

Kraftwerke Mainz-Wiesbaden

Eine Führung von Herrn Klaus-Dieter Müller

KulturGenuss

5. Februar 2015

Vor drei Jahren besichtigten wir vom Marienborner KulturGenuss unter der Leitung von Frau Schmahl das Müllheizkraftwerk, heute werden wir das eigentlichen Stromkraftwerk, das Gas- und Dampfkraftwerk, kennen lernen. Kurz nach 12 Uhr starten wir mit dem Bus, ein längerer Weg um das Kraftwerks-Gelände auf der Ingelheimer Aue schließt sich an und dann stehen wir am Portal, wo uns einige Minuten später Herrn Klaus-Dieter Müller, zuständig für Öffentlichkeitsarbeit, in Empfang nimmt. Die meisten kennen ihn von früher. Zuerst werden wir in einem großen Besprechungsraum umfassend informiert.

Auf diesem Gelände stand früher ein Kohlekraftwerk, heute produzieren zwei Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) Strom und Dampf und dazu noch das Müllheizkraftwerk, das die verschiedenartigsten Abfälle durch Verbrennung in geringe Mengen in Strom und vor allem in Dampf verarbeitet, der letztere wird in das GuD 3 geleitet und unterstützt die dortige Dampfturbine.

Zur Übersicht:

Kraftwerk 1: 1958 ans Netz, nacheinander drei Kohleblöcke, 300 MW, Abriss 2000,

Kraftwerk 2: 1977 ans Netz, Gas- und Dampfkraftwerk (GuD), 370 MW, z. Z. stille Reserve,

Kraftwerk 3: 2001 ans Netz, modernstes Gas und Dampfkraftwerk (GuD) der Welt, 434 MW, von uns besichtigt

Müllheizkraftwerk: 2004 ans Netz, liefert Dampf an Kraftwerk 3, von uns 2012 besichtigt.

Ab 1899 erzeugte ein städtisches Unternehmen hier auf der Ingelheimer Aue den ersten Strom, wir werden später noch das alte, inzwischen anderen Zwecken zugeführte Gebäude beim Rundgang sehen. In Wiesbaden entstand ein deutlich kleineres Kraftwerk. 1931 fusionieren die beiden Stromerzeuger ESWE und Stadtwerke Mainz, das Werk auf der Ingelheimaue wird das Haupt-Kraftwerk, denn es hat als wesentlichen Vorteil den Rhein, um ihn für die notwendige Kühlung anzuzapfen. Zwischen 1999 und 2007 gehörten die Kraftwerke zur HEAG (Darmstadt, Offenbach und Südhessen). Die einzelnen Kraftwerksblöcke sind durchnummeriert.

Das Kraftwerk 1 ging 1958 als reines Kohlekraftwerk mit 300 MW ans Netz und wurde nach 40 Jahren Betrieb stillgelegt.

1977 kam mit dem Kraftwerk 2 ein modernes Gas- und Dampfkraftwerk mit 370 MW dazu, das heute im Auftrag der Bundesregierung als stille Reserve dient und nicht arbeitet, dafür aber gewartet wird, um es jederzeit wieder hochzufahren. Dessen heutige Gasturbine wurde anfangs mit Öl befeuert und als das Erdgas billiger wurde, mit Gas. Der Wirkungsgrad steigerte sich mit der Lieferung von Fernwärme, diese wurde im vorderen Leistungsbereich der Dampfturbine entnommen. Der Abgasschornstein ragt 154 m hoch in den Himmel.

Das Kraftwerk 3, ebenfalls ein Gas- und Dampfkraftwerk, jedoch mit 434 MW, ist heute der Hauptlieferant für Strom. Nicht aller Dampf durchströmt die komplette Dampfturbine, sondern nach etwa einem Drittel des Weges wird sehr heißer Prozessdampf für nahe gelegene Industrien, so z. B. auch das Papierwerk (ehemals Hakle), und ein wenig später nicht ganz so heißer Dampf für die Fernwärme (Wohnungen am Bruchweg und auf dem Kästrich, Rathaus, Dom, Rasenheizung in der Coface-Arena, seit neuestem ein Teil der Wohnungen vom Lerchenberg) entnommen. Die Dampftemperatur für die Fernwärme-Versorgung beträgt noch 130° an der Dampfturbine und ist dann an den Wärmetauschern der jeweiligen Häuser, wo die Wärme an einen zweiten Wasserkreislauf abgegeben wird, auf 100 °C

abgesunken. Beim Ausfall dieser Dampfenntnahmen, zum Beispiel bei Reparaturen oder Austausch der Aggregate, tritt für den Prozessdampf eine entsprechende Hilfsanlage ein, für die Fernwärme liefert dann das Müllheizkraftwerk direkt den Dampf.

Diese beiden Anteile gehen natürlich der Stromgewinnung verloren, aber Prozess- und Heizwärme sind auch noch verwertbare, teure Energien, die zur Wirkungsgradsteigerung beitragen. Gerade wegen des nutzbaren Prozessdampfes war das Kraftwerk 3 von der Effizienz gesehen weltweit bis vor kurzem das modernste Kraftwerk, seit etwa zwei Jahren steht es mit nur 0,5 % Abstand auf dem zweiten Platz der Weltrangliste. Das Abgas aus der Gasturbine verlässt mit 84°C den „nur“ 79 m hohen Schornstein. Durch besondere Verbrennungstechniken kann das Abgas den Schornstein unter dem Taupunkt verlassen. Im Laufe des Nachmittags werden wir das Kraftwerk 3 besichtigen.

Zur Erinnerung: der Wirkungsgrad ist die Menge von gewonnener Energie (Strom, Heißdampf) geteilt durch hineingesteckte Energie (Öl/Gas/Kohle). Danach steigt der Wirkungsgrad, wenn außer Strom auch noch Fernwärme- und/oder Prozess-Dampf gewonnen werden.

Im Müllheizkraftwerk laufen kleinere Stromerzeuger, es versorgt vor allem das Kraftwerk 3 mit Hochdruckdampf.

Die beiden Kraftwerke 2 und 3 funktionieren nach einem sehr ähnlichen Prinzip: Außenluft wird angesaugt, gefiltert und strömt dann durch einen Schalldämpfer, denn gleich dahinter befindet sich die Geräusche verursachende, mit 3000 Umdrehungen/min laufende Gasturbine. Diese besteht aus einem Verdichter- und einem Turbinenteil, beide auf einer gemeinsamen Welle sitzend. In jedem Teil befinden sich Schaufelräder, bei dem Verdichter anfangs lange und dann immer kürzer werdende, bei dem Turbinenteil zuerst kürzere und zum Ende längere. Das hängt mit den unterschiedlichen Luftdrücken zusammen, im Verdichter steigt er, in der Turbine nimmt er ab. Die komprimierte Luft des Verdichters strömt in die ringförmige Brennkammer, wo sie durch das brennende Öl (früher) oder Gas (momentan) auf 1200-1230° unter gleichzeitigem Druckanstieg erhitzt wird. Diese „Pressluft“ entweicht über die Turbine und treibt diese an, wegen der gemeinsamen Welle damit auch den Verdichter. Die Schaufeln sind sehr hohen Belastungen ausgesetzt: Fliehkraft, Temperatur und Biegekraft, da vor und hinter den Schaufeln ein unterschiedlicher Druck herrscht, der Druckunterschied beträgt bei den kleinen, 10 cm langen Schaufeln etwa 125 bar, bei den mittleren Schaufeln mit 60 cm Länge müssen nur noch 25 bar Druckunterschied ausgehalten werden und bei den 1 m langen Schaufeln noch 5 bar.

Nach der Gasturbine strömt das Abgas mit 600° in einen großen Wärmetauscher, der von Dampfleitungen durchzogen ist, und verlässt diesen über einen hohen Schornstein. Der Dampf in den Leitungen, der auch vom Müllheizkraftwerk geliefert wird, heizt sich weiter auf und nimmt an Druck zu, letztlich tritt er mit 565 °C und 125 bar in die Dampfturbine ein, wo er sich ähnlich verhält wie in der Gasturbine, allerdings ohne Brennkammer, und durch seine Expansion die Dampfturbine zum Drehen bringt. Genauso wie auf der Gasturbine sitzt auch hier ein Generator auf der gleichen Welle und speist den Strom über ein Umspannwerk direkt in die 110.000 V- Hochspannungsleitung.

Die hochempfindlichen Gas- und Dampfturbinen müssen regelmäßig gewartet werden, dazu wird letztlich der 10 t schwere Rotor mit den Schaufeln in den Herstellerwerken überholt, was ungefähr 6-8 Wochen dauert. Aber bereits ein halbes Jahr vorher werden die außerhalb der Turbinen liegenden Apparaturen (Ventile, Kessel, Regeleinheiten, Generatoren, Wärmetauscher, Filteranlagen usw.) schon überprüft und im Bedarfsfall für Reparaturen vorgesehen, d.h., auch Ersatzteile bestellt, um diese Teile dann bei der Turbinenrevision gleichzeitig auszuwechseln.

In der warmen Jahreszeit wird die Fernwärme-Versorgung heruntergefahren, die Dampfturbine fährt dann im Teillastbereich und produziert auch nicht mehr die maximale Strommenge. Dazu wird dann über die Verbundleitung mit anderen Kraftwerken Strom eingekauft und da langfristig vorher schon die Mengen festgelegt sind, ist dieser Strom auch kostengünstig. Anders ist das, wenn hier plötzlich durch einen Störfall Strom kurzfristig eingekauft werden muss, dieser ist dann teuer.

Sollte im Verbundnetz eine Störung eintreten, können nacheinander mehrere Werke ausfallen und um davor geschützt zu sein, versucht man, die eigene Stromversorgung auf "Inselbetrieb" umzustellen, d.h. die Verbindungen zum Verbundnetz zu kappen. Durch die schnelle und vor allem richtige Reaktion eines Mainzer Mitarbeiters in der Stromversorgungsanlage konnte vor einiger Zeit durch schnelles Abschalten vom Verbundnetz Schaden innerhalb des Netzes der KMW vermieden und die Stromversorgung aufrecht gehalten werden. Hierbei kann es notwendig sein, zum schnellen Hochfahren der eigenen Turbinenanlagen umgehend Hochdruckdampf zu erzeugen, den der hier installierte, in Reserve stehende Schiffsdieselmotor produziert.

Die ganze Anlage ist für einen hohen Wirkungsgrad ausgelegt, dazu gehört auch, dass am Ende der Dampfturbine der Dampf immer noch mit hoher Geschwindigkeit auf die Turbinenschaufeln drückt. Das wird erreicht, indem der Dampf nach dem Austritt aus der Turbine weitgehendst abgekühlt wird und damit an Druck verliert. Hier zeigt sich gegenüber dem Kraftwerk in Wiesbadens Mitte der Vorteil der Lage am Fluss, denn Rheinwasser dient in einem Wärmetauscher zur Kühlung des Dampfes. Durchschnittlich werden pro Jahr 50.000 m³/h an Kühlwasser benötigt. Es ist gesetzlich festgelegt, wie weit sich das Rheinwasser aufwärmen darf. Hier kühlen 7 Stufen den Wasserdampf ab, bevor die letzte Abkühlung durch das Rheinwasser erfolgt. Besonders in heißen Sommern wird bei Niedrigwasser die kritische Wassertemperatur an höchstens sechs Tagen erreicht und die Wasserkühlung muss reduziert werden, damit reduziert sich der Gesamt-Druckunterschied in der Dampfturbine und steht für die Erzeugung elektrischer Energie nicht mehr zur Verfügung, der Wirkungsgrad fällt ab.

Der abgekühlte Wasserdampf wird wieder in den Turbinenkreislauf zurückgeführt, da er völlig frei von Verunreinigungen ist und somit die Turbinenschaufeln nicht beschädigen kann. Bei den Kosten für einen Schaufelnsatz in Höhe von 1,2 Millionen € ist das notwendig. Zuerst strömt der Wasserdampf nach dem Kondensator in den schon beschriebenen Wärmetauscher zurück, wo dieser und derjenige vom Müllheizkraftwerk durch die Abgaswärme der Gasturbine auf maximal 565° angehoben wird und dann zum Einlass der Dampfturbine gelangt.

Beim Mainzer Kohlekraftwerk betrug der elektrische Wirkungsgrad nur 33 %, im GuD-Werk 2 bereits 44 % und im modernsten Werk 3 sogar 59,5 %. Lange Jahre hielt dieses Werk damit den Weltrekord, jetzt wurde es auf Platz zwei verwiesen, das bessere Werk arbeitet mit 60 %. Der Brennstoffausnutzungsgrad liegt wegen der Ausnutzung von Prozess- und Fernwärme bei 70 % Wirkungsgrad.

Bis 2014 lief die Gasturbine im GuD-Werk 3 unter Vollast, weil wegen eines langfristigen Vertrages Gas günstig eingekauft werden konnte. Nach dem Auslaufen des Vertrages rentierte sich mit den neuen, höheren Preisen ein Dauerbetrieb nicht mehr und die Laufzeiten wurden auf 2.000-3.000 h/Jahr Vollastbetrieb reduziert, das reicht für die Zeit von 6 Uhr bis 20 Uhr, der übrige Strom wird von anderen Anbietern eingeleitet.

Die Stadtwerke nutzen inzwischen den Strom aus alternativen Quellen. So hat der Öko-Strom bei der Einspeisung Vorrang, die konventionelle Stromerzeugung wird dabei ggf. gedrosselt. Aber es gab Situationen, dass so viel Strom aus Wind und Sonneneinstrahlung produziert wurde, dass die vorgeschriebene Frequenz von 50 Hz nicht mehr gehalten werden konnte und der Strom ins Ausland abgegeben werden musste, kaum verständlich ist, dass für die Abnahme noch Geld entrichtet werden musste! Deswegen konzentrieren sich Entwicklungsaufgaben auf Speichermöglichkeiten des Stroms, nicht nur die von früher her bekannten Speicherkraftwerke, sondern die Umwandlung des Stroms direkt in Wasserstoff, der entweder in das Erdgasnetz eingespeist oder in Zwischenspeichern für Kraftfahrzeuge mit Wasserstoffmotoren gelagert wird. Die derzeit größte Versuchsanlage weltweit entsteht in Hechtsheim, wo auch die Stadtwerke einige ihrer 87 Windräder betreiben. Gaskraftwerke sind geeignet, das Stromangebot zu nivellieren, weil sie innerhalb von 10 min auf Vollast hochgefahren werden können.

Neben dem Strom lieferten die Stadtwerke auch noch Gas an die Haushalte, zuerst stark riechendes aus einer eigenen Holz-Kokerei, ab 1972 geruchloses Erdgas umgestellt, dem entsprechende Duft-

stoffe beigefügt wurden. Als Zwischenspeicher diente der manchen von uns noch bekannte riesige, 123 m hohe Scheiben-Gasspeicher, der maximal 350.000 m³ fasste. Er war der größte Deutschlands!

Nachdem wir mit so viel Theorie informiert wurden, bekommen wir alle einen Schutzhelm und schreiten zur Besichtigung. Wir folgen der Dampfleitung vom Müllheizkraftwerk und der entgegenkommenden dünneren Prozessdampfleitung, die über uns auf aufgeständerten Brücken verlegt sind und neben uns kurz über der Erde den von den Kraftwerken 2 und 3 kommenden dick isolierten Fernwärmeleitungen. Dann sehen wir das kleine alte Elektrizitätswerk von 1899. Unspektakulär sieht das folgende Backsteingebäude zu unserer Rechten aus, hier wird der Strom beider Kraftwerke auf 110 kV transformiert und nach Mainz und Wiesbaden weitergeleitet.

Am Kraftwerk 3 sehen wir den großen Lufteintritt für die Gasturbine, Probleme gab es früher, als die Pappelblüten die Filter immer wieder verstopften, inzwischen setzten Gegenmaßnahmen ein. Anschließend wird die Luft vorgewärmt und kommt so in den Verdichter der Abgasturbine. Wir sehen hier auch den 79 m hohen Schornstein. Im Kraftwerk blicken wir noch kurz in die Steuerzentrale für die Kraftwerke 2 und 3 und stehen kurz darauf im Kraftwerk 3. Dort sehen wir nicht viel Interessantes, denn die meisten Anlagen sind zwecks Geräuschreduzierung oder Wärmeisolation gekapselt. Interessant ist die Gummilagerung der Abgasturbine mit dem an sie unmittelbar angekoppelten vibrierenden Fußboden, eine breite Gummilasche zu dem feststehenden Fußboden der Halle verhindert die Übertragung der Turbinenschwingungen. An einigen Schildchen an Leitungen und großen gekapselten Behältern erinnern wir uns wieder an das uns schon Mitgeteilte. Wir bekommen einen Eindruck von der Größe dieses Kraftwerkblockes.

Beim Rückweg sehen wir rechts die großen Öltanks, die momentan nicht gebraucht werden, da Gas verfeuert wird, aber das in Wartestellung stehende Werk 2 wird evt. wieder auf Ölbetrieb zurückgebaut, um im Notfall unabhängig von Gaslieferungen zu sein.

Der Besuch ist beendet, wir geben wieder unsere Helme oben in der Garderobe im 2. Stock ab und dann bekommen wir noch einen besonderen Service, Herr Müller führt uns auf kurzem Weg direkt zum Seitenausgang, so dass wir relativ schnell wieder die Bushaltestelle erreichen. Bei den derzeit niedrigen Temperaturen kommt uns das sehr entgegen.

Unsere Frau Schmahl hat wieder in der Gaststätte Cubo Negro an der Christophskirche Tische reservieren lassen, wo wir über das Tagesgeschehen, aber auch noch einmal über das umfangreiche heutige Programm diskutieren. Für diesen Einblick in eine für jeden von uns letztlich unendlichen Komfort (Wärme, Licht, Kommunikation, Computer...) liefernde Industrie danken wir Frau Schmahl wieder ganz herzlich.

Zufrieden mit allem lassen wir dort diesen interessanten Tag ausklingen.

Gedächtnisprotokoll: Jörg Haberfelner