

# 1 Energie

## 1.) Energieträger und -verbraucher

- a) Nennen Sie 5 Primärenergieträger!
- b) Nennen Sie 5 Sekundärenergieträger!
- c) Nennen Sie die 4 Hauptgruppen der Verbraucher!
- d) Nennen Sie die 3 hauptsächlichen Arten der Endenergie!

## 2.) Energiequellen

- a) Erklären Sie den Begriff (Energie-) Reserven!
- b) Was sind (Energie-) Ressourcen? Stellen Sie den Unterschied gegenüber a) heraus!
- c) Wie groß ist die Reichweite der 4 wichtigsten Energievorräte?

## 3.) Energiedefinitionen

- a) Was ist Energie?
- b) Wie wird Energie gemessen?
- c) Was versteht man unter Exergie und Anergie?

## 4.) Wirkungsgrad

- a) Durch welche Kenngröße ist der Wirkungsgrad eines energetischen Prozesses (nach oben) begrenzt?
- b) Welche physikalischen (Grund-) Bedingungen müssten für einen Wirkungsgrad von 100 % erfüllt sein?

# 2 Fossile Energieträger

## 1.) Verbrennungsbegriffe

- a) Welcher Vorgang wird als „Verbrennung“ bezeichnet?
- b) Was besagen der Heizwert und der Brennwert eines Brennstoffes?
- c) Womit werden Heiz- bzw. Brennwert ermittelt?
- d) Stellen Sie schematisch dar, welche Produkte bei der Verbrennung zu- oder abgeführt werden müssen?

## 2.) Verbrennungsrechnung

- a) Geben Sie einen jeweils typischen Heizwert der 4 wichtigsten fossilen Brennstoffe an!
- b) Was ist der Mindestluftbedarf, wovon hängt er ab und in welcher Einheit wird er angegeben?
- c) Wie ist die Luftzahl definiert?

## 3.) Verbrennungstemperatur

- a) Wie wird die Verbrennungstemperatur prinzipiell und rechnerisch ermittelt?
- b) Geben Sie die typischen realen Feuerraumtemperaturen der 4 wichtigsten Brennstoffe an!

### 3 Kraftwerke

#### 1.) Kraftwerksarten

- a) Welche jährliche Nutzungsdauer eines Kraftwerkes wird üblicherweise als
  - Grundlast
  - Mittellast
  - Spitzenlastbezeichnet?
- b) Nennen Sie jeweils eine zu den Nutzungsarten aus a) und zur Erzeugung industrieller Prozessenergie verwendete, typische Kraftwerksart und begründen Sie, warum sie dort zum Einsatz kommt!
- c) Erläutern Sie kurz die Betriebsarten eines Kraftwerks!

### 4 Dampfkraftwerk

#### 1.) Thermodynamische Grundlagen

- a) Skizzieren Sie das (Prinzip-) Schaltbild einer Dampfkraftanlage!
- b) Nennen Sie die Grundelemente folgender Systeme eines Dampfkraftwerks:
  - Dampferzeuger
  - Frischdampfsystem
  - Turbosatz
  - Kühl-(Wasser-)System ohne (ausschließliche) Flusswassernutzung
  - Kondensatsystem
  - Speisewassersystem
- c) Geben Sie die thermodynamischen Phasen eines Dampfkreislaufs nach dem Clausius-Rankine-Prozess an und nennen sie jeweils das Grundelement aus b), in welchem diese abläuft!
- d) Stellen Sie Phasen nach c) jeweils qualitativ im p-v-, T-s- und h-s-Diagramm dar!
- e) Wie sind folgende thermodynamische Größen formelmäßig definiert:
  - Spezifische technische Arbeit
  - Spezifische zugeführte Energie
  - Wirkungsgrad
- f) Stellen Sie in einem geeigneten Diagramm qualitativ dar, wie der Wirkungsgrad eines Dampfkraftprozesses prinzipiell verbessert werden kann! Wie müsste der Idealprozess aussehen?
- g) Beschreiben Sie 4 Möglichkeiten der Wirkungsgradverbesserung!

## 2.) Aufbau eines Kohlekraftwerks

- a) Geben Sie die Komponenten an, die zu folgender Gesamtanordnung gehören:
  - Brennstoffaufbereitung
  - Dampferzeugung und Feuerung
  - Turbogruppe und Wasser-Dampf-Kreislauf
  - Kühlsystem und Wasseraufbereitung
  - Umweltschutzanlagen
  - Elektrotechnik
  - Leittechnik
- b) In welchen Gebäude-Komplexen befinden sich die wichtigsten Komponenten aus a)?

## 3.) Dampferzeuger

- a) Beschreiben Sie die Aufgabe des Dampferzeugers!
- b) Aus welchen Aggregaten besteht der Dampferzeuger?
- c) Welche maximalen Dampfparameter sind derzeit praktisch erreichbar?
- d) Nennen Sie die wichtigsten Anforderungen an Dampferzeuger!
- e) Charakterisieren Sie den Wasserlauf der 3 gebräuchlichsten Verdampfersysteme und nennen Sie jeweils Vor- und Nachteile!

## 4.) Dampfturbine

- a) Welche Aufgabe hat die Dampfturbine aus thermodynamischer Sicht?
- b) Durch welche Turbinenteile und jeweils wie wird die Aufgabe aus a) erfüllt?
- c) Erklären Sie den Unterschied zwischen einer Kondensations- und einer Gegendruckturbine an einem Beispiel!

## 5.) Kühlwassersysteme

- a) Beschreiben Sie kurz die 4 gebräuchlichsten Kühlungsprinzipien!
- b) Welches Problem kann sich bei einem Kühlsystem ohne Kühlturm ergeben?
- c) Was versteht man unter Grädigkeit?

## 6.) Umweltschutztechnik

- a) Geben Sie an, welche an der Verbrennung beteiligten Stoffe zu welchen Emissionen führen!
- b) Welche Maßnahmen zur Emissionsminderung bei fossil befeuerten Dampfkraftanlagen sind grundsätzlich denkbar?
- c) Nennen Sie Verfahren zur Entstaubung der Abgase!
- d) Geben Sie Verfahren zur Entschwefelung und die wichtigsten, dabei entstehenden Endprodukte an, und beschreiben Sie eines der Verfahren genauer!
- e) Wie wird eine wirksame Entstickung durchgeführt?
- f) Bei welchen Schadstoffen sind die üblichen Emissionsmengen kritisch in Bezug auf den derzeit gültigen Grenzwert in der Bundesrepublik?

## 5 Gasturbinen-Kraftwerk

### 1.) Thermodynamische Grundlagen

- a) Skizzieren Sie das Prinzipschaltbild einer Gasturbinenanlage!
- b) Beschreiben Sie vereinfacht die Zustandsänderungen innerhalb des Gasturbinen-Kreisprozesses und geben Sie an, in welchem Aggregat diese stattfindet!
- c) Stellen Sie die Zustandsänderungen aus b) jeweils im p-v- und T-s-Diagramm dar!
- d) Durch welche Parameter wird der Wirkungsgrad einer Gasturbine maßgeblich bestimmt und wie lautet jeweils die Formel?
- e) Mit Hilfe welcher Maßnahmen kann der thermische Wirkungsgrad eines Gasturbinen-Kreisprozesses gesteigert werden?

### 2.) Einsatzbereich der Gasturbine

- a) Welche Vorteile bietet die Gasturbine gegenüber der Dampfturbine?
- b) Welche Nachteile gegenüber Dampfturbinen müssen beim Einsatz der Gasturbine in Kauf genommen werden?
- c) Wo liegen die Haupteinsatzgebiete der Gasturbine und welche Eigenschaften lassen sie jeweils für den Einsatz prädestiniert erscheinen?

## 6 Kombinierte Gas- und Dampfturbinen-Anlage (GuD)

### 1.) Thermodynamische Grundlagen

- a) Skizzieren Sie das Prinzipschaltbild einer GuD-Anlage!
- b) Worauf beruht die prinzipielle Wirkungsgradverbesserung einer GuD-Anlage gegenüber einzelner Gas- oder Dampfturbinen?
- c) Wie wird der Wirkungsgrad formelmäßig berechnet?

### 2.) Einsatzbereiche

- a) Wo und in welcher Nutzungsart wird die GuD-Anlage eingesetzt?
- b) Welche Vorteile bietet eine GuD-Anlage mit Zusatzfeuerung?

## 7 Kolbenmotoren

### 1.) Grundlagen

- a) Welches sind die wichtigsten Arbeitsprinzipien von Kolbenmotoren für den stationären Einsatz?
- b) Auf welchen thermodynamischen Prozess gründet sich jeweils die Leistungsabgabe der Arbeitsprinzipien aus a)?
- c) Wie wird der theoretische Wirkungsgrad der einzelnen Arbeitsprinzipien aus a) formelmäßig berechnet?

## 8 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

### 1.) Grundlagen

- a) Was versteht man unter Kraft-Wärme-Kopplung?
- b) Wie nennt man den Gesamtwirkungsgrad einer KWK-Anlage und wie wird er formelmäßig berechnet?
- c) Wie ist die Stromkennzahl definiert?
- d) Wie lautet die Formel für den Brennstoff-Aufwands-Faktor?
- e) Skizzieren Sie das typische Prinzipschaltbild eines Blockheizkraftwerks mit Verbrennungskolbenmotor!

### 2.) Einsatzbereiche

- a) Erklären Sie die Begriffe Kraftwerk, Heizwerk und Heizkraftwerk!
- b) Worin liegt der grundsätzliche Unterschied zwischen einem Heizkraftwerk (HKW) und einem Blockheizkraftwerk (BHKW)?
- c) Stellen Sie die Vor- und Nachteile folgender Arbeitsprinzipien von HKW heraus und geben Sie an, welche Einsatzgebiete daraus resultieren:
  - HKW mit Gegendruckturbine
  - HKW mit Kondensationsturbine
- d) Was versteht man unter dem Begriff „wärmegeführt“?
- e) Warum werden beide HKW-Typen aus c) letztlich „wärmegeführt“?
- f) Beschreiben Sie die prinzipielle Arbeitsweise des HKW Großkraftwerk Mannheim und den entscheidenden Vorteil, der sich aus ihr ergibt!

## 9 Kernkraftwerke

### 1.) Grundlagen

- a) Welches sind die Bestandteile des Atomkerns, welche Ladung besitzen sie und in welchem Zahlenverhältnis stehen sie zueinander bzw. zu den übrigen Atombestandteilen?
- b) In welcher Weise werden die Eigenschaften eines Atoms von seinen (Kern-) Bestandteilen bestimmt und welche herausragenden Eigenschaften sind dies?
- c) Woraus setzt sich die Masse eines Atomkerns zusammen und wie kann die in ihm enthaltene Bindungsenergie berechnet werden?
- d) Worin besteht der Unterschied zwischen einer „Atom-(en)“ und einer „Kern-“ Reaktion?
- e) Charakterisieren Sie die folgenden Prozesse:
  - (radioaktiver) Zerfall
  - Kernspaltung
  - Kernfusion
- f) Was versteht man unter „schnellen“ und unter „thermischen“ Neutronen?
- g) Erläutern Sie den Begriff „Kritische Masse“!
- h) Was geschieht bei der „Anreicherung“ von spaltbarem Material und welches Ziel in Bezug auf die friedliche Nutzung der Kernenergie wird dabei verfolgt?
- i) Wodurch werden jeweils Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlen hervorgerufen und was sind die Ergebnisse der jeweiligen Prozesse?
- j) Beschreiben Sie kurz den Spalt- und den Brutprozess!

### 2.) Radioaktivität und Strahlenschutz

- a) Welchen Vorgang bezeichnet man als „Radioaktivität“ und durch welches Naturprinzip wird sie hervorgerufen?
- b) Welche chemischen Elemente sind (immer) radioaktiv?
- c) Worauf beruht die so genannte biologische, einen Organismus schädigende Wirkung radioaktiver Strahlung und warum ist diese gerade für Geschlechtszellen so verheerend?
- d) Was versteht man unter (Strahlen-) Dosis?
- e) Erklären Sie, was man unter „Äquivalentdosis“ versteht und wie diese berechnet wird! Geben Sie die übliche Einheit an!
- f) Wie kann die Äquivalentdosis auch ermittelt werden und nach welchen Gesichtspunkten wird dabei vorgegangen?
- g) Welche Äquivalentdosis empfängt ein Bundesbürger durchschnittlich im Jahr?

### 3.) Zerfallsgesetz

- a) Geben Sie die Formel für das Radioaktive Zerfallsgesetz an!
- b) Welche Größe aus a) wird als Zerfallskonstante bezeichnet?
- c) Wie ist die Halbwertszeit formelmäßig definiert?
- d) Wie lautet die Definition der „Aktivität“ in Worten und wie wird diese berechnet?
- e) In welcher Einheit wird die Aktivität gemessen bzw. angegeben?

### 4.) Kernreaktor und -kraftwerke

- a) Nennen Sie die 4 notwendigen Grundelemente einer kontrollierten Kernreaktion, beschreiben Sie ihre jeweilige Aufgabe und geben Sie jeweils 2 Stoffe an, die zum Einsatz kommen!
- b) Charakterisieren sie 4 Reaktorkonzepte, die derzeit in der Bundesrepublik technisch realisierbar bzw. im Einsatz sind!
- c) Skizzieren Sie das Prinzip-Schaltbild eines Siedewasser- (SWR) und eines Druckwasserreaktors (DWR)!
- d) Welche Dampfparameter liegen üblicherweise am Turbineneintritt eines DWR-Blocks an?
- e) Beschreiben Sie die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen!
- f) Welche Klassifizierungen radioaktiven Abfalls werden vorgenommen und wie sind diese definiert?

### 5.) Reaktorsicherheit

- a) Wie lautet das oberste Ziel der Sicherheitskonzeption und durch welche Maßnahmen auf der ersten Ebene soll es im Störfall erreicht werden?
- b) Beschreiben Sie die 4 Grundprinzipien zur Realisation der Reaktorsicherheit jeweils an einem Beispiel!
- c) Was versteht man unter „Redundanz“ im Zusammenhang mit Sicherheitstechnik und zu welchem Grundprinzip aus b) gehört sie?

### 6.) Kernfusion

- a) Nennen Sie die Stoffe, die an der gegenwärtig favorisierten Fusionsreaktion beteiligt sind bzw. wären!
- b) Welche entscheidenden Vorteile böte eine technische Realisation der Kernfusion gegenüber der Kernspaltung?

# 10 Treibhauseffekt

## 1.) Naturwissenschaftliche Grundlagen

- a) Beschreiben Sie das Prinzip des Treibhauseffekts anhand einer Skizze!
- b) Was ist die Folge des natürlichen Treibhauseffekts?
- c) Wie hoch ist die durchschnittliche Kohlendioxidkonzentration in der Erdatmosphäre nach bisherigen Erkenntnissen während einer Eiszeit, wie hoch während einer Warmphase und wie hoch ist die Konzentration gegenwärtig? Welche Tendenz zeichnet sich anhand von Messungen und Modellrechnungen ab?
- d) Was versteht man unter dem anthropogenen Treibhauseffekt?

## 2.) Zusammenhänge mit der Zivilisation

- a) Nennen Sie die wichtigsten, den Treibhauseffekt fördernden Gase bzw. Stoffgruppen!
- b) Wie werden die Emissionsmengen der Treibhausgase üblicherweise angegeben?
- c) Wie hoch etwa ist die jährliche Emission des Haupttreibhausgases in der Bundesrepublik aktuell und wie verteilt sie sich prozentual auf die 5 wichtigsten Emittentengruppen?
- d) Geben Sie in stark gerundeten Zahlenwerten an, wie sich der Primärenergieverbrauch (PEV) in der Bundesrepublik von 1990 bis heute entwickelt hat!
- e) Welchen Schluss kann man aus einem Vergleich der Entwicklung des PEV mit den übrigen Rahmendaten wie Bevölkerungszahl, Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Verkehrsaufkommen ziehen?

## 3.) Handel mit Treibhausgas-Emissionen

- a) Geben Sie sinngemäß wieder, was das Ziel des Kyoto-Protokolls ist, welche Ziele sich daraus jeweils für die EU und für die Bundesrepublik ergeben!
- b) Durch welche beiden Vorgaben soll das Erreichen des Ziels aus a) in der Bundesrepublik sichergestellt werden?
- c) Beschreiben Sie kurz, was man unter Emissionshandel versteht und welchen Zweck er verfolgt!
- d) Welche 3 Mechanismen des Emissionshandels sind im Kyoto-Protokoll geregelt, wie und zwischen welchen Partnern soll dieser im Einzelnen ablaufen?
- e) Charakterisieren Sie, welche Emittenten am Emissionshandel teilnehmen dürfen!
- f) Nach welchem Verfahren erfolgt gegenwärtig die Zuteilung der Emissionsberechtigungen laut deutschem Recht?
- g) Warum darf die Zuteilungsmenge für den Emissionshandel nicht ausschließlich auf Messungen beruhen?
- h) Welche Kritikpunkte ergeben sich am gemäß Kyoto beschrittenen Weg der Emissionsminderung durch Emissionshandel zumindest innerhalb der Bundesrepublik?