

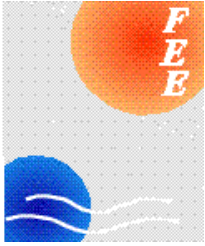


8. Internationale Konferenz für alternative Mobilität

Vortrag

**„Methan und Wasserstoff - Regenerativ erzeugt.
Ihre strategische Rolle für zukunftsfähige Mobilität und
als Speichermedium im erneuerbaren
Energiesystem“**

Eberhard Oettel, Dipl.-Ing. agr. Peter Schrum, Kfm. Martin Tauschke



Die Entstehung

Auf Initiative des BBK und der FEE als Dienstleistung für die Branchen Biomethan (BioSNG, H₂) in allen Anwendungen am 21.05.2008 gegründet, im Ergebnis mehrerer EU-Projekte, darunter REDUBAR, und von Hemmnissen bei der Realisierung nationaler Projekte, in Eigenverantwortung geführt und durch die Teilnehmer finanziert.

Die Ziele

- **Branchen übergreifende, anwendungsorientierte, bundesweite und internationale Zusammenarbeit sowie gemeinsame Interessenvertretung zur Beseitigung von Hemmnissen (BBK),**
- **Technik- und Verfahrensentwicklung sowie Einsatzes innovativer Lösungen entlang der kompletten Wertschöpfungsketten (FEE),**
- **Abstimmung zwischen Landwirtschaft, Anlagenbauern, Betreibern, Investoren, laufenden und künftigen EU- und nationalen Projekten, einschl. Projektpartnerschaften (Vorhaben in Gruppen interessierter Partner)**

Gliederung

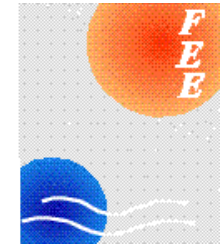
- **Die Herausforderungen –
Gesamtsystem, Energiebedarf,
Bedarfsdeckung im EE-System,
in der Mobilität**
- **Die Chancen –
Energieeffizienz, Reichweiten, Flächenver-
fügbarkeit, Speicherkaskade**
- **Worauf können wir bauen?
Netze und Erdgasspeicher als Voraus-
setzungen**
- **Die Lösung und ihre Machbarkeit**
- **Blicke in die Zukunft**
- **Schlussfolgerungen und Vorschläge**



**Biomethananlage Rathenow, Deutschland, 520
Nm³ Biomethan/h, Sept. 2009, Qu.: ALENSYS**



**Bio-SNG-Anlage Güssing,
Österreich, 1 MWth,
April 2008. Qu.: Oettel**



**Hauptschluss-
folgerungen:**

→ Exergetische
Effizienz erhöhen

→ Kaskaden-
nutzung

→ EE kombinie-
ren

→ Angepasst an
Energiedichte der
EE die regionale
Wertschöpfung
voran treiben

Quelle: Prof. Jürgen
Schmid, Wissen-
schaftlicher Vor-
sitzender 16. EBMK

Brussels we have a problem!

- Peak oil
- Peak soil
- Peak water
- Peak biodiversity loss
- Peak population
- Peak GDP
- Climate
- Agriculture
- Energy
- Biodiversity
- Poverty & development

And it is urgent!



16th European Biomass Conference & Exhibition
From Research to Industry and Markets
02-06 June 2008 Feria Valencia, Spain

Adopted from Faaij, PD2.2

→ Nicht nur Brüssel, auch Berlin - Wir ALLE haben ein Problem!

Endenergieverbrauch Deutschlands 2010

14.057 PJ = 14.057.000.000.000.000 J

Wie üblich umgerechnet in Steinkohleeinheiten (SKE) in t: 479.000.000 t

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen beim BMWi

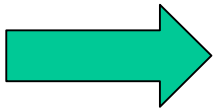
Schätzen Sie bitte mal:

**Wie lang wäre ein Güterzug, würde diese Steinkohlemenge tatsächlich auf
Waggons verladen?**

Die Herausforderungen – Energiebedarf (2)

Die Länge des Güterzuges betrüge 134.250.480 m oder **134.250,48 km**.

Vergleich: Der Äquatorumfang beträgt 40.075,017 km, etwas mehr als 1/3 dieser Länge.



Man könnte diesen Zug also dreimal um die Erde wickeln.

Momentan pro Jahr!!!

Berechnungsgrundlagen

Länge über Puffer eines einzelnen Waggons in m: **14,04**

Tragfähigkeit eines einzelnen Waggons in t: **50**

Quelle: http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/gattung_E/E_4Rad.html

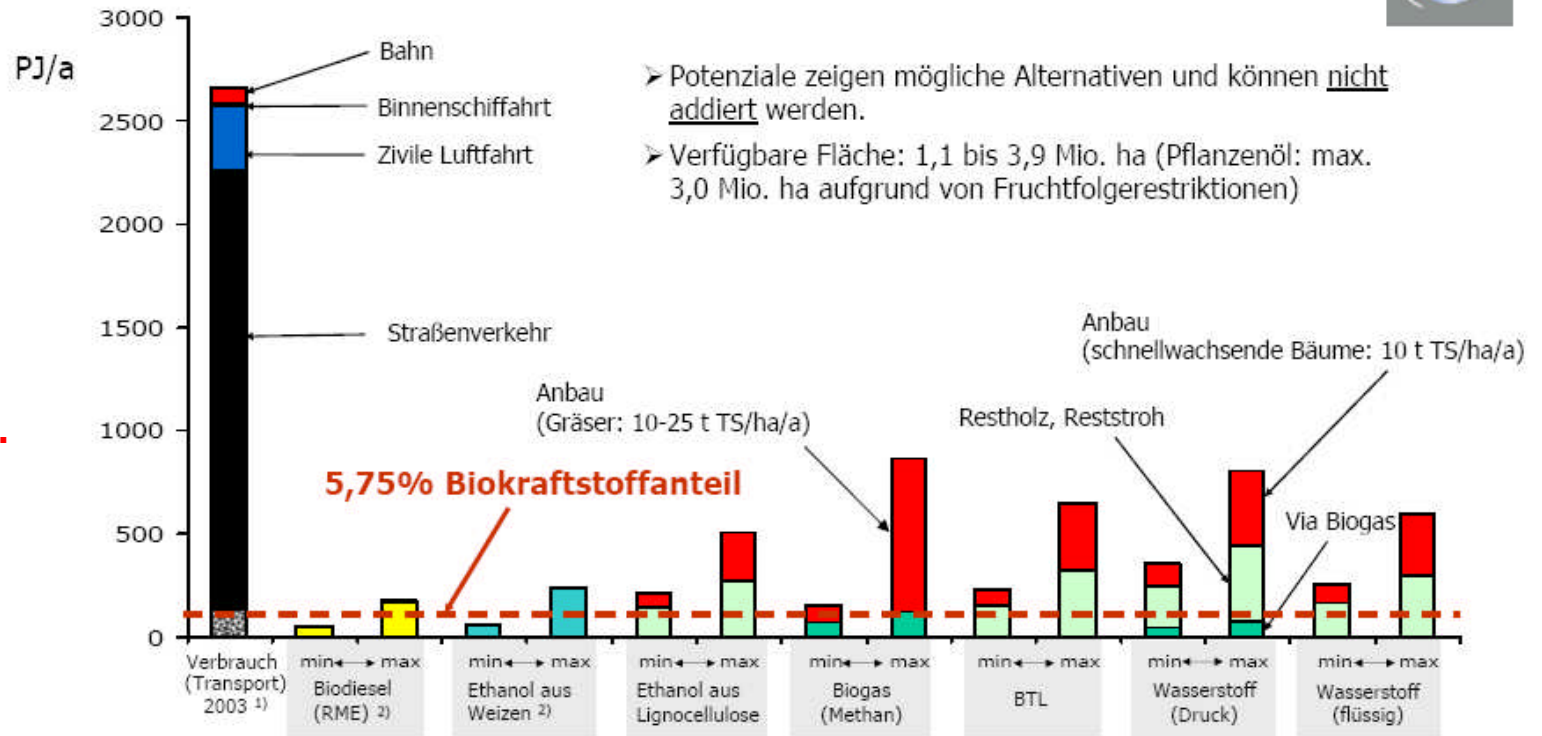
Die Herausforderungen. Mobilität - wie weiter?

➤ **Theoretisch könnte mit Biokraftstoffen max. ca. 10 - 30% des heutigen Kraft- und Treibstoffbedarfs gedeckt werden.**

➤ **Realität 1/2011: Im Betrieb erstmals 50,9 Mio. Kfz, davon 43,2 Mio. PKW (KBA)**

Quelle: Schindler, J.: paper „Future Biofuels“, Berlin 16.03.2006

Technische Kraftstofferzeugungspotenziale Deutschland

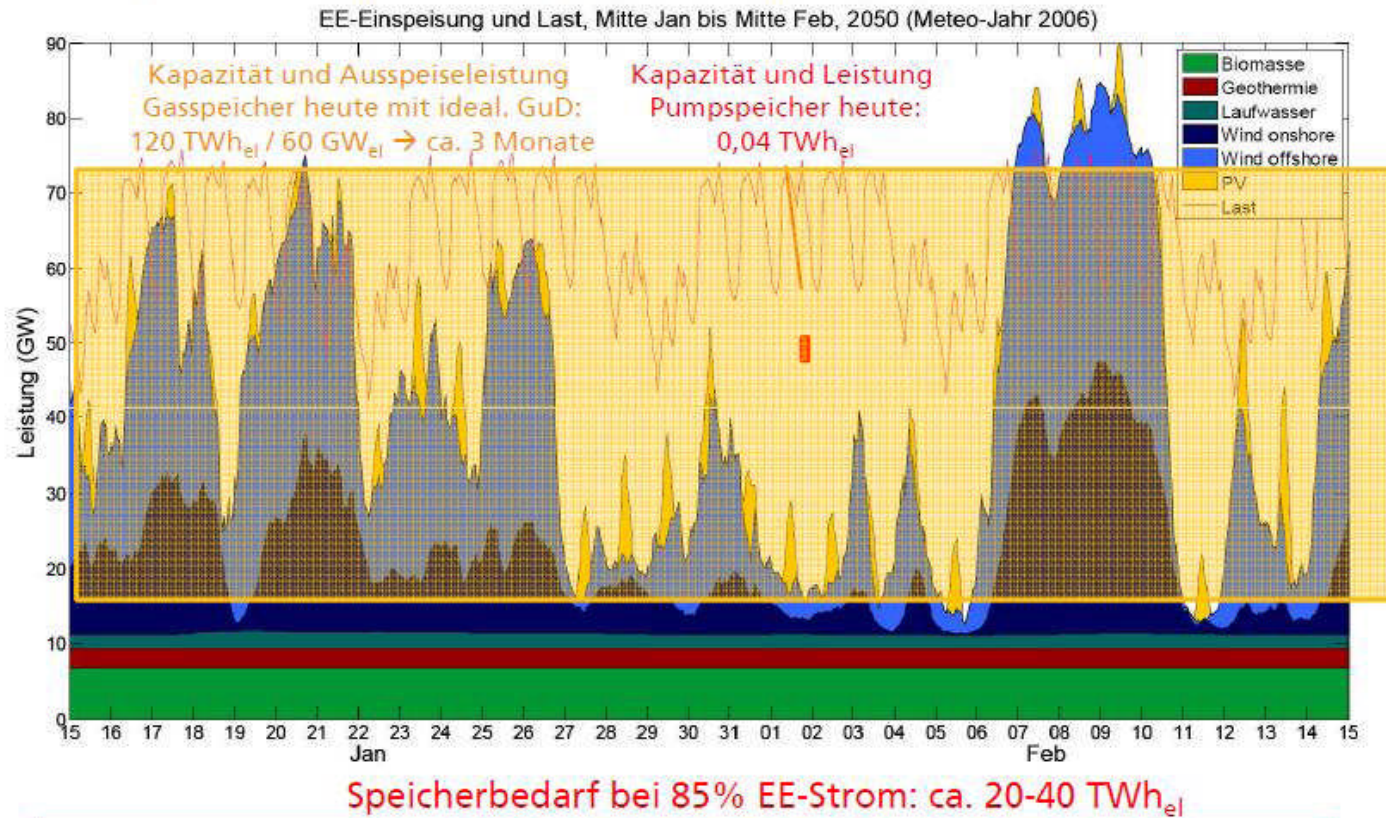


- Potenziale zeigen mögliche Alternativen und können nicht addiert werden.
- Verfügbare Fläche: 1,1 bis 3,9 Mio. ha (Pflanzenöl: max. 3,0 Mio. ha aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen)

¹⁾ Quelle: IEA-Statistics, Energy Balances of OECD Countries; 2005 Edition
²⁾ Brutto (ohne Berücksichtigung des Energieaufwandes für die Bereitstellung)

Die Herausforderung – Speicherbedarf

Transport und Speicherung als Kernproblem von Wind und Solar



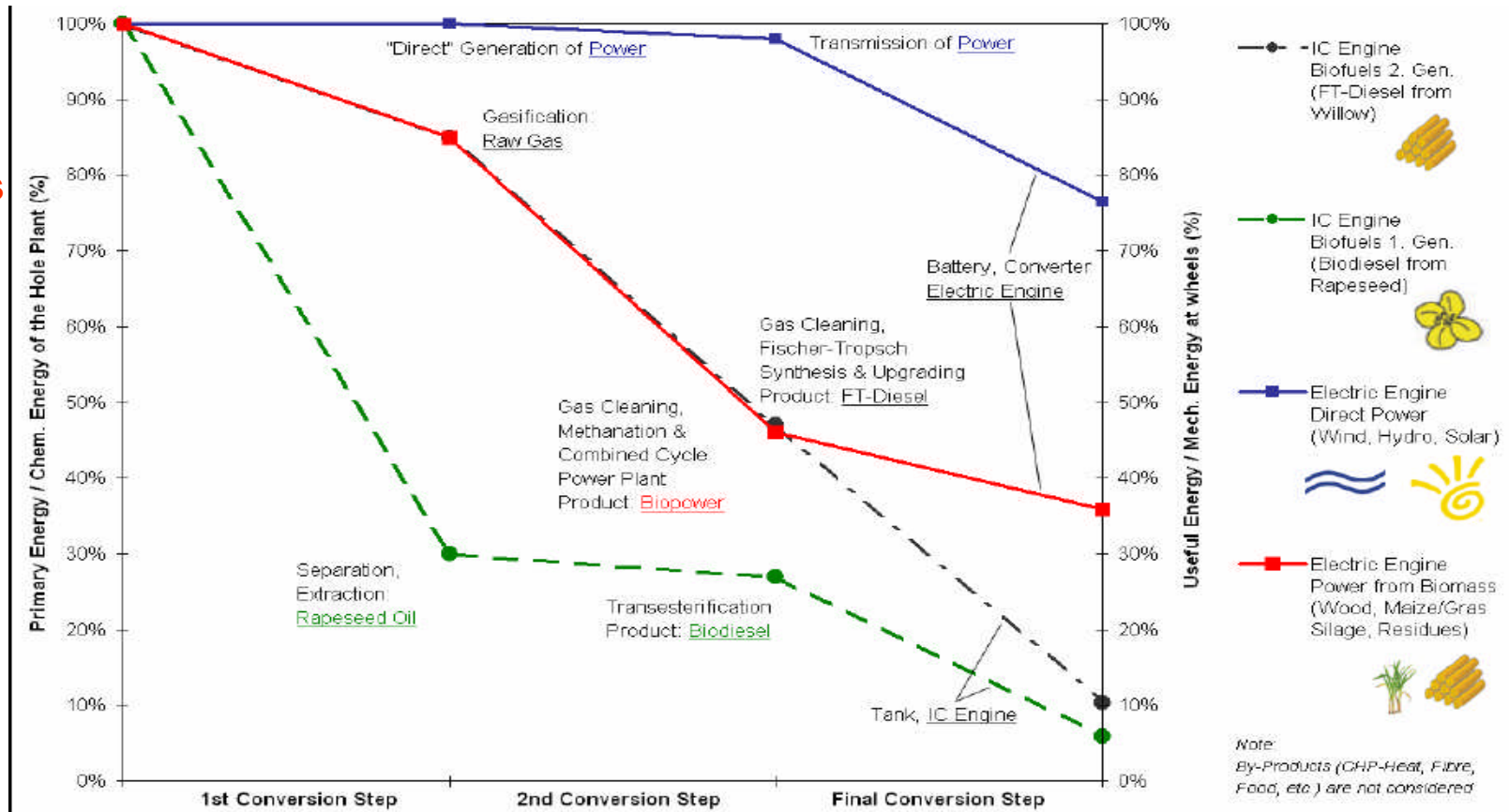
Quelle: Nitsch, Sterner, et al. 2010 (BMU Leitszenarien Zwischenbericht)
© Fraunhofer IWES



Die Chancen - Energieeffizienz

Energieeffizienzvergleich (Bio)Kraftstoffe - Elektroantrieb

Energiekonzept der BR: Bis 2050 Senkung des Energiebedarfs um 80%



Quelle: Schmid, Sterner (ISET, jetzt Fh-IWES)

05./06. September 2011

Solarzentrum Wietow

Die Chancen - Spezifische Reichweiten eines PKW

Mit 1 kWh
Primärenergie-
einsatz

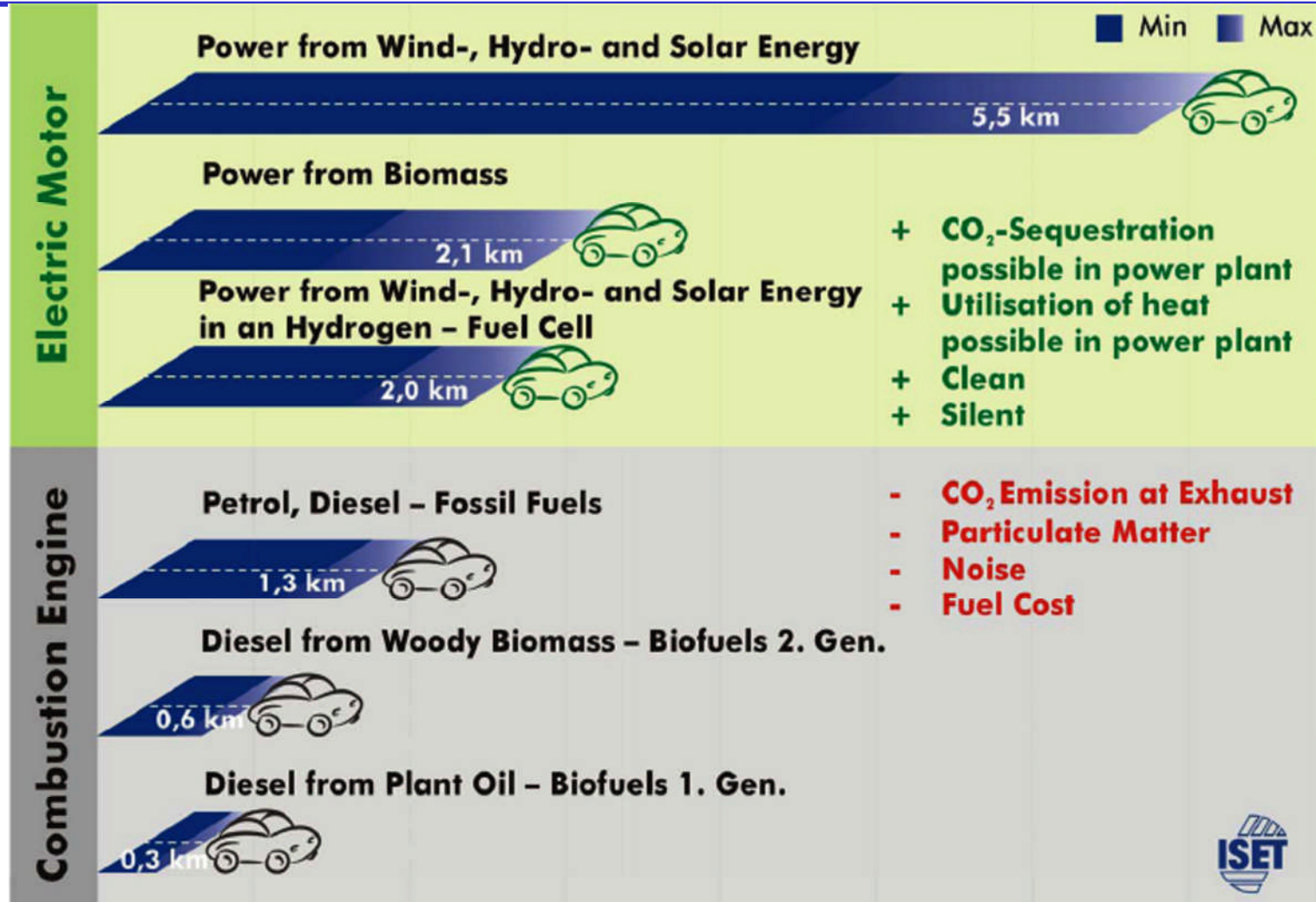
Verfügbare
landwirtschaft-
liche Nutzflä-
che in der BRD
ohne Ein-
schränkung
der Lebens-
und Futtermi-
telproduktion:

4 Mha,

2010 erreicht:
2,3 Mha (FNR)

Quelle:

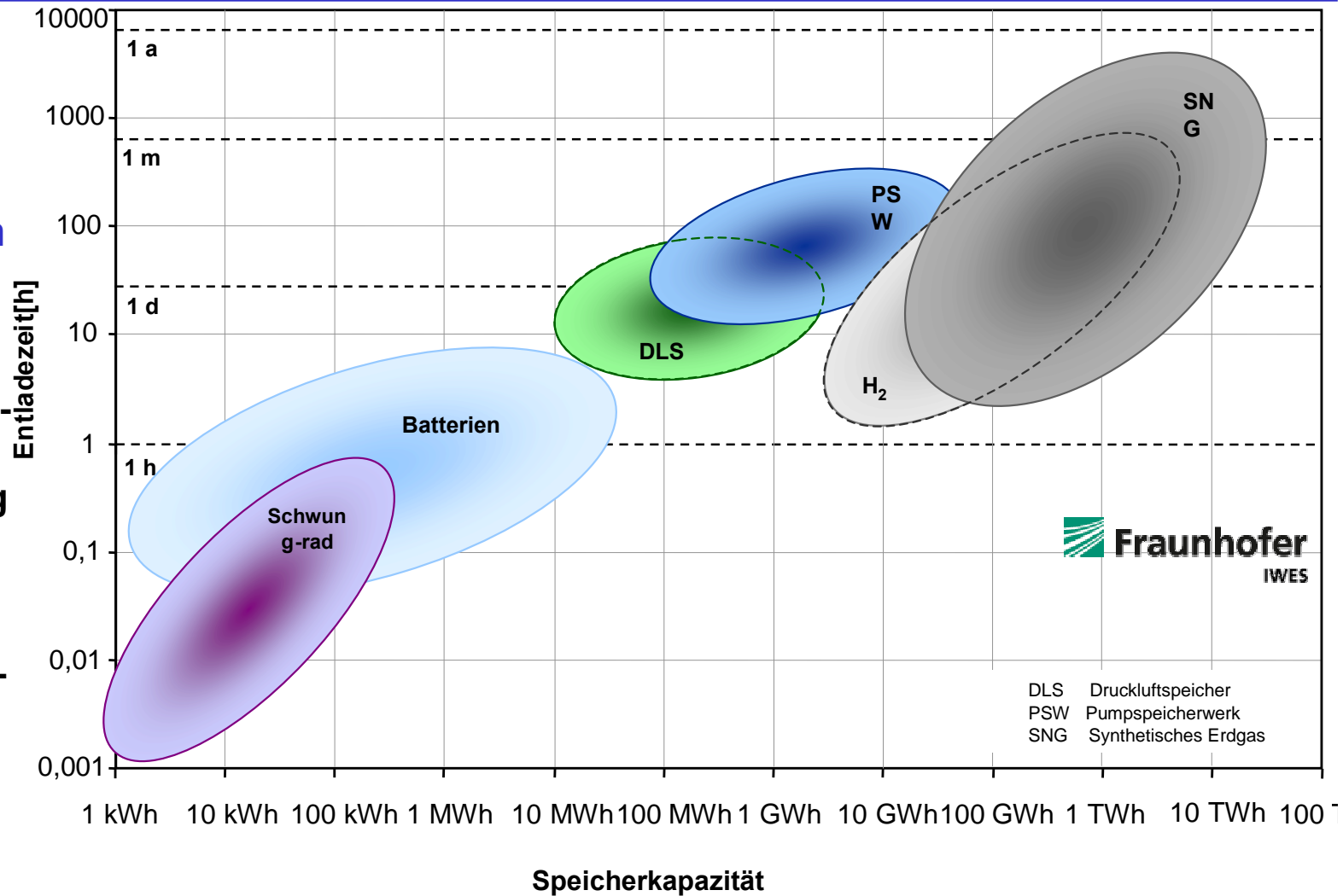
Sterner, Schmid



Die Chancen - Energiespeicherkaskade

Tauglichkeit von Speichern für ein Erneuerbare-Energiesystem

- Weitere Bedingungen sind:
- Stand des Ausbaus
 - Raumbelastung
 - Kosten
 - Ökologische Verträglichkeit
 - Gefahrenpotenzial
 - Verfügbarkeit unabdingbarer Stoffe

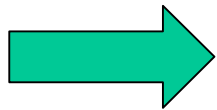


Voraussetzungen Erdgas- und Stromnetz

Verfügbar sind (Stand 31.12.2009):

Gasnetz mit einer Gesamtlänge 499.404 km, davon

- 452.722 km Rohrleitungen im Verteilnetz und
- 46.682 km im Fernleitnetz. [*]



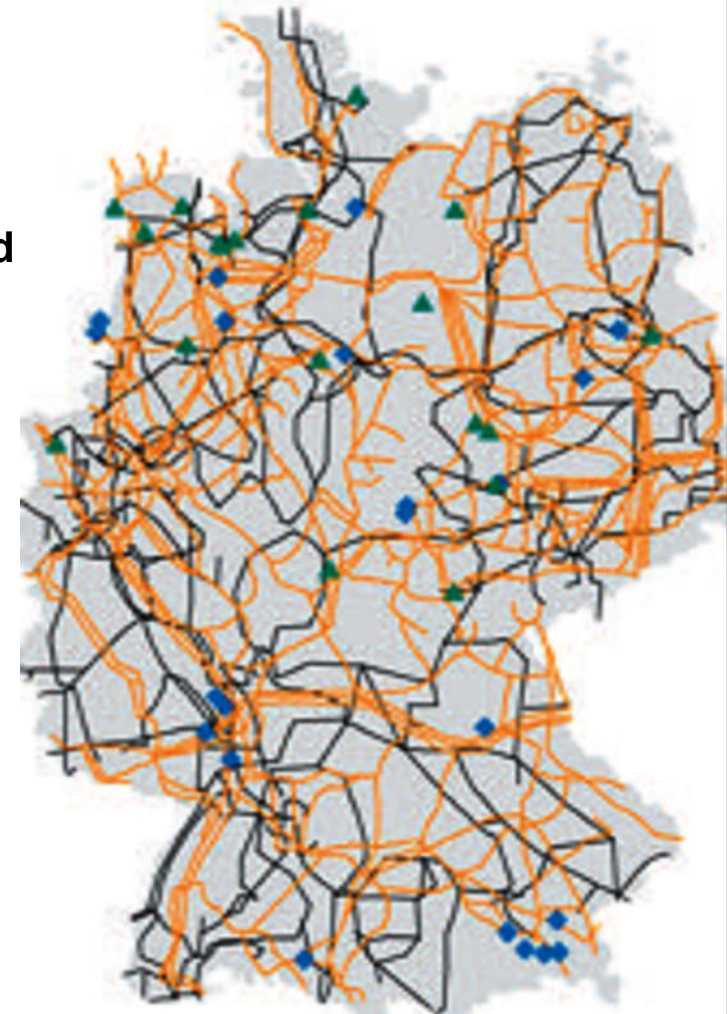
Im Gasnetz wird jährlich ein Energie-
äquivalent von ca. 1.000 Mrd. kWh
transportiert, das entspricht etwa dem
Doppelten der im Stromnetz übertragenen
Menge. [**]

Quellen: * Bundesnetzagentur

** Krause; Müller-Syring: DBI-GUT GmbH (Mitglied der FEE)

05./06. September 2011

Solarzentrum Wietow



Die Voraussetzungen - Erdgasspeicher

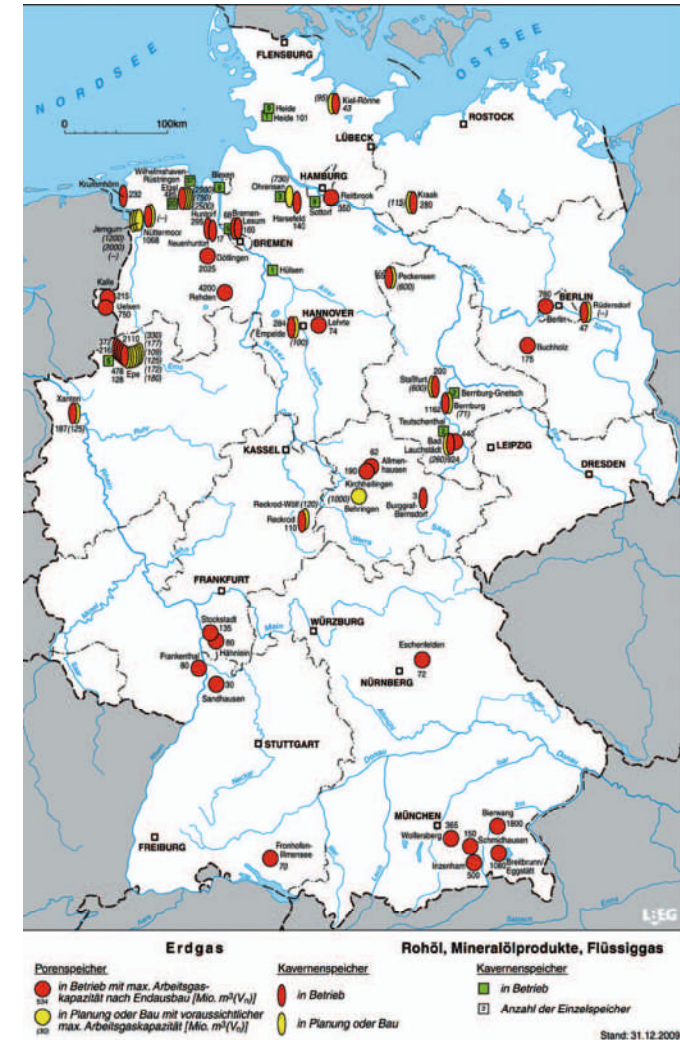
Verfügbar sind (Stand: 31.12.2009):

- 44 unterirdische Gasspeicher, davon 23 Porenspeicheranlagen mit einer Speicherkapazität von 12,34 Mrd. m³ und 21 Kavernenspeicheranlagen mit 7,71 Mrd. m³
- Gesamtspeicherkapazität 20,05 Mrd. m³ [*]



Das entspricht etwa ein Fünftel des jährlichen Erdgasverbrauchs Deutschlands. [**]
Der Ausbau geht zügig voran.

Quellen: * Bundesnetzagentur
** Krause; Müller-Syring: DBI-GUT GmbH (Mitglied der FEE)



Die Speichermedien – Regenerativgase

Die Erdgasinfrastruktur kann genutzt werden und dabei schrittweise importiertes Erdgas ersetzen

Kurzfristig:

- Fermentativ erzeugtes Biomethan (aus „nasser“ Biomasse)

Mittelfristig:

- Thermochemisch erzeugtes synthetisches Erdgas (aus lignocellulosehaltiger Biomasse)
- Regenerativ erzeugter Wasserstoff „Wind-Solar(-Algen)-Wasserstoff“

Langfristig:

- Hydro- oder vapothermale Karbonisierung zu Biokohle und ihre Konversion zu Synthesegas (u.a. aus bisher ungenutzter Biomasse, wie Laub, Grünschnitt)
- Hydriertes Kohlendioxid

Die Speichermedien – Beispiele (ausgewählt)

Biomethan (kommerziell)

NaWaRo zu Biogas zu Biomethan

Stand: 31.12.2010: 44 Anlagen, ca. 270 Mio.Nm³ =

Nur 4,5 % des Ziels von 6 Mrd. Nm³/a für 2020

Bioraffinerie Schlempe (Bioethanol) zu Biomethan-Kraftstoff, VERBIO Vereinigte BioEnergie AG, in Schwedt, Bbg., 3.500 Nm³/h



Biomethananlage Rathenow, Bbg., 520 Nm³ Biomethan/h, Sept. 2009, Qu.: ALENSYS

Bio-SNG (Pilot- und Demoanlage)

TBM Technologieplattform Bioenergie und Methan GmbH & Co. KG, in Geislingen, BW, 10 MWth



Wirbelschichtkühler als innovatives Bauteil
Bildquelle: Topf

Regenerativ-Wasserstoff- BioSNG (in Planung)

VER Verfahrensingenieure GmbH, in Willmersdorf, Bbg., 2.800 Nm³/h. Gesamtwirkungsgrad!



CH₄-Tankstelle als Bestandteil der Gesamtanlage.
Bildquelle: Specht

Hydriertes Kohlendioxid (Test- und Pilotanlage)

ZSW und SolarFuel GmbH, Stuttgart. Kosten!!

Wasserstoffspeichermethoden im Überblick

**Beimengung von 5 vol. % (erwiesen) bis etwa 10% (bei DVGW-Forschungsstellen in Erprobung) zum Erdgas.
Erzeugt aus der Wasserelektrolyse mit Strom aus der Überproduktion von Windenergie-, Photovoltaik- oder Wasserkraftanlagen.**

Anmerkung:
* Bei 500 km Reichweite Quellen (Tabelle):
Kassel, Dresden; Scheppat, Wiesbaden
Nach: Einsatz von Nanotechnologien im Energiesektor, Hessisches MWVL

Speichermedium	Temperatur bzw. Druck	Gewicht* bzw. Volumen*	Speicherkapazität	[+] Vorteile und [-] Nachteile
flüssiger Wasserstoff	-270°C	140 kg bzw. 86 L	7,5 Gew.-%	+ geringer Platzbedarf - sehr aufwändige Isolierung; Energieverlust durch Gasverflüssigung; Gasaustritt bei Lagerung
gasförmiger Wasserstoff	700 bar	125 kg bzw. 260 L	6 Gew.-%	+ geringer technischer Aufwand - großer Platzbedarf für zylindrischen Hochdrucktank; Sicherheitsrisiko durch hohen Speicherdruck
Nanoskalige Metallhydride (z.B. MgH ₂)	>300°C; 8 bar	175 kg bzw. 73 L	4,7 Gew.-%	+ geringer Platzbedarf - hohes Gewicht; sehr hohe Temperaturen
Nanoporöse metallorganische Materialien (z.B. MOF-177)	< -210°C; > 50 bar	86 kg bzw. 160 L	7,5 Gew.-%	+ geringes Gewicht - niedrige Temperatur; großer Platzbedarf

Aufbereiten und Verdichten von (Bio)Gasen, ihr Transport als Clathrat (Einschlussverbindung) und dessen Nutzung als H₂-Speicher (1)

Ionischer Verdichter



Methankomprimat

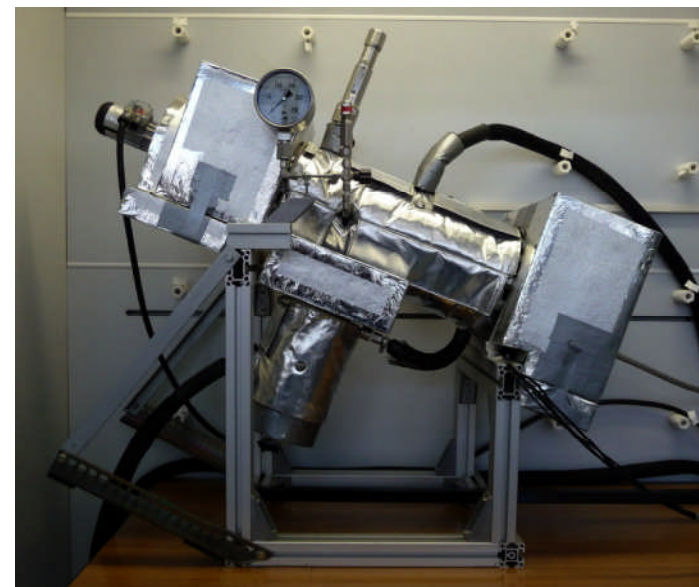
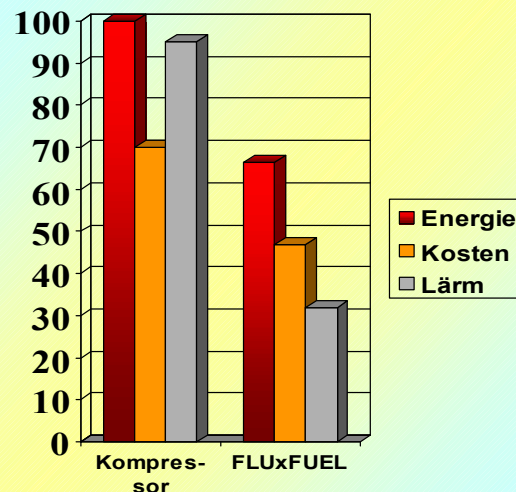
Erfinder:

Bernd Bonso et al.

EP1329253A1

Bernd Bonso

EP1652906B1



Quellen: DTG mbH. Berlin. Bonso, Rickert (FEE)

TU Dresden, IVUT, Prof. Mollekopf. Bonso

Aufbereiten und Verdichten von (Bio)Gasen, ihr Transport als Clathrat (Einschlussverbindung) und dessen Nutzung als H₂-Speicher (2)

Methankomprimat: Vergleich von Dichte, Bildung und Transport

Speicherverfahren	Volumetrische Speicherdichte [Nm ³ CH ₄ je m ³ Speichervolumen]	Bildungsbedingungen		Transportbedingungen		Gesamtverluste (Umwandlung, Transport 12h) [%]
		Temperatur [°C]	Druck [bar]	Temperatur [°C]	Druck [bar]	
Gashydrat*	173	3	60	-20	1	6,6***
Flüssigerdgas (Autogas, LNG)**	600	-162	1	-162	1	9,6
Druckerdgas (CNG)	200	20	200	20	200	4,3 (nur umwandeln)

Quellen:

- * Versuchsergebnisse TU Dresden
- ** Literaturwerte
- *** mit konventionellen Kompressoren

Schlussfolgerungen und Vorschläge



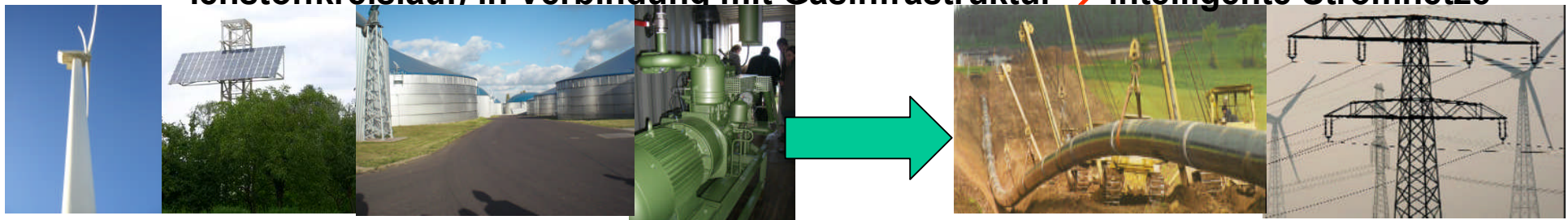
Regenerativgase sind in Verbindung mit dem vorhandenen nationalen und internationalen Erdgasnetzen und operativen Erdgasspeichern der bisher aufnahmefähigste, kostengünstigste und obendrein sofort verfügbare Massenspeicher auf Basis heimischer Ressourcen!



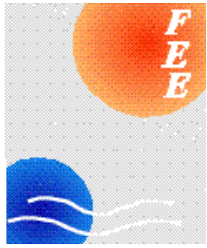
Das Regenerativgassystem schafft energiestrategischen Entscheidungsspielraum für die energetische Umwandlung in Strom, Wärme / Kälte oder Antriebsenergie (Kraftstoff)!



Ausbauprioritäten: Massenhafter dezentraler bedarfsnaher EE-Anlagenbau → KWK-Anlagen in Verbindung mit Nahwärme- und Nahkältesystemen → Regenerativgaserzeugung (Biomethan, BioSNG, regenerativer Wasserstoff, später Kohlenstoffkreislauf) in Verbindung mit Gasinfrastruktur → intelligente Stromnetze



Bildquellen: Oettel (4), Specht, BMU (je 1)



**Wir laden Sie ein,
sich mit eigenen Augen zu überzeugen**



**10. Treffen des BioMethan-Kuratoriums,
Montag, 24. Oktober 2011, Stuttgart, Baden-Württemberg,
„Regenerativ erzeugte Biomethanarten im Erdgasnetz-
Schlüsselspeichertechnologie für die Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien“
mit Besichtigung der Alpha-Versuchsanlage
in Zusammenarbeit mit dem ZSW Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-
Forschung gemeinnützige Stiftung und Solar Fuel Technology GmbH & Co. KG,
Salzburg und Stuttgart**

**27. Treffen der FEE-AG „Biogene Gase – Brennstoffzellen“
Montag, 05. Dezember 2011, Dauerthal, Brandenburg,
„Kombisystem Wasserstoff-Erneuerbare Energien zur regionalen Vollversorgung“
mit Anlagenbesichtigung
in Zusammenarbeit mit der ENERTRAG AG, Dauerthal**

**11. Treffen des BioMethan-Kuratoriums
Montag, 06. Februar 2012, Tuningen, Baden-Württemberg,
„Biomethan-Wertschöpfungskette vom Acker zum Markt in einer Hand“
mit Besichtigung einer NaWaRo-Anlage mit Aminwäsche
in Zusammenarbeit mit der PF Biomethan GmbH, Tuningen**

Danke an das



**Zum Wasserwerk 12
15537 Erkner
T. 03363-8859-126 (Uta Franke)
F. 03363-8859-110
info@biokraftstoffe.org
eberhard.oettel@gmx.de**

und and Sie für Ihre Aufmerksamkeit und Ihre Fragen.

Sie sind für Erneuerbare Energien?

Dann müssen Sie sich um Bioenergie und Biokraftstoffe kümmern!

„You want Renewable Energy?

Then you have to care for Bio-energy and Biofuels!“

Dr. Wolfgang Palz, Linneborn Prize winner, Chairman Europe WRCE, June 2008