Forschung und Entwicklung bei RWE Generation

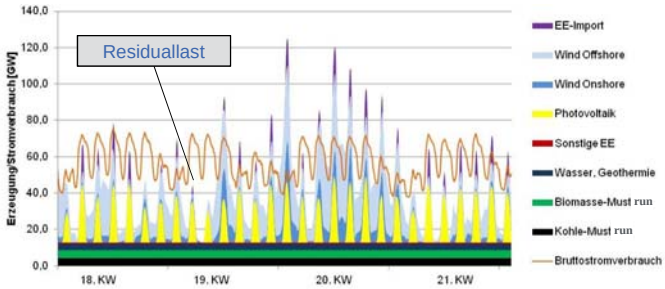
16. Februar 2016
Kreisausschusssitzung
Rheinkreis Neuss

Dr. Reinhold Elsen
Leiter Forschung & Entwicklung
RWE Generation SE

VORWEG GEHEN

Der Strommarkt verlangt auch in Zukunft konventionelle Kraftwerke in erheblichem Umfang

Erzeugung und Stromverbrauch im Jahr 2050*



* Quelle: Eigene Berechnungen

- Residuallast muss aus unserer Sicht noch über Jahrzehnte durch konventionelle Kraftwerke gedeckt werden
- Die Auslastung der Konventionellen geht jedoch spürbar zurück
- Gleichzeitig steigen die Anforderungen im Bereich Flexibilität / Emissionen

VORWEG GEHEN

F&E bei RWE Generation konzentriert sich auf aktuelle Herausforderungen

Stabilisierung des aktuellen Geschäfts – High performing partner
Betriebserlaubnis aufrecht erhalten – Most trusted partner
Auf schrumpfenden Strommarkt reagieren – Create value-adding products

1 Braunkohlenutzung

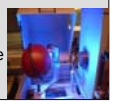
- Kohleaufbereitung und -trocknung
- Demineralisierung von Kohle
- Biomasse Aufbereitung
- Braunkohle-Slurry

- Coal-to-Gas
- Coal-to-Liquids (CtL/CtG)

2 Kraftwerkstechnik

- Flexibilitätssteigerung
- Leistungssteigerung
- Anlagenkonzepte
- Systembewertung
- Verbrennung
- Mitverbrennung

- Kohlequalität
- Aschedeponien
- Schadensanalyse



3 Rauchgasreinigung

- CCS-Strategie / ZEP
- CO_2 Transport und Speicherung
- PCC Pilotanlagen
- CO_2 Abfüllstation

- Entstaubung
- Entschwefelung
- Entstickung
- Hg – Reduzierung
- REA+ Pilotanlage

VORRWEG GEHEN

Zukunft der Braunkohle: energetische und stoffliche Nutzung

Zusatzrolle: Kohlenstofflieferant für die chemische und petrochemische Industrie

- Braunkohlen-Kraftwerke sichern heute und in Zukunft die Residuallast als Partner der Erneuerbaren
- Veredlungsprodukte (= stoffliche Nutzung) sind auch heute schon attraktive Einsatzstoffe in der Industrie
- Als heimischer Rohstoff mindert die Braunkohle die Importabhängigkeit

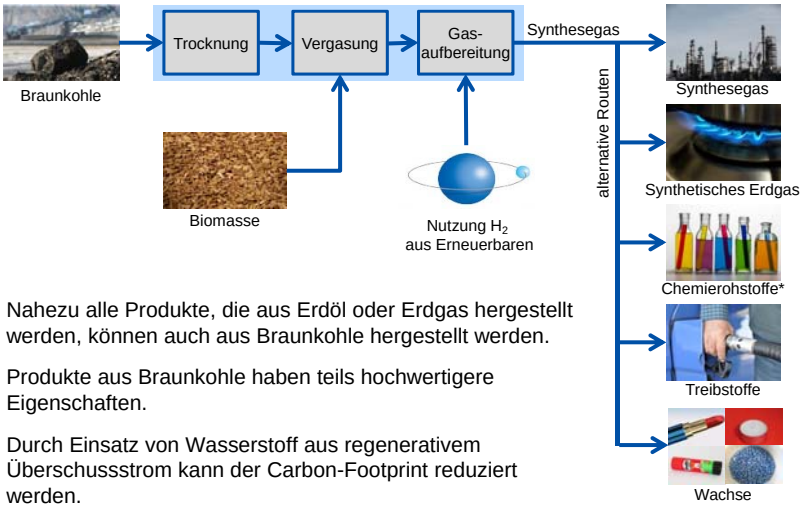
In Zukunft noch mehr stoffliche Nutzung:

- Braunkohle könnte auf Erdöl und Erdgas als Kohlstofflieferant (teilweise) ersetzen
- Chemie und Mineralölindustrie könnten mit Braunkohle ihre Rohstoffbasis langfristig diversifizieren
- Wirtschaftsfaktor Braunkohle und Wertschöpfung blieben auch bei sinkendem Anteil der Stromerzeugung für die Region erhalten

Erhalt des heimischen Energieträgers Braunkohle, der Versorgungssicherheit und der Arbeitsplätze durch Ausbau der stofflichen Nutzung der Braunkohle

VORRWEG GEHEN

Die Verfahren zur Konversion von Braunkohle sind bekannt und bieten noch Entwicklungspotenziale

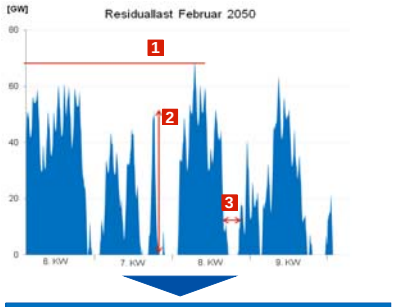


- Nahezu alle Produkte, die aus Erdöl oder Erdgas hergestellt werden, können auch aus Braunkohle hergestellt werden.
- Produkte aus Braunkohle haben teils hochwertigere Eigenschaften.
- Durch Einsatz von Wasserstoff aus regenerativem Überschussstrom kann der Carbon-Footprint reduziert werden.

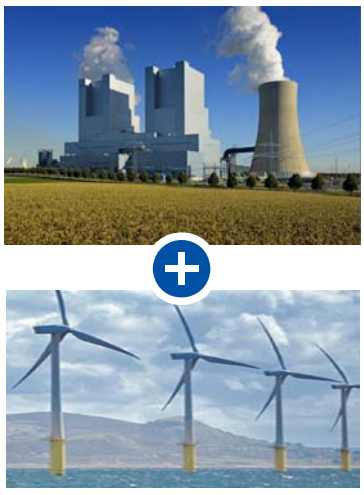
* Naphtha, Wasserstoff, Essigsäure, Methanol, Ammoniak, …

VORWEG GEHEN

Die Einspeisung der EE bestimmt Flexibilitätsanforderungen und Entwicklungsziele für konventionelle Kraftwerke



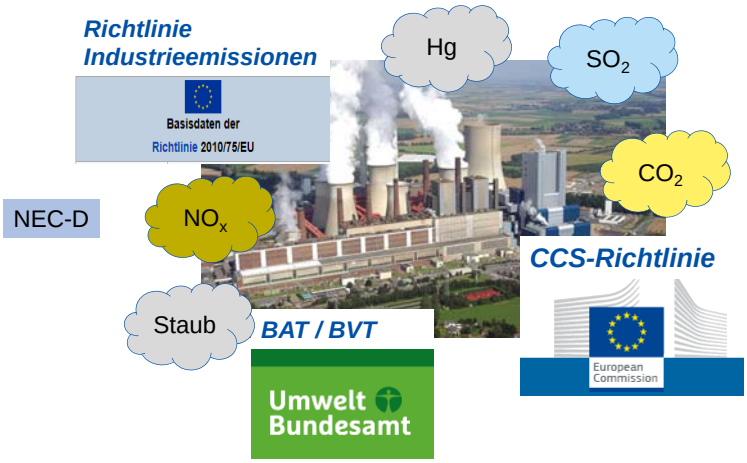
1. Ein weiterhin großer konventioneller Kraftwerkspark ist erforderlich
2. Lastanforderungen von 0 bis mehreren 10 GW im steten schnellen Wechsel
3. Keine Lastanforderung über Zeiträume von Minuten bis Tagen



VORWEG GEHEN

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf BMU Leitszenario 2009 und Wetterdaten für KW 6-10 in 2009

Emissionsminderung und Ressourcenschonung sind für uns eine ständige Aufgabe

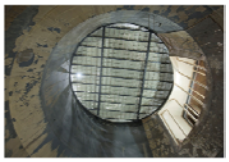


Z. B. durch Effizienzsteigerung und Weiterentwicklung der Rauchgasentschwefelung

Einbau eines neu entwickelten passiven Strömungsbauteils (REAplus-Modul) ermöglicht Leistungssteigerung der Rauchgasentschwefelungsanlage (REA)

- Senkung des elektrischen Eigenbedarfs
- Steigerung des Abscheideleistung
- Erste großtechnische Implementierung am Standort Niederaußem erfolgt

Pilotanlage REAplus
im Innovationszentrum Kohle in Niederaußem

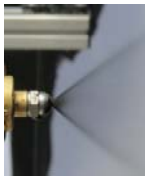


REAplus-Modul
Absorber G1 im Kraftwerk Niederaußem

Z. B. durch Entwicklung von Maßnahmen zur Minderung der Quecksilberemissionen

Vielversprechendste Option: Herdofenkoks HOK®

- Eindüsen oder Einblasen von Herdofenkoks, der aus rheinischer Braunkohle hergestellt wird, in den Rauchgasstrom
- Der Herdofenkoks bindet das Quecksilber und wird in einem nachfolgenden Prozessschritt separiert und gemeinsam mit der Asche sicher deponiert



Vorteile:

- ganzheitliche Minimierung der Quecksilber-Emissionen und sichere, dauerhafte Einbindung in das deponierbare "Stabilisat"
- keine Zusatzstoffe mit unklaren Umwelteigenschaften oder hohem Korrosionspotential notwendig

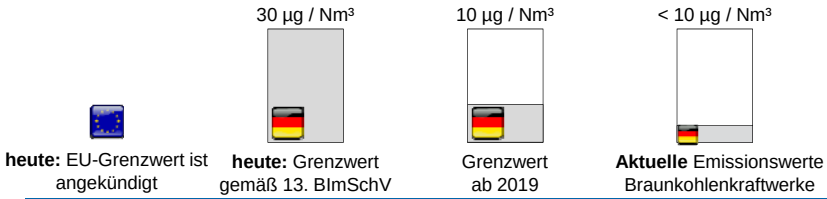
Technik muss auf die sehr niedrigen Quecksilber-Konzentrationen im Rauchgas und an die großen Volumenströme unserer Kraftwerke angepasst werden

VORWEG GEHEN

Quecksilber-Emissionen

Gesetzliche Regelungen in Europa und Deutschland

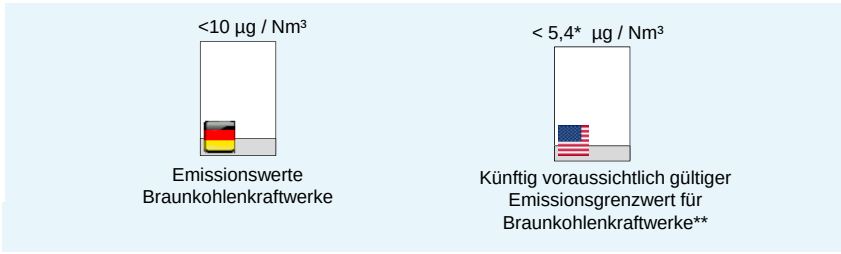
- In Europa gibt es derzeit noch keinen Emissionsgrenzwert für Kohlekraftwerke. Für Braunkohle wird über einen Grenzwert von 7 µg / Nm³ ab 2021 verhandelt
- Deutschland gehört zu den wenigen Ländern, die einen Grenzwert festgelegt haben – dieser beträgt für Verbrennung von Kohle 30 µg/Nm³ (TMW) und wird ab 2019 sogar auf 10 µg/Nm³ (JMW) verschärft
- Die im Abgas gemessenen Quecksilber-Konzentrationen liegen in der Regel im Bereich der Nachweisgrenze, die Außenluftwerte liegen um rund Faktor 1.000 unter den Vorsorgerichtwerten



Die deutschen Braunkohlenkraftwerke halten die Grenzwerte für Quecksilber vollumfänglich ein und unterschreiten sie in der Regel deutlich

VORWEG GEHEN

Quecksilber-Emissionen
Vergleich USA – Deutschland für Braunkohle



- Bereits heute liegen die Quecksilber-Emissionen der Braunkohlenkraftwerke im Bereich der aktuell diskutierten schärferen US-Grenzwerte.
- Für den Vergleich ist die Umrechnung* zwischen den in den USA und in Deutschland verwendeten Einheiten erforderlich.

* Quelle Prof Kather, Universität Hamburg-Harburg für neue Braunkohlekraftwerksblöcke

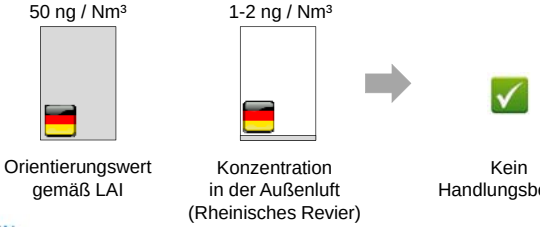
** Die von der US-Umweltbehörde vorgeschlagenen verschärften Hg-Grenzwerte sind nach einer Entscheidung des US Supreme Courts noch nicht endgültig

Trotzdem ist es unbestritten wichtig, Quecksilberemissionen auch in Deutschland weiter zu reduzieren!

VORWEG GEHEN

Quecksilber-Immissionen
im Rheinischen Revier

- Die Grenzwerte der TA Luft für Immissionen (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) berücksichtigen das besondere Schutzerfordernis für Ältere und Kinder
- In Deutschland wurde die Freisetzung von Quecksilber (Hg) in den letzten 20 Jahren bereits um über 60 % reduziert
- Die Hg-Konzentrationswerte in der Außenluft unterschreiten den gesundheitsbezogenen Orientierungswert gemäß Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI-2004) um ein Vielfaches - die Quecksilberimmissionen liegen damit deutlich unterhalb der gesetzlich maximal zulässigen Werte
- Alle Orientierungswerte in Bezug auf die Immission von Luftschadstoffen werden in der Umgebung unserer Kraftwerke unterschritten



VORWEG GEHEN

Z. B. durch Entwicklung von Techniken zur Abtrennung und Nutzung von CO_2

Rauchgas → **CO_2-Wäsche** → CO_2 → **CO_2-Verflüssigungs-, Aufbereitungs- und Abfüllstation** → CO_2

Seit Oktober 2015 Kooperation mit dem Algen Science Center (FZ Jülich), Einsatz unseres CO_2 u.a. zur Herstellung von Biokerosin.

VORWEG GEHEN

Besuchen Sie uns im Innovationszentrum Kohle!

Braunkohlenutzung

WTA®-Prototyp
Braunkohletrocknung

Synthese-Teststand
CtL/CtG

Kraftwerkstechnik

Kohlequalität
Stabile Feuerung und

Werkstoffe
gute Flexibilität

Rauchgasreinigung

REAplus Quecksilber
Emissionsminderung

CO_2-Wäsche
CO_2-Abtrennung

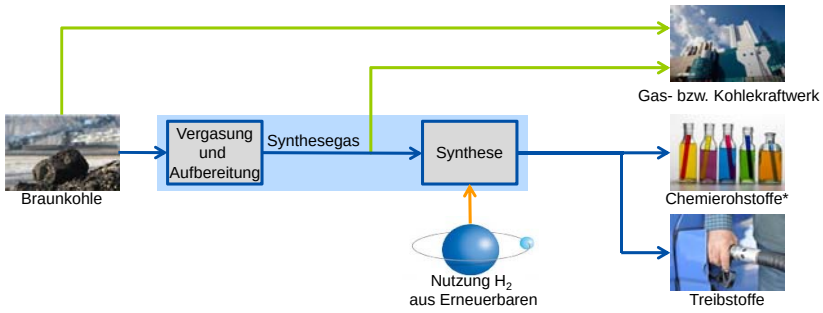
VORWEG GEHEN

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Backup

VORWEG GEHEN

Die stoffliche Nutzung unterstützt den Ausbau der Erneuerbaren auf zweifache Weise – im Strom- und Rohstoffmarkt



EE-Flaute – Bereitstellung von Backup Kapazitäten

- Braunkohle kann direkt in Kohlekraftwerken eingesetzt werden
- Synthesegas kann in Gaskraftwerken eingesetzt werden

EE-Überschuss – Unterstützung der Energiewende im Rohstoffmarkt

- Überschussstrom kann in Form von H_2 in Produkten „gespeichert“ werden

VORWEG GEHEN

* Synthesegas, Naphtha, Methan, Wasserstoff, Essigsäure, Methanol, Ammoniak, …

Die Stoffliche Nutzung ist ein wichtiger Hebel zur Verminderung der CO_2-Emissionen aus Braunkohle

Beispiel: Methanol

⇒ ca. 40 % Kohlenstoffeinbindung

Weitere Minderung der CO_2-Emissionen durch H_2 denkbar.

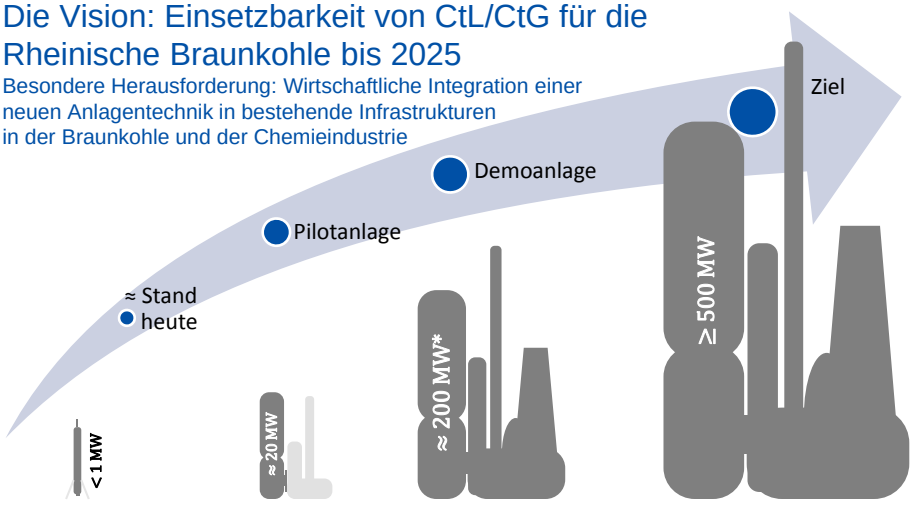
⇒ >> 40% Kohlenstoffeinbindung

- H_2-Quellen: Erneuerbare Energien über Elektrolyse oder Überschüsse der Chemie
- Die Entwicklung auf dem Elektrolyse-Markt wird konsequent verfolgt

VORWEG GEHEN

Die Vision: Einsetzbarkeit von CtL/CtG für die Rheinische Braunkohle bis 2025

Besondere Herausforderung: Wirtschaftliche Integration einer neuen Anlagentechnik in bestehende Infrastrukturen in der Braunkohle und der Chemieindustrie



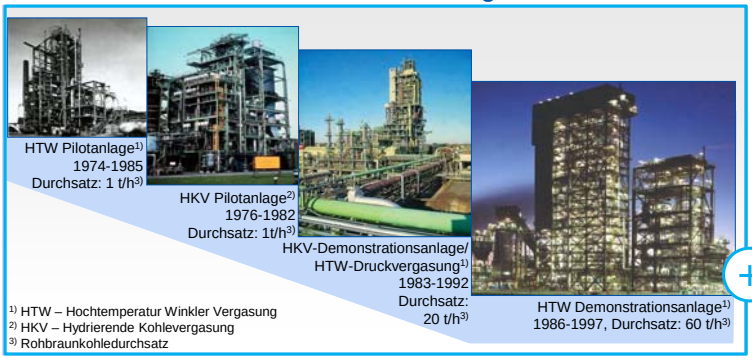
- Die in CtL/CtG-Anlagen eingesetzten Techniken sind prinzipiell kommerziell verfügbar.
- Es bedarf jedoch einer Anpassung auf die typischen Eigenschaften der Rheinischen Braunkohle und die Anforderungen in Deutschland sowie der Erprobung.

VORRWEG GEHEN

* Thermische Vergaserleistung als Richtgröße für die Gesamtanlage

RWE blickt schon heute auf eine lange Historie alternativer Kohlenutzungskonzepte zurück

Realisierte Pilot- und Demonstrationsanlagen



[1] HTW – Hochtemperatur Winkler Vergasung
[2] HKV – Hydrierende Kohlevergasung
[3] Rohbraunkohledurchsatz

WTA Kohletrocknung

+ → Entwicklung mit Prototypanlage (110 t TBK/h) weitestgehend abgeschlossen

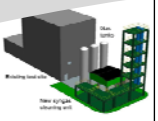
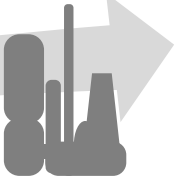
Weitere RWE Studien:

- KoBra 1990-1997
- IGCC-CCS 2005-2010
- **CtL-Annex seit 2013**

VORRWEG GEHEN

Optimierte CtL/CtG-Erprobung sichert Einsetzbarkeit der Schlüsseltechnologien für rheinische Braunkohle ab

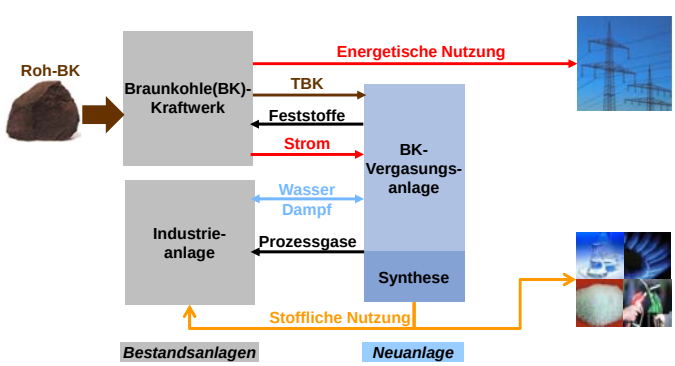
Syntheseentwicklung ←→ Vergaserentwicklung

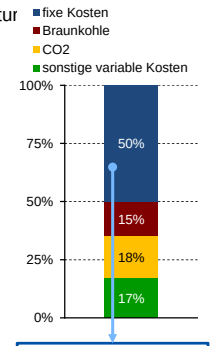
Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	Schritt 4
Niederaußem	Darmstadt	Dünkirchen (F)	Rheinland
			 Demo- oder Großanlage?
2015 - 2017	2016 – 2019	2018 - 2020	Mitte 20er Jahre
▪ Technikumsversuche zur Synthese mit künstlichem Synthesegas ▪ Anpassung der Produkte auf Kundenbedürfnisse ▪ Tests in Zusammenarbeit mit lokaler Industrie	▪ Technikumsversuche zu Synthese und HTW-Vergasung (0,5 MW_{th}) mit Braunkohle ▪ Darstellung der gesamten CtL-Kette (Integration RWE Kat- Teststand) ▪ ggf. BMWI gefördertes Projekt	▪ Pilotanlagenversuche zu Synthese und Vergasung mit BK in Flugstromvergaser (ca. 15 MW_{th}) ▪ Darstellung der gesamten CtL-Kette	▪ Versuche aus Dünkirchen und evtl. auch weiteren Anlagen sollen Entscheidung zur Notwendigkeit einer Demoanlage ermöglichen. ▪ Falls nicht notwendig: Realisierung kommerzielle Anlage mit Vergaser > 500 MW_{th}

Das Annex-Prinzip ist unser Low-Cost-Ansatz zur Realisierung von Coal-to-Liquid / Coal-to-Gas Anlagen

Annex-Prinzip = Integration einer CtL/CtG-Anlage in bestehende Standortinfrastruktur

- reduziert die Investitionskosten ggü. Stand-Alone-Lösung
- bietet neue Nutzung-/Betriebsoptionen für bestehende Infrastruktur





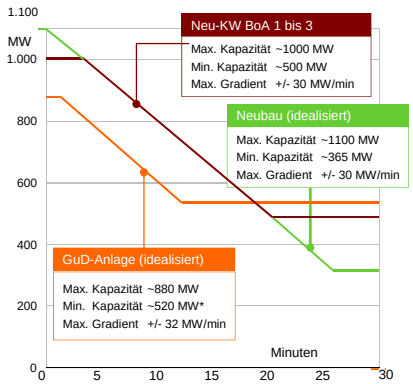
Reduktion von Investitionskosten ist größter wirtschaftl. Hebel
→ **F&E-Aktivitäten zu innovativen Anlagen-konzepten wichtig**

- Kraftwerks- und Industriestandorte bieten Potenziale für Annex-Anlagen.
- Für die Entwicklung und Realisierung von CtL/CtG-Optionen sucht RWE Partner.

VORSPRUNG DURCH RWE

Flexible Kraftwerke ermöglichen die kosteneffizienteste Marktintegration der Erneuerbaren

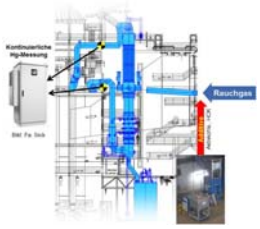
Flexibilität moderner GuD und Braunkohlenkraftwerke im Vergleich



VORRWEG GEHEN

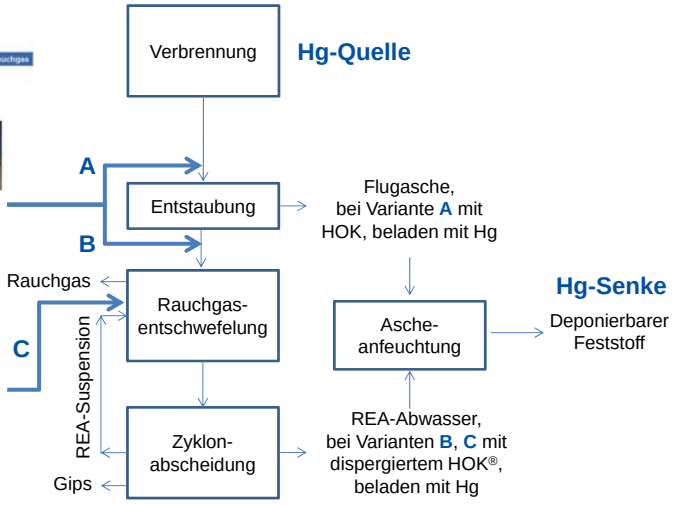
Herdofenkoks HOK® – Ganzheitliche Hg-Minderung

FuE-Projekt zur Identifikation optimaler Prozesskonfiguration – 3 Varianten



Eindüsen oder -blasen von HOK®

Zugabe von HOK® in REA Sumpf

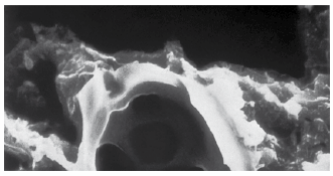


VORRWEG GEHEN

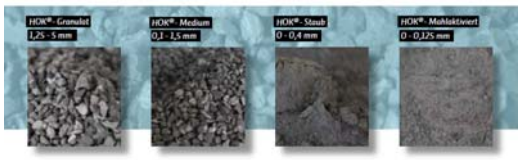
Was ist HOK®?

- Herdofen- bzw. Aktivkoks HOK® wird auf Basis rheinischer Braunkohle im sogenannten Herdofenverfahren hergestellt.
- HOK ® weist eine große spezifische Oberfläche und eine günstige Porenradienverteilung mit einem hohen Anteil an Meso- und Makroporen auf.
- Der Porendurchmesser von 1 bis > 50 nm ermöglicht eine leichte Zugänglichkeit der inneren Oberfläche.

Herdofenkoks HOK® in mikroskopischer Vergrößerung



Kommerziell erhältliche HOK®-Produkte:



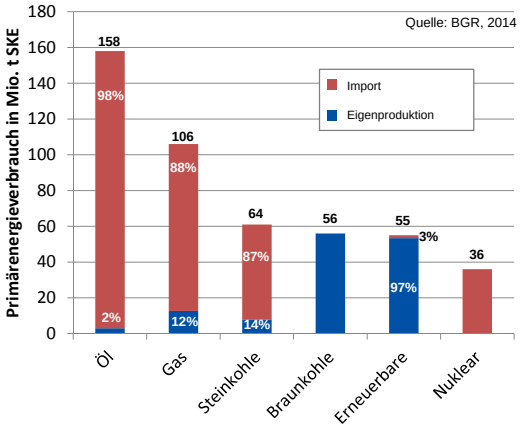
Analysenanhaltswerte.	
Wasser	0,5 %
Asche	9,0 %
Fl. Bestandteile (überwiegend CO & CO_2)	3,0 %
Fixer Kohlenstoff	87,5 %
Schwefel (ges.)	0,5 %
Heizwert (H_u)	29,9 MJ/kg
Spez. Oberfläche	300 m²/g
Porenvolumen	50 %

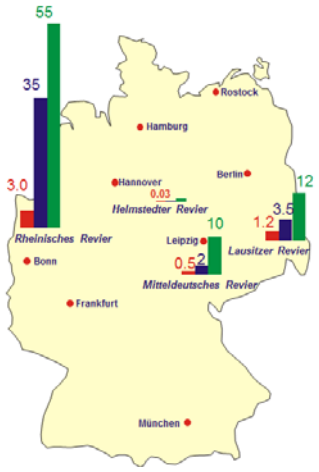
VORWEG GEHEN

Backup +

VORWEG GEHEN

Bedeutung verschiedener Energieträger für Deutschland





- Hoher Devisenabfluss, hohe Importabhängigkeit
- Hohe Wertschöpfung außerhalb Deutschlands bzgl. Mineralöl, Erdgas und Steinkohle
- BK und EE als heimische Energieträger mit Potenzial zur Substitution von Importenergieträgern

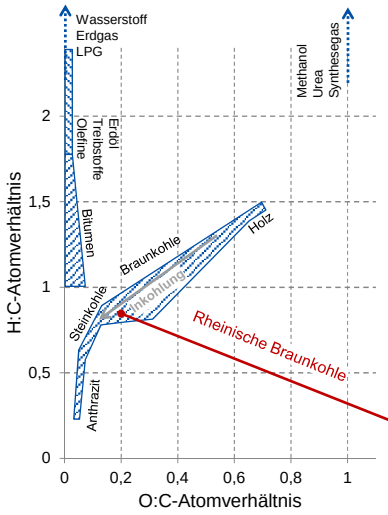
Genehmigt und geplant [Mrd. t]
Wirtschaftlich gewinnbar
Geologisch

Quelle: DEBRIV, 03/2015

VORRWEG GEHEN

Transformation von Kohlenstoffträgern

van Krevelen Diagramm



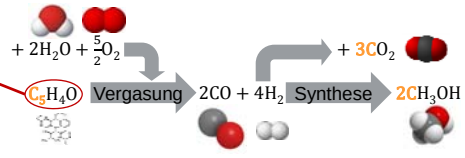
Herausforderung für Braunkohle:

- Umwandlung von Festbrennstoffen in flüssige oder gasförmige Sekundärenergieträger
  ≙ Anpassung des H:C:O-Verhältnisses
- Festbrennstoffe mit „zu viel“ Sauerstoff („O“) und Kohlenstoff („C“) und „zu wenig“ Wasserstoff („H“)
  → Änderung Verhältnisse u.a. durch Shift-Reaktion
  → auch Zugabe von z.B. regen. H_2 denkbar

Chance:

- Erzeugung kohlenstoffhaltiger Produkte aus Braunkohle senkt die Emissionen (Kohlenstoffspeicher) ggü. Verbrennung

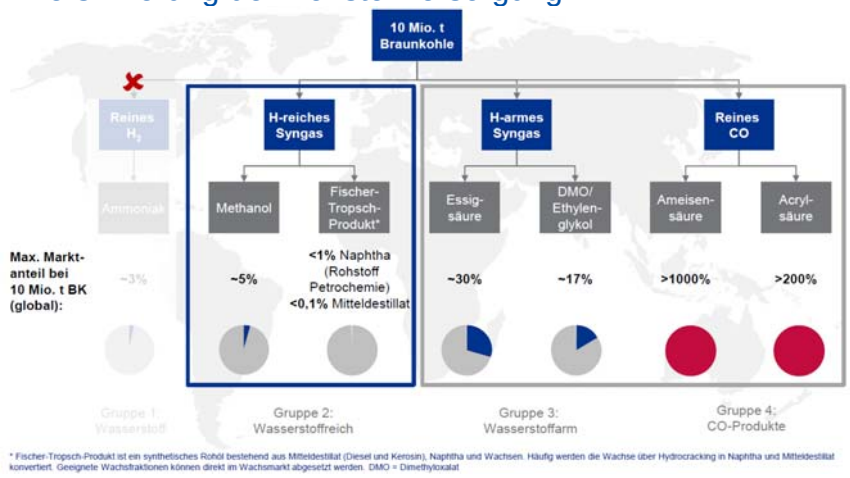
Bsp. Methanolerzeugung:



⇒ mind. 40 % Kohlenstoffeinbindung

VORRWEG GEHEN

Die stoffliche Nutzung der Braunkohle liefert einen Beitrag zur Diversifizierung der Rohstoffversorgung



* Fischer-Tropsch-Produkt ist ein synthetisches Rohöl bestehend aus Mitteldestillat (Diesel und Kerosin), Naphtha und Wachsen. Häufig werden die Wachse über Hydrocracking in Naphtha und Mitteldestillat konvertiert. Geeignete Wachsfraktionen können direkt im Wachsmarkt abgesetzt werden. DMO = Dimethyloxalat

- Produkte aus heimischer Braunkohle können Mineralöl- und Erdgasprodukte mengenmäßig teilweise substituieren.
- Aus 10 Mio. t RBK lassen sich ca. 1 Mio. t Mitteldestillate und Naphtha herstellen.

VORRWEG GEHEN

Externe Marktpotentialstudie bestätigt unsere Projektausrichtung

„Grundlast“

attraktive Nischenmärkte

- Sehr großer Markt, keine Beeinflussung durch zusätzliche Menge
- Positive Nachfrageentwicklung

- Hohe Atomökonomie/ Wirtschaftlichkeit
- Relativ großer Chemiemarkt
- Hochwertige Derivate mit lokaler Nachfrage

VORRWEG GEHEN

Die Entwicklung und Kommerzialisierung der stofflichen Kohlenutzung erfordert kooperative Anstrengungen

Bausteine für eine erfolgreiche Realisierung:

- **Technische Entwicklung**
- **Know-how Ausbau**
- **Akzeptanz**

Vorh. wissenschaftliche und industrielle Strukturen in Deutschland bieten eine Basis für die stoffliche Kohlenutzung.

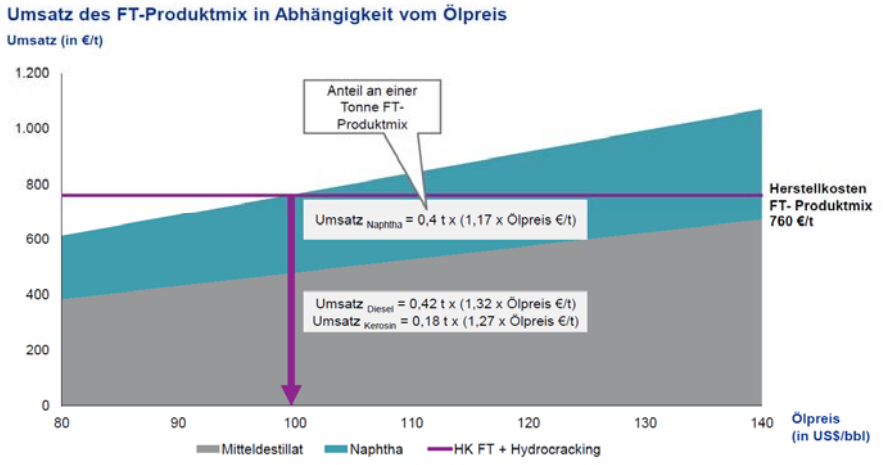
- Energieversorger
- Mineralölindustrie
- (Petro-)chemische Industrie
- Anlagenbauer
- Hochschulen
- Forschungseinrichtungen

Technik: Know-how Ausbau und Erprobung sind zwei entscheidende Bausteine
Akzeptanz: Braunkohle muss als heimischer Energie- und Rohstofflieferant und lokaler Wirtschaftsfaktor mehr wahrgenommen werden

VORWEG GEHEN

Der Ölpreis determiniert den Wert des FT-Produktmixes aus BK; die Gewinnschwelle wird bei einem Ölpreis von ~100 US$/bbl erreicht

Umsatz des FT-Produktmix in Abhängigkeit vom Ölpreis



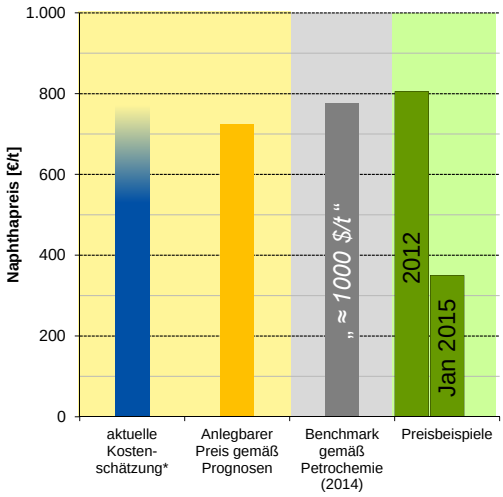
Anm.: Vergleichsfaktoren zu UK Brent: Diesel Faktor 1,32 zum Ölpreis, Kerosin Faktor 1,27, Naphtha Faktor 1,17 (Errechnung Average von 2005-2014). Erlös aus 60% Mitteldestillaten (70% Diesel, 30% Kerosin) und 40% Naphtha. Herstellkosten inklusive Abschreibung

© 2015 KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, a member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative ("KPMG International"), a Swiss entity. All rights reserved. The name KPMG, the logo and "cutting through complexity" are registered trademarks of KPMG International.

VORWEG GEHEN

Wirtschaftliche Perspektiven von CtL in der Petrochemie

Beispiel: Naphtha über Fischer-Tropsch



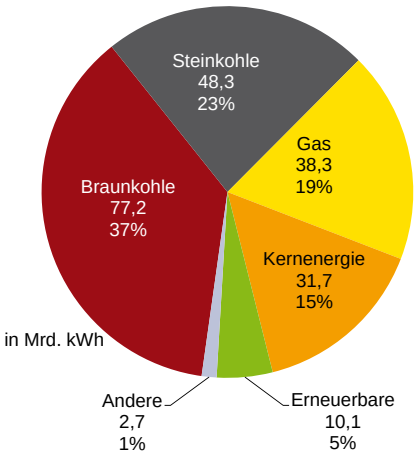
- → Wirtschaftlichkeit unter best. Randbedingungen darstellbar
- → Wichtige Hebel:
  - Euro-Kurs
  - Finanzierungsoptionen / Zinsfuß
  - Economies of Scale / Nutzung vorhandener Infrastruktur
  - CO_2-Zertifikatekosten
  - Shale Gas / Shale Oil in Europa
  - Ölpreis-Schocks und -Dips

- Es wird mittel- bis langfristig für CtL/CtG-Produkte eine wirtschaftliche Perspektive gesehen.

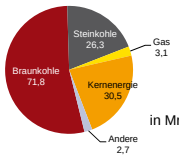
VORRWEG GEHEN

*Basis der Berechnung: 500 MW_{th}, 1,3 Mio. t RBK / a, 525 Mio.€ Invest, Annex-Konzept

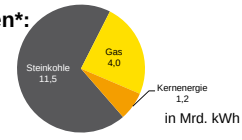
RWE Stromproduktion 2014



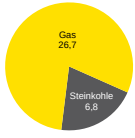
BRD*:
134,4 Mrd. kWh



Niederlande/Belgien*:
16,7 Mrd. kWh



GB*:
33,5 Mrd. kWh



Gesamtproduktion 2014:
208,3 Mrd. kWh

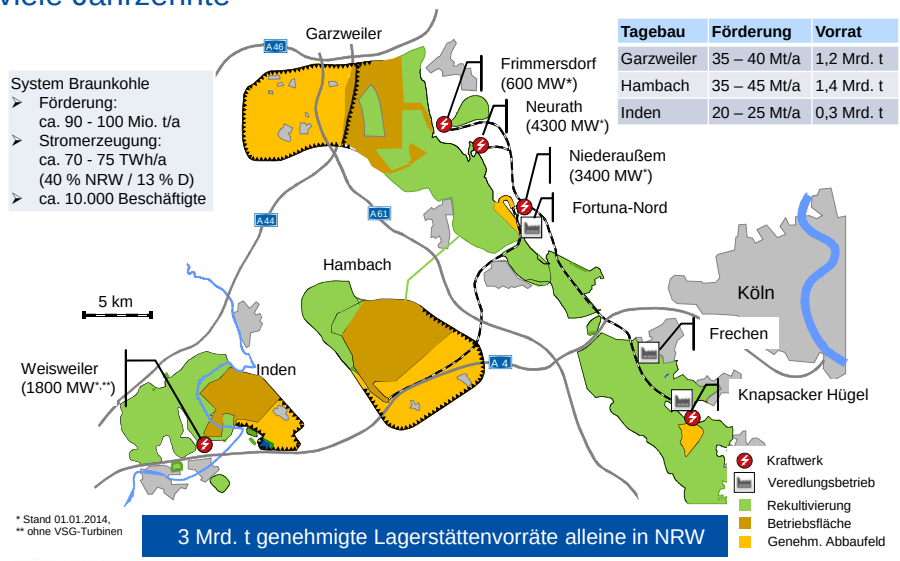
*ohne Erneuerbare

VORRWEG GEHEN

Unsere genehmigten Lagerstättenvorräte reichen noch über viele Jahrzehnte

System Braunkohle
- Förderung: ca. 90 - 100 Mio. t/a
- Stromerzeugung: ca. 70 - 75 TWh/a (40 % NRW / 13 % D)
- ca. 10.000 Beschäftigte

Tagebau	Förderung	Vorrat
Garzweiler	35 – 40 Mt/a	1,2 Mrd. t
Hambach	35 – 45 Mt/a	1,4 Mrd. t
Inden	20 – 25 Mt/a	0,3 Mrd. t



* Stand 01.01.2014,
** ohne VSG-Turbinen

3 Mrd. t genehmigte Lagerstättenvorräte alleine in NRW

VORWEG GEHEN

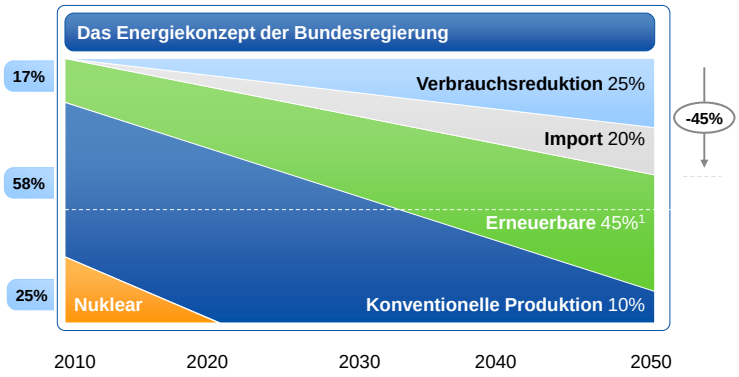
Rheinische Braunkohle (Mischung)

Exemplarische Zusammensetzung

Bestandteil	Einheit	Wert
C	% wt.	28,100
H (ohne H_2O)	% wt.	2,010
O (ohne H_2O und Asche)	% wt.	9,356
N	% wt.	0,320
S	% wt.	0,390
Cl	% wt.	0,014
H_2O	% wt.	55,400
Asche (Oxide)	% wt.	4,410
Na	ppm wt.	430
K	ppm wt.	104
Ca	ppm wt.	6921
Mg	ppm wt.	1491
Al	ppm wt.	569
Si	ppm wt.	9441
Fe	ppm wt.	2455
Ti	ppm wt.	67
Unterer Heizwert $_{roh}$	kJ/kg	9183
Oberer Heizwert $_{roh}$	kJ/kg	10974
Unterer Heizwert $_{waf}$	kJ/kg	24605
Oberer Heizwert $_{waf}$	kJ/kg	27305

VORWEG GEHEN

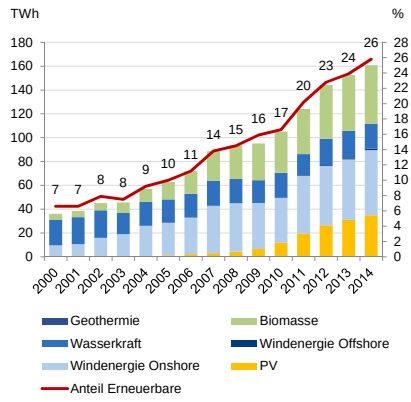
Deutschland hat sich für das Erreichen der Energiewende ehrgeizige Ziele gesetzt



[1] In Verbindung mit dem geringeren Strombedarf und 20% Import ergibt das die oft zitierten 80% Erneuerbaren
Quelle: EWI/Prognos/GWS study

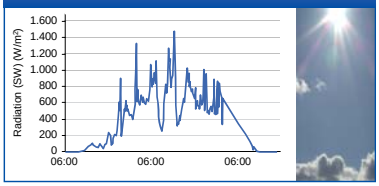
In allen Szenarien wird die fluktuierende Stromerzeugung auf Basis von Sonne und Wind weiter stark zunehmen

Beitrag der erneuerbaren Energien zur Bruttostromerzeugung Deutschland (2000 bis 2014)



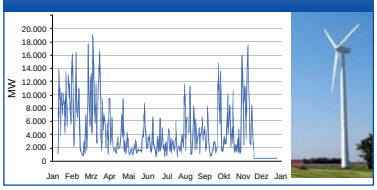
Quelle: BMWi, AG Energiebilanzen

Tagesgang der solaren Einstrahlung 9.11.2009

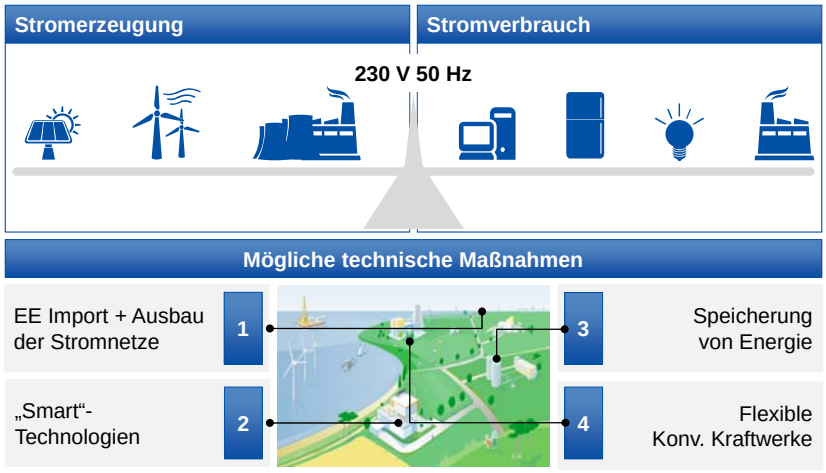


Quelle: Alfred Wegener Institut

Windstromeinspeisung 2008



Zur Deckung der Residuallast stehen prinzipiell vier Wege zur Verfügung

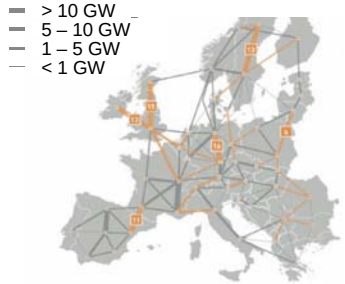


Quelle: RWE, 2011

VORWEG GEHEN

Der Ausbau der Stromnetze kann bei der Verteilung Erneuerbarer Energien innerhalb Europas helfen

Europäische „Kupferplatte"



- Kosteneffektiv: Aufbau "Supergrid" kostet weniger als 10% des EE-Ausbaus
- Erhöhung der gesicherten Leistung aus EE durch interregionale Verknüpfung

Quelle: ECF Szenarien 2010, Dii 2011 (jeweils mit RWE Beteiligung)

Aber: Die Umsetzung ist unsicher/langwierig und Import ungewiss

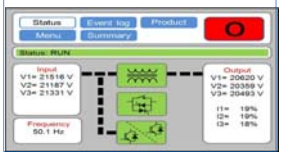
- Öffentliche Akzeptanz oft nicht gegeben
- Komplexe politische Lage und zeitintensive Genehmigungsverfahren
- EE in Europa meist nur überall gleichzeitig oder gleichzeitig nicht verfügbar
- Die Gesamtmenge der EE kann die Versorgung nicht gewährleisten

VORWEG GEHEN

“Smart Country” auch langfristig eher eine Insellösung für ländliche Gebiete

Kontinuierliches Monitoring:

Volltransparenter Online-Zugriff auf Status aller Assets ermöglicht intelligente Kontrolle



Biogas-Speicher:

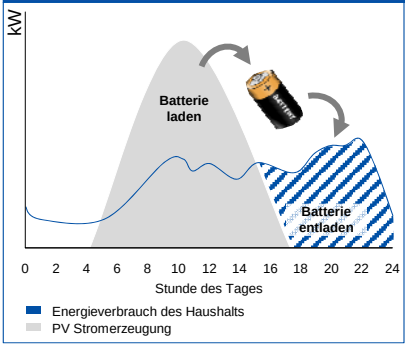
Entkopplung von Last und Erzeugung. Flexible KWK im Zusammenspiel mit EE

Mittel- und Niederspannung:

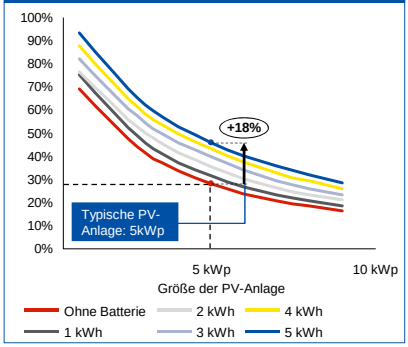
Maximierung der Ausnutzung der Netzkomponenten zur Integration maximaler EE

Steigerung des Eigenverbrauchs aus PV über Batterien könnte schon zeitnah attraktiv werden

Der Zeitpunkt von PV-Stromerzeugung und -verbrauch werden entkoppelt



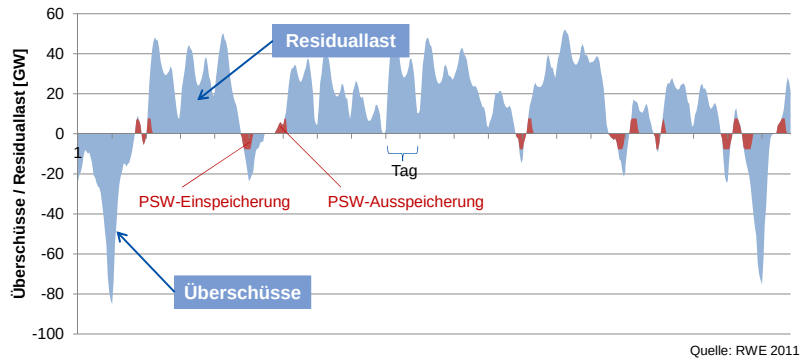
Bei einem Einfamilienhaus steigert eine Batterie den Eigenverbrauch um ca. 20%



Private Kurzzeitspeicher optimieren jedoch nur das Mikrosystem. Sie helfen nicht zwangsläufig, die Überschüsse im Gesamtsystem zu nutzen.

Zukünftige Lastprofile machen den Kurzzeitspeichern das Leben schwer

PSW-Einsatz (heutiger Ausbau) über einen 3-wöchigen Betrachtungszeitraum im Juni 2050

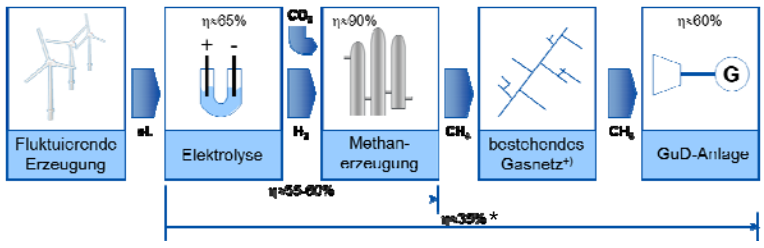


Quelle: RWE 2011

- Kurzzeitspeicher -zentral oder dezentral- können nur begrenzt eine Lösung sein

Methanisierung kann bei massivem EE-Ausbau lange Überschussphasen nutzen

Wirkungrad bei der Methanisierung

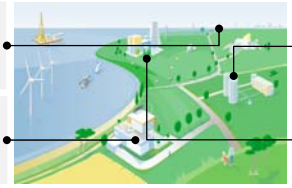


*: Aufwand für Warmhaltung nicht eingerechnet

- Methanisierung wird erst bei massivem EE-Ausbau (>65% EE) relevant
- Die Speicherverluste bei der Methanisierung sind hoch

Zur vollständigen Deckung der Residuallast sind konventionelle Kraftwerke weiterhin erforderlich

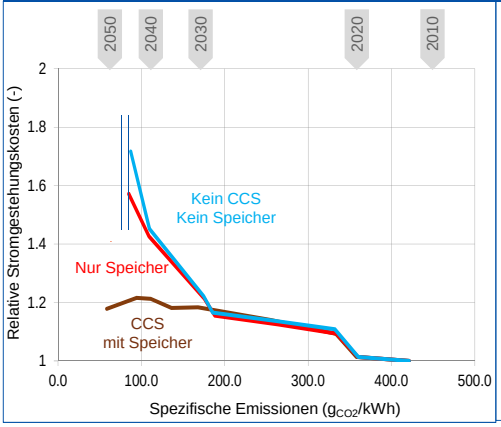
Mögliche technische Maßnahmen

Ausbau der Stromnetze	1		3	Speicherung von Energie
„Smart"-Technologien	2		4	Flexible konventionelle Kraftwerke

- Die Maßnahmen 1-3 sollen durch Verschiebung von Stromüberschüssen die Deckung der Residuallast erreichen
- Zeitweise fehlende Strommengen können nur durch zusätzliche Kraftwerke ausgeglichen werden.

Die CO_2 Minderungspläne lassen sich dennoch erreichen, z.B. über den Einsatz von CCS

Modellierung des Strommarktes in 2050 durch ZEP zeigt klare Vorteile für CCS

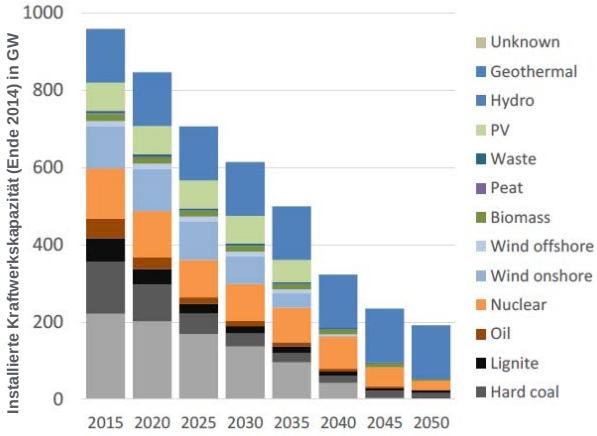


- CCS ist die günstigste Option
- Ohne CCS steigen die Kosten um 50%
- Ohne CCS kann es zu Versorgungsengpässen kommen
- Speicher ohne CCS sind keine Lösung
- Die günstigste Option ist die Kombination aus Speichern und CCS

Quelle: „CCS and the Elctricity Market", ZEP 2014

Problem: Der Europäische* Kraftwerkspark ist überaltert – es entsteht erheblicher Neubaubedarf

*) EU-27, Norwegen, Schweiz

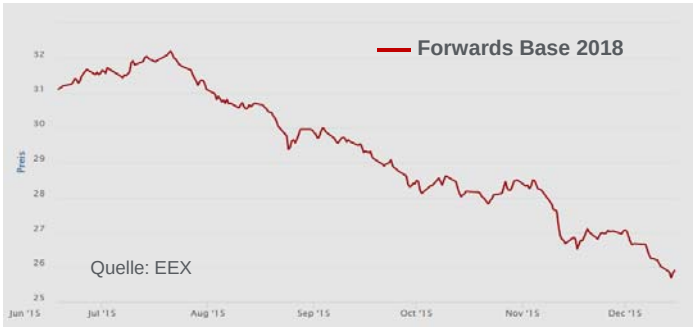


Quelle: Chalmers Database

VORWEG GEHEN

Neue Marktanreize erforderlich, um auch in Zukunft Betrieb und Neubau von Kraftwerken zu ermöglichen

Strompreis am Großhandels-Markt (€/MWh)

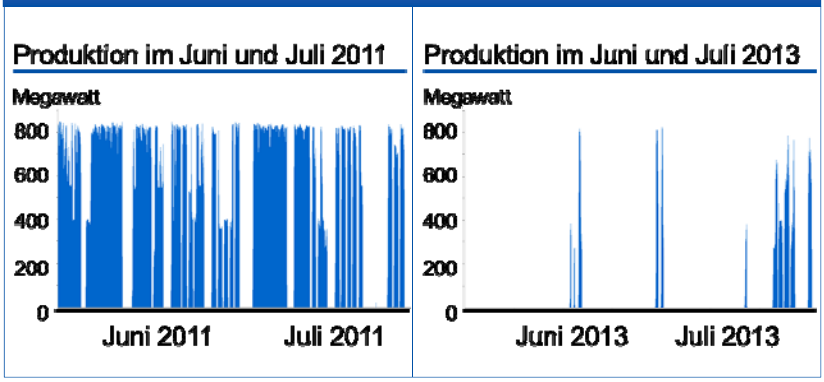


Dabei zu beachten: Geringer werdende Auslastung der Kraftwerke erhöht die zu deckenden Kosten in der Residuallast-Stromerzeugung!

VORWEG GEHEN

Auswirkungen niedriger Strompreise heute schon spürbar: Gaskraftwerke kaum noch im Einsatz

Beispiel: Neue GuD Lingen

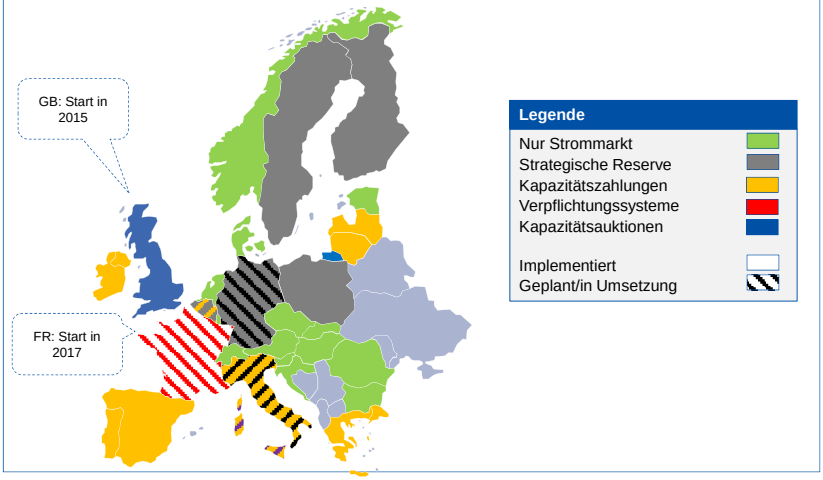


Quelle: RWE

Aufgrund der ambitionierten Pläne und fehlenden Incentives ist ein neues Strommarktdesign unumgänglich

Andere Länder sind beim Thema Marktanreizsystem Deutschland weit voraus

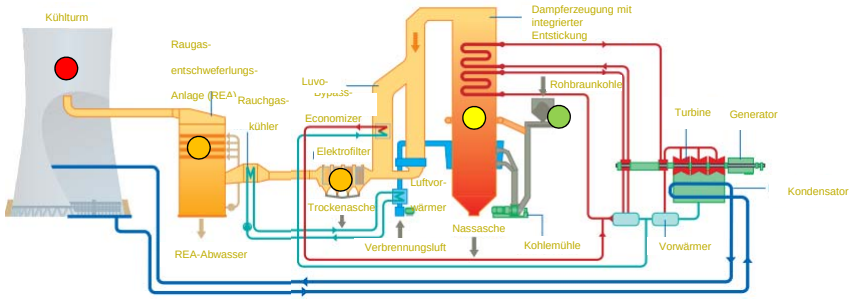
Kapazitätsmechanismen in Europa



Quelle: Eurelectric

Quecksilber

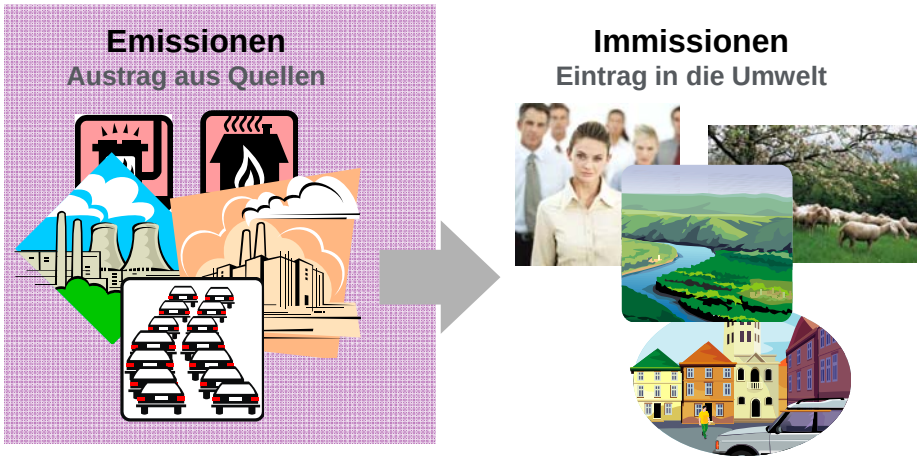
Im Prozess eines Braunkohlenkraftwerks



● Quelle ● Freisetzung ● Senke ● Emission

Bsp. KW Niederaußem

> Rheinische Braunkohle ist quecksilberarm
> Der Gehalt an Quecksilber beträgt rund 0,1 bis 0,21 mg/kg wasserfreier Kohle
> Heute wird Quecksilber zu bis zu 90 % von den vorhandenen Rauchgasreinigungs-anlagen (Elektrofilter, Entschwefelung) zurückgehalten.

RWE erforscht, anknüpfend an die vorhandene Rauchgasreinigungstechnik, Maßnahmen zur Verbesserung der Quecksilberabscheidung

Emissionen und Immissionen