

Nachhaltige Wasserstoffwirtschaft

Ein Schritt in die künftige
Energiewirtschaft

Traunstein, den 8. Juni 2011

Karl-Heinz Tetzlaff
Tetzlaff@h2-patent.eu



H₂-Patent GmbH



Philipp Rösler

K.-H. Tetzlaff

H. Sieckmann

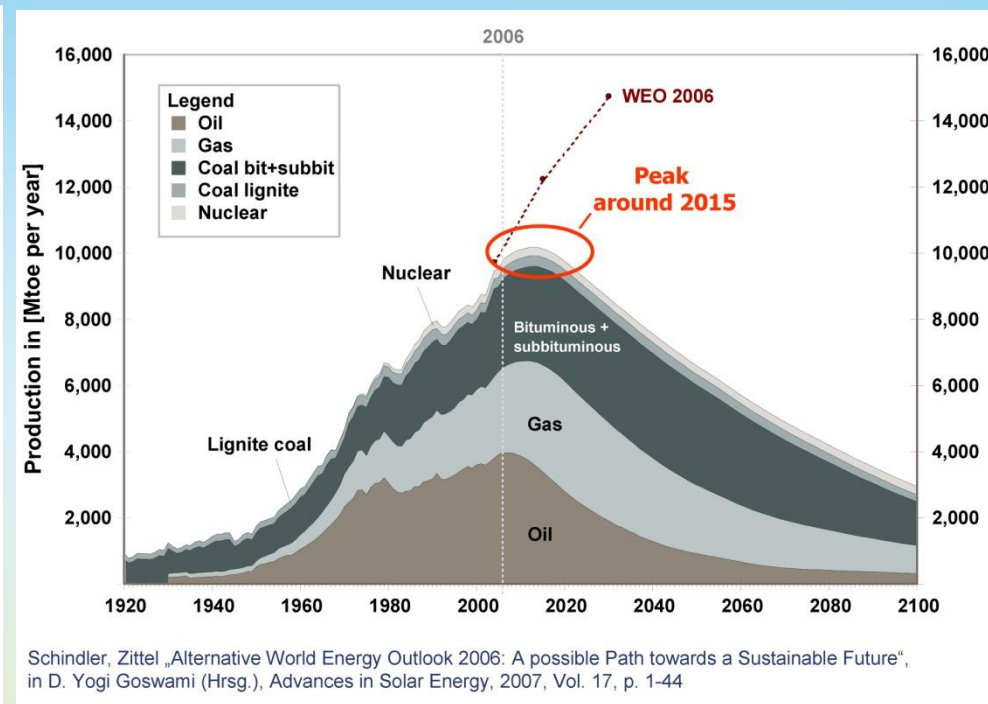
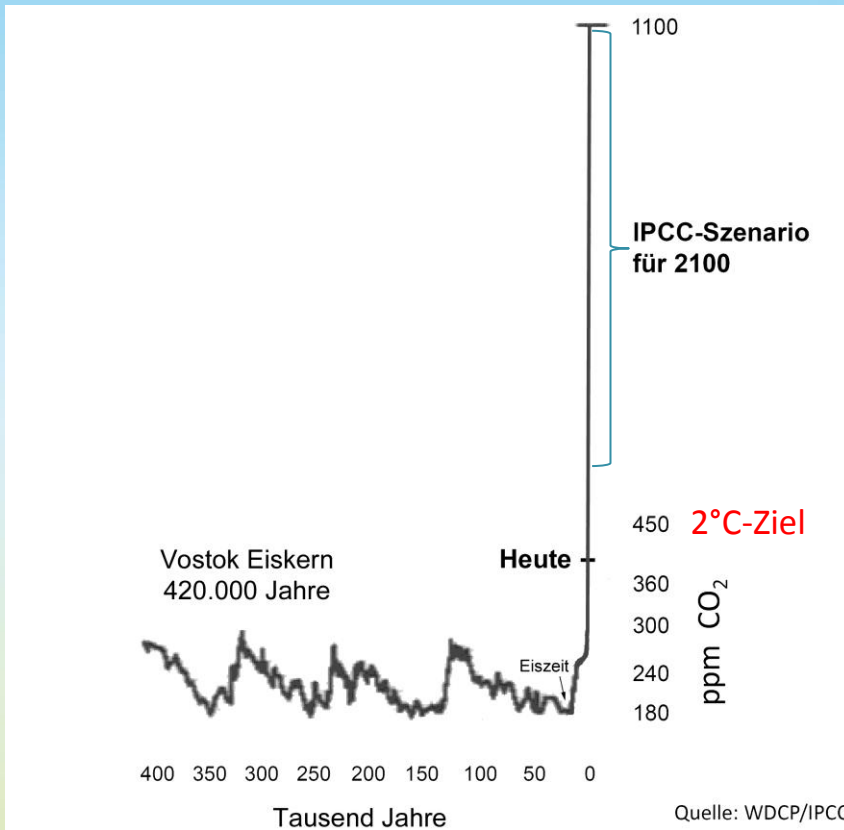
H. Rau

Geschäftsführer

Herausforderungen

- Ersatzbeschaffung für atomare und fossile Energien
 - Energiekosten dürfen den Wirtschaftsstandort nicht gefährden
- Umwelt- und Klimaprobleme lösen
- Einbindung fluktuierender erneuerbarer Energien

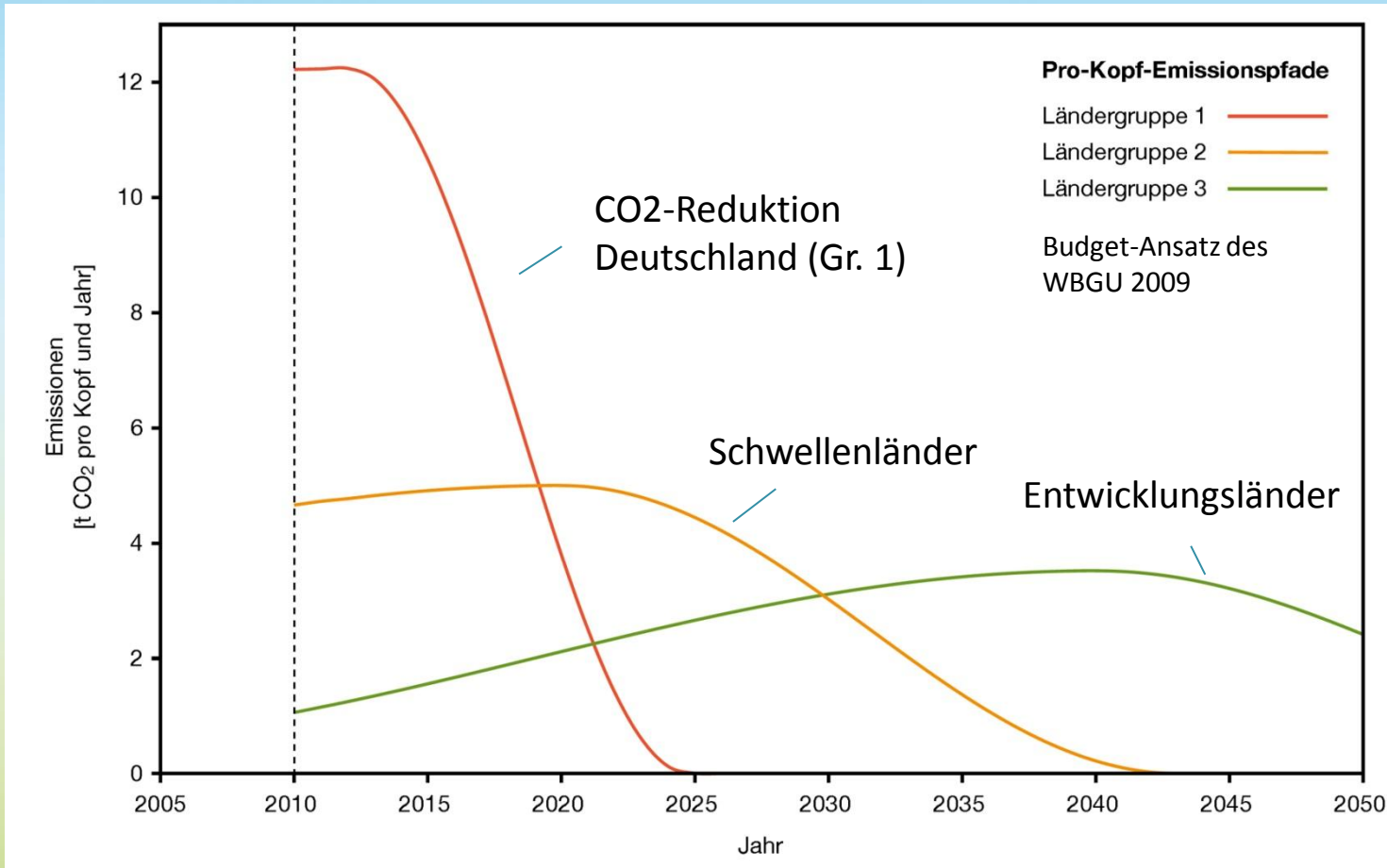
Die Uhr tickt



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!
(Eine Systemkrise ist eine unendliche Finanzkrise)

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 nach 2100 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.

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.

Grundsätzliches

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

Albert Einstein

Die neuen Herausforderungen, die wir annehmen müssen, kann man nicht mit einem Reparatur-Kit lösen, das die Unzulänglichkeiten unserer Energiewirtschaft abmildert.

Wir brauchen ein Energiekonzept aus einem Guss, das auch fluktuierende Energien problemlos integrieren kann.

Wir brauchen eine dauerhaft sichere und nachhaltige Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen.

Unnötiges Reparatur-Kit

- Wärmenetze
- Wärmedämmung
 - über das wirtschaftliche Maß hinaus
- Erhöhung der Effizienz von Kraftwerken
- Schattenkraftwerke
 - Ausfallsicherung für Strom aus Sonne, Wind und Wasser
- Stromspeicher
 - Pumpspeicher, Batterien, Druckluftspeicher, Wasserstoffspeicher, Strom zu Methan
- Ausbau der Stromnetze
- Intelligente Stromnetze
 - super grid, smart meters, Verbrauchersteuerung, Abschaltsteuerung
- DESERTEC
 - Stromerzeugung u. Vernetzung vom Sibirien bis Arabien

Das alles sind „strandet investments“

Ein Lösungsansatz

Eine verstärkte Nutzung von Wasserstoff als universeller sekundärer Energieträger ermöglicht eine dauerhaft sichere und nachhaltige Energieversorgung zu Preisen, die bei Strom, Wärme und Mobilität sehr viel niedriger sind als heute.

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

Wie stellt man Wasserstoff industriell her?

- Aus Strom* mittels Elektrolyse von Wasser
- Aus Biomasse mittels thermochemischer Vergasung

* Strom sollte nicht mehr als ca. 1,5 ct/kWh kosten, um gegenüber Biomasse wettbewerbsfähig zu sein.

Verfahrensprinzip



Köhlerei

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

Wasserstoff-Historie der Neuzeit

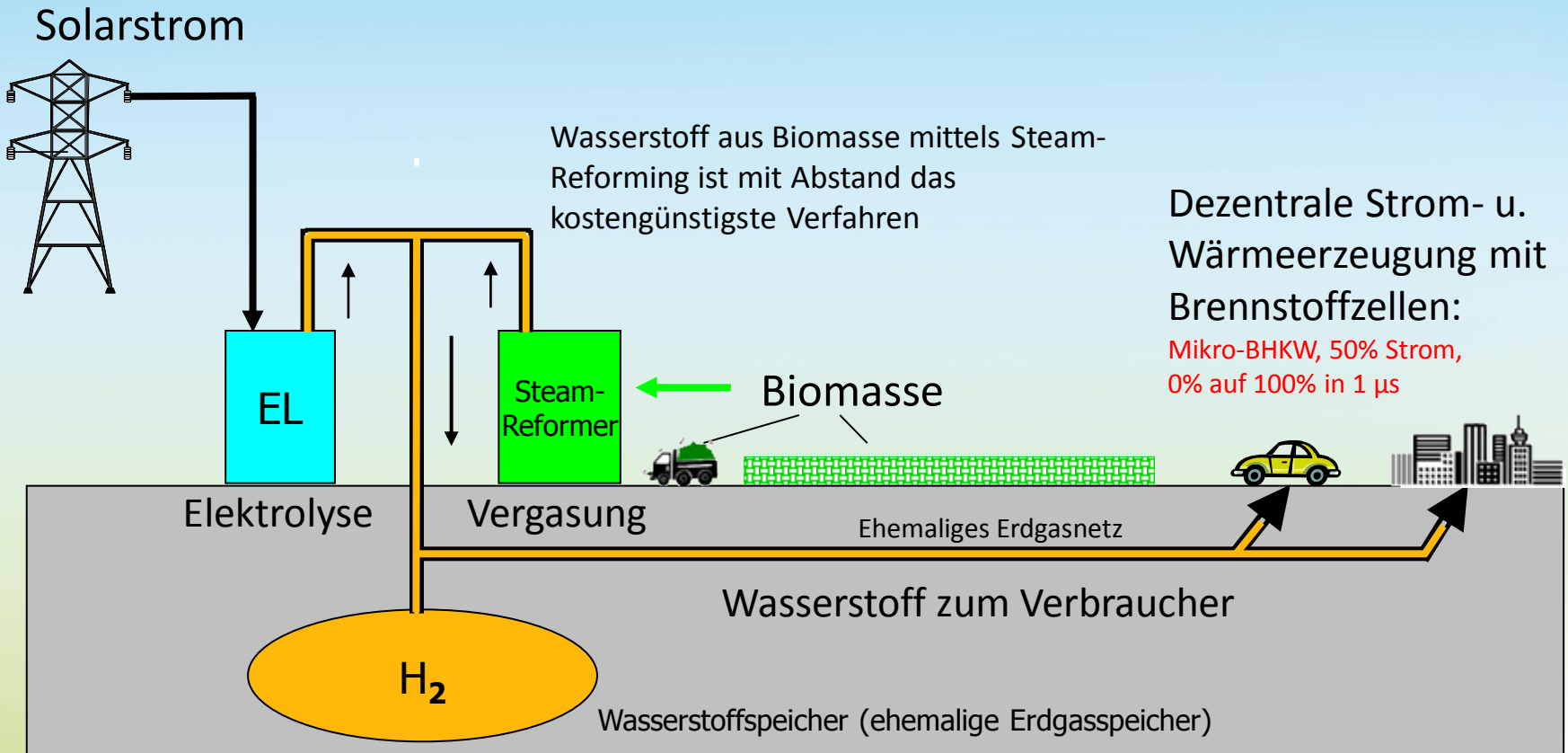
Stadtgas (50% H₂) auf Basis Kohle hat die industrielle Revolution des 19. Jahrhunderts begleitet.

Reiner Wasserstoff auf Basis Biomasse wird die 3. industrielle Revolution der Neuzeit einleiten.

Heute werden 500 Mrd. m³ /a Wasserstoff überwiegend durch Vergasung von fossilen Energieträgern hergestellt (2% des Energieverbrauchs.). Die Rohstoffbasis kann man leicht ändern.

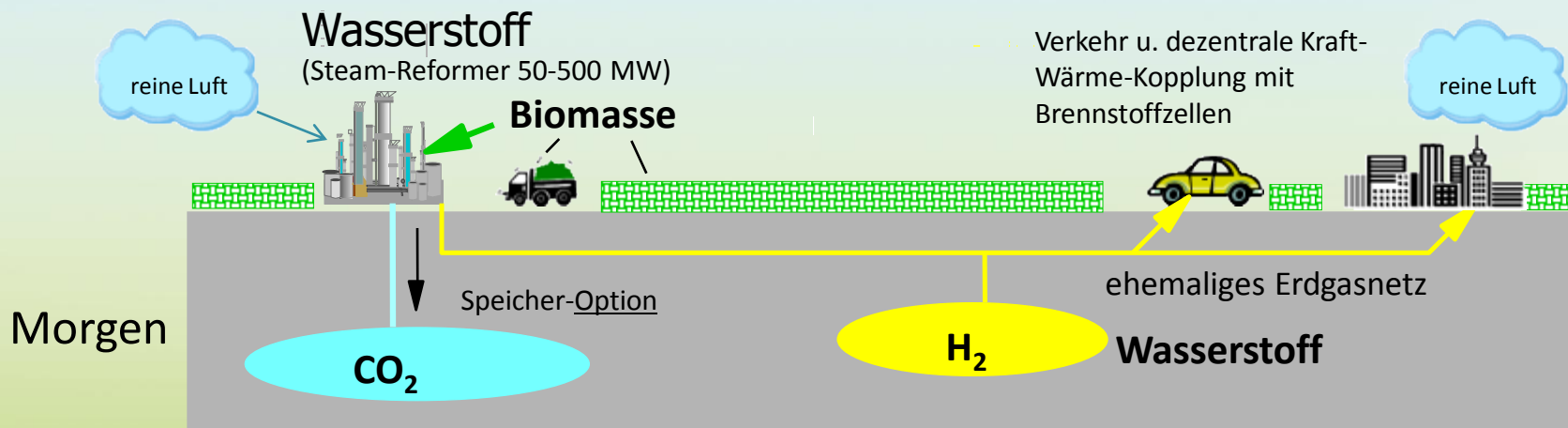
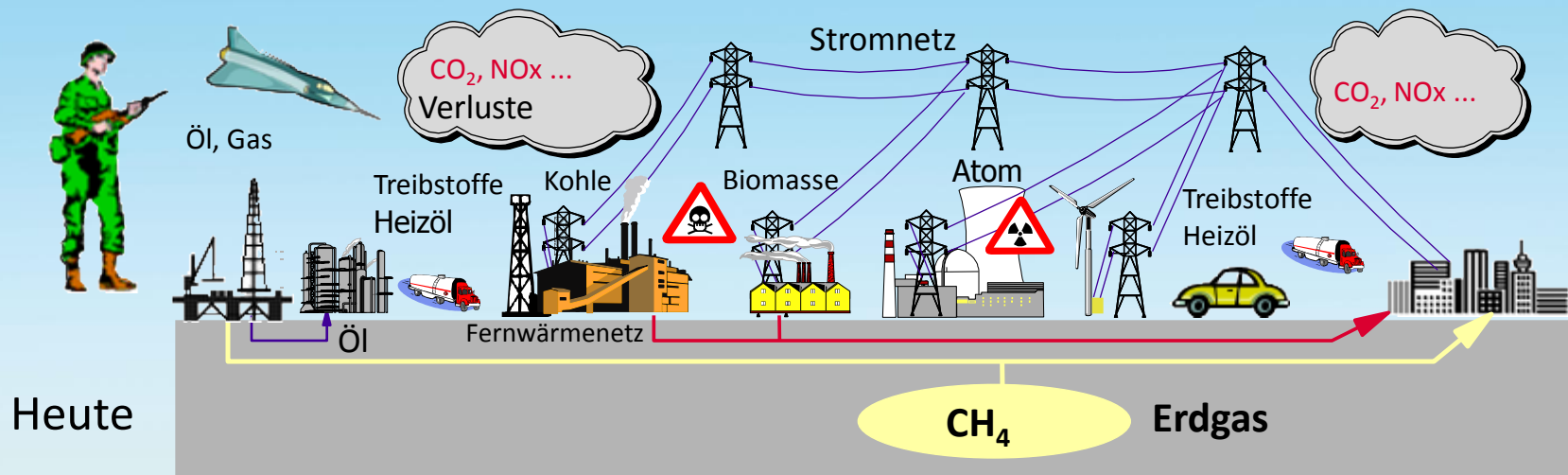
Echte grüne Wasserstoffwirtschaft:

Wasserstoff zum Endverbraucher



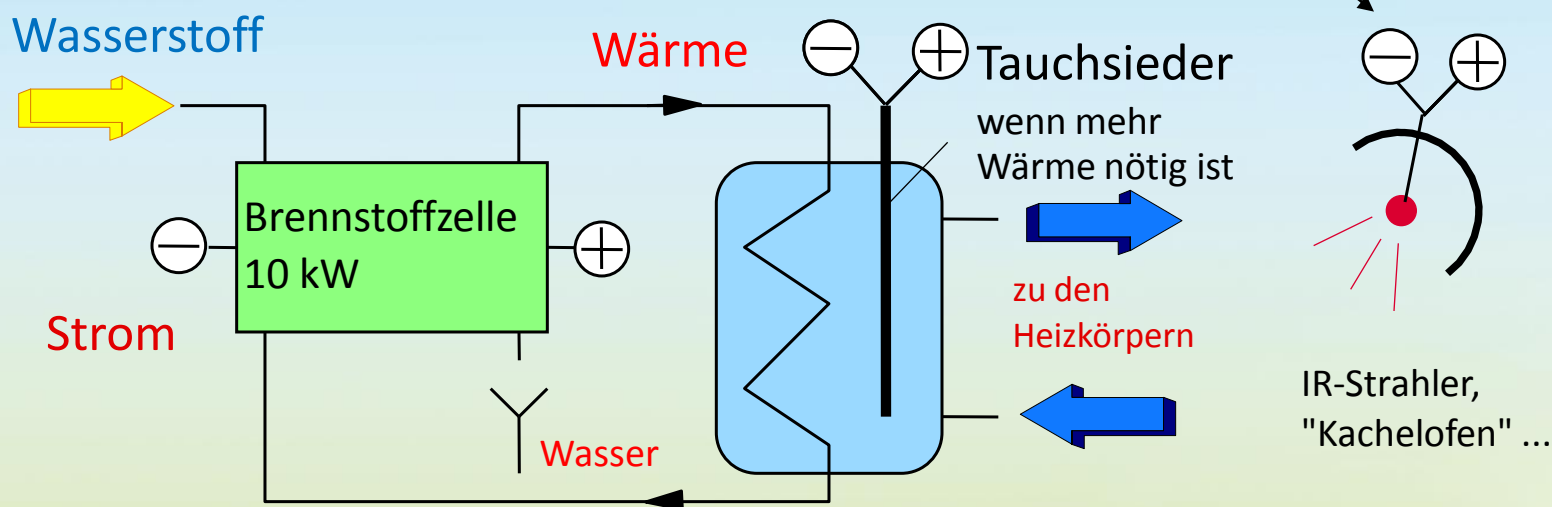
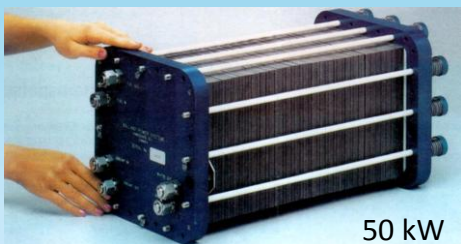
- Systembedingter Stromüberschuss, daher
- Wärmegeführte Energiewirtschaft, prinzipiell **ohne Energieverluste**

Paradigmenwechsel



Eine grüne Wasserstoffwirtschaft ist mehr als eine Technologie

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.

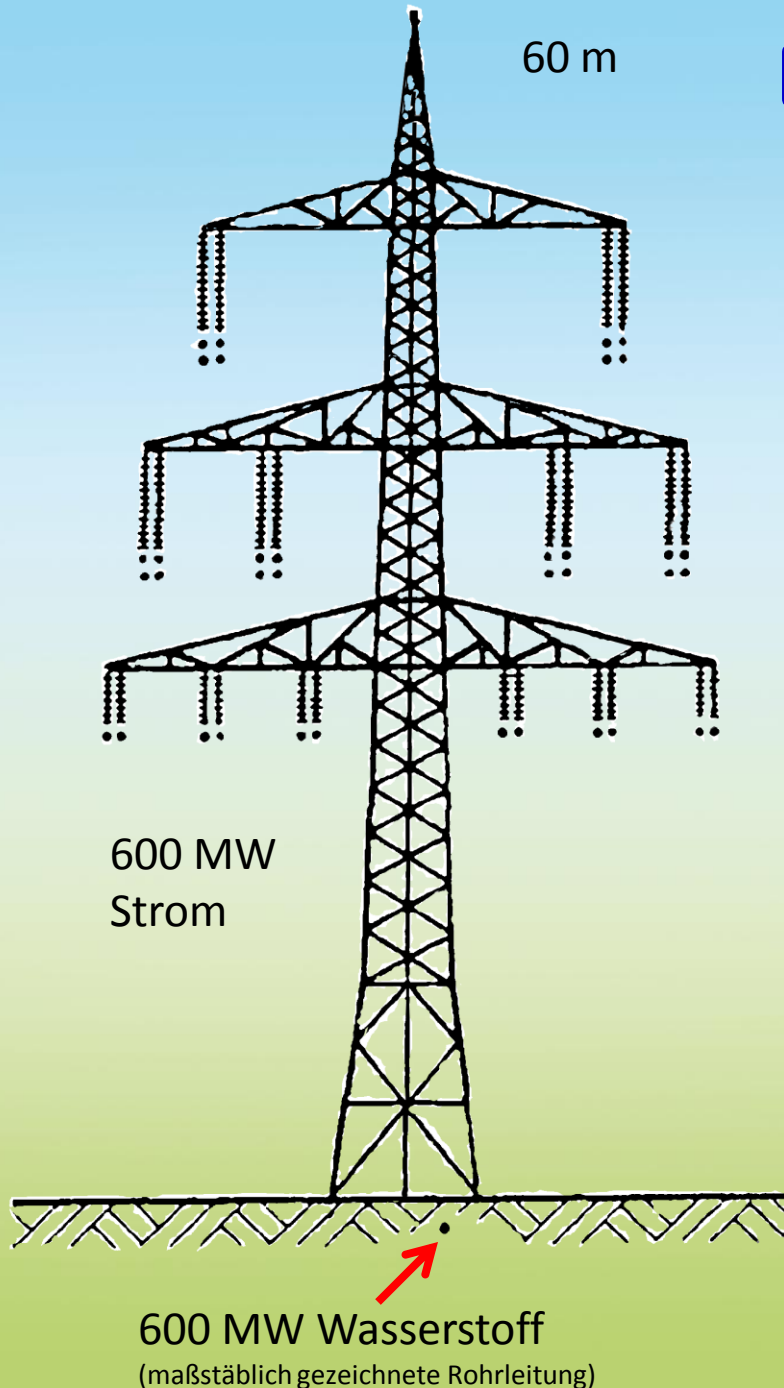
Brennstoffzellensysteme kosten bei Massenfabrikation von 100.000 Stück ca. 50 €/kW_{el}.
Es wird eine Standzeit von 100.000 h erwartet.

(Final Report Roads2HyCom 2009)

Eine Brennstoffzellenheizung (im Wasserstoffnetz) kostet weniger als ein konventioneller Heizkessel

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 =

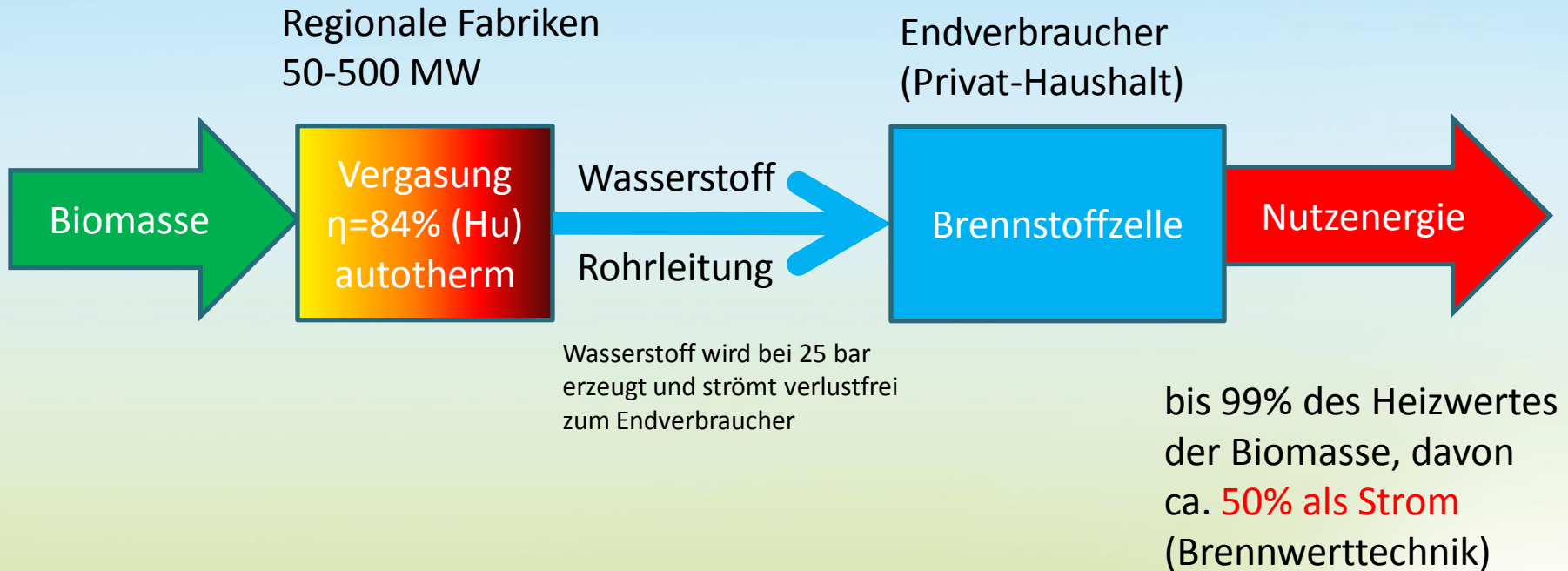
$2 + 9,3 = 11,3$ ct/kWh

Vision Wüstenstrom (DESERTEC)

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

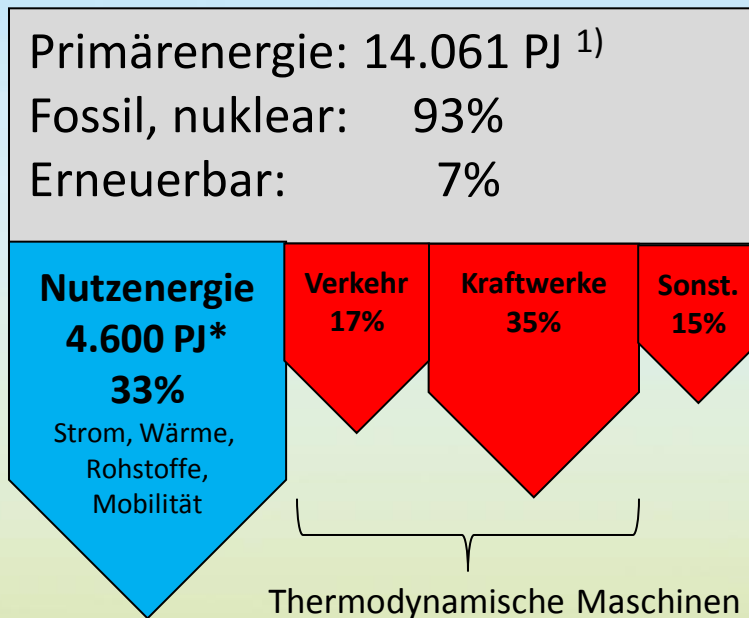
* ohne Steuern

Effizienz der Energiekette

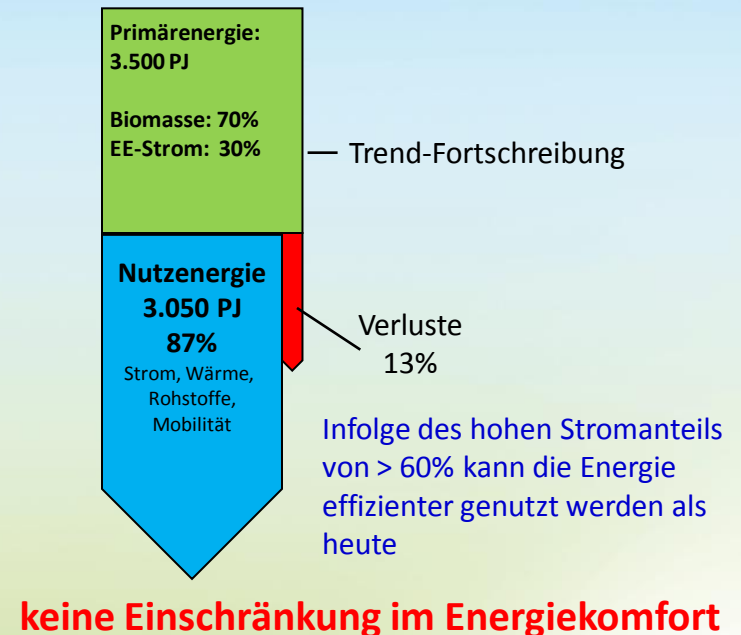


Energiewirtschaft heute und morgen

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

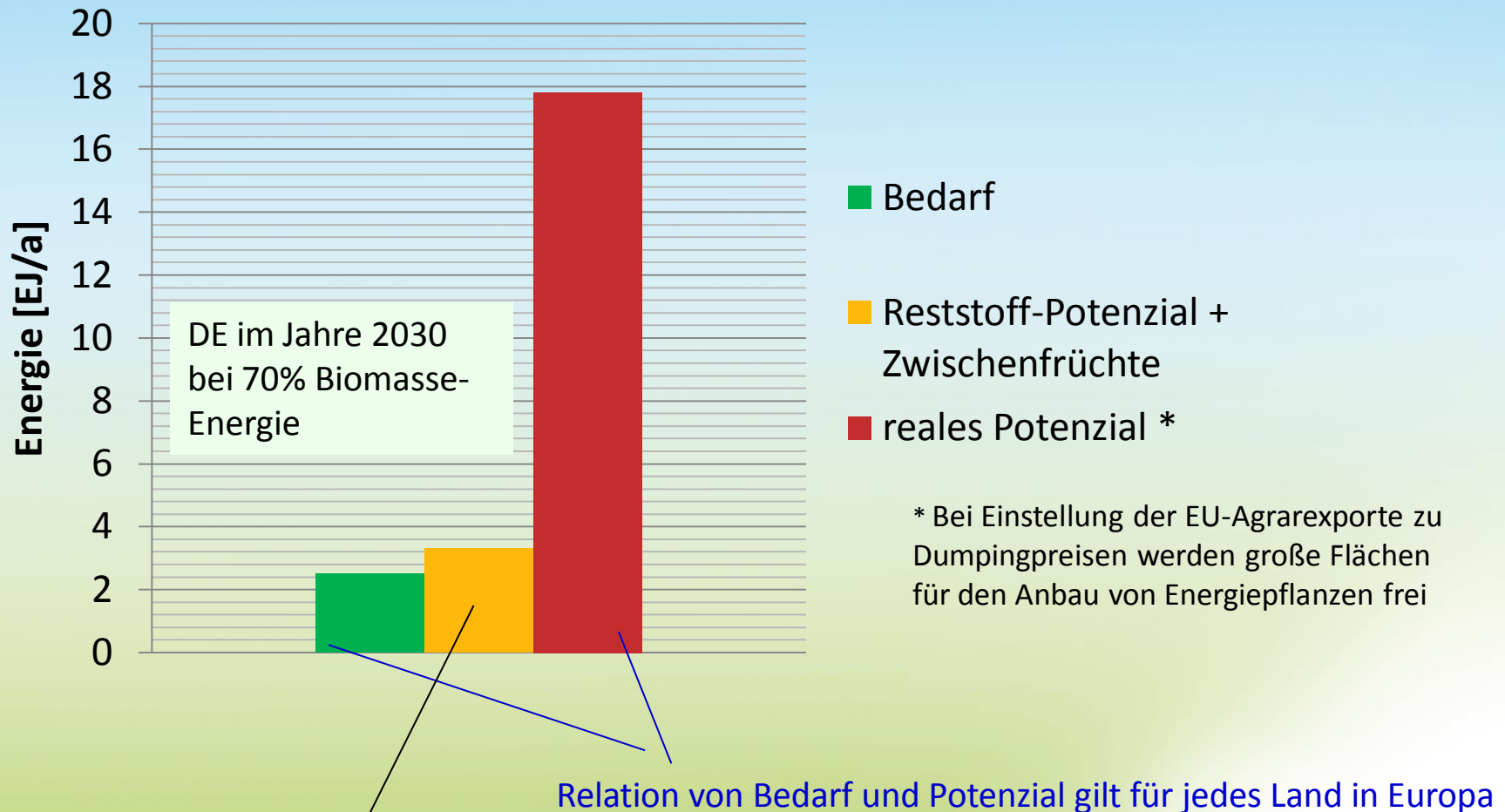
* aus BWK61,6(2009) mit Korrektur: Strom=Nutzenergie (4.400+200=4.600 PJ)

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



Wir könnten also ohne Bio-Importe oder Anbau von Raps (Biodiesel), Weizen und Mais (Ethanol und Biogas), alle atomaren und fossilen Energien ersetzen, wenn wir uns auf die Wasserstoffwirtschaft einlassen.

Biomasse-Potenzial

Eine Plausibilitätsbetrachtung

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

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

Das ist eine gute Übereinstimmung.

Weil für die thermochemische Vergasung beliebige Arten von Biomasse genutzt werden kann, reicht die zweite Ernte aus Reststoffen und Zwischenfrüchten der Landwirtschaft aus, um alle atomaren und fossilen Energie zu ersetzen. Die Produktion von Nahrungsmitteln wird also nicht tangiert.

Biomassepotenzial 2030

(mit spitzem Bleistift)

Nutzenergie im Jahre 2030 [PJ] ¹⁾	3.900	Davon ca. die Hälfte als Raumwärme
Korrektur: Strom=Nutzenergie [PJ]	+200	
Minderverbrauch durch Energiesparlampen [PJ]	-100	EU-Verordnung
EE-und Wasserkraft-Strom (außer Biomasse-Strom) [PJ]	- 1.000	Wind, Photovoltaik, Wasser (Anteil auf 50% erhöht)
Raumwärme durch Wärmepumpen [PJ]	-700	500 bis 1.000 (mit Solarthermie bis 2.000)
Absenkung der Raumtemp. + el. Heizung bei Bedarf [PJ]	-50	Bandbreite von 50 bis 200 PJ
Umstellung von Industrieprozessen [PJ]	-200	Steigerung der Effizienz von 65% auf 75%
Von Biomasse aufzubringende Nutzenergie [PJ]	2.050	

AG Energiebilanzen

Aufzubringende Biomasse-Energie: Mindestens = $2050/0,97 = 2.110$ PJ

Bei Berücksichtigung weitere unerkannter Verluste = **2.500** PJ

Reststoff aus dem Wald = **900** PJ (nachhaltig möglich sind 2.200 PJ *)

Reststoffe u. Zwischenfrüchte vom Acker = **2.400** PJ ²⁾ (mit Energiepflanzen möglich **16.000** PJ **)

∑ Verfügbar = **3.300** PJ (ohne die Produktion von Lebensmitteln zu berühren)

1) AG Energiebilanzen, zitiert in BWK61,6 (2009) mit Korrektur: Strom=Nutzenergie (4.400+200=4.600 PJ), von 2007 bis 2030 Einsparung von 0,5%/a → 3900 PJ (in der Periode davor wurde 1%/a gemessen)

2) 12 t/ha (TM) Reststoffe + Zwischenfrüchte von 11,3 Mio. ha Ackerfläche

* Quelle: Johann, vTI

** Quelle: Trän, IE (2005); Nachhaltige Biomasse Nutzungsstrategien im europäischen Kontext; ausgewiesene überschüssige Flächen der EU-25 auf das Jahr 2030 extrapoliert und auf DE umgerechnet, Energiepflanzen 40 t/ha TM, keine künstliche Bewässerung. **Vorausgesetzt ist hier die Streichung der Exportsubventionen für Lebensmittel**

Tank und Teller!

Das gewaltige Überpotenzial von Biomasse in einer biobasierten Wasserstoffwirtschaft ermöglicht es uns, die Nahrungsmittelpreise und die **Energiepreise vom Ölpreis zu entkoppeln!**

Beim „weiter so“ mit Technologien, die wir bereits nutzen, ist das nicht möglich!

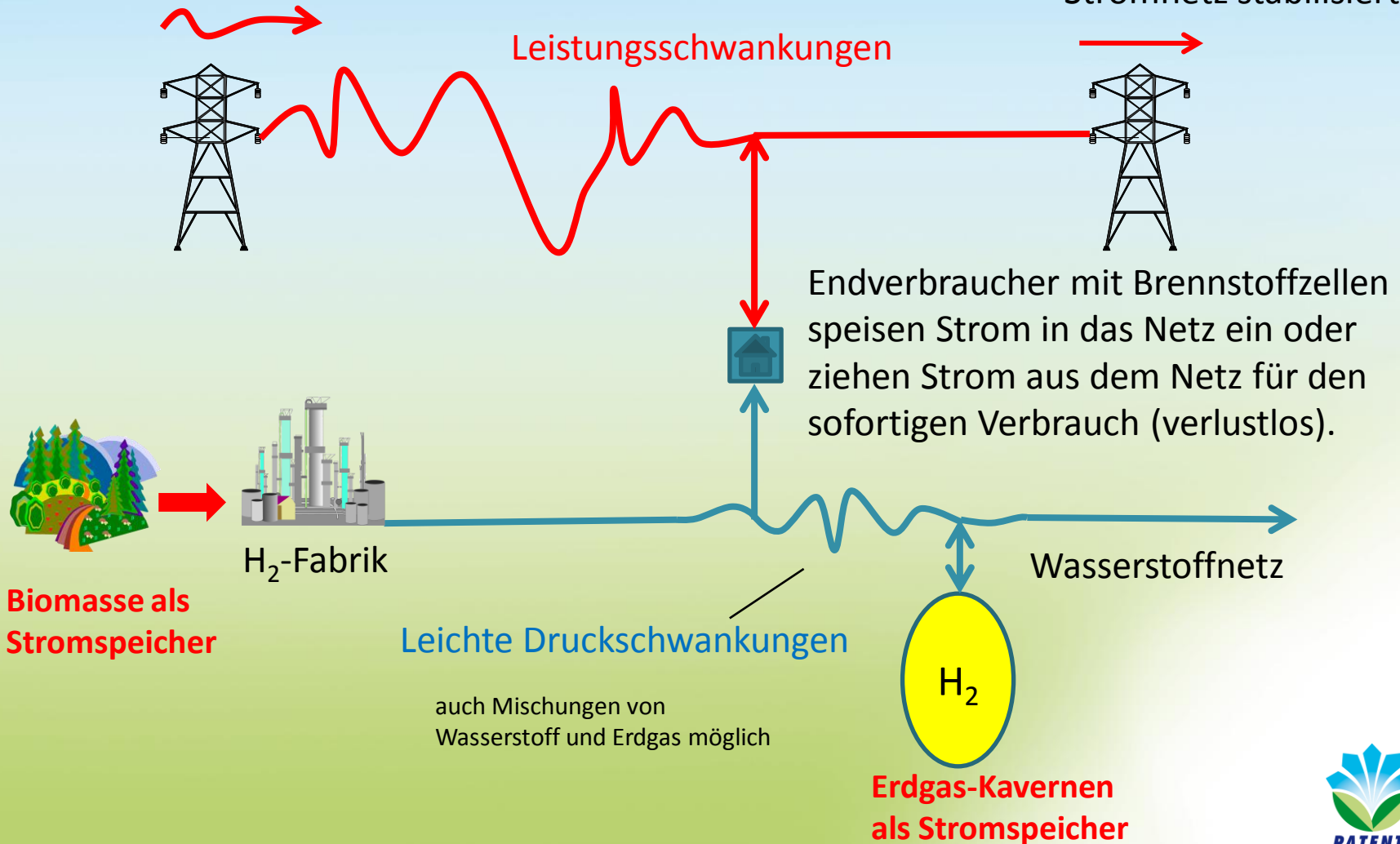
Stabilisierung des Stromnetzes

Ein Synergie-Effekt der
Wasserstoffwirtschaft

Netzstabilität durch Parallelbetrieb mit einem Wasserstoffnetz

Instabilität durch Nutzerverhalten und fluktuierende Einspeisungen

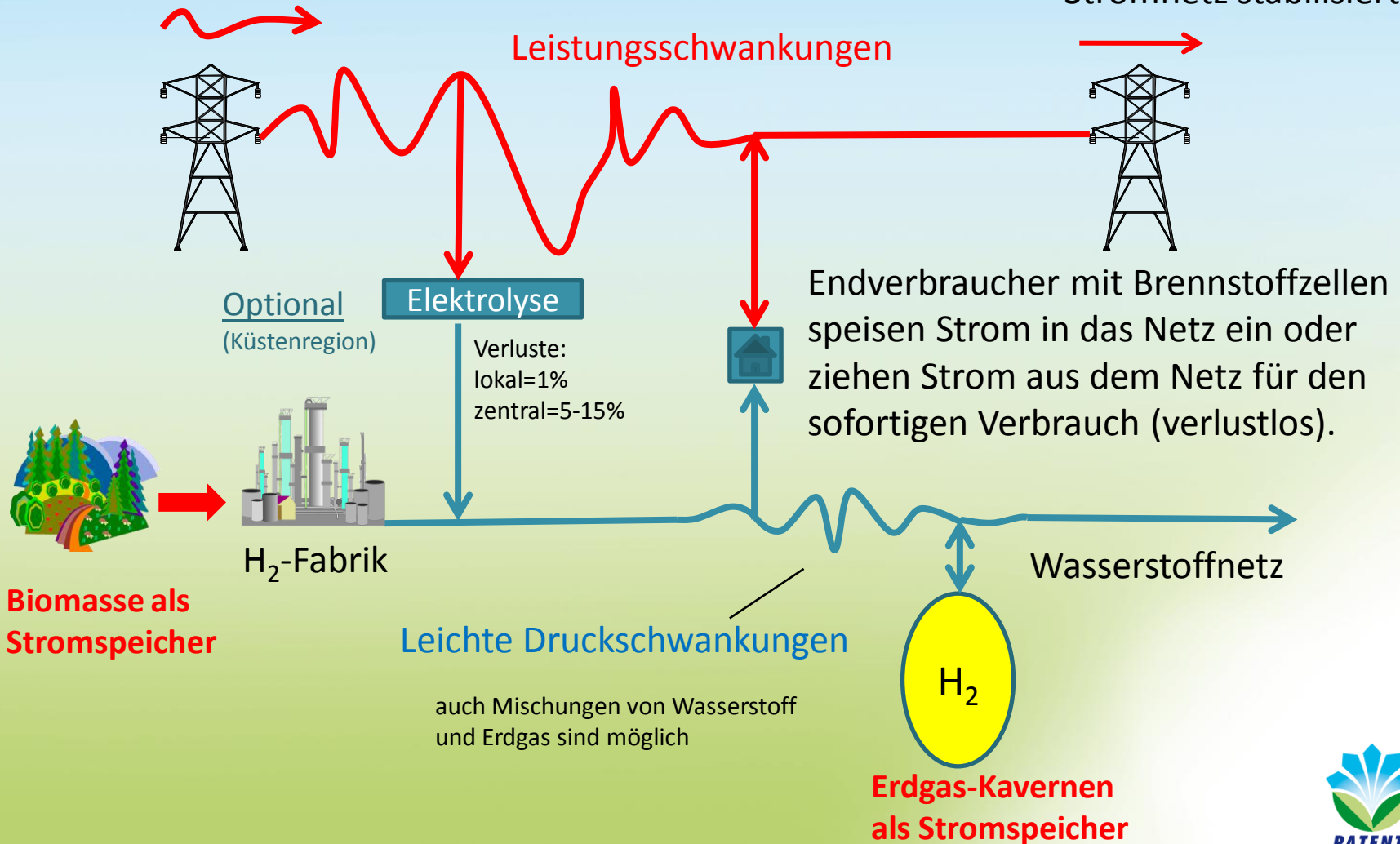
Stromnetz stabilisiert



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

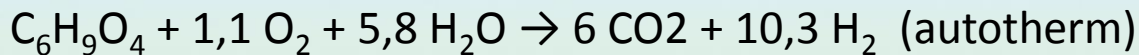
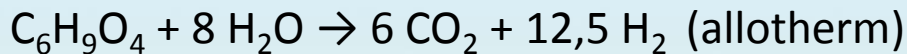
Damit gibt es für den Ausbau von Wind- u. PV-Strom keine Restriktionen mehr.

Wasserstoff-Herstellung

Ein simples Rezept



Holz:



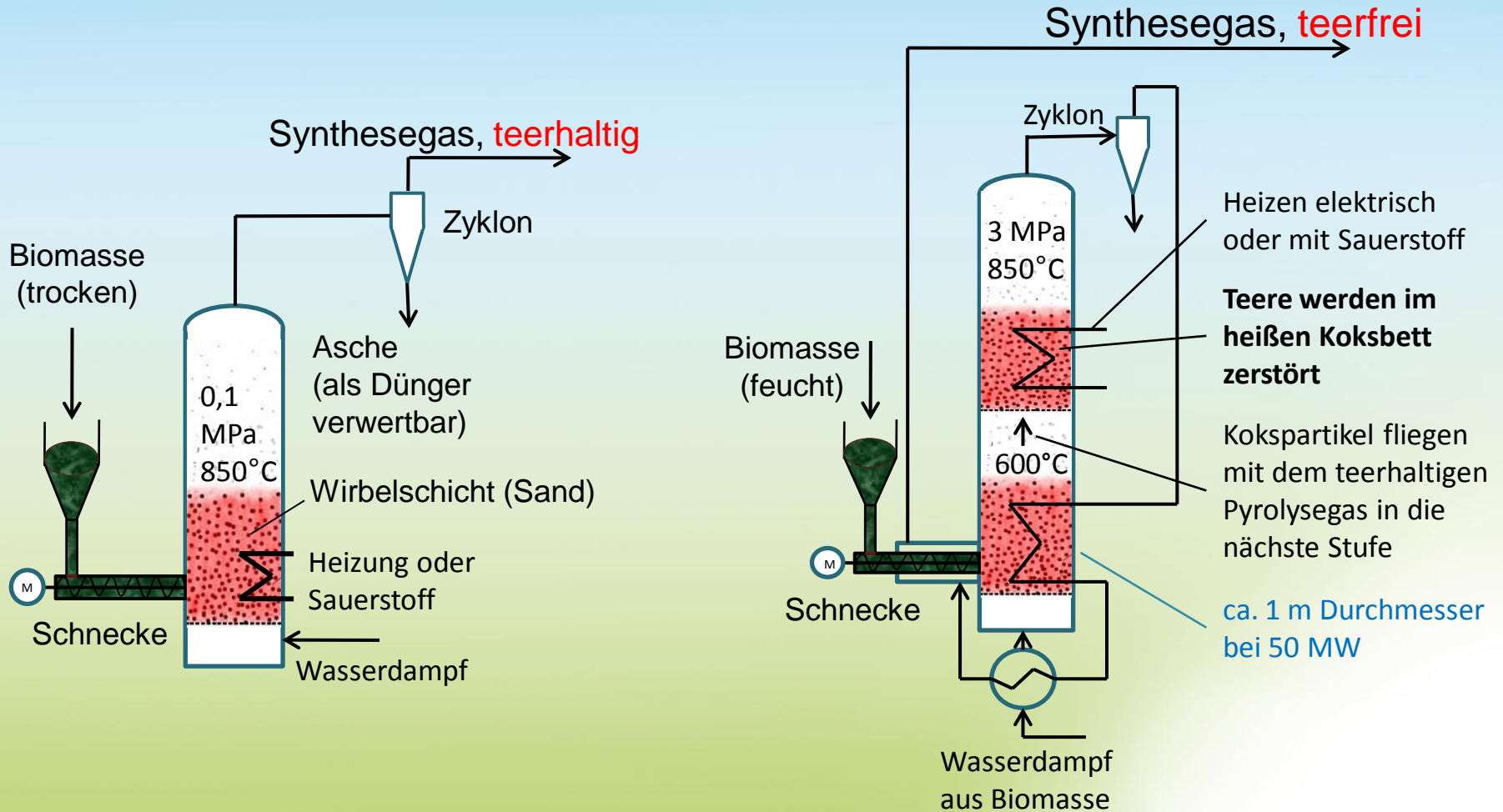
bei ca. 850°C



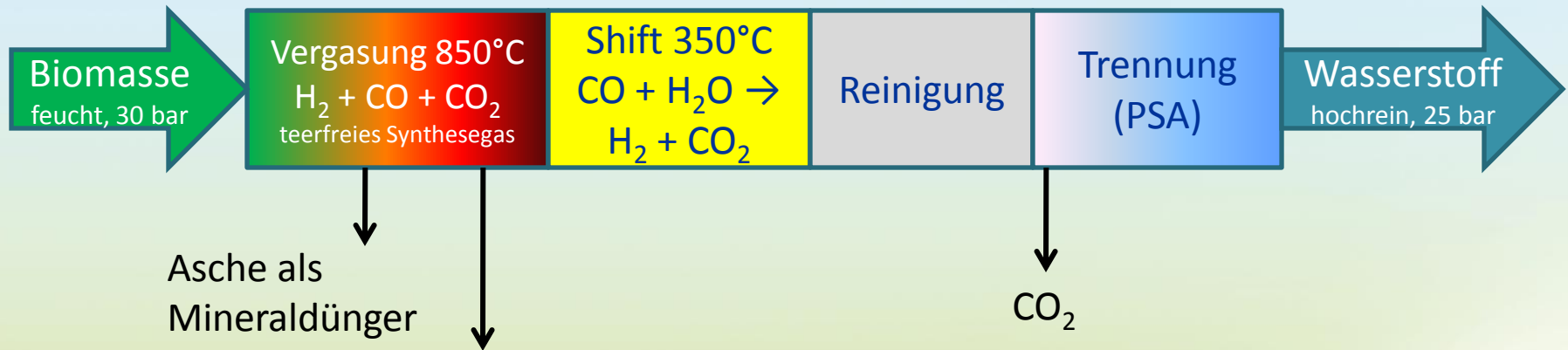
Es handelt sich um eine endotherme Reaktion, bei der prinzipiell keine Energieverluste entstehen.

Vergasung in einer Wirbelschicht

Stand der Technik und innovativ



Aus Synthesegas wird Wasserstoff



Option:

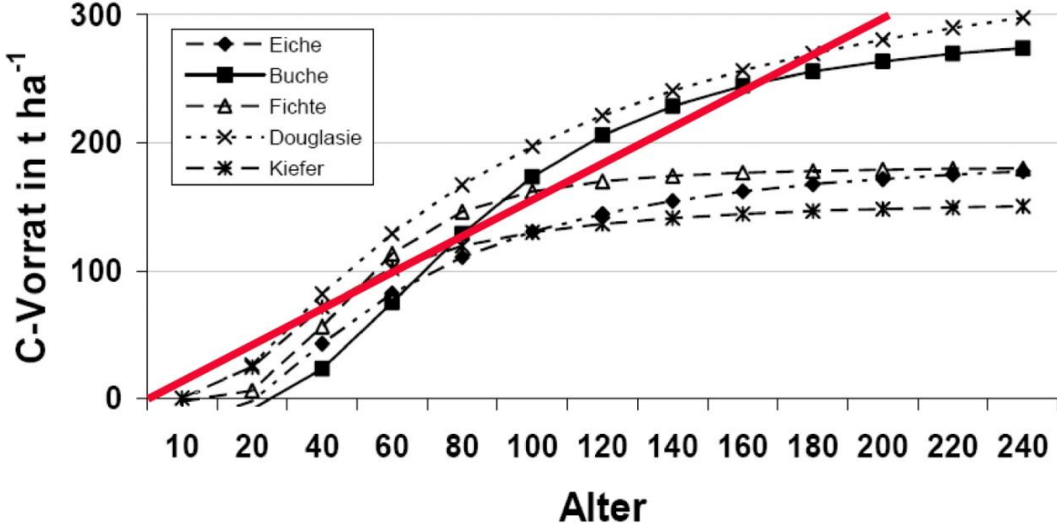
Holzkohle als Bodenverbesserer (Terra Preta)

- Macht Wüsten grün
- Macht den Treibhauseffekt rückgängig

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

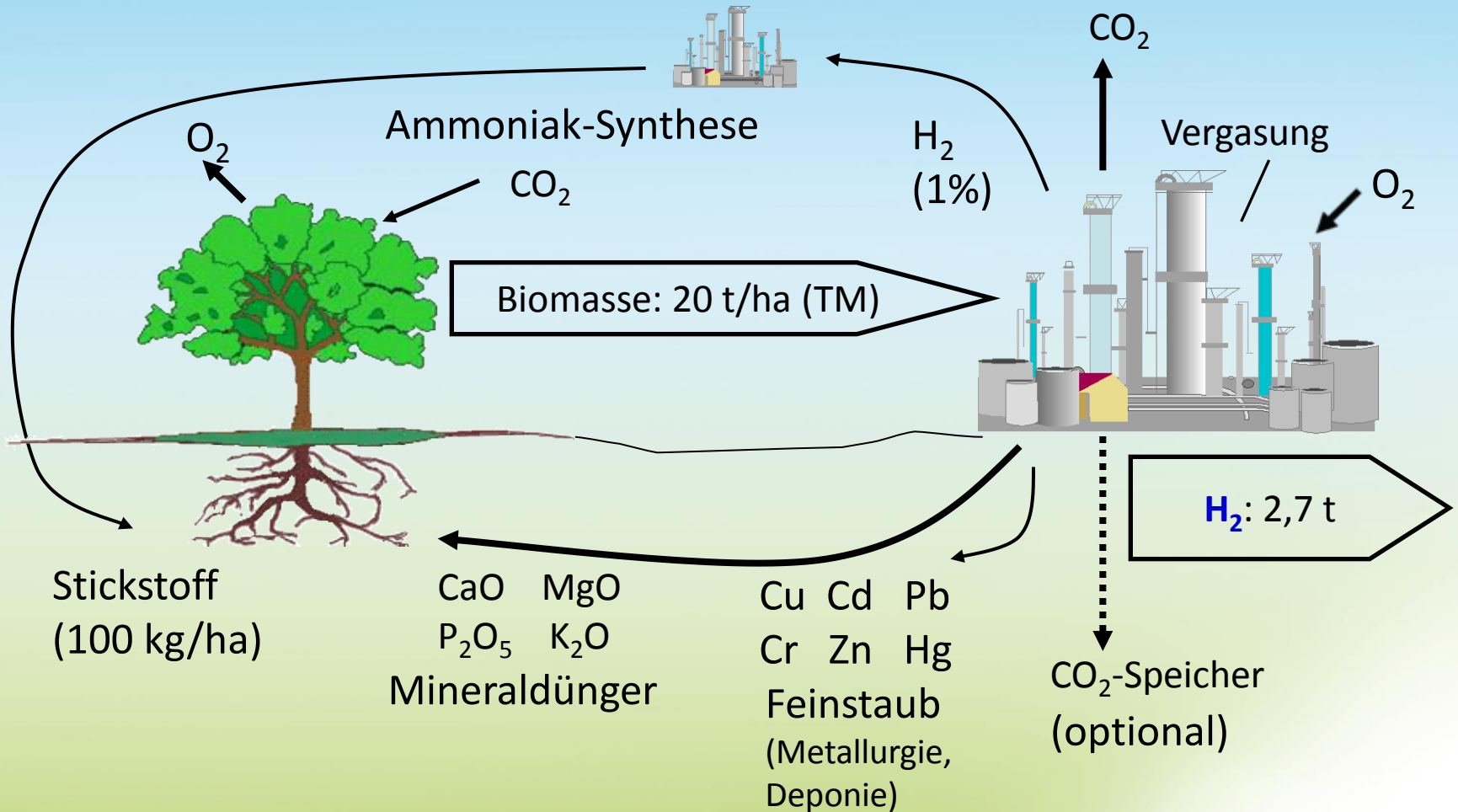
(nach Schöne & Schulte 1999, verändert nach Kriebitzsch 2005)

Karl-Heinz Tetzlaff 23.06.2009 Wiebke Saathoff 01.04.2008 Bonn

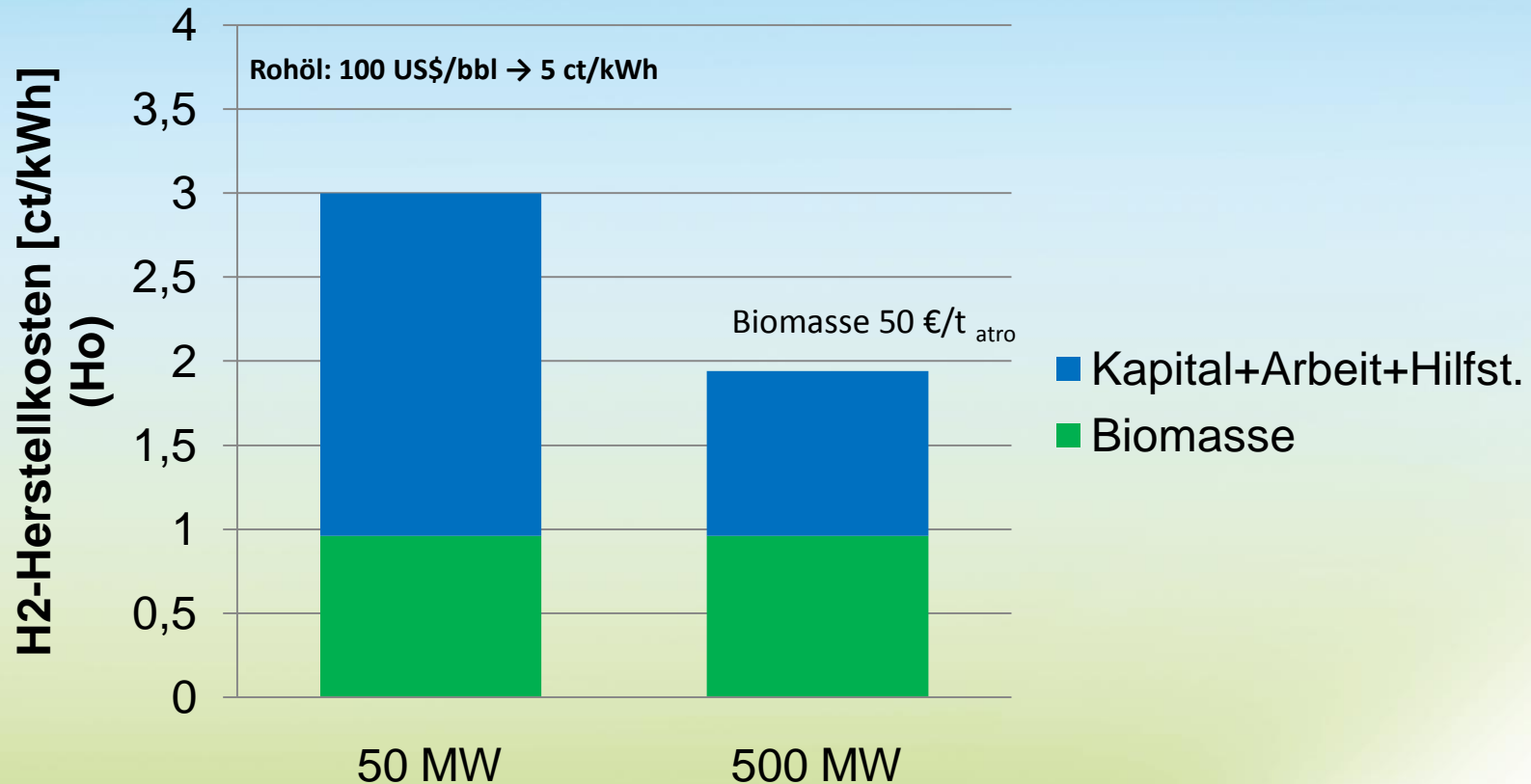
Wenn man darauf verzichtet, den Kohlenstoff der Biomasse vollständig in Wasserstoff umzuwandeln, kann man den Treibhauseffekt rückgängig, und den Acker fruchtbarer machen.



Stoffkreislauf: thermochemische Vergasung



Bio-Wasserstoff ist billiger als Erdöl



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.

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

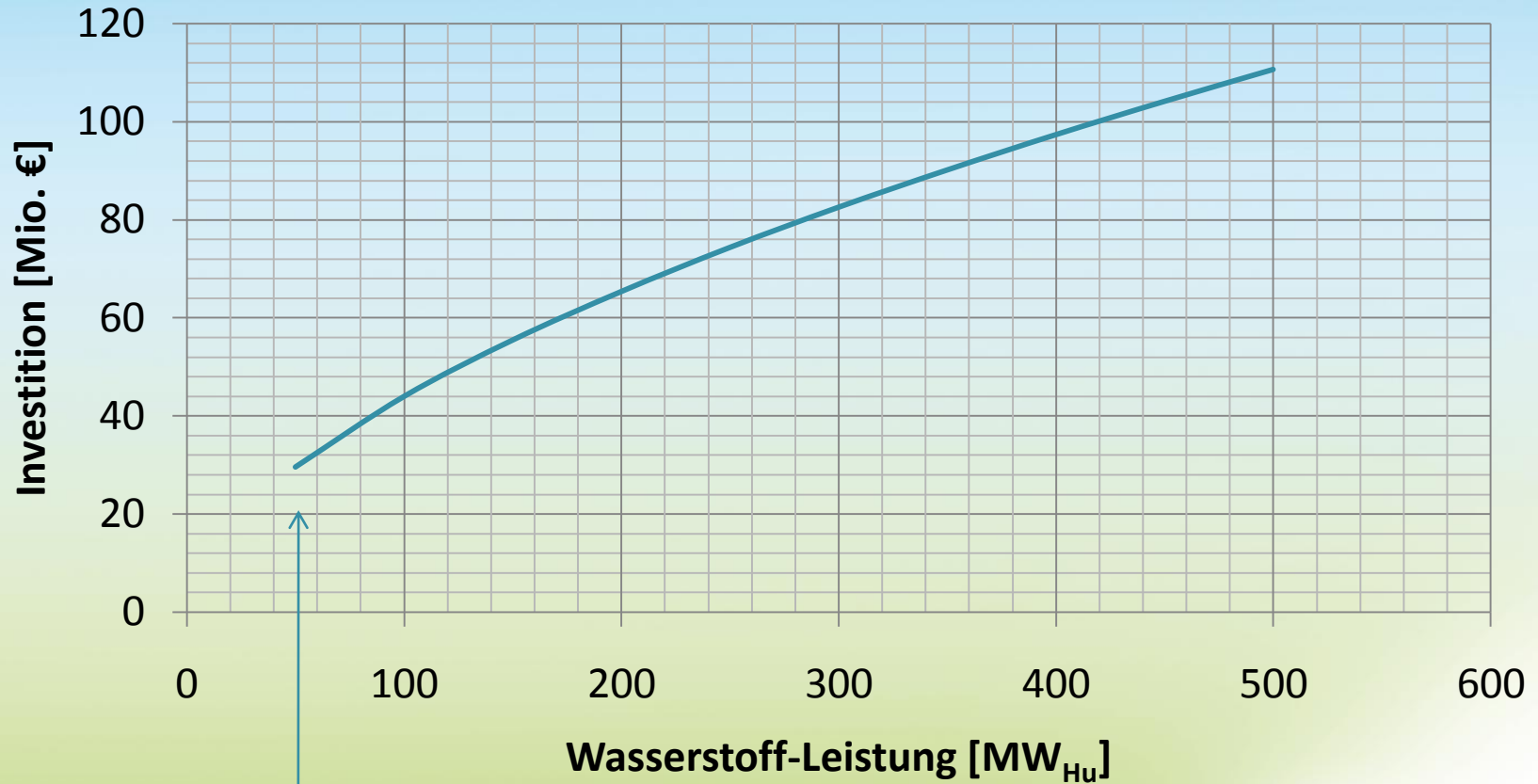
Wasserstoff

Vergleich: biologisch/thermochemisch



Projektion

Investition für eine H₂-Fabrik



Kleinste funktionsfähige Einheit

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 dauerhaft sichere und nachhaltig Energieversorgung zu Preisen, die in allen Marktsektoren niedriger sind als heute.

Zum Vergleich:

40 Mrd. € investiert der Energiesektor *jährlich*.

80 Mrd. €/a Energie-Importe (Wertschöpfung bleibt zukünftig im Lande)

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

20 bis 200 Mrd. €/a Entlastung von sozialen Kosten der Energiegewinnung

Die Installation einer Wasserstoffwirtschaft wird ein Feuerwerk der Prosperität entfachen

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 nachhaltig erzeugt wird und günstiger ist als heute?

Klimaschutz gibt es umsonst.

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

Warum macht das keiner?

Ursachenforschung:

1. Das liegt am ungenauen Denken (*C. F. von Weizsäcker*)
2. Das kommt von Ignoranz und Bequemlichkeit (*Prof. Schellhuber*)
3. Verbesserungen an Technologien, die wir kennen, nehmen wir gerne an. Neues, was alles gelernte infrage stellt, lehnen wir ab (*Prof. Niemetz / Tetzlaff*)
4. Die industriegeführte Forschung ist nicht am Gemeinwohl interessiert, sondern am Machterhalt (offshore Wind, DESERTEC, Callux-Brennstoffzellenheizung, JTI)

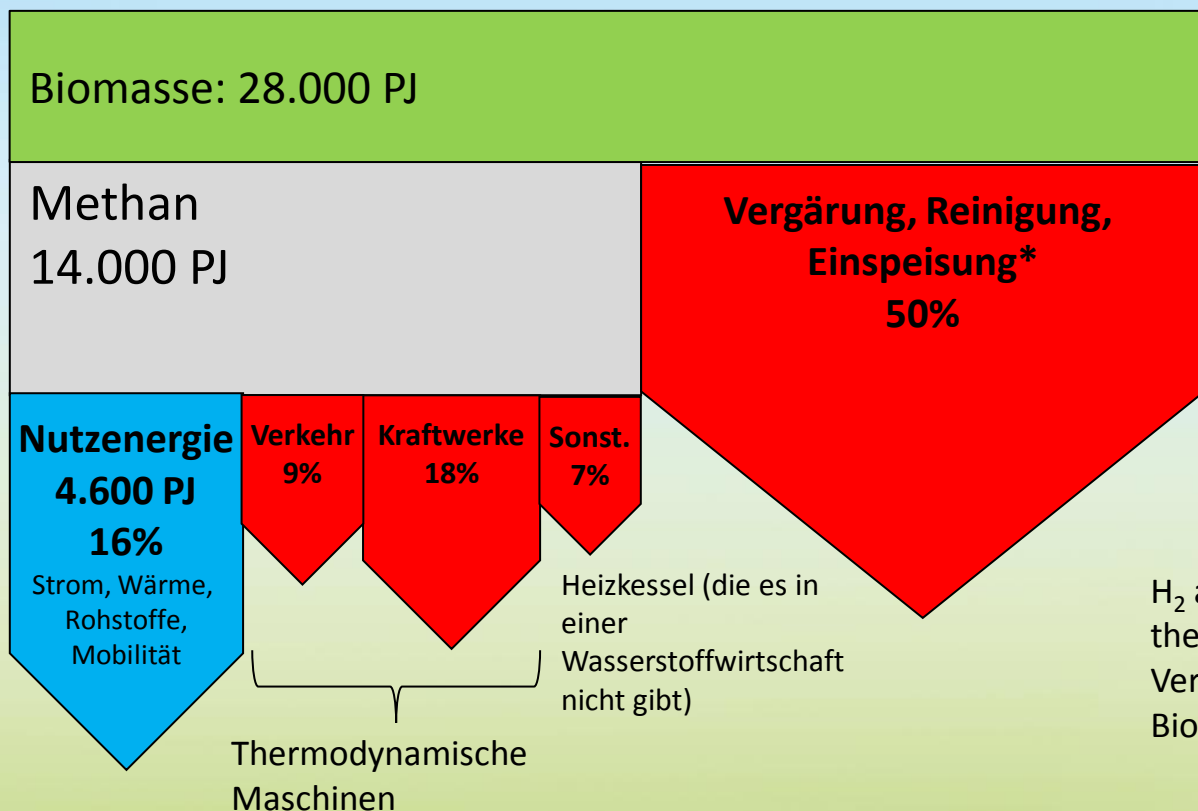
Technische Probleme vorzuschieben, ist nicht gerade glaubwürdig, denn wir beherrschen diese Technologien seit 170 Jahren im industriellen Maßstab

Warum Wasserstoff?

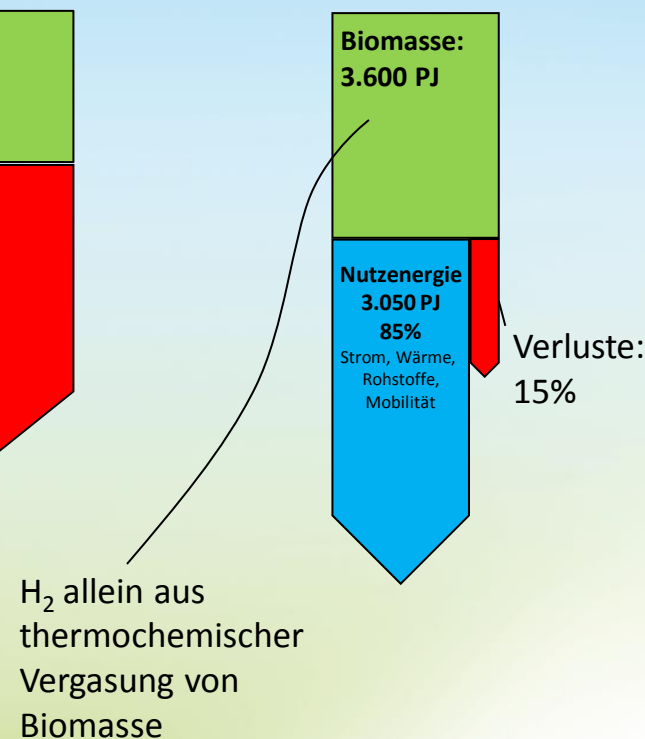
Biogas-Konzept?

Eine theoretische 100%-Betrachtung

Methan aus Biogas



Wasserstoff-Wirtschaft



Konversionspfade (Hu):

CH₄ aus Strom + CO₂ → η = 50 %

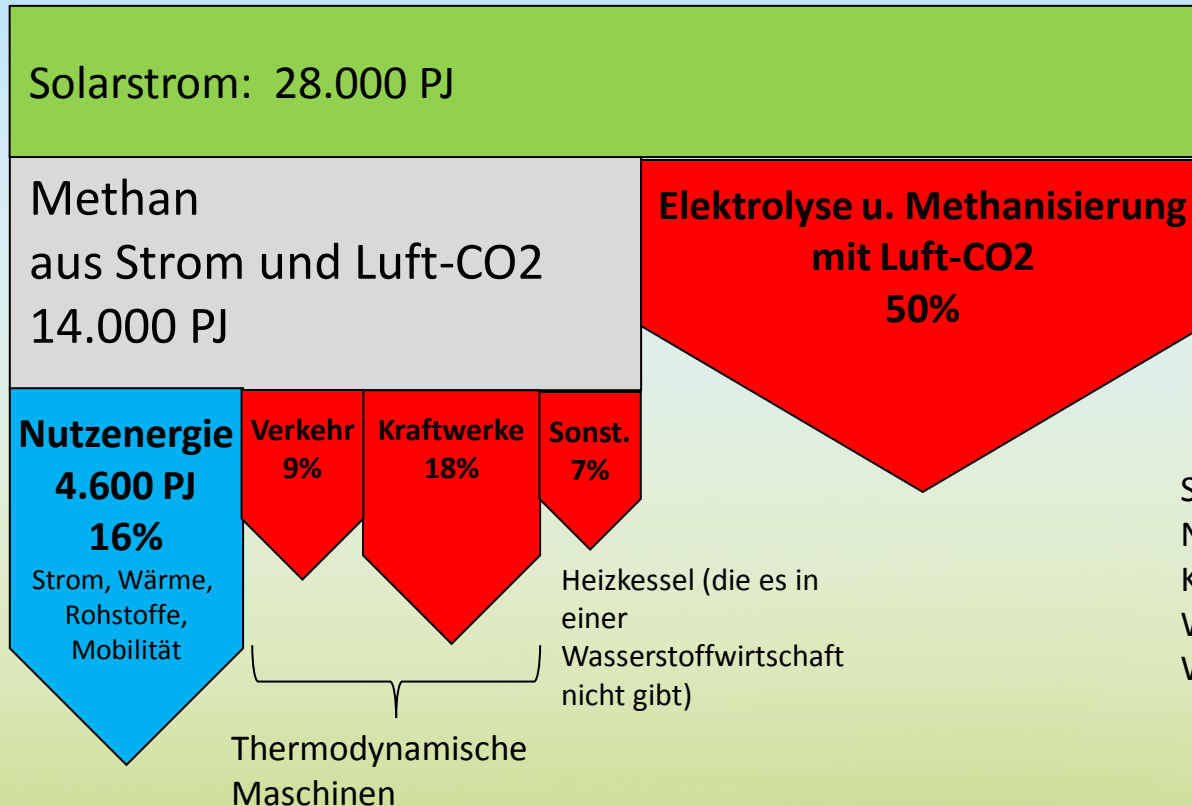
CH₄ aus Biogas → η = 50 % (s. o.)

CH₄ aus Biomasse → η = 65 %

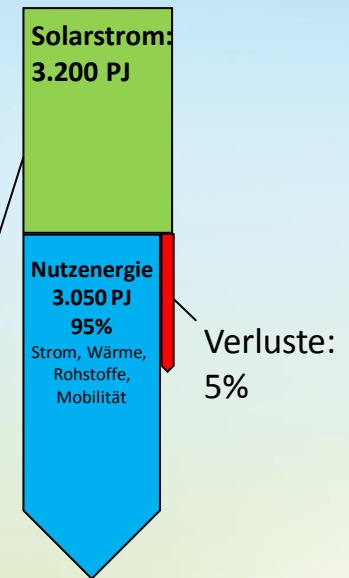
Strom-zu-Methan-Konzept?

Eine theoretische 100%-Betrachtung

Strom-zu-Methan-Konzept (ZSW, IWES)



Wasserstoff-Wirtschaft



Strom-zu-Nutzenergie-Konzept in einer Wasserstoff-Wirtschaft

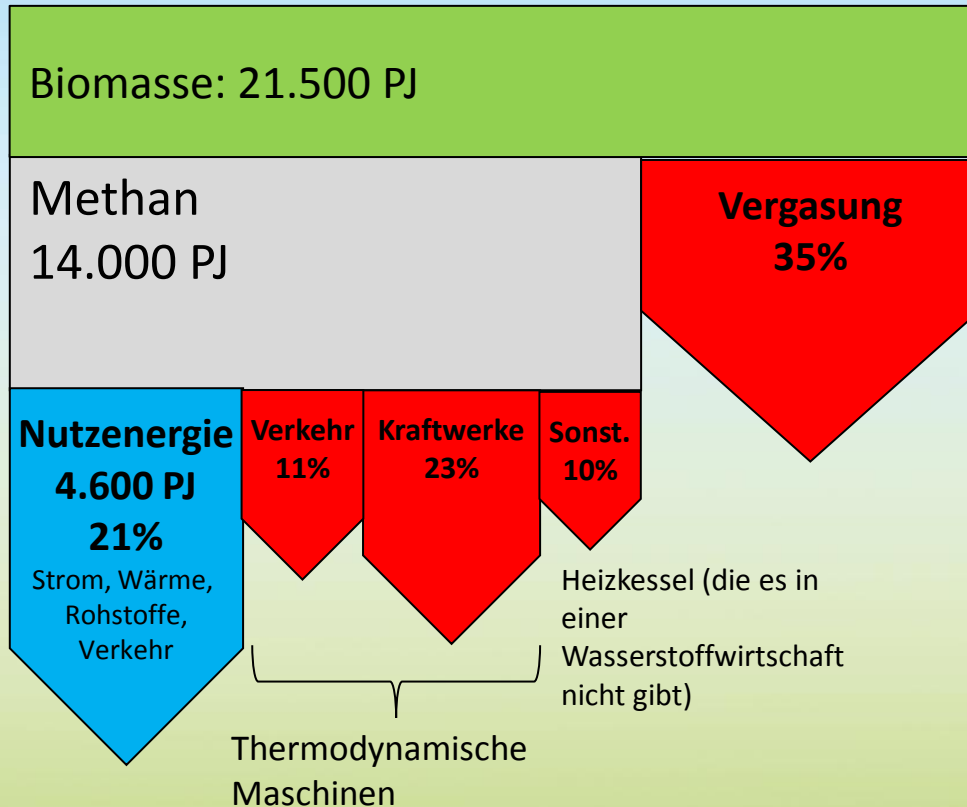
Konversionspfade (Hu):

- CH_4 aus Strom + CO2 $\rightarrow \eta = 50\%$ (s. o.)
- CH_4 aus Biogas $\rightarrow \eta = 50\%$
- CH_4 aus Biomasse $\rightarrow \eta = 65\%$

Methan-Strategie?

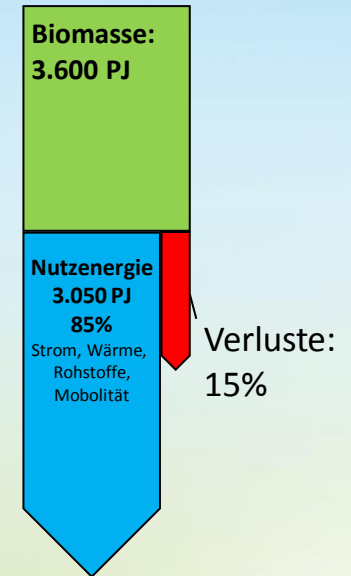
Eine theoretische 100%-Betrachtung

Methan aus thermochemischer Vergasung von Biomasse



Wasserstoff-Wirtschaft

H₂ allein aus thermochemischer Vergasung von Biomasse



Konversionspfade (Hu):

CH₄ aus Strom + CO₂ → η = 50 %

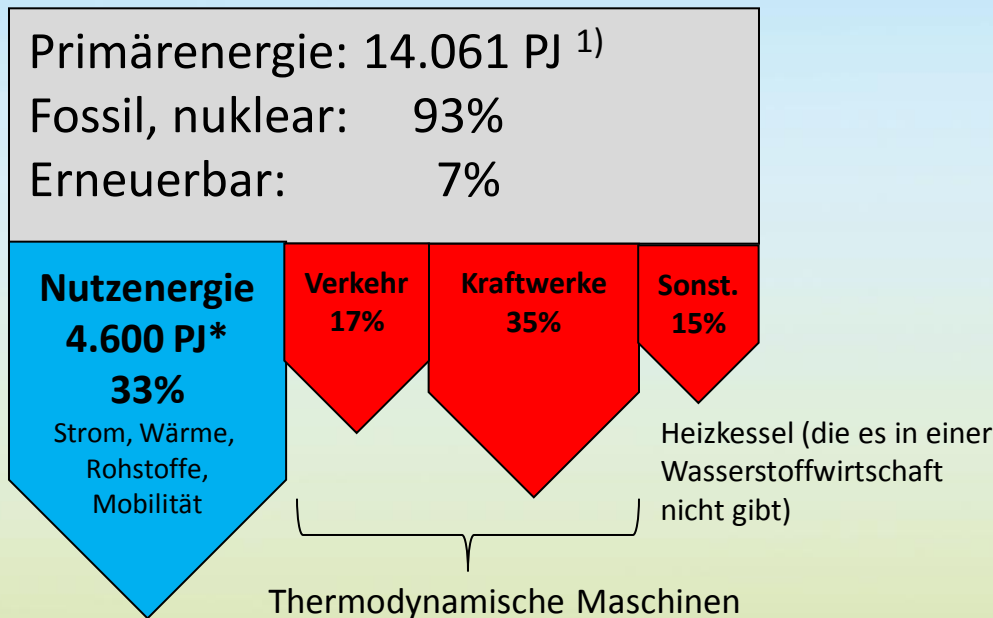
CH₄ aus Biogas → η = 50 %

CH₄ aus Biomasse → η = 65 % (s. o.)

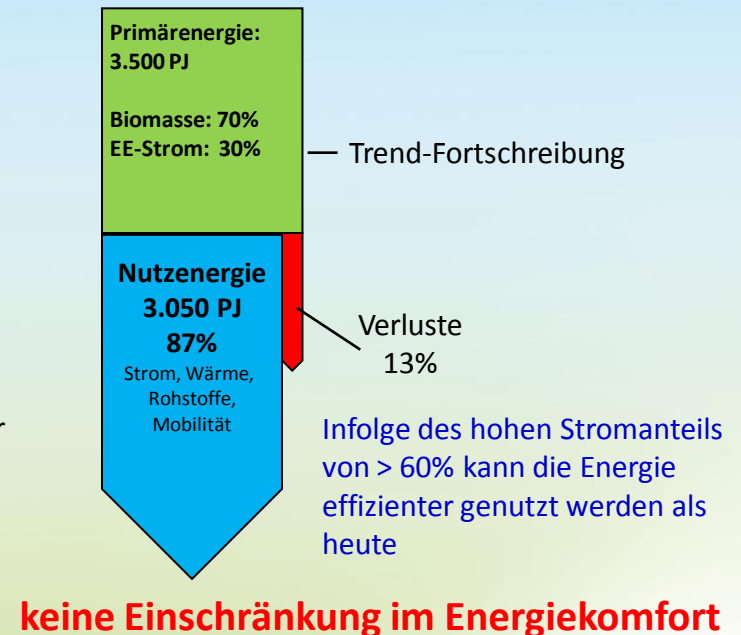
Wasserstoff-Strategie

mit einem Mix von EEG-Strom und Biomasse

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

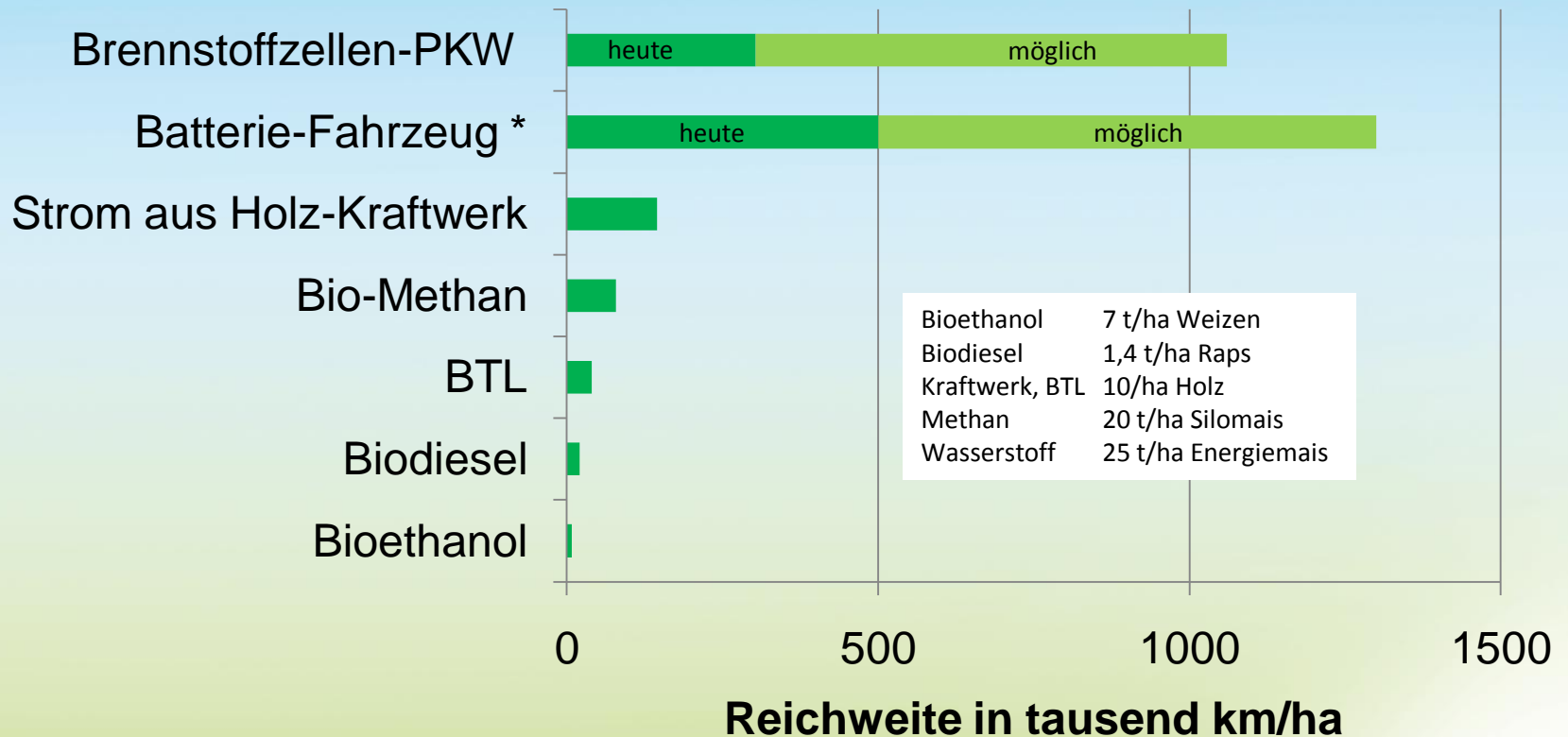
* aus BWK61,6(2009) mit Korrektur: Strom=Nutzenergie (4.400+200=4.600 PJ)

Holzwerkwerke

Der Wirkungsgrad von Biomassekraftwerken ist deutlich schlechter als der von konventionellen Kraftwerken* und **nur zu rechtfertigen, wenn zugleich ein Nahwärmenetz errichtet wird**. Das ist in der Regel auf die zusätzliche Nutzung fossiler Energien angewiesen und erfordert sehr hohe Investitionen. Die Mitverbrennung von Holz in großen Kohlekraftwerken ist die schlechteste aller Lösungen aber die häufigste Anwendung.

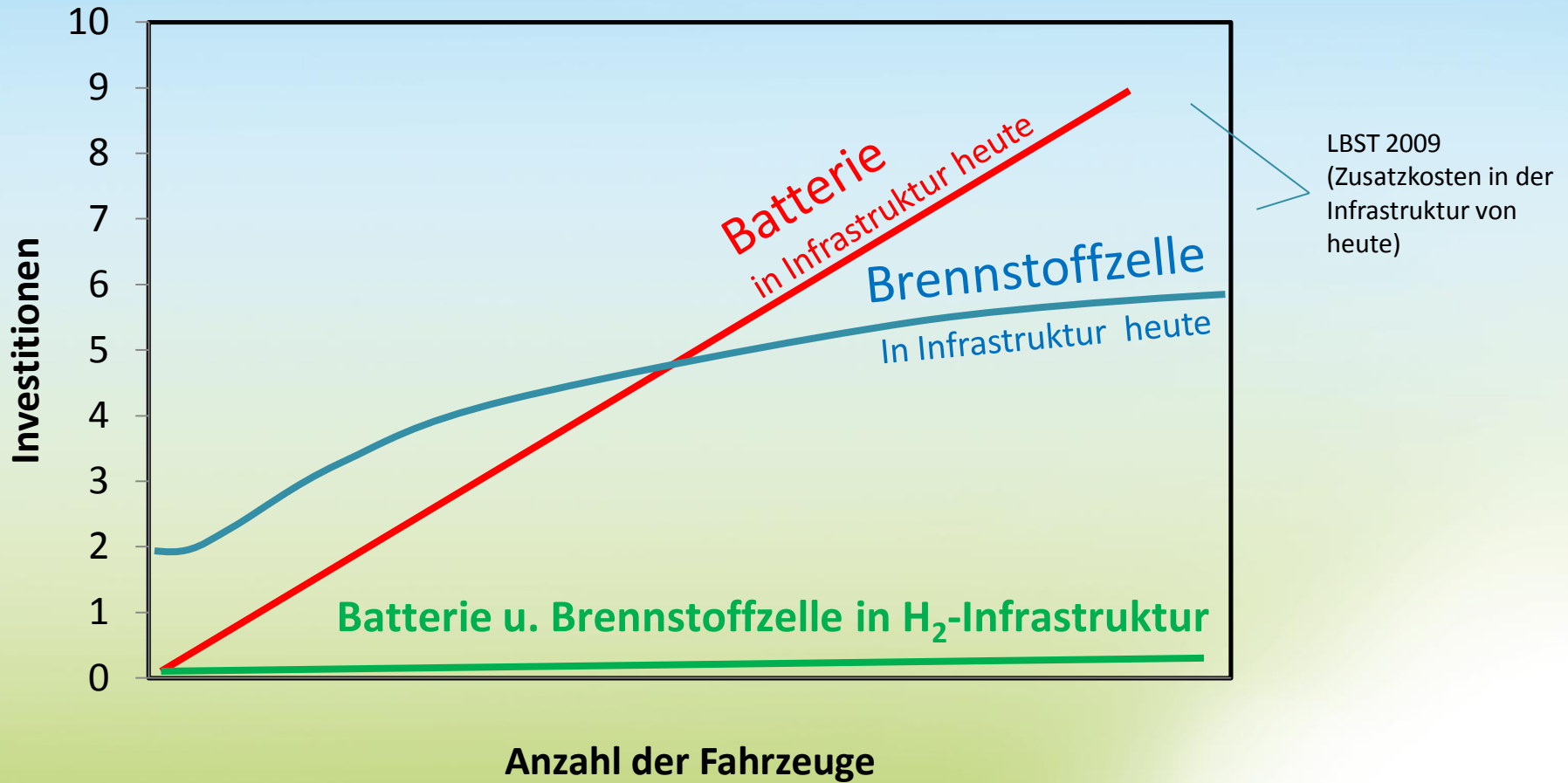
*Diese Aussage ist fast unabhängig davon, ob Biomasse direkt verbrannt oder zuvor vergast wird.

Effizienz von PKW-Antrieben



* Falls Batterie in Kraft-Wärmekopplung aus Brennstoffzelle geladen wird und weder Heizung noch Klimaanlage genutzt wird.

Infrastrukturkosten für Elektromobilität

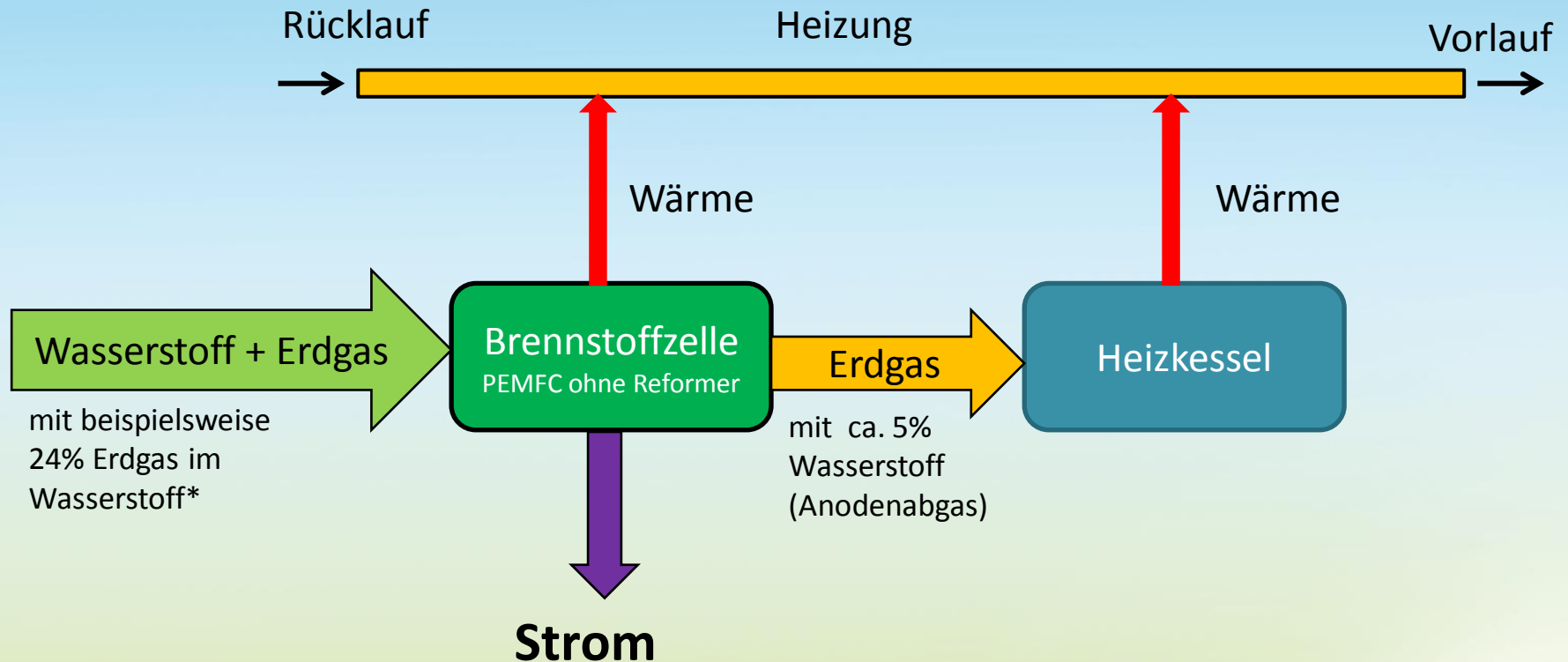


Wie beginnen?

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
 - Lieferung an ein großes Gaskraftwerk zur Herstellung von „grünem Strom“
 - Mit diesen Geschäftsmodellen 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
 - Stromnetzstabilisierung schon teilweise möglich
 - 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 prinzipiell entbehrlich

Brennstoffzellen-Vorsatz für die alte Heizung

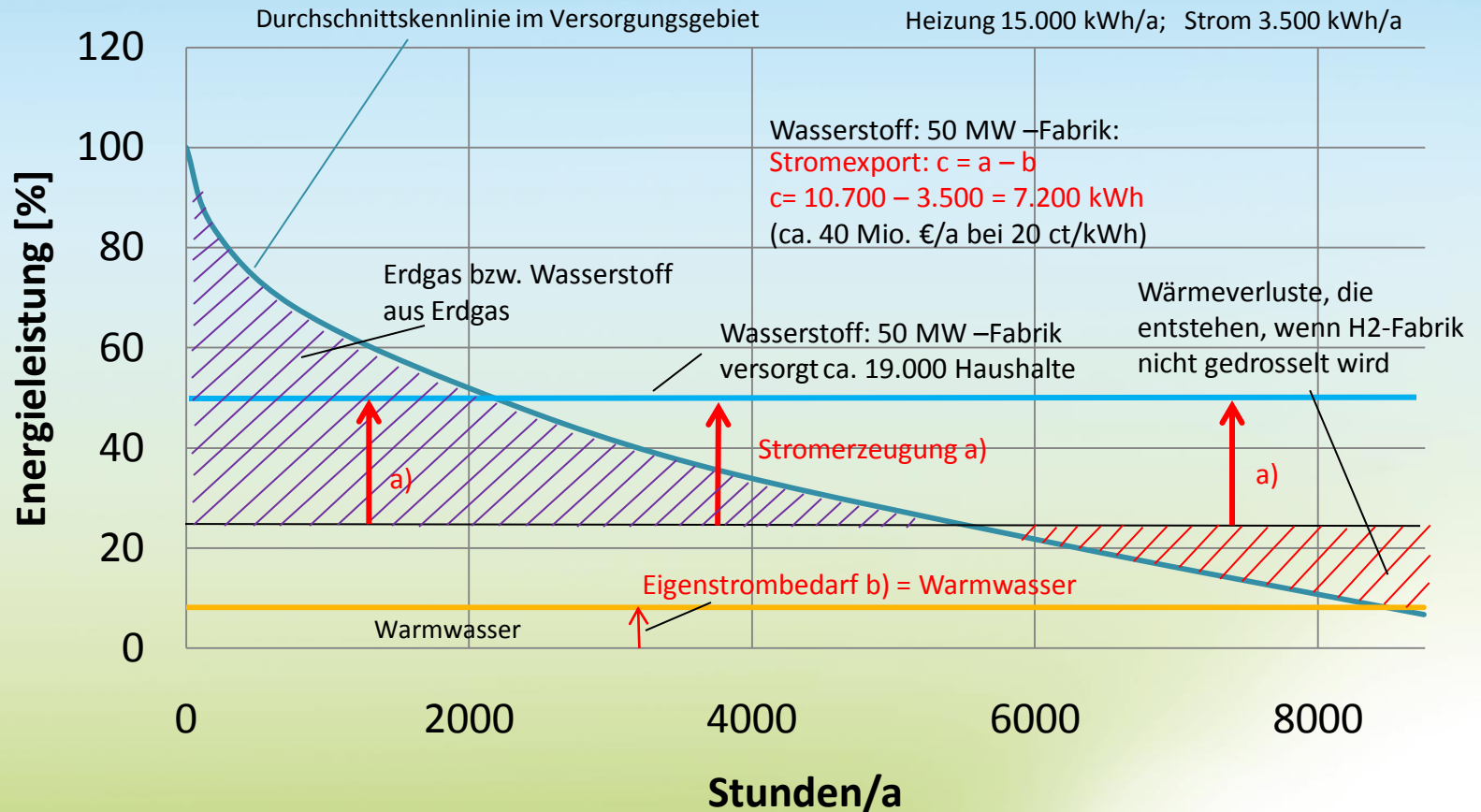


Die Brennstoffzelle wird einfach vor den alten Heizkessel gesetzt. Die Spitzenlast im Winter übernimmt das Erdgas. Bei Revision der H₂-Fabrik wird der alte Zustand automatisch wieder hergestellt.

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

* das entspricht 70% Energieanteil Erdgas (Winter)

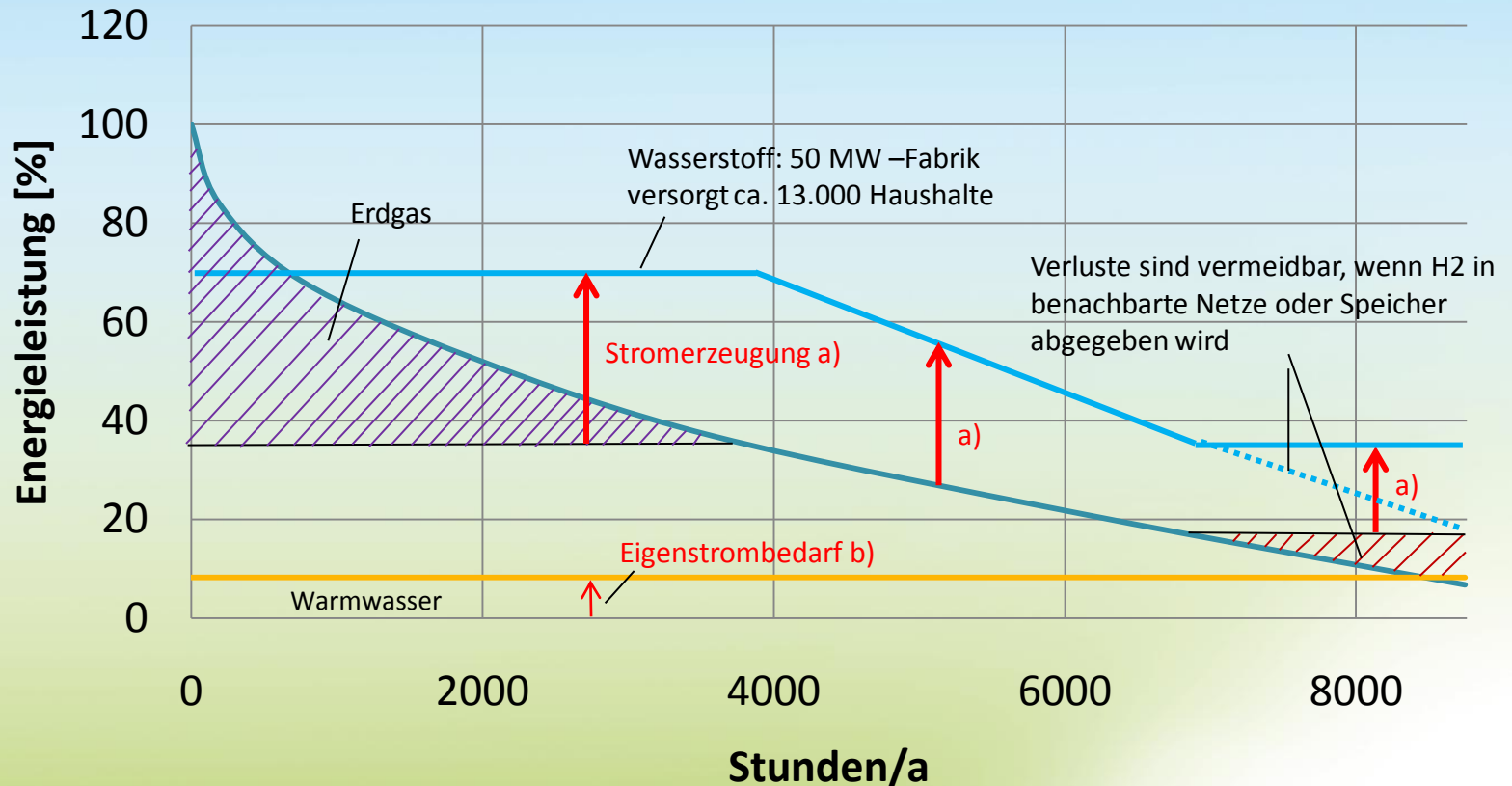
Stromerzeugende Heizung mit Brennstoffzelle und Heizkessel ohne Reformer (ohne H₂-Speicher)



Die Stadt als virtuelles Kraftwerk

Stromerzeugende Heizung

mit Brennstoffzelle und Heizkessel ohne Reformer
(ohne H₂-Speicher)



Beginn in Zahlen

- 30 Mio.€ Eigenkapital für eine 50 MW-Fabrik
 - 30 Mio. € gibt die Bundesregierung dazu (NOW-Programm)
- Rund 20 Mio. € für Kundeninstallation*
 - Falls die Bundesregierung das Mini-KWK Programm des BMU wieder freigibt, kostet die Kundeninstallation nichts
- 80.000 t/a Biomasse_(atro) Wassergehalt ca. 40%
- Gasversorger, der 50 MW H₂ aufnimmt (112 Mio. m³/a)
 - 200 GWh Strom und 200 GWh Wärme

* diese Position entfällt, wenn Wasserstoff in ein großes Netz eingespeist wird und nur einen Anteil von 5% (10%?) erreicht

Die Rolle des Gasversorgers

Es besteht zwar ein gesetzlicher Vorrang zu Einspeisung von nachhaltig erzeugtem Gas. Der Gasversorger kann sich aber sperren*, wenn der Wasserstoffanteil größer als 5% (heute) bzw. 10% (mutmaßlich ab 2012) ist.

Ein Pilot-Projekt ist also abhängig von der Kooperation des Gasversorgers.

Allein der Gasversorger entscheidet, ob die Region zu einem grünen Hydrogen Valley wird oder nicht!

* unter Berufung auf die Gasnorm DVGW G 262

Zusammenfassung

Das Bio-Wasserstoff-Konzept setzt sich aus drei an sich bekannten und hinreichend entwickelten Technologien zusammen:

- Herstellung von Wasserstoff (Elektrolyse, Steam-Reforming)
- Verteilung des Wasserstoffs über ein Rohrnetz (ehem. Erdgasnetz)
- Dezentrale Nutzung des Wasserstoffs mittels Brennstoffzellen

Aus der Verbindung dieser drei Technologien wird ein attraktives Energiekonzept aus einem Guss.

Stadtwasserstoff



Eine zukunftsfähige Energieversorgung muss auch große Städte vollständig und zuverlässig 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!

Worauf warten wir noch?

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**