



## **Unkonventionelles Erdgas in NRW – Chance für die Energieversorgung oder Gefahr für die Umwelt?**



Dr. Werner Zittel

Ludwig-Bolkow-Systemtechnik GmbH · Ottobrunn

Zittel@LBST.de



ludwig bolkow  
systemtechnik

- Unkonventionelles Gas – was ist das?
- Erfahrungen aus den USA
- Übertragung auf Deutschland

## Was notwendig wäre:

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

- UVP mit Öffentlichkeitsbeteiligung im Vorfeld
- Offenlegung der Chemikalien und Quantifizierung der Mengen
- Monitoring der Betriebsangaben und Verbräuche
- Monitoring der Emissionen (Lärm, Luft, Gewässer, Abwässer)
- Erstellung einer umfassenden Lebenszyklusanalyse mit  
Ermittlung des Energieaufwandes (inkl. Graue Energie)  
für Bohrung, Fracing, Betrieb, Betriebsstoffe, Entsorgung  
Ermittlung der Emissionen und sonst. Umwelteinwirkungen
- Berechnung der spez. Umweltauswirkungen je Fördermenge

# Shale Gasförderung – was ist das?

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

Man unterscheidet zwischen:

- **Shale Gas (Schiefergas)**

ist Gas, das im Muttergestein (Tonschiefer) verblieben und nicht in eine Gasfalle migriert ist, da das Gestein zu dicht war.

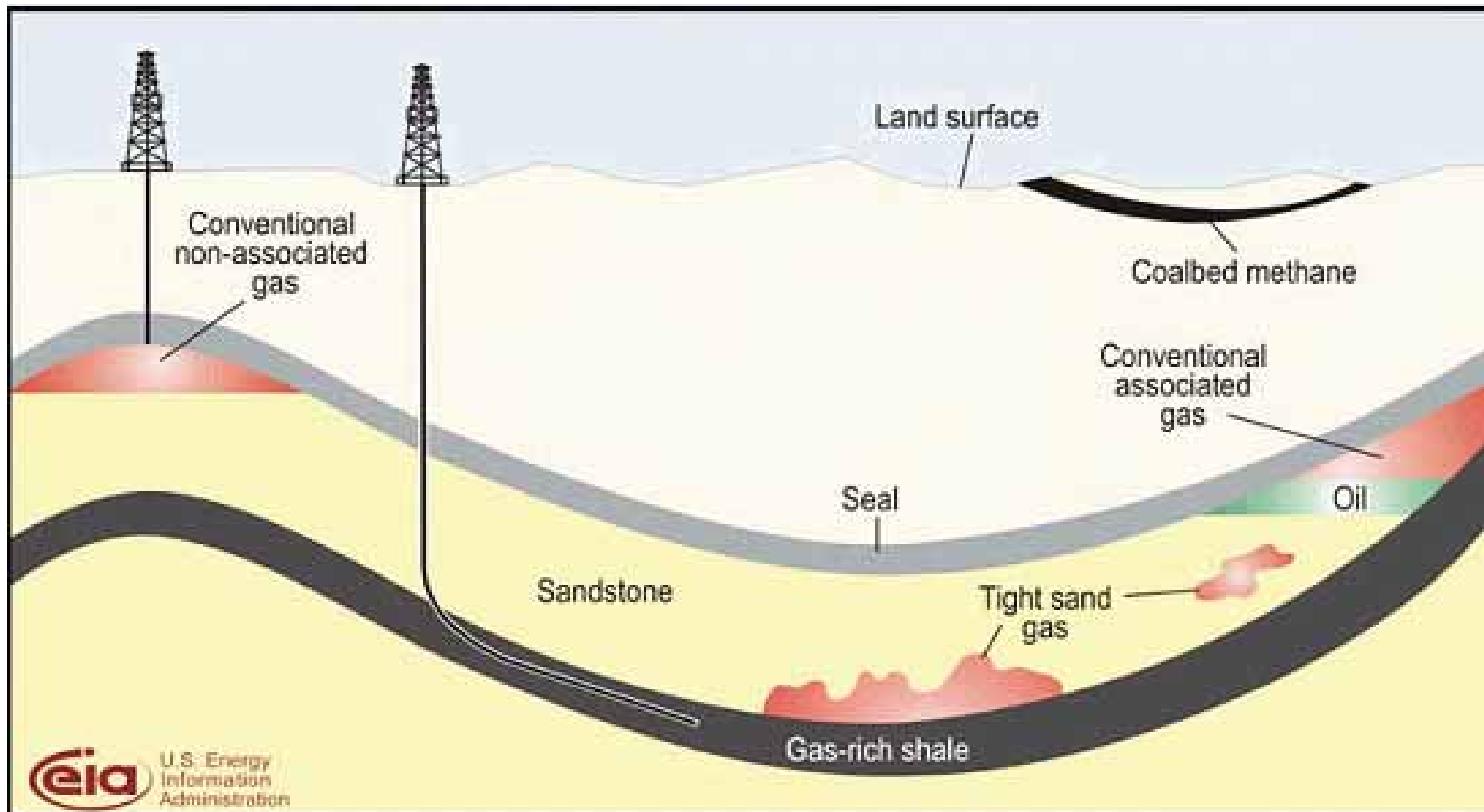
- **Coalbed Methane (CBM bzw. Grubengas)**

ist Gas, das unter Druck in den Gesteinsporen eines Kohleflözes lagert

- **Tight Gas (Gas in dichtem Gestein)**

ist Gas in den Poren eines wenig durchlässigen Gesteins.

=> Alle drei Felder haben im Prinzip ähnliche Fördertechniken, das sog. „hydrofracing“ oder „hydraulic fracturing“



## Beispiel: Marcellus Shale in New York, USA



ludwig bölkow  
systemtechnik



*Source: ALL Consulting, 2008*

Roughly 200 tanker trucks deliver water for the fracturing process.

A pumper truck injects a mix of sand, water and chemicals into the well.

Natural gas flows out of well.

Recovered water is stored in open pits, then taken to a treatment plant.

Storage tanks

Natural gas is trucked to a pipeline for delivery.

0 Feet

Water table

Well

1,000

### Hydraulic Fracturing

Hydraulic fracturing, or "fracing," involves the injection of more than a million gallons of water, sand and chemicals at high pressure down and across into horizontally drilled wells as far as 10,000 feet below the surface. The pressurized mixture causes the rock layer, in this case the Marcellus Shale, to crack. These fissures are held open by the sand particles so that natural gas from the shale can flow up the well.

2,000

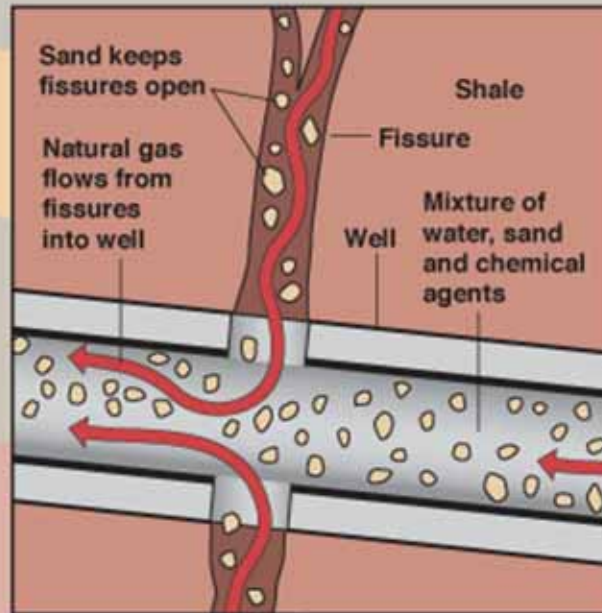
3,000

4,000

5,000

6,000

7,000



Well turns horizontal

Marcellus Shale

Fissures

The shale is fractured by the pressure inside the well.



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik



### Vorbereitungen:

- Mit Schwerlastwagen befahrbare Kieswege werden angelegt
- Es werden um jede Bohrung eine Freifläche vorbereitet
- Bohrausrüstung wird angefahren
- Container mit Leitzentrale je Bohrung wird aufgestellt
- Es werden mehrere Mio. Liter Wasser in Lastwagen an die Bohrstelle gebracht
- Es werden Lastwagen mit Sand bereitgestellt
- Es werden Lastwagen mit toxischen und bioziden Chemikalien bereitgestellt
- Es werden Container oder Lastwagen zum Abtransport des kontaminierten Fracwassers bereitgestellt (evtl. auch Abwasserteich)

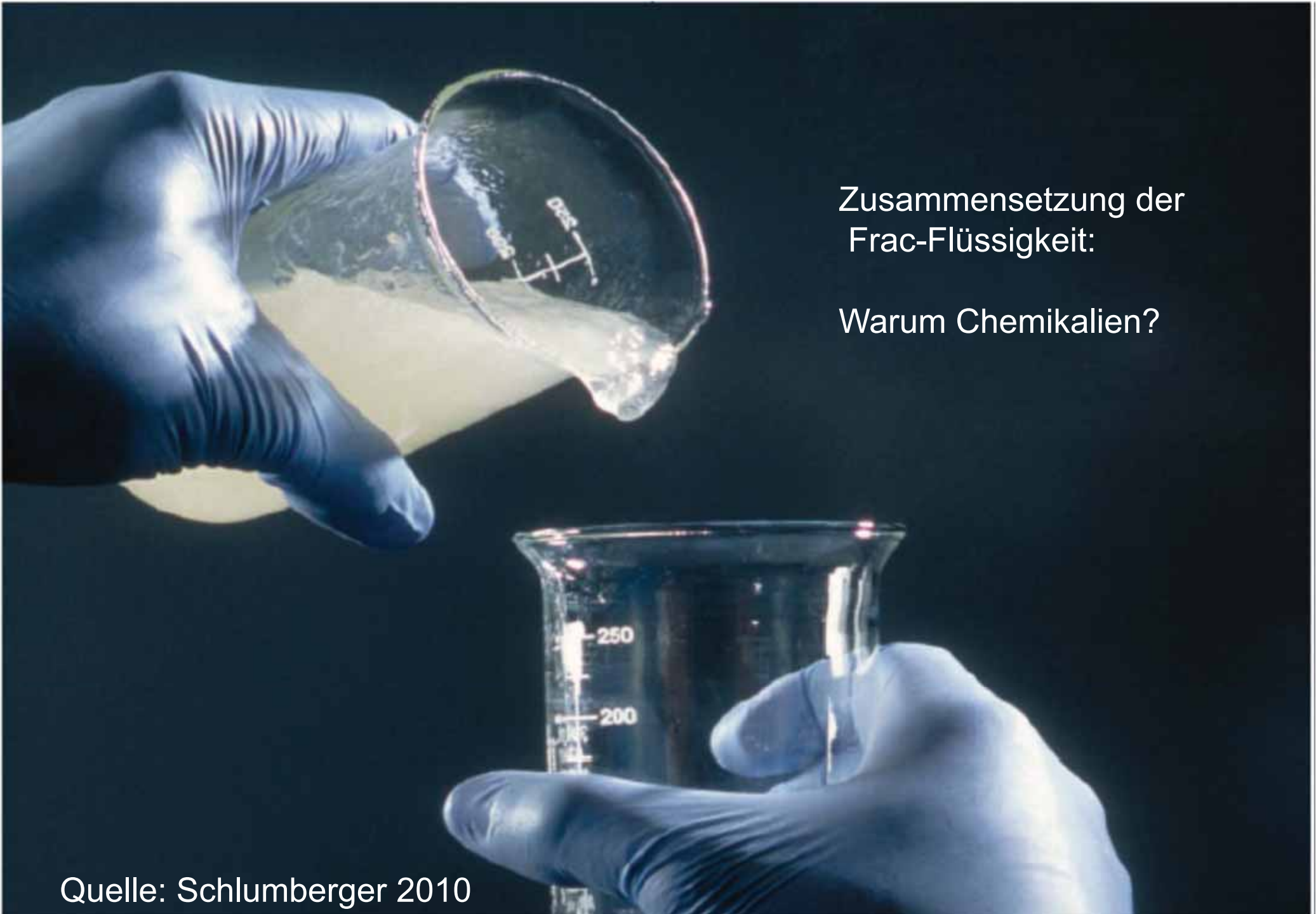
**Mehrere hundert Lkw-Fahrten pro Bohrstelle**

# Vorbereitung eines Bohrplatzes



Draft SGEIS, 30. Sep. 2009





Zusammensetzung der  
Frac-Flüssigkeit:

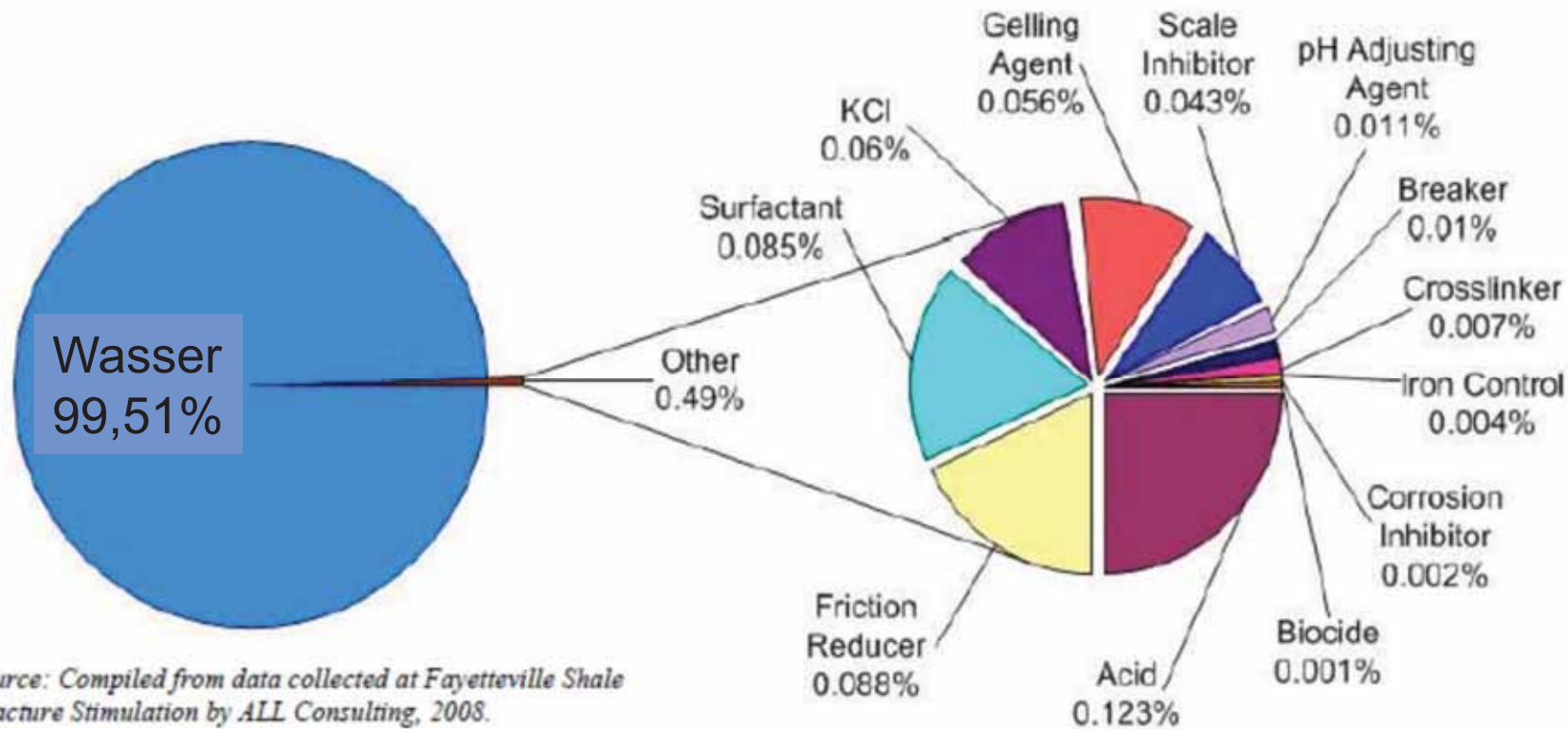
Warum Chemikalien?

Quelle: Schlumberger 2010

# Beispiel: Zusammensetzung der Frac- Flüssigkeit im Fayetteville-Shale, USA



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik



Source: Compiled from data collected at Fayetteville Shale Fracture Stimulation by ALL Consulting, 2008.

Zuzüglich Propant (Stützmittel): ca. 20%



ludwig bölkow  
systemtechnik

- Shale Gas – was ist das?
- Erfahrungen aus den USA
- Erste deutsche Projekte

## Welche Chemikalien?

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

Die Firmen hüten ihren spezifischen „Cocktail“ als Betriebsgeheimnis

Analysen aus den USA zeigen:

Säuren

Diesel oder Distillate

Hydroxethylzellulose als Gel

Glutaraldehyd als Biozid

Ammoniumbisulfat

N,n-Dimethylformamid...

Sog. BTEX haben großen Anteil:

Benzol

Toluol

Ethylbenzol

Xylol

Quelle: T. Colborn, 2010

Table 2. Chemicals with CAS numbers that have 10 or more adverse health effects

Quelle: Colborn et al. 2010



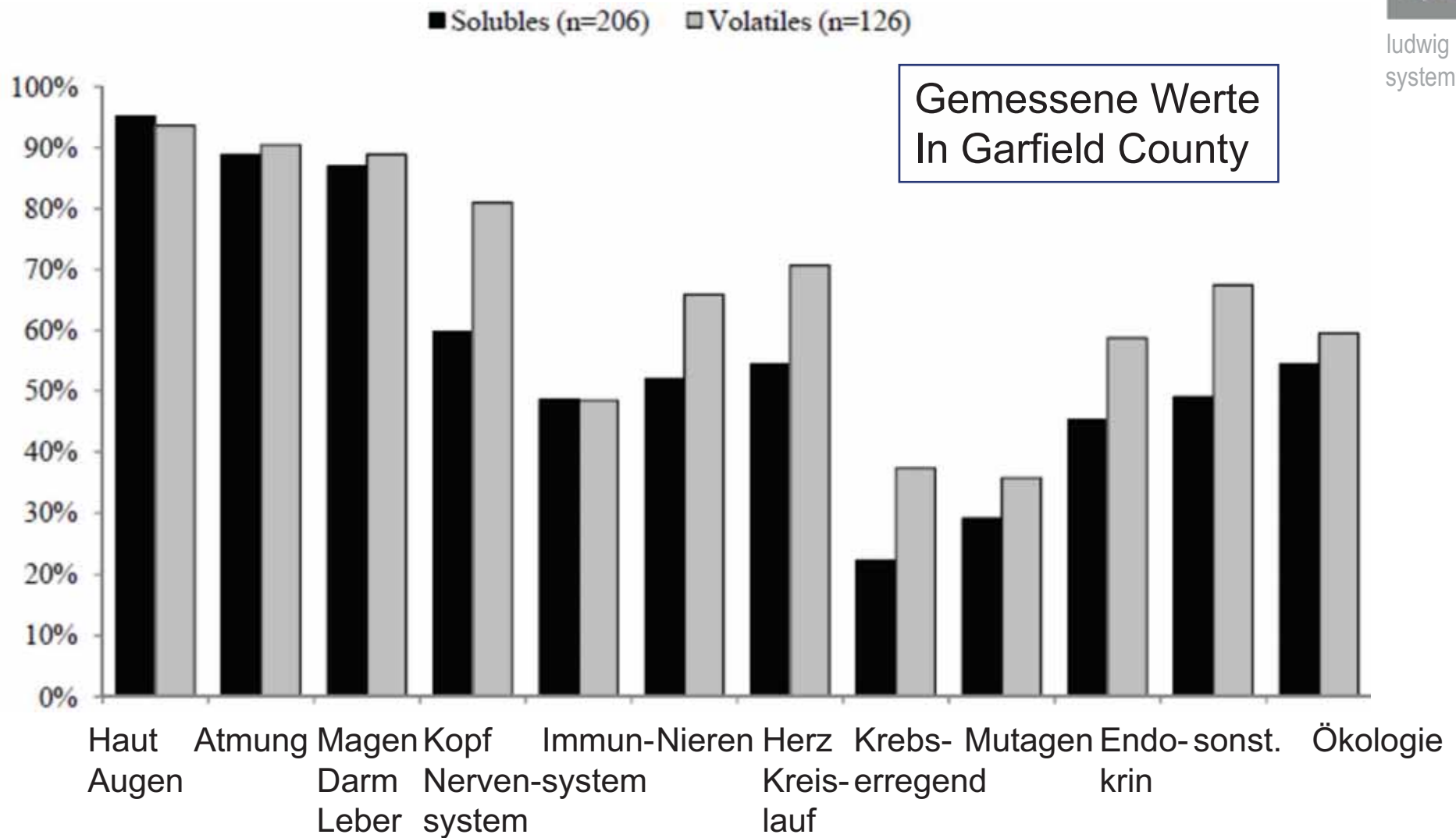
Ludwig Bolkow  
systemtechnik

Chemical	CAS #	Number of Products				
			Methanol	67-56-1	74	
			Diesel 2			
			Methylene bis(thiocyanate)	6317-18-6	2	
(2-BE) Ethylene glycol monobutyl ether	111-76-2	22	Diethanolamine	Monoethanolamine	141-43-5	5
2,2',2''-Nitrilotriethanol	102-71-6	3	Diethylenetriamine	NaHCO <sub>3</sub>	144-55-8	5
2-Ethylhexanol	104-76-7	7	Dimethyl formamide	Naphtha, petroleum medium aliphatic	64742-88-7	2
5-Chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one	26172-55-4	2	Epidian	Naphthalene	91-20-3	18
Acetic acid			Ethanol (acetylenic alcohol)	Natural gas condensates	68919-39-1	1
	1186-52-3	1	Ethyl mercaptan	Nickel sulfate	7786-81-4	1
Acrolein	107-02-8	1	Ethylbenzene	Paraformaldehyde	30525-89-4	2
Acrylamide (2-propenamide)	79-06-1	6	Ethylene glycol	Petroleum distillate naphtha	8002-05-9	7
Acrylic acid	79-10-7	2	Ethylene oxide	Petroleum distillate/ naphtha	8030-30-6	1
Ammonia	7664-41-7	3	Ferrous sulfate	Phosphonium, tetrakis(hydroxymethyl)-		
Ammonium chloride	12125-02-9	2	Formaldehyde	sulfate	55566-30-8	2
Ammonium nitrate	6484-52-2	2	Formic acid	Propane-1,2-diol	57-55-6	6
Aniline	62-53-3	1	Fuel oil #2	Sodium bromate	7789-38-0	1
Benzyl chloride	100-44-7	2	Glutaraldehyde	Sodium chlorite (chlorous acid, sodium salt)	7758-19-2	1
Boric acid	10043-35-3	4	Glyoxal	Sodium hypochlorite	7681-52-9	1
Cadmium	7440-43-9	1	Hydrodesulfurized kerosene	Sodium nitrate	7631-99-4	3
Calcium hypochlorite	7778-54-3	1	Hydrogen sulfide	Sodium nitrite	7632-00-0	3
Chlorine	7782-50-5	1	Iron	Sodium sulfite	7757-83-7	1
Chlorine dioxide	10049-04-4	2	Isobutyl alcohol (2-methyl-1-)	Styrene	100-42-5	1
Dibromoacetonitrile	3252-43-5	1	Isopropanol (propan-2-ol)	Sulfur dioxide	7446-09-5	1
			Kerosene	Sulfuric acid		
			Light naphthenic distillates, hydrotreated	thiadiazine-2-thione (Dazomet)		
			Mercaptoacetic acid	Titanium dioxide	13463-67-7	2
				Tetrahydro-3,5-dimethyl-		
				Tributyl phosphate	126-73-8	1
				Triethylene glycol	112-27-6	1
				( Urea	57-13-6	3
				Xylene	1330-20-7	11

# Anteil der Chemikalien mit gesundheitsschädlicher Wirkung, die in der Bohrindustrie verwendet werden



Ludwig Bolkow  
systemtechnik



## Hydrofracing – kurzer historischer Abriß der Verwendung in den USA

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

1949 Halliburton erhält erstes Patent für Hydrofracing

1974 Save Drinking Water Act (SDWA)

...

2003 Agreement between DOE and Halliburton/Schlumberger/BJ  
on Elimination of Diesel Fuel injection in Hydraulic Fracturing

2004 EPA Study on Water contamination by drilling activities

2005 Clean Energy Act („Halliburton loophole“)

...many regional studies on environmental impacts of fracing

2009 EPA finds in 11 of 39 water wells chemicals used during hydraulic fracturing

2009 Congress urges EPA to conduct an LCA-assessment of Fracing

2009 ExxonMobil buys XTO Energy for 30 \$ billion

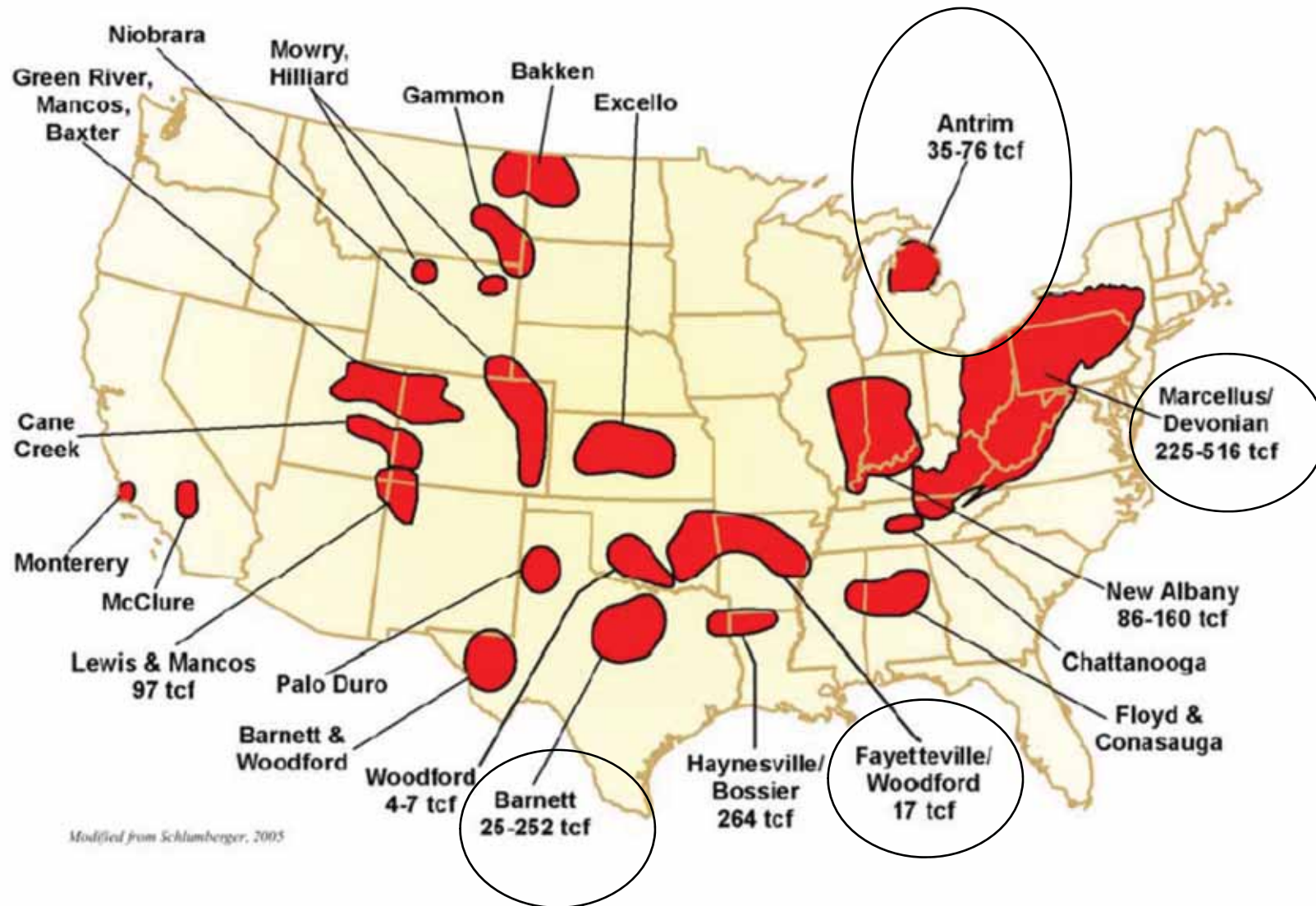
2010 Ernst & Young Study: abundant shale gas in USA, but

„The main factor that is likely to inhibit the projected growth in shale gas production is new environmental legislation“ (E&Y Sep 2010)

# Shalegas-Vorkommen in den USA



ludwig bölkow  
systemtechnik



## Beispiel: Barnett shale

---



ludwig bölkow  
systemtechnik

Im September 2010 waren 14.000 Gasförderer im Barnettshale aktiv

Die Gasförderung wird 2010 etwa 50 Mrd.m<sup>3</sup> betragen

Dies entspricht ca. 3,6 Mio. m<sup>3</sup>/a je Förderer

Quelle:  
Texas Railroad Commission



Shalegas-Feld in Texas



---

## **Luftemissionen:**

Benzol (Texas)

- Hohe VOC Emissionen (Belastung in Texas größer als an Flugplätzen)
- CO<sub>2</sub> (Antrim Shale)
- Anwohner klagen über Kopfschmerzen (keine Einzelfälle),
- direkte Kontamination bei blow-out

## **Gewässerbelastung:**

Mehr als 1000 lokal nachgewiesene Wasserverunreinigungen/TEDX

EPA-Strichproben zeigen 25% der untersuchten Wasserquellen sind belastet

- Gas, BTEX im Trinkwasser (Pennsylvania, Texas)
- Abwasser teilweise radioaktiv und mit Schwermetallen belastet (Marcellus Shale)
- Versalzung von Flüssen (Pennsylvania)
- Korrosion von Industrieanlagen (Pennsylvania)

## **Lärmbelästigung:**

- Bohranlagen
- Schwerlastverkehr (Staubentwicklung)

## **Bodenbelastung:**

- Unkontrollierte Diffusion im Untergrund

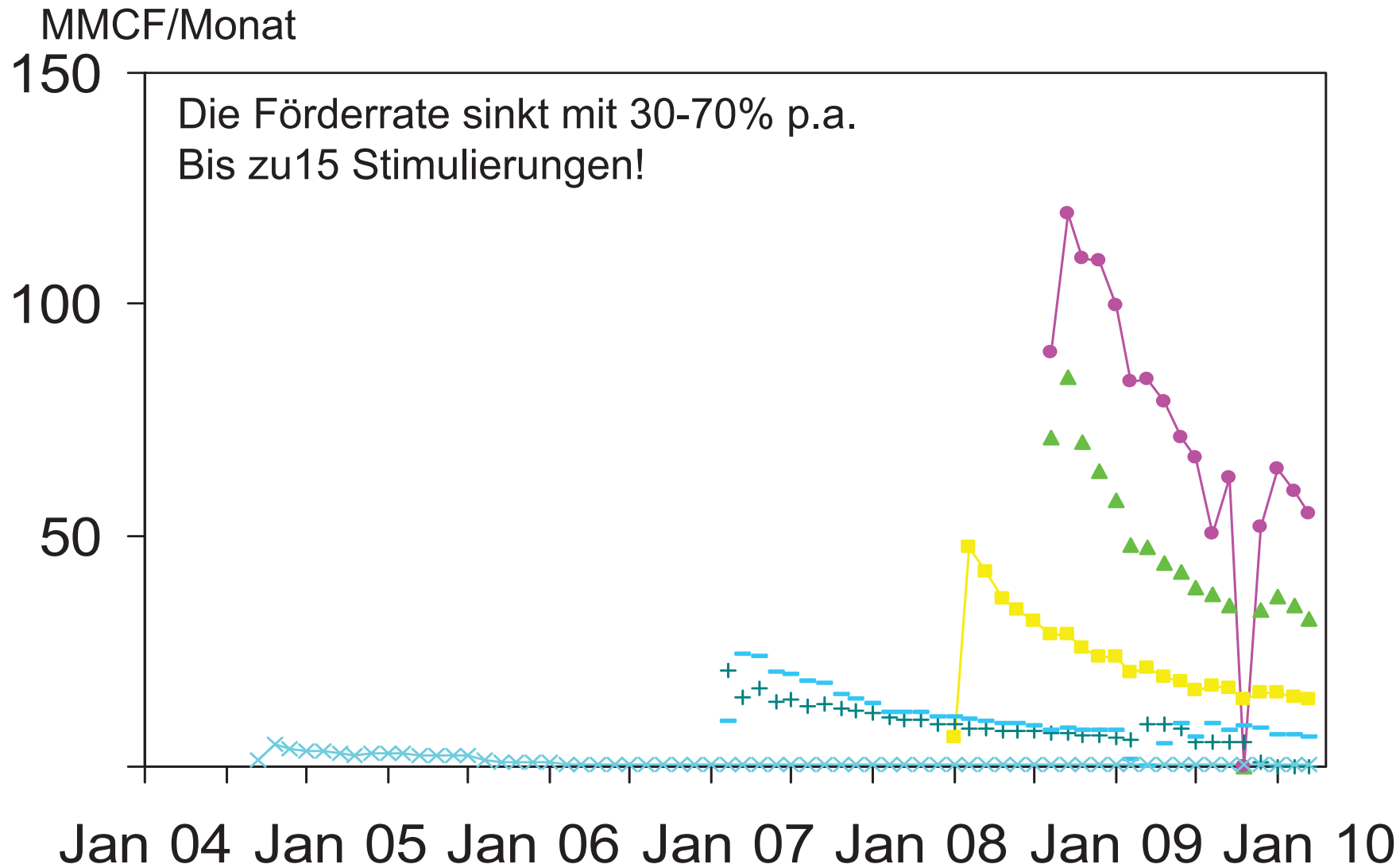
## **Landschaftsverbrauch:**

- Bohrplätze (4-6 je km<sup>2</sup>)  
à 50m x 50m
- Abwasserteiche
- Frischwasserteiche
- Straßenbau

# Gasförderung einzelner Fördersonden Fayetteville Shale, Arkansas, USA



Ludwig Bolkow  
systemtechnik

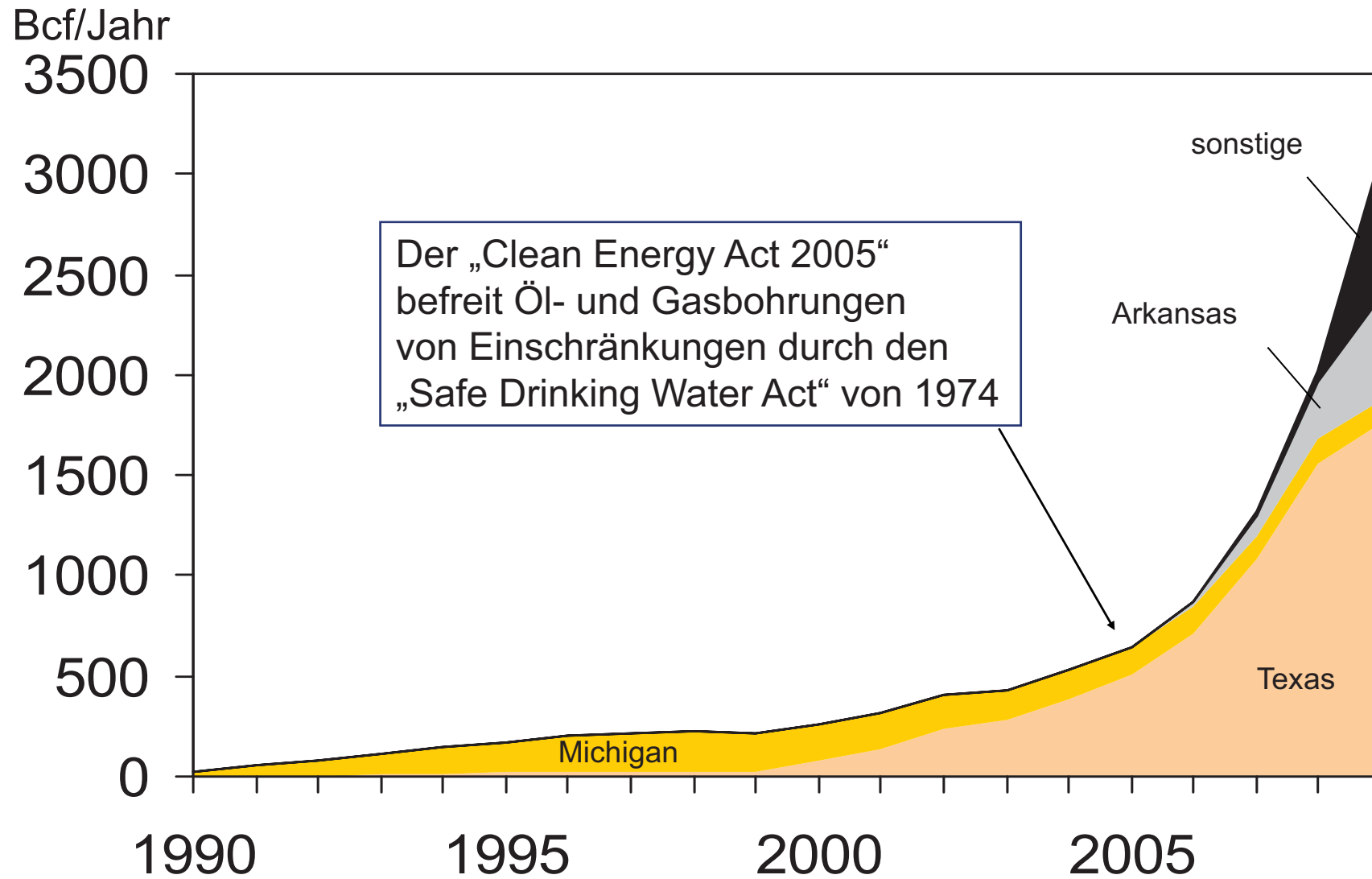


Data: State of Arkansas, Oil and Gas Commission, May 2010

# Shale-Gasförderung USA



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik



Daten: US-EIA, Okt 2009, State of Arkansas, Oil and Gas Commission, May 2010  
Texas Railroad Commission, May 2010, Goodman 2008

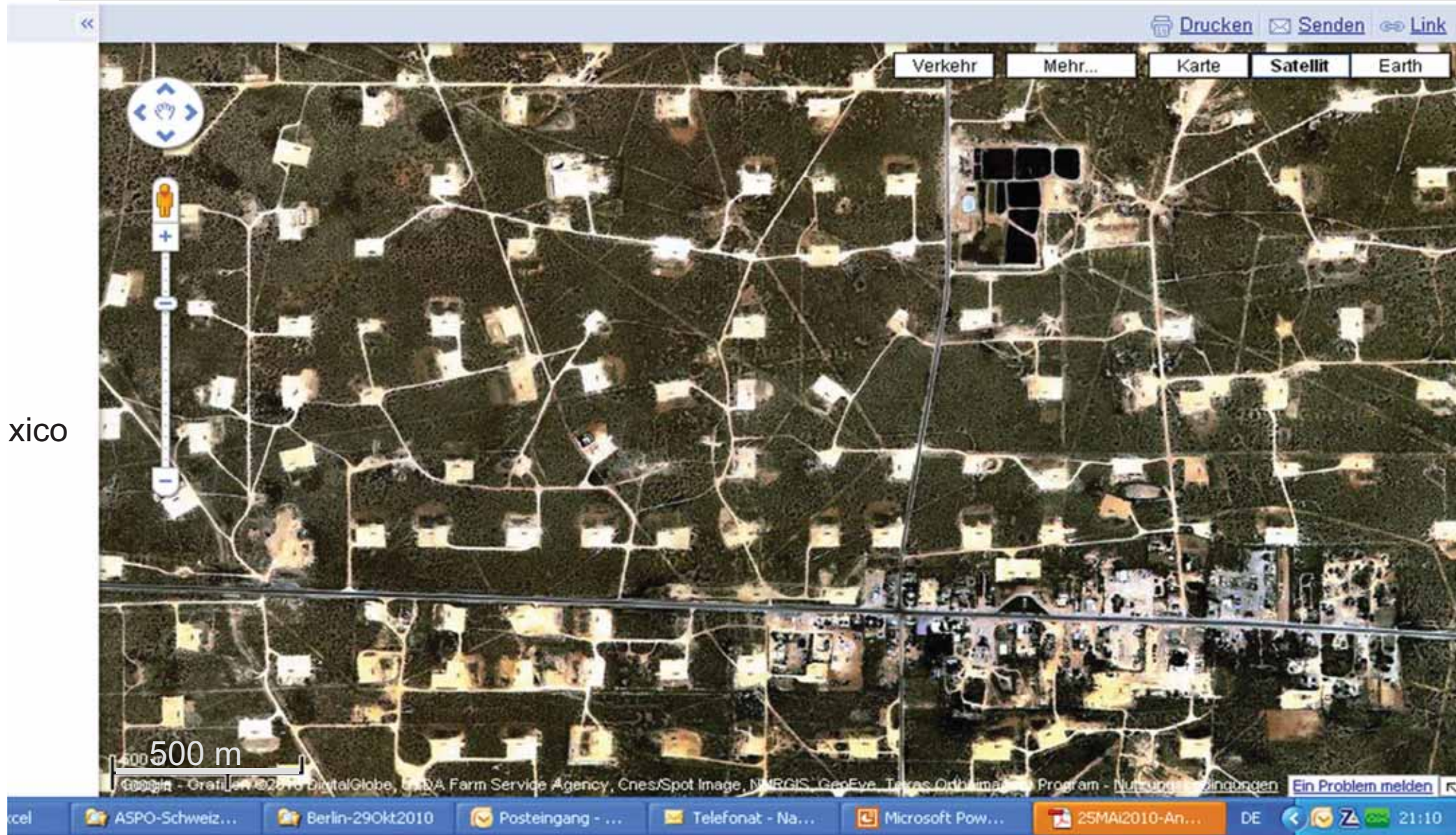
http://maps.google.de/?ie=UTF8&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647&t=k&z=12%3E%20&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647&t=k&z=12%3E%20

The image is a screenshot of a web browser displaying Google Maps. The map shows a dense network of fiber optic cables overlaid on a satellite view of a landscape. The cables are represented by a complex web of thin white lines. In the top right corner, there are buttons for 'Drucken', 'Senden', and 'Link'. Below these are buttons for 'Verkehr', 'Mehr...', 'Karte', 'Satellit', and 'Earth'. On the left side, there are navigation controls including a compass and a person icon. A scale bar at the bottom left indicates a distance of 10 km, with a smaller bar below it showing 2 km and 2 Meilen. At the bottom of the screen, there is a Windows taskbar with several open applications: 'ASPO-Schweiz...', 'Berlin-29Okt2010', 'Posteingang - ...', 'Telefonat - Na...', 'Microsoft Pow...', and '25MAI2010-An...'. The system tray shows the date 'DE' and the time '21:08'.

http://maps.google.de/?ie=UTF8&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647&t=k&z=12%3E%20&ll=32.830847,-104.011002&spn=0

The screenshot shows a Google Maps interface in German. At the top, there are navigation and utility buttons: "Drucken" (Print), "Senden" (Send), and "Link". Below these are map style selection buttons: "Verkehr" (Traffic), "Mehr..." (More...), "Karte" (Map), "Satellit" (Satellite), and "Earth". The main map area displays a satellite view of a rural landscape with a dense network of roads and fields. A scale bar in the bottom left corner indicates 1 km. On the left side, there are navigation controls including a compass and a street view pegman. At the bottom of the map, there is a copyright notice: "©2010 - Grafiken ©2010 DigitalGlobe, USDA Farm Service Agency, Ches/Spo... nage... rGIS, GeoEye, Texas Orthoimagery Program - Nutzungsbedingungen". A button "Ein Problem melden" (Report a problem) is located in the bottom right corner of the map area. The Windows taskbar at the very bottom shows several open applications: "ASPO-Schweiz...", "Berlin-29Okt2010", "Posteingang - ...", "Telefonat - Na...", "Microsoft Pow...", and "25MAI2010-An...". The system tray on the right shows the date "DE", a clock icon, and the time "21:09".

http://maps.google.de/?ie=UTF8&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647&t=k&z=12%3E%20&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647&t=k&z=12%3E%20



xico

http://maps.google.de/?ie=UTF8&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647&t=k&z=12%3E%20&ll=32.830847,-104.011002&spn=0.155493,0.308647

The screenshot displays a Google Maps interface with a satellite view of a rural landscape. A network of roads and paths is visible, along with several small, light-colored buildings scattered across the terrain. A prominent feature is a large, dark, rectangular structure with a grid-like pattern, possibly a large industrial or agricultural facility. The map includes standard navigation controls on the left, such as a compass and a person icon. At the top right, there are buttons for 'Drucken', 'Senden', and 'Link'. Below the map, there are tabs for 'Verkehr', 'Mehr...', 'Karte', 'Satellit', and 'Earth'. A scale bar in the bottom left corner indicates 200 meters. The bottom of the screen shows a Windows taskbar with several open applications, including 'ASPO-Schweiz...', 'Berlin-29Okt2010', 'Posteingang - ...', 'Telefonat - Na...', 'Microsoft Pow...', and '25MAI2010-An...'. The system tray shows the time as 21:11 and the language as DE.



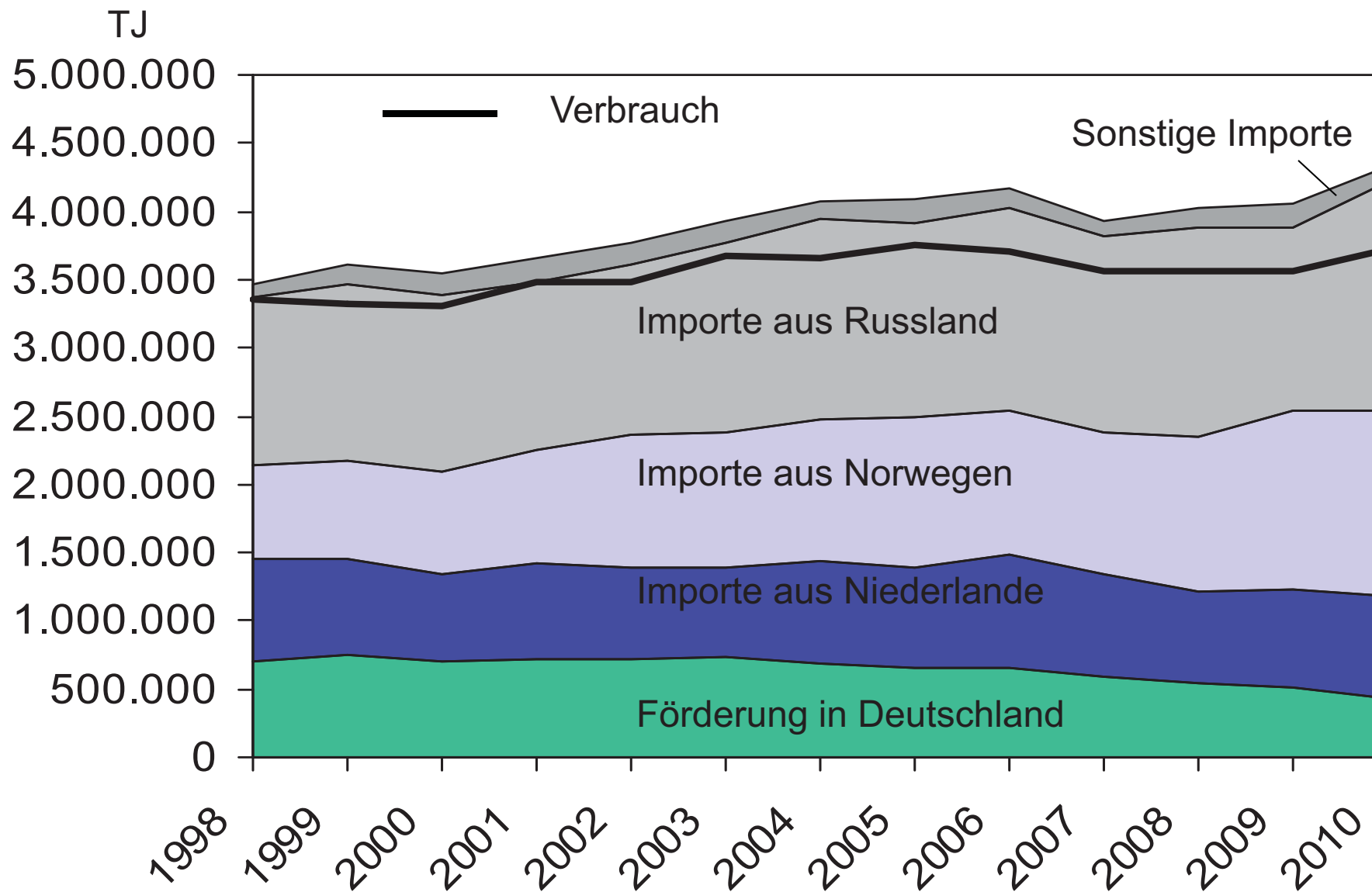
ludwig bölkow  
systemtechnik

- Shale Gas – was ist das?
- Erfahrungen aus den USA
- Die Situation in Deutschland

# Erdgasaufkommen (inkl. Exporte) und Verbrauch Deutschland



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik

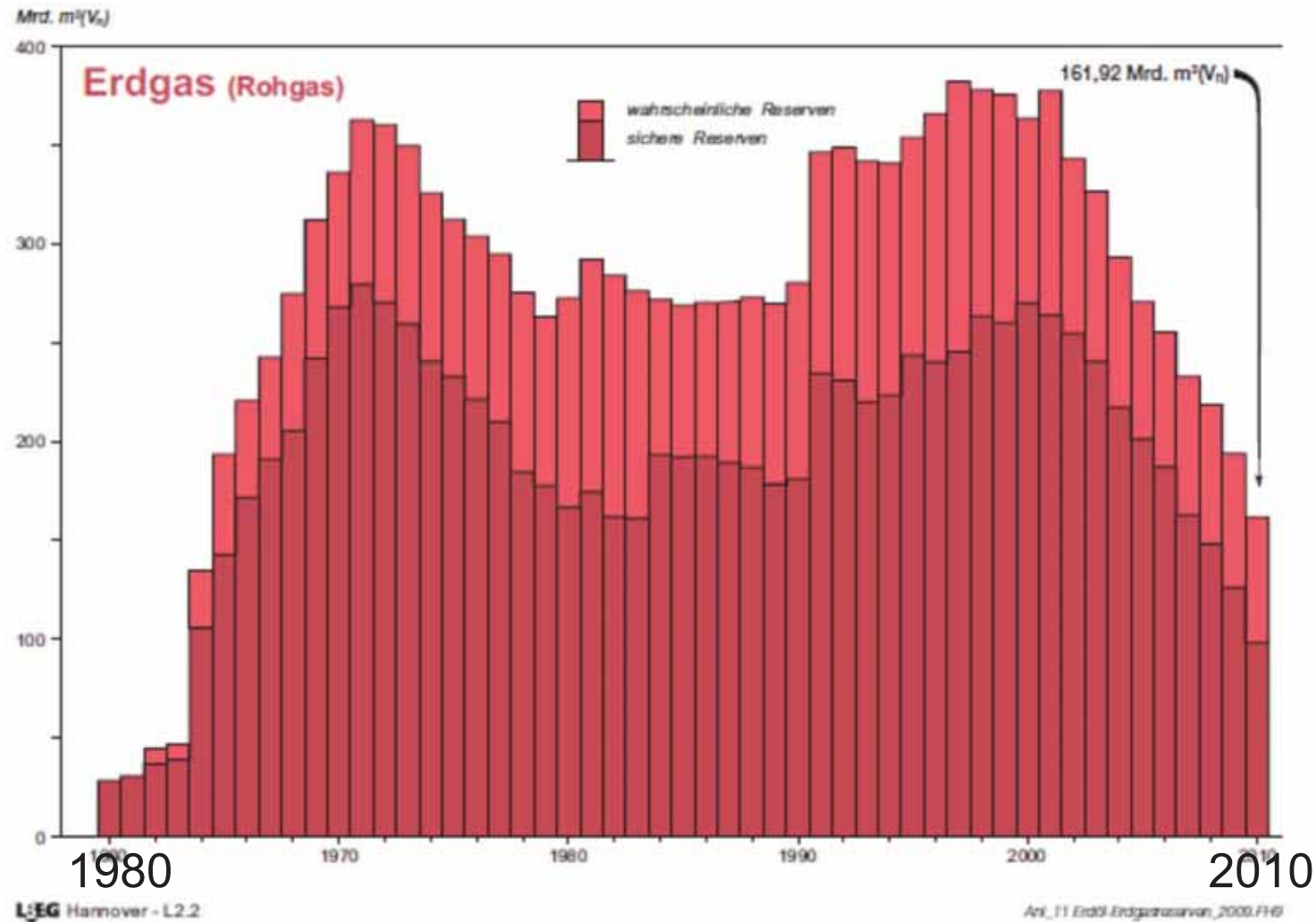


Quelle: BAFA 2010 (Werte für 2010 aus Jan – Okt extrapoliert)

# Erdgasreserven in Deutschland (konventionelles Erdgas)



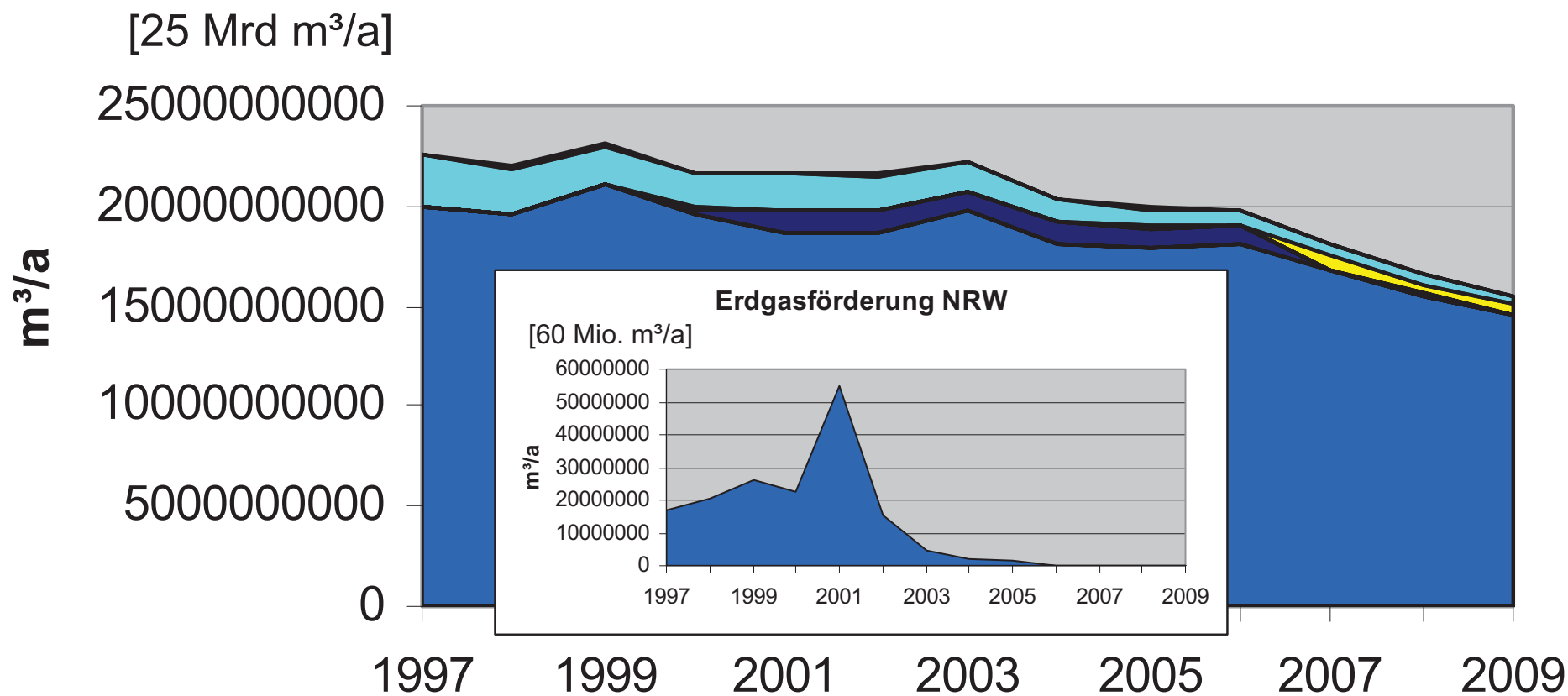
ludwig bolkow  
systemtechnik



Quelle: LBEG Jahresbericht 2010



## Erdgasförderung Deutschland



Erdgasförderung mit Frac-Verfahren  
Bohrung Leer Z4, Gaz de France 2005  
Niedersachsen



LBEG 2007



ludwig bolkow  
systemtechnik

---

## Niedersachsen

Bohrung	Genehmigung	Bohrbeginn
Damme 2+3	15.2.2008	2008
Niederwöhren 1	5.5.2009	2009
Schlahe 1	22.5.2009	2009
Lümme 1	14.8.2009	2010 ?
Nöpke 2	5.5.2009	??

Quelle: Antwort der Landesregierung Niedersachsen vom 19.7.2010  
auf Kleine Anfrage des Abgeordneten Stefan Wenzel (GRÜNE)

## Neue Aufsuchungslizenzen in Nordrhein-Westfalen (2010)

---

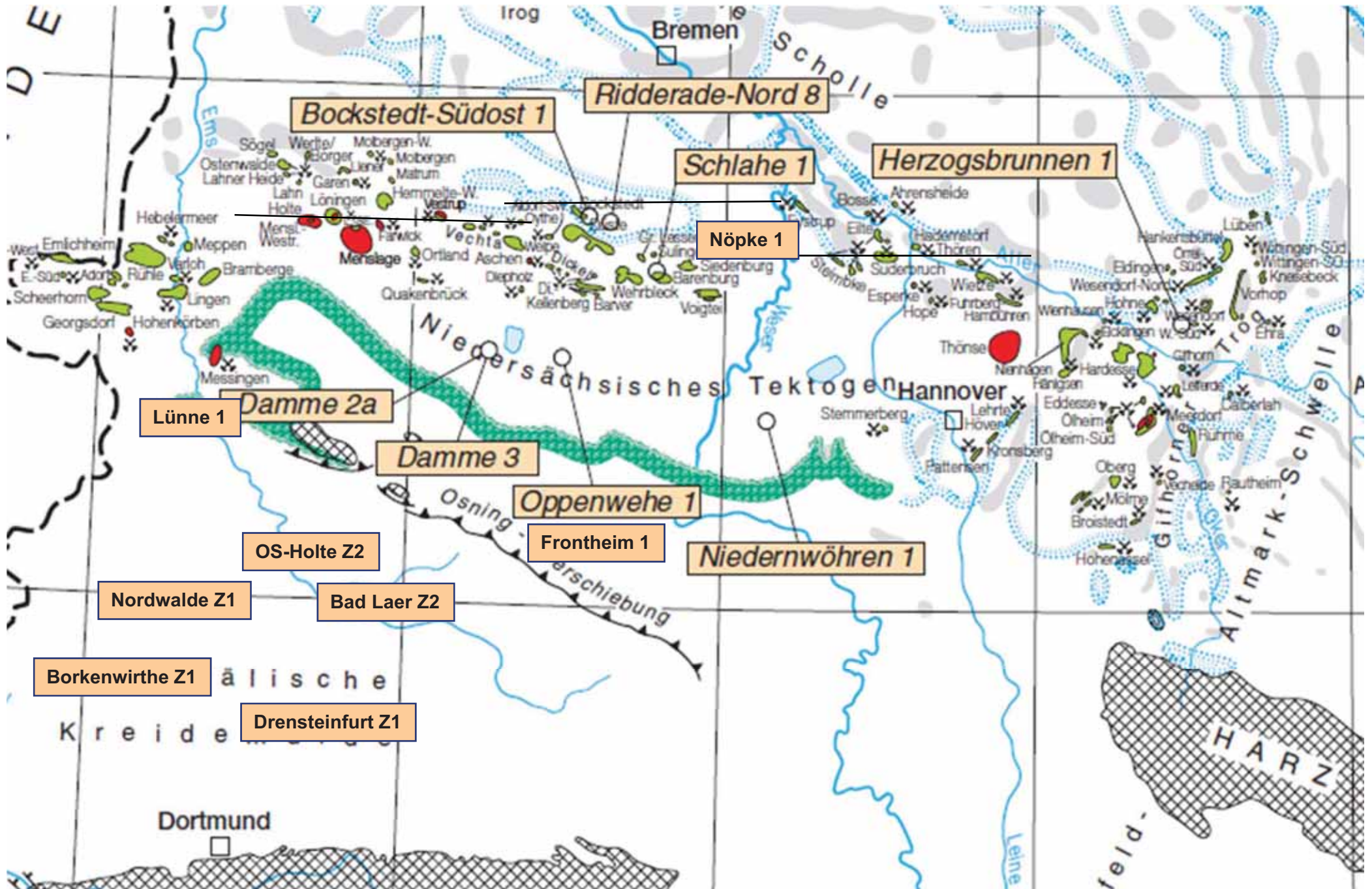


ludwig bolkow  
systemtechnik

Insgesamt 17859 km<sup>2</sup>, darunter:

ExxonMobil/BEB	9573 km <sup>2</sup>
Wintershall Holdings GmbH	3896 km <sup>2</sup>
BNK Petroleum	2046 km <sup>2</sup>
Queensland Gas	2046 km <sup>2</sup>

Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr 2010



LBEG, Jahresbericht 2009





## Die Situation aus Sicht der Bundesregierung

---

### Frage Nr. 5

**Auf welcher Rechtsgrundlage werden Lizenzen für Probebohrungen bzw. Förderlizenzen genehmigt und inwieweit sind dabei Umweltbelange und die Beteiligung der Öffentlichkeit berücksichtigt?**

### Antwort:

Rechtsgrundlage für Lizenzen für Probebohrungen bzw. Förderlizenzen ist das Bundesberggesetz. Die Gewinnung von Erdgas bzw. Shale Gas mit einem Fördervolumen von täglich mehr als 500.000 m<sup>3</sup> oder die Errichtung und der Betrieb von Förderplattformen im Bereich der Küstengewässer und des Festlandssockels unterliegen der UVP-Pflicht und bedürfen der Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens mit Öffentlichkeitsbeteiligung.

Quelle: Antwort der Bundesregierung vom 25. Mai 2010 auf Kleine Anfrage  
„aktueller Stand der Förderung von unkonventionellem Erdgas in Deutschland“  
der Abgeordneten Oliver Krischer, Ingrid Nestle, Hans-Josef Fell u.a. und der Fraktion  
BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN

⇒ Keine einzige Bohrung nach unkonventionellem Erdgas unterliegt der UVP-Pflicht oder bedarf einer Öffentlichkeitsbeteiligung!!!



ludwig bolkow  
systemtechnik

spekulative Beispielrechnung auf Basis texanischer Mittelwerte:

Wieviel Aufwand ist nötig, um Importabhängigkeit 1% zu reduzieren?

Erfahrungen im Barnett-shale (Texas) 2009:

11.000 Fördersonden

50 Mrd. m<sup>3</sup>/a Gasförderung

=> 4,5 Mio. m<sup>3</sup> Gas/Fördersonde

10-20 Mio. Liter Frac-Wasser/Fördersonde

Davon 0,5-1% Chemikalien:

50.000-200.000 Liter Chemikalien pro Fördersonde

ca. 5-20 Lkw-Fahrten mit Chemikalien

150-600 Lkw-Fahrten mit Wasser

150-600 Lkw-Fahrten mit Frac-Wasser

Um die Gasimporte nach Deutschland 1% zu reduzieren, würden:

900 Mio. m<sup>3</sup> Gasförderung notwendig, dies entspräche

ca. 200 Fördersonden,

ca. 2-4 Mio. m<sup>3</sup> Wasser/Jahr,

ca. 10-40 Mio. Liter Chemikalien pro Jahr,

falls die spezifischen Werte vergleichbar zum Barnettshale sind.

Gasförderung Deutschland im Jahr 2009: 15,5 Mrd. m<sup>3</sup> mit 590 Fördersonden



„There are about 98 rigs in Europe,....

But let's assume we want to produce 10,000 wells,...

To run a rig, you need 50 people.“

G. Thonhäuser, Berguniversität Leoben und TDE GmbH,  
Shale Gas Forum Berlin, 6-8 September 2010

Anmerkung: Die Gasförderung in Deutschland erfolgt mit 590 Fördersonden

## Was notwendig wäre:

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

- UVP mit Öffentlichkeitsbeteiligung im Vorfeld
- Offenlegung der Chemikalien und Quantifizierung der Mengen
- Monitoring der Betriebsangaben und Verbräuche
- Monitoring der Emissionen (Lärm, Luft, Gewässer, Abwässer)
- Erstellung einer umfassenden Lebenszyklusanalyse mit  
Ermittlung des Energieaufwandes (inkl. Graue Energie)  
für Bohrung, Fracing, Betrieb, Betriebsstoffe, Entsorgung  
Ermittlung der Emissionen und sonst. Umwelteinwirkungen
- Berechnung der spez. Umweltauswirkungen je Fördermenge



ludwig bölkow  
systemtechnik

Vielen Dank !