



Stand: November 2008 ■ Gestaltung: Spohr's Büro für Kommunikation GmbH, Köln

STANDORT NIEDERAUSSEM – DAS INNOVATIONSZENTRUM KOHLE

VORWEG GEHEN

RWE POWER – DIE GANZE KRAFT

RWE Power ist der größte Stromerzeuger in Deutschland und ein führendes Unternehmen in der Energierohstoffgewinnung. Unser Kerngeschäft umfasst die Produktion von Strom und Wärme – kostengünstig, umweltschonend und sicher – sowie die Förderung fossiler Brennstoffe.

Dabei setzen wir auf einen breiten Primärenergiemix aus Braun- und Steinkohle, Kernkraft, Gas und Wasserkraft, mit dem wir Strom im Grundlast-, Mittellast- und Spitzenlastbereich produzieren.

RWE Power agiert in einem Markt, der durch einen intensiven Wettbewerb geprägt ist. Unser Ziel lautet, an der Spitze der führenden nationalen Stromerzeuger zu bleiben und unsere internationale Position auszubauen. So wollen wir die Zukunft der Energieversorgung maßgeblich mitgestalten.

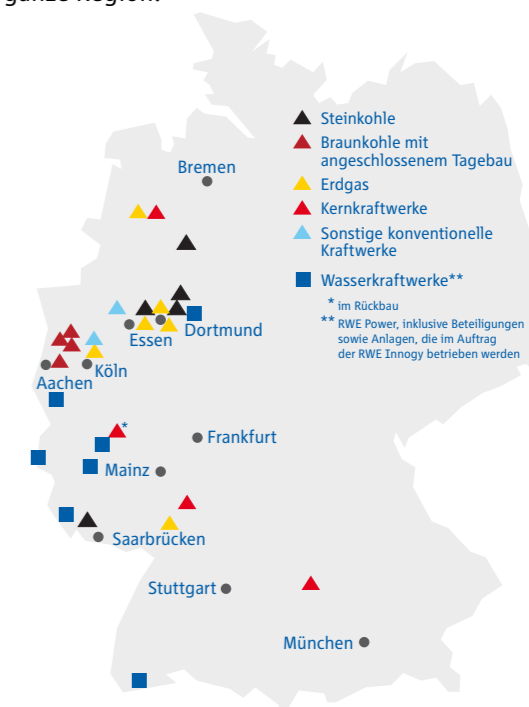
Eine auf dieses Ziel fokussierte Strategie, unterstützt durch ein effizientes Kostenmanagement, ist die Basis für unseren Erfolg. Dabei verlieren wir einen wichtigen Aspekt unserer Unternehmensphilosophie nie aus den Augen: den Umweltschutz. Der schonungsvolle Umgang mit der Natur und ihren Ressourcen ist bei RWE Power mehr als nur ein Lippenbekenntnis.

Unsere gesunde wirtschaftliche Basis sowie die kompetente und engagierte Arbeit der rund 17.000 Beschäftigten unter dem Dach von RWE Power ermöglichen es uns, die Chancen im liberalisierten Energiemarkt konsequent zu nutzen.

Unser unternehmerisches Handeln ist dabei eingebettet in eine Unternehmenskultur, die von Teamgeist und interner wie externer Offenheit gekennzeichnet ist.

Mit einem etwa 30-prozentigen Anteil an der Stromerzeugung sind wir die Nummer eins in Deutschland und mit neun Prozent die Nummer drei in Europa. Das wollen wir auch zukünftig bleiben. Und dafür arbeiten wir – mit ganzer Kraft.

Einer der Schwerpunkte von RWE Power ist das rheinische Braunkohlenrevier. Dort fördert RWE Power jedes Jahr rund 100 Millionen Tonnen Braunkohle, die größtenteils zur Stromerzeugung genutzt werden. Braunkohle benötigt keine Subventionen, bietet vielen Menschen im Revier Arbeit und Ausbildung, sichert über Gehälter und Steuern Kaufkraft und ist damit ein volkswirtschaftlicher Aktivposten für die ganze Region.





STANDORT NIEDERAUSSEM – DAS INNOVATIONSZENTRUM KOHLE

BoA 1, der modernste Braunkohlenkraftwerksblock der Welt, ist Kristallisationspunkt für Hochtechnologie: Die Region forscht, die Welt profitiert.

Deutschland will den Anteil der erneuerbaren Energieträger an der Stromerzeugung bis 2020 auf 20 bis 30 Prozent steigern. 70 Prozent des Stroms müssen dann noch mit herkömmlichen Energieträgern erzeugt werden. Deshalb sind sich alle Experten darin einig, dass die Kohle auch in Zukunft eine wichtige Rolle im Energiemix spielt - übrigens nicht nur in Deutschland, sondern in der ganzen Welt. Dazu kommt: Unser Land verfügt über eigene, große Kohlelagerstätten.

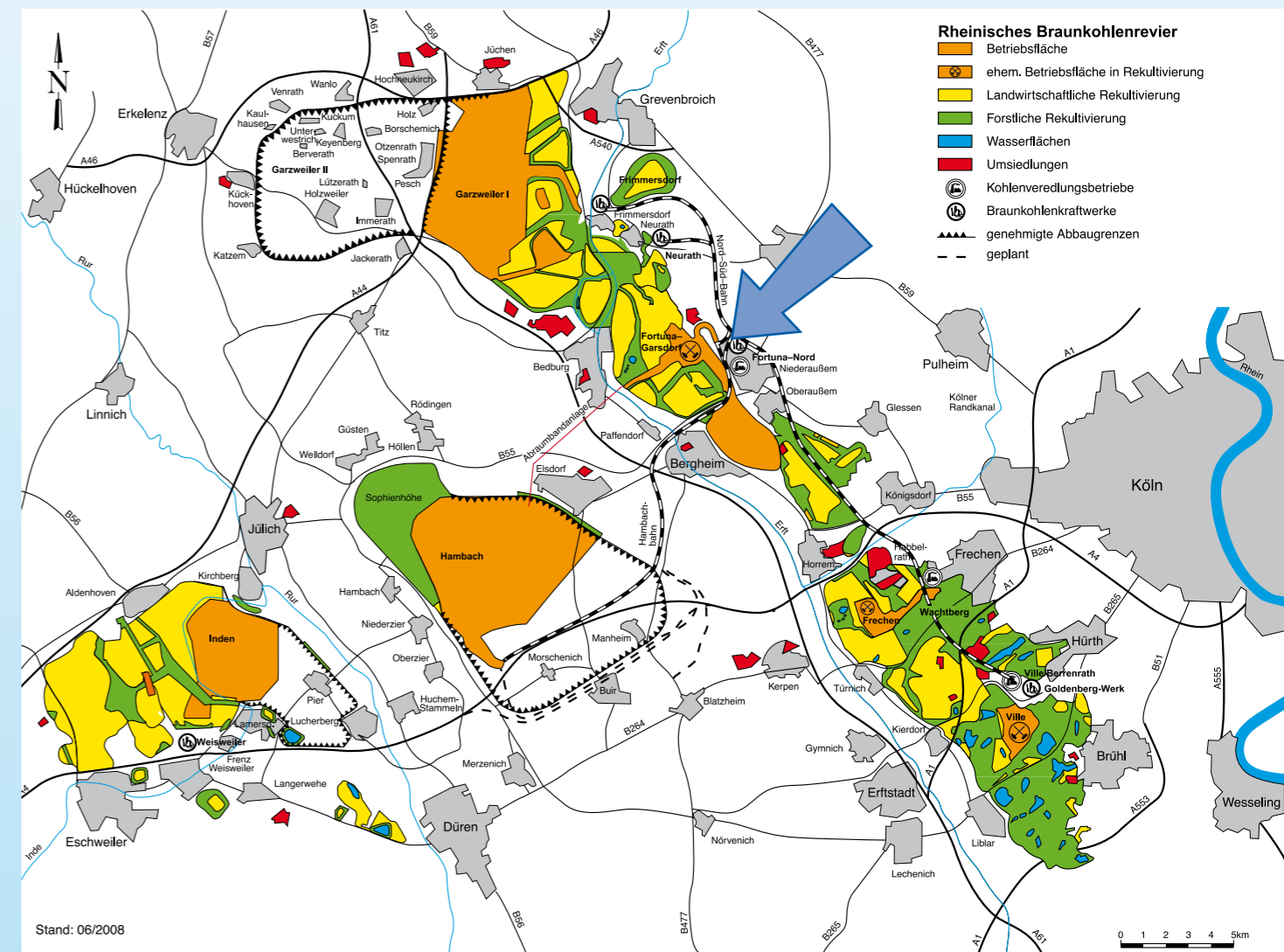
Die vier deutschen Braunkohlenvorkommen sichern zurzeit 25 Prozent unserer Stromversorgung; RWE Power deckt mit ihren rheinischen Braunkohlenkraftwerken rund 13 Prozent des Strombedarfs. Die Zahlen zeigen: Braunkohle macht uns ein Stück weniger abhängig von Importenergien, wie Erdgas und Steinkohle, und deren Preisrisiken.

Doch die unbestreitbaren volkswirtschaftlichen Vorteile allein rechtfertigen die Nutzung der Kohle nicht. Zusätzlich muss sie durch eine technologische Offensive immer umwelt- und klimaverträglicher werden, muss der CO₂-Ausstoß bei der Stromerzeugung mit Braun- und Steinkohle vermindert werden. Dazu baut RWE Power mit Milliardenaufwand neue Kraftwerke, die je nach Energierohstoff 25 bis 30 Prozent weniger CO₂

ausstoßen als Altanlagen. Gleichzeitig arbeitet das Unternehmen an Technologien und Verfahren, die die Stromerzeugung aus Kohle im Interesse von Effizienz, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

In einer Prototypanlage führt RWE Power die selbst entwickelte Vortrocknung von Braunkohle nach dem Wirbelschichtverfahren (WTA) zur großtechnischen Einsatzreife. Sie soll den Wirkungsgrad der Stromerzeugung mit Braunkohle um weitere vier Prozentpunkte steigern. Ebenfalls am BoA-1-Block entsteht der Hochleistungswäscher REAplus; das 5,5 Millionen Euro teure Forschungsvorhaben soll Möglichkeiten zur weiteren Emissionsreduzierung eröffnen. Die CO₂-Wäsche-Pilotanlage erprobt demnächst die Abscheidung von Kohlendioxid aus dem Rauchgas. Das weltweit einzigartige RWE-Algenprojekt erkundet Möglichkeiten, abgetrenntes CO₂ in pflanzliche Substanz einzubinden und nutzbar zu machen.

RWE Power konzentriert diese zukunftsweisenden Aktivitäten an ihrem traditionsreichen Kraftwerksstandort Niederaußem, der damit zum „Innovationszentrum Kohle“ wird. In Niederaußem ist 2003 unter dem Namen „BoA 1“ der modernste Braunkohlenkraftwerksblock der Welt in Betrieb gegangen. Auf dieser Anlage und ihrer Technologie bauen alle laufenden Forschungsprojekte auf. Damit sammelt RWE Power nicht nur technologische Erfahrungen, sondern gewinnt auch in der betrieblichen Praxis wertvolle Erkenntnisse, die sich auf andere Projekte und Anlagen übertragen lassen.



DIE GESCHICHTE DES STANDORTS

Niederaußem ging im Jahre 1963 mit zwei 150-Megawatt-Blöcken ans Netz, und zwar als Werk IV des nahe gelegenen älteren Kraftwerks Fortuna, das 1988 abgerissen wurde.

Von 1965 bis 1974 wurde das Kraftwerk Niederaußem um vier 300- und zwei 600-Megawatt-Blöcke auf eine Gesamtleistung von 2.700 Megawatt ausgebaut. Gegen Ende der 1980-er Jahre wurden die Blockanlagen aufwändig mit Rauchgasentschwefelungs- und -entstickungseinrichtungen nachgerüstet. Als Nebenprodukt der Rauchgasentschwefelung fallen Jahr für Jahr Tausende Tonnen Gips an, die in einer Anfang der 1990-er Jahre neben dem Kraftwerk errichteten Anlage zu handelsüblichen Produkten für die Baustoffindustrie weiterverarbeitet werden.

1994 wurden die Turbinen des Kraftwerks strömungstechnisch optimiert, um bei gleichem Kohleeinsatz mehr Strom erzeugen zu können. Die installierte Gesamtleistung Niederaußems erhöhte sich dadurch auf 2.840 Megawatt. Dem gleichen Ziel dient auch die geplante Modernisierung der beiden 600-Megawatt-Blöcke, die 2008 und 2009 ansteht und in die RWE Power 130 Millionen Euro investiert.

Besondere Bedeutung kommt dem Kraftwerksstandort Niederaußem zu, weil hier seit dem Jahre 2003 der erste und bislang



einzigste BoA-Block im Regelbetrieb Strom erzeugt. Erbaut von 1998 bis 2002 bei Gesamtkosten von gut einer Milliarde Euro, ist diese 1.000-Megawatt-Anlage gegenwärtig der leistungsfähigste, modernste, effizienteste und umweltfreundlichste Braunkohlenkraftwerksblock weltweit. Das Kraftwerk beschäftigt etwa 800 Mitarbeiter. Dazu kommt eine ähnlich hohe Zahl an Arbeitsplätzen bei Zulieferern und Dienstleistern. Im angeschlossenen Ausbildungszentrum bildet RWE Power über den eigenen Bedarf hinaus gegenwärtig etwa 80 junge Menschen aus.

DER KRAFTWERKSPROZESS

BoA ist eine Abkürzung und steht für „Braunkohlenkraftwerk mit optimierter Anlagentechnik“.

Der physikalisch-technische Vorgang der Umsetzung chemischer, in der Braunkohle gespeicherter Energie in elektrische Energie ist bei BoA im Prinzip derselbe wie bei älteren Kraftwerksblöcken, aber er vollzieht sich mit deutlich erhöhtem Wirkungsgrad.

Am Anfang dieses Prozesses steht immer die Verbrennung der Rohbraunkohle im Kraftwerkskessel, der auch präziser als Dampferzeuger bezeichnet wird. Im BoA-Block werden in jeder Stunde 847 Tonnen Braunkohle verbrannt und damit 2.663 Tonnen Dampf erzeugt; das entspricht einer Wärmeleistung von 2.306 Megawatt. Der Kessel wird von zahlreichen Wasserleitungen durchzogen, deren Inhalt durch die frei werdende Wärme in überhitzten Dampf verwandelt wird. Der Dampf durchströmt dann die auf einer Welle angeordneten Schaufelreihen einer Turbine, die im Falle des BoA-Blocks 1.012 Megawatt leistet. Die Energie des Dampfes versetzt die Turbinenwelle in Drehung, wodurch der mit der Welle verbundene Generator Strom erzeugt, der dann in das Versorgungsnetz eingespeist wird.

Der Dampf verliert beim Durchströmen der Turbinenschaufeln naturgemäß an Druck und

Temperatur und gibt seine Energie an die Turbine ab. Nachdem er den Hoch-, den Mittel- und zuletzt den Niederdruckteil der Turbine durchlaufen hat, ist der Dampf so weit entspannt, dass er im unterhalb der Turbine installierten Kondensator wieder zu Wasser wird. Das Wasser gelangt daraufhin wieder in den Wasser-Dampf-Kreislauf.

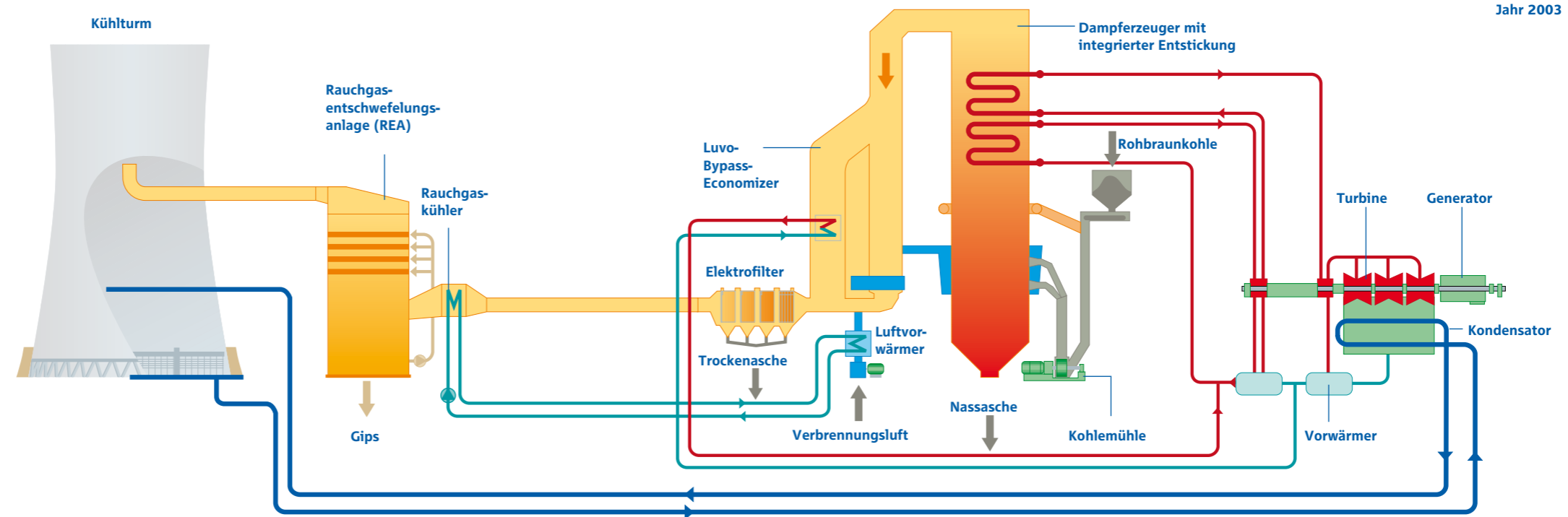
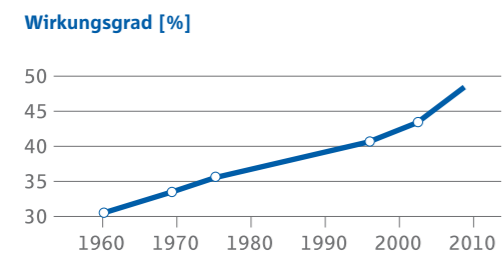
Bei der Verbrennung der Kohle im Kessel wird nicht nur Dampf erzeugt, sondern es entstehen auch Rauchgase, die Stickoxide, Schwefeldioxid und Staub enthalten. Bei diesen Substanzen handelt es sich um Luftschadstoffe, die nur in sehr geringen, vom Gesetzgeber festgelegten Mengen in die Atmosphäre gelangen dürfen. Die Stickoxidbildung wird bereits im Dampferzeuger vermindert, und zwar durch gezielte Zufuhr der Verbrennungsluft. Ascherückstände aus der Verbrennung werden aus den Rauchgasen entfernt, indem die Staubpartikel in den so genannten Elektrofiltern statisch aufgeladen und an Plattenelektroden abgeschieden werden. Die so gefilterten Rauchgase weisen nach dieser Behandlung lediglich 0,1 Prozent der ursprünglichen Staubmenge auf. Die Entschwefelung vollzieht sich mit Hilfe einer Suspension aus feinem Kalkpulver und Wasser, mit der die Rauchgase in der Rauchgasentschwefelungsanlage beregnet werden. Kalk und Schwefel verbinden sich dabei zu Gips, der später von der Bauindustrie genutzt wird. Die gründlich gereinigten Rauchgase unterschreiten die strengen deutschen Grenzwerte zum Teil deutlich und können nun über den Kühlturm in die Atmosphäre entlassen werden.

Das Braunkohlenkraftwerk mit optimierter Anlagentechnik (BoA): Verbesserungen an vielen Stellen des Kraftwerksprozesses führen insgesamt zur Erhöhung des Wirkungsgrades. Sie steigern damit die Ausnutzung des Brennstoffs Braunkohle und mindern gleichzeitig den CO₂-Ausstoß pro erzeugter Kilowattstunde Strom.

Mittlerer Wirkungsgradgewinn eines 950-MW-BoA-Blocks



Jahr 1957 Durchschnittlicher Netto-Wirkungsgrad eines 150-MW-Blocks
 Jahr 1976 Durchschnittlicher Netto-Wirkungsgrad eines 600-MW-Blocks



DAS BESONDERE AN BOA

Der Kernpunkt der BoA-Technik ist die Anhebung des Drucks und der Temperatur des überhitzten Frischdampfes.

Mit 252/60 bar und 580/600°C liegen die Dampfwerte deutlich höher als bei den älteren Braunkohlenkraftwerksblöcken. Ein weiteres wesentliches Element: Die unvermeidlichen Wärmeverluste im Kraftwerksprozess werden verringert, indem praktisch alle Prozess-Schritte optimiert werden. So wird die in den Rauchgasen enthaltene Restwärme mit Hilfe zusätzlicher Wärmetauscher teilweise zurückgewonnen. Diese Wärme wird zum Beispiel dazu benutzt, die Verbrennungsluft und das umlaufende Kessel-speisewasser vorzuwärmen. Bei älteren

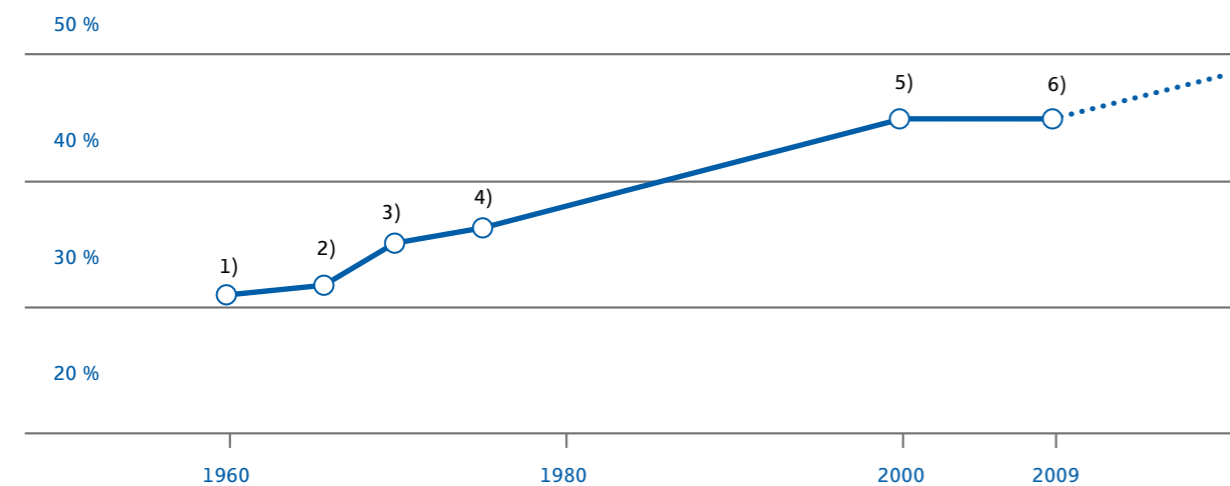
Blöcken stammt die hierzu erforderliche Wärme ausschließlich aus dem Verbrennungsprozess selbst, geht also dem eigentlichen Dampferzeugungsprozess verloren.

Fazit: BoA nutzt den Brennstoff wesentlich besser aus, wodurch der Wirkungsgrad der Anlage deutlich steigt.

Im gleichen Sinne sind alle BoA-Verfahrensschritte daraufhin ausgelegt, die zwangsläufig auftretenden Wärmeverluste auf das technisch und wirtschaftlich mögliche Minimum zu reduzieren. Dazu trägt auch der besonders leistungsfähige Kühlturm bei. Neben diesen wärmetechnischen Einsparpotenzialen wurde auch der elektrische Eigenbedarf gegenüber den Altanlagen erheblich reduziert.

Wirkungsgradentwicklung

Nettowirkungsgrad



1) Frimmersdorf: 150 MW
2) Frimmersdorf: 300 MW

3) Niederaußem: 300 MW
4) Neurath: 600 MW

5) Niederaußem: BoA 1, 1.000 MW, n > 43 %
6) Neurath: BoA 2 & 3, 1.100 MW, n > 43 %

BESSERE LUFT DANK BOA

Der BoA-Prozess ermöglicht einen Wirkungsgrad von gut 43 Prozent, das heißt, dieser Prozentsatz der in der Braunkohle enthaltenen chemischen Energie wird effektiv in elektrische Energie umgewandelt. Bei den älteren Kraftwerksblöcken geschieht dies mit einem Wirkungsgrad von 31 bis 35 Prozent.

BoA verbraucht also bei gleicher Strommenge weniger Kohle und erzeugt somit weniger brennstoffbedingte Schadstoffemissionen. Der Kohlendioxid (kurz: CO₂)-Ausstoß des 1.000-Megawatt-BoA-Blockes ist daher bei vergleichbarer Stromerzeugung älterer Anlagen um bis zu drei Millionen Tonnen im Jahr geringer, die Staub-, Schwefeldioxid-, und Stickoxidemissionen gehen um rund 30 Prozent zurück.

Der für den BoA-Block betriebene Aufwand zur Verringerung der Emissionen beschränkt sich nicht allein auf den Kraftwerksprozess und auf die genannten Luftschadstoffe, sondern bezieht auch alle anderen möglichen Emissionsformen und -quellen ein, insbesondere Schall und verbrennungsunabhängige Staubbildung. Sie alle werden, auch in den infrastrukturellen Nebenanlagen, im Einklang mit relevanten gesetzlichen Vorgaben wirksam bekämpft.

Zu diesem Zweck wurden alle Anlagenteile des BoA-Blocks eingehaust und alle Gebäudeöffnungen mit Schalldämmkulissen aus-



gestattet. Mit diesen umfassenden Immissionsschutzmaßnahmen setzt der Standort Niederaußem Maßstäbe, die auch für andere, zukünftige BoA-Standorte gelten.

WTA: VORBILD NIEDERAUSSEM

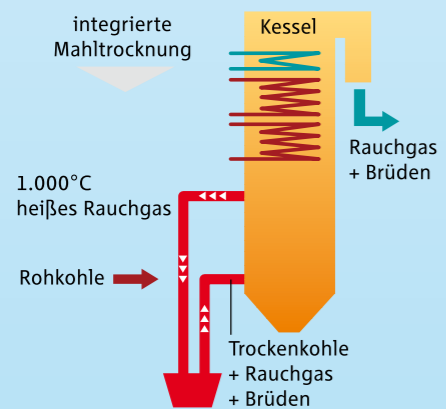
Die Anstrengungen von RWE Power, Braunkohle effizienter und damit umweltfreundlicher zu verstromen, hören mit der BoA-Technologie nicht auf. Der nächste Schritt wird schon getan – in Niederaußem.

Rohbraunkohle hat einen hohen natürlichen Wassergehalt von bis zu 60 %. Dieses eingelagerte Wasser verschlechtert die Verbrennung der Kohle, daher muss jeder industriellen Nutzung dieses Energierohstoffs eine Trocknung vorgeschaltet sein, um möglichst viel Wasser aus der Kohle zu entfernen.

In konventionellen Braunkohlenkraftwerken wird die Kohle getrocknet, indem ein Teil der bei der Verbrennung entstehenden

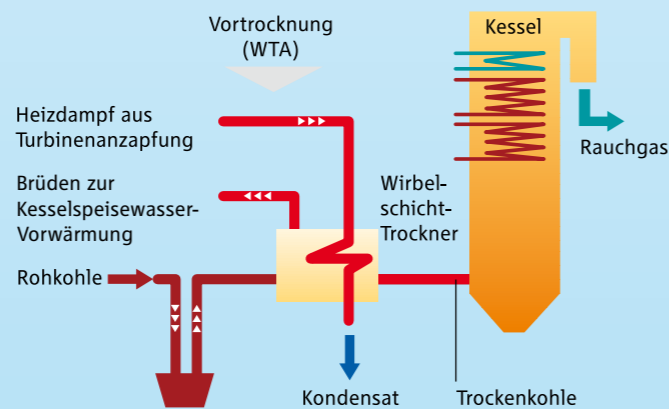
900 bis 1.000°C heißen Rauchgase aus den Kraftwerkskesseln dem Rauchgasstrom entnommen und mit der feuchten Rohbraunkohle zusammengeführt wird. Das Kohlenwasser verdampft und gelangt in den Kessel. Die zur Trocknung der Kohle aufgewandte Verdampfungswärme geht im Prozess verloren. Dieser Prozess kostet vergleichsweise viel Energie, die für die Stromerzeugung nicht zur Verfügung steht. Die Folge: Es muss insgesamt mehr Kohle verbrannt werden, was wiederum einen höheren CO₂-Ausstoß nach sich zieht. Besser wäre daher ein energetisch günstigeres Trocknungsverfahren, bei dem weniger Abwärme ungenutzt bleibt. Ein solches Verfahren existiert bereits, und bewähren soll es sich im Kraftwerk Niederaußem.

BoA-Konzept



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

BoA-Konzept mit vortrockneter Braunkohle



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



WTA

Das Kürzel WTA steht für Wirbelschichttrocknung mit interner Abwärmenutzung. Die WTA-Technologie ist eine Eigenentwicklung von RWE Power und wird seit 1993 in einer kleinen Anlage auf dem Gelände des Veredelungsbetriebes in Frechen erfolgreich erprobt und ständig verbessert. Im Kraftwerk Niederaußem geht 2008 eine große, 50 Millionen Euro teure WTA-Prototypanlage in Betrieb. Die Anlage, die pro Stunde 210 Tonnen Rohkohle verarbeiten kann, verfügt über eine

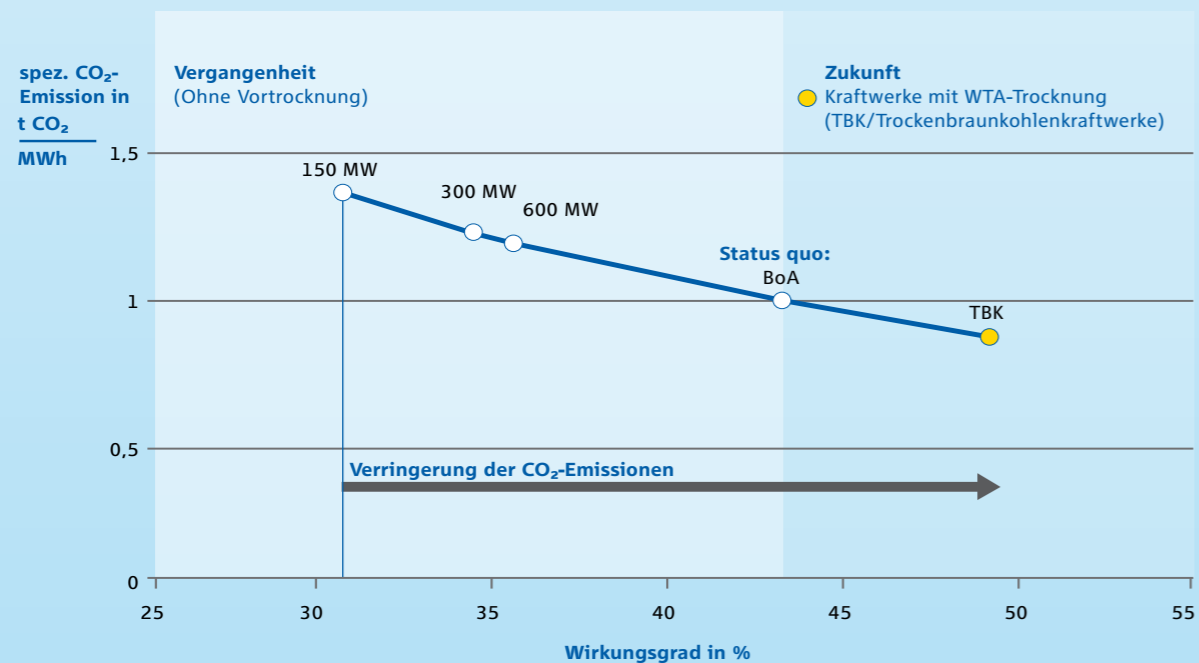
Verdampfungskapazität von 100 Tonnen Wasser pro Stunde und ist die größte Braunkohlentrocknungsanlage der Welt. Dem Niederaußemer BoA-Block vorgeschaltet, soll sie etwa 20 bis 30 Prozent der für den Block bestimmten Rohbraunkohle vortrocknen, um dabei den wirtschaftlichen und technischen Nutzen der Wirbelschichttrocknung im Dauerbetrieb unter Beweis stellen zu können.

Wie die WTA funktioniert

Zentraler Bestandteil des WTA-Verfahrens ist der Wirbelschichttrockner, in dem die fein gemahlene Rohbraunkohle in einer Gasströmung aus bereits verdampftem Kohlewasser in der Schwebe gehalten wird. In diesem Zustand können die Kohlepartikel bei einer Temperatur von nur 110°C getrocknet werden. Die dazu erforderliche Wärme wird aus dem Niederdruckdampf des BoA-Blocks ausgekoppelt. Der Block gewinnt die Wärmeenergie teilweise zurück, weil durch Kondensation des verdampften Kohlewassers die dabei freiwerdende Kondensationswärme in den BoA-Block zurückgeführt wird und dort zum Vorheizen des Kes-

selspeisewassers benutzt wird. Die vorgetrocknete Braunkohle hat nun einen Wasseranteil von nur noch 12 Prozent. Sie kühlt ab, wird in Silos zwischengespeichert und dann im BoA-Block mitverbrannt.

Das WTA-Verfahren ermöglicht eine wesentlich bessere energetische Nutzung der Kohle und soll bei künftigen Braunkohlenkraftwerken zu einer weiteren Wirkungsgradsteigerung um etwa vier Prozentpunkte auf dann bis zu 48 Prozent führen.



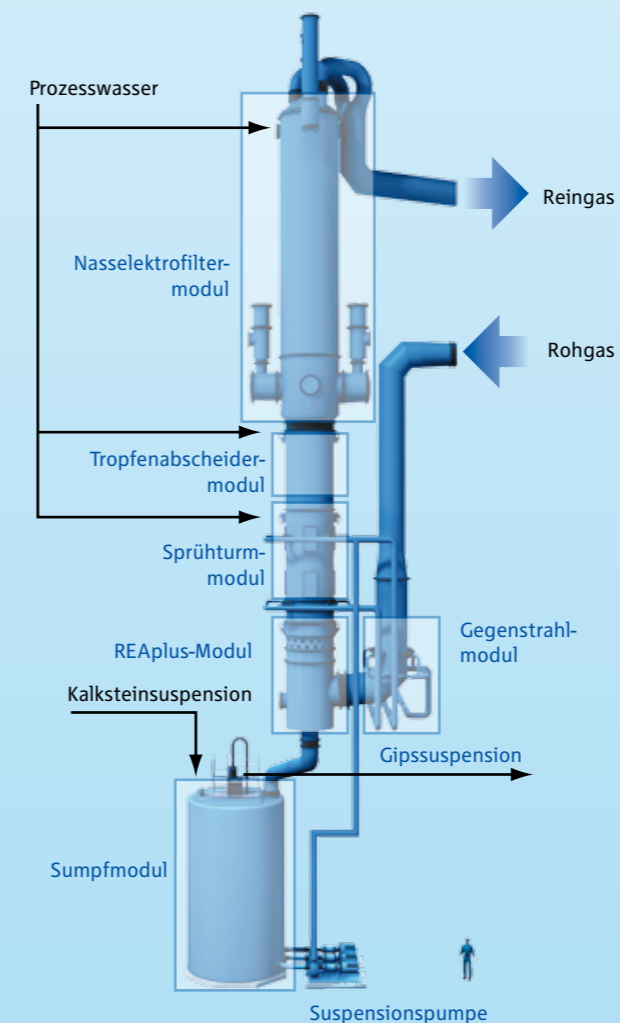
DER HOCHLEISTUNGSWÄSCHER REAPLUS

Seit den 80-er Jahren filtern Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen (REA) Schwefeldioxid (SO₂) aus dem Rauchgas der Braunkohlenkraftwerke.

Das Reinigungsverfahren, bei dem das SO₂ mit Hilfe einer Kalksteinlösung ausgewaschen wird, hat sich seit langem bewährt. Heute werden mehr als 95 Prozent der Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken und Industrieanlagen weltweit auf Basis dieser Verfahrenstechnik zuverlässig und erfolgreich betrieben.

Die hohe Wirksamkeit der gegenwärtigen Rauchgasreinigung ist für RWE Power jedoch kein Anlass zum Ausruhen, sondern vielmehr Ansporn zur Entwicklung neuer Verfahren, welche die Kohleverstromung zukünftig noch klimafreundlicher gestalten sollen. In diesem Zusammenhang steht das REAplus-Konzept, das RWE Power in Zusammenarbeit mit dem kompetenten österreichischen Anlagenbauer Austrian Energy & Environment (AE&E) am Standort Niederaußem in einer Versuchsanlage realisiert. Bei diesem Konzept geht es darum, die chemischen Prozesse bei der Entschwefelung noch weiter zu optimieren, um dadurch einen höchstmöglichen SO₂-Abscheidegrad zu erreichen.

Das Rauchgas wird dem Rauchgasstrom des BoA-1-Kraftwerksblocks entnommen und tritt dann horizontal in den unteren Bereich des Absorbers der Versuchsanlage ein. Dort strömt das SO₂-haltige Gas aufwärts und wird dabei intensiv mit einer Kalksuspension aus Wasser und darin gelöstem Kalksteinmehl berieselt. Das Wasser und der aus Kalk und Schwefel reagierte Gips sammeln sich im so genannten Sumpf der Anlage, wo der chemische Prozess der Gipsbildung durch Einblasen von Luft zum Abschluss gebracht wird. Die Suspension wird dann in Hydrozyklonen eingedickt und





anschließend der darin enthaltene Gips auf Vakuumbandfiltern bis auf eine Restfeuchte von 10 Prozent entwässert und der Weiterverarbeitung zugeführt.

Das entschwefelte Rauchgas verlässt den Absorber und durchströmt dann einen Tropfenabscheider, in dem die letzten noch vorhandenen Tropfen der Kalksuspension aus dem Gas herausgeholt werden. Das gereinigte Rauchgas verlässt so die Anlage und wird in den Rauchgasweg der BoA1 zurückgeführt.

Bei der REAplus Anlage können AE&E und RWE Power auf die bewährte Bauform des zylindrischen Absorberturms mit einem

integrierten Wäschersumpf zur Gipserzeugung zurückgreifen, die bereits seit Jahren erfolgreich bei der BoA1 eingesetzt wird. Der Fortschritt gegenüber den bisherigen Verfahren liegt in einem gestuften Ablauf des Waschprozesses und einem verbesserten Kontakt zwischen Kalksuspension und Rauchgas-SO₂. Die hocheffiziente Entschwefelung durch REAplus macht eine Vorbehandlung des Rauchgases in der demnächst ebenfalls an BoA1 angeschlossenen CO₂-Wäsche-Pilotanlage überflüssig. Die Kombination von REAplus und Post Combustion Capture schafft am Standort Niederaußem weltweit einzigartige Bedingungen zur Erprobung moderner, richtungsweisender Kraftwerkstechnik.

Illustration CCS
Werbeagentur

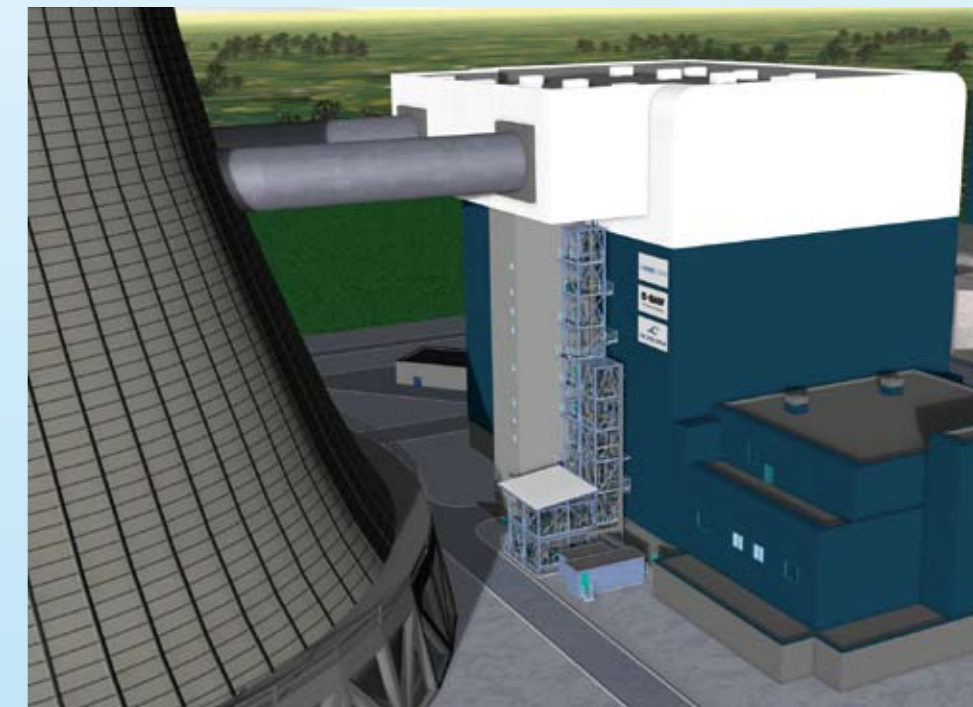
DIE CO₂-WÄSCHE-PILOTANLAGE IN NIEDERAUSSEM

Eines ist klar: Braunkohle ist ein wichtiger, ein unverzichtbarer Stützpfeiler der Stromversorgung Deutschlands.

Mit BoA und WTA verwirklicht RWE Power gegenwärtig bedeutende Maßnahmen zur Wirkungsgradsteigerung von Braunkohlenkraftwerken und damit zur nachhaltigen Verringerung von CO₂-Emissionen. Die Zukunft hält noch größere Herausforderungen bereit, denn angesichts des fortschreitenden Klimawandels soll die industrielle Nutzung fossiler Brennstoffe noch umweltfreundlicher gestaltet werden als heute. Kohlendioxid, das bei Verbrennungsvorgängen ganz unvermeidlich entsteht, soll gar nicht erst in die Atmosphäre gelangen, sondern vorher abgetrennt werden. Eine Möglichkeit dazu ist die so genannte CO₂-Wäsche.

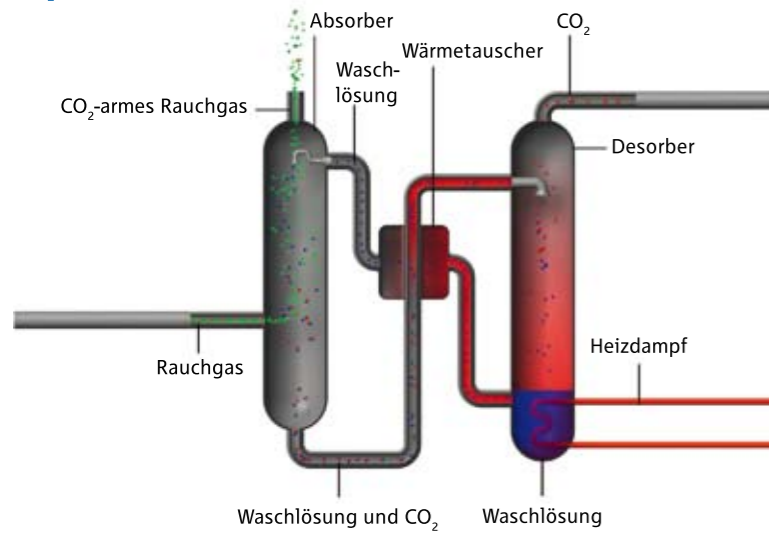
Wie die CO₂-Wäsche funktioniert

In der chemischen Industrie ist die CO₂-Wäsche ein bewährtes Verfahren, mit dem seit Jahren Kohlendioxid z. B. für die Getränke- oder die Düngemittelindustrie gewonnen wird. Für die Energiewirtschaft jedoch ist das Verfahren ein Novum. Die CO₂-Wäsche



greift am Ende des Kraftwerksprozesses ein, also nach den heute üblichen Rauchgas-Reinigungsanlagen. Kernstück einer Anlage zur CO₂-Wäsche ist ein Absorber, der eine Waschflüssigkeit, z. B. eine Lösung aus Aminen (eine Gruppe organischer Substanzen), enthält, die bei niedrigen Temperaturen Kohlendioxid aufnimmt und bei hohen Temperaturen abgibt. Das heruntergekühlte Rauchgas durchströmt den Absorber von unten nach oben und trifft dort auf

Illustration CCS Werbeagentur

CO₂-Rauchgaswäsche

die Waschlösung, die von oben nach unten fließt und dabei das CO₂ aufnimmt. Das CO₂-arme Rauchgas wird vor Verlassen des Absorbers mit Wasser beregnet, um Reste des Waschmittels aus ihm zu entfernen und gelangt dann über den Kühlturm in die Atmosphäre. Die mit CO₂ gesättigte Waschlösung hingegen wird in einen so genannten Desorber geführt und dort auf circa 120°C erhitzt, wodurch sich das CO₂ aus der Flüssigkeit wieder löst und nun in hoher Reinheit vorliegt.

Die CO₂-Wäsche-Pilotanlage in Niederaußem

Der BoA-Block am Standort Niederaußem ist mit der vorgeschalteten WTA ideal, um die CO₂-Wäsche unter modernsten Bedingungen zu testen. Im Rahmen einer Kooperation mit den Firmen BASF und Linde errichtet RWE Power hier eine Pilotanlage, deren Inbetriebnahme für die Mitte des Jahres 2009 vorgesehen ist.

In dieser Pilotanlage sollen alle Aspekte der CO₂-Wäsche 18 Monate lang unter realen Kraftwerksbedingungen auf ihre Funktionstüchtigkeit hin erprobt werden, um Erfahrungen für spätere Großanlagen zu sammeln. Dabei werden vor allem verbesserte CO₂-Waschflüssigkeiten von BASF und optimierte Prozesstechnik eingesetzt. Ein Ziel ist, den Energieaufwand bei der Abtrennung des CO₂ aus der Waschflüssigkeit zu minimieren. Für den Betrieb der Pilotanlage wird ein kleiner Teil des Rauchgases aus dem BoA-Block (circa 0,05 %) abgezweigt und in die Pilotanlage geleitet, die über alle erforderlichen technischen Einrichtungen einer großtechnischen Einheit verfügt. Die Höhe der CO₂-Wäsche-Pilotanlage entspricht mit etwa 40 Metern der einer späteren kommerziellen Anlage, um alle verfahrenstechnisch wichtigen Daten genau zu ermitteln. In der vorgesehenen Konfiguration können in der Pilotanlage so bis zu 300 Kilogramm CO₂ pro Stunde abgeschieden werden, was bei der verarbeiteten Rauchgasmenge einem Abtrennungsgrad von 90 Prozent entspricht.

Der große Vorteil des beschriebenen CO₂-Waschverfahrens liegt darin, dass man Kraftwerke mit den entsprechenden Anlagen nachrüsten könnte. RWE Power legt alle neu zu bauenden Kohlekraftwerke auf die Nachrüstung mit einer CO₂-Wäsche aus.

Für das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte CO₂-Wäsche-Pilotprojekt in Niederaußem sind Ausgaben in Höhe von 9 Millionen Euro vorgesehen, von denen das Ministerium 40 Prozent trägt.

DAS RWE-ALGENPROJEKT

Das bei der Verbrennung von Braunkohle (und anderer fossiler Brennstoffe) entstehende CO₂ kann nutzbringend und dabei klimaschonend verwendet werden. Ein Beispiel dafür ist das RWE-Projekt zur CO₂-Einbindung durch Mikroalgen in einer weltweit einzigartigen Pilotanlage in Niederaußem.

Mikroalgen sind ein- oder mehrzellige pflanzenartige Lebewesen, die Kohlendioxid zum Wachstum benötigen. Wie alle Pflanzen nehmen Mikroalgen CO₂ über die so genannte Photosynthese auf, also mit Hilfe von Licht, wachsen dabei aber circa zehnmal schneller als Landpflanzen. Mikroalgen können an Land in offenen oder geschlossenen Produktionsanlagen auch unter Verwendung von Siedlungsabwässern oder Brackwasser produziert werden. Zur Aufstellung der Anlagen können echte Brachflächen genutzt werden, auf denen kein landwirtschaftlicher Pflanzenanbau mehr möglich ist. Eine erhöhte Wachstumsrate wird erreicht durch die gesteuerte Zufuhr von CO₂ mittels CO₂-Quellen, die einen höheren CO₂-Gehalt als die Luft aufweisen. Daher eignen sich Rauchgase aus Kraftwerken sehr gut zur Produktion von Algen. Eine aufwändige Abtrennung von CO₂ aus dem Rauchgas ist hierzu nicht notwendig, da das Rauchgas direkt genutzt werden kann.



Vor einer großtechnischen Produktion der Mikroalgen muss jedoch die notwendige Technologie noch eingehend getestet werden. Zu diesem Zweck hat RWE Power in Zusammenarbeit mit erfahrenen Partnern am Kraftwerksstandort Niederaußem eine Anlage zur Einbindung von Kohlendioxid aus den Rauchgasen des Kraftwerks errichtet, die im November 2008 durch den nordrhein-westfälischen Ministerpräsidenten Dr. Jürgen Rüttgers in Betrieb genommen wurde. In ihrer endgültigen Ausbaustufe wird die Anlage auf einer Fläche von circa 1.000 Quadratmetern aufgestellt sein. Das im Rauchgas enthaltene CO₂ wird dabei in einer Algensuspension gelöst und von den Algen zum Wachstum aufgenommen. Die erzeugte Algenbio-

masse wird geerntet, analysiert und anschließend auf ihre optimale Umwandlung zum Energieträger, Treibstoff oder Baustoff zur Minderung von CO₂-Emissionen untersucht.

Die Anlage

Am Anfang des Prozesses steht die Entnahme von Rauchgas aus dem Kraftwerk Niederaußem. Das Rauchgas wird hinter der Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) eines Blocks abgezweigt und befindet sich damit in einem gereinigten Zustand, in dem es normalerweise an die Umgebung abgegeben wird.

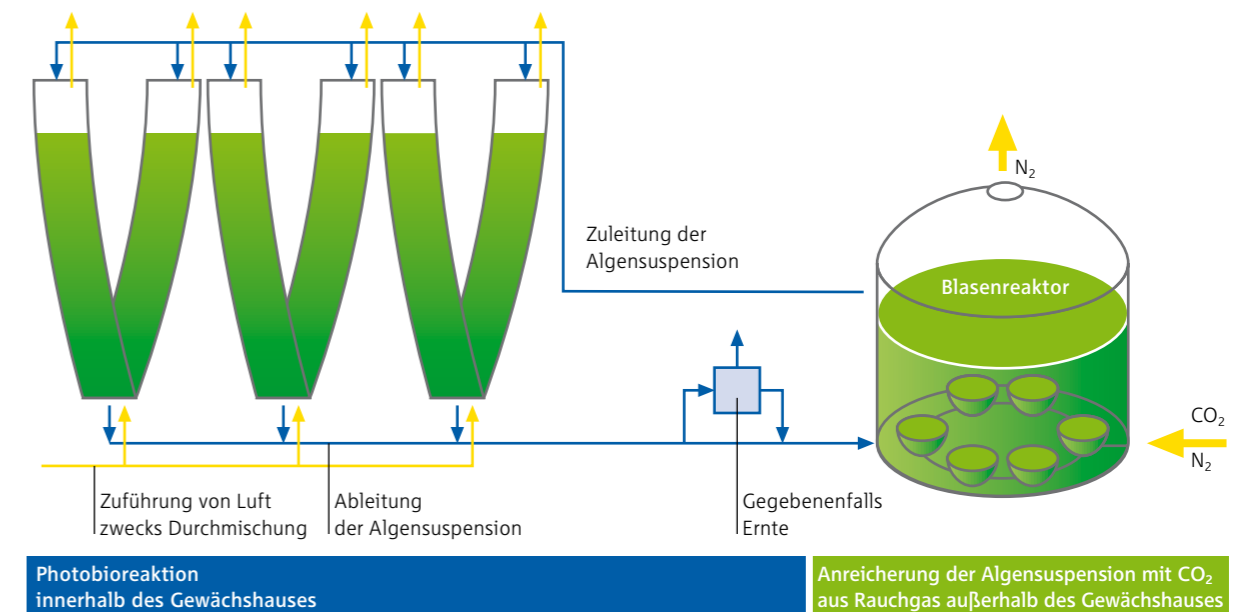
Damit der Wasserdampfanteil im Rauchgas in der angeschlossenen Rauchgasleitung zur Algenproduktionsanlage nicht kondensiert und die Leitung zusetzt, wird das Gas zunächst zur Trocknung abgekühlt und anschließend in einem Verdichter komprimiert. Die Rauchgasleitung besteht aus Kunststoff und hat eine Länge von circa 750 Metern.

Sie endet in einem Vormischbehälter, dem Blasenreaktor, neben dem Gewächshaus der Algenproduktionsanlage. In diesem Behälter befindet sich Algensuspension, bestehend aus Wasser mit einem Salzgehalt von maximal 3 Prozent und darin lebenden Mikroalgen. Am Boden des Blasenreaktors ist ein Düsenboden montiert, durch den das Rauchgas

in den Behälter einströmt. Die Rauchgasblasen perlen durch die Suspension, die dabei CO₂ aufnimmt.

Das von einem Teil des enthaltenen Kohlendioxids befreite Rauchgas gelangt über einen Kamin in die Atmosphäre, während die mit CO₂ angereicherte Algensuspension ins Gewächshaus geführt wird, in dem ganzjährig optimale Temperaturbedingungen für das Algenwachstum eingestellt werden können. Die dazu benötigte Wärme ist auf einem sehr niedrigen Temperaturniveau erforderlich und kann daher klimaschonend in Form nicht genutzter Kühlturmabwärme zur Verfügung gestellt werden.

Die Algensuspension fließt in zahlreiche so genannte Photobioreaktoren, V-förmige transparente Kunststoffschläuche, in denen die Algen unter Lichteinwirkung wachsen können. Die Mikroalgen lösen das CO₂ aus der Suspension heraus und wandeln es über die Photosynthese um. In jedem Photobioreaktor befinden sich circa 30 Liter Algensuspension, wobei über kleine Schläuche laufend von oben Suspension ein- und von unten abgeleitet und dem Blasenreaktor wieder zugeführt wird. Durch Messung der optischen Dichte wird der Algenanteil der Suspension ermittelt. Sobald er hoch genug ist, können die Algen geerntet und weiterverwendet werden. Die Algenproduktionsanlage in Niederaußem kann so bis zu 6 Tonnen Algen (Trockensubstanz) pro Jahr produzieren, wobei 12 Tonnen CO₂ eingebunden werden.



Das Untersuchungsprogramm

In der ersten Phase des Projektes sollen Untersuchungen zur Steigerung des Biomasseertrages durch den Einsatz unterschiedlicher Algenkulturen und verbesserter Gewächshaustechnik durchgeführt werden. Zudem wird eine Minimierung des Energieaufwands des Gesamtprozesses angestrebt, um die effektive CO₂-Einbindung zu optimieren.

Ein weiterer Schwerpunkt des Untersuchungsprogramms ist die Entwicklung von Konzepten zur Nutzung der Algen. Unter anderem werden hierbei grundlegende Untersuchungen zur hydrothermalen Karbonisierung, einem Verfahren zur Umsetzung der Algenbiomasse in energetisch nutzbare Produkte, und zur Vergärung durchgeführt. Weitere Erfolg versprechende Konversionspfade werden für eine folgende Projektphase ermittelt.

DIE CLEAN-COAL-STRATEGIE VON RWE POWER

CO₂-Wäsche und REAplus sind Bestandteile der so genannten Clean-Coal-Strategie, die RWE Power verfolgt, um die Kohleverstromung sauber und damit zukunftssicher zu machen. Diese langfristig angelegte Strategie verfolgt ihre ehrgeizigen Klimaschutzziele auf drei Zeithorizonten.

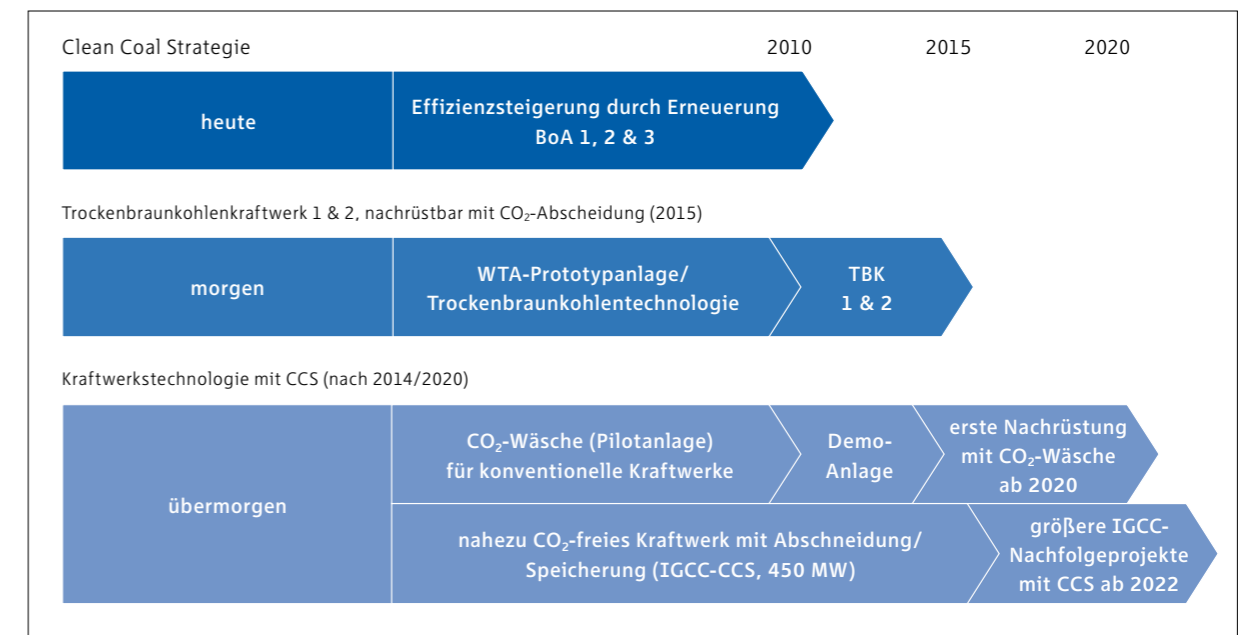
Die Projekte des ersten Horizonts sind solche, die gegenwärtig vorangetrieben werden, speziell die Erneuerung des RWE-Power-Kraftwerksparks durch Bau und Einsatz moderner, effizienter BoA-Kraftwerksblöcke wie in Niederaußem (BoA 1) und Neurath (BoA 2 & 3, im Bau). Allein die hier erzielte Wirkungsgradsteigerung auf 43 Prozent sorgt für eine CO₂-Einsparung von drei Millionen Tonnen pro BoA-Block und Jahr im Vergleich zu Altanlagen. Hinzu kommen neue, hocheffiziente Steinkohlekraftwerksblöcke an anderen Standorten.

Der zweite Zeithorizont erstreckt sich bis etwa 2015 und umfasst Projekte wie die Braunkohlentrocknung mittels WTA-Anlagen, wie jene in Niederaußem. Solche Anlagen sollen später großtechnisch in neuen Kraftwerksblöcken eingesetzt werden und bringen eine weitere Wirkungsgradsteigerung der betreffenden Blöcke auf rund 48 %. Ein weiteres, parallel zur Wirbelschichttrocknung betriebenes

Projekt im Rahmen dieses Zeithorizonts ist das so genannte 700°C-Kraftwerk. Dabei geht es um den Einsatz neuer Werkstoffe, die es ermöglichen sollen, Braun- und Steinkohlekraftwerke mit heißerem Dampf und höheren Dampfdrücken zu betreiben. Dampfparameter von 350 bar und 700°C erlauben eine Wirkungsgradsteigerung des betreffenden Kraftwerksblockes auf rund 50 %. Ziel beider Projekte ist die fortgesetzte bessere Ausnutzung des Brennstoffes, um bei geringerem Kohleeinsatz – und somit niedrigeren CO₂-Emissionen – ebenso viel Strom zu erzeugen wie in Altanlagen.

Der dritte Horizont ist auf den Zeitraum von 2015 bis 2020 ausgerichtet. Dabei verfolgt RWE Power das zweifellos ambitionierteste Ziel seiner Clean-Coal-Strategie, das CO₂-arme Kraftwerk. Auch hier wird an zwei verschiedenen technischen Ansätzen gearbeitet.

Da ist zum einen die bereits erwähnte CO₂-Wäsche, die in Niederaußem erstmals technisch erprobt werden wird. Dieses Verfahren wird, wie beschrieben, dem Kraftwerksprozess nachgeschaltet und ist als Nachrüstlösung für moderne Trockenbraunkohlenkraftwerke wie in Niederaußem vorgesehen.



Deutlich komplexer ist das zweite Verfahren, das mit der englischen Abkürzung IGCC-CCS (Integrated Gasification Combined Cycle and Carbon Capture and Storage, etwa: Kombikraftwerk mit integrierter Kohlevergasung sowie CO₂-Abtrennung und Speicherung) bezeichnet wird und das als technologisches Leuchtturmprojekt am Standort Goldenbergwerk in Hürth in Nordrhein-Westfalen in die Praxis umgesetzt werden soll. Hier ist die CO₂-Abtrennung nicht nachgeschaltet, sondern zentraler Bestandteil des technischen Gesamtprozesses. Bei der Kohlevergasung wird nach einem weiteren Zwischenschritt

ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlendioxid hergestellt. Das CO₂ kann hieraus leicht abgetrennt werden, um es anschließend zu komprimieren und über eine Pipeline zu einem Speicher zu transportieren. Der verbleibende Wasserstoff wird in einer Gasturbine verbrannt, und die Wärme treibt im nachgeschalteten Kraftwerksprozess eine Dampfturbine an. Der Wasserstoff kann alternativ dazu auch mit weiteren Umwandlungsverfahren beispielsweise zur Herstellung von synthetischem Erdgas oder Kraftstoffen wie Erdöl oder Diesel eingesetzt werden.



OHNE BAGGER LÄUFT NICHTS

Braunkohle ist im rheinischen Revier reichlich vorhanden, muss aber mit großem technischen und finanziellen Aufwand gewonnen werden.

Die stellenweise bis zu 70 Meter dicken Kohleflöze sind von noch weitaus mächtigeren Abraumschichten aus Sand, Ton und Kies bedeckt. Die lockere, nachgiebige Bodenstruktur im Rheinland macht die Braunkohlenförderung im Tagebau notwendig, deren wichtigstes Arbeitsgerät der Schaufelradbagger ist. Die insgesamt 20 Schaufelradbagger, die RWE Power in den drei Tagebauen einsetzt, sind zentraler Bestandteil einer hoch entwickelten, rationellen Gewinnungsmethode, die sich in den mehr als 50 Jahren bewährt hat.

Nachdem sie zunächst die obere fruchtbare Bodenschicht aus Löss und Humus und danach den Abraum abgetragen haben, beginnen die Schaufelradbagger mit der Gewinnung der freigelegten Braunkohle. 240 Meter lang, knapp 100 Meter hoch, und 13.500 Tonnen schwer sind die größten Schaufelradbagger im Revier. Dank seines Elektroantriebs mit umgerechnet bis zu 22.000 PS bewegt sich solch ein mobiles Großgerät rund um die Uhr durch den Tagebau und fördert innerhalb eines Tages bis zu 240.000 Festkubikmeter Braunkohle oder Abraum. Die Kohle gelangt zunächst

über kilometerlange Förderbandtrassen in den Kohlebunker auf dem Tagebaugelände, um von dort nach und nach mit der unternehmenseigenen Schwerlastbahn in die Kraftwerke und Veredelungsbetriebe von RWE Power zwischen Grevenbroich im Norden und Hürth im Süden des Reviers transportiert zu werden.

Die rund 500 Millionen Kubikmeter Abraum, die pro Jahr im Revier anfallen, werden über die gleichen Bandtrassen zu riesigen Absetzern geschickt, die das Material in den ausgekohlten Bereichen der drei Tagebaue verkippen. Unmittelbar darauf beginnt RWE Power mit der nachhaltigen Rekultivierung der in Anspruch genommenen Landschaft. So lag das Kraftwerk Niederaußem einmal in Sichtweite des Tagebaues Fortuna-Garsdorf. Einst eines der größten Bergwerke der Erde, finden sich dort heute ausgedehnte Felder, Wiesen und Waldflächen.

OFFEN FÜR DEN DIALOG – INFORMATION ZUM REVIER

Verständnis und darüber hinaus Akzeptanz für die Nutzung der Braunkohle setzen breite Information über den Nutzen, aber auch die Probleme dieses Industriezweigs voraus. Hierfür hat RWE unter anderem in dem über 400 Jahre alten Schloss Paffendorf bei Bergheim (Rhein-Erft-Kreis) ein Informationszentrum eingerichtet, in dem alle Aspekte der Braunkohlegewinnung und -verstromung dargestellt sind.

Schloss Paffendorf und das Kraftwerk Niederaußem mit seinem BoA-Block sind zwei von neun Stationen der „Straße der Energie“, auf der man bei einer Fahrrad- oder Autotour verschiedene Aspekte der Energieerzeugung und Rekultivierung kennen lernen kann. Darüber hinaus sind an allen Tagebauen Aussichtspunkte und Informationstafeln eingerichtet. Mehrmals jährlich lädt das Unternehmen zu Bus-Exkursionen durch den Tagebau Garzweiler ein. RWE Power will möglichst umfassend informieren.

Ziel ist es, Einigkeit über Fakten zu schaffen. Auf der Basis der Fakten sind dann Bewertungen möglich. Dass sie unterschiedlich ausfallen können, überrascht bei der Vielschichtigkeit des Themas nicht.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Öffnungszeiten, Anfahrtsskizzen und weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.rwepower.com (Download von Broschüren zum Thema Tagebau, Rekultivierung und Braunkohlkraftwerke)
www.innovationszentrum-kohle.de
www.braunkohle.de
www.braunkohle-forum.de
www.forschungsstellerekultivierung.de
www.strom.de
www.paffendorf-erft.de
www.rhein-erft-kreis.de
www.rhein-erft-tourismus.de

