

# Mit Wasserstoff-Infrastruktur die Energiekosten senken

15<sup>th</sup> LEIBNIZ CONFERENCE OF ADWANCED SCIENCE

Erneuerbare Energien 2013

2. – 3. Mai 2013, Berlin Adlershof

Karl-Heinz Tetzlaff  
tetzlaff@h2-patent.eu  
Postfach 13 61  
49182 Bad Iburg



# Energiewende 2.0

Mit Biomasse und einer etwas anderen Nutzung der vorhandenen Infrastruktur lassen sich die Energiepreise unter das Niveau der atomar/fossilen Energiewirtschaft drücken.

## Beispiele:

- Haushaltsstrom ca. 4 ct/kWh
- Haushaltswärme ca. 4 ct/kWh
- PKW-Treibstoff ca. 1 €/100 km
  - Batterie- oder Brennstoffzellen-Auto

ohne Steuern

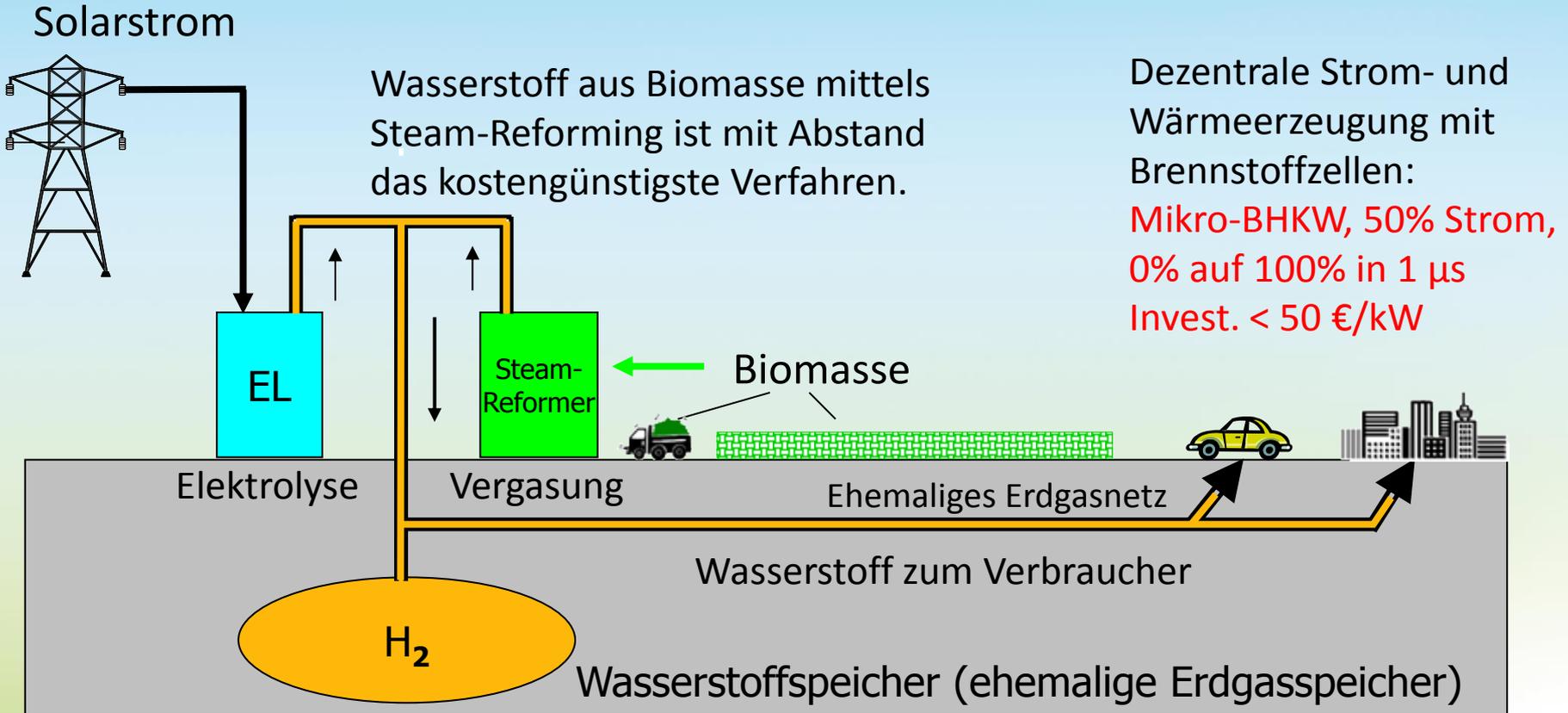
## Aber:

Die Energiebranche ist erschüttert.

Industrie und Verbraucher könnten sich freuen, wenn ...

# Echte grüne Wasserstoffwirtschaft

## Wasserstoff zum Endverbraucher



Durch den systembedingten Stromüberschuss entsteht eine wärmegeführte Energiewirtschaft, die prinzipiell **verlustfrei** ist.

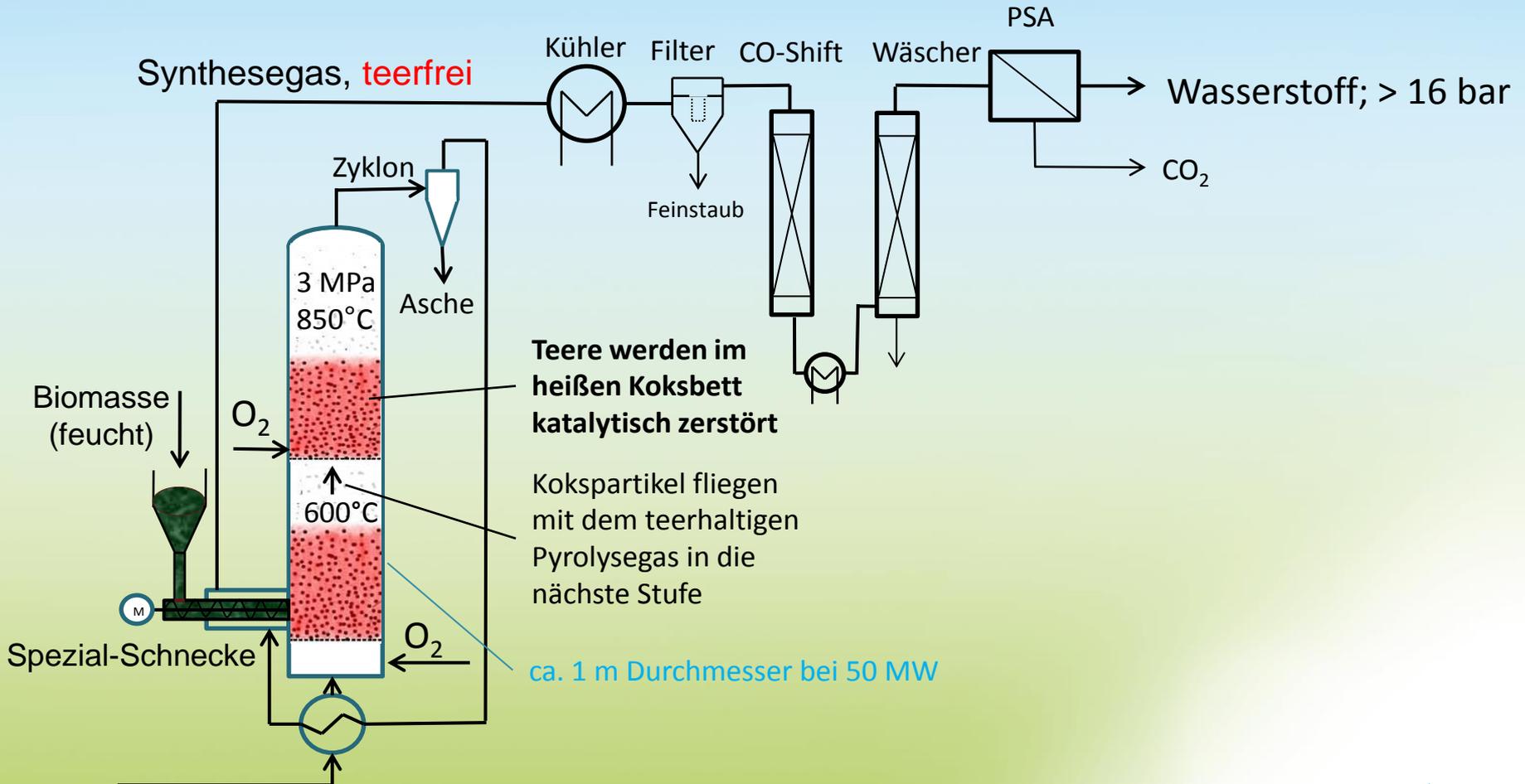
# Effizienz der Energiekette bei Nutzung von Biomasse



Kompetenz der  
H<sub>2</sub>-Patent GmbH  
Bad Iburg

\*  $\eta = 78\% \pm 8\% = f(\text{Standort, Investitionskosten, Art der Biomasse, Preis der Biomasse, technischer Fortschritt})$

# Herstellung von Wasserstoff mit dem druckaufgeladenen Verfahren der H<sub>2</sub> - Patent GmbH



H<sub>2</sub> aus Holz:



# Herstellkosten für Bio-Wasserstoff

## Vergleich von Energiekosten an der Quelle

Rohöl: ca. 5,5 ct/kWh frei Schiff

Erdgas ca. 3 ct/kWh; Grenzübergangspreis

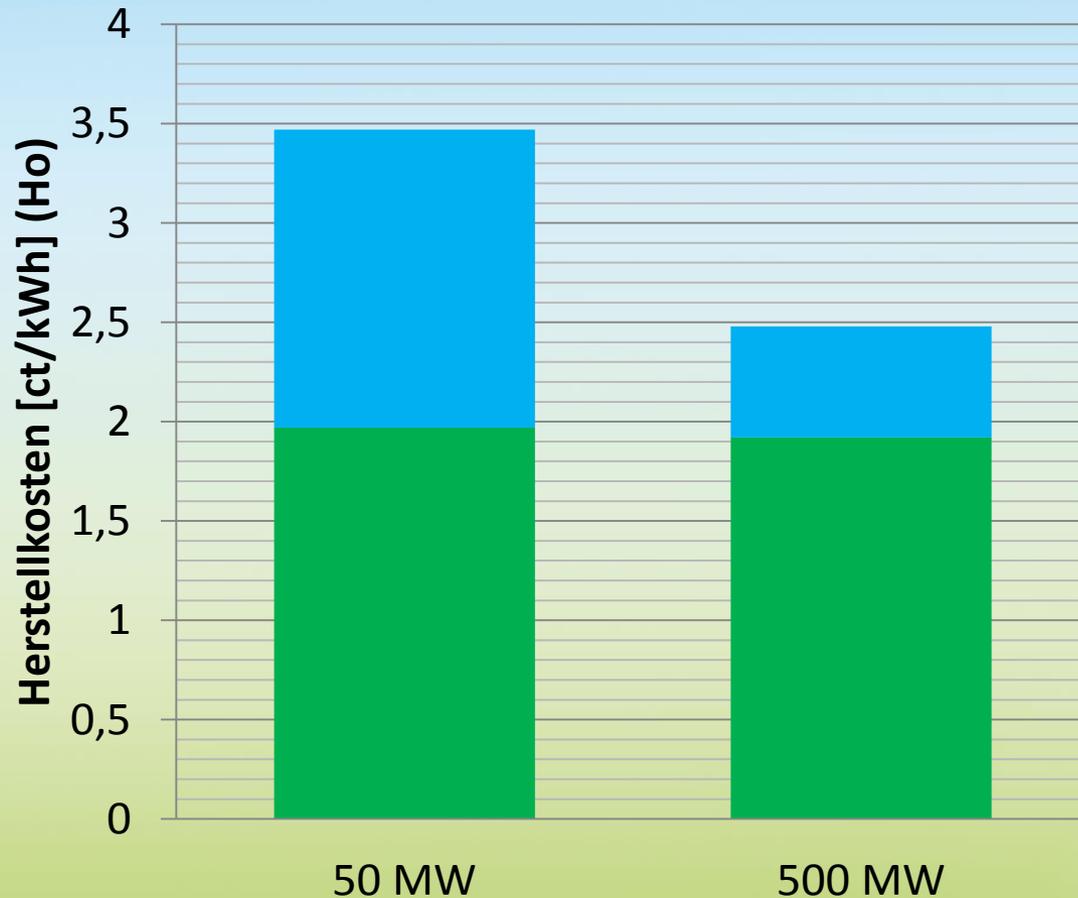
← 1 €/kg H<sub>2</sub>

■ Kapital+Arbeit+Hilfsstoffe

■ Biomasse

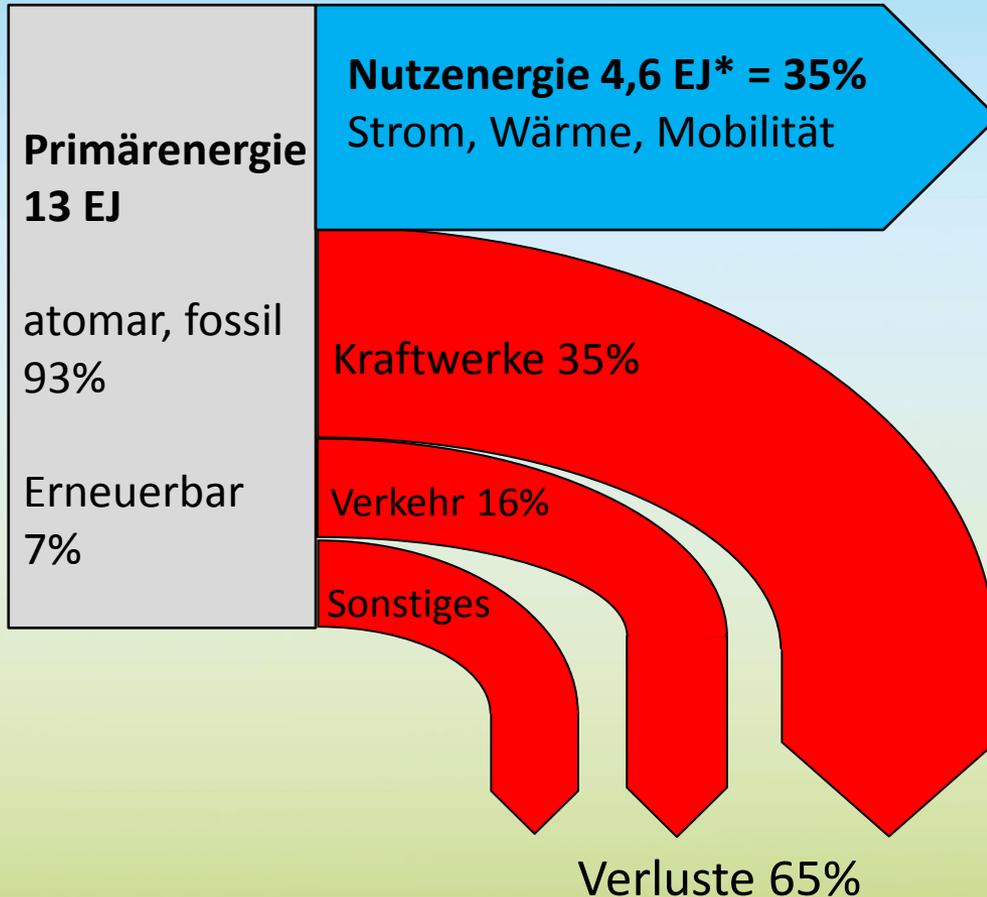
Biomasse 100 €/t<sub>atro</sub>

Investitionsabhängige Kosten in Anlehnung an VDI 2067

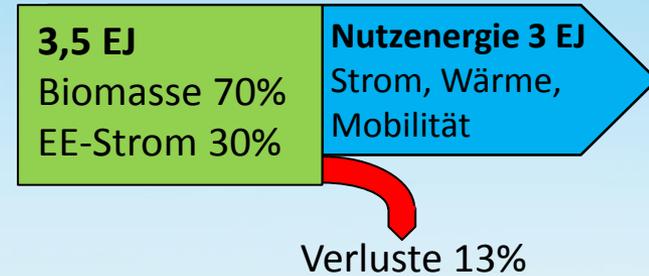


# Energiewirtschaft heute und morgen

## Energiewirtschaft 2007



## Energiewirtschaft 2030



Nutzenergie	[EJ]
Ausgangslage 2007	4,6
Trend bis 2030 (Dämmung)	-0,7
Effizienz (Stromüberschuss)	-0,9
Ergebnis 2030	3,0

Auch bei 3 EJ keine Einschränkung beim Energiekomfort

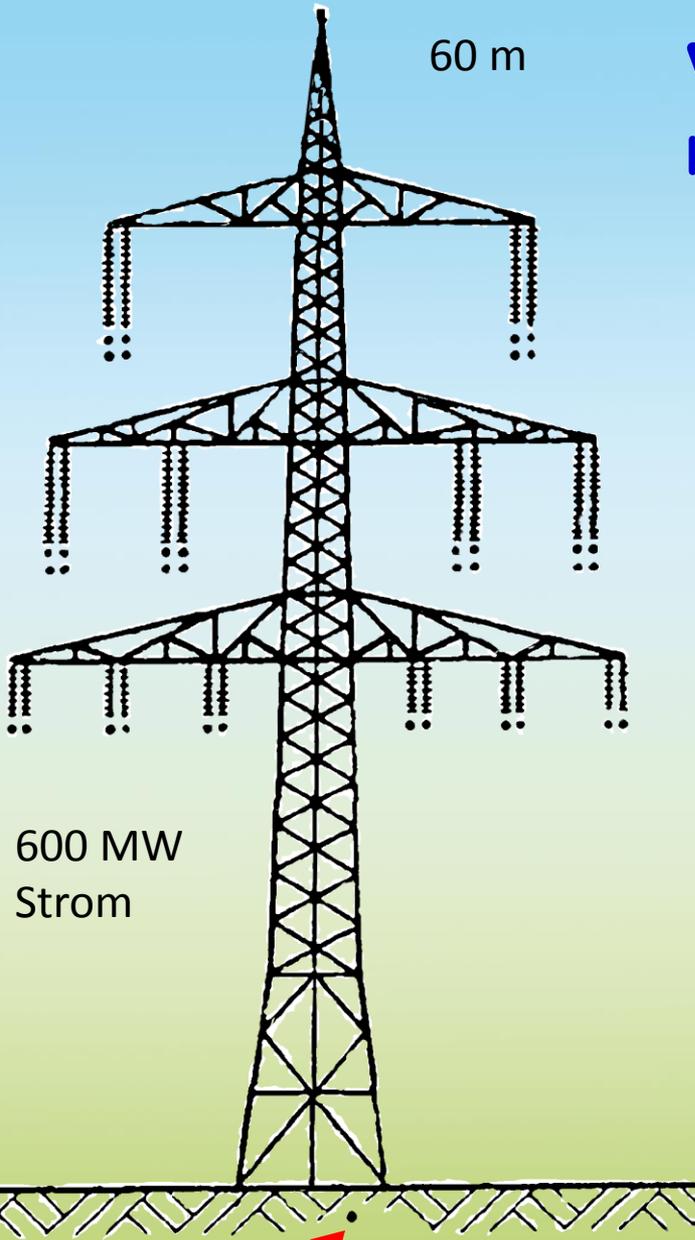
In einer künftigen Wasserstoffwirtschaft sinkt der Primärenergieverbrauch auf ein Viertel – bei gleichem Komfort. Damit sinken die Energiekosten um den Faktor Vier - mindestens

\* aus BWK 61,6(2009) mit Korrektur: Strom=Nutzenergie (4,4 +0,2 = 4,6 EJ)

# Verteilung von Energie

## Kosten vom Erzeuger zum Haushalt

60 m



600 MW  
Strom

600 MW Wasserstoff  
(maßstäblich gezeichnete Rohrleitung)

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 und Abgaben

# That's all you need



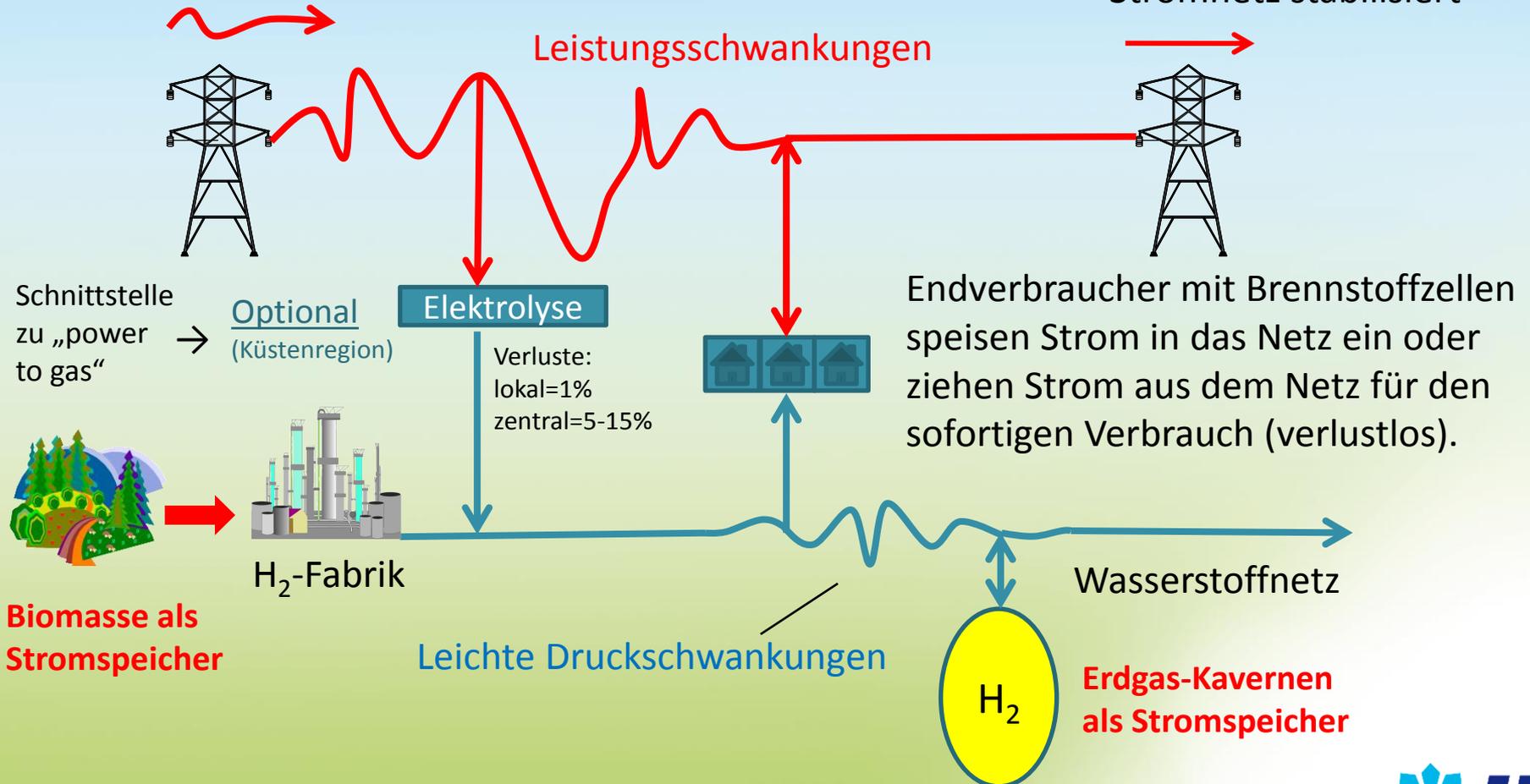
In einer Wasserstoffwirtschaft ist Strom ein Abfallprodukt der Wärme-Erzeugung. Es lohnt sich daher nicht, einen Stromzähler zu installieren.

Der Endverbraucher benötigt weder smarte Geräte noch einen Anschluss an ein smartes Stromnetz.

# Netzstabilität in der Übergangszeit zur Wasserstoffwirtschaft

Instabilität durch Nutzerverhalten und fluktuierende Einspeisungen

Stromnetz stabilisiert

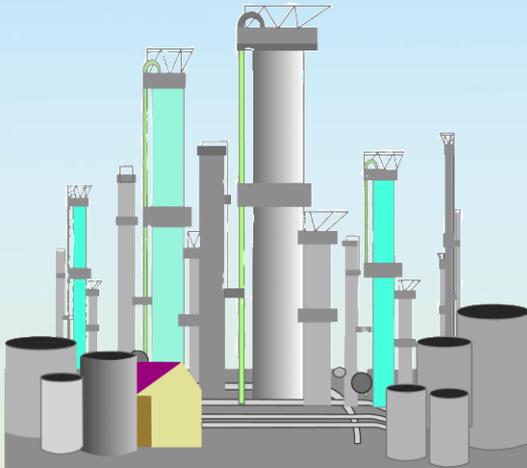


# Netzstabilität durch Bio-H<sub>2</sub>

- Erfordert keine Investitionen
  - Eine Wasserstoffwirtschaft wird wegen der niedrigen Energiepreise installiert werden. Die Stabilisierung des Stromnetzes ist nur ein Synergie-Effekt
- Verursacht keine Verluste
- Erfordert keine Schattenkraftwerke
  - Im Gegensatz zu den Konzepten „power to gas“ und „demand side management“ (Nutzung von Wärmesenken) ist die Energieversorgung bei Totalausfall von Sonne, Wind und Wasser auch ohne Schattenkraftwerke für Jahre gesichert

# Einspeisung in eine Haupt-Erdgasleitung

Wasserstoff-Fabrik



Vorhandenes Erdgasnetz

Bis zu 20% Wasserstoff im Erdgas

Nach DGW G262/ G260 Regelwerk sind z.Z. 10% erlaubt

H<sub>2</sub>

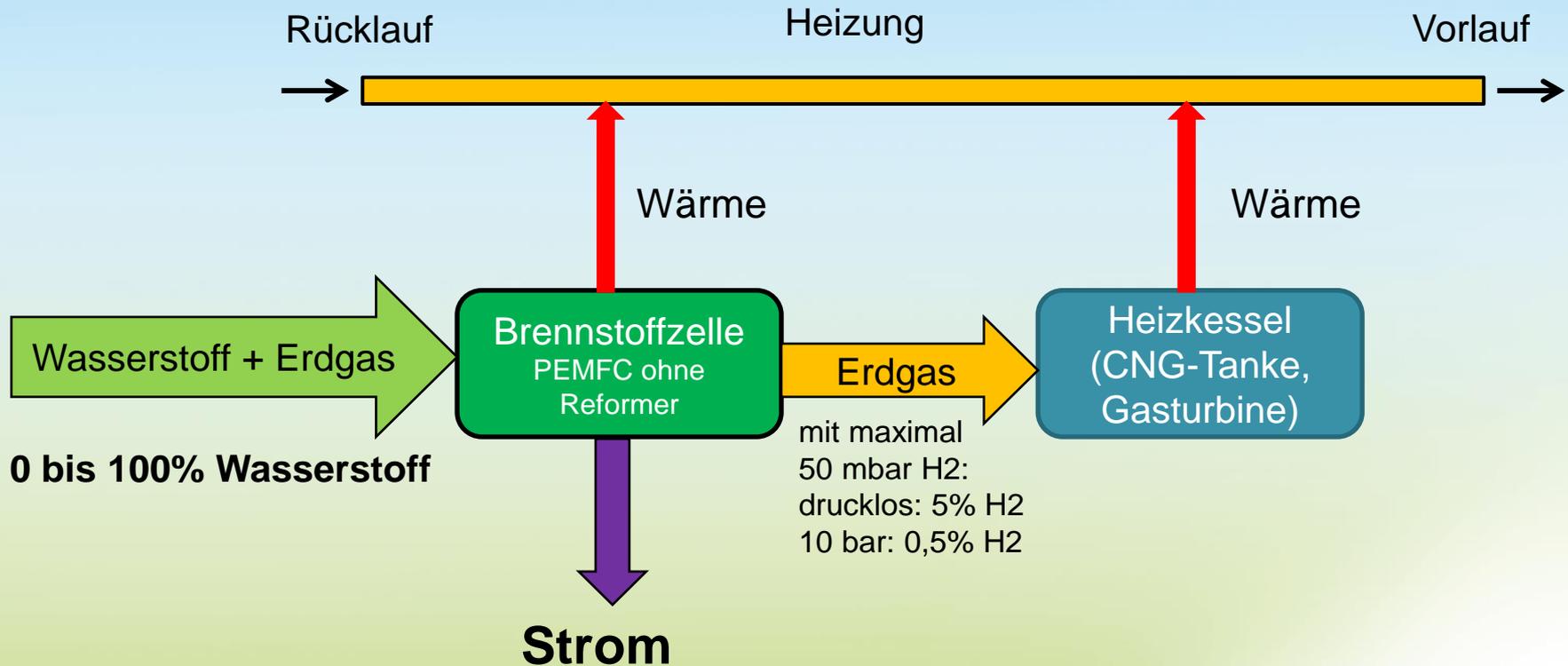
Option:

Ein Kavernenspeicher macht die Brennwert-Nachverfolgung einfacher



Bilanztechnische Versorgung von Erdgas-BHKWs mit grünem Gas (Umstellung von KWK-Bonus auf EEG). Reduzierter *Carbon Footprint*.

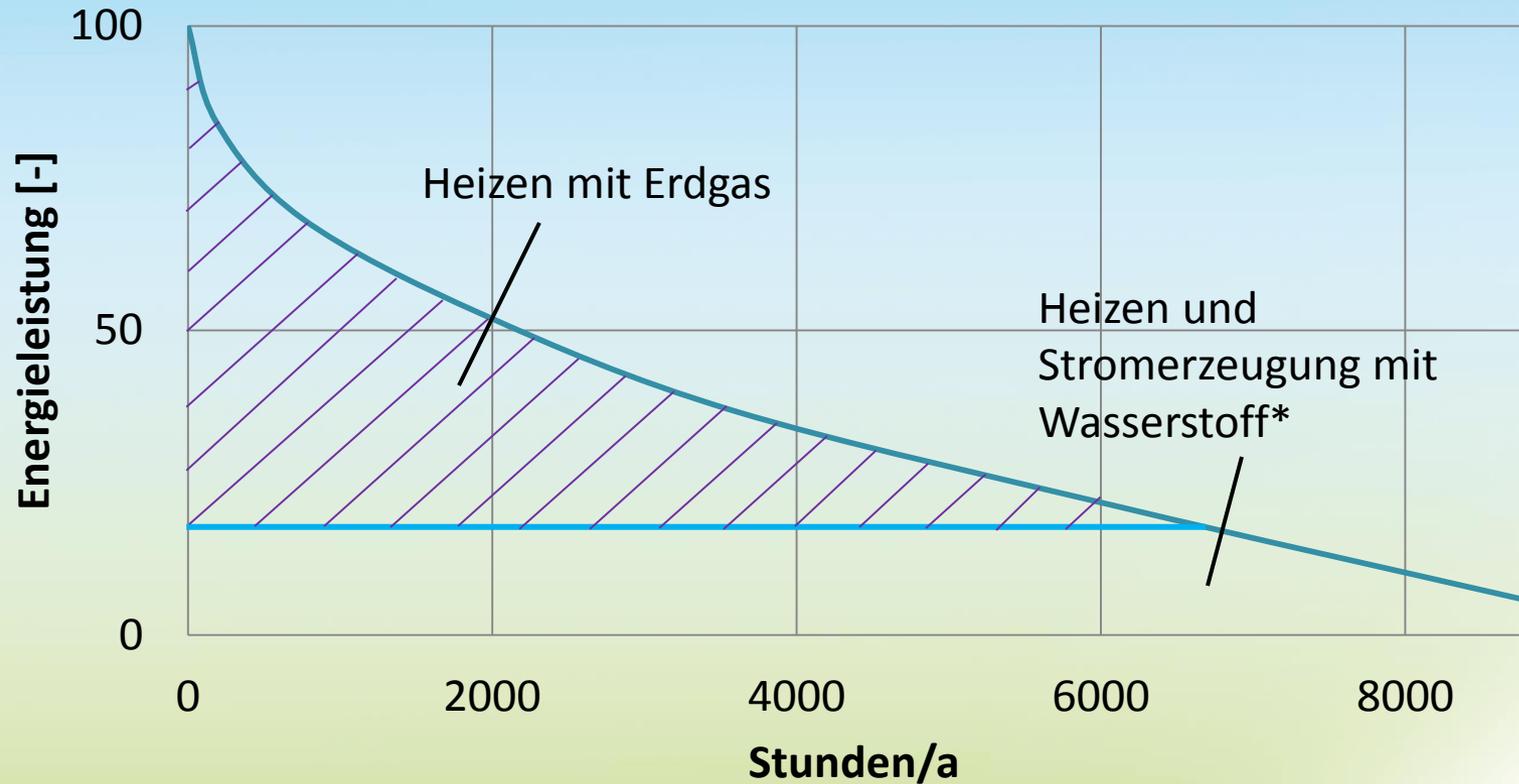
# Gestaltung der Übergangszeit mit Mischungen von Erdgas und Wasserstoff



Das Netz verträgt auch reinen Wasserstoff und kann mit Wasserstoff etwa die gleiche Energiemenge transportieren wie mit Erdgas.

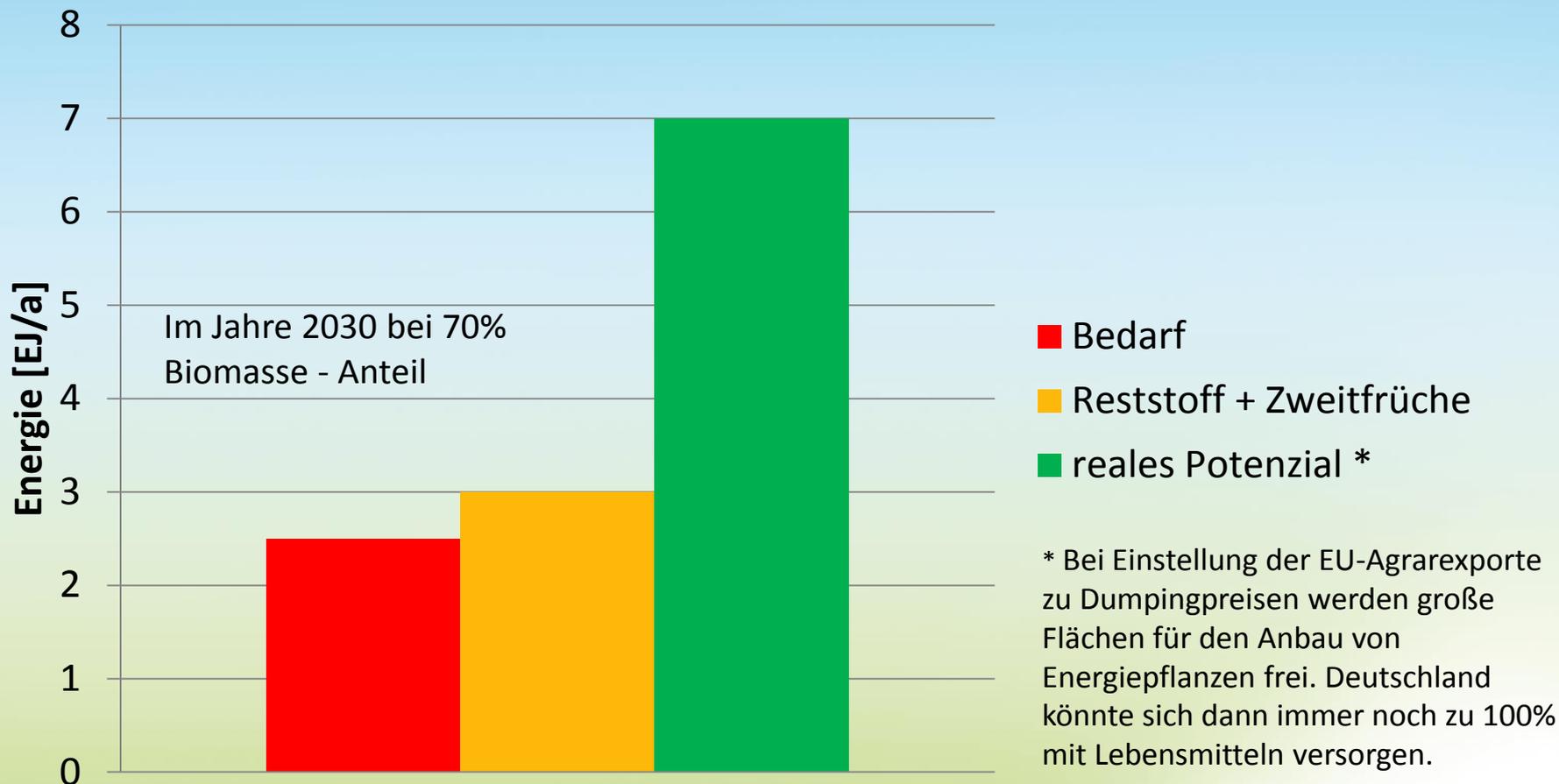
# Stromerzeugende Heizung

mit Brennstoffzelle und Heizkessel ohne Reformer  
(ohne H<sub>2</sub>-Speicher)



\* Export von Überschuss-Strom nach EEG möglich

# Biomasse-Potenzial in Deutschland



\* Quelle: Trän, IE (2005); Nachhaltige Biomasse Nutzungsstrategien im europäischen Kontext; ausgewiesene überschüssige Flächen der von Deutschland auf das Jahr 2030 extrapoliert. Potenzial bei 30 t/ha TM. **Vorausgesetzt ist hier die Streichung der Exportsubventionen für Lebensmittel.**

# Energieblumen



Blütenreicher, wuchsstarker Bestand im zweiten Standjahr nach Ansaat von Stauden außereuropäischer Herkunft.

## Blühende Landschaften

Blumen haben den gleichen Trockenmasse-Ertrag /ha wie Mais\*

Bis 2020/2030 sind in Deutschland mehr als 7 Mio. ha Land für Bio-Energie verfügbar.\*\* Ein Bruchteil davon wäre schon ausreichend, um alle atomaren und fossilen Energien zu ersetzen.

Prinzipiell wären Reststoffe aus Wald und Flur aber schon ausreichend.

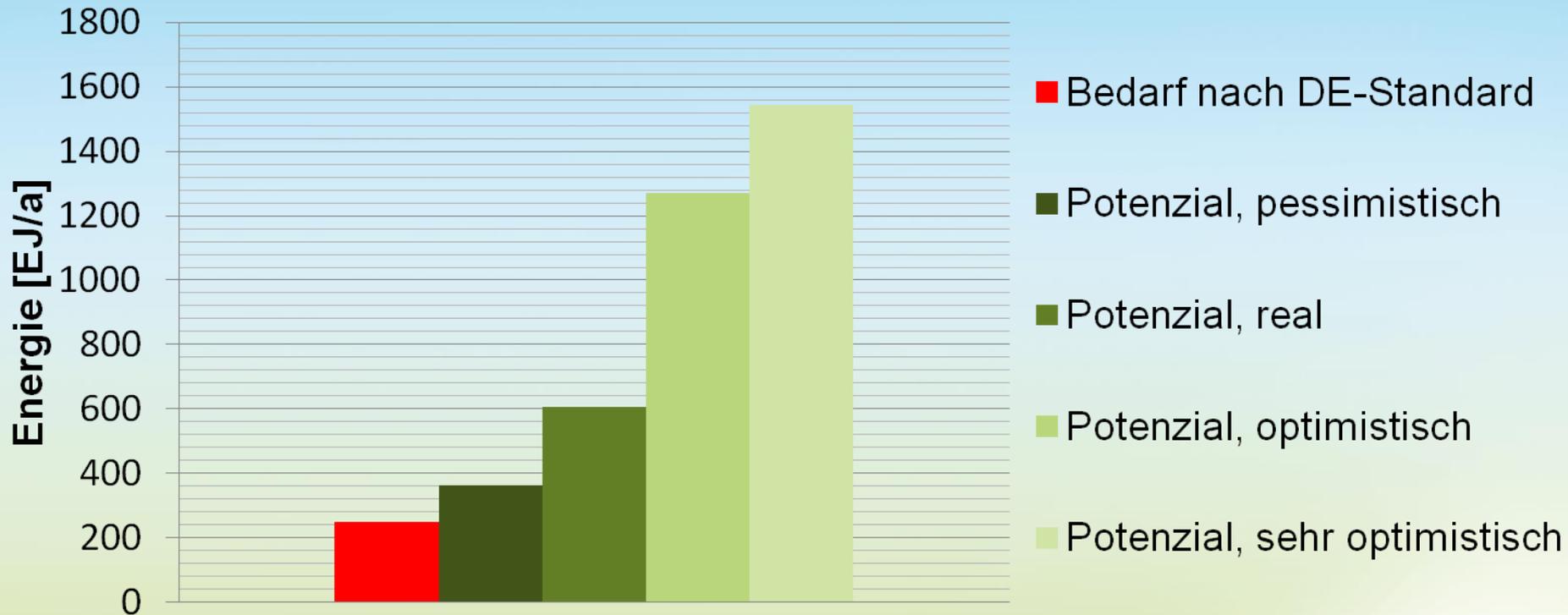
Anders als bei PV, geschieht hier die Wertschöpfung im ländlichen Raum.

Ökonomie , Umwelt- und Naturschutz stehen also nicht im Widerspruch. Jungtiere können durch späte Mahd geschützt werden.

\* Quelle: Bayrische Landesanstalt für Wein- u. Gartenbau (2010)

\*\* Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (2011)

# Potenzial der Biomasse weltweit in 2050



Auch 8 Mrd. Menschen können mit dem gleichen Energiekomfort leben wie die Menschen in Deutschland heute – und dabei genug zu essen haben.

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit**

Karl-Heinz Tetzlaff  
tetzlaff@h2-patent.eu



Diskussion

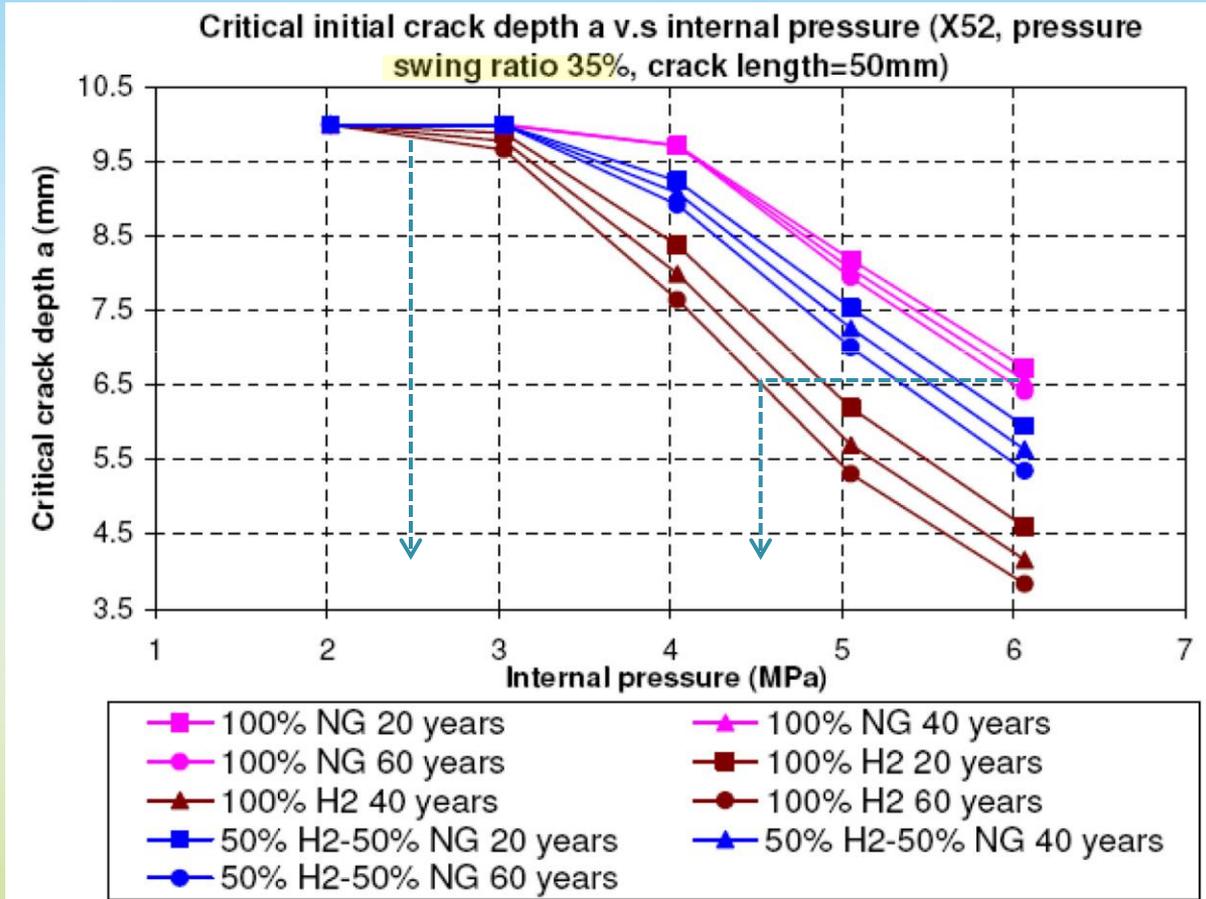
# Spezifische Kosten von Brennstoffzellen

Source	Year	FC stack/system		FCEV	
		# units	FC cost range (average)	# vehicles	Price (kEUR)
McKinsey	2010	1 000	€221-781 (500)/kW - stack		160
	2015	100 000	€42-252 (110)/kW - stack	> 100	
	2020	1 M	€16-98 (43)/kW - stack	< 1 M	31
	2030			20 M	26
MAIP	2010 status		> €1 000/kW -system	> 100	500
	2015 target		€100/kW -system	> 5 000	< 50
	2020 target		€50/kW -system	0.5 M	< 30
DoE 2010	2010	small	\$228/kW - system		
	2010 projected	0.5 M	\$49/kW - system		
	2015 target	0.5 M	\$30/kW - system \$15/kW - stack		
JHFC 2010	2020 target				20 % more than ICE

Source: 2011 Update of the Technology Map for the SET-Plan; EU 2011

# Wasserstoff in Erdgasleitungen

Rohrwand 10,5 mm dick



Quelle: DBIGUT ;aus NATURALHY-Endbericht 2009;  
DWV; Wasserstoff-Sicherheits-Kompodium 2012

## Konsequenzen für X52:

- Druck konstant halten
- Absenkung des Drucks um 25%,
- Verkürzung der Inspektionsintervalle,
- Zugabe von 500 ppm O<sub>2</sub>,
- Von innen mit Bronze ausspitzen

Eine Wasserstoffversprödung tritt nur auf, wenn hochfeste Stähle einer starken wechselnde Beanspruchung ausgesetzt werden. Da für Bio-Wasserstoff nur das Verteilnetz < 25 bar benötigt wird, sind hier keine Schäden zu erwarten.

Bei der Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff sinken die Leckverluste von 0,1% auf 0,04% der transportierten Energiemenge. Die Netzkapazität von Erdgas und Wasserstoff ist gleichgroß.

# Wozu Klimaschutzverhandlungen?



Warum sollten wir auf Ergebnisse von Klimaschutzverhandlungen warten, wenn die nachhaltig erzeugte Energie deutlich billiger ist als atomare und fossile Energie?

Sind 60 Mio. €, die für eine Pilot-Anlage erforderlich sind, für die Welt eine unüberwindliche Hürde?