

NZZ campus



Das Magazin der «Neuen Zürcher Zeitung» für Studium und Karriere

November 2011, Fr. 5.–
www.nzz-campus.ch

UNTER HOCHSPANNUNG

*Von wilder Wasserkraft, sanften Elektroschocks
und Forschern im Visier der Terrorismusfahnder*

ERSTER SCHNITT – ANGEHENDE MEDIZINER SEZIEREN MENSCHLICHE KÖRPER
RADIKALER SCHRITT – BASELS REKTOR WILL MASTER-ZUGANG ÄNDERN

DER STROM KOMMT NACH FAHRPLAN

Die Energieversorgung funktioniert nur, wenn stets gleich viel Strom produziert wie verbraucht wird. Dieses Gleichgewicht zu halten, ist die Kernaufgabe der Stromversorger.

VON ANNA CHUDOZILOV (TEXT) UND ADRIAN BAER (BILDER)

Wenn ich das Licht einschalte, muss irgendwo ein wenig mehr Strom produziert werden. Dasselbe gilt, wenn ich den Herd anmache, den Wasserkocher und den Geschirrspüler. Sobald ich all die Geräte wieder abschalte, fährt irgendwo die Stromproduktion ein klitzekleines bisschen herunter. Das ist nicht nur theoretisch so, sondern wortwörtlich. Denn die Stromversorgung funktioniert nur, wenn sich Produktion und Verbrauch immer die Waage halten.

«Jeden Tag um 14 Uhr 30 muss der Fahrplan für den kommenden Tag fertig sein», erklärt Frank Pleuler. Der Leiter des Intraday-Handels bei der Berner BKW FMB Energie AG ist dafür verantwortlich, dass die BKW ihre Kunden Tag für Tag durchgehend mit Strom versorgt. «Während meiner Ausbildung zum Energietechniker sass ich fast ein halbes Jahr auf Masten herum», erzählt Frank Pleuler. Damals lernte er die technischen Grundlagen, die auch heute noch seinen Berufsalltag prägen. «Um mit Strom sehr kurzfristig handeln zu können, muss man sich im Klaren darüber sein, was da eigentlich physikalisch passiert», ist er überzeugt. Nach der ersten Ausbildung folgte ein Studium der Elektrotechnik. «Über verschiedene Stationen in der Energiebranche bin ich nun auf dem ‹trading floor› der BKW gelandet», beschreibt Frank Pleuler seinen Werdegang. Inzwischen arbeitet er vor allem an seinem Schreibtisch, auf dem eine ganze Reihe von Bildschirmen steht. Hier verschafft er sich einen Überblick über die laufende Einspeisung von Strom ins Netz und über die Preise für Strom, der an einer spezialisierten Börse gehandelt wird. Mittels sogenannter «Fahrpläne» legt die Handelsabteilung der BKW fest, wann welche Kraftwerke wie viel Strom in die Netze einspeisen werden, damit das Gleichgewicht immer gewahrt bleibt. Bei Bedarf kaufen sie auch bei anderen Stromproduzenten ein oder verkaufen Energie, die sie nicht selber brauchen. Die BKW nutzt auch ihre Pumpspeicher, um etwa überschüssigen Windstrom aus Deutschland aufzunehmen und bei Bedarf wieder abgeben zu können.

Da man Strom grundsätzlich sehr schlecht speichern kann, gilt es, die Produktion so genau wie möglich auf den Verbrauch

abzustimmen. Um vorherzusagen, wie viel Strom am kommenden Tag benötigt wird, wird der Stromverbrauch in Einheiten von fünfzehn Minuten für den kommenden Tag prognostiziert. «Um das so präzise wie möglich machen zu können, arbeiten wir mit ausgeklügelten statistischen Modellen, die verschiedenste Erfahrungswerte berücksichtigen», erläutert Frank Pleuler. Grundlage für die Berechnungen bildet der Stromverbrauch an «ähnlichen» Tagen. Um den Fahrplan für den Mittwoch, 30. November 2011, zu erstellen, werden also beispielsweise die Mittwoche der vergangenen Wochen analysiert, der 30. November 2010 und 2009 sowie die «Mittwoche Ende November» der Vorjahre. Wichtig ist auch

«WÄHREND MEINER AUSBILDUNG ZUM ENERGIETECHNIKER SASS ICH FAST EIN HALBES JAHR AUF MASTEN HERUM.»

FRANK PLEULER, LEITER INTRADAY-HANDEL DER BKW

die Berücksichtigung von Tagen, an denen möglichst ähnliche Witterung herrschte, wie sie für den 30. November prognostiziert ist.

Eine bestimmte «Grundlast» bleibt den ganzen Tag bestehen. In den meisten Haushalten etwa läuft ununterbrochen der Kühlschrank. Zudem sind die grossen Schwankungen im Tagesverlauf jeweils ähnlich: In der Nacht wird deutlich weniger Strom verbraucht als tagsüber; morgens, mittags und abends gibt es je nach Jahreszeiten Verbrauchsspitzen, wenn die Industrie ihre Prozesse startet und die meisten Leute zur Arbeit oder nach Hause fahren und Strom zum Kochen brauchen. «Ein Elektroofen verbraucht relativ viel Strom, und wir wissen, dass abends deutlich mehr Leute eine Pizza in den Ofen schieben als mitten am Nachmittag», sagt Frank Pleuler. Wann genau ich meine Pizza essen werde, weiss natürlich auch der Fachmann nicht. Aber wenn ich sie etwas später esse als gewohnt, kann man davon ausgehen, dass irgendjemand vor mir Hunger haben wird. Rein statistisch gesehen sind unsere Gewohnheiten nämlich ziemlich gut voraussehbar. So weiss



Ingenieur Alfredo Baldi überwacht die Einspeisung «seines» Stroms in das Übertragungsnetz. Hundert Millionen Kilowattstunden jährlich.

UNTER HOCHSPANNUNG REPORTAGE

Frank Pleuler auch, wie der Verbrauch typischerweise an Weihnachten aussieht und welche Auswirkungen es für den Stromverbrauch Ende Jahr hat, wenn der Silvester auf einen Samstag fällt.

NEBEL ODER SONNE Andere Schwankungen sind hingegen schwieriger vorzusehen und können stark ins Gewicht fallen: «Ist es im Sommer wärmer als die angekündigten 26 Grad, verursachen Klimaanlagen einen höheren Mehrverbrauch», sagt Pleuler. Gleiches gilt im Winter, wenn sich etwa der Nebel nicht wie angekündigt gegen Mittag auflöst und dementsprechend deutlich mehr Strom für die Beleuchtung verbraucht wird, die Photovoltaik-Einspeisung aber geringer ausfällt. Um auf diese kaum voraussehbaren Schwankungen reagieren zu können, helfen sich Netzbetreiber mit Systemdienstleistungs-Produkten, sogenannter Regelenergie. Sie bezahlen ein Kraftwerk dafür, dass es nicht mit ganzer Leistung arbeitet, sondern nur bei Bedarf etwas mehr produzieren und somit Schwankungen ausgleichen kann. Oder im Gegenteil die Maschinen gegen Bezahlung zurückfährt, wenn die Sonne dem Nebel schon am Vormittag den Garaus macht.

Wie dieser Ausgleich konkret aussieht, zeigt mir Alfredo Baldi im Wasserkraftwerk Lucendro. Der Tessiner ist Geschäftsführer der Alpiq Hydro Ticino SA, Herr über die zwei Stauseen Lucendro und Sella, die oberhalb von Airolo im Gotthardmassiv liegen. Ein kleiner Bildschirm im Kommandoraum des Kraftwerks in Airolo zeigt an, wie viel Strom die Anlage gerade produziert. Alfredo Baldi dreht an einem Knopf, um die Schwankungen der letzten Stunden zu zeigen. Die Produktion der beiden Turbinen sank nie unter 17 Megawatt, bewegte sich aber im Bereich oberhalb dieser Marke ständig auf und ab. «Licht ein, Licht aus, Ofen an, Ofen aus», denke ich. Ich sollte denken: «Viele Lichter, viele Öfen.»

«Feiern Sie gerne?», fragt Alfredo Baldi. Der Ingenieur sucht nach einem Bild, um mir die Menge des Stroms begrifflich zu machen, die sein Kraftwerk produziert. Als ich nicke, fährt er fort: «Mit einem Kubikmeter Wasser produzieren wir hier so viel Strom, dass Sie Ihr Gartenfest mit 24 Lämpchen à 100 Watt eine Stunde lang beleuchten können.» Wie viel Strom aus einem Kubikmeter (also 1000 Litern) Wasser produziert werden kann, hängt vom Höhenunterschied zwischen dem Stausee und der Produktionsanlage ab. 900 Höhenmeter werden hier in Airolo für die Strom-

erzeugung genutzt. Durch den Höhenunterschied steigt die Fallgeschwindigkeit. Das löst einen riesigen Druck aus, der die zwei Turbinen im Produktionsaal unter dem Kommandoraum ankurzelt. Diese wiederum treiben je einen Generator an, der Strom produziert. Pro Jahr stellt das Kraftwerk in Airolo so rund hundert Millionen Kilowattstunden Strom her. Mir wird schwindelig, als ich auszurechnen versuche, wie lange ich damit meine 24 Lämpchen brennen lassen könnte.

Die Suche nach Metaphern ist allgegenwärtig, wenn es um Strom geht. Genauso wie das Vergleichen von Zahlen, deren Grösse kaum vorstellbar ist. Immer wieder male ich Nullen in Dreiergruppen auf meinen Notizblock und zähle leise von Kilo, Mega, Giga bis Tera: Knapp 64 Terawattstunden (TWh) Strom werden hierzulande jedes Jahr produziert (also einmal 64 mit 12 Nullen). Das entspricht etwa dem Jahresverbrauch der Schweiz – dieser beträgt rund 62 TWh. Dennoch exportiert die Schweiz jährlich rund 54 TWh und importiert im gleichen Zeitraum wieder fast

«HEUTE LÄUFT OHNEHIN FAST ALLES AUTOMATISCH ÜBER COMPUTER.»

ALFREDO BALDI, GESCHÄFTSFÜHRER DES WASSERKRAFTWERKS LUCENDRO

die gleiche Menge. Denn obwohl der Strom an sich genau gleich ist, egal ob ihn nun ein Bauer aus Kuhmist oder ein Atomphysiker mittels Kernspaltung produziert, bestehen doch beträchtliche Unterschiede zwischen den Kraftwerkstypen. Die Frage ist nämlich, wann und wie flexibel diese produzieren können.

Im Unterschied zu einem Atomkraftwerk, das kurzfristig kaum mehr oder weniger Strom produzieren kann, dauert es in Airolo nur sieben Minuten, bis die erste Turbine von null auf hundert hochfährt. Also eigentlich von 0 auf 54 Megawatt. Weitere sieben Minuten braucht das System, bis auch die zweite Turbine auf Höchstleistung läuft. Durch das Stauen von Wasser hinter einem Damm wird in einem Wasserkraftwerk also quasi Strom gespeichert. Denn die Energie, die in dem hoch oben gelagerten Wasser steckt, kann durch die Anlage je nach Bedarf in Sekunden in Strom umgewandelt werden. Durch den Wasserablass kann man einfach regulieren, wie viel Strom gerade erzeugt wird. Die Schweiz,

Ich
erzeuge
Energie.



Wo fließt Ihre Energie? Finden Sie's raus – Infos zum Einstieg bei der BKW-Gruppe gibt es unter:

www.bkw-fmb.ch/karriere

BKW®



Frank Pleuler sorgt auf dem «trading floor» der BKW dafür, dass immer genug Strom vorhanden ist. Und niemals zu viel.

in der mehr als die Hälfte der Energie durch Wasserkraft hergestellt wird, hat somit beim Handel mit Strom gute Karten in der Hand: Sie kann dann Strom verkaufen, wenn besonders viel davon gebraucht wird und die Preise dafür entsprechend hoch sind. Andererseits müssen Wasserkraftwerke auf die Schwankungen der Niederschlagsmengen reagieren. Im Sommer wird Wasser tendenziell gestaut, im Winter dann durch die Turbinen gejagt. Ein Atomkraftwerk wird hingegen kaum von den Jahreszeiten beeinflusst.

ALLES AUTOMATISIERT Aber zurück nach Airolo zu Alfredo Baldi und dem Wasserkraftwerk Lucendro. Zurück in den Kommandoraum, der irgendwie ein bisschen verlottert aussieht. Wie die Kommandobrücke eines Raumschiffs, das niemand mehr zum Fliegen bringen wird. Keine glänzenden Knöpfe und polierten Hebel, quer über die Decke verläuft wie eine Narbe ein Spalt, in dem wohl früher eine Stromleitung versteckt war. Die Tische mit den Bildschirmen aus dem letzten Jahrhundert, die mitten im Raum in einem Halbkreis stehen, erinnern an Zeiten, als die Bedienung der Anlage noch Handarbeit war. «2024 ist hier für die Alpiq wohl alles vorbei», sagt Alfredo Baldi. Dann nämlich läuft die Konzession aus, die der Kanton Tessin dem Wasserkraftwerk für die Stromproduktion gegeben hat. Die Anlage fällt dann dem Kanton zu, grosse Investitionen in das Gebäude lohnen sich nicht

mehr. «Heute läuft ohnehin fast alles automatisch über Computer», erläutert Alfredo Baldi. Das Hirn der Anlage befindet sich hinter dickem Glas in einem Schrank an der Wand, unauffällig leuchten dort Lämpchen an dem riesigen Rechner. Den Fahrplan, den das Kraftwerk von der Handelszentrale der Alpiq in Olten bekommen hat, übernimmt das System automatisch. Auch um die Regulierung, die kleine Schwankungen ausgleicht, muss sich hier niemand persönlich kümmern.

Der Strom, den die Generatoren produzieren, wird in einer Anlage hinter der Produktionshalle in das Schweizer Stromübertragungsnetz eingespeist. Dieses Höchstspannungsnetz wird mit einer Spannung betrieben, die gefährliche 220 oder 380 Kilovolt (kV) beträgt. Auf dieser Netzebene ist die Schweiz mit ganz Europa verknüpft. So kann auch der internationale Handel sichergestellt werden. Die hohe Spannung hat den Vorteil, dass relativ wenig Energie «unterwegs» verloren geht. Auf dem Heimweg aus dem Tessin fallen mir plötzlich die verschiedenen Leitungen auf. Auch die Unterwerke, in denen die Spannung auf Hoch-, dann Mittel- und schliesslich Niederspannung transformiert wird, kann ich nicht mehr übersehen. Besonders gefällt mir das fast schon monströse Unterwerk bei Amsteg. Es sieht ein bisschen aus wie eine Burg.

Im lokalen Verteilnetz, das mit Niederspannung betrieben wird, beträgt die Spannung 400 Volt. Eine letzte Transformation



Cornelia Staub gibt den Tarif durch: Sie berechnet, wie viel der Stromtransport kosten soll.

sorgt dann dafür, dass zu Hause aus der Steckdose 220 Volt kommen. «Bei uns stehen die Höchst- und Hochspannungsnetze im Vordergrund», sagt Cornelia Staub. Die Ökonomin arbeitet im Regulatory Management der Axpo Netze. «Der ideale Regulierungsmanager sollte eigentlich ein Ingenieur mit Ökonomie- und

«ALS ICH GESEHEN HABE, WIE VIEL STROM MEINE LIEBLINGSLAMPE VERBRAUCHT, HATTE ICH SCHON GEWISSENSBISSE.»

CORNELIA STAUB, ÖKONOMIN BEI AXPO NETZE

Jurastudium sein», sinniert sie. Auch wenn sie dem selbstentworfenen Ideal nicht entspricht, kommt ihm Cornelia Staub doch nahe: Nach ihrem Wirtschaftsstudium und einigen Jahren Berufserfahrung spezialisierte sie sich mit einem Energiemaster der HTW Chur. Die Energiebranche sei eine sehr spannende und dynamische Domäne, ein Bereich auch, der sich im Umbruch befinde. «Das ist nicht erst seit 'Fukushima' so», betont Cornelia Staub, die sich mit dem Prozess der Strommarktöffnung und der damit verbundenen Regulierung der Netze beschäftigt. Da die Netzbetreiber in ihren Regionen auch künftig Monopolisten bleiben werden, überwacht die staatliche Regulierungsbehörde ElCom deren Geschäfte sehr genau. Die Kommunikation mit dieser Behörde ist eine der Haupt-

aufgaben von Cornelia Staub. Da das Stromversorgungsgesetz von 2008 noch relativ jung ist, gilt es, hierzu noch viele offene, häufig juristische Fragen zu klären. «Wir müssen auch jährlich unsere Kosten deklarieren und daraus unsere Tarife berechnen». Plötzlich realisiere ich, wofür die verschiedenen Preise auf meiner Stromrechnung stehen: Ich zahle nicht nur für den Strom an sich, sondern auch für seinen Transport, also die Netznutzung – die Beträge halten sich fast die Waage. Wie viel mir da abgeknöpft wird, hängt sozusagen auch von Cornelia Staub ab.

Vielleicht noch spannender als diese Aufgaben findet Cornelia Staub das Erarbeiten von Vorschlägen für die zukünftige Gestaltung der Regulierung. Auch die Mitarbeit in Arbeitsgruppen zu diesen Fragen ist ein Teil ihres Jobs. Geht da nicht die Spannung verloren, wenn man sich den ganzen Tag mit solchen theoretischen Überlegungen herumschlägt? «Im Gegenteil, es ist superinteressant, die Zukunft der eigenen Branche mitzugestalten», antwortet sie. Auch wenn sie im Beruf auf einer relativ abstrakten Ebene mit Strom zu tun hat, verändert die Tätigkeit ihren persönlichen Umgang mit Energie. «Als ich gesehen habe, wie viel Strom meine Lieblingslampe verbraucht, hatte ich schon Gewissensbisse. Nicht nur, weil da auch meine Mitbewohner mitzahlen!» Doch Lampen kann man ja auch ausschalten. Klick. Und irgendwo stürzt ein kleines bisschen weniger Wasser auf eine Turbine zu.