



## **DWT-Technologien & Entwicklungen von 1980 bis 2010**

Dieter Hahn, Günter Liebisch, Gert Palitzsch, Rene Roscher, Sascha Schröder, Norbert Topf

VER Verfahrensingenieure GmbH, Breitscheidstraße 78, D-01237 Dresden

# **30 Jahre Braunkohletrocknung**

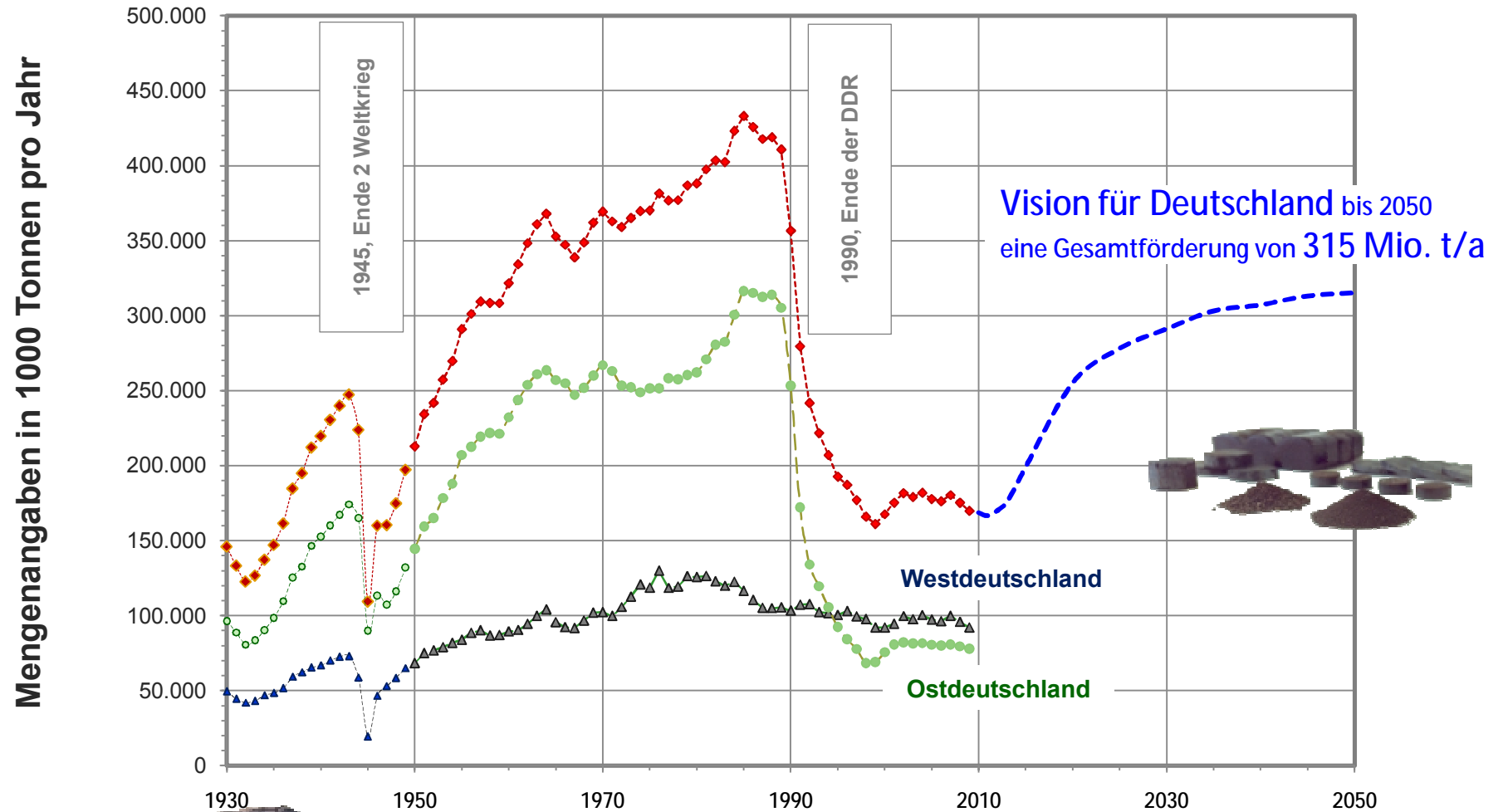
in der Dampfzirkelschicht, Technologien u.  
Entwicklungen im Zeitraum von 1980 bis 2010

---



VER Verfahrensingenieure GmbH  
Breitscheidstraße 78  
01237 Dresden

# Braunkohleförderung in Deutschland von 1930 bis 2010 mit progressiver Zielstellung bis 2050

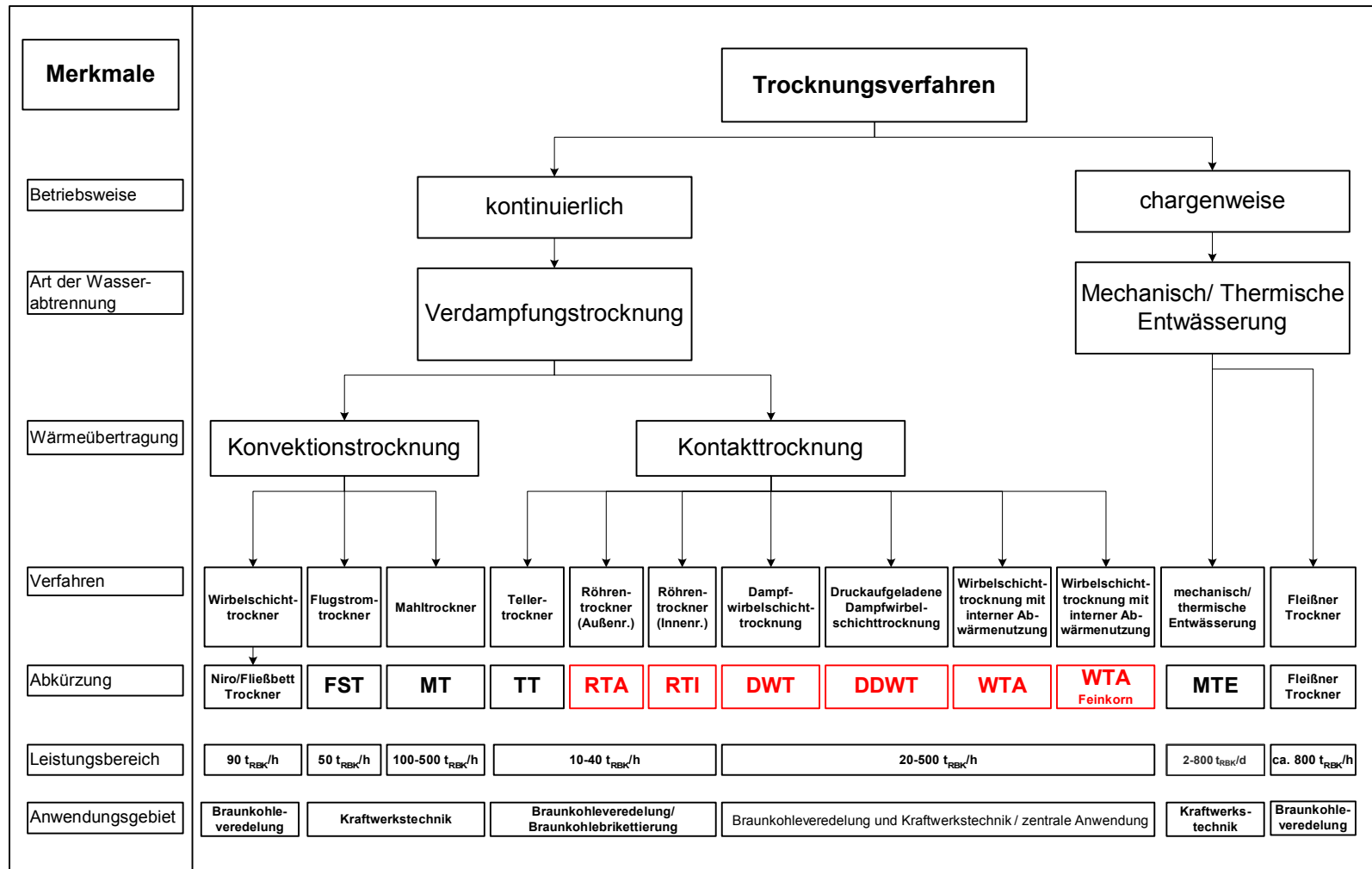


Angaben von 1930 bis 2009 aus: [www.kohlestatistik.de](http://www.kohlestatistik.de)

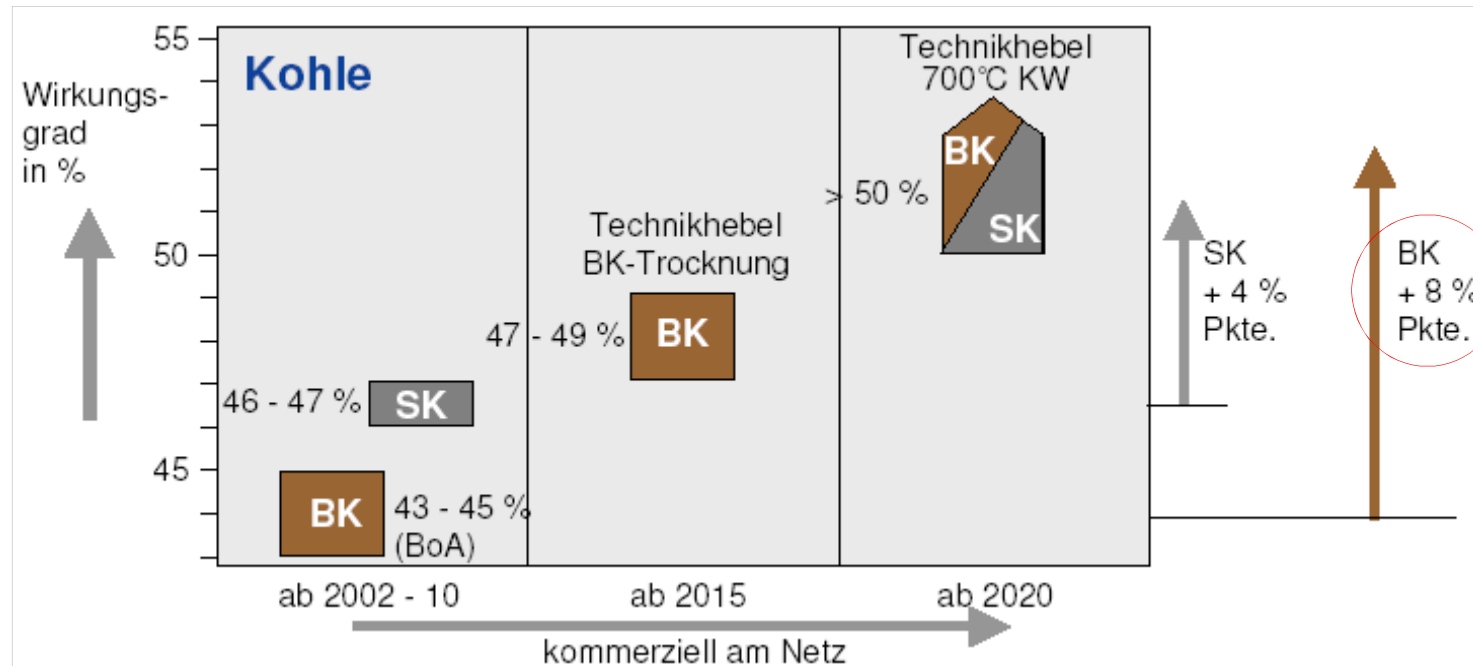
# Inhalt des Vortrages

- 1. Trocknungstechnologien und ausgewählte Anwendungsbereiche**
- 2. Entwicklung der Trocknung von Schüttgütern in einer Wasserdampfatosphäre**
  - Berechnungsmodell für die Wasserdampftrocknung von Schüttgütern
  - 4 Varianten der Braunkohletrocknung mit Abdampfnutzung
  - DWTPLUS-Verfahren, eine Alternative
  - Investitions- und Betriebskostenabschätzung
- 3. Zeitlicher Ablauf der Entwicklung der Dampftrocknung von 1980 bis 2010**
  - Bau der Versuchsanlage in Zeithain
  - Ausgewählte Meilensteine und Patentanmeldungen
  - Bau der DWT-Anlage in Borna und Ergebnisse der Inbetriebnahme von 1990
  - Verfahrensauslegung/Versuche, Bau der DWT-Anlage in Loy Yang
  - WTA Wirbelschichttrocknung mit int. Abdampfnutzung
  - DDWT Druckaufgeladene Dampfwirbelschichttrocknung
  - DFT Dampf-Fluid-Trocknung und weitere Entwicklungsschwerpunkte

# 1. Trocknungstechnologien und Anwendungsbereiche



# Wirkungsgrad der Braunkohleverstromung



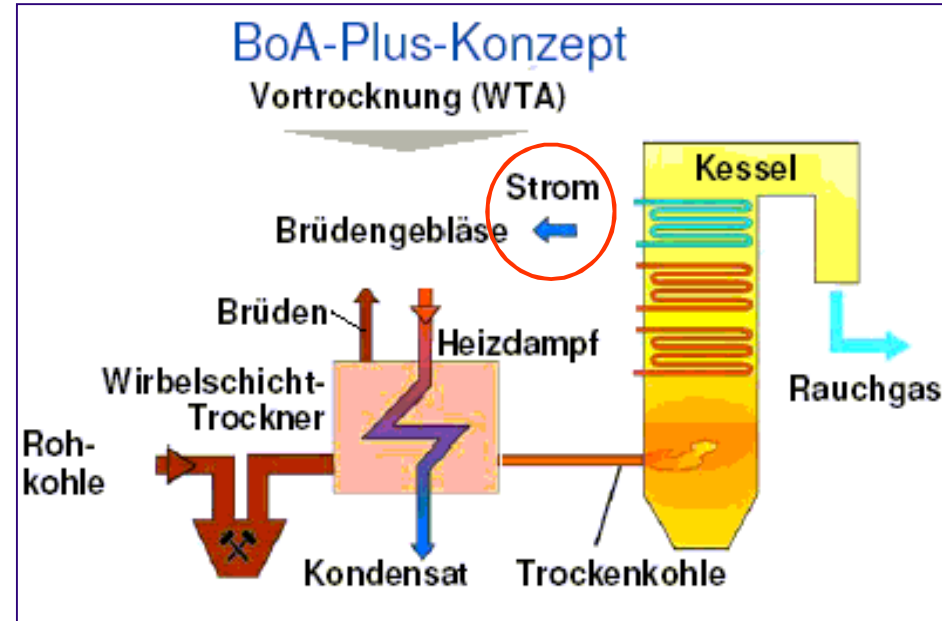
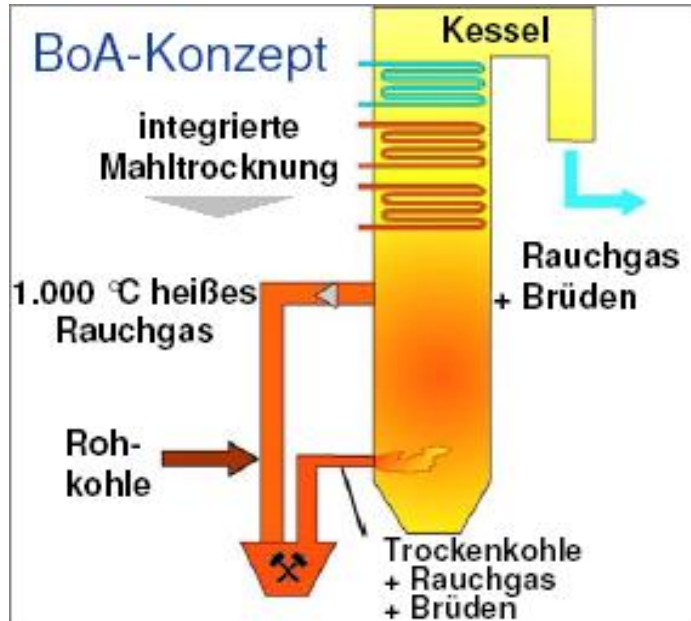
Quelle: RWE POWER, Greenpeace Workshop „Klimaschutz durch CO2-Speicherung – Möglichkeiten und Risiken“ 26. September 2005

Bis 2020 kann die Wirkungsgradschwelle von 50% erreicht werden.

BK kann die Effizienz Nachteile zur SK durch Vortrocknung wettmachen.

Erdgas-GuD-Anlagen können 63% Wirkungsgrad erreichen.

# Anwendung der Trocknungstechnologien

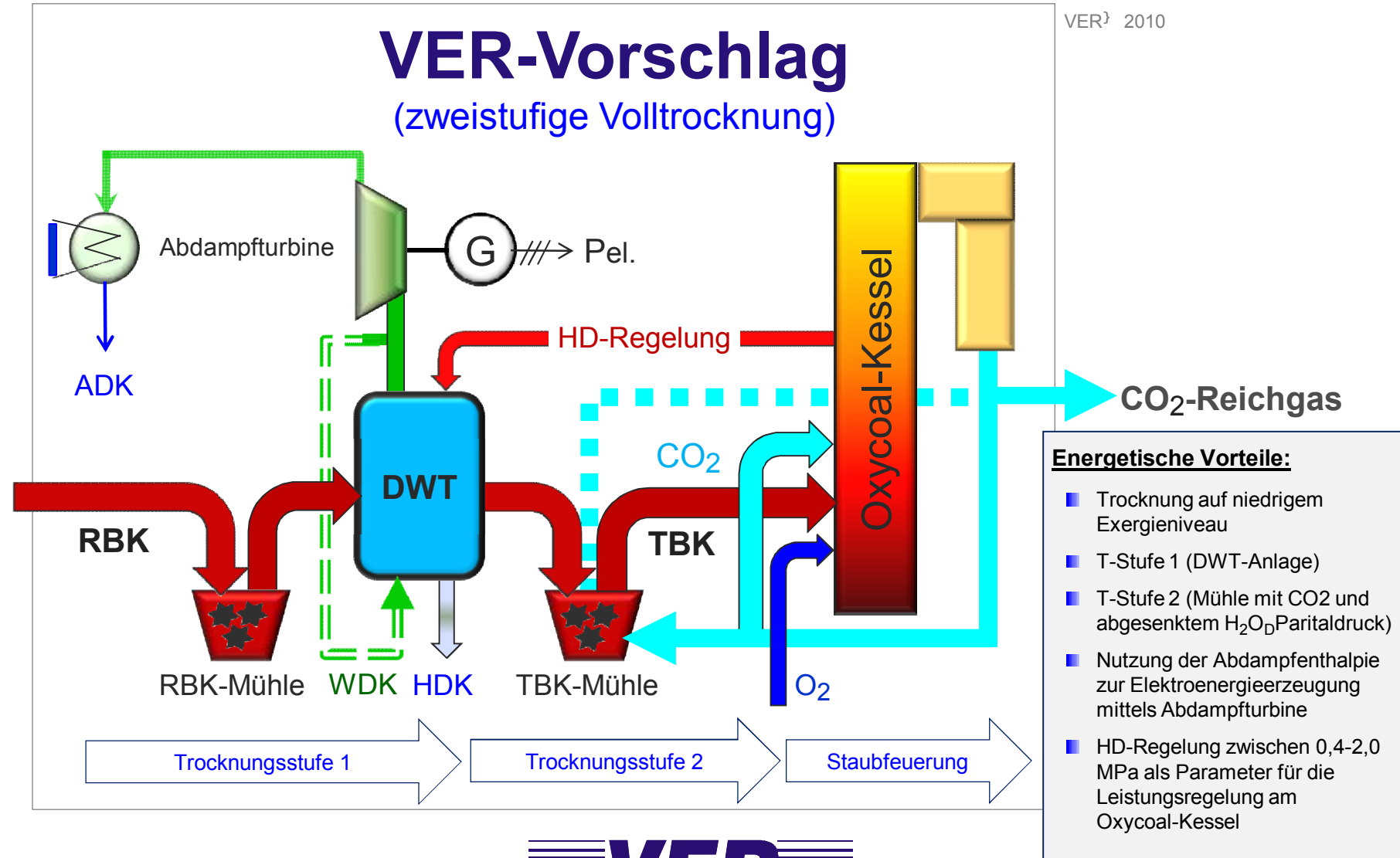


- Energetische Nachteile:
- Trocknung auf **sehr hohem** Exergieniveau
  - **keine Nutzung** der Brüdenenergie

- Energetische Verbesserung:
- Trocknung auf **niedrigem** Exergieniveau (Niederdruckdampf)
  - **Nutzung** der Brüdenenergie

Quelle: RWE POWER, Greenpeace Workshop „Klimaschutz durch CO2-Speicherung – Möglichkeiten und Risiken“ 26. September 2005

# Anwendung der Trocknungstechnologien





# In der Tradition der Kohlevergasung - auch für Deutschland ?



## DakotaGasificationCompany

Die Dakota-Gasification-Company produziert in 14 Lurgi-Vergasern aus  
18.000 Tonnen Braunkohle täglich synthetisches Erdgas  
und weitere Produkte.

[www.dakotagas.com](http://www.dakotagas.com)



# Ende oder Neuanfang der Braunkohlenutzung in Deutschland !

15.09.2010, 10:54

## Vattenfall prüft Ausstieg aus der Braunkohle-Förderung

Potsdam (BoerseGo.de) - Der Energiekonzern Vattenfall prüft den Ausstieg aus dem Braunkohleabbau und der Kohleverstromung in der brandenburgisch-sächsischen Lausitz. Grund sei der Entwurf des Energiekonzepts der Bundesregierung mit verlängerten Laufzeiten für Atomkraftwerke, heißt es in einem Bericht der Potsdamer Neuesten Nachrichten von diesem Mittwoch. Die Spitze des Energiekonzerns sei in der vergangenen Woche zu einem Krisentreffen mit der Landesregierung nach Potsdam gekommen.

An den Verhandlungen mit Ministerpräsident Matthias Platzeck (SPD) hätten der Präsident des schwedischen Staatskonzerns, Oeystein Loeseth, und der bei Vattenfall Europe für Bergbau zuständige Manager Hartmuth Zeiß teilgenommen. Offiziell halte sich Vattenfall noch bedeckt, heißt es in dem Bericht. Es würden intern die Auswirkungen des Energiekonzeptes auf das Unternehmen geprüft.

© 2010 BörseGo



Rang	Land	Verbrauch 2008	Anteil in %	Kumulation in %
1.	<b>Deutschland</b>	<b>174,3</b>	<b>17,2</b>	<b>17,2</b>
2.	China	115,1	11,4	28,6
3.	Russland	81,8	8,1	36,6
4.	Türkei	81,5	8,0	44,7
5.	Australien	72,4	7,1	51,8
6.	USA	68,7	6,8	58,6
7.	Griechenland	65,7	6,5	65,1
8.	Polen	59,6	5,9	70,9
9.	Tschechien	45,5	4,5	75,4
10.	Serbien	37,4	3,7	79,1
	<b>Welt</b>	<b>1.013,6</b>	<b>100,0</b>	

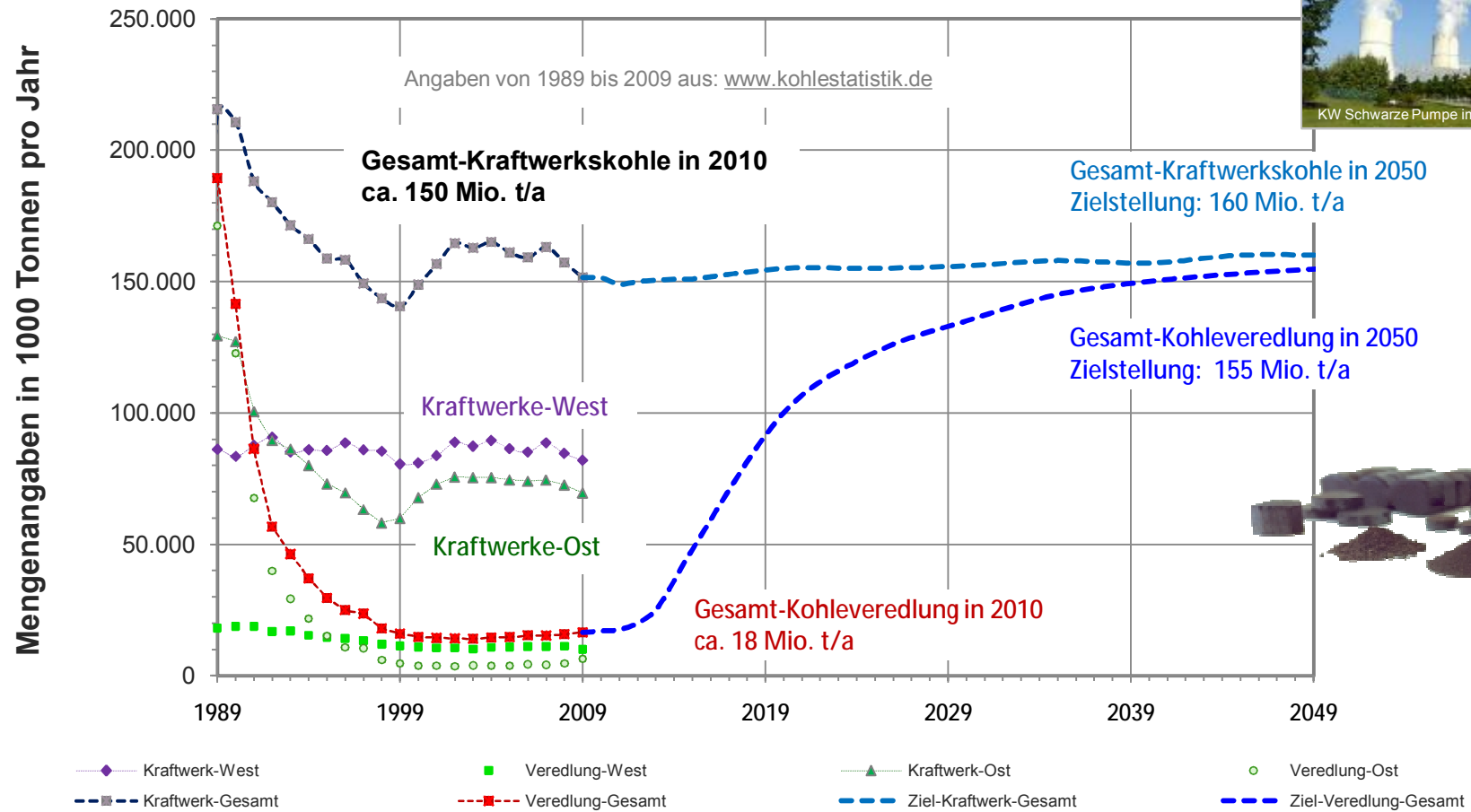


[www.dakotagas.com](http://www.dakotagas.com)

[http://de.wikipedia.org/wiki/Kohle/Tabellen\\_und\\_Grafiken](http://de.wikipedia.org/wiki/Kohle/Tabellen_und_Grafiken)

# Verwendung der Braunkohle für Kraftwerke und Veredlung

## ...mit progressiver Zielstellung bis 2050



## 2. Berechnungsmodell - Wasserdampftrocknung

Für den relativen Wasserdampfdruck, welcher die kohlespezifischen Eigenschaften berücksichtigt, gilt für einen Bereich des Zielwassergehaltes 5 Ma.-%  $\leq w \leq 25$  Ma.-% die Gleichung:

$$p_{\text{rel}} = a_1 * w^4 + a_2 * w^3 + a_3 * w^2 + a_4 * w + a_5$$

w ... Zielwassergehalt in Ma.-%

Für die Konstanten gilt:

a<sub>1</sub> bis a<sub>5</sub>

Für den Druck, bei dem das Kohlewasser verdampft, gilt folgende Gleichung:

$$p_S = (p_M/p_{\text{rel}}) * v_i \quad (\text{MPa})$$

p<sub>M</sub> ... in der Wirbelschicht gemessener Druck in MPa

v<sub>i</sub> ... Dampfanteil in Vol.-%

Für die Wirbelschichttemperatur in Abhängigkeit vom Zielwassergehalt und vom Betriebsdruck lautet die Berechnungsgleichung:

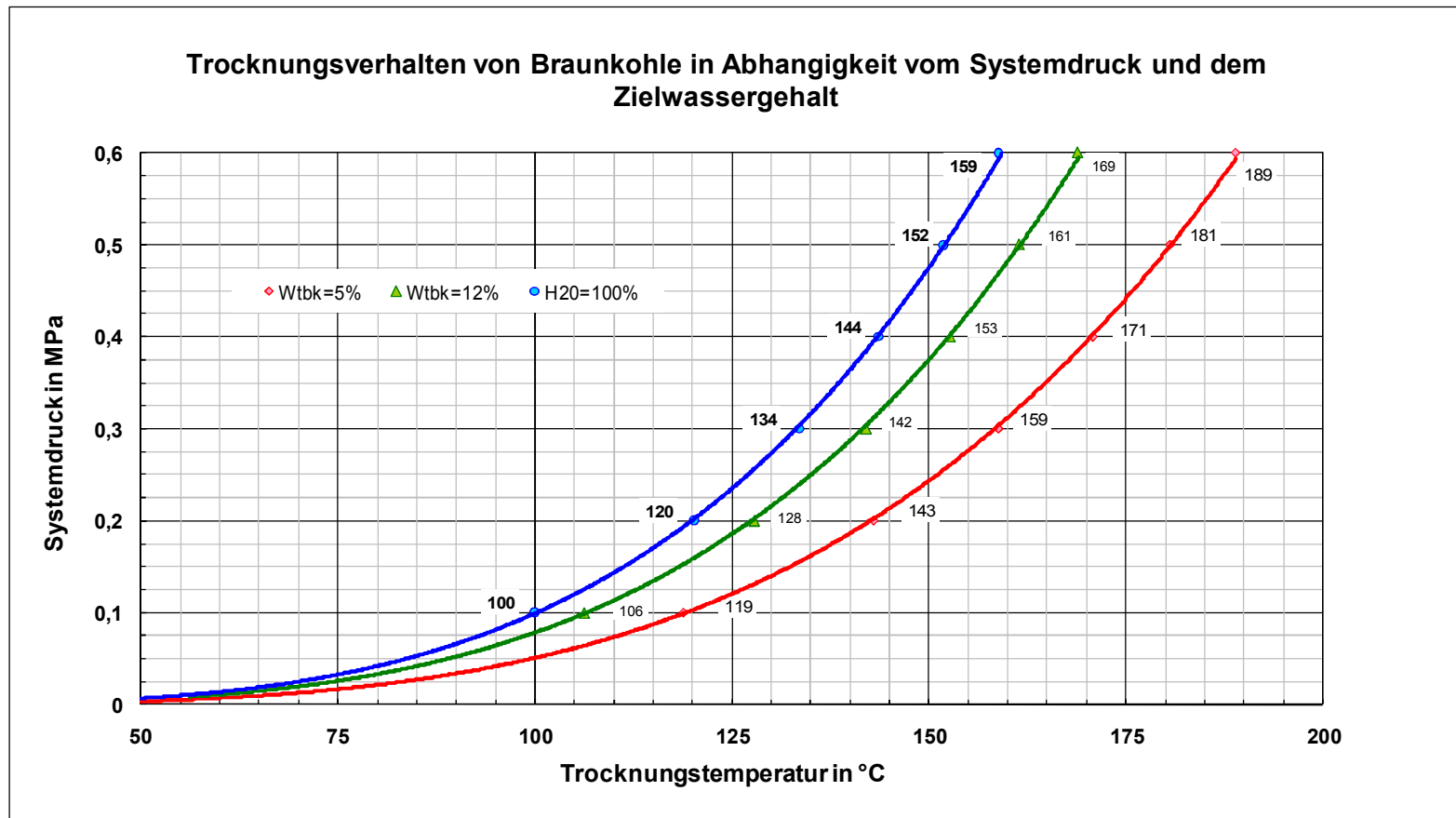
$$T_{\text{WS}} = (p_M/p_{\text{rel}})^{0,25} * C$$

C ... Konstante

$$C = (T_S/p_S)^{0,25}$$

T<sub>S</sub> ... Sattedampftemperatur bei p<sub>S</sub> in °C

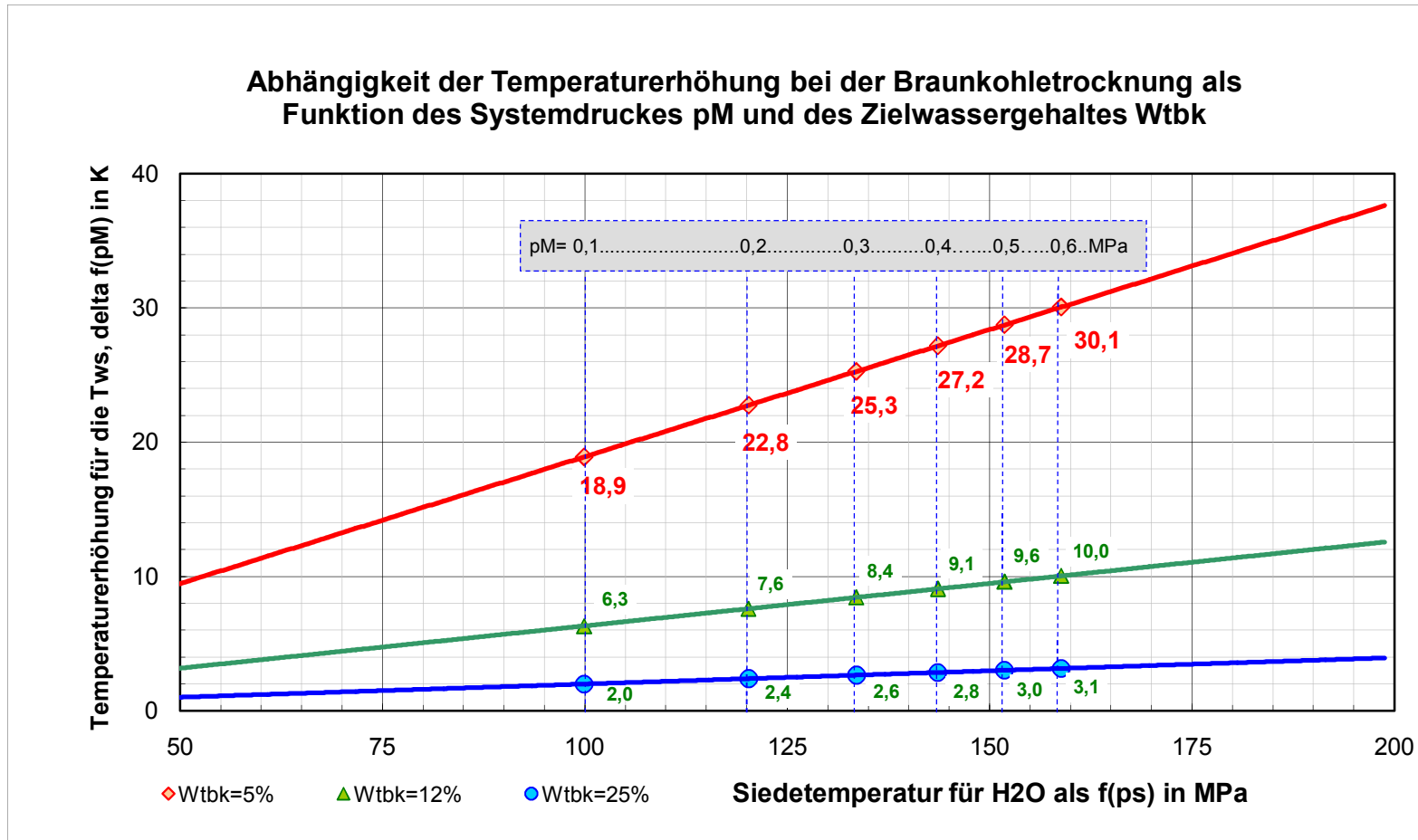
# Berechnungsmodell - Wasserdampftrocknung



Quelle: Berechnungen zur DWT-Technologie aus 2003

# Berechnungsmodell - Wasserdampftrocknung

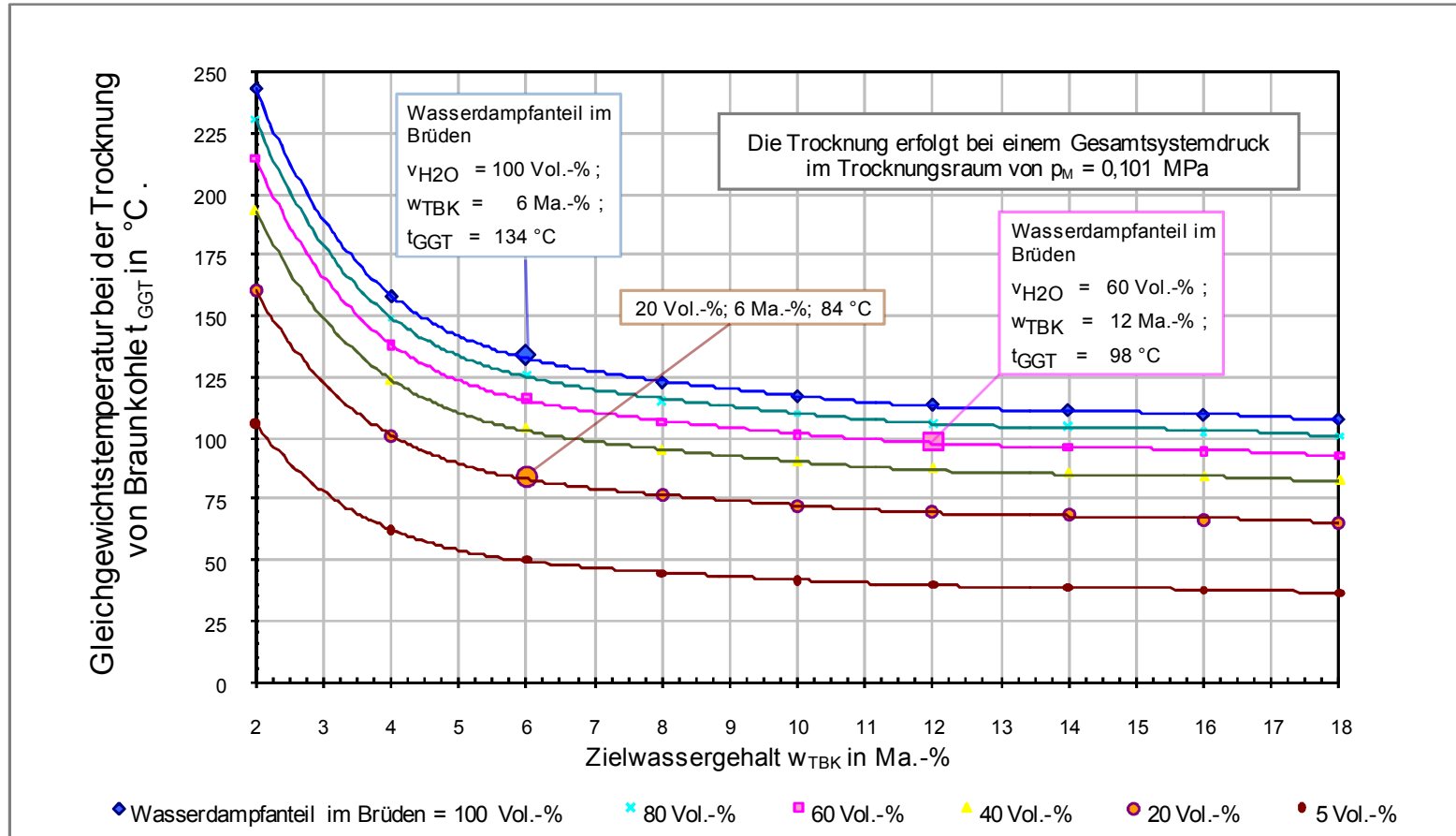
Abhängigkeit der Temperaturerhöhung bei der Braunkohletrocknung als Funktion des Systemdruckes  $p_M$  und des Zielwassergehaltes  $W_{tbk}$



Quelle: Berechnungen zur DWT-Technologie aus 2003



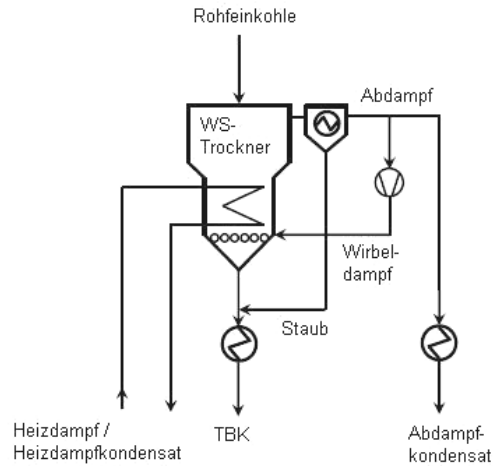
# Berechnungsmodell - Wasserdampftrocknung



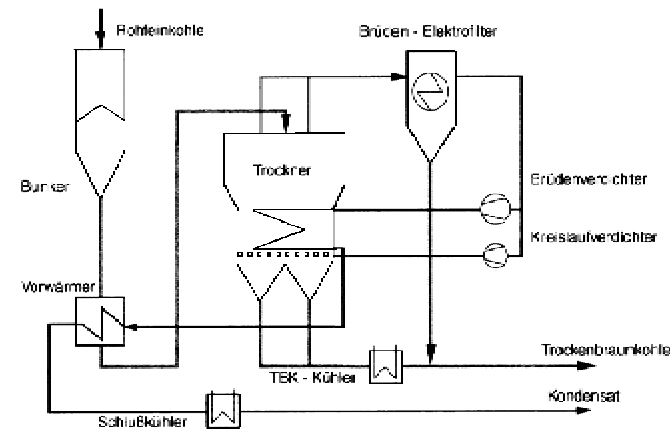
Quelle: Berechnungen zur DWT-Technologie aus 2003

# 4 Varianten der Kohletrocknung mit Abdampfnutzung

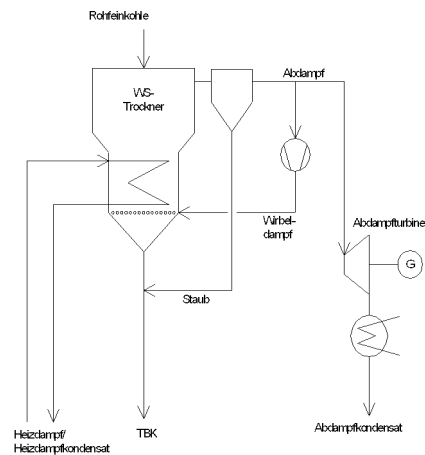
Abdampfkondensation zur Speisewasservorwärmung



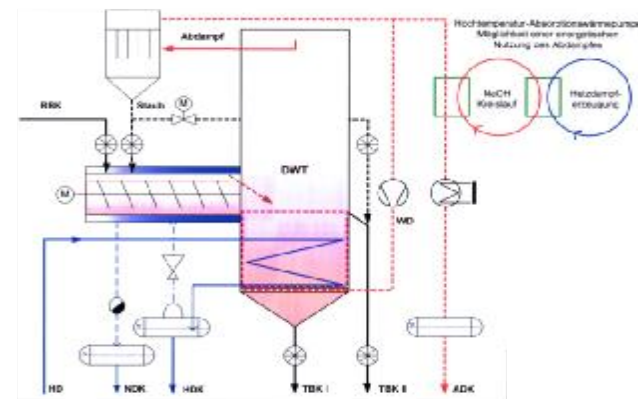
Abdampfverdichtung zur Heizdampferzeugung



Abdampfnutzung mittels Abdampfturbine zur EE

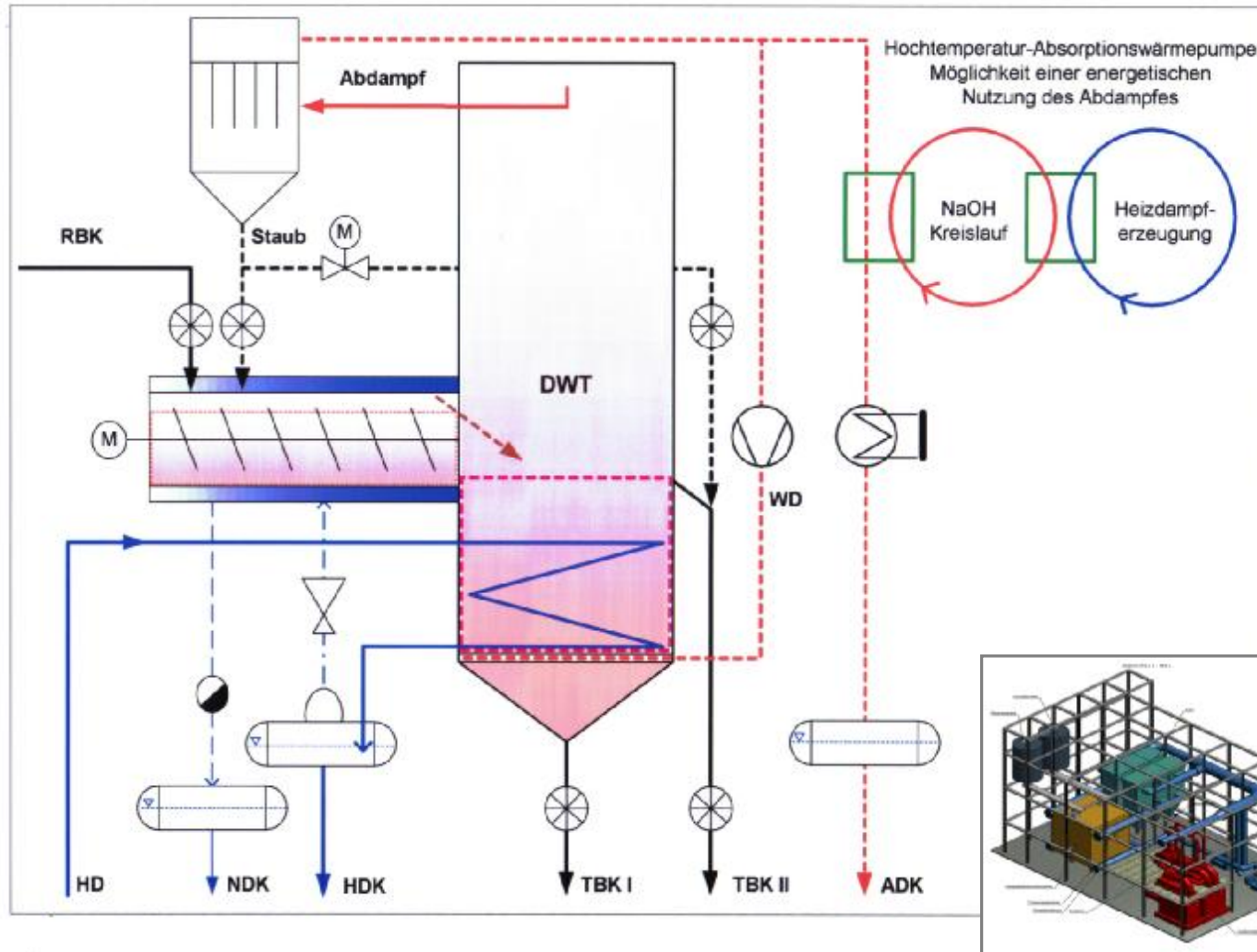


Abdampfnutzung mittels Absorptionswärmepumpe

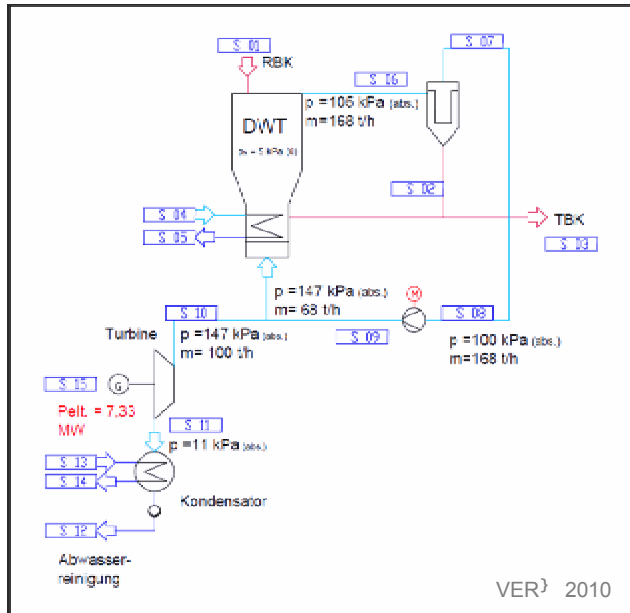




# DWT-Verfahren mit Absorptionswärmepumpe

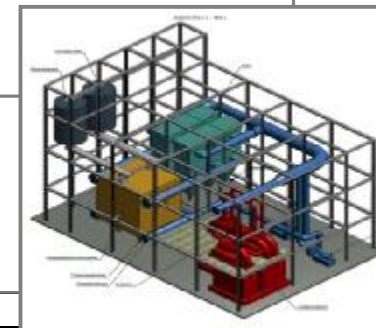


# DWTPLUS<sup>®</sup>-Verfahren mit Abdampfturbine



## E-Bilanz für eine DWTPLUS<sup>®</sup>-Anlage:

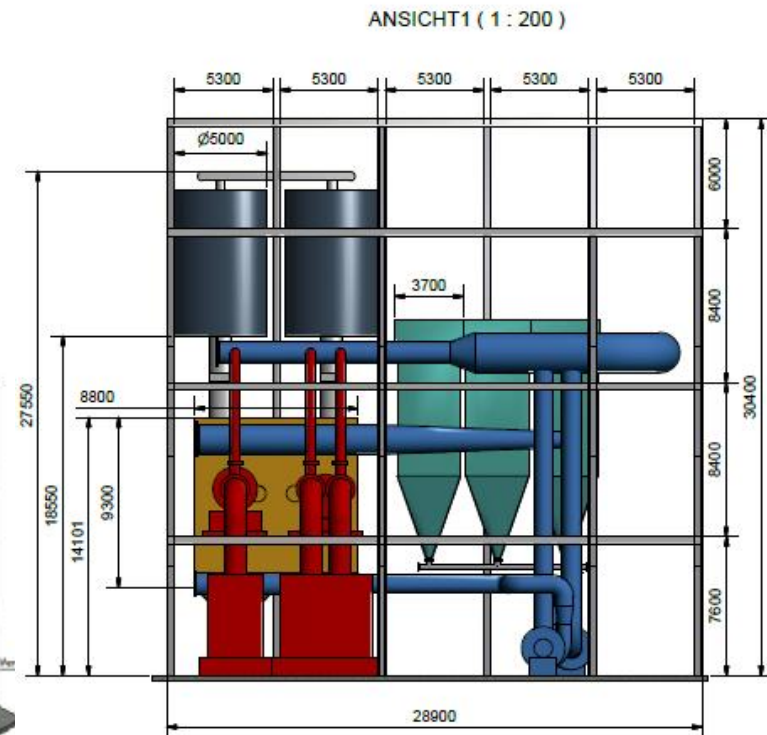
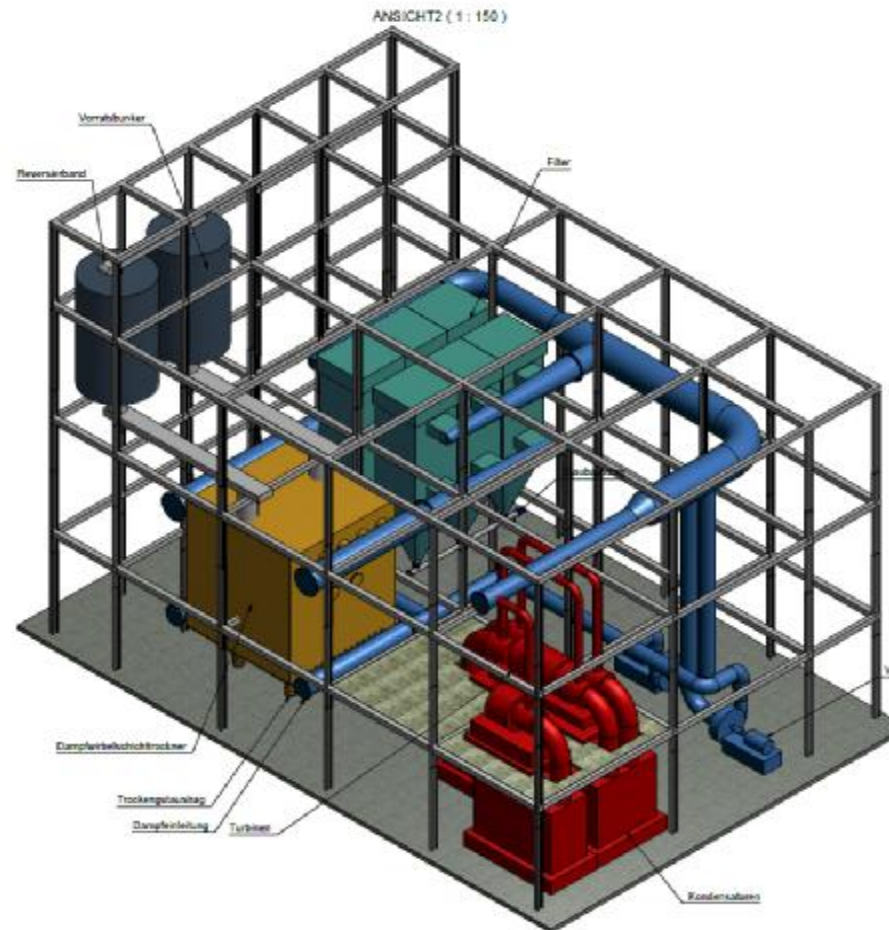
- Elektroenergieverbrauch (EV) der (P<sub>el.</sub>=7,345 MW)
- Elektroenergieerzeugung (EE) mittels Abdampfturbine (P<sub>el.</sub>=7,33 MW)
- **Delta = (EV-EE) » Null !**



[15] Berechnungen zur DWT-Technologie aus 2003

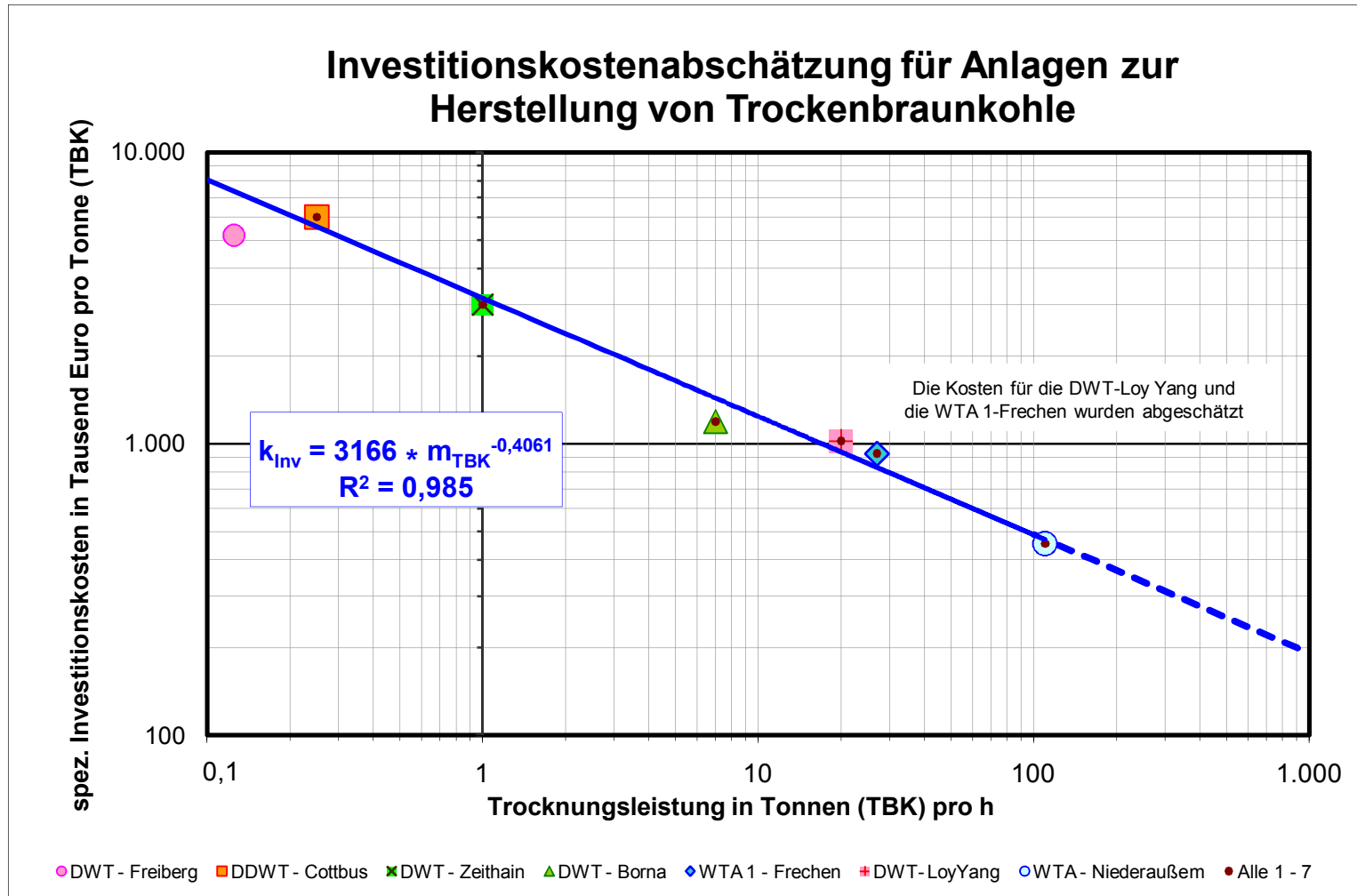
100 t TBK/ h		DWT 16 bar Heizdampfdruck / Variante (5 kPa (Ü) im Trockner)															
Strompunkt		S 01	S 03	S 04	S 05	S 06	S 07	S 08	S 09	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	Gesamtanlage		
Bezeichnung		RBK	TBK	HD (ein)	HDKond (aus)	Abdampf Trockner	Abdampf nach Filter	Abdampfz. Wirbeldampf-gebläse	Wirbeldampf	Abdampf z. ERA	Abdampf nach Turbine	Abdampf-kondensat	KW-vorlauf	KW-rücklauf	Elektroenergie Erzeugung	Elektroenergie Verbrauch	Differenz
t	°C	20	112	201	201	108	108	108	142	108	48	100	25	91			
p (Ü)	kPa			1.500	1.500	5	0	0	47	0	-89						
m	kg/h	200.000	100.000	136.031	136.031	167.700	167.700	167.700	67.700	100.000	100.000	100.000	827.784	827.784			
V	m³/h			16.853	136		287.146	287.146	86.213	200.933		100	828	828			
Q therm.	kW	3.103	4.303	105.531	30.724		125.413	50.629	51.854	74.784		11.640	24.130	87.275			
P <sub>el.</sub>	MW														7,33	7,345	<b>-0,015</b>
Staubb.	g/kg					89,45	0,005										

# DWTPLUS<sup>®</sup>-Anlagendesign

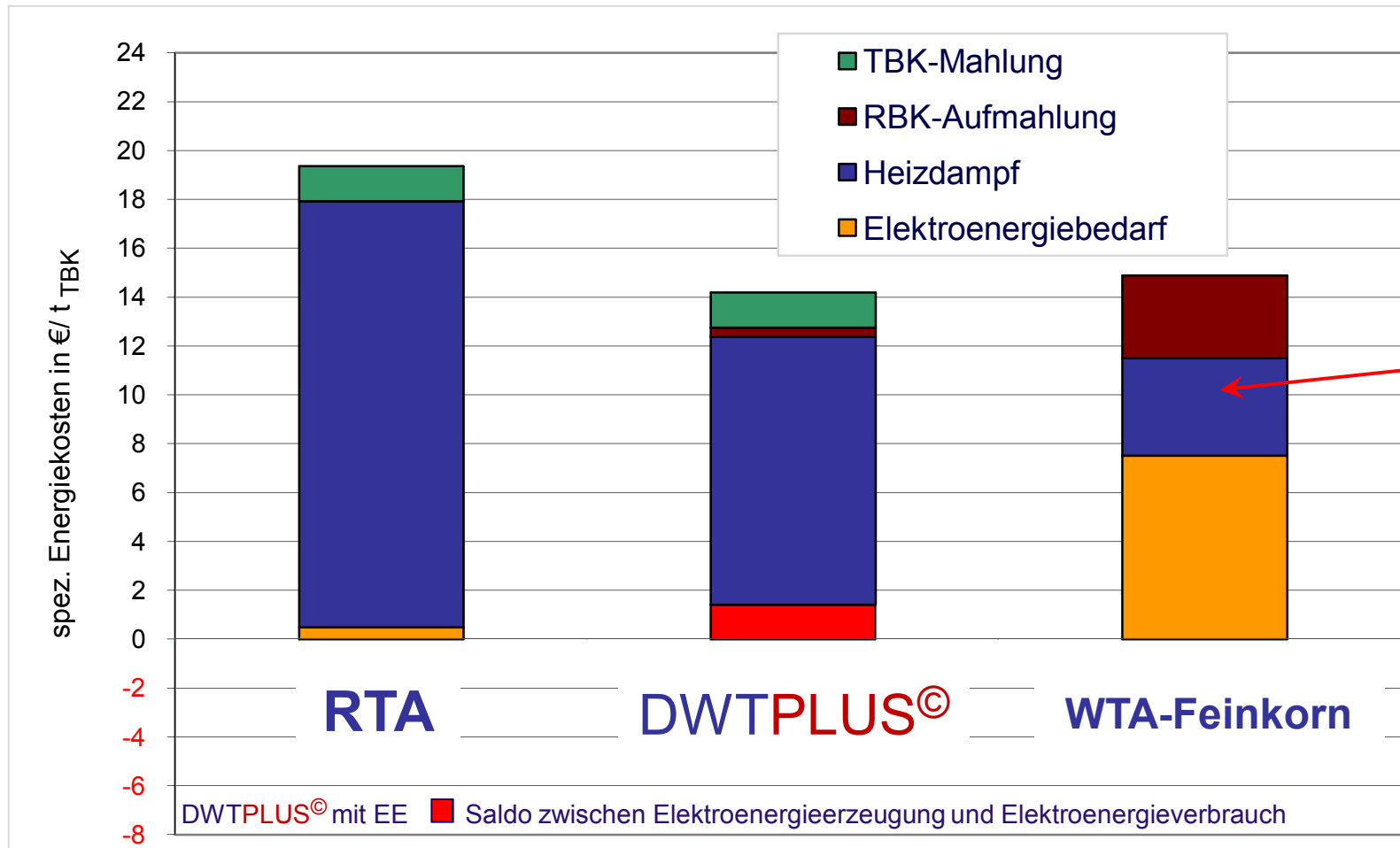


**Verdampfungsleistung: 100 t/h**  
**Heizdampfdruck: 1,6 MPa (abs)**  
**Heizfläche: 4.500 m<sup>2</sup>**  
**Elektroenergieerzeugung: P<sub>elt</sub> = 7,33 MW**

# Kostenschätzung für Anlagen zur Braunkohletrocknung



# Betriebskostenschätzung für Trocknungsverfahren



Patentschrift DE 19518644 A1, \* (Trocknungswärme: 10-25% aus Kesselanlage - Rest aus Brüdenverdichtung)

## 3. Entwicklung der Wasserdampftrocknung für Schüttgüter

### Zeitlicher Ablauf

#### 80er

1982

1985

1986

1987

1989

1991

1992

1993

2002

2005

2006

2009

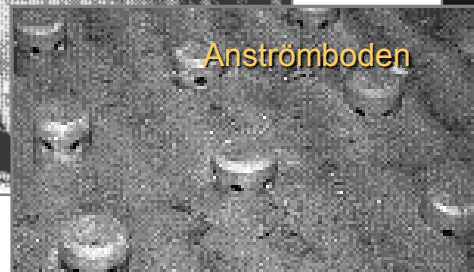
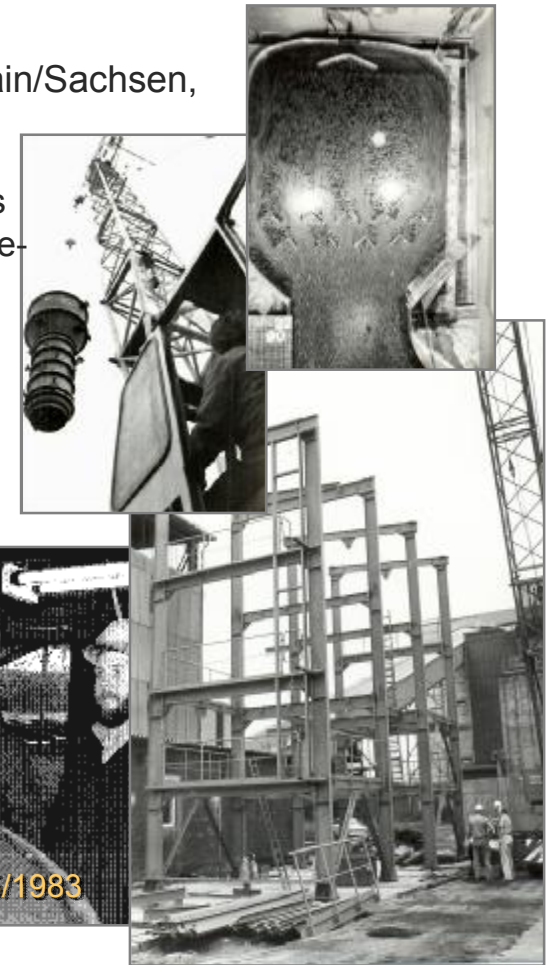
2010

- **80er** Jahre erste Arbeiten zur DWT-Braunkohletrocknung durch Prof. Potter, Monash-University of Melbourne,
- **1980-1992** Entwicklung der DWT-Braunkohletrocknung in Deutschland (Pilot-, Demo- und Referenzanlagen sowie DWT-Lizenzabkommen),
  - 1982 Pilotanlage Zeithain mit 2 t/h,
  - 1986/90 Demoanlage Borna I und 1989 Borna II mit 20 t/h,
  - Seit 1985 wurden Grundlagen für die DWT sowie Angebote zur DWT mit Brüdenverdichtung und RBK-Vorwärmung durch ein internationales Firmenkonsortium für die Rheinbraun AG erarbeitet, sowie Lizenzabkommen zwischen dem IfE Institut für Energetik, Bereich Dresden und den Firmen Waagner-Biro, Lurgi, Saarberg-Interplan, Steinmüller und KHD zum Bau entsprechender DWT-Anlagen abgeschlossen,
  - 1991 Pilotanlage UET in Freiberg/Sachsen mit 0,25 t/h,
  - 1992 DWT Anlage – Lurgi in Frankfurt – Loy Yang in Australien mit 45 t/h.
- **1993 bis heute** Entwicklung der WTA (Wirbelschicht-Trocknung mit Abdampfnutzung) von der RWE Power AG,
  - 1993 WTA 1/2-Pilotanlagen in Frechen,
  - 2007 WTA 1/2-Anlage in Niederaußem mit 210 t/h.
- **1993 bis heute** Entwicklung des DFT-Verfahrens zur Trocknung schwieriger Schüttgüter von der VER GmbH,
  - 1996 DFT-Lackschlamm-trocknung, Reichstädt mit 1,5 t/h,
  - 2000 DFT-Teerschlamm-trocknung, Schwarze Pumpe mit 15 t/h.
- **2002 bis heute** Entwicklung der DDWT (Druckaufgeladenen-Dampf-Wirbelschicht-Trocknung) an der BTU-Cottbus / Vattenfall,
  - 2002 Pilotanlage Cottbus mit 0,5 t/h.
  - 2007 GTVA Schwarze Pumpe mit 10 t/h

# Entwicklung, Planung und Bau der DWT Zeithain

80er  
**1982**  
 1985  
 1986  
 1987  
 1989  
 1991  
 1992  
 1993  
 2002  
 2005  
 2006  
 2009  
 2010

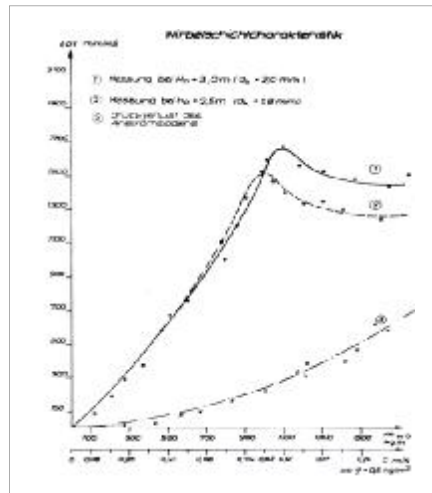
- 1981 Studie zur energetischen und exergetischen Bewertung der Braunkohletrocknung am IfE Institut für Energetik Leipzig, Bereich Dresden,
- 04-10/1982 Aufbau der DWT-Pilotanlage ( $m_{RBK}=2$  t/h) in Zeithain/Sachsen,
- bis 12/1983 DWT-Verfahrensentwicklung zu den Komplexen:  
 Technische Verfahrens- und Anlagenentwicklung, Simulationen des DWT-Prozesses, Ermittlung von Stoffdaten zum System Braunkohle-trocknung in Wasserdampf, u.a.
- 1986 Errichtung der DWT-Anlage Borna 1 (Rückbau in 1988),
- 1989/1990 DWT-Anlage Borna 2 (DWT-Prototyp-Anlage),
- bis 1992 umfangreiche Versuchsreihen zur Trocknung unterschiedlichster Produkte in den DWT-Anlagen.



# Entwicklung, Planung und Bau der DWT Zeithain

- 80er
- 1982
- 1985**
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

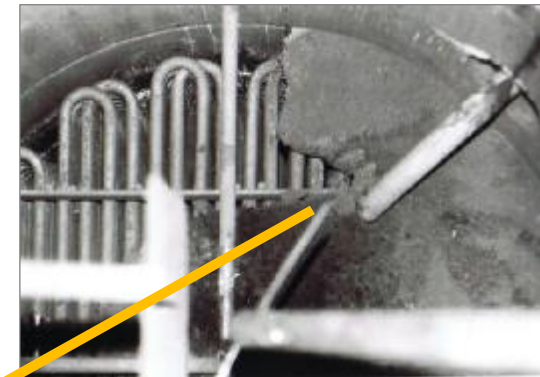
- 1982 bis 1985 Grundlagenermittlung und praktischer Versuchsbetrieb bei der DWT-Entwicklung
- Strömungsmodelluntersuchungen im Flachwasserkanal zur DWT-Komponentengestaltung und Praxistest.



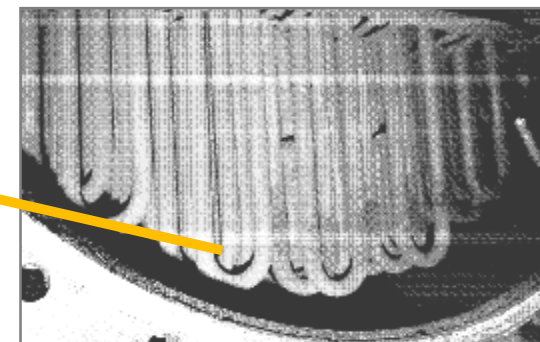
Anlagenkenlinie, DWT-Zeithain



Anströmboden mit Einzeldüsen



Thermischen Überlastung der Eintragszone, Besichtigung 1983



Heizregister von unten, Besichtigung 1985



# DWT getrocknete Einsatzstoff und Produkte

80er  
1982  
1985  
1986  
1987  
1989  
1991  
1992  
1993  
2002  
2005  
2006  
2009  
2010

	Einsatzstoffe:	Produkte:	
Rohbraunkohle			Trockenbraunkohle, Braunkohlebrikett
Kohlenschlamm, Haldenfeinkohle			Braunkohlestaub
Klärschlamm- filterkuchen			Klärschlamm- trockenganulat
Myzel, roh			Myzel, trocken

# Ausgewählte Meilensteine und Patentanmeldungen

80er

1982

1985

1986

**1987**

1989

1991

1992

1993

2002

2005

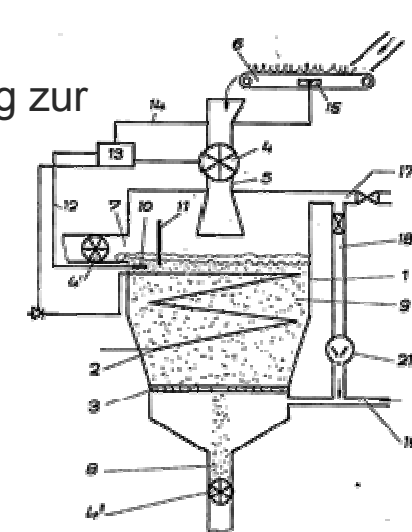
2006

2009

2010

- **01.03.-30.04./23.-26.06.1986 sowie 15.-18.06.1987** Durchführung von Trocknungsversuche mit rheinischer Braunkohle in der DWT-Anlage in Zeithain mit Ergebnissen zu folgenden Problemstellungen:
  - Masse- und Energiebilanz, Trocknungsverhalten,
  - Energieaufwand, Verdampfungsleistung, Wärmedurchgangszahl,
  - Rohbraunkohle-Eintragsregelung, Abdampfentstaubung,
  - Abdampfverdichtung und Wirbeldampfkreislauf,
  - Heizdampfkondensat-Unterkühlung u.a.
- **28.07.1987** Nach Abschluss der Versuche mit rheinischer Braunkohle, in der DWT-Anlage in Zeithain, wurde das WTA-Grundpatent von der Rheinbraun AG unter dem Aktenzeichen (DE 3724960 A1) angemeldet.
- **23.07.1987** Patentanmeldung „Verfahren und Anordnung zur Regelung von indirekt beheizten DampfWirbelschicht-trocknungsanlagen“ (DD 301 163 A7)
 

„...zur Trocknung von Rohbraunkohle unter Anwendung der Wirbelschichttemperatur als Regelgröße. Zur Erzielung der gewünschten Endfeuchte wird eine Ausgangstemperatur als Soll-Wert-Größe für die Wirbelschicht im Bereich des Austrages als Führungsgröße für den Wirbelschichtprozess vorgegeben...“



# DWT-Industrieanlage für Rohbraunkohle

- 1989/90 Realisierung der DWT-Prototyp-Anlage im Braunkohlenwerk Borna, mit einer geplanten Wasserverdampfungsleistung von 10 t/h.

80er

1982

1985

1986

1987

**1989**

1991

1992

1993

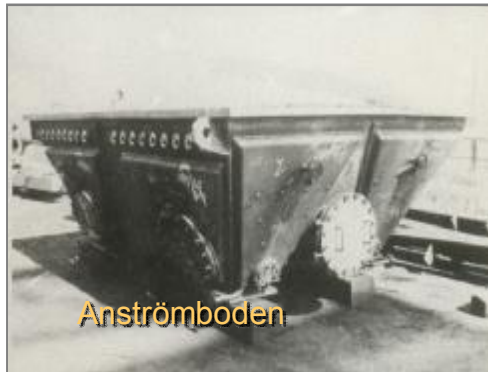
2002

2005

2006

2009

2010



Anströmboden



Freeboard



Zyklonstaubabscheider



Wärmeübertrager



Montage

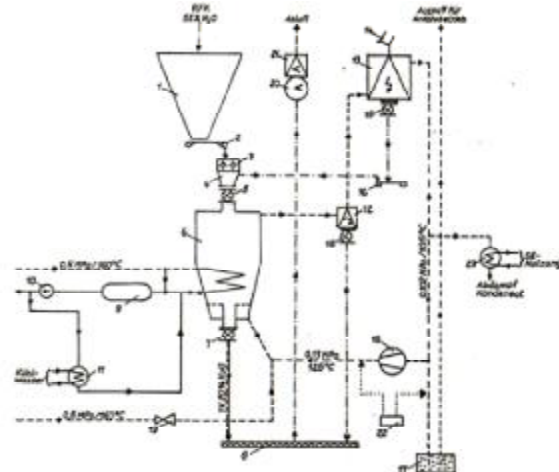
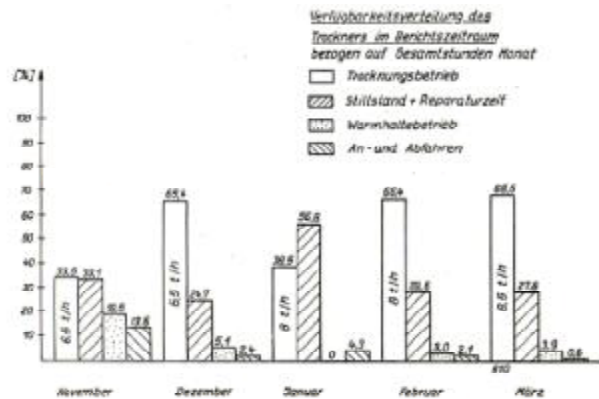


22. November 1989

# DWT-Anlage Borna / Betriebsergebnisse

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991**
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

■ 06.11.1989 bis 30.03.1990 Testbetrieb bis zur 1. Leistungsfahrt, Dauerbetrieb bis zur Werksschließung in 1991.



**Betriebszustand der Anlage**

Zeitraum	Betriebszustand
<b>1. Versuchsperiode</b>	
4.11.89 - 8.11.89	Trockner erstmalig in Betrieb
9.11.89	Trockner abgefahren mit natürlicher Abkühlung
15.11.89	erste Trocknerbefahrung
16.11.89-10.11.89	Trockner in Betrieb - Handbetrieb
18.11.89 - 21.11.89	Trockner infolge Störung (Verstopfung der EBR-Austräge) abgefahren
21.11.89 - 08.12.89	kontinuierlicher Trocknungsbetrieb (Handbetrieb)
06.12.89	Anlage bei planmäßiger Reparaturschicht abgefahren - mit N <sub>2</sub> -Einblasung und natürlicher Abkühlung
11.12.89	zweite Trocknerbefahrung
15.12.89 - 08.01.90	kontinuierlicher Trocknungsbetrieb mit Ein- und Austragsregelung
08.01.90	Trockner bei planmäßiger Reparaturschicht abgefahren
09.01.90	dritte Trocknerbefahrung
<b>2. Versuchsphase</b>	
08.01.90-24.01.90	Trockner abgefahren infolge planmäßiger Reparaturschicht
24.01.90-29.01.90	kontinuierlicher Trocknungsbetrieb
29.01.90-07.02.90	Trocknerstillstand durch eine fehlerhafte Bedienung
07.02.90-27.02.90	kontinuierlicher Trocknungsbetrieb mit Ein- und Austragsregelung und teilweisem Automatikbetrieb (Anfahrprogramm und Betriebsprogramm)
27./28.02.90	Trockner bei planmäßiger Reparatur mittels Automatikbetrieb-Abfahrprogramm abgefahren
28.02.90	vierte Trocknerbefahrung
15.02.90-23.02.90	Staubmessungen an der EBR durch INER Leipzig Blasenverteilungsmessungen in der Wirbelschicht durch die TU Dresden
<b>3. Versuchsperiode</b>	
27.02.90-09.03.90	Stillstand der Anlage bei planmäßiger Reparatur
09.03.90-30.03.90	kontinuierlicher Trocknungsbetrieb - Messergelhaltsversuche - Brikettierversuche - Leistungsfahrt Nr. 1

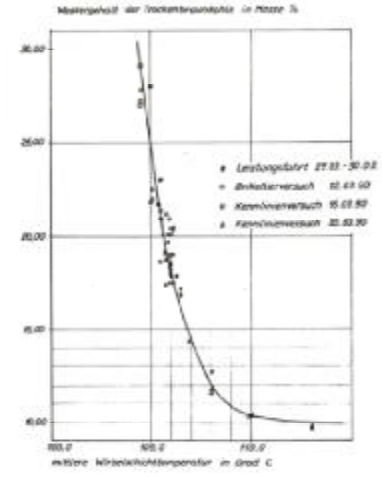
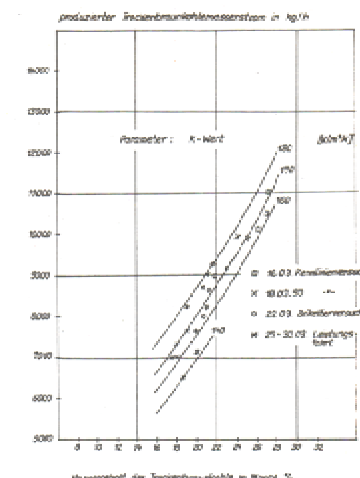
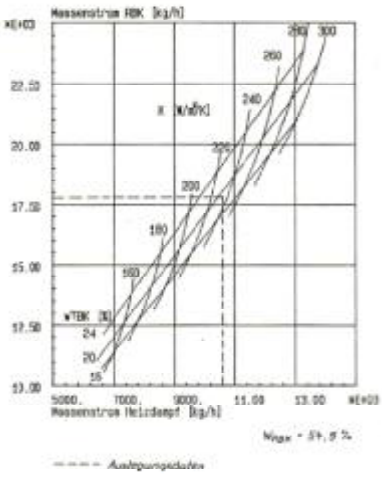
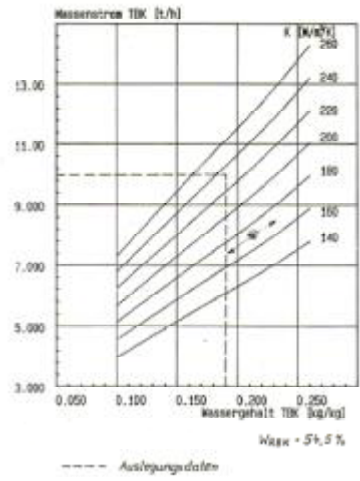
# DWT-Anlage Borna / Betriebsergebnisse

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

■ 30.04.1990 Abschlussergebnisse – Leistungsnachweis – Dauerbetrieb bis 1991.

Vergleich Auslegungs- und Betriebswerte für DWT-Prototyp Borna

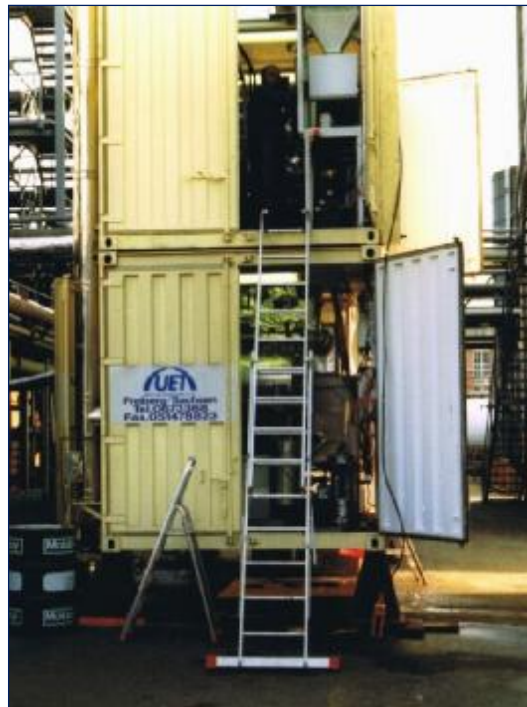
Parameter	Auslegungswert	Betriebswert
Trockenkohlemenge	10 000 kg/h	7 200 kg/h
Wassergehalt Rbk	54,5 Ma-%	53,0 Ma-%
Tbk	19,0 Ma-%	19,0 Ma-%
Rohkohlemenge	17 790 kg/h	12 480 kg/h
Heizdampf - Druck	0,47 MPa	0,45 MPa
- Temperatur	150 °C	148 °C
- Massestrom	10,85 t/h	7,2 t/h
Heizdampfkondensat - Druck	0,47 MPa	0,45 MPa
- Temperatur	149 °C	142 °C
Wirbeldampf - Druck	0,123 MPa	0,121 MPa
- Temperatur	130 °C	129 °C
- Massestrom	9006 kg/h	nicht bestimmbar
Wirbelschichttemperatur	106,7 °C	106 °C
Körnung Rbk $d_m$	1,94 mm	
$d_y$	0,95 mm	
Körnung Tbk $d_m$	1,64 mm	2,05 mm
$d_y$	0,867 mm	0,95 mm
Wärmedurchgangskoeffizient k	250 W/m <sup>2</sup> K	173 W/m <sup>2</sup> K
Hilfsenergie - Beibeheizungsampf P = 0,45 MPa	760 kg/h	760 kg/h
Staubgehalt	75 mg/m <sup>3</sup>	30...50 mg/m <sup>3</sup> i.N.
Masse Trockner	42,7 t	42,8 t
Sekundärenergienutzung	18,4 GJ/h	7,87 GJ/h
Elektroenergiebedarf	150 kW	260 kW



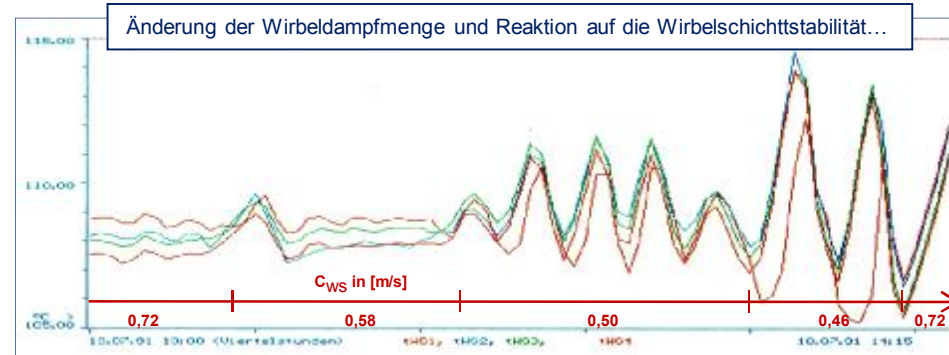
# Trocknungsversuche mit australischer Kohle

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991**
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

- **05/1991** Stabilitätsversuche zur Regelung des Trocknungsvorganges mit australischer Braunkohle (Loy Yang), UET-Freiberg/Lurgi-Frankfurt.
- **07/1991** Versuche zur Trocknung von australischer Braunkohle (Loy Yang) sowie vergleichende Untersuchungen mit mitteldeutscher und rheinischer Braunkohle im BKW Borna und der UET in Freiberg, UET/Lurgi.



Quelle: UET GmbH 1991 DWT-Versuchsanlage

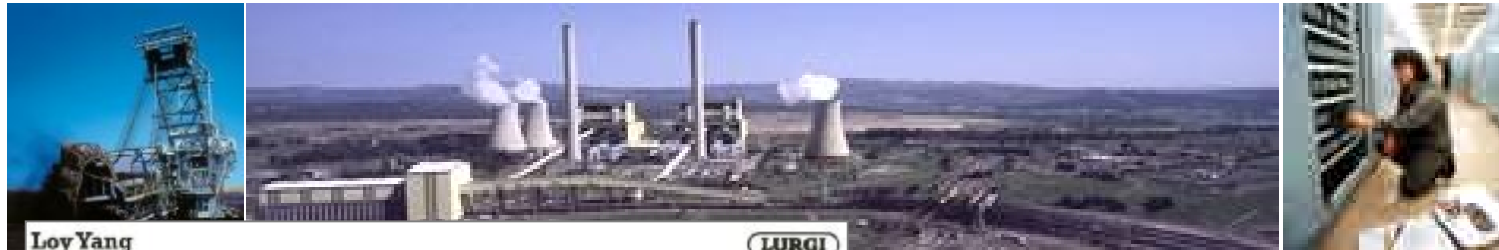


Quelle: UET GmbH 1991, Versuchsergebnisse zur Trocknung von australischer Braunkohle

# Bau der DWT-Anlage in Loy Yang - Australien

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992**
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

■ **1992** Bau der DWT-Anlage in Loy Yang - Australien mit einem Rohbraunkohledurchsatz von 45 t/h, Lurgi GmbH



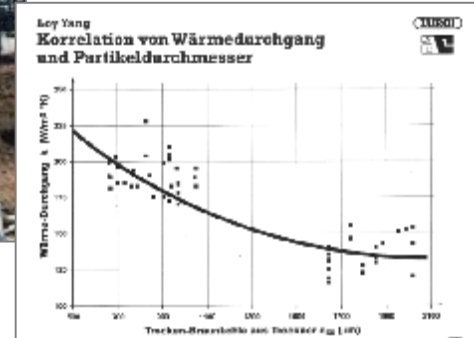
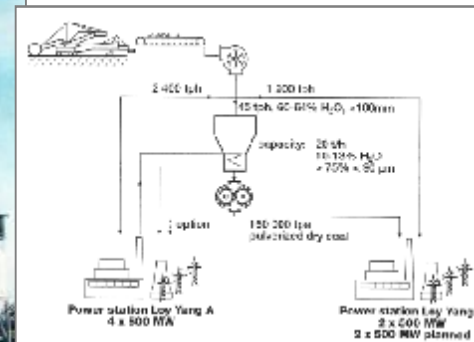
Loy Yang  
**Gesamt-Ansicht der DWT-Anlage**



Quelle: [www.loyyangpower.com](http://www.loyyangpower.com)



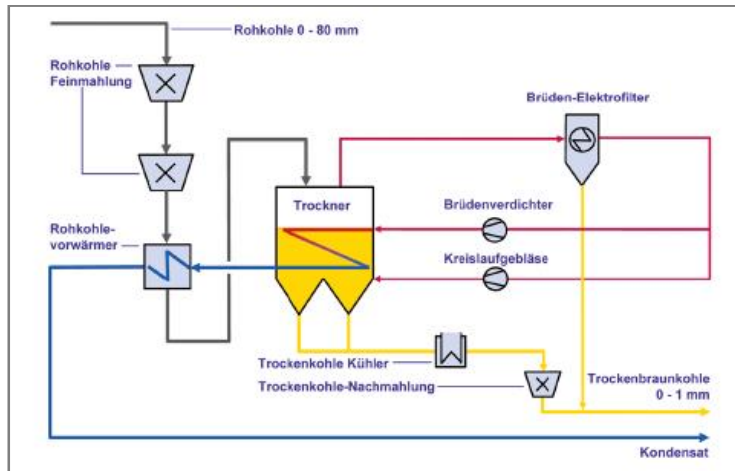
Quelle: J. Schmalfeld, VDI 1996



# Wirbelschichttrocknung mit int. Abdampfnutzung

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993**
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

■ **1993** Planung und Realisierung WTA I/II-Anlagen in Frechen  
 (...seit 1987 Entwicklung am WTA-Verfahren bei der Rheinbraun AG)



WTA-Anlagen am Standort in Frechen

Quelle: RWE Power, Vier Fragen zur WTA-Anlage am Kraftwerk Niederaußem

Quelle: KWTK 2010, H-J. Klutz, u.a. RWE Power AG





# Wirbelschichttrocknung mit int. Abdampfnutzung

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005**
- 2006
- 2009
- 2010

- **2005** Planung der WTA-Anlage am BoA - Kraftwerksblock in Niederaußem
- Die zur Trocknung erforderliche Wärme kommt aus einem im WTA-Trockner eingebauten Wärmetauscher, dessen Rohre innen **von Niederdruckdampf aus dem BoA-Block** durchströmt werden.
- Verdampftes Kohlewasser dient der **Kesselspeisewasservorwärmung** des BoA-Blocks. Dadurch ist das WTA-Verfahren besonders effizient.

Quelle: RWE Power „Vier Fragen zur WTA-Anlage am Kraftwerk Niederaußem“



WTA 2-Anlage Niederaußem

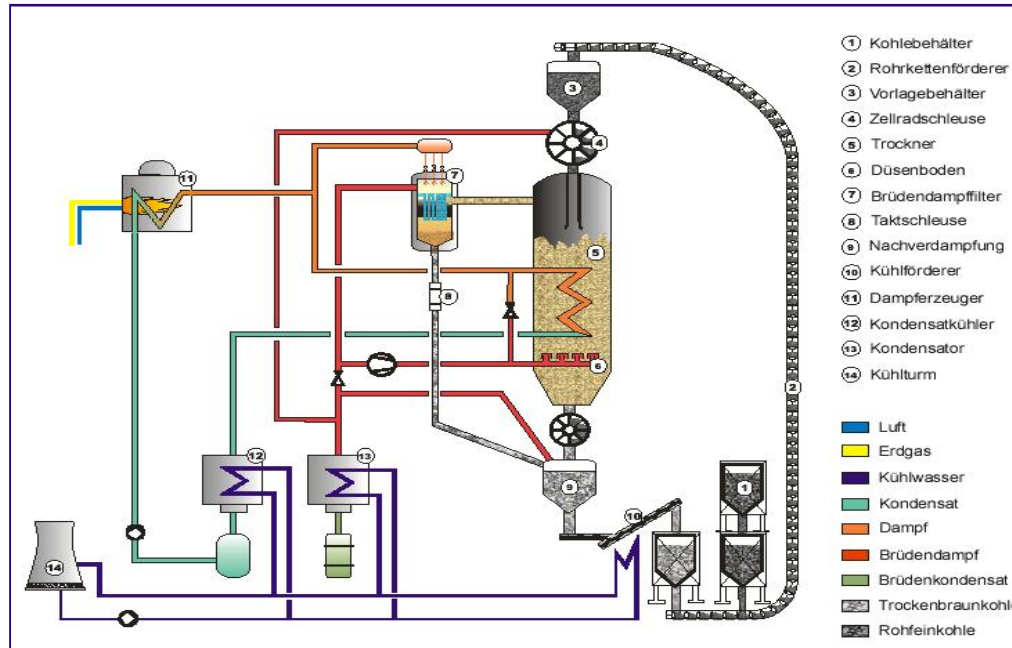
Leistungsdaten	Einheit	WTA 1 Frechen	WTA 1 Niederaußem	WTA 2 Frechen	WTA 2 Niederaußem
Rohkohledurchsatz	t/h	53	170	29	210
Wasserverdampfung	t/h	25	80	13	100
Trockenkohleproduktion	t/h	28	90	16	110

Quelle: KWTK 2010, H-J. Klutz u.a. RWE Power AG

# Druckaufgeladene Dampfwirbelschichttrocknung

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002**
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010

■ **2002** Errichtung einer Versuchsanlage zur „Druckaufgeladenen Dampfwirbelschichttrocknung“ (DDWT) im Technikumsmaßstab an der BTU Cottbus mit max. 500 kg/h Rohfeinkohle (RFK) mit einer Ausgangsfeuchte von bis zu 60 %.

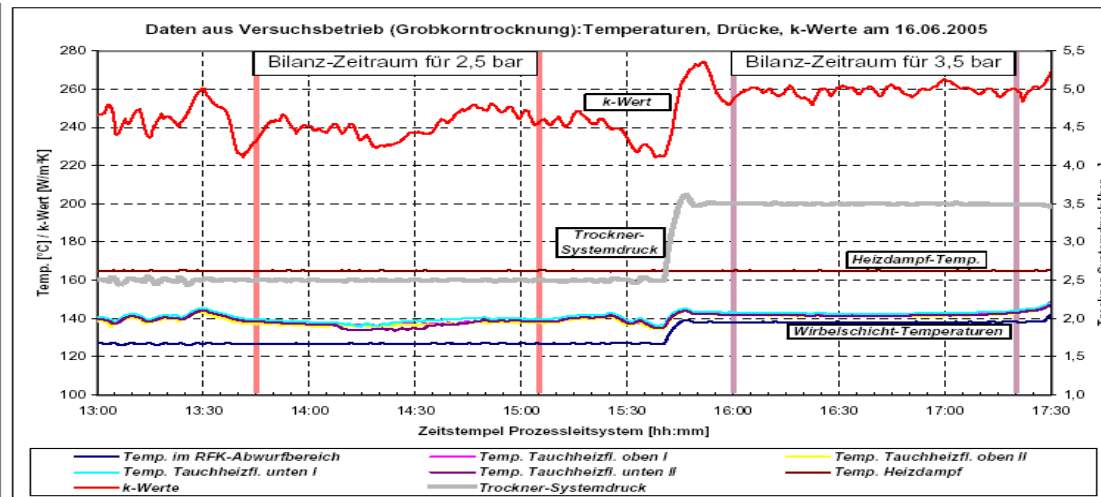


Quelle: Druckaufgeladene Dampfwirbelschicht-Trocknung: Jörg S. Martin, Olaf Höhne, Hans Joachim Krautz, BTU Cottbus

# Ergebnisse der DDWT – Versuchsanlage 2005

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005**
- 2006
- 2009
- 2010

- **2005** Der Eintrag von RFK in den Druckbehälter ist realisierbar.
- Die Leckage-Dampfmassenströmen sind im zulässigen Bereich.
- Gewebefilter ist ausreichend. Es wurden bis zu 30 Ma.-% des Produktes TBK als Staub abgeschieden.
- Die erwartete Erhöhung des k-Wertes bei Verminderung der Partikelgröße konnte grundsätzlich nachgewiesen werden.



Quelle: Druckaufgeladene Dampfwirbelschicht-Trocknung: Jörg S. Martin, Olaf Höhne, Hans Joachim Krautz, BTU Cottbus

# Aktivitäten zum Bau von Pilot- u. Demo-Anlagen

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2006
- 2008**
- 2009**
- 2010**

**2007- 2010**



Bau der WTA 2-Anlage am BoA - Kraftwerksblock durch die RWE AG am Standort in Niederaußem (Inbetriebnahme 2009-2010).

Parameter	Einheit	WTA 1 – Grobkorn	WTA 2 – Feinkorn
Korngröße der Einsatzkohle	mm	~ 0 – 6	~ 0 – 2
Fluidisierungsgeschw. (Mittelwert)	m/s	0,4	0,14
k-Wert (Mittelwerte)			
• Veredlungskohle	W/m <sup>2</sup> K	~ 260	~ 440
• Kraftwerkskohle	W/m <sup>2</sup> K	~ 230	~ 420
k-Wert (Spitzenwerte)	W/m <sup>2</sup> K	~ 340	~ 510

Quelle: KWTK 2010, H-J. Klutz, u.a. RWE Power AG

**2007- 2010**



Bau der DDWT-Pilotanlage durch die Vattenfall Europe AG am Standort Schwarze Pumpe. Im Versuchsbetrieb wurden vom 30.06.2008 bis heute 20.000 Tonnen Kohle verarbeitet.

Quelle: KWTK 2010, T. Porsche u.a. Vattenfall Europe AG

Körnung	$\alpha_{ws}$ mit Staubrückführung	$\alpha_{ws}$ ohne Staubrückführung
mm	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)
0 – 2 (2,5 bar)	500	390
0 – 6,3 (2,5 bar)	320	240

Quelle: KWTK 2010, M. Merzsch u.a. BTU Cottbus

3D Modell der GTVA – DDWT der Vattenfall Europe AG in Schwarze Pumpe

# Entwicklungen zur Dampftrocknung bei der VER

80er  
 1982  
 1985  
 1986  
 1987  
 1989  
 1991  
 1992  
**1993**  
**2002**  
 2005  
 2006  
 2009  
 2010

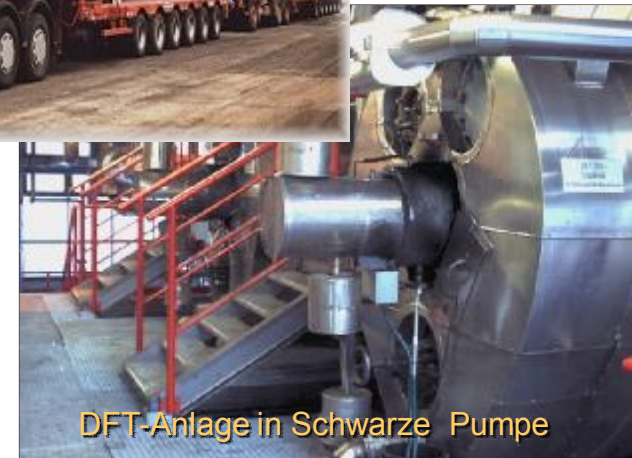
- 1993 Entwicklung und Patentanmeldung DFT<sup>3</sup> -Dampffluidtrockner,
- 1996 Bau der DFT<sup>3</sup> -Lackschlamm-trocknung in Reichstätt  
 (1997 bis 30.06.2009 im Dauerbetrieb; ca. 100.000 Tonnen LS verarbeitet),
- 2000 Bau der DFT<sup>3</sup> -Teerschlammtrockner in Schwarze Pumpe  
 (2001 bis 2007 im Dauerbetrieb; ca. 750.000 Tonnen TÖV verarbeitet).



DFT-Anlage in Reichstätt



VER<sup>3</sup> 2010

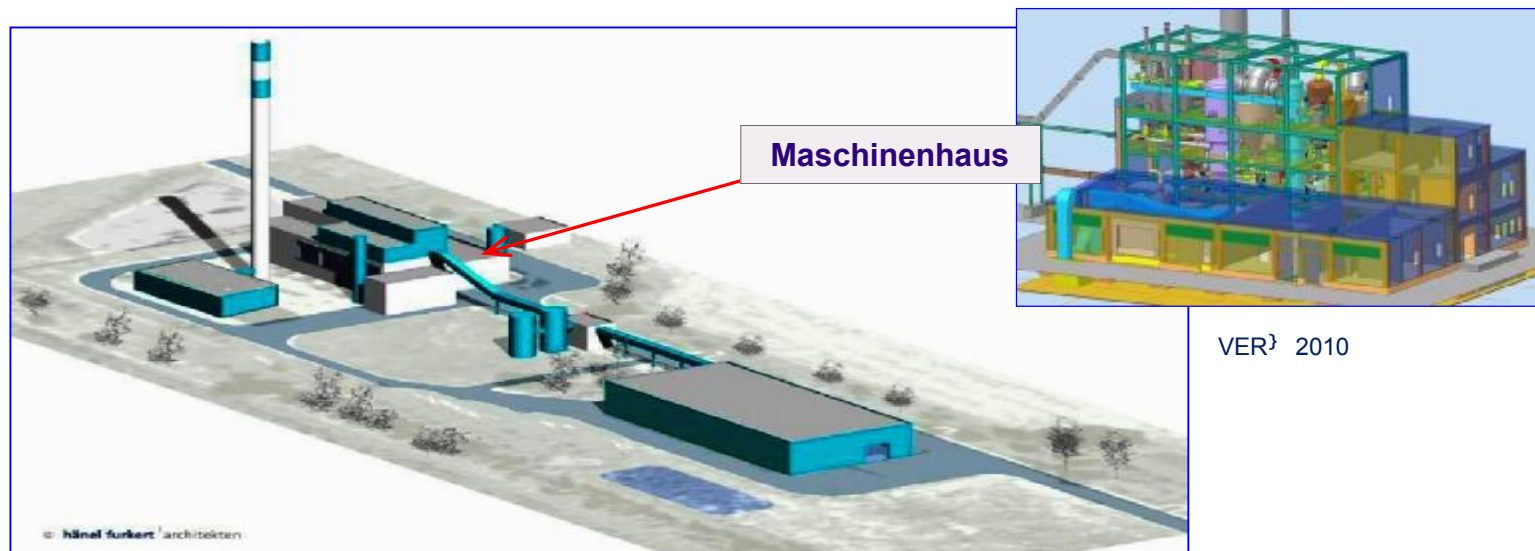


DFT-Anlage in Schwarze Pumpe

# Weitere Entwicklungen der VER-Technologien

80er  
1982  
1985  
1986  
1987  
1989  
1991  
1992  
1993  
2002  
2005  
**2006**  
2009  
2010

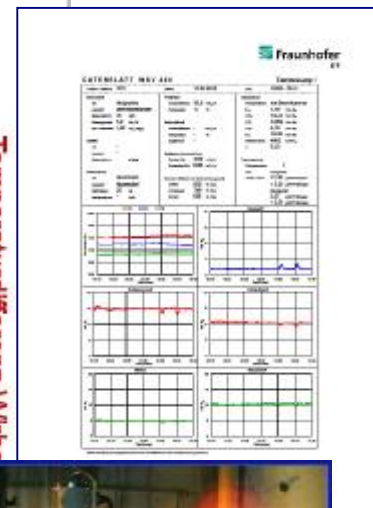
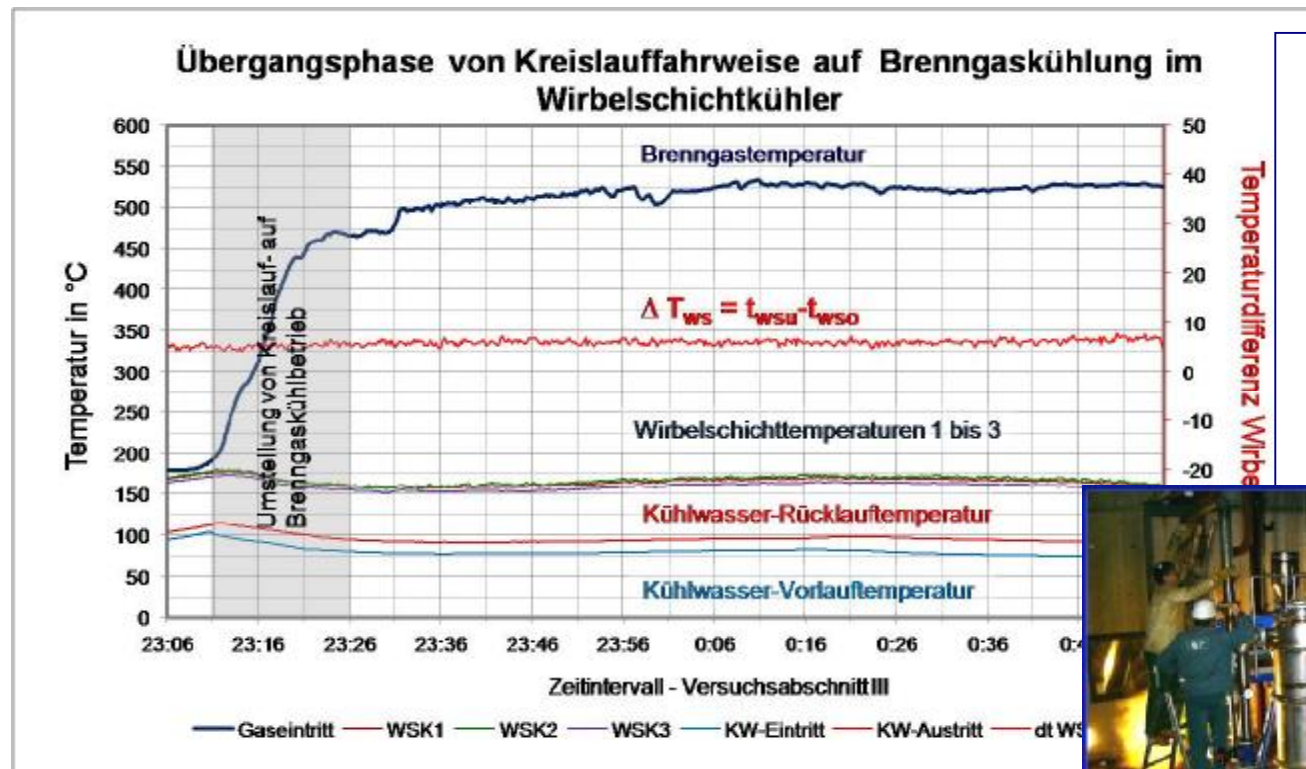
- **2003/04** Entwicklung des Combifuel-Verfahrens und Patentanmeldung: „Verfahren und Anlage zur Herstellung flüssiger Energieträger aus einem festen Kohlenstoffträger“,
- **2006/08** Entwicklung & Planung des CombiPowerPlus-Verfahrens; Verfahren zur Herstellung von Strom, Wärme und Industriegas aus nachwachsenden Rohstoffen.
- **2009** Errichtung des CombiKraftwerks-Naundorf (zurückgestellt).



# Weitere Entwicklungen der VER-Technologien

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010**

- 2009/10 Bau der WSK II Brenngasreinigung und Ersteinsatz bei der DEUSA International GmbH für Müll-Gas,
- 02/2010 Versuche zur WSV-Holzvergasung mit WSK-Gasreinigung.



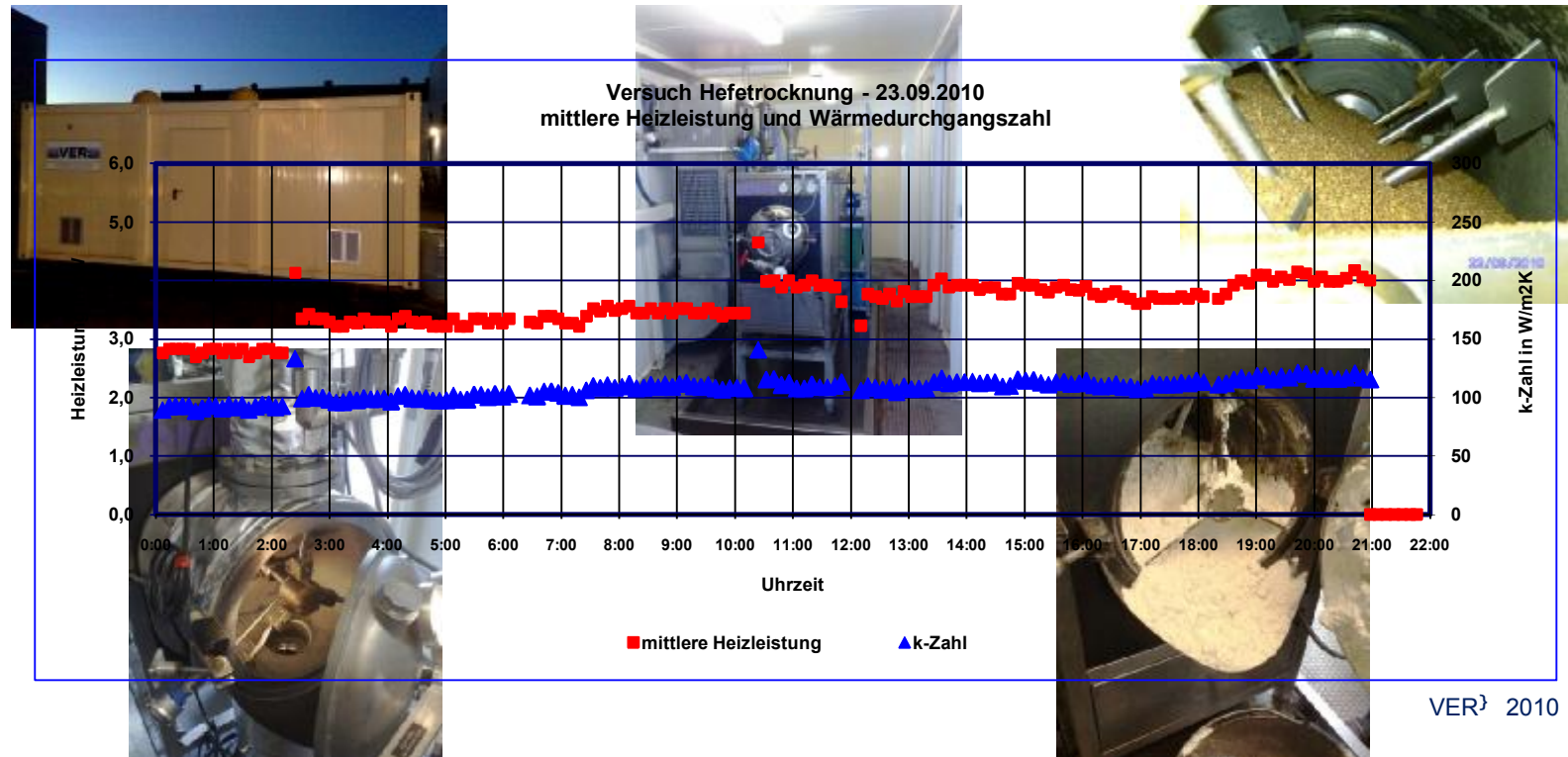
VER<sup>3</sup> 2010



# Weitere Entwicklungen der VER-Technologien

- 80er
- 1982
- 1985
- 1986
- 1987
- 1989
- 1991
- 1992
- 1993
- 2002
- 2005
- 2006
- 2009
- 2010**

- **11/2009** Zusammenarbeits- und Lizenzvereinbarung zwischen der VER GmbH und der BUSS-SMS-Canzler GmbH zur CFT-Technologie,
- **06-10/2010** Versuche zur Trocknung mit Hefe, Tanigan, NaCl, Essigsäure, Mehl u.a.





# Unternehmenssitz der VER Verfahrensingenieure GmbH



**VER Verfahrensingenieure GmbH**  
**Breitscheidstraße 78**  
**D-01237 Dresden**

Phone: 0049-351/ 2048 312  
Fax: 0049-351/ 2048 117  
E-Mail: [info@ver-gmbh.com](mailto:info@ver-gmbh.com)

# Quellenangaben und Literaturhinweise

## Literaturverzeichnis:

- [1] RWE POWER, Greenpeace Workshop „Klimaschutz durch CO<sub>2</sub>-Speicherung – Möglichkeiten und Risiken“, 2005
- [2] [www.dakotagas.com](http://www.dakotagas.com)
- [3] Patentschriften: DE 19518644 A1; DE 3724960 A1; DD 301 163 A7
- [4] UET GmbH, DWT-Versuchsanlage, Bild aus 1991
- [5] UET GmbH, Versuchsergebnisse zur Trocknung von australischer Braunkohle 1991
- [6] [www.loyyangpower.com](http://www.loyyangpower.com)
- [7] J. Schmalfeld, VDI-Vortrag 1996
- [8] RWE Power AG, Vier Fragen zur WTA-Anlage am Kraftwerk Niederaußem, Internetauftritt 2009
- [8] H-J. Klutz u.a. RWE Power AG, Vortrag zum KWTK Dresden 2010
- [9] S. Martin, O. Höhne, H-J. Krautz, BTU Cottbus 2005
- [10] T. Porsche u.a. Vattenfall Europe AG, Vortrag zum KWTK Dresden 2010
- [11] M. Merzsch u.a. BTU Cottbus, Vortrag zum KWTK Dresden 2010
- [12] N. Topf, Bilddokumentation zu den DWT-Anlagen Zeithain und Borna 1983 u.1989
- [13] H. Zabinski u.a. BKW Borna, Neue Dampfwirbelschichttrocknungsanlage , Ergebnisse bei der Trocknung, Braunkohle 42 (1990)
- [14] N. Topf u.a. OIK Dresden, Abschlussbericht zur Inbetriebnahme der DWT-Prototypanlage 04/1990
- [15] N. Topf u.a. Berechnungen zur Dampfwirbelschichttrocknung 2003
- [16] VER GmbH, Unterlagen zum CombiPowerPlus-Verfahren
- [17] VER GmbH, Versuchsergebnisse zur WSV+WSK für Müll- und Holzpellets aus 2009 und 2010
- [18] VER GmbH, firmeninterne Unterlagen
- [19] [www.ver-gmbh.com](http://www.ver-gmbh.com)
- [20] [www.kohlestatistik.de](http://www.kohlestatistik.de)

# *Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*

*Bedanken dürfen wir uns bei Herrn Dr.-Ing. Jörg Schmalfeld und Herrn Dr.-Ing. Burkhard Möller für die freundliche Unterstützung sowie die wohlwollende Durchsicht und die kritischen Anmerkungen. Ebenfalls danken wir Herrn Eberhard Oettel für die nützlichen Hinweise.*