

Energiewende – muss das sein?

11. Kraftwerke – Betriebseigenschaften im Störfall

Neben den Dampfkraftwerken sind noch die Wasserkraftwerke, einschließlich der Pumpspeicher-Kraftwerke, und die Gaskraftwerke von Bedeutung. Diese erzeugen zusammen etwa 14% des Stromes (Stand 2013).

Kraftwerk	Wirkungsgrad	CO ₂ in g pro kWh	Eigenbedarf
Wasserkraft	ca. 90%	4 - 13	ca 1%
Gas	max 40%	610 - 630	ca. 1%
GuD	max 60%	410 - 430	ca. 5%

Das Gas-Kraftwerk hat in seiner ursprünglichen Form keinen Dampfkreislauf. Die heißen Verbrennungsgase treiben direkt eine Turbine an. Die Gase enthalten beim Austritt aus der Gasturbine noch sehr viel Wärmeenergie. Diese wird in einer verbesserten Form, dem Gas-und-Dampf-Kombi-Kraftwerk (GuD), genutzt. Mit den Abgasen wird dann noch ein Dampfkessel beheizt, der den Heißdampf für eine weitere Dampfturbine auf derselben Welle wie die Gasturbine liefert. Hiermit lässt sich der Wirkungsgrad deutlich verbessern, wie obige Tabelle zeigt.

Details zum Gas-Kraftwerk und einer verbesserten Form, dem Gas-und-Dampf-Kombi-Kraftwerk (GuD) [siehe hier](#).

Dampfturbinen für Kraftwerke sind die größten, die z.Z. gebaut werden. Bei den üblichen Nennleistungen von 1.000 MW bis 1.750 MW können die Rotoren dieser Turbinen 60 bis 70 m lang sein und mehrere 100 t wiegen. Einerseits müssen sie extrem präzise gebaut sein um die Energie im Dampf möglichst effektiv umzusetzen. Andererseits müssen sie im Betrieb extreme Temperaturspannungen verkraften, zwischen der Dampfeintrittstemperatur von ca. 600°C und der Dampfaustrittstemperatur von deutlich unter 100°C. Dies macht sie sehr empfindlich bei Temperaturänderungen und hat Konsequenzen.

Das erstmalige Hochfahren einer Turbine aus dem kalten Zustand dauert bis zu einer Woche. Die Turbine muss behutsam auf ihre Betriebstemperaturen vorgewärmt und dabei ständig langsam gedreht werden. Erst dann kann sie vorsichtig belastet werden, wobei immer noch darauf geachtet werden muss, dass keine unzulässigen Wärmespannungen auftreten. Auch diese Phase dauert je nach Größe noch mehrere Stunden. Dieses Verhalten macht sie denkbar ungeeignet für schnelle Regelvorgänge. Andererseits muss aber die Stromproduktion sekundengenau an den Bedarf angepasst werden. Die Konsequenz: Die großen Dampfkraftwerke sind nur für eine sog. „Grundlast“ geeignet, die sich im Tagesverlauf nur wenig und auch nur relativ langsam ändert. Die Ausrichtung der Stromversorgung auf wenige Großkraftwerke bedingt deshalb ein großes, zentral gesteuertes Stromnetz, um die erforderlichen Grundlasten bereit zu stellen. Für die schnellen Änderungen der sog. „Spitzenlast“ müssen andere Kraftwerke bereit gestellt werden, die schneller geregelt bzw. zu- oder abgeschaltet werden können. Dies sind z.B. Gasturbinen, Wasserkraftwerke einschließlich Pumpspeicher-Kraftwerke, aber auch Windkraftwerke sind hierfür bestens geeignet.

Ein großes Dampfkraftwerk wird also am besten nach der Erstinbetriebnahme nicht wieder abgeschaltet. Störfälle im Netz oder im Kraftwerk selbst können aber zu Abschaltungen

führen. Beim Wiederanfahren wird zwischen Heißstart (Leerlaufzeit kleiner 8 Stunden) bis Kaltstart (Leerlaufzeit größer 48 Stunden) unterschieden. Die Anfahrzeiten liegen dann zwischen 4 und 15 Stunden. Dies setzt allerdings voraus, dass die Turbine während der ganzen Leerlaufzeit mit einem Fremdantrieb gedreht und auf Temperatur gehalten wird. D.h. während der ganzen Zeit muss die Energie für den Eigenbedarf als Fremdenergie zur Verfügung stehen. Im Störfall ist dies aber u.U. nicht gewährleistet, zumal die Störungsursache womöglich umfangreiche Reparaturen erfordert. Es gibt nur wenige Kraftwerke, welche die sog. „Schwarzstartfähigkeit“ haben, d.h. ohne, bzw. mit minimaler Fremdenergie (z.B. Starterbatterie) nach einem „Blackout“ hochgefahren werden können. Dies sind meist kleinere Gaskraftwerke und Wasserkraftwerke, einschließlich Pumpspeicher-Kraftwerke. Man bekommt eine Vorstellung davon, welche technischen und organisatorischen Probleme bei einem Netzzusammenbruch auftreten und warum die Wiederherstellung des Netzes lange dauern kann.

In der nächsten Folge untersuchen wir, wo denn das Heizmaterial für die Kraftwerke, die Primärenergie, herkommt.

Dieter Lenzkes
Bürger-für-Bürger-Energie
www.bfb-energie.de;