

Energiewende – muss das sein?

10. Kraftwerke – der Dampfkreislauf

Dampfkraftwerke können die thermische Energie der Brennstoffe nur sehr verlustreich in mechanische Energie zum Antrieb der Generatoren umsetzen. Abgesehen, von den Wärmeverlusten, die bereits über die heißen Abgase durch den Schornstein entweichen, liegt das Problem im sog. Dampfkreislauf. Dieser beinhaltet die Verdampfung von Wasser im Dampfkessel, die Speicherung von Energie im sog. Heißdampf, die Umsetzung dieser Energie in mechanische Energie in der Turbine und danach die Rückkühlung. Der Dampf muss wieder zu flüssigem Wasser abgekühlt werden, denn nur das ist zum Rückpumpen in den Dampfkessel geeignet. Diesen Kreisprozess wollen wir uns mit einem kleinen Zahlenbeispiel verdeutlichen. Die Speicherung von Energie im Heißdampf läuft prinzipiell in 3 Phasen ab;

1. Erwärmung des Wassers auf Siedetemperatur 100°C (bei normalem Luftdruck); bei einer Ausgangstemperatur von 20°C benötigt man für 1 kg (1 Liter) Wasser die Energie von 0,102 kWh.
2. Die komplette Verdampfung dieser Wassermenge benötigt 0,627 kWh. Die Temperatur bleibt bei diesem Vorgang konstant 100°C, jedoch steigt der Druck im Dampfkessel (Nassdampfphase).
3. Das weitere Aufheizen des Dampfes auf die Eintritts-Betriebstemperatur für die Turbine. Benötigte Energie für eine Heißdampf Temperatur: von 350°C > 0,139 kWh; von 600°C > 0,278 kWh. Je höher die Temperatur, umso höher auch der Druck.

Dieser Heißdampf strömt durch die Turbine. Dabei laufen die 3 Phasen rückwärts ab. Der Dampf gibt seine Energie an die Turbine ab, diese gewinnt an mechanischer Energie, der Dampf verliert an Druck und Temperatur. Es darf aber nicht soweit kommen, dass der Dampf bereits in der Turbine zu Wassertropfen kondensiert, also Phase 2. Im Niederdruckteil der Turbine erreichen die Turbinenschaufeln Umfangsgeschwindigkeiten bis zu 500 m/s, das ist 1,5-fache Schallgeschwindigkeit. Der Zusammenprall mit kleinsten Wassertropfen würde zur Erosion und Zerstörung der Turbine führen. Im Prinzip kann also nur die Energie der Phase 3 genutzt werden. Das sind bei 350°C ca. 18%, bei 600°C ca. 31% der gesamten aufgewendeten Energie.

Die Temperaturen im Beispiel sind nicht willkürlich gewählt. 350°C ist die maximale Dampftemperatur für Kernkraftwerke aus materialtechnischen Gründen. Ca. 600°C ist die beherrschbare Grenztemperatur bei fossil beheizten Kraftwerken. Hieraus erklärt sich der Unterschied in den Wirkungsgraden der Tabelle des vorigen Kapitels. Die oben geschilderten 3 Phasen sind druckabhängig. Dies gibt technisch die Möglichkeit, durch Steuerung der Drücke - hoher Druck beim Turbineneintritt, Unterdruck beim Turbinenausritt - auch noch einen Teil der Energie der Phase 2 zu nutzen. Damit werden dann die Wirkungsgrade der Tabelle in Kapitel 9 erreicht, aber auch die physikalisch möglichen Grenzwerte.

Doch wohin mit dem Rest der Energie? Dies sind immer noch knapp 60% der Heizenergie. Die Absatzmöglichkeiten als Wärmeenergie sind nur eingeschränkt gegeben. Man kann sie nur in die Umwelt entlassen. Bei diesen Energiemengen gibt es technisch nur zwei praktikable Möglichkeiten: Ableitung in Flusswasser, oder über die bekannten Kühltürme in die Atmosphäre. Das erste heizt den Fluss auf, mit der Folge, dass im Sommer schon mal

die Leistung dieses Kraftwerkes drastisch reduziert werden muss, damit der Fluss nicht ökologisch umkippt. Im zweiten Fall wird das Kleinklima der näheren Umgebung beeinflusst.

Vertiefende Literaturhinweise:

www.Wikipedia.de ; Suchworte: Wärmekraftwerk, Dampfturbine, Carnot-Prozess, Clausius-Rankine-Kreisprozess

www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser_energie.html#kap02

Als nächstes betrachten wir die anderen Kraftwerke und Störfälle in dem Verbund Kraftwerke – Stromnetz.

Dieter Lenzkes

Bürger-für-Bürger-Energie

www.bfb-energie.de