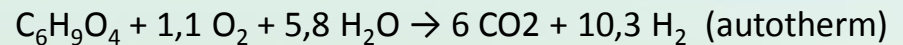
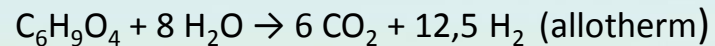
Nur die Nutzung hat sich geändert:
Wir sind heute am Gas interessiert



Rezept



Holz:

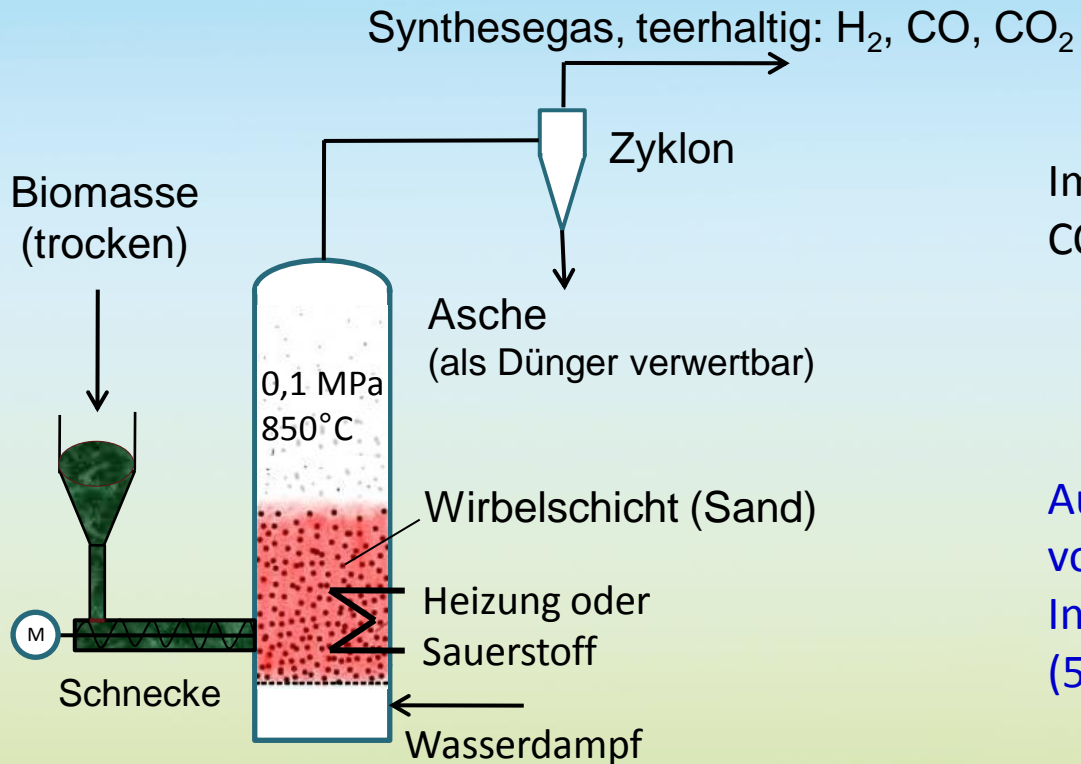


ca. 850°C

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



H₂ nach Stand der Technik

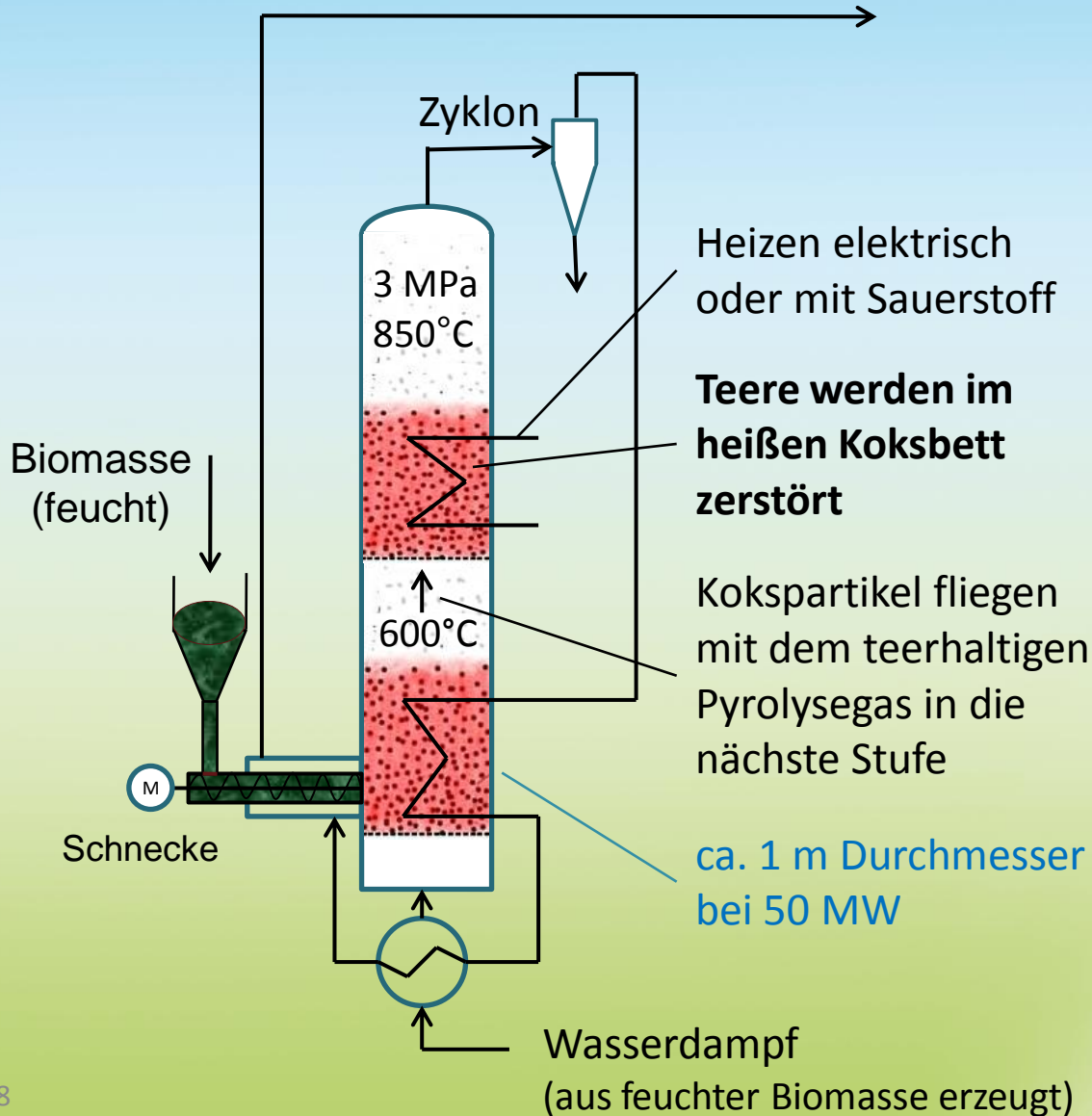


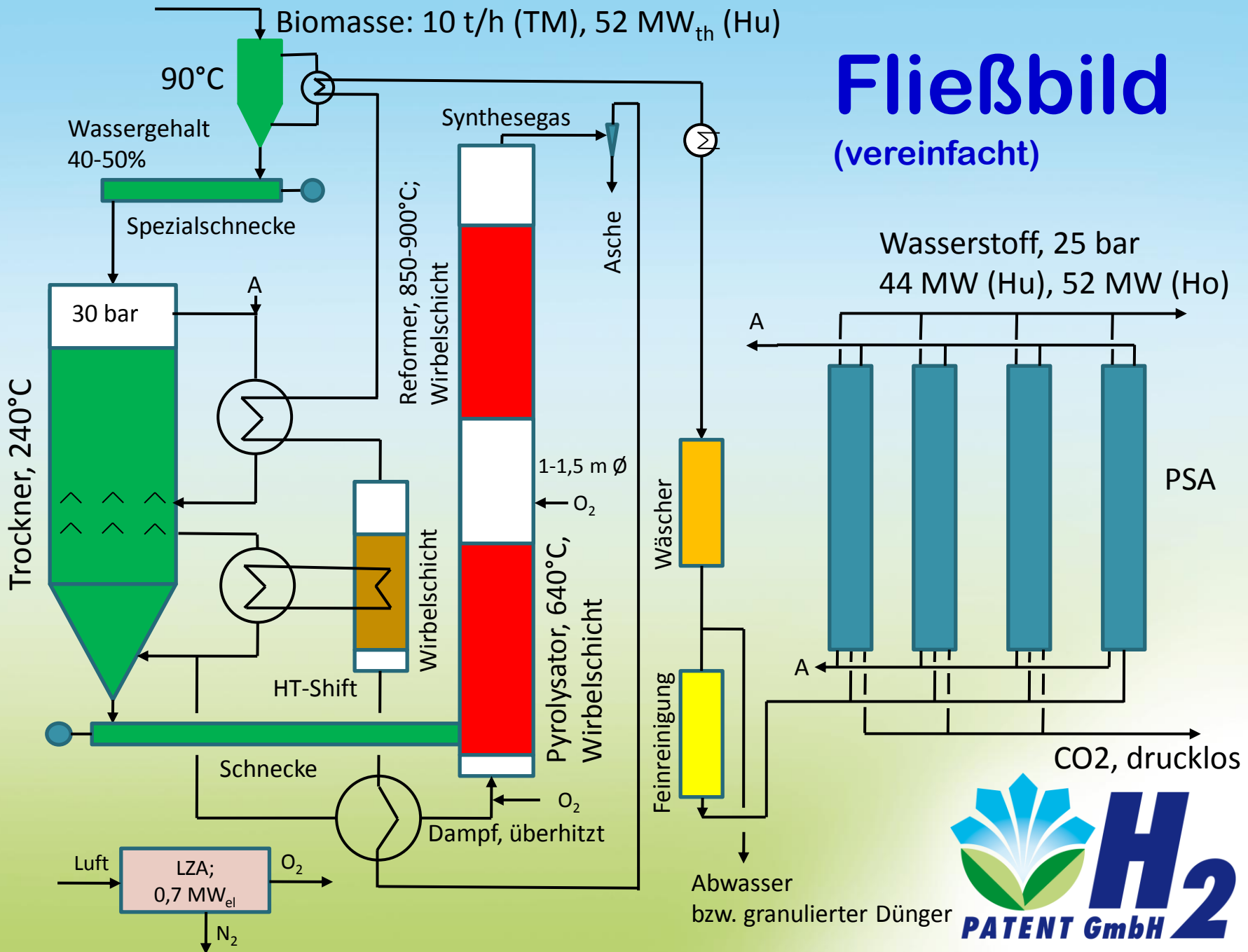
Im Shift-Reaktor bei ca. 300°C:
 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$

Auf ähnliche Weise haben
vor 180 Jahren alle
Industriationen Stadtgas
(50% H₂) aus Kohle gemacht

H₂ innovativ

Synthesegas, **teerfrei**





Vergleich biologisch / chemisch



Biologisch 5 MW
Biogas (Methan)



8 MW Vergasungsanlage in Güssing (Österreich) nutzt Synthesegas direkt zur Stromerzeugung. Synthesegas (40% H₂) ist die Vorstufe zum reinen Wasserstoff.

Hauptreaktor:
1,6 m
Durchmesser

Thermochemisch 200 MW
Wasserstoff

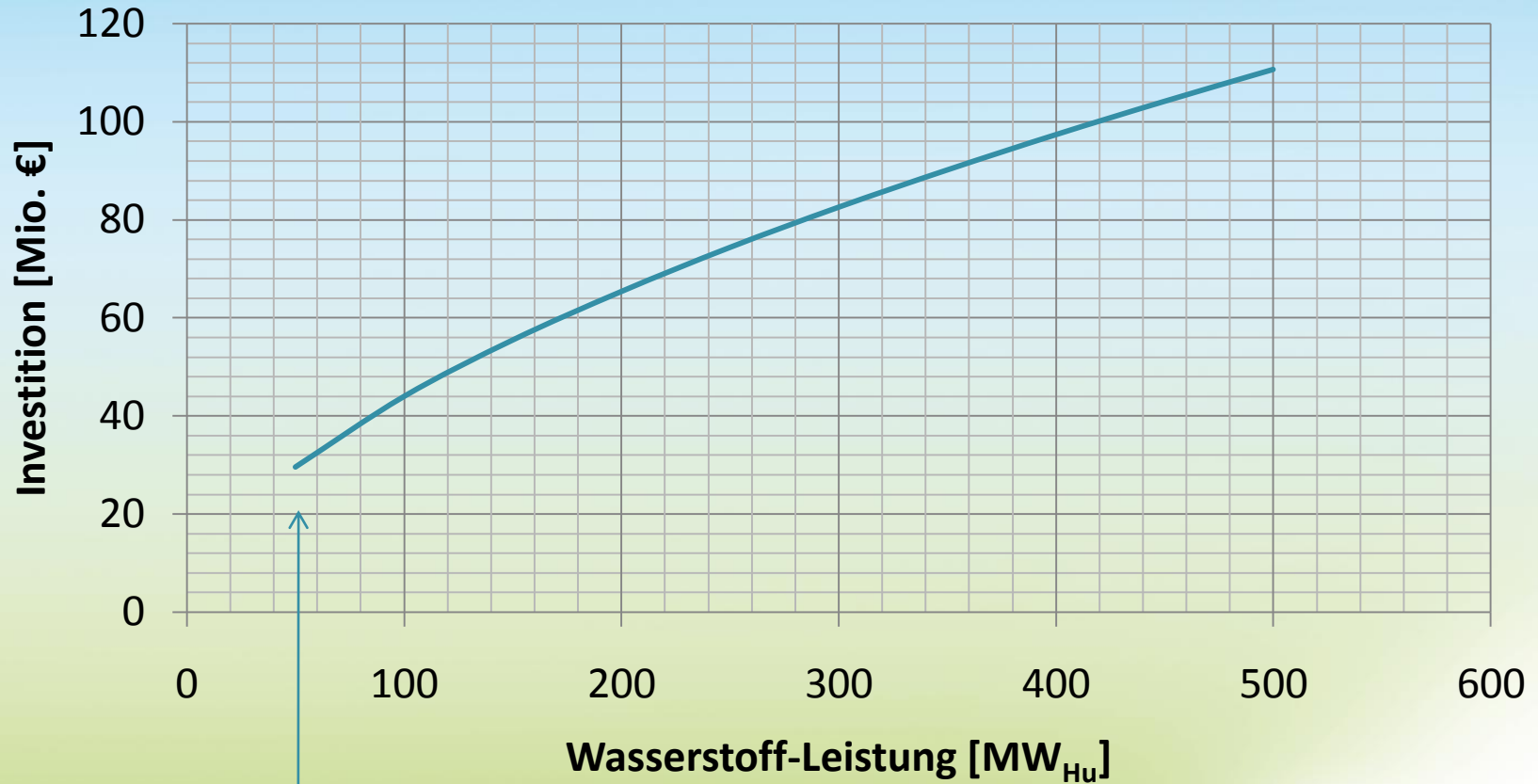


Vergleich: biologisch/thermochemisch



Projektion

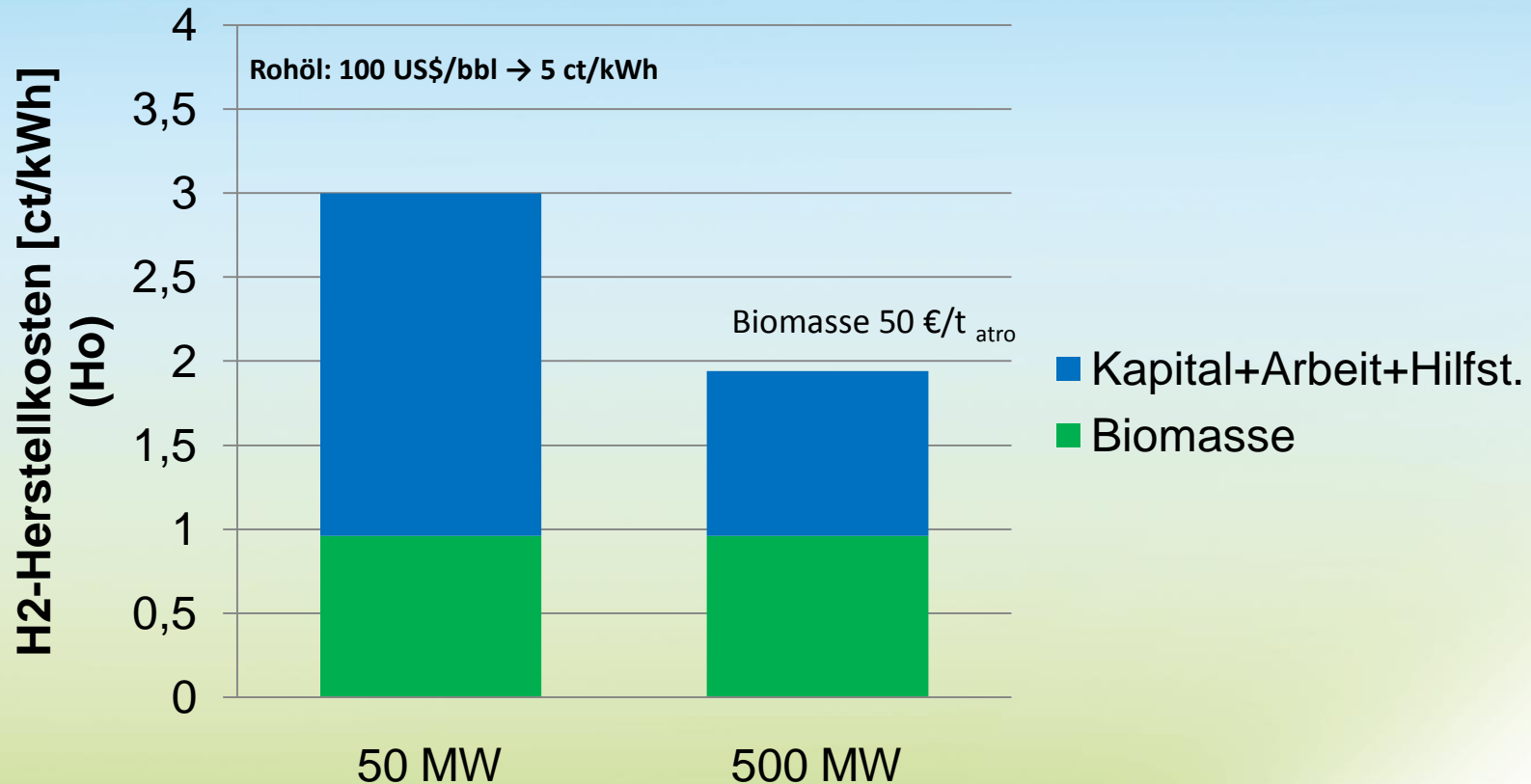
Investition für eine H₂-Fabrik



Kleinste funktionsfähige Einheit



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.



Wie beginnen?

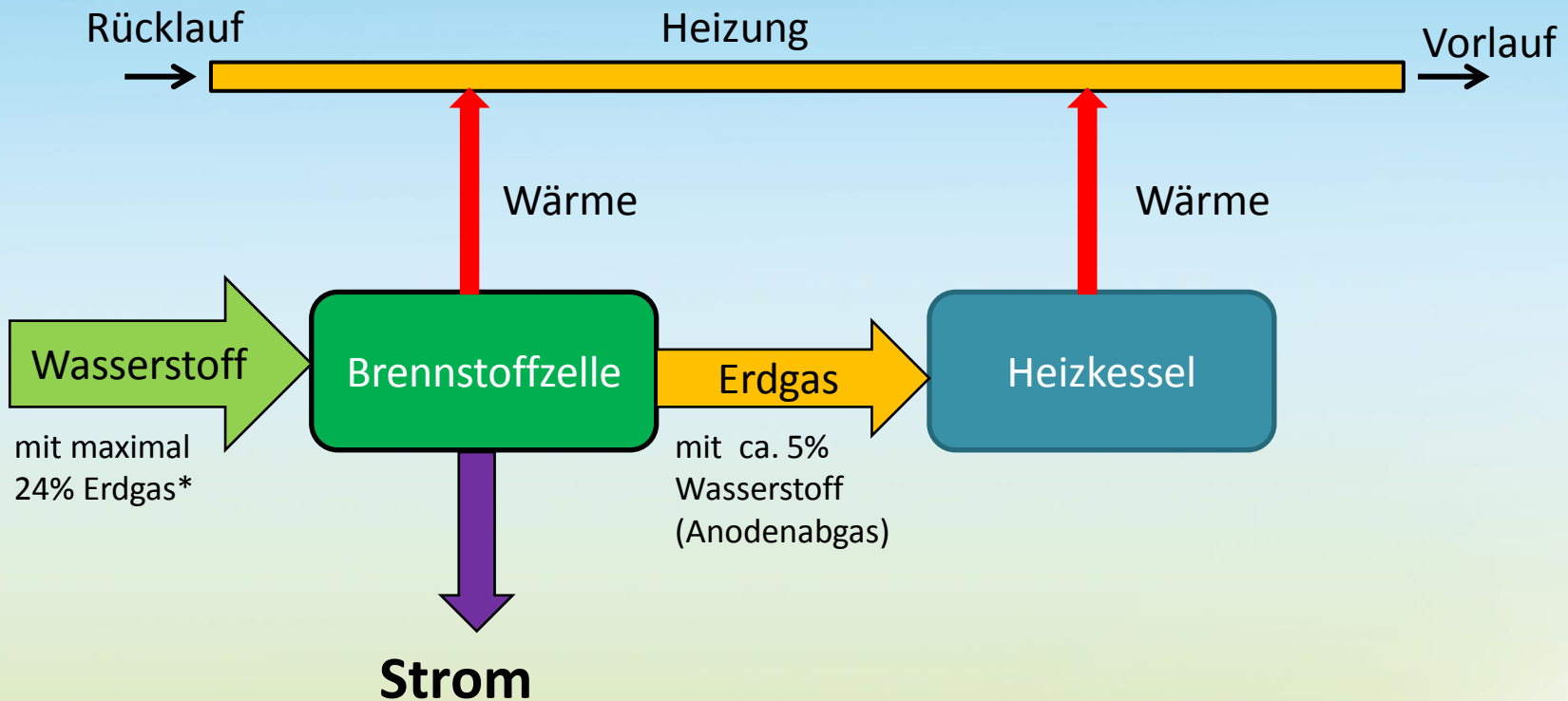


Übergänge in eine Wasserstoffwelt

- Zumischung bis 20% H₂ im Erdgasnetz (aktuell erlaubt: 5%)
 - Umstellung der Abrechnung bei Motor-BHKW's von KWK-Bonus auf EEG (Damit kann man die H₂-Fabriken optimieren)
- Zumischung 0 bis 100%, kein H₂-Speicher im Netz
 - Heizung überwiegend mit Abwärme der Brennstoffzellen, Winterspitze mit Erdgas
 - Eigenstromerzeugung und Stromexport
 - Verlustfreie Abnahme von Windstrom bis 75% der H₂-leistung
 - Anbindung an Strom- u. Erdgasnetz erforderlich
- 100% H₂ und Kavernenspeicher im Netz
 - Vollversorgung mit Strom u. Wärme (nahezu verlustlos)
 - Zeitlich unbegrenzter Ausgleich von Strom-Fluktuationen +/- 100% der *Heizleistung*, unter Tolerierung von Wärmeverlusten ein Mehrfaches davon.
 - Stromnetz entbehrlich



Brennstoffzellen-Vorsatz für die alte Heizung



Die Brennstoffzelle wird einfach vor den alten Heizkessel gesetzt. Die Spitzenlast im Winter übernimmt das Erdgas. Bei Revision der H₂-Fabrik wird der alte Zustand automatisch wieder hergestellt.

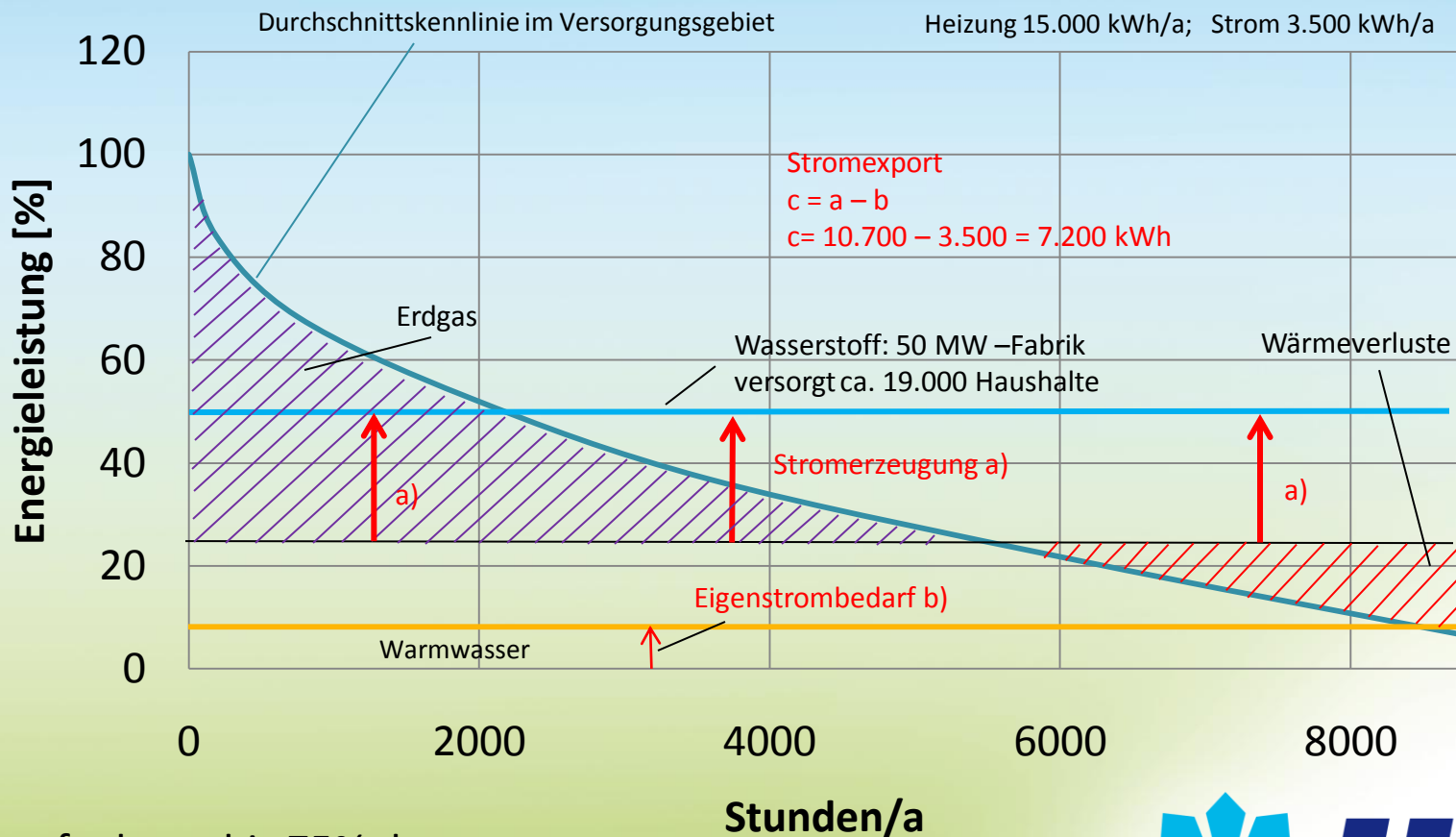
* 70% Energieanteil im Winter durch Erdgas

Der Betrieb mit Gasmischungen erfordert eine Steuerung als virtuelles Kraftwerk durch einen Contractor



Stromerzeugende Heizung mit Brennstoffzelle und Heizkessel ohne Reformer

ohne H₂-Speicher



Windstromaufnahme: bis 75% der
H₂-Leistung mit unbegrenzter Dauer

Dargestellt ist ein Extremfall des Gasverbrauchs Winter/Sommer=12/1.

Reale Stadtwerke liegen zwischen 1,5/1 bis 8/1. Real sind die Verluste also kleiner. Die Verluste können mehr als halbiert werden, wenn die H₂-Fabrik im Sommer auf 50% gedrosselt wird



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**

Karl-Heinz Tetzlaff
tetzlaff@h2-patent.eu

