



# Stadtwerke Leipzig GmbH

Wasserstoff

20. Januar 2010

Stadtwerke Leipzig

Alles ganz einfach.



1. Wie verändern sich die Weltenergiemärkte?
2. Welche bekannten Vorräte existieren?
3. Welche Reaktionsmöglichkeiten und Zukunftskonzepte bestehen?
4. Biomassepotentiale
5. Ableitungen



# | Agenda

1. **Wie verändern sich die Weltenergiemärkte?**
2. Welche bekannten Vorräte existieren?
3. Welche Reaktionsmöglichkeiten und Zukunftskonzepte bestehen?
4. Biomassepotentiale
5. Ableitungen



# 1 | Weltenergieverbrauch

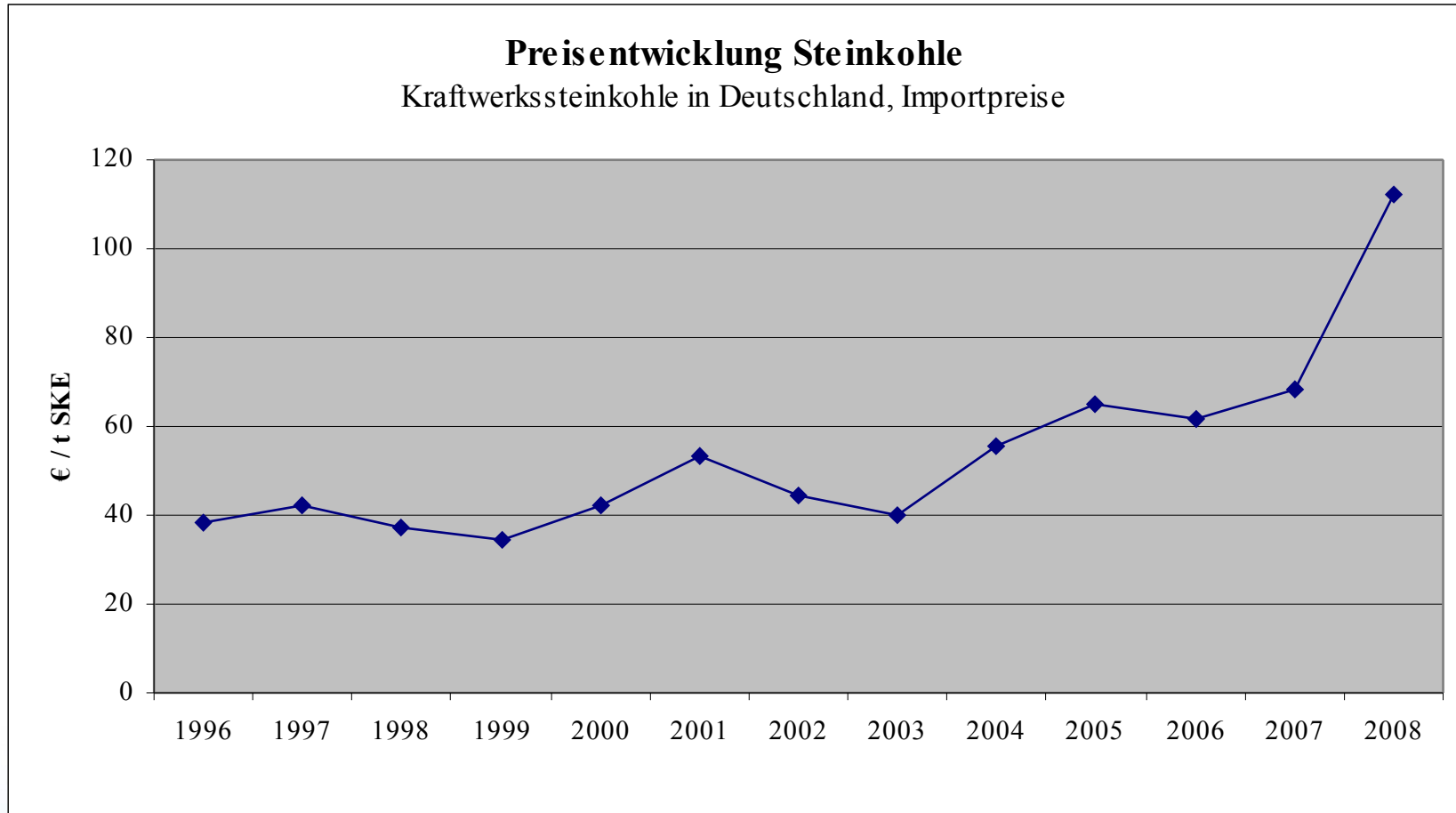
## Weltenergieverbrauch

Jahr	Kern- energie	Nicht erneuerbare Energien			Erneuerbare Energien		Ins- gesamt
		Kohle	Erdöl	Erd- gas	Wasser- kraft	Sonstige	
Mio. t SKE							
1970	28	2 277	3 262	1 326	146	827	7 866
1980	247	2 724	4 320	1 853	206	1 066	10 416
1990	738	3 205	4 477	2 525	271	1 420	12 636
2000	955	3 123	5 005	3 091	329	1 535	14 038
2005	1 031	4 191	5 488	3 522	379	1 960	16 571
2006	1 047	4 418	5 575	3 682	387	2 030	17 139
2007	1 024	4 544	5 653	3 772	375	2 120	17 493
2008	1 020	4 724	5 619	3 898	380	2 150	17 791
2020	1 204	6 255	6 784	4 476	505	2 402	21 626
2030	1 288	7 018	7 306	5 248	592	2 878	24 330

Kernenergie und erneuerbare Energien mit Wirkungsgradansatz bewertet  
Quelle der Prognosen: Internationale Energie-Agentur, 2008



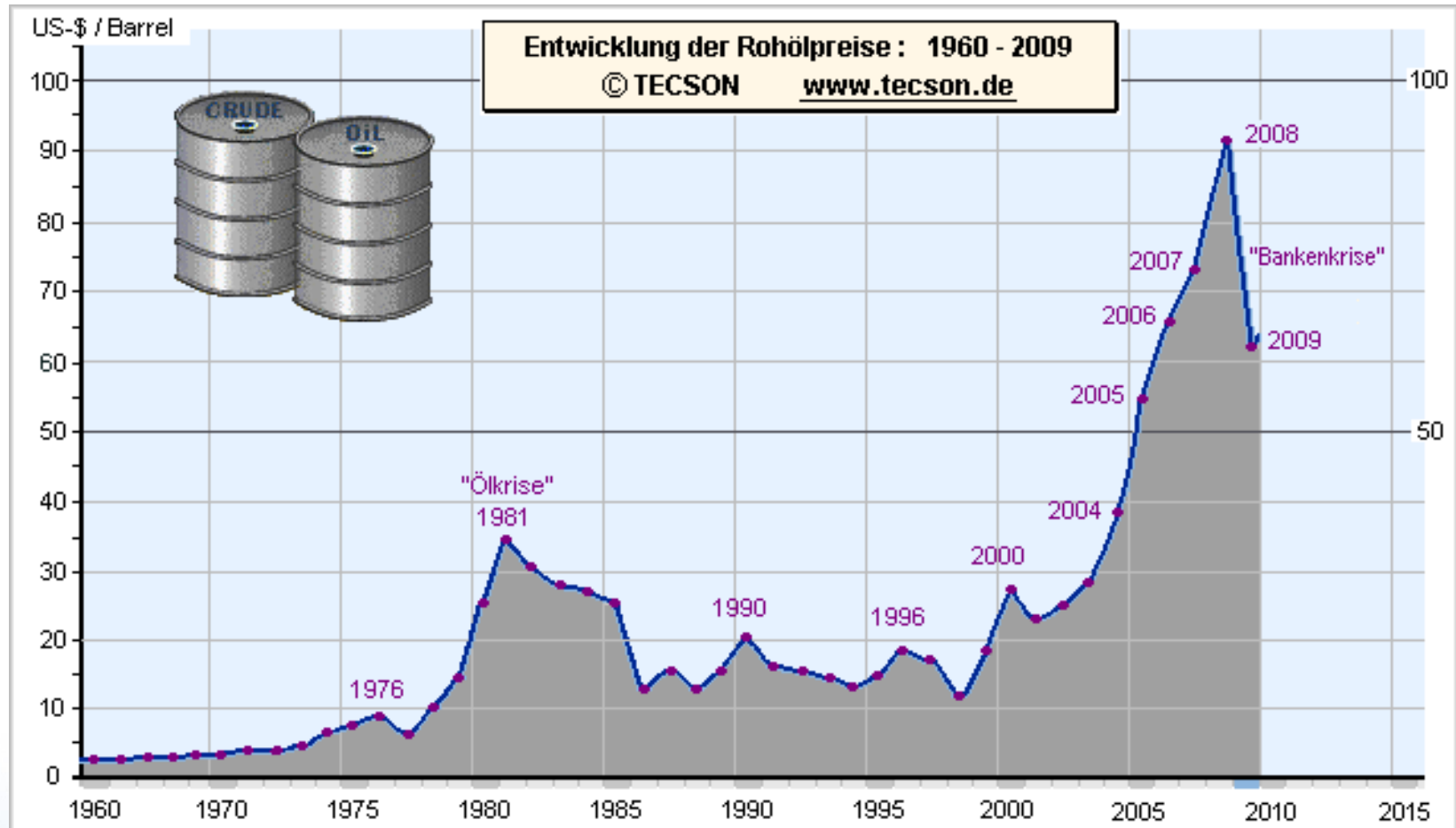
# 1 | Steinkohlemarkt



Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA 2009



# 1 | Rohölmarkt



Quelle: Internationale Energieagentur IEA, OPEC



# | Agenda

1. Wie verändern sich die Weltenergiemärkte?
2. **Welche bekannten Vorräte existieren?**
3. Welche Reaktionsmöglichkeiten und Zukunftskonzepte bestehen?
4. Biomassepotentiale
5. Ableitungen



### Kohle, Erdöl und Erdgas in der Welt 2009

Energieträger	Vorräte		Verbrauch	
	Mrd. t SKE	%	Mrd. t SKE	%
Kohle	710	60	4,7	33
Erdöl*	262	22	5,6	39
Erdgas	212	18	3,9	28
Insgesamt	1184	100	14,2	100

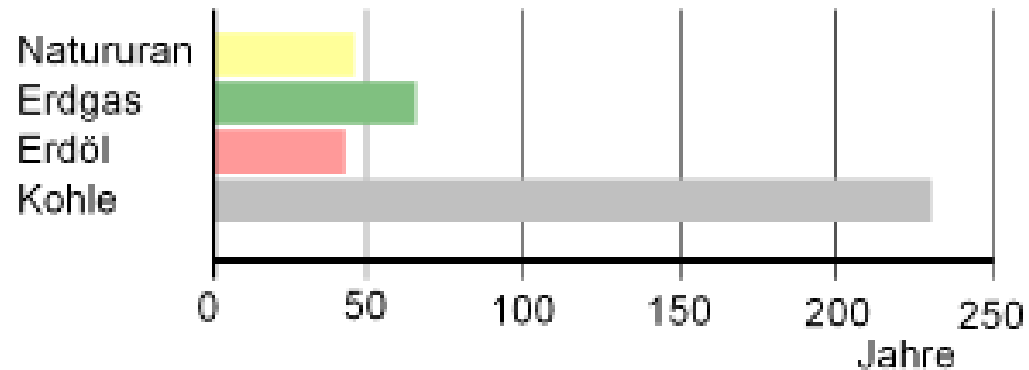
gewinnbare Vorräte, \* einschl. Ölsande  
Quellen: BGR, 2009; Oil and Gas Journal, 2008



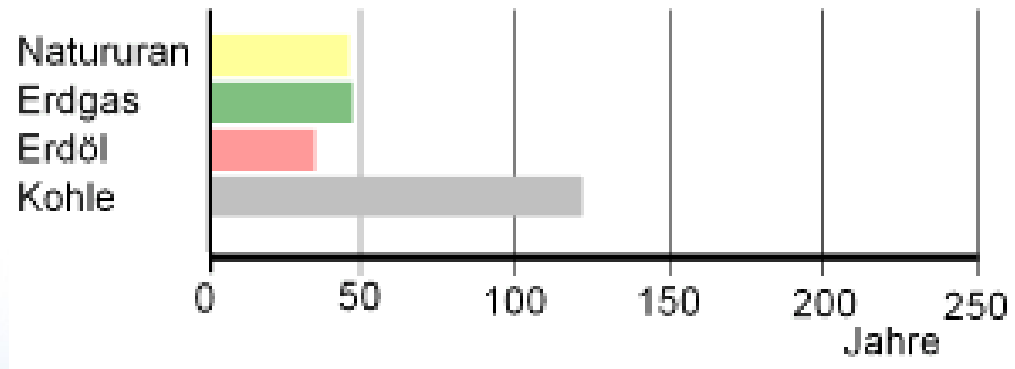


## 2 | Reichweite fossiler Energieträger

### statischer Ansatz



### dynamischer Ansatz



# | Agenda

1. Wie verändern sich die Weltenergiemärkte?
2. Welche bekannten Vorräte existieren?
3. **Welche Reaktionsmöglichkeiten und Zukunftskonzepte bestehen?**
4. Biomassepotentiale
5. Ableitungen



# 3 | Energieerzeugungskonzepte, Trends

## Stromerzeugung:

Kernkraft	(sicherheitsrelevant; endlich)	}	zentrale Konzepte
Kohle	(CO <sub>2</sub> -Problematik; endlich)		
Kernfusion	(technisch noch nicht verfügbar)		
Erneuerbare Energien		}	dezentrale Konzepte
Gasheizkraftwerke (5 kW – 500 MW FWL)			

## Kraftstoffe:

Mineralöle, Benzine, Erdgas	(endlich)		
Wasserstoff		}	Erneuerbare Energien
Bioerdgas			
Gas to Liquid			
Biodiesel			
Bioethanol			



## **These:**

**Eine von fossilen Kraftstoffen zu erheblichen Teilen unabhängige dezentrale Energieversorgung benötigt immer noch Speicher- und Transportmedien und die dazugehörige Netzstruktur!**

## Wasserstoff:

Obige These setzt aus heutiger Sicht fast zwingend den Übergang zu einer Wasserstoffwirtschaft voraus, als Speicher- und Transportmedium für Elektrizität und Wärme.

## Elektrizität:

Die direkte Verwertung von dezentral erzeugter Energie kann nur effizient erfolgen, wenn eine leistungsfähige Stromnetzstruktur besteht, die den erforderlichen Lastausgleich bereitstellen kann.

- Jede Umwandlung in Speicherenergie und Rückumwandlung in Nutzenergie kostet Effizienz.
- Die Um- und Ausbaukosten der Strom und Gasnetze sind zu beachten.



# | Agenda

1. Wie verändern sich die Weltenergiemärkte?
2. Welche bekannten Vorräte existieren?
3. Welche Reaktionsmöglichkeiten und Zukunftskonzepte bestehen?
4. **Biomassepotentiale**
5. Ableitungen



## 4 | Wasserstoff aus Holz

- Der Biomassezuwachs beträgt pro ha durchschnittlichem Laubmischwald ca. 6 tatro jährlich.
- Für die energetische und stoffliche Nutzung wird zur Zeit weniger Holz entnommen als zeitgleich nachwächst (nachhaltige Waldwirtschaft).
- Deutschland hat ein Zuwachspotential von ca. 2 Mio. tatro jährlich, das zur Zeit weder energetisch noch stofflich genutzt wird.
- Aus dem Zuwachspotential lässt sich Wasserstoff mit einem Energiegehalt von ca. 5 Terawattstunden produzieren.
- Ca. weitere 5 Terawattstunden ließen sich erschließen, wenn das Holz aus der bestehenden energetischen Verwertung zur Wasserstoffproduktion genutzt würde.



# 4 | Wasserstoff aus der Landwirtschaft

Regionen Mitteldeutschland	gesamte Gasausbeute	nutzbares Potential	Energiegehalt
mögliche Input-Stoffgruppen	m <sup>3</sup> Biogas/Jahr	m <sup>3</sup> Biogas/Jahr	5,7 kWh/m <sup>3</sup> Biogas bei 57% CH <sub>4</sub>
Nutztiere in <b>Sachsen</b>	276.542.345	205.436.716	<b>1.170.989.282</b>
andwirtschaftliche Reststoffe in <b>Sachsen</b>	1.310.708.308	469.363.288	<b>2.675.370.740</b>
Nutztiere in <b>Thüringen</b>	201.556.173	146.025.228	<b>832.343.802</b>
andwirtschaftliche Reststoffe in <b>Thüringen</b>	1.177.903.833	411.945.869	<b>2.348.091.452</b>
Nutztiere in <b>Brandenburg</b>	338.490.791	243.249.203	<b>1.386.520.459</b>
andwirtschaftliche Reststoffe in <b>Brandenburg</b>	1.821.500.674	653.622.372	<b>3.725.647.518</b>
Nutztiere in <b>Sachsen-Anhalt</b>	217.933.564	166.521.298	<b>949.171.399</b>
andwirtschaftliche Reststoffe in <b>Sachsen-Anhalt</b>	1.618.624.631	558.245.041	<b>3.181.996.735</b>
<b>Summe</b>	<b>6.963.260.319</b>	<b>2.854.409.015</b>	<b>16.270.131.387</b>

Quelle: Landesanstalten 2007/2008

- Die vier Bundesländer Brandenburg, Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt haben derzeit ein verfügbares energetisches Potential aus Biomasse von ca. 40 TWh.
- Hochgerechnet auf Deutschland ergibt dies ein verfügbares energetisches Potential aus Biomasse von ca. 160 TWh.



# 4 | Bewertung der Biomassepotentiale

- Das in Deutschland derzeit verfügbare energetische Potential aus Biomasse ist ca. 170 TWh
  - Der Stromverbrauch in Deutschland betrug 2009 ca. 520 TWh
  - Der Heizwärmebedarf in Deutschland betrug 2009 ca. 850 TWh
  - Der industrielle Energiebedarf ohne Strom in Deutschland betrug 2009 ca. 370 TWh
  - Der Mineralölbedarf für Verkehr in Deutschland betrug 2009 ca. 640 TWh
- Der zur Zeit bestehende Gesamtenergiebedarf in Deutschland in Höhe von ca. 2.380 TWh kann nur zu 5-10 % aus verfügbarer Biomasse abgedeckt werden.
  - Um diesen Anteil signifikant zu steigern, bedarf es einer erheblichen Ausweitung der Biomasseproduktion.





# | Agenda

1. Wie verändern sich die Weltenergiemärkte?
2. Welche bekannten Vorräte existieren?
3. Welche Reaktionsmöglichkeiten und Zukunftskonzepte bestehen?
4. Biomassepotentiale
5. **Ableitungen**



## 5 | Ableitungen

- Die eine Lösung „Biowasserstoff“ der Weltenergieprobleme wird es nicht geben, da bereits auf Deutschland bezogen Ressourcenengpässe absehbar sind.
- In Ergänzung zu der Erzeugung von Biowasserstoff sollte regenerativ erzeugter Strom aus Photovoltaik-, Windkraft-, Geothermie- und Biogasanlagen in ein Verbundnetz eingespeist werden. Überschüssiger Strom sollte in geeigneter Form gespeichert werden (z. B. Wasserstoff, adiabate Druckluftspeicher, Pumpspeicherkraftwerke, ...).
- Damit ersetzt der Biowasserstoff im Wesentlichen das Erdgas, dient zusätzlich als Stromspeicher und befördert die Dezentralisierung der Stromerzeugung.
- Im Verkehrsbereich wird sich die Elektro-Mobilität durchsetzen (Wärmeverluste 40 – 50 %, doppelte Menge Brennstoffzellen).



## 5 | Ableitungen

- Alle diese Veränderungen sind nur mit erheblichen volkswirtschaftlichen Anstrengungen erreichbar und sind in dem bestehenden Wirtschaftssystem nicht innerhalb der nächsten 10 Jahre komplett umsetzbar. Aus heutiger Sicht werden unter Berücksichtigung von Abschreibungszyklen etc. mindestens 40 Jahre benötigt.
- Um diese Logik zu brechen wäre gerade der Einsatz solcher Technologien mit regionaler Erschließung in Schwellenländern eine Alternative. Im bestehenden CO<sub>2</sub>-Handelssystem können solche Maßnahmen sogar gegen CO<sub>2</sub>-Rechte in Deutschland angerechnet werden.
- Ohne ein leistungsfähiges Stromnetz ist der Lastausgleich von geschätzten 80 Mio. dezentralen Stromerzeugungseinheiten in Kraft-Wärme-Kopplung nicht umsetzbar.



## 5 | Ableitungen

- Bei der Herstellung von Biowasserstoff fällt in hohem Maße Grundlastwärme an. Aus diesem Grund ist eine Kopplung mit Fernwärmenetzen sinnvoll. Das heißt, die Erzeugungsanlagen sollten in der Nähe von Ballungsräumen errichtet werden, was aber wiederum die Transportaufwendungen für Substrate erhöht.



## 5 | Ableitungen

- Stadtwerke Leipzig werden sich nicht im Bereich F&E Wasserstoff-erzeugung betätigen.
- Wenn eine erprobte Erzeugungstechnik für Biowasserstoff zur Verfügung steht, sind Investitionen in die Produktion strategisch wichtig.
- Für den Fall, dass Pilotanlagen in oder um Leipzig herum entstehen, ist die Umrüstung eines geeigneten Teils des Gasnetzes möglich. Der Aufwand zur Ertüchtigung des Gasnetzes ist überschaubar. Schwierigkeit dabei ist die Beherrschung der Lastschwankungen.
- Als Übergangslösung (Beseitigung Henne-Ei-Problem) ist die sukzessive Beimischung von Wasserstoff in das Erdgasnetz sinnvoll.
- Wenn die Erzeugungstechnologie zur Verfügung steht, beteiligen sich Stadtwerke Leipzig aktiv an der Verbreitung von Endgeräten.



# Vielen Dank

für Ihr Interesse

Geschäftsbereichsleiter, Herr Klaus-J. Pfeuffer

Telefon 0341 121-3700, Fax 0341 121-3774

[klaus-j.pfeuffer@swl.de](mailto:klaus-j.pfeuffer@swl.de), [www.swl.de](http://www.swl.de)

Stadtwerke Leipzig

Alles ganz einfach.

