

STROM – EIN TEURER ROHSTOFF

KOHLE, GAS, BIOMASSE UND WASSERSTOFF CLEVER KOMBINIEREN

WETTBEWERBSFÄHIGE ENERGIE BRAUCHT KOHLE



# Integriertes Energiekonzept im Werk

# STADE



# Wir machen mehr aus Salz

Das Werk in Stade hat sich seit dem Produktionsbeginn 1972 zu einem der bedeutendsten Industriebetriebe Niedersachsens entwickelt. **In einem hochmodernen Anlagenkomplex stellen rund 1.500 Mitarbeiter pro Jahr mehr als 2,2 Millionen Tonnen verschiedener Grund- und Spezialchemikalien her.**

Wichtigster Grundstoff für die Produktion ist das Steinsalz. Vor allem, weil sich Steinsalz-Lagerstätten höchster Reinheit in der Region Stade befinden und durch das vorhandene Kraftwerk in der Nachbarschaft die Energieversorgung sichergestellt war, hatte sich Dow vor rund 40 Jahren für diesen Werksstandort entschieden. Ein weiterer wichtiger Standortfaktor war die Elbe als Wasserreservoir und Schifffahrtsweg zugleich. Denn die weiteren Rohstoffe wie zum Beispiel Ethylen oder Propylen werden überwiegend per Schiff angeliefert.

Das durch Aussolen – sprich durch Spülen mit Wasser – in den unterirdischen Lagerstätten im nahe gelegenen Ohrensen gewonnene Salz gelangt als gesättigte Salzsole durch eine Pipeline ins Stader Werk. Dort wird das Salz – chemisch Natriumchlorid – durch die energieintensive Elektrolyse mittels des Rohstoffs „Strom“ in seine Bestandteile Chlor und Natrium aufgespalten, wobei als Produkte neben Chlor auch Natronlauge und Wasserstoff entstehen. Chlor sowie die weiteren daraus folgenden Produkte werden unter höchsten Sicherheits- und Umweltstandards hergestellt. Chlor ist dabei ein unverzichtbarer Ausgangsstoff für eine Vielzahl von zukunftsorientierten Produkten, die zum Beispiel auch bei der Herstellung von Windenergieanlagen eingesetzt werden oder in Carbonfaser verstärkten Kunststoffen, die im Fahrzeugbau dazu beitragen können, die Energieeffizienz durch Gewichtsreduktion zu steigern. Von der Medizintechnik über die Wasseraufbereitung, die Pharma- und Lebensmittelindustrie bis zu Bau- und Kunststoffen – darunter verschiedene Hightech-Werkstoffe – reichen die zahlreichen industriellen Anwendungen für die Stader Produkte insgesamt. Zwischenprodukte aus dem Werk gehen aber auch zur Weiterverarbeitung an andere Standorte von Dow. Dabei unterliegen die Produkte dem globalen Wettbewerb.



Fotorealistische Darstellung des geplanten Industriekraftwerks.

# Strom— ein teurer Rohstoff

DOW STADE STEHT IM GLOBALEN WETTBEWERB:

Das Werk in Stade ist Europas größter Chlorproduzent. Das in Wasser gelöste Steinsalz wird mit Hilfe von elektrischem Strom aufgespalten. Dieses Elektrolyseverfahren wird bei Dow in Stade durch modernste Technik zwar besonders effizient eingesetzt; es ist aber dennoch außerordentlich energieintensiv. **Das Werk verbraucht im Jahr rund 5 Terawattstunden Strom, was knapp ein Prozent des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland ausmacht.** Oder anders ausgedrückt: Er entspricht ungefähr dem Bedarf von rund einer Million Privathaushalten. Um diesen enormen Energiebedarf zu decken, braucht Dow in Stade allein die Kraftwerkskapazität von rund 600 Megawatt. Bisher produziert ein eigenes Gaskraftwerk etwa 190 Megawatt Leistung, welches zudem noch Dampf für die chemischen Prozesse liefert. Zusätzlich werden ca. 400 Megawatt aus dem öffentlichen Netz zugekauft. Der Standort Stade muss sich nicht nur im Wettbewerb mit anderen Dow Standorten, sondern auch mit anderen Chemieunternehmen weltweit behaupten. Die aktuellen Preise für Strom in Deutschland sind allerdings im globalen Vergleich nicht mehr wettbewerbsfähig. Insbesondere in Nordamerika liegen die Preise aufgrund neu erschlossener Schiefergasvorkommen auf einem sehr niedrigen Niveau. Mit mehr als 60 Prozent beherrschen zudem nur vier große Anbieter in Deutschland den Strommarkt für Industriekunden. Die weitere Entwicklung der Strompreise in Deutschland ist insgesamt unsicher. Da das Werk aber auf eine langfristige, stabile und wettbewerbsfähige Versorgung mit Strom und Wärme angewiesen ist, hat ein eigenes Konzept für eine weitgehend von der Entwicklung der Marktpreise abgekoppelte Energieversorgung für Dow existentielle Bedeutung.

## Strombedarf Dow in Deutschland



### Jahresbedarf 7 TWh

ca. 1,2% des gesamten Strommarktes in Deutschland

## Strompreise im internationalen Vergleich



# Kohle, Gas, Biomasse und Wasserstoff clever kombinieren



Zukünftiger Blick vom Seehafen auf das Chemiewerk Stade.

Das integrierte Energiekonzept für das Stader Werk ist ein Novum: Es soll ein kombiniertes Gas-Kohle-Biomasse-Kraftwerk realisiert werden, das erstmalig große Mengen Wasserstoff als zusätzliche Energiequelle nutzt. Wenn die geplante Anlage die Produktion mit Strom versorgt, wird ein Großteil der dabei entstehenden Wärmeenergie in Form von Dampf in die Produktionsprozesse geleitet. Durch diese – „Kraft-Wärme-Kopplung“ (KWK) genannte – Nutzung von Strom und Wärme erhöht sich der Nutzungsgrad des Kraftwerks erheblich. Heute erreichen moderne Kohlekraftwerke einen Grad der Energieausnutzung von maximal 46 Prozent. Dagegen werden bei dem kombinierten Stader Kraftwerk neben der elektrischen Leistung auch noch annähernd 400 Tonnen Dampf pro Stunde für die Produktion ausgekoppelt.

Mit einem Brennstoffnutzungsgrad von bis zu 60 Prozent über das gesamte Jahr sowie dem flexiblen Brennstoffmix stellt dies einen Meilenstein in der Energieerzeugung dar. Der Einsatz des bei der Chlorelektrolyse entstehenden Wasserstoffs wird darüber hinaus die benötigte Kohlemenge um bis zu 10 Prozent reduzieren. So leistet er einen wesentlichen Umweltbeitrag, da Wasserstoff ohne jegliche Kohlendioxid-Emission Energie erzeugt. Rund 1,6 Milliarden Euro wird das Gesamtprojekt voraussichtlich kosten. Die erste Stufe, die Installation von zwei Reservedampfkesseln, ist bereits abgeschlossen. Die zweite Stufe, das

Welche Konzepte zur zukünftigen Energieversorgung wurden untersucht?

- Langfristig abgesicherte Fremdversorgung mit Strom bei eigener Dampfversorgung
- Gaskraftwerk für Grundlast- und Spitzenlastbetrieb
- Steinkohlekraftwerk für Grundlast- und Spitzenlastbetrieb
- Verschiedene andere Technologien (Ersatzbrennstoff, Windenergie etc.)
- Integriertes Energiekonzept Kohle/Gas/Biomasse/Wasserstoff

Gas- und Dampfkraftwerk, befindet sich im Bau. Mit der Realisierung des gesamten Projekts trägt Dow maßgeblich bei zum Erreichen des zentralen Ziels: Langfristige Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des Chemie-Standortes Stade durch kostengünstige Versorgung mit Strom und Dampf. Das bedeutet für den Standort einen Beitrag zur Sicherung der vorhandenen Arbeitsplätze und bietet die Chance für neue Anlagen und Arbeitsplätze.

# Wettbewerbsfähige Energie braucht Kohle

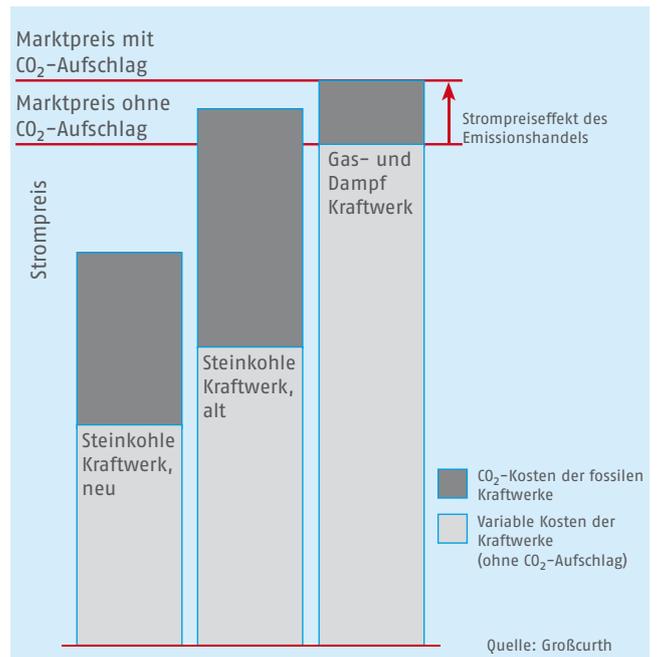
Warum sieht das integrierte Energiekonzept den Einsatz von Kohle vor? Gäbe es Alternativen? Dies haben die Fachleute bei Dow gemeinsam mit zahlreichen externen Experten sorgfältig geprüft – mit eindeutigen Ergebnis. Für das Chemiewerk ist die sichere Versorgung mit Energie zu wettbewerbsfähigen Preisen unverzichtbar. Nur mit dem Brennstoffmix mit Kohle kann dieses Ziel erreicht werden, da die Kohlevorkommen langfristig verfügbar und weltweit verteilt sind.

Kritiker haben Dow anstelle des Kohleeinsatzes eine deutliche Kapazitätserweiterung des Gaskraftwerkes nahe gelegt. Aus Dow Sicht sprechen mehrere Gründe dagegen:

- Der Gaspreis liegt deutlich über dem Preis von Steinkohle und damit auch der Preis der erzeugten Energie.
- Gaskraftwerke sind im Grundlastbetrieb nicht wirtschaftlich zu betreiben.
- Unterschiedliche Brennstoffe ermöglichen eine Risikostreuung in Bezug auf Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit.

Der zusätzliche flexible Einsatz von Wasserstoff und Biomasse im Kraftwerksblock bewirkt eine deutliche Reduktion der bei Kohle üblichen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Durch die geringeren spezifischen Emissionen und damit geringeren Emissionsabgaben kann das Kraftwerk entsprechend noch wirtschaftlicher betrieben werden. Sollte sich diese ökonomische Betrachtung in Zukunft ändern, könnte die Anlage für den Einsatz von Erdgas oder einem höheren Anteil von Wasserstoff umgebaut werden.

## Schematische Darstellung der Strompreisentstehung mit und ohne CO<sub>2</sub>-Aufschlag



Die hochintegrierten Produktionsanlagen im Werk Stade gewährleisten eine hohe Wettbewerbsfähigkeit.

# Reservedampfkessel und Gaskraftwerk

Das bestehende Gaskraftwerk am Standort dient der Versorgung des Werkes mit Prozessdampf und liefert einen Teil des Stroms. Es handelt sich dabei um ein Kraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung aus den 70er und 80er Jahren. Eine neue und moderne Gas- und Dampfturbinen-Anlage (kurz GuD-Anlage) soll 2013 in Betrieb gehen. **Der Nutzungsgrad des Brennstoffes wird durch die Kraft-Wärme-Kopplung in dieser Anlage auf 85 Prozent gesteigert.** Die neue GuD-Anlage besteht im Wesentlichen aus drei Gasturbinen mit jeweils nachgeschalteten Abhitzeesseln, zwei Gegen-Druck-Dampfturbinen sowie zwei zusätzlichen Reserve-Dampfkesseln. Sie wird die Dampfversorgung des Werkes sicherstellen sowie rund 160 Megawatt Strom liefern. Die Inbetriebnahme der beiden Reserve-Dampfkessel Anfang 2011 war ein erster wesentlicher Schritt des Projektes. Brennstoffe sind Erdgas und der im Werk erzeugte Wasserstoff, wobei dieser lediglich zur Dampferzeugung genutzt wird.

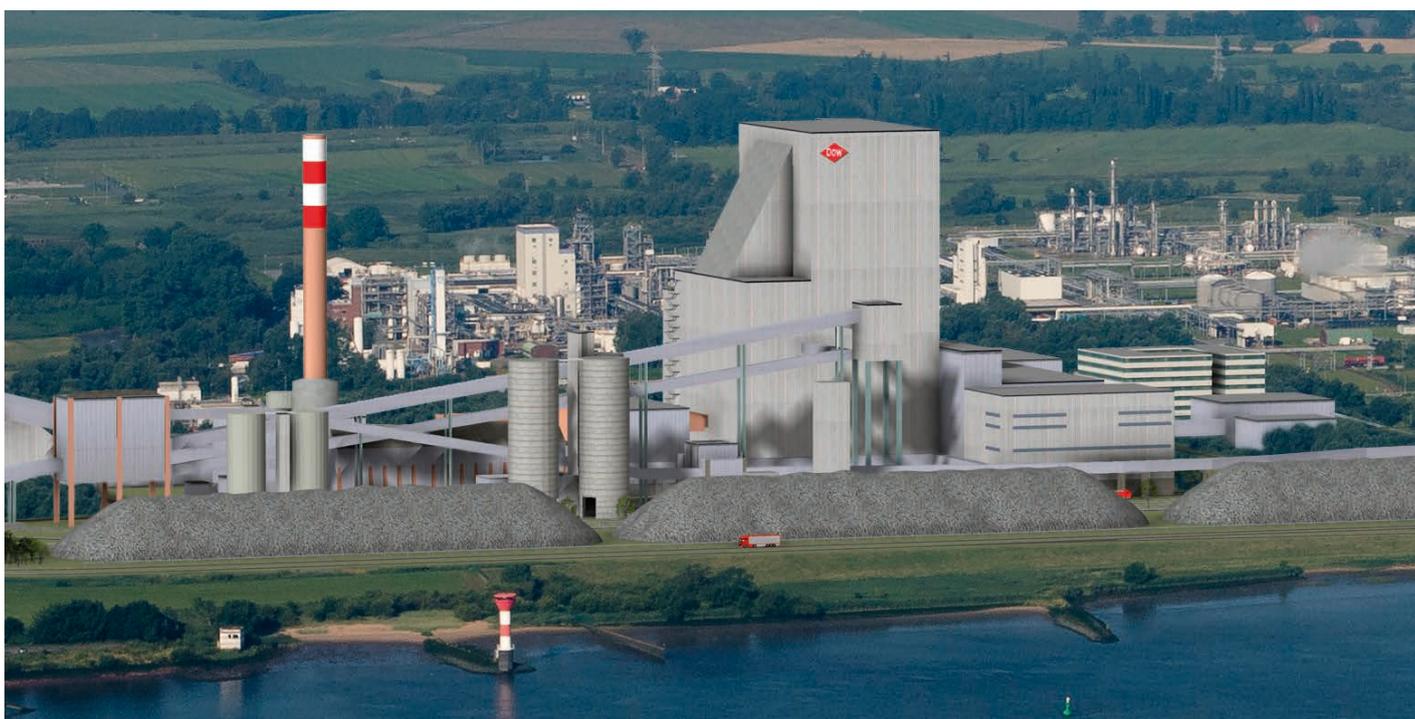


Die beiden Reservedampfkessel.



Neues Gaskraftwerk im Bau.

# Energie aus Wasserstoff, Biomasse und Steinkohle



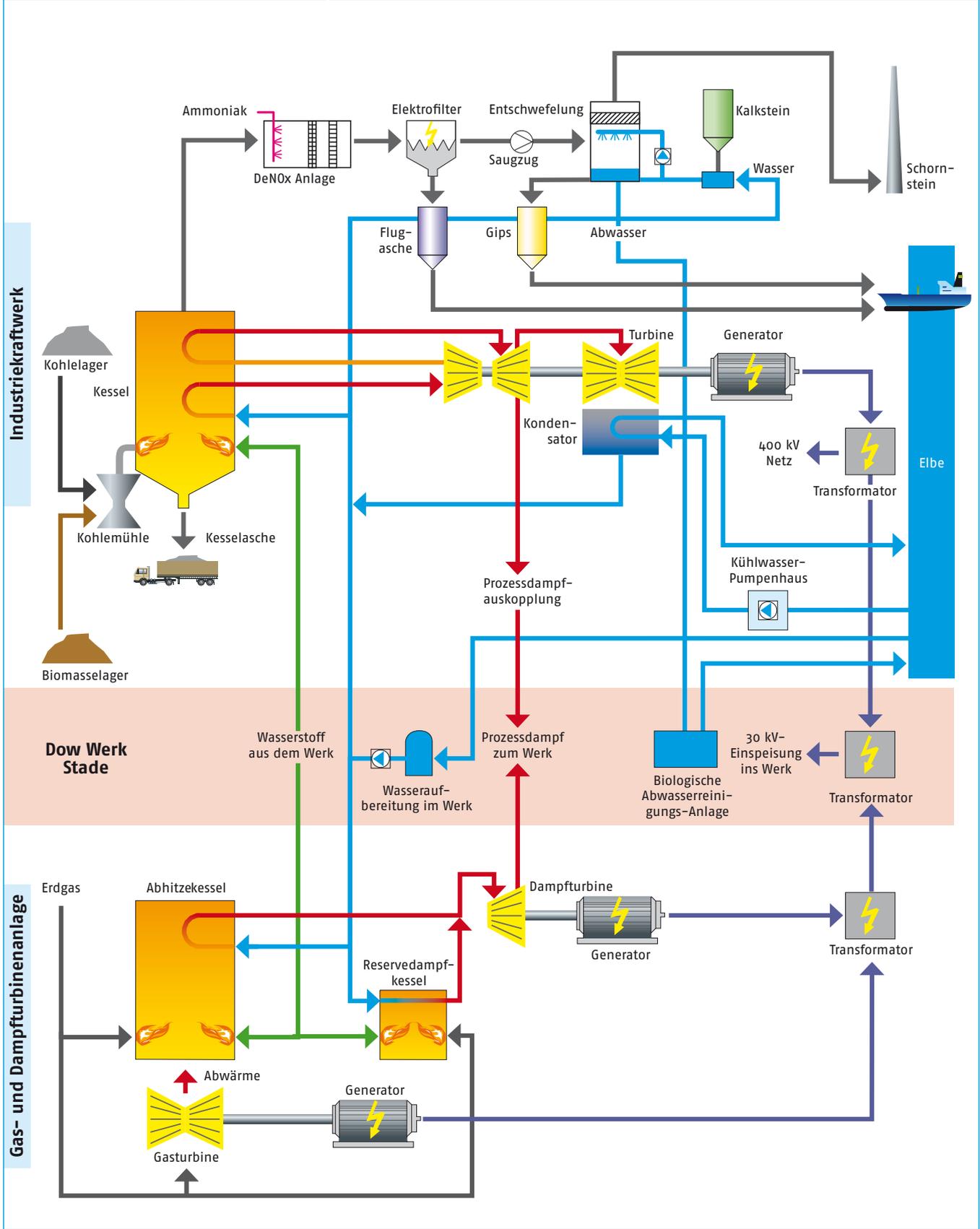
Ansicht des neuen Industriekraftwerks von der Elbe aus.

Auf dem südöstlichen Werksgelände von Dow Stade soll der zweite Komplex des integrierten Industriekraftwerks mit einer elektrischen Nettoleistung von rund 840 Megawatt entstehen. Per Schiff gelangen die Einsatzstoffe Biomasse und Kohle zum Werksgelände. Staubfein gemahlen werden sie zusammen mit Luft in den Kessel geblasen und verbrannt. **Nach Verfügbarkeit und Bedarf wird zusätzlich der Wasserstoff eingesetzt, der im Übrigen völlig CO<sub>2</sub>- und staubfrei verbrennt.** Durch diese Hitze verdampft das im Kessel befindliche Wasser. Der Wasserdampf treibt eine Turbine an, die mit dem Generator verbunden ist. Die vom Generator erzeugte elektrische Energie wird zum großen Teil direkt im Werk für die Produktion genutzt, der Überschuss in das öffentliche Netz eingespeist. Ein Teil des aus der Turbine austretenden „abgearbeiteten“ Dampfes dient zur

Beheizung der chemischen Prozesse im Werk. „Abgearbeitet“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Dampf zuvor bei seiner Entspannung in der Turbine umweltfreundlichen KWK-Strom (Kraft-Wärme-Kopplung) erzeugt hat. Der überschüssige Dampf schlägt sich im Kondensator wieder als Wasser nieder und gelangt von dort erneut in den Speisewasserkreislauf. Die Feuerungsanlagen sind so ausgelegt, dass sie bereits bei der Verbrennung die Bildung von Stickstoffoxiden vermindern. Darüber hinaus ist hinter die Feuerungsanlage eine so genannte DeNox-Anlage geschaltet, die Stickstoffoxide reduziert. Mit einem hoch wirksamen

Elektrofilter wird anschließend der im Rauchgas enthaltene Staub abgetrennt. Nachgeschaltet erfolgt die Rauchgasentschwefelung unter Einsatz einer Kalksteinsuspension. Das Schwefeloxid wird dabei aus dem Rauchgas ausgewaschen und es bildet sich Gips (Calciumsulfat). Die Baustoff- und Zementindustrie nutzt diesen Gips als Rohstoff. Nach der Reinigung gelangen die Rauchgase über einen Schornstein ins Freie.

# Funktionsprinzip des geplanten Industriekraftwerks mit Durchlaufkühlung und der Gas- und Dampfturbinenanlage



# Einzigartige Kombination von vier Brennstoffen

Die Kombination von einem Gas- mit einem Industriekraftwerk, in dem Kohle, Wasserstoff und Biomasse als Brennstoffe genutzt werden können, bietet Dow maximale Flexibilität, Unabhängigkeit und Effizienz. Da das Werk Stade darauf angewiesen ist, dass Dampf und Strom rund um die Uhr zur Verfügung stehen, verfolgt das integrierte Konzept das Ziel der Risikostreuung: Die Abhängigkeit von nur einem Energieträger und nur einer Anlage zur Energieerzeugung soll vermieden werden. Durch den Einsatz von gleich vier verschiedenen Brennstoffen in drei Anlagen (Gas- und Industriekraftwerk sowie Reservedampfkessel) ist dies gewährleistet. Auf diese Weise kann das Werk sowohl auf drei Strom- als auch auf drei Dampfquellen zugreifen. Zugleich erzielt das Zusammenspiel der neuen Energieerzeugungsanlagen sowie die Integration in das Chemiewerk eine ganze Reihe von Effizienzgewinnen – in der Fachsprache Synergieeffekte genannt.

Beispielsweise wird das bei der Rauchgasreinigung anfallende Abwasser noch in der werksinternen biologischen Kläranlage nachbehandelt. Dadurch verbessert sich nochmals unter anderem die Abscheidung von Schwermetallen. Ein Teil der anfallenden Reststoffe kann



zudem in der eigenen Reststoffverwertungsanlage im Werk thermisch entsorgt werden. Außerdem wird die Abwärme aus den Abhitzekesseln des Gaskraftwerks zum Vorwärmen des Kesselspeisewassers des Industriekraftwerkes weiterverwertet. Und da das Industriekraftwerk künftig den Grundlastbedarf des Werkes decken wird, kann es in der Regel kontinuierlich laufen. Im Gegensatz zu anderen

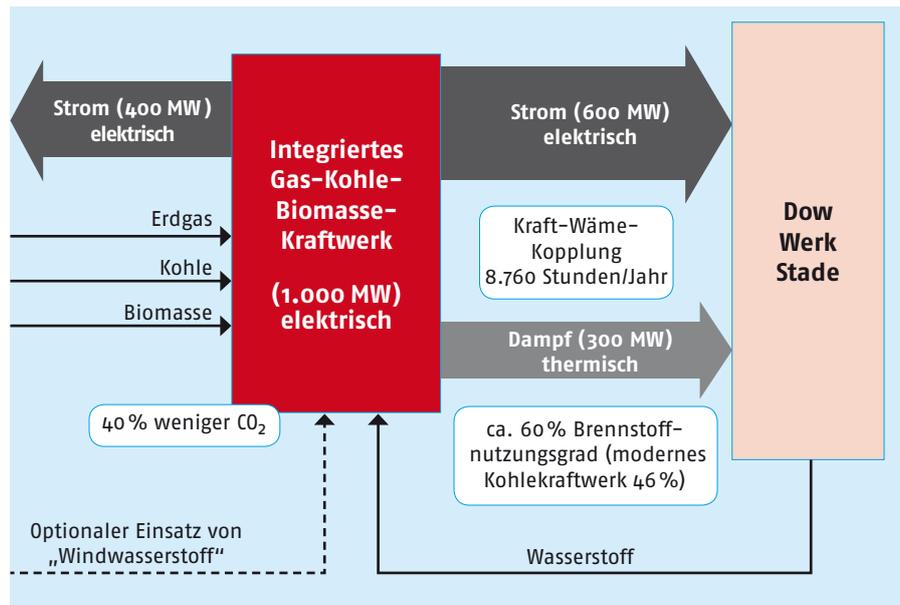
Kraftwerken, die aus wirtschaftlichen Gründen zeitweise abgestellt werden, entfällt also ein solches energieaufwändiges Abstellen und wieder Anfahren weitgehend. Durch die unmittelbare Nähe zum direkten Abnehmer von Strom und Wärme entfallen auch Netzverluste. So gehen etwa in Deutschland rund sechs Prozent der bereitgestellten Elektroenergie durch den Transport über weitere Strecken im Netz verloren. Bei einem Leistungsbedarf des Werks Stade von rund 600 Megawatt entspräche dies etwa 36.000 Kilowatt oder – über das Jahr betrachtet – dem Strombedarf von rund 80.000 Privathaushalten. Zudem können für das Industriekraftwerk im Werk bereits vorhandene Betriebsmittel wie Wasseraufbereitung, Hilfsdampf und Stromversorgung genutzt werden. Neben der dadurch möglichen optimalen Auslastung dieser Infrastruktur spart dies erhebliche Finanzmittel für Investitionen ein.

Auch der emissionsmindernde Einsatz von Biomasse und des im Werk selbst erzeugten Wasserstoffs als zusätzliche Brennstoffe gehört zu diesen Synergien, die eine sowohl wirtschaftliche wie umwelttechnische Optimierung der integrierten Anlagen ermöglichen. Ein weiterer Pluspunkt in dieser Hinsicht: Da im Industriekraftwerk ein wesentlich höherer Dampf-Vordruck herrscht, kann durch die Entspannung und das Auskoppeln des Dampfes auf den niedrigeren Druckstufen zusätzlicher KWK-Strom erzeugt werden. Dies steigert die Effizienz des Gesamtsystems noch einmal. Durch all diese Effekte erreicht die kombinierte Anlage den maximalen Grad der Primärenergieausnutzung von gut 60 Prozent bei weiter reduzierten Emissionen von Kohlenstoffdioxid. Dieser ganzheitliche Ansatz wurde von Dow Ingenieuren entwickelt und verbindet auf ideale Weise drei wesentliche Ziele im Hinblick auf Nachhaltigkeit: Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit.

## Energiekonzept Dow Stade: ein Projekt mit Leuchtturmcharakter

- In der Größenordnung weltweit erstmaliger Wasserstoffeinsatz in einem Industriekraftwerk
- Kraft-Wärme-Kopplung aus Gas- und Industriekraftwerk: Der Dampfbedarf des Stader Chemiewerkes ermöglicht KWK-Strom
- Stromerzeugung und –nutzung am Standort: Effizienzsteigerung durch Vermeiden von Transportverlusten und Netzbelastungen
- Ergebnis:
  - Rund 60 Prozent Gesamtbrennstoffnutzungsgrad
  - Nur 60 Prozent spezifische Kohlenstoffdioxid-Emissionen gegenüber dem Durchschnitt der heutigen deutschen Steinkohlekraftwerke
  - Geringe Emissionen von Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden durch hocheffizientes Anlagenkonzept

## Integriertes Energiekonzept

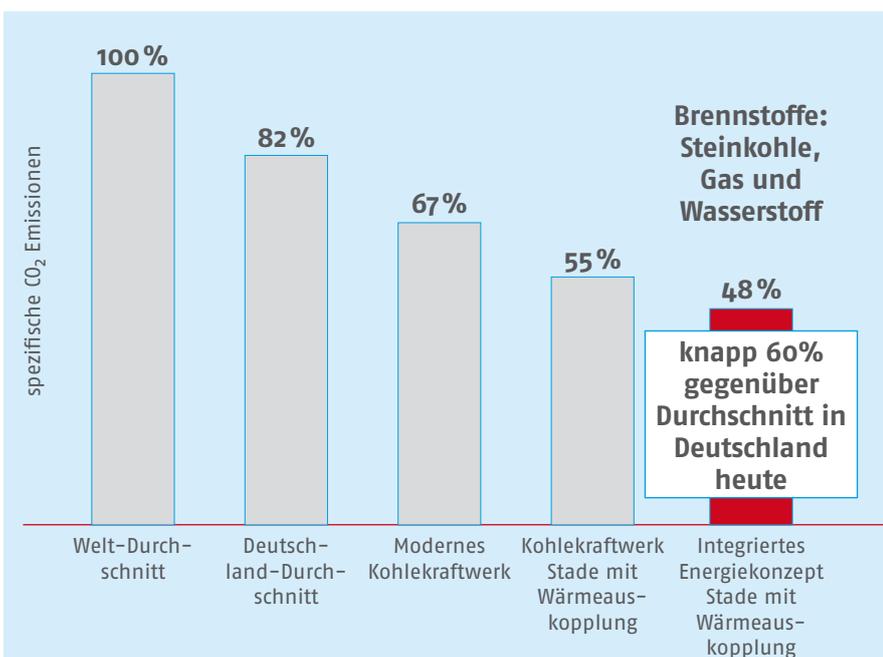


TECHNISCHE PIONIERARBEIT:

# 40 Prozent weniger Treibhausgas-Emissionen

Die Kohlenstoffdioxid-Emissionen des geplanten Kraftwerks liegen um 40 Prozent unter den durchschnittlichen Emissionen heutiger deutscher Kohlekraftwerke dieser Größenklasse. Der Grund: der Einsatz von erheblichen Mengen an Wasserstoff – eine Technologie, die erstmalig weltweit in diesem Maßstab in einem Industriekraftwerk umgesetzt werden wird – sowie die zusätzliche Wärmenutzung des Dampfes. Die hierzu bereits sehr strengen Emissionsgrenzwerte etwa für Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid oder Staub für solche Anlagen unterschreitet Dow freiwillig noch um 50 Prozent. Die Emissionen werden – gutachterlich festgestellt – zu keiner Beeinträchtigung von Pflanzen, Tieren oder Ackerbaukulturen führen, da ihre Konzentrationen sehr gering sind.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen von Steinkohlekraftwerken



# Umweltverträglichkeit gewährleistet

Die Umweltverträglichkeits-Untersuchung hat gezeigt, dass die mit dem Kühlwasser abgegebene Wärmemenge die Anforderungen des aktuellen Wärmelastplanes der Elbe erfüllt und dass der Einfluss des Projektes auf den Fluss gemäß der behördlichen Sprachregelung irrelevant sein wird. Dieses wäre sogar der Fall, wenn drei Kraftwerksprojekte in der Region Stade verwirklicht würden. Technisch erfolgt die Kühlwasserentnahme so, dass eine Schädigung des Fischbestandes sicher vermieden wird.

Optisch passt sich das Kraftwerk in das existierende industrietypische Landschaftsbild ein. Die Anforderungen an den gesetzlichen Schallschutz werden sowohl während der Bauphase als auch im Betrieb sicher unterschritten. **Im Ergebnis zeigen die Untersuchungen, dass der Standort unter Umweltgesichtspunkten die optimalen Voraussetzungen für den Betrieb des integrierten Kraftwerks bietet.**

## Stärken des integrierten Konzeptes

- Hohe Grundlast am Standort
- Höchste Brennstoffnutzungsgrade durch Kraft-Wärme-Kopplung
- Optimale Logistik durch Zugang zu Tiefwasserhafen
- Nutzung vorhandener Industrieflächen
- Innovative Technologie durch Wasserstoffnutzung
- Sehr ausgeprägte energiewirtschaftliche Optimierungsmöglichkeiten
- Vermeiden von Transportverlusten durch Erzeugung und Verbrauch am gleichen Standort

**Fazit: Ökonomisch und ökologisch sehr attraktiv**



Werkansicht von der biologischen Kläranlage aus.

## Impressum

**Herausgeber:**

Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH,  
Werk Stade, Postfach 1120, 21677 Stade

**Verantwortlich:**

Joachim Sellner  
www.dowstade.com

**Text und Redaktion:**

Henning Stöckmann-Gähler, RGS-Pressbüro, Celle  
www.rgs-press.com

**Design:**

Ahlers Heinel Werbeagentur GmbH, Hannover,  
www.ahlersheinel.de

**Druck:**

Limbach Druck- und Verlag GmbH, Braunschweig  
www.limbach-medien.de

**Fotonachweis:**

Dow Archiv, HAGERpress, Siemens AG,  
SCHILDWÄCHTER INGENIEURE.

## Kontakt

**Per Post:**

Dow Deutschland  
Anlagengesellschaft mbH,  
Werk Stade  
Postfach 1120  
21677 Stade

**Telefonisch:**

Joachim Sellner  
Tel 04146 - 91 - 2021

**E-Mail:**

fstinfo@dow.com

**Internet:**

www.dowstade.com  
-> Integriertes Energiekonzept



© TM Marke von The Dow Chemical Company („Dow“) oder verbundenen Unternehmen von Dow

Stand Januar 2013

