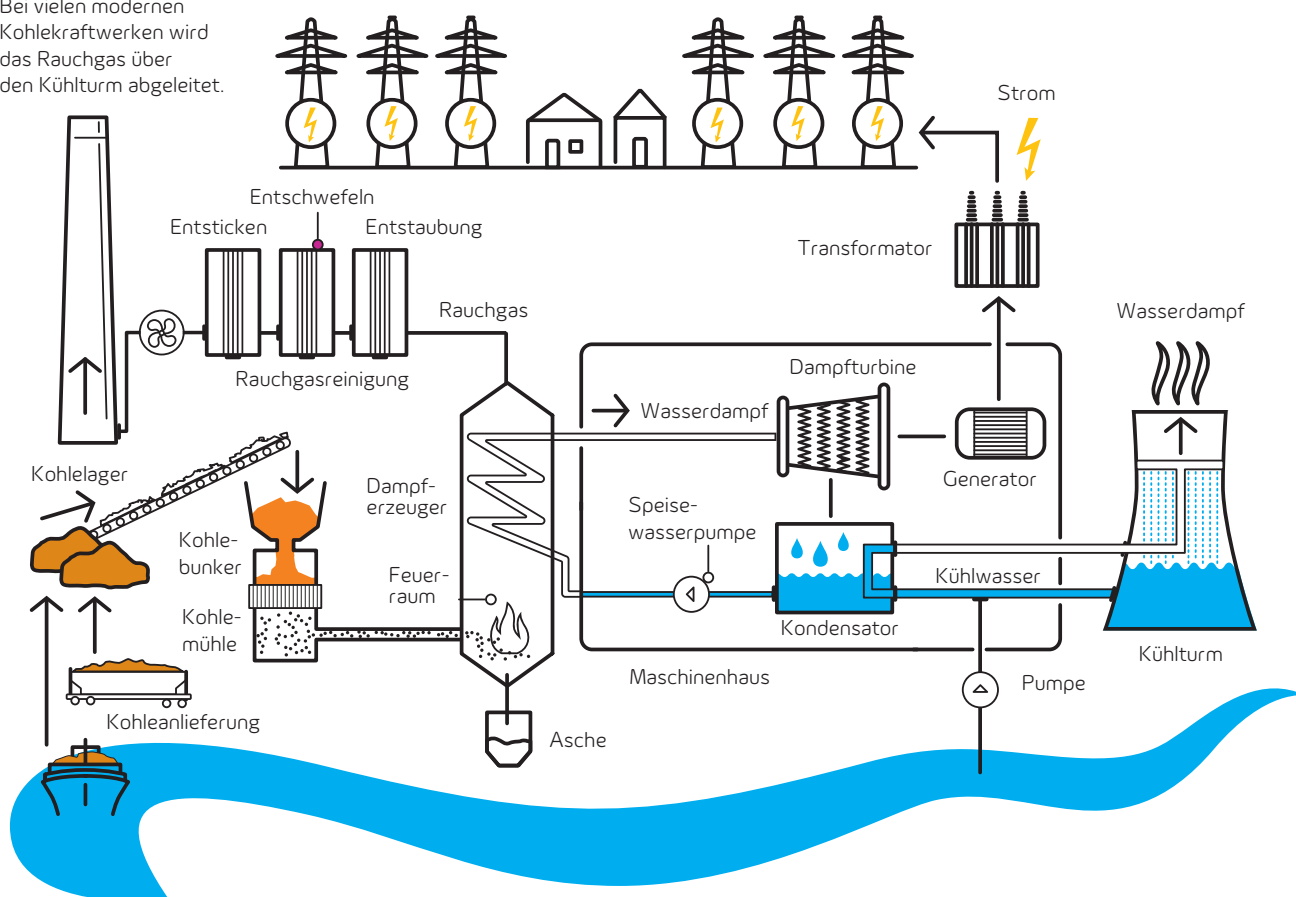


# Stromerzeugung im Kohlekraftwerk

## Kohlekraftwerke

Der durchschnittliche Wirkungsgrad der deutschen Stein- und Braunkohlenkraftwerke in Deutschland liegt bei etwa 38 %. Die modernsten Anlagen erreichen elektrische Wirkungsgrade über 43 % (Braunkohle) bzw. 46 % (Steinkohle).

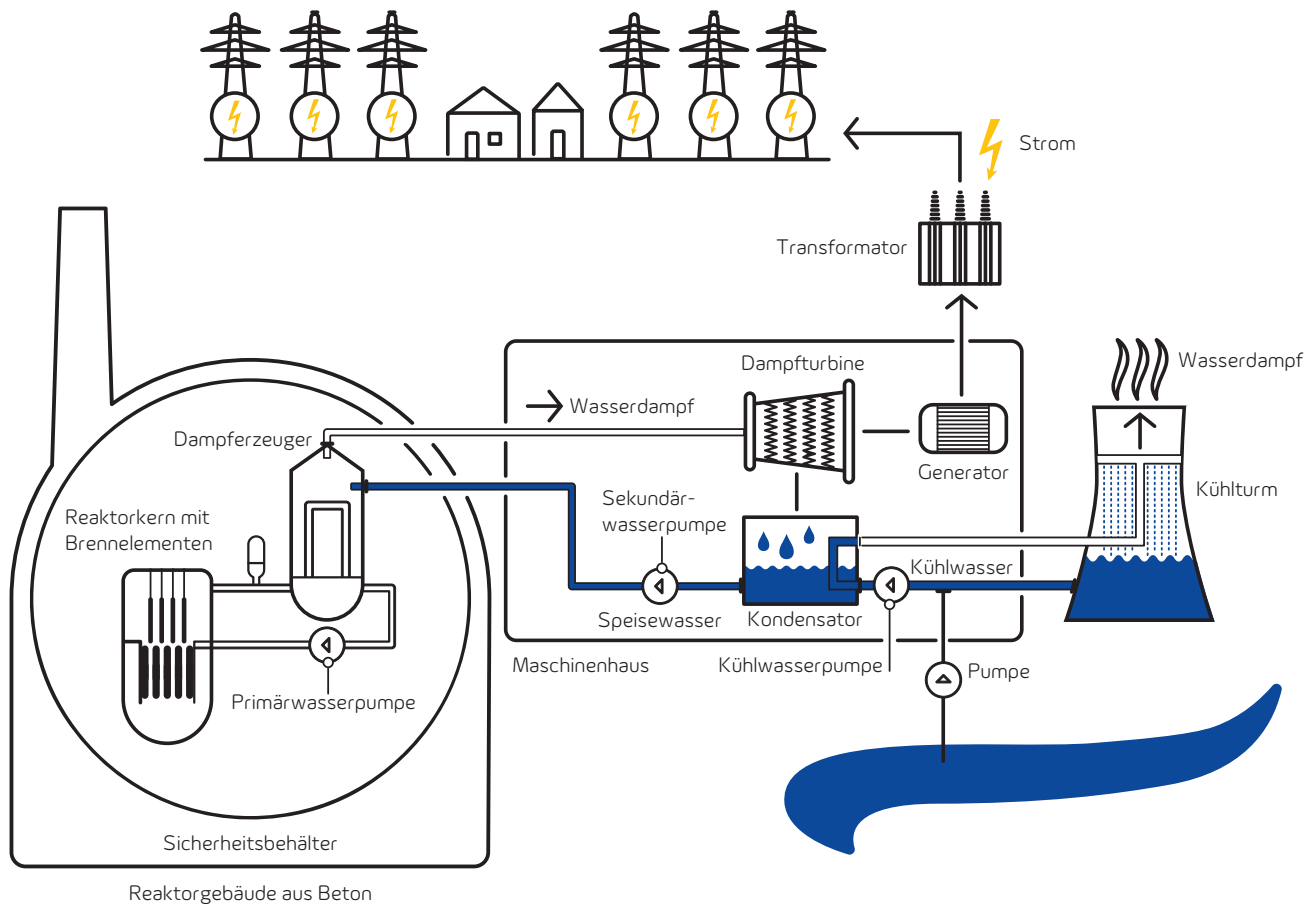
Bei vielen modernen Kohlekraftwerken wird das Rauchgas über den Kühlturm abgeleitet.



## Wie funktioniert ein Steinkohlekraftwerk?

Die Kohle wird in Mühlen zu Staub gemahlen und mit heißem Rauchgas vorgetrocknet. Ein Gebläse befördert den Kohlenstaub in den Dampferzeuger, wo er verbrennt. Das bis zu 1200°C heiße Feuer bringt Wasser zum Verdampfen, das durch Rohre im Kessel und in den Kesselwänden fließt. Der Wasserdampf strömt in die Turbine und versetzt über Schaufelräder eine Welle, also eine Art Achse, in Rotation. Sie ist mit dem Generator verbunden. Er wandelt die Drehbewegung nach dem Prinzip des Dynamos in Elektrizität um. Über einen Transformator gelangt der Strom ins Übertragungsnetz.

Der abgearbeitete praktisch drucklose Dampf wird im Kondensator abgekühlt. Dabei wird er wieder zu Wasser. Die Speisepumpe fördert es erneut zum Dampferzeuger, womit sich der Kreislauf schließt. Zur Kühlung des Kondensators wird ebenfalls Wasser eingesetzt, das im Kühlturm verrieselt wird und durch den Luftzug in dem riesigen Bauwerk abkühlt. Bei der Verbrennung der Kohle entsteht Rauch. Er wird in elektrostatischen Filtern entstaubt, von Schwefeldioxid und Stickoxiden gereinigt und dann über den Schornstein oder einen Kühlturm an die Atmosphäre abgegeben.



# Stromerzeugung im Kernkraftwerk

## Kernkraftwerke

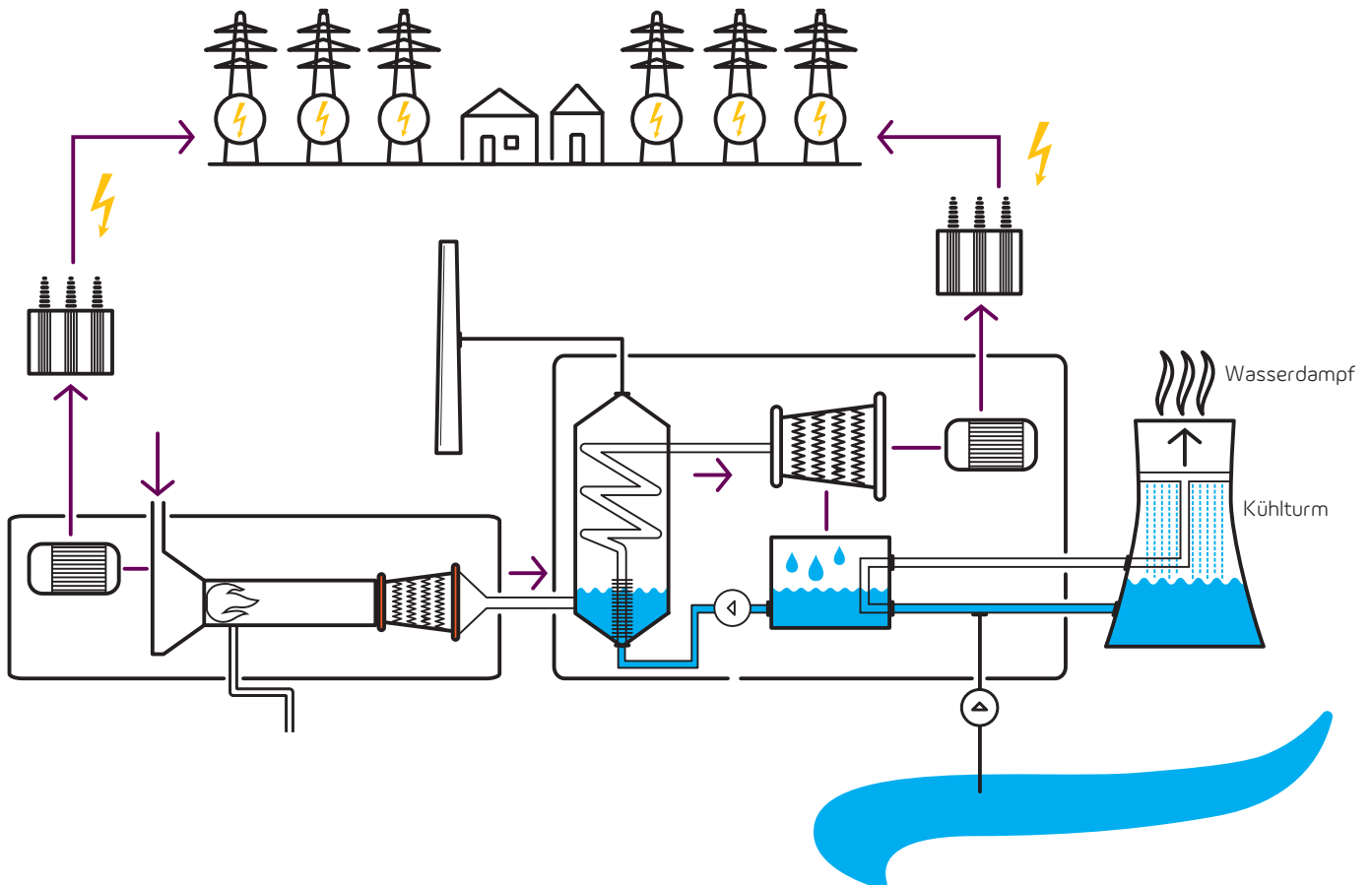
Auch ein Kernkraftwerk ist ein Wärmekraftwerk. Dort wird der Dampf jedoch nicht durch Verbrennung erzeugt, sondern durch die kontrollierte Spaltung von Atomkernen. Kernkraftwerke erzielen einen elektrischen Wirkungsgrad von zirka 35 %. In Deutschland gelten höchste Sicherheitsstandards – im weltweiten Vergleich sind die deutschen Kraftwerke führend in punkto Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Dennoch ist der Atomausstieg in Deutschland beschlossene Sache. Spätestens ab dem Jahr 2022 wird es diese Art der Stromerzeugung in unserem Land nicht mehr geben.

## Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Energieträger ist in den meisten Anlagen natürliches Uran-235. In angereicherter Form steckt diese Variante des Schwermetalls in den sogenannten Brennelementen, die sich im Reaktorkern befinden. Mithilfe von Neutronen wird eine kontrollierte Kernspaltung angeregt. Dabei zerfällt jeder Uran-Atomkern in leichtere, radioaktive Elemente.

Gleichzeitig wird viel Wärme frei. Sie erhitzt das umgebende Kühlmittel, zumeist Wasser, auf rund 300 °C. Das Kühlmittel wird in Dampferzeuger geleitet und gibt seine Wärme an einen zweiten Wasserkreislauf ab, der frei von Radioaktivität ist. Dabei verliert das Kühlmittel an Temperatur und strömt zurück in den Reaktor. Der zweite Wasser-Dampf-Kreislauf ist praktisch genauso aufgebaut wie der von Kohle- oder Gaskraftwerken: Im Dampferzeuger entsteht durch die Wärmeübertragung Dampf. Er wird auf die Schaufelräder einer meist mehrstufigen Dampfturbine geleitet und versetzt die Welle in Rotation. Auf derselben Welle sitzt der Generator. Er wandelt die Drehbewegung nach dem Prinzip des Dynamos in elektrischen Strom um. Der abgearbeitete Dampf aus der Turbine wird im Kondensator gekühlt und verflüssigt. Zur Kühlung des Kondensators wird ebenfalls Wasser eingesetzt, das im Kühlturm verrieselt wird und durch den Luftzug in dem riesigen Bauwerk abkühlt. Alternativ zum Kühlturbetrieb kann die Wärme auch an einen Fluss abgegeben werden.

# Stromerzeugung im Gaskraftwerk



## Gaskraftwerke

Ein Gaskraftwerk erzeugt elektrischen Strom durch die Verbrennung von Erdgas. Dabei wird zwischen reinen Gasturbinenkraftwerken und mit Gas befeuerten Dampfkraftwerken unterschieden. Moderne Anlagen kombinieren beide Prinzipien. Man nennt sie Gas- und Dampfturbinenkraftwerke (GuD).

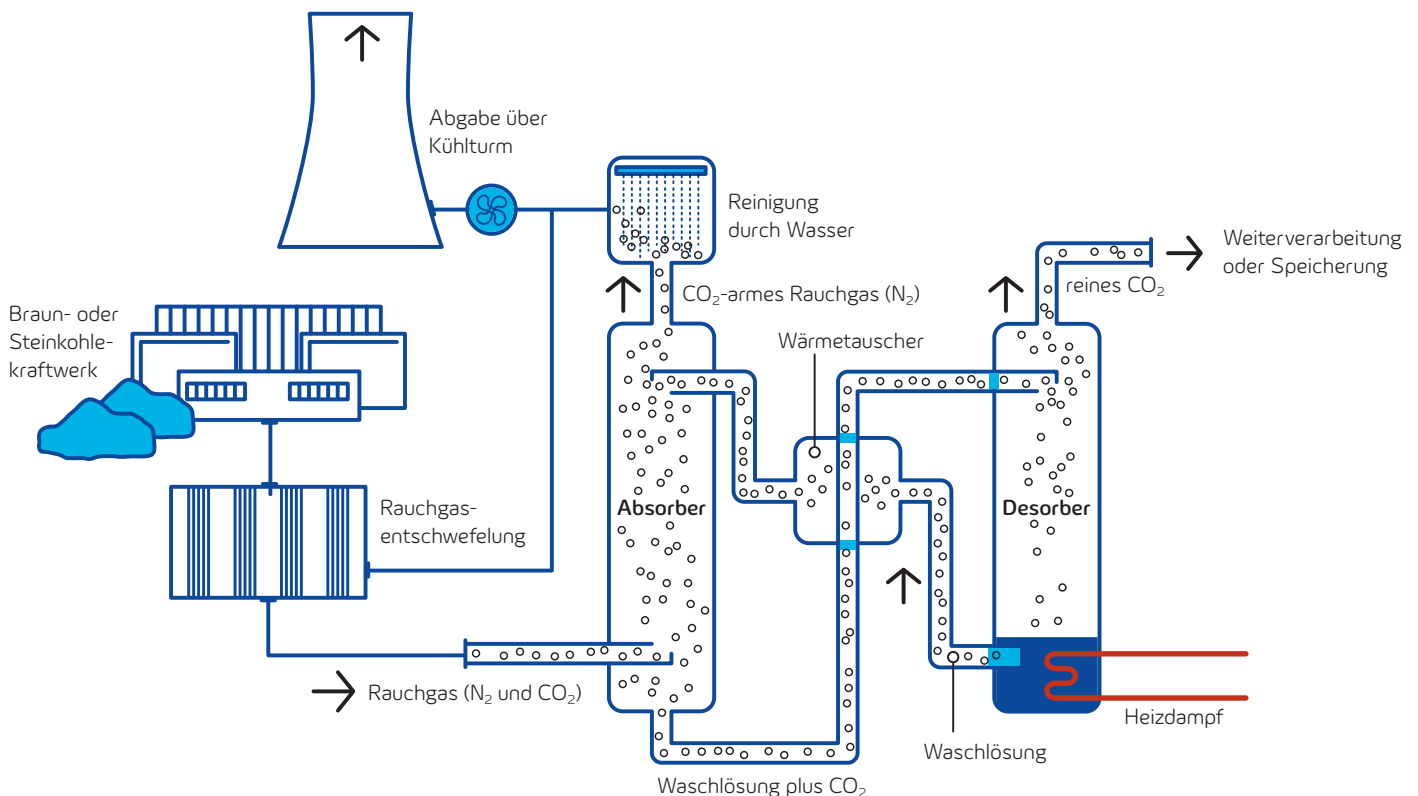
Wegen der vergleichsweise hohen Brennstoffkosten sind Gaskraftwerke meist nur vorübergehend am Netz, nämlich dann, wenn der Strombedarf besonders hoch ist. Moderne GuD-Anlagen erzielen Wirkungsgrade bis 60%.

## Wie funktioniert ein Gas- und Dampfturbinenkraftwerk?

Die Gasturbine saugt Außenluft an, die im Verdichter auf einen hohen Druck komprimiert wird und in die Brennkammer gelangt. Nach Zugabe von Erdgas und anschließender Verbrennung entsteht ein energiereiches Rauchgas von rund 1300°C, das die Turbine antreibt. Die Rotationsenergie wird an einen Generator weitergegeben. Das Abgas der Gasturbine wird im

Abhitzekeessel, einem feuierlosen Dampferzeuger, genutzt. Der unter hohem Druck stehende Dampf strömt zu einer Dampfturbine und treibt ihre Schaufelräder an. Auf der gleichen rotierenden Achse sitzt der Generator. Er wandelt die Drehbewegung nach dem Prinzip des Dynamos in elektrischen Strom um, der über einen Transformator ins Übertragungsnetz eingespeist wird. Der abgearbeitete Dampf aus der Turbine wird mit einem Kondensator abgekühlt und verflüssigt. Eine Speisewasserpumpe fördert das Wasser zurück in den Dampfkreislauf. Zur Kühlung des Kondensators wird ebenfalls Wasser eingesetzt, das im Kühlturm verrieselt wird und durch den Luftzug in dem riesigen Bauwerk abkühlt. Dabei verdunstet ein Teil des Kühlwassers und bildet je nach Wetterlage die typischen Wolken; das fehlende Wasser muss ersetzt werden. Alternativ zum Kühlturbetrieb kann die Wärme auch an einen Fluss abgegeben werden.

# CO<sub>2</sub> – Rauchgaswäsche im Kohlekraftwerk



## Innovationszentrum Kohle in Niederaußem

Am besten für die Umwelt ist es, wenn Abgase und klimaschädliche Stoffe gar nicht erst in die Luft gelangen. Dafür sorgt Deutschlands erste Pilotanlage zur CO<sub>2</sub>-Wäsche am Kraftwerk Niederaußem. Im dortigen Innovationszentrum Kohle tüfteln Forscher unter anderem daran, wie man das Kohlendioxid, das bei der Verbrennung von Kohle unvermeidlich entsteht, aus dem Rauchgas waschen kann.

## Wie funktioniert die CO<sub>2</sub>-Wäsche?

Die CO<sub>2</sub>-Wäsche ist die letzte Station auf dem Weg des Rauchgases. Ihr Kernstück ist ein Absorber mit einer organischen Waschflüssigkeit. Im Absorber treffen das heruntergekühlte Rauchgas und das Waschmittel aufeinander. Dabei

nimmt das Waschmittel das CO<sub>2</sub> auf. Das nun CO<sub>2</sub>-arme Rauchgas wird vor Verlassen des Absorbers mit Wasser beregnet, um Reste des Waschmittels zu entfernen. Es gelangt über den Kühlturm in die Atmosphäre. Die mit CO<sub>2</sub> gesättigte Waschflüssigkeit hingegen wird in einen sogenannten Desorber geführt und dort auf zirka 120°C erhitzt, wodurch sich das CO<sub>2</sub> wieder aus der Flüssigkeit löst und nun in hoher Reinheit vorliegt. Nach dieser Trennung wird die Waschflüssigkeit zurück zum Absorber gepumpt und wiederverwendet. Das abgetrennte CO<sub>2</sub> lässt sich ebenfalls weiterverwerten oder speichern.