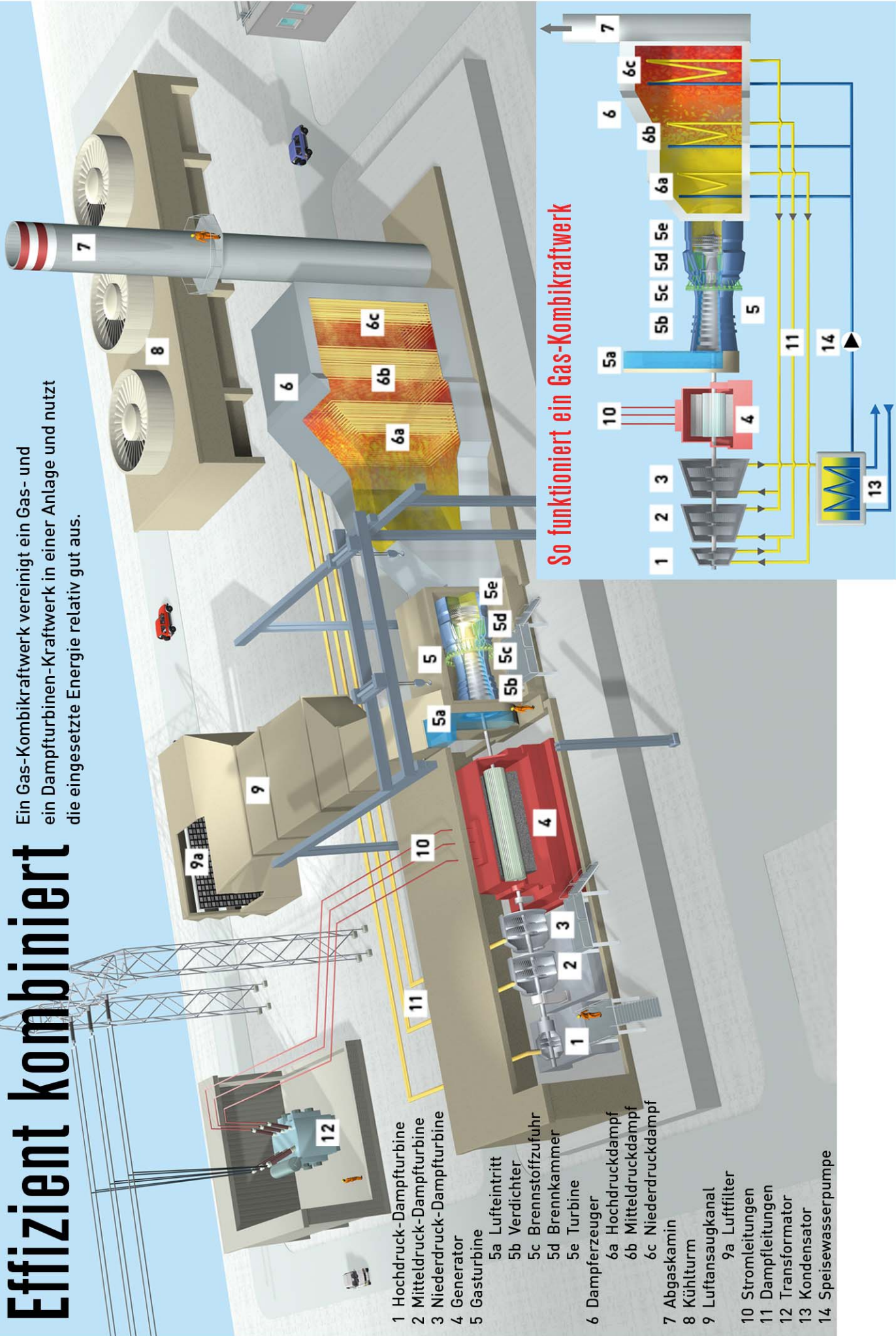


# Effizient kombiniert

Ein Gas-Kombikraftwerk vereinigt ein Gas- und ein Dampfturbinen-Kraftwerk in einer Anlage und nutzt die eingesetzte Energie relativ gut aus.



- 1 Hochdruck-Dampfturbine
- 2 Mitteldruck-Dampfturbine
- 3 Niederdruck-Dampfturbine
- 4 Generator
- 5 Gasturbine
  - 5a Lufteintritt
  - 5b Verdichter
  - 5c Brennstoffzufuhr
  - 5d Brennkammer
  - 5e Turbine
- 6 Dampferzeuger
  - 6a Hochdruckdampf
  - 6b Mitteldruckdampf
  - 6c Niederdruckdampf
- 7 Abgaskamin
- 8 Kühlturm
- 9 Luftansaugkanal
  - 9a Luftfilter
- 10 Stromleitungen
- 11 Dampfleitungen
- 12 Transformator
- 13 Kondensator
- 14 Speisewasserpumpe

So funktioniert ein Gas-Kombikraftwerk

## In diesem Schaubild wird erklärt, wie ein Gas-Kombikraftwerk funktioniert.

Der Schweizer Stromwirtschaft droht - gemäss verschiedener Studien - spätestens ab dem Jahr 2020 eine Versorgungslücke. Wie man diese decken könnte, wird derzeit diskutiert. Neben dem Ersatz der Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg durch ein neues Kernkraftwerk, dem effizienteren Stromeinsatz und der verstärkten Förderung neuer erneuerbarer Energien sind Gas-Kombikraftwerke eine häufig genannte Alternative.

Unter einem Gas-Kombikraftwerk versteht man ein kombiniertes Gas- und Dampfturbinenkraftwerk. Im deutschsprachigen Raum wird dafür oft das Kürzel GuD (Gas- und Dampfturbinenkraftwerk) verwendet, im englischen Sprachraum die Bezeichnung CCGT (Combined Cycle Gas Turbine). Als Brennstoff wird bei Kombikraftwerken meist Erdgas verwendet, als Ersatz- oder Alternativ-Brennstoff auch Dieselöl. Die Kombination einer Gas- mit einer Dampfturbine ermöglicht eine gute Ausnutzung des Brennstoffes, können doch gegen 60 Prozent der eingesetzten Energie in Strom umgewandelt werden. Zum Vergleich: herkömmliche Wärmekraftwerke weisen lediglich einen Wirkungsgrad von etwa 35 Prozent auf.

Die hauptsächlichsten Vorteile von Gas-Kombikraftwerken sind die relativ tiefen Kapitalkosten und der kurze Zeitbedarf für die Planung und Realisierung (in der Schweiz rechnet man mit 5 bis 7 Jahren). Ausserdem sind sie weltweit erprobt und zuverlässig im Betrieb. Gas-Kombikraftwerke haben aber auch Nachteile: Sie werden mit fossiler, erschöpfbarer Energie betrieben, und die Stromkosten sind stark von den Brennstoffkosten abhängig. Der grösste Nachteil ist aber ihr CO<sub>2</sub>-Ausstoss. Zwar haben Gas-Kombikraftwerke die geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen aller fossil-thermischen Kraftwerke, aber diese sind immer noch beträchtlich. Würde man alle Schweizer Kernkraftwerke durch moderne Gas-Kombikraftwerke ersetzen, würden diese pro Jahr etwa gleich viel CO<sub>2</sub> produzieren, wie alle Personenautos in der Schweiz.

### Die vier Arbeitsschritte

Bearbeiten Sie die folgenden 4 Schritte! Zeitbudget: 4x10 Min. + Zusatzaufgabe

#### 1. Schaubild als Lektionseinstieg (Überblick)

Das Schaubild verschafft Ihnen einen Überblick zum Thema!

#### 2. Infotext mit Einzelbildern (Lesen und Verstehen)

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text mit Bildern auch ausdrucken und haben so die Möglichkeit Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen.

#### 3. Übung mit dem Schaubild (Anwenden und Üben)

Decken Sie die schwarzen Textfelder zu und versuchen Sie die passenden Bezeichnungen heraus zu finden. Wiederholen Sie die Übung, bis Sie alle Textfelder, ohne zu Zögern, nennen können.

#### 4. Kurztest mit 6 Ankreuzaufgaben (Testen und Vertiefen)

Bearbeiten Sie nun den Kurztest und lösen Sie die 6 Aufgaben!

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text auch ausdrucken haben so die Möglichkeit, Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen

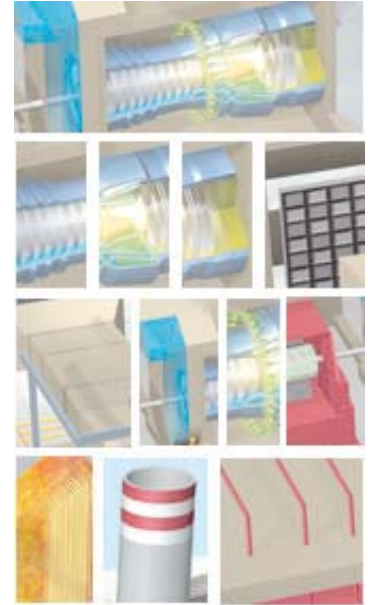
### Infotext mit Einzelbildern

#### Funktionsprinzip

Ein Gas-Kombikraftwerk ist die Kombination eines Gasturbinen-Kraftwerks mit einem Dampfturbinen-Kraftwerk, wobei die heissen Abgase der Gasturbine zur Dampferzeugung für das Dampfturbinen-Kraftwerk genutzt werden.

#### Gasturbine

Die Hauptbestandteile einer *Gasturbine (5)* sind der *Verdichter (5b)*, die *Brennkammer (5d)* und die eigentliche *Turbine (5e)*. Über einen *Luftfilter (9a)* und den *Luftkanal (9)* gelangt Aussenluft zum *Lufteintritt (5a)* der Gasturbine. Sie wird im Verdichter auf einen hohen Druck komprimiert und der Brennkammer zugeführt. Der Brennstoff gelangt über die ringförmige *Brennstoffzufuhr (5c)* ebenfalls in die Brennkammer, wo das Luft/Gasgemisch verbrannt wird. Das energiereiche Rauchgas treibt die Turbine an und über diese den *Generator (4)* zur Stromerzeugung. Bei diesem Prozess kühlt sich das Rauchgas von etwa 1200 bis 1500 Grad Celsius bis zur Abgastemperatur von etwa 550 Grad ab. Nach der Gasturbine gelangt das Rauchgas in den *Dampferzeuger (6)* und schliesslich in den *Abgaskamin (7)*. Der Strom wird über *die Stromleitungen (10)* zu einem Transformator geleitet, wo die Spannung für den Transport in den Hochspannungsleitungen erhöht wird.



#### Dampfturbinen

Die heissen Abgase der Gasturbine erzeugen im Dampferzeuger den für die Dampfturbinen benötigten Dampf. Der Dampferzeuger ist in der Regel in verschiedene Druckstufen unterteilt, im dargestellten Beispiel in einen *Hochdruck- (6a)*, *Mitteldruck- (6b)* und *Niederdruckteil (6c)*. Die verschiedenen Dampfdrücke ergeben sich aus der unterschiedlichen Temperatur des Abgases. Beim Eintritt in den Dampferzeuger es am heissesten; es gibt allmählich seine Wärme ab und beim Austritt ist es am wenigsten heiss. Vom Dampferzeuger wird der Dampf über die *Dampfleitungen (11)* zur *Hochdruck- (1)*, *Mitteldruck- (2)* und *Niederdruck- (3) Dampfturbine* geleitet. Der Dampf treibt die Turbinen an und diese den Generator. Hier handelt es sich entweder um den gleichen Generator, der auch von der Gasturbine angetrieben wird (wie hier im Bild), es kann aber auch ein separater Generator sein. Der Dampf kühlt sich in den Turbinen auf 50 bis 100 Grad ab und wird dann in den *Kondensator (13)* geleitet, wo er die restliche Wärme abgibt und zu Wasser kondensiert. Dieses wird von der *Speisewasserpumpe (14)* wieder zum Dampferzeuger geleitet. Die Wärme des Kondensators wird über einen *Kühlturm (8)* abgeführt.





### 1. Unter einem Gas-Kombikraftwerk versteht man

- die Kombination von Gas und Kohle
- die Kombination von Gas und Wasser
- die Kombination von Gas und Kohle
- die Kombination von Gas und Dampf

### 2. Der Wirkungsgrad

- ist bei allen Kraftwerkstypen gleich hoch
- ist bei allen Kraftwerkstypen fast gleich
- ist bei den verschiedenen Kraftwerkstypen recht unterschiedlich
- ist beim Gas-Kombikraftwerk leicht besser als bei herkömmlichen Wärmekraftwerken

### 3. Die Vorteile eines Gas-Kombikraftwerkes sind

- sehr kurze Planung und Realisierung in nur 3 Jahren
- relativ tiefe Kapitalkosten
- sie sind europaweit erprobt
- sie stossen fast keine Emissionen aus

### 4. Die Hauptbestandteile der Gasturbine sind

- Lufteintritt, Verdichter, Brennstoffzufuhr, Transformator, Turbine
- Lufteintritt, Verdichter, Brennstoffzufuhr, Brennkammer, Turbine
- Lufteintritt, Verdichter, Kondensator, Brennkammer, Turbine
- Lufteintritt, Verdichter, Brennstoffzufuhr, Brennkammer, Generator

### 5. Die Speisewasserpumpe

- pumpt dauernd neues Frischwasser zu den Dampferzeugern
- pumpt das abgekühlte Wasser zu den Gasturbinen
- ist im Wasserkreislauf integriert, das gekühlte Wasser geht erneut zu den Dampferzeugern
- ist im Wasserkreislauf integriert, das gekühlte Wasser geht erneut zu den Gasturbinen

### 6. Der Kühlturm hat die Aufgabe

- die Abgastemperatur von 1200 auf 550 Grad zu reduzieren
- die Abwärme der Abgase abzuführen
- die Abwärme des Kondensator abzuführen
- die Abwärme des Generators abzuführen