



## DIE WTA-TECHNIK

Ein modernes Verfahren zur Aufbereitung und Trocknung von Braunkohle



VOR**RWE**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.

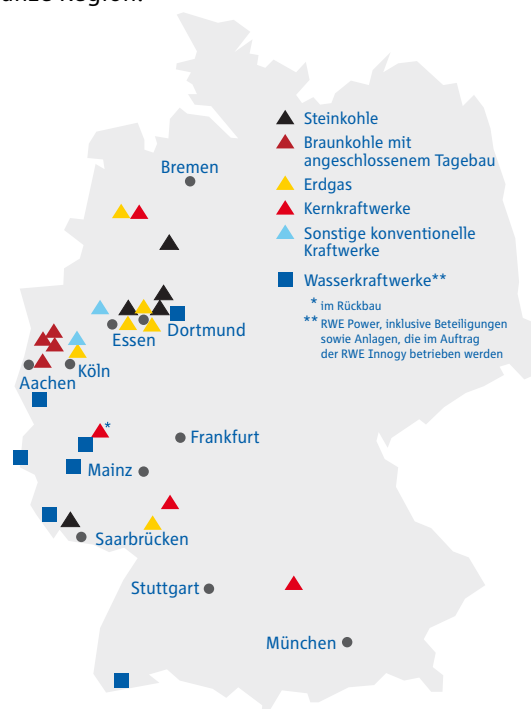
Eine auf dieses Ziel fokussierte Strategie, unterstützt durch ein effizientes Kostenmanagement, ist die Basis für unseren Erfolg. Dabei verlieren wir einen wichtigen Aspekt unserer Unternehmensphilosophie nie aus den Augen: den Umweltschutz. Der schonungsvolle Umgang mit der Natur und ihren Ressourcen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



## HÖHERE EFFIZIENZ, MEHR KLIMASCHUTZ

Wie kann man mit möglichst geringem Aufwand den größtmöglichen Nutzen erzielen und schädliche Nebenwirkungen vermeiden? Mit dieser Frage beschäftigen sich nicht nur Experten aus Wissenschaft und Technik.

Jeder versucht, zum Beispiel mit möglichst wenig Geld- oder Kraftaufwand das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Sei es beim täglichen Einkauf, bei Versicherungen oder bei der Wärmedämmung im Haus. Dahinter verbirgt sich das Grundprinzip guten Haushaltens: die Effizienz.

Nach dieser Regel treibt auch RWE die Entwicklung neuer Verfahren und Technologien voran. Der Anspruch: Energie muss immer besser, sprich sparsamer und damit klimaschonender verwendet werden. Das reicht dabei von der Rohstoffgewinnung bis zur Energieverwendung beim Endverbraucher. RWE leistet dazu auf allen Ebenen einen maßgeblichen Beitrag – auch mit intensiver Forschung und Entwicklung im Bereich der Kraftwerkstechnik.

Dort gilt es, die Effizienz der Stromerzeugung in die Höhe zu treiben: Je mehr Strom man zum Beispiel aus einer Menge Kohle herausholt, desto weniger Kohle braucht man pro erzeugter Kilowattstunde. Und desto weniger Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> entstehen.



## DAS PROJEKT

Kraftwerke liefern viel Energie, verbrauchen dabei aber auch einiges an Energie. Hunderte von Aggregaten, wie Förderbänder, Mahlanlagen, Motoren, Gebläse und Pumpen, sind dort für die einzelnen Verfahrensschritte auf Wärme und Strom angewiesen. Diesen Eigenverbrauch des Kraftwerks zu vermindern, ist ein wesentlicher Schlüssel zur Steigerung der Effizienz.

RWE Power hat im Innovationszentrum Kohle am Kraftwerk Niederaußem eine Prototypanlage zur Vortrocknung von Braunkohle errichtet. Damit schafft das Unternehmen eine entscheidende Voraussetzung für die

weitere Steigerung des Wirkungsgrads bei der Stromerzeugung aus Braunkohle.

Die Anlage arbeitet nach dem von RWE Power selbst entwickelten Wirbelschicht-Trocknungsverfahren mit interner Abwärmenutzung (WTA)\*. Sie ist dem benachbarten Kraftwerksblock K – dem 2003 ans Netz gegangenen ersten BoA-Block – vorgeschaltet und ersetzt dort bis zu 30 Prozent der sonst benötigten Rohbraunkohle. Damit wird diese Technik erstmals im Verbund mit einem Großkraftwerk erprobt. RWE Power investiert rund 50 Millionen Euro in Errichtung und Betrieb.



\* WTA ist ein durch mehrere Patente geschütztes Verfahren und ein eingetragenes Warenzeichen der RWE Power AG

## TROCKNEN – WICHTIG FÜR JEDE NUTZUNG DER BRAUNKOHLE

Für jede industrielle Nutzung muss Braunkohle getrocknet werden. Von Natur aus enthält sie bis zu 60 Prozent Wasser, das dort kapillar gebunden ist. Die eingelagerte Feuchtigkeit verschlechtert die Verbrennung der Kohle. Wegen des großen Wasseranteils ist die Trocknung ein energetisch aufwändiger Prozess. Energieeffizienz hat deshalb gerade hier einen besonderen Stellenwert.

Die WTA-Technik ist ein wichtiges Element der Anstrengungen, mit denen RWE Power den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Stromerzeugung mit Braunkohle weiter vermindert – höhere Effizienz bedeutet mehr Klimaschutz.

RWE Power will mit der Niederaußener Anlage nachweisen, dass sich die WTA-Trocknung im Dauereinsatz für die Braunkohlenverstromung technisch und wirtschaftlich eignet. Mit dem Einsatz der WTA-Technik könnte dann der bisher erreichte Wirkungsgrad der BoA-Technologie um rund zehn Prozent steigen. Bewährt sich die WTA, kann sie in künftigen Neubaukraftwerken eingesetzt werden – zum Beispiel im geplanten Trocknungsbraunkohlenkraftwerk TBK



von RWE Power. Durch die bessere Ausnutzung des Brennstoffes und dem damit verbundenen geringeren Brennstoffbedarf je erzeugter Kilowattstunde werden die Emissionen und damit auch die CO<sub>2</sub>-Werte im Interesse des Klimaschutzes weiter vermindert.

Für zukünftige fortschrittliche Braunkohlenkraftwerke – gleich welcher Technik, ob mit oder ohne CO<sub>2</sub>-Abtrennung – wird die Vortrocknung Grundvoraussetzung sein für die Erreichung noch höherer Wirkungsgrade.

# DIE AUFGABENSTELLUNG

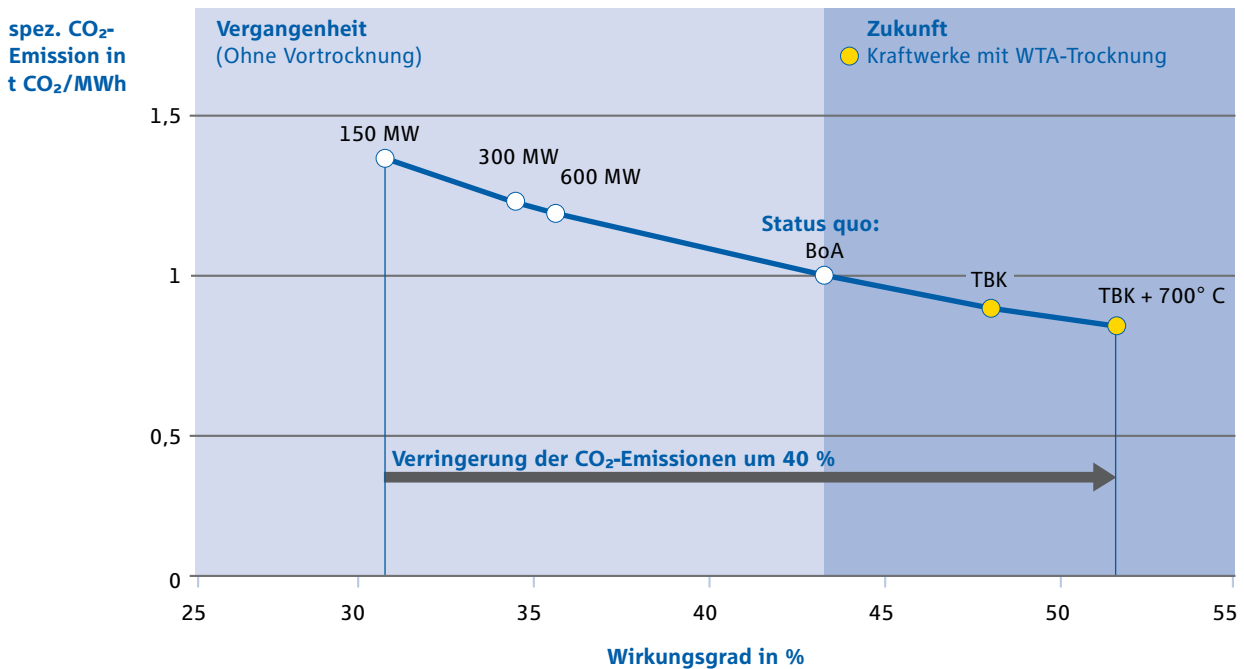
In konventionellen Braunkohlenkraftwerken wird der Brennstoff mit heißen Rauchgasen getrocknet, die mit einer Temperatur von 900 bis 1.000 Grad aus dem Feuerraum des Dampferzeugers abgezogen und in die Schlagradmühlen geleitet werden: Dort entziehen sie der Kohle einen großen Teil ihres Wassers, während sie zu feinem Staub zerkleinert wird.

Wird dieser kombinierte Vorgang entkoppelt und in Trocknung und Mahlung getrennt, kann die Kohle auf niedrigem Temperaturniveau

energetisch effizienter getrocknet werden. Das steigert den Wirkungsgrad des gesamten Kraftwerksprozesses deutlich.

Zwingend erforderlich ist die Vortrocknung der Braunkohle, wenn Strom in einem Kombi-Kraftwerk mit integrierter Kohlevergasung oder in einem Oxyfuel-Prozess erzeugt werden soll. Auch hier kann ein energetisch effizientes Trocknungsverfahren den Wirkungsgrad weiter erhöhen.

Bei so genannten Low-Rank-Kohlen mit hohem Wasser- und Aschegehalt kann die Vortrocknung den Heizwert so weit anheben, dass sie ohne Stützfeuer anderer Energieträger



Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad

zur Verbrennung in konventionellen Dampferzeugern eingesetzt werden können.

Um die Braunkohle zu gasförmigen und flüssigen Produkten sowie hochwertigen Festbrennstoffen verarbeiten zu können, muss der Wassergehalt auf 10 bis 20 Gewichtsprozent verringert werden. Als verfahrenstechnische Grundoperation hat die Trocknung auch für die Veredelung von Braunkohle eine Schlüsselstellung. Ein energetisch effizientes Trocknungsverfahren verbessert auch hier die Energiebilanz des Gesamtprozesses.

Als modernes Verfahren zur Aufbereitung und Trocknung von Braunkohle kann die WTA-Technik für alle genannten Prozesse eingesetzt und angepasst werden. Sie trägt maßgeblich dazu bei, den gesamten Prozess der Kohlenutzung energetisch zu optimieren und Emissionen zu senken. Da der Energieeinsatz zur Trocknung mit zunehmendem Wassergehalt steigt, ist die Wirkungsgradverbesserung durch die WTA-Technik kein konstanter Wert. Je größer der Anteil des zu entfernenden Wassers ist, um so größer ist das Potenzial der Wirkungsgradver-



besserung. Die mit der Stromerzeugung verbundenen Rauchgas-Emissionen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  u. a.) hängen direkt von der umgesetzten Brennstoffmenge und vom Wirkungsgrad des Kraftwerks ab. Die Wirkungsgradsteigerung durch die WTA-Technik trägt direkt dazu bei, die Emissionen zu senken und die Umweltfreundlichkeit der Stromerzeugung weiter zu erhöhen.

# DIE WTA-TECHNIK

## Verfahrenstechnische Grundlagen

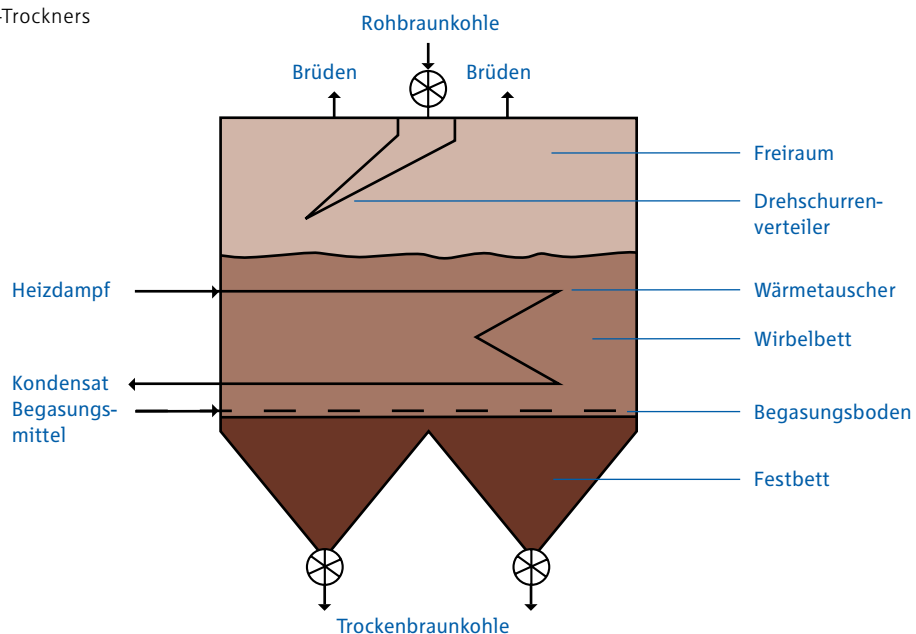
Die WTA-Technik arbeitet nach dem Prinzip der stationären, niedrig expandierten Wirbelschicht. So wird eine Schüttung von Feststoffpartikeln genannt, die durch eine aufwärts gerichtete Strömung – meist von Luft – in einen schwebenden bis fließenden Zustand versetzt wird. Die für die Trocknung erforderliche Energie wird über dampfbeheizte Wärmetauscher eingekoppelt, die im Wirbelschichttrockner eingebaut sind. Die Trocknung erfolgt in quasi 100 Prozent reinem, leicht überhitztem Wasserdampf. Dabei stellt sich bei konstantem Druck ein Gleichgewicht zwischen der jeweiligen Temperatur des Dampfes und der Restfeuchte der Trockenkohle ein. Bei einem Systemdruck von ca. 1,1 Bar und einer Wirbelschichttemperatur von 110

Grad stellt sich bei rheinischer Braunkohle ein Restwassergehalt von rund zwölf Prozent ein. Durch Regeln der Wirbelschichttemperatur kann der Wassergehalt eingestellt und konstant bei dem gewünschten Wert gehalten werden.

## Der Aufbau des Trockners

Die Kohle gelangt über eine Zellenradschleuse in den unter leichtem Überdruck stehenden Trockner. Mit einem speziell für die WTA-Technik entwickelten System im oberen Teil des Trockners wird die vorgemahlene Rohbraunkohle auf die Oberfläche der Wirbelschicht verteilt. Die Wirbelschicht wird mit Niederdruckdampf beheizt oder in Abhängigkeit von der Verfahrensvariante

Aufbau des WTA-Trockners







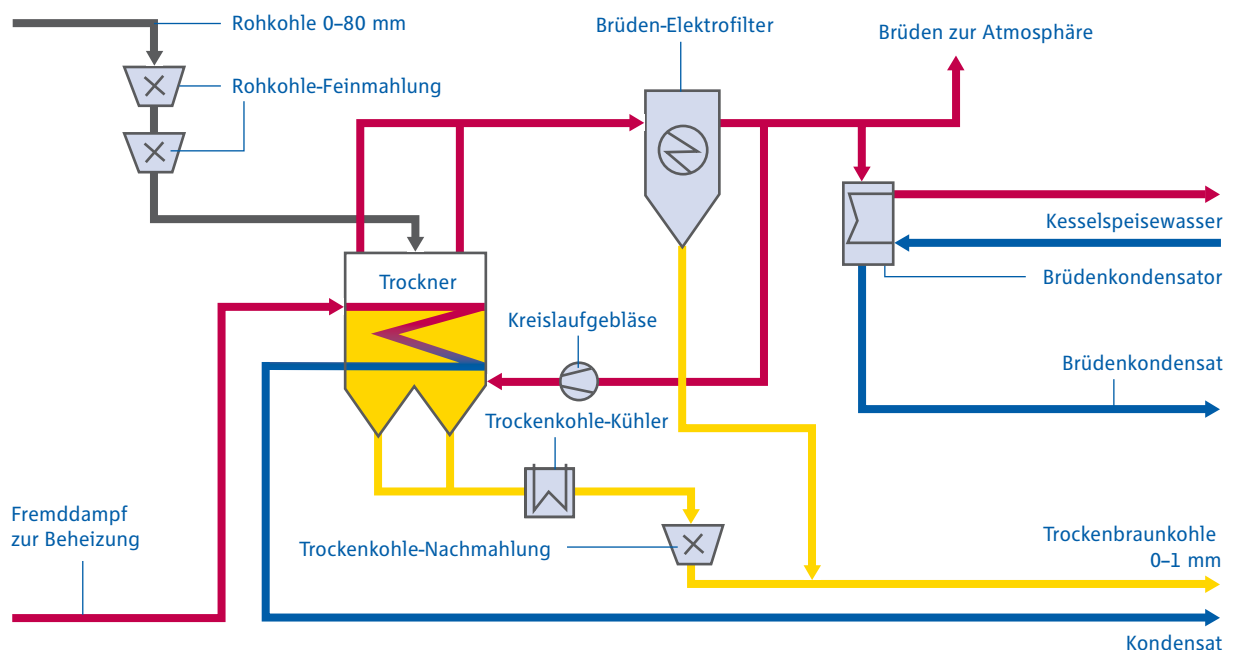
mit rekomprimiertem Brüden: Brüden ist der Fachausdruck für den bei der Trocknung aus der Braunkohle ausgetretenen Wasserdampf. Der Heizdampfdruck beträgt ca. drei bis vier Bar. Zum Verwirbeln (Fluidisierung) wird ein Begasungssystem eingesetzt, das auf die besonderen Bedingungen der Trocknung von Braunkohle abgestimmt ist. Unter dem Begasungsboden wird die trockene Kohle über Zellenräder aus dem Festbett ausgelesen. Der Trockner zeichnet sich durch eine hohe spezifische Leistung und eine besonders kompakte Bauweise aus.

### Varianten der energetischen Brüdenutzung

Die Trocknung von Braunkohle in der Dampfatmosfera hat gegenüber anderen Verfahren unter anderem den Vorteil, dass das ausgedampfte Kohlewasser isotherm, also bei konstanter Temperatur, kondensiert. Damit kann es energetisch effizient genutzt werden. RWE hat zwei Konzepte für die Nutzung des Brüdens zur großtechnischen Einsatzreife entwickelt:

- Die mechanische Brüdenrekompresseion als offener Wärmepumpen-Prozess zur Beheizung der Wärmetauscher des Trockners mit und ohne integrierte Kohlevorwärmung (siehe Seite 11).
- Die Kondensation des Brüdens zur Vorwärmung zum Beispiel von Kesselspeisewasser im Kraftwerksprozess, wie sie in Nieder- außerdem verwirklicht worden ist (siehe unten).

Verfahrensprinzip WTA mit Brüdenkondensation





Beide Varianten können in das WTA-Verfahren integriert werden. Sie erhöhen die Energieeffizienz des Trocknungsprozesses und verringern die Emissionen. Das anfallende Brüdenkondensat kann als Wasser industriell genutzt werden. Welches System der Brüdenutzung gewählt wird, wird unter anderem von der Trocknungsaufgabe und der Integration in einen Gesamtprozess bestimmt.

#### Rohkohle in unterschiedlichen Körnungen

Die WTA-Trocknung wurde für zwei Einsatzkorngrößen entwickelt: Die sogenannte Grobkorn-WTA arbeitet mit einer Braunkohle der Korngröße 0 bis 6 Millimeter, die Feinkorn-WTA mit 0 bis 2 Millimeter. Die gröbere Variante kommt dann zum Einsatz, wenn der nachfolgende Prozess Trockenkohle einer

Mindestkorngröße verlangt, wie die Vergasung im Hochtemperatur-Winkler-Verfahren oder die Verkokung von Braunkohle. Für alle anderen Prozesse ist die Feinkorn-Variante in der Regel die technisch und wirtschaftlich deutlich attraktivere Variante. Besonders als Vortrocknungsstufe konventioneller Kraftwerke hat die Feinkorn-WTA Vorteile. Denn die erzeugte Trockenkohle ist mit maximal 1 Millimeter Korngröße so fein, dass sie unmittelbar als Brennstoff im Dampferzeuger eingesetzt werden kann.

Für die vorab nötige Feinmahlung der grubenfeuchten Braunkohle hat RWE ein spezielles Verfahren entwickelt. Zwei in Reihe geschaltete Mahlstufen zerkleinern die Rohkohle von ca. 0 bis 80 Millimeter Korngröße auf die gewünschten 0 bis 2 Millimeter.

### Der Gesamtprozess der Feinkorn-WTA

Die Abbildung unten zeigt den Gesamtprozess in der Variante der Feinkorn-WTA mit vorgeschalteter Feinmahlung und integrierter mechanischer Brüdenverdichtung zur Nutzung der Brüdenenergie innerhalb des Trocknungsprozesses.

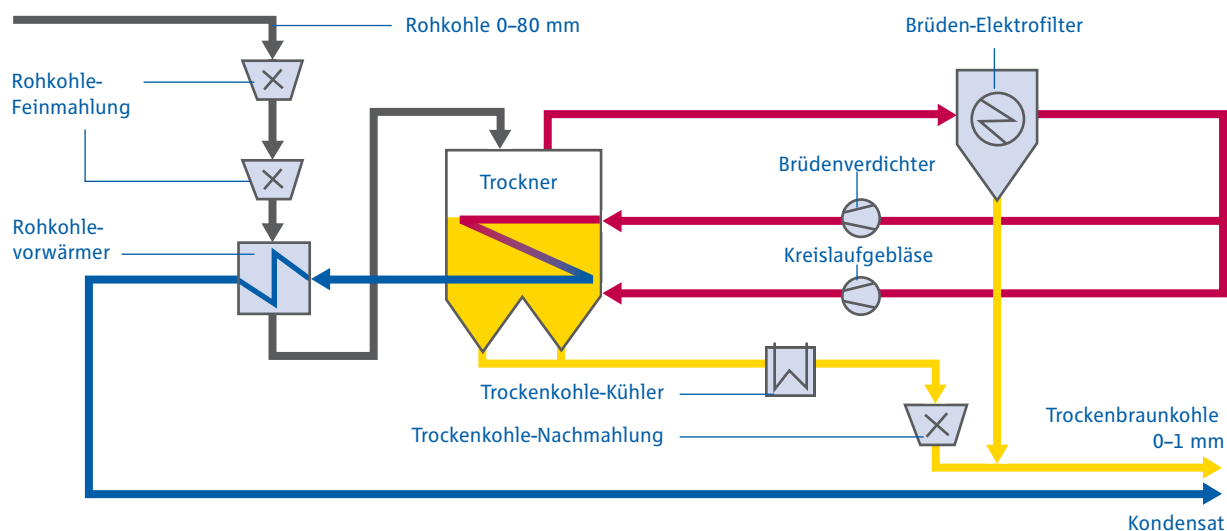
Das ausgedampfte Kohlewasser (Brüden) wird in einem Elektrofilter gereinigt und in einem Verdichter auf ca. vier Bar rekomprimiert, so dass es als Wasserdampf zur Beheizung des im Trockner installierten Wärmetauschers eingesetzt werden kann. Die fühlbare Wärme des Brüdenkondensats dient zur Vorwärmung der Rohbraunkohle auf ca. 65 bis 70 Grad. Die Energie aus dem

Brüden deckt damit in erheblichem Maße den Energiebedarf des Trockners. Ein Teil des gereinigten Brüdens wird wieder in den Trockner zurückgeführt und dient zur Verwirbelung der Rohbraunkohle.

Die Trockenkohle wird gekühlt und – falls erforderlich – mit einer in der WTA-Anlage integrierten Mühle auf eine Korngröße von 0 bis 1 Millimeter nachgemahlen, so dass sie direkt zur Feuerung im Kraftwerk eingesetzt werden kann.

Wie erwähnt, kann der aus dem Trockner kommende Brüden auch zur Vorwärmung von Kesselspeisewasser im Wasser-Dampf-Kreislauf des Kraftwerks genutzt werden. Ebenso ist eine Low-Cost-Variante ohne Brüdenutzung denkbar, wie sie z. B. zur Verbesserung des Heizwertes wasser- und aschereicher Kohlen eingesetzt werden kann.

Verfahrensprinzip WTA mit Brüdenrekompensation





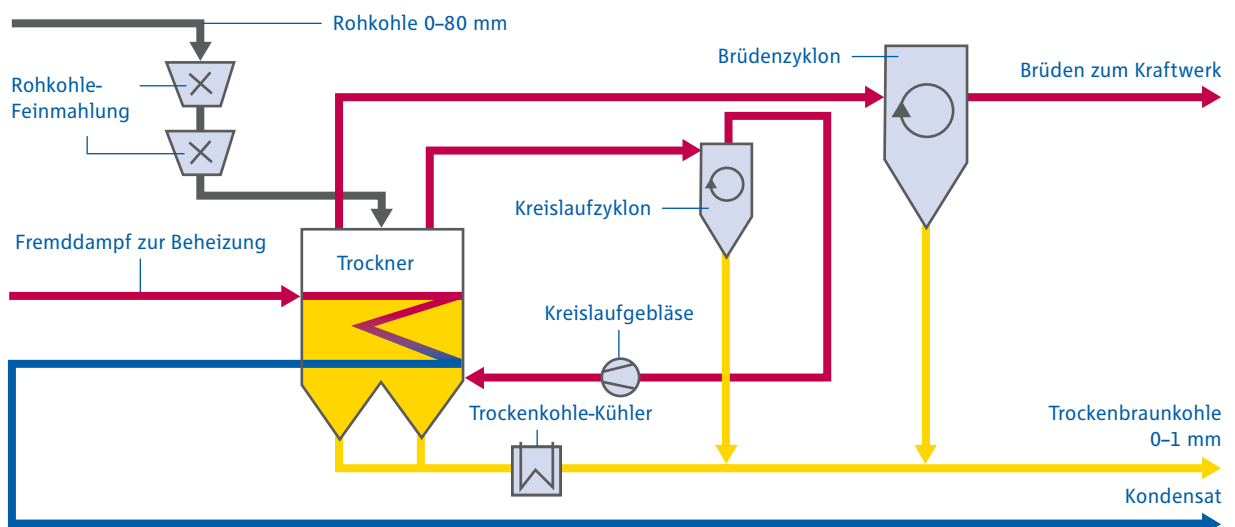
Blick in den Trockner der WTA-Prototypanlage Niederaußem

### Leistungsgröße und Anlagentechnik

Das WTA-Verfahren zeichnet sich durch hohe Leistungsdichte bei geringem Heizdampfdruck aus. Pro Einheit können deshalb sehr große Trocknungsleistungen realisiert werden. Durch die platzsparende Bauweise und die integrierte Feinmahlung der Roh- und Trockenkohle bleibt auch die Gesamtanlage vergleichsweise kompakt. Die WTA-Prototypanlage im Innovationszentrum Kohle ist die weltweit größte Trocknungsanlage für Braunkohle. Sie setzt pro Stunde 210 Tonnen Rohkohle ein und erzielt in der gleichen Zeit eine Wasserverdampfung von 100 Tonnen. Alternativ zur Niederaußemer Bauweise können alle Komponenten des Hauptkohleflusses auch übereinander in einer Stahlkonstruktion eingebaut werden.

### Vorteile der WTA-Technik

- Hohe energetische Effizienz durch Trocknung auf niedrigem Temperaturniveau und energetische Nutzung des ausgedampften Kohlewassers (durch Brüdenkondensation oder mechanische Brüdenverdichtung).
- Hohe Sicherheit sowohl im Normalbetrieb als auch beim An- und Abfahren durch Trocknung in inerter Atmosphäre. So werden explosive Kohlenstaub-Luft-Gemische von vornherein vermieden.
- Große Trocknungsleistung pro Trocknereinheit.
- Kompakte Bauweise durch Integration der Rohkohle-Feinmahlung und – soweit gewünscht – auch der Trockenkohle-Nachmahlung.
- Durch die energetische Nutzung der Brüden werden großvolumige Wasserdampf- und Staubemissionen vermieden. Das Brüdenkondensat ist eine industriell nutzbare Wasserquelle.
- Flexible Anpassung der Anlagentechnik an die jeweilige Trocknungsaufgabe.
- Steigerung des Kraftwerkswirkungsgrades um vier bis sechs Prozentpunkte, je nach Trocknungsvariante und Feuchte der Rohkohle.



Verfahrensprinzip WTA als Low-Cost-Variante

## KNOW-HOW UND LEISTUNGSSPEKTRUM

Die WTA-Technik ist eine Eigenentwicklung von RWE Power, die speziell abgestimmt ist auf den großindustriellen Einsatz in der Braunkohlenindustrie. Für die besonderen Anforderungen der Aufbereitung und Trocknung von Braunkohle wurden innovative verfahrens- und anlagentechnische Lösungen entwickelt, für die bisher 18 Patente angemeldet oder erteilt wurden. Die Auswertung des Anlagenbetriebes mit in- und ausländischen Kohlen ermöglicht RWE die kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung des Verfahrens.

Auf der Basis des umfassenden Know-hows aus Entwicklung, Planung, Errichtung, Inbetriebnahme und Betrieb eigener Anlagen kann RWE ein umfangreiches Spektrum an Leistungen anbieten:

- Machbarkeitsstudien inkl. Investkostenermittlung
- Technikumsuntersuchungen (Aufbereitung, Trocknung, Wirbelverhalten)
- Laboranalysen
- Lizenzierung der WTA-Technik
- Großtechnische Aufbereitungs- und Trocknungsversuche in der WTA-2-Anlage Frechen als Basis für die Auslegung von Lizenz-Anlagen
- Basic- und Detail-Engineering-Arbeiten
- Unterstützung bei der Inbetriebsetzung

WTA-2-Feinkorn-Trocknung im Veredlungsbetrieb Frechen



## ERRICHTETE UND IN PLANUNG BEFINDLICHE WTA-ANLAGEN

- **WTA 1 Frechen**  
Grobkorn-Trocknung mit integrierter Brüdenverdichtung  
und Kohlevorwärmung  
Rohkohledurchsatz ca. 53 t/h  
Trockenkohleproduktion ca. 28 t/h
- **WTA 1 Niederaußem**  
Grobkorn-Trocknung mit integrierter Brüdenverdichtung  
Rohkohledurchsatz ca. 170 t/h  
Trockenkohleproduktion ca. 90 t/h
- **WTA 2 Frechen**  
Feinkorn-Trocknung mit partieller Brüdenkondensation  
Rohkohledurchsatz ca. 27 t/h  
Trockenkohleproduktion ca. 14 t/h
- **WTA 2 Niederaußem**  
Feinkorn-Trocknung mit Brüdenkondensation  
Rohkohledurchsatz ca. 210 t/h  
Trockenkohleproduktion ca. 110 t/h
- **WTA Hazelwood (Australien/in Planung)**  
Feinkorn-Trocknung ohne Brüdenutzung  
Rohkohledurchsatz ca. 140 t/h  
Trockenkohleproduktion ca. 70 t/h

Die Anlagen WTA 2 Frechen und WTA 2 Niederaußem hat RWE Power als Generalplaner selbst geplant, gebaut und in Betrieb genommen. Für die übrigen Anlagen wurden jeweils das Basic-Engineering und Teile des Detail-Engineerings erstellt.



**RWE Power  
Aktiengesellschaft**

Essen • Köln  
[www.rwe.com](http://www.rwe.com)