

Die Power, die unsere Welt zusammenhält

Elektrizitätserzeugung gestern – heute – morgen ■ **Frieder Bluhm**

Am Anfang war das Licht. Mit den ersten Glühbirnen, die der US-Amerikaner Thomas A. Edison (1847–1831) 1882 in New York der Öffentlichkeit vorstellte, begann der weltweite Siegeszug der Elektrizität. Aus des Nachts düsteren Großstädten wurden strahlende Metropolen, Elektromotoren veränderten die Arbeitswelt und eröffneten neue Möglichkeiten der Mobilität, mit der Elektrizität begann das Kommunikationszeitalter. Das Revolutionäre daran war die Art und Weise, mit der Energie verfügbar gemacht und eingesetzt wurde. Hatte die Dampfmaschine, das Sinnbild der Industriellen Revolution, die Produktivität in Fabriken enorm gesteigert, so hatte doch niemand eine Dampfmaschine zu Hause. Mit der Elektrizität war das anders. In nur wenigen Jahrzehnten, zwischen 1890 und 1930, etablierte sich in den industriell entwickelten Regionen ein flächendeckendes Energiesystem, das bis in nahezu jeden Haushalt vordrang und das Leben jedes Einzelnen fundamental änderte. Am Tropf jener großtechnischen Energieinfrastruktur, die in diesem Zusammenhang entstand, hängt die postindustrielle Gesellschaft noch heute.

Parallel dazu entwickelten sich unterschiedliche Erzeugungsweisen der Stromproduktion, die einander nicht ablösten, sondern ergänzten und nebeneinander existierten und bis heute existieren. Was nicht zuletzt damit zusammenhängt, dass sich das bis in jeden Winkel reichende Stromnetz dazu eignet, wie auch immer erzeugten Strom zu verteilen, sofern er nur irgendwo eingespeist wird: Technisch gesehen macht es für den Verbraucher keinen Unterschied, ob der für Staubsauger, Kaffeemaschine oder Plasmafernseher benötigte Strom aus Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Wasser, Wind-, Solar- oder Kernenergie stammt. Die Erzeugung von Strom in großtechnischen Anlagen führte zur Bildung großer Energiekonzerne, von denen in Deutschland Eon, RWE, ENBW und Vattenfall zu den großen Vier gehören.

Geschichte des elektrischen Stroms als ein faszinierendes Abenteuer

EDF (Electricite de France), das größte französische Energieversorgungsunternehmen mit Tochtergesellschaften unter anderem in Großbritannien, ist Hauptsponsor des **Electropolis**, eines der Elektrotechnik gewidmeten Museums in Mulhouse. Es erzählt die Geschichte der Entdeckung und Anwendung elektrischen Stroms als ein faszinierendes Abenteuer von der Antike bis in unsere Zeit. Besucher können an Experimenten teilnehmen, wie sie im 18. Jahrhundert durchgeführt wurden, und erstaunlichen Phänomenen auf die Schliche kommen. Sammlungen diverser elektrischer Objekte und Haushaltsgeräte, kombiniert mit Vorführungen und Spezialeffekten, setzen den Siegeszug der Elektrizität, die den Alltag des 20. Jahrhunderts revolutionierte, spektakulär in Szene. Herzstück des Museums ist eine Sulzer-Dampfmaschine mit BBC-Wechselstromgenerator. Mehrmals täglich zeigt eine Multimedia-Show, wie die 170 Tonnen schwere Maschine mit einem Schwungrad von sechs Metern Durchmesser funktioniert.

Sehr anschaulich ist auch das Modell, das verschiedene Varianten der Stromerzeugung durch Wasserkraft demonstriert. Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts wurde Wasserkraft hauptsächlich in Mühlen genutzt, also unmittelbar als

Antriebskraft für mechanische Prozesse. Die ersten Strom erzeugenden Kleinkraftwerke, die höchstens einige Haushalte in der direkten Umgebung mit Strom versorgen konnten, entstanden an althergebrachten Mühlenstandorten. Die Idee, die Wasserkraft in einem sehr viel größeren Maßstab zur Stromerzeugung einzusetzen, erschloss indes Regionen, die bis dahin als Siedlungs- oder Wirtschaftsraum nicht in Betracht gekommen waren. Hatte der Mensch die Urgewalt des Wassers bis dahin allenfalls fürchten, nicht aber nutzen können, so änderte sich dies mit der Entwicklung der Generatoren- und Stromübertragungstechnik. (edf.fr/electropolis)

Strom für die Beleuchtung des Markusplatzes in Venedig

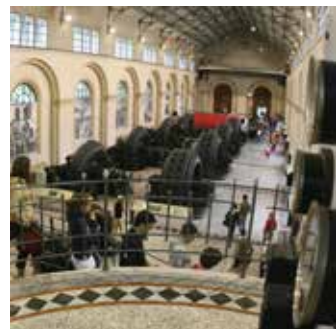
Ein frühes Beispiel für deren Anwendung findet sich im italienischen Malnisio di Montereale Valcellina. Das 1988 stillgelegte **Wasserkraftwerk Antonio Pitter** ist die größte Attraktion des Ortes. Um die Jahrhundertwende erbaut, war es das erste Wasserkraftwerk Norditaliens und eines der ersten in Italien überhaupt. 1905 ging es in Betrieb und lieferte unter anderem Strom für die Beleuchtung des Markusplatzes in Venedig. Gespeist wurde es aus dem Wasser des Flusses Cellina, das an der Staumauer von Barcis aufgestaut und entlang der Schlucht des Valcellina den Turbinen zugeführt wurde. Das klassizistische Gebäude gilt als herausragendes Beispiel der Industriearchitektur des frühen 20. Jahrhunderts und ist heute Museum und ERIH-Ankerpunkt (siehe IK 2.16, S. 32).

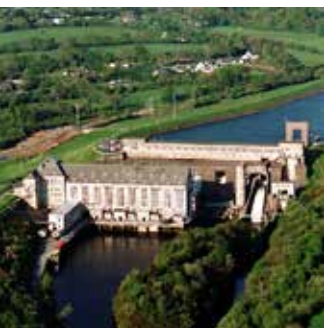
Am Hang hinter dem C-förmigen Hauptgebäude sind die Fallrohre zu sehen, die das Wasser einst in die Turbinen leiteten. Alle vier Francis-Turbinen, gebaut von Riva-Monneret, sind noch perfekt erhalten. Sie sind der Blickfang in der lichtdurchfluteten Maschinenhalle, die heute besichtigt werden kann. Mit Hilfe zweier Einphasen-Wechselstrom-Transformatoren wurde der bei 4 000 Volt erzeugte Strom auf bis zu 30 000 Volt angehoben. Unter dem Hauptflügel strömte das Wasser in einen offenen Kanal aus, der es zu den nachgeschalteten Kraftwerken leitete. Ausgestellt sind hier auch die Schaltfelder der Schaltstation San Marco und Rialto in Venedig. Eine Multimediale Station im Untergeschoss veranschaulicht die Abläufe in einem Wasserkraftwerk.

(www.turismofvg.it/Musei/Science-Centre-Immaginario-Scientifico-e-Geografico-Montereale-Valcellina)

Industrie folgte der Wasserkraft selbst an die entlegensten Standorte

Um diese Zeit herum zählte Norwegen bereits 757 Wasserkraftwerke. Kein Wunder: Wenn das skandinavische Königreich über etwas im Überfluss verfügte, dann war es Wasser. Die Attraktivität dieser Energiequelle war so groß, dass ihr die Industrie selbst an entlegene Standorte folgte. Ein Beispiel dafür ist das **Kraftwerk Tyso I**, das zwischen 1906 und 1918 in Tyssedal, am Ufer des Sørfjords, entstand. Damals war es eines der größten Hochdruckwasserkraftwerke der Welt. Heute ist es Teil des Norwegischen Wasserkraft- und Industriemuseums, ein ERIH-Ankerpunkt (siehe IK 3.11, S. 33). Wer das Industriedenkmal besucht, den verschlägt es in eine Gegend, die einen tiefen Eindruck





hinterlässt und begreiflich macht, warum Norwegen bis heute für den Bau von Wasserkraftwerken in Gebirgsregionen weltweit über das beste Know-how verfügt.

Gebaut wurde das Kraftwerk, als sich der bis dahin beliebte Touristenort durch Ansiedlung einer Karbid- und Zyanamidfabrik in einen Standort der Schwerindustrie verwandelte – mit entsprechendem Energiebedarf. Den größten Teil des 180 Meter langen Gebäudes nimmt die Maschinenhalle ein, die mit ihren hohen Säulenreihen an eine Kathedrale erinnert. Die feierlichen Rundbogenfenster öffnen den Blick auf den tiefblauen Sjørfjord. Blau sind auch die hintereinander aufgereihten Turbinen, die bis 1989 in Betrieb waren. Bis in die 1950er Jahre bestritt das Kraftwerk Tysso I alleine zehn Prozent der gesamten Elektrizitätserzeugung in Norwegen. Allerdings konnte dieser Strom erst Mitte der 1960er Jahre in das nationale Netz Norwegens eingespeist werden. Auf keinen Fall versäumen sollte man einen Abstecher zum nahe gelegenen Ringedals-Staudamm in Skjeggedal. 529 Meter lang und 33 Meter hoch, aus von Hand behauenen Stein erbaut, ist er der größte Staudamm aus Granitgneis in Norwegen. Er muss den gewaltigen Wassermassen des Ringedals-Stausees standhalten, der das Reservoir für das am Talausgang liegende Wasserkraftwerk bildet.

(www.nvim.no)

1 250 Meter lang ist die Staumauer der Talsperre, die das **Wasserkraftwerk Porjus** in der schwedischen Gemeinde Kokkmo verkörpert (siehe S. 12). Die 1914 vollendete Anlage am Fluss Luleälven, etwa 100 Kilometer südlich von Kiruna, war eine der Voraussetzungen dafür, dass Menschen nördlich des Polarkreises leben und Eisenerz fördern konnten. Porjus war das erste größere Wasserkraftwerk, das über unterirdische Maschinenhallen verfügte. Mittlerweile stillgelegt und durch eine moderne Anlage ersetzt, erreichte es zu seiner Blütezeit eine Leistung von 530 Megawatt. Der größte Teil davon diente der Versorgung der *Malmaban* (Erzbahn), dem schwedischen Teilstück der Bahnstrecke Luleå-Narvik. Heute ist es ein Museum und zugleich Trainingsstätte für angehende Elektroingenieure. (history.vattenfall.com/from-hydro-power-to-solar-cells/the-pioneer-power-stations-0)

Kraftwerk deckte rund 90 Prozent des gesamten irischen Strombedarfs ab

Ardnacrusha ist eine kleine Ortschaft sieben Kilometer nördlich von Limerick. Bekanntester als der Ort selbst ist das nahegelegene **Laufwasserkraftwerk The Shannon Scheme** – es ist das größte in Irland und war für kurze Zeit sogar das größte seiner Art weltweit. Maßgeblich am Bau beteiligt waren die deutschen Siemens-Schuckertwerke. Mit einer installierten Leistung von 86 Megawatt deckte es zur Zeit seiner Fertigstellung im Jahr 1929 rund 90 Prozent des gesamten irischen Strombedarfs ab; bei gleicher Leistung sind es heute immerhin noch zwei Prozent. Gespeist wird das Kraftwerk über einen 14 Kilometer langen Kanal, der vom Shannon abzweigt und sich südlich der Kraftwerksanlage wieder mit dem Fluss vereint. In dieser stürzt das Wasser durch vier Fallrohre mit je sechs Meter Durchmesser auf jeweils eine Turbine. Das Kraftwerk war Teil eines Netzaufbauplans für Irland, das bis dahin lediglich in größeren Städten elektrifiziert war. Ziel war es, sich von der britischen Energieversorgung unabhängig zu machen.

(www.esb.ie/blog/energy-matters-ph/energy-matters/2016/10/28/bringing-ardnacrusha-to-life)

Laufwasserkraftwerke spielen auch bei der Stromerzeugung am oberbayerischen Walchensee eine Rolle, wenn auch nicht die Hauptrolle. Das **Walchenseekraftwerk** gehört zu

den größten Hochdruck-Speicher-Kraftwerken Deutschlands. Das besondere daran: Oben und unten befinden sich zwei natürliche Becken – der Walchensee und der Kochelsee – dazwischen eine Rohrverbindung. Das Wasser des Walchensees strömt vom Wasserschloss, einem Ausgleichsbecken mit 10 000 Kubikmeter Fassungsvermögen, durch sechs Rohre 200 Meter tief zu den Turbinen. Wenn das Wasser seine Arbeit getan hat, fließt es in den Kochelsee. Um den Walchensee dauerhaft als Energiespeicher nutzen zu können, muss diesem Wasser zugeführt werden. Dies geschieht durch Zuleitungen aus Isar und Rißbach. Bei den Einmündungen dieser Zuleitungen in den See wurden Laufwasserkraftwerke errichtet. Ein 2002 eröffnetes Besucherzentrum veranschaulicht das komplexe System.

Die 200 Meter Höhendifferenz zwischen Walchen- und Kochelsee zur Gewinnung elektrischer Energie zu nutzen: Diese Idee wurde um die Wende zum 20. Jahrhundert geboren. Oskar von Miller (1875–1934) war es, der seine Vision, Bayern und die bayerischen Bahnen zu elektrifizieren, mit dem Bau des Walchensee-Kraftwerks in die Tat umsetzte. Am 24. Januar 1924 drehte sich die erste Turbine. Seither bringt es das Kraftwerk auf eine Leistung von 124 Megawatt und leistet als Spitzenlastkraftwerk einen entscheidenden Beitrag zur regionalen Stromversorgung. In der Kraftwerkshalle münden vier der oberirdischen Rohre in Francisturbinen mit verstellbaren Leitschaufeln zur Erzeugung von Drehstrom mit der Frequenz von 50 Hertz für Industrie und Haushalte. Aus den beiden anderen Rohren spritzt das Wasser durch stark verengte Düsen mit sehr hohem Druck auf vier Pelton-turbinen. Dazu teilen sich die Rohre kurz vor den Turbinen, so dass ein Rohr zwei Turbinen beaufschlagt. Ihre Generatoren produzieren Strom mit der Frequenz 16 2/3 Hertz für die Deutsche Bahn.

(www.walchenseekraftwerk.de)

Höchste Gewichtssteinmauer der Welt findet sich in mehr als 2 000 Meter Höhe

Um eine ganz andere Dimension der Stromerzeugung geht es beim Lac des Dix im Kanton Wallis in der Schweiz. Der See im Val d'Hérémence wird durch die 285 Meter hohe **Staumauer Grande Dixence** auf das Stauziel von 2 364 Meter Höhe über dem Meer aufgestaut und war bis 1980 die höchste Staumauer der Welt. Diesen Superlativ hat sie inzwischen eingebüßt, doch noch immer ist das monumentale Bauwerk die höchste Gewichtssteinmauer der Welt. An der Basis hat sie eine Dicke von 200 Metern, die Kronenlänge beträgt 695 Meter. Bei den 1951 begonnenen und 1965 abgeschlossenen Bauarbeiten wurden mehr als sechs Millionen Kubikmeter Beton verbaut. Das Gewicht der Mauer liegt bei etwa 15 Millionen Tonnen. Sie hält rund 400 Millionen Kubikmeter Wasser zurück. In den Fluten versank unter anderem die 1934 fertiggestellte Vorgängerstaumauer, die immerhin 85 Meter hoch war.

Der Stausee wird durch ein Netz von Zulaufstollen und Pumpwerken mit Wasser befüllt, das aus den 75 Wasserfassungen im 375 Quadratkilometer großen Einzugsgebiet stammt, in dem sich 35 Gletscher befinden. Bis in die 1990er Jahre gab es drei Kraftwerke, die das Wasser des Sees in elektrischen Strom umwandeln. Zwischen 1993 und 1998 entstand ein viertes, das **Kraftwerk Bieudron**, für das ein 15,8 Kilometer langer Zuführungstollen und ein 4,3 Kilometer langer Druckstollen mit Wasserschloss gebaut werden mussten. Das neue Kraftwerk steigerte die Gesamtleistung der vom Lac des Dix versorgten Kraftwerke auf das Zweieinhalbfache, womit es möglich wurde, den gesamten Inhalt des Stausees in nur 1 000 Stunden zu verarbeiten. Die Leistung des Kraftwerks Bieudron entspricht mit mehr als 2 000 Megawatt ungefähr derjenigen eines großen Atomkraftwerks.

Die Maschinen können innerhalb von nur drei Minuten hochgefahren werden und ins Stromnetz einspeisen. (www.grande-dixence.ch)

Der Gravitationskräfte von Mond und Sonne bedient sich das Kraftwerk **Usine marémotrice de la Rance** bei La Richardais an der Mündung des Flusses Rance in der Bretagne (siehe IK 1.17, S. 23). Das Kraftwerk speiste 1967 erstmals Strom ins Netz ein und war damit das erste kommerziell genutzte Gezeitenkraftwerk der Welt. Es gewinnt seine Energie aus der Gezeitenströmung des Atlantiks, der an dieser Stelle einen Tidenhub von mehr als acht Meter ausweist. Seine 24 Turbinen, die in beide Richtungen drehen und so bei auf- wie ablaufendem Wasser Strom gewinnen können, leisten zusammen 240 Megawatt. Zudem kann es auch als Pumpspeicherwerk eingesetzt werden. Das für das Kraftwerk errichtete, insgesamt etwa 750 Meter lange Absperrbauwerk besteht aus einer Schleuse für die Schifffahrt, einer 390 Meter langen betonierten Stauwand, in die das Maschinenhaus für die 24 Turbinen integriert ist, einem Staudamm von 175 Meter Länge und einem 115 Meter breiten, in sechs Abschnitte gegliederten Sperrwerk, das dazu dient, den Tidendurchfluss am Kraftwerk vorbei zu regulieren. Das einzigartige Ingenieurbauwerk ist seit Anbeginn eine Touristenattraktion. Besucher können sich an interaktiven Displays über den Betrieb der Anlage und über verschiedene Formen erneuerbarer Energien informieren. (www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/energies-renouvelables/hydraulique/edf-hydraulique-bretagne-normandie/l-usine-maremotrice-de-la-rance/decouvrir-et-comprendre)

Besucher können den Weg der im Kraftwerk verheizten Kohle exakt verfolgen

Um das Thema Energie und wie man sie gewinnt geht es auch im Elektrizitätsmuseum in Lissabon. Seinen Sitz hat es im einstigen **Tejo-Kraftwerk**, einem Dampfkraftwerk, das 1908 errichtet und 1951 erweitert wurde. Das mit seinen Jugendstilelementen sehr repräsentativ wirkende Gebäude auf einem Landabschnitt, der dem Fluss im späten 19. Jahrhundert abgewonnen wurde, beherbergt nicht nur eine umfangreiche Sammlung von Maschinen zur Stromerzeugung aus den 1930er bis 1950er Jahren. Besucher können vielmehr den Weg der im Kraftwerk verheizten Kohle exakt verfolgen: von der Landungsstelle, wo sie aus den Flussschiffen entladen wurde, über Aufzüge, Silos und Siebanlagen bis zu den Kesseln. Den Schluss des Rundgangs bilden die Generatoren und der Schaltraum. Die schlimmsten Arbeitsbedingungen des gesamten Kraftwerks herrschten in dem Bereich, in dem die Asche gesammelt und verarbeitet wurde. Die Dauerausstellung „Gesichter des Tejo“ erinnert an die einstigen Beschäftigten des Kraftwerks. (www.fundacaoedp.pt/en/content/tejo-power-station)

Ähnliche Leistung, anderer Brennstoff: Herzstück des Kraftwerks H. C. Ørsted im südlichen Hafengelände von Kopenhagen ist ein 24,5 Meter langes, 12,5 Meter hohes und 1 400 Tonnen schweres Dieselaggregat. Die 1932 von Burmeister & Wain konstruierte Maschine erreichte eine Leistung von 15 Megawatt (22 500 PS). 30 Jahre lang versorgte sie Kopenhagen mit Strom. In der ehemaligen Maschinenhalle des Kraftwerks eröffnete 2006 das **Diesel-House**, ein Museum, das die Rolle des Dieselmotors würdigt – speziell des Schiffmotors. Als stationäre Energieerzeugungsmaschine spielt er eine eher untergeordnete Rolle. Zum Einsatz kommt die Technik vornehmlich in Inselanlagen, also in isolierten, kleineren Stromnetzen, selten in Spitzenlastkraftwerken. Bei Kohlekraftwerken handelt es

sich dagegen um Grund- oder Mittellastkraftwerke. (dieselhouse.dk)

Eines der ältesten Braunkohlekraftwerke Europas findet sich in der Lausitz

Der Ausstieg aus der Kohleverstromung – insbesondere aus der Braunkohle, die in den Altanlagen besonders klimaschädlich verbrennt – gehört zu den aktuell heiß diskutierten Themen der deutschen Politik. Eine Diskussion, die das **Kraftwerk Plessa** in der Lausitz nicht mehr berührt: Es wurde bereits 1992 stillgelegt. 1927 ans Netz gegangen, ist es eines der ältesten Braunkohlekraftwerke Europas. 1924 war im benachbarten Tagebau „Agnes“ die erste Abraumförderbrücke der Welt in Betrieb genommen worden, was die Braunkohlegewinnung in der Lausitz auf ein neues technologisches Niveau hob und Kapazitäten für die Verstromung schuf. Zwar wurde das Kraftwerk mehrfach erweitert, ohne jedoch grundlegend modernisiert zu werden. Ein Glücksfall aus heutiger Sicht, sind doch große Teile der Anlage in ihrem ursprünglichen Zustand erhalten. Auf einem geführten Rundgang durch das Industriedenkmal, dessen zwei mehr als 100 Meter hohe Schornsteine weithin sichtbar sind, folgen Besucher den Stationen der Braunkohle von der Anlieferung über das Kesselhaus bis zum Transformatorenbereich, wo der Strom in das Stromnetz eingespeist wurde. (www.kraftwerk-plessa.de)

Für Klimaschützer ist die Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen eine Technik von gestern – ein Technikfossil ist das **Kraftwerk Schwarze Pumpe** etwa 30 Kilometer südlich von Cottbus unweit der brandenburgischen Stadt Spremberg indes nicht. Im Gegenteil: Die leistungsstarke Doppelblockanlage zählt zu den modernsten ihrer Art weltweit. Nach der Wende war Schwarze Pumpe das erste Lausitzer Braunkohlewerk, das auf der Grundlage neuer, umweltschonender Technologien geplant und errichtet wurde: stickoxidarme Verbrennung, Rauchgasentschwefelung, Staubabscheidung mit Elektro-Filtern. Obgleich die Kraftwerksprozesse damit aufwendiger wurden, erreichte Schwarze Pumpe als eine der ersten Anlagen auf Braunkohlebasis einen Wirkungsgrad von 40 Prozent.

Der Grundstein für das Kraftwerk wurde im Herbst 1993 gelegt. Bereits vier Jahre später nahm der erste Kraftwerksblock mit einer installierten Leistung von 800 Megawatt (MW) den Dauerbetrieb auf. Ein halbes Jahr später folgte der zweite 800 MW-Block. Die verwendete Rohbraunkohle stammt aus den nahe gelegenen Tagebauen Welzow-Süd, Nochten und Reichwalde. Rund 36 000 Tonnen täglich verbraucht das Kraftwerk bei Vollast. Ein Teil des zur Stromerzeugung benötigten Heißdampfes wird an benachbarte Industriebetriebe geliefert. Im Veredelungsbetrieb der Lausitz Energie Bergbau AG wird er beispielsweise für die Trocknung von Braunkohle bei der Brikettherstellung genutzt. Ein anderer Teil des Dampfes wird in Fernwärme umgewandelt und versorgt damit den Industriepark Schwarze Pumpe sowie die Städte Hoyerswerda und Spremberg. Nach Anmeldung kann man an einer Führung durch den laufenden Betrieb teilnehmen. Besonders beliebt ist die Fahrt auf die 162 Meter hoch gelegene Aussichtsplattform des Kesselhauses mit großartiger Aussicht in die vom Braunkohletagebau geprägte Umgebung. (www.leag.de/de/geschaeftsfelder/kraftwerke/kraftwerk-schwarze-pumpe)

Museum regt dazu an, über die Zukunft der Energieversorgung nachzudenken

Mit Vergangenheit und Zukunft der Energienutzung beschäftigt sich die Ausstellung des **Energeticon** in Alsdorf. In der





Bergbaustadt nördlich von Aachen nahe der niederländischen Grenze ereignete sich am 21. Oktober 1930 im Eduardschacht der Steinkohlenzeche Anna eines der schwersten Grubenunglücke der deutschen Geschichte. Bei einer Schlagwetterexplosion verloren 271 Bergleute ihr Leben. 1992, rund 150 Jahre nach Beginn des örtlichen Bergbaus, stellte die letzte Zeche ihren Betrieb ein. In den obertägigen Gebäuden der Schachanlage entstand das Energeticon, ein Museum zum Anfassen und Experimentieren. Es widmet sich der Geschichte des Bergbaus, regt aber auch dazu an, über die Zukunft der Energieversorgung nachzudenken, indem es auf die Stromerzeugung aus Sonne und Wind eingeht. (www.energeticon.de)

Wie das konkret aussieht, kann man ganz in der Nähe im grenzüberschreitenden Gewerbegebiet Avantis erleben. Dort gibt es die **Besuchervindanlage „Windfang“**, die von der NEA (Neue Energie gemeinnützige GmbH) betrieben wird. Die NEA entstand 1995 im Rahmen des Projektes „Zukunftsenergien Aachen-Heerlen“, bei dem es darum ging, eine klimaneutrale Energieversorgung für das Gewerbegebiet zu entwerfen. Von der vorgeschlagenen Kombination von Solar-, Wind- und Biomasseanlagen blieben im Wesentlichen die Windanlagen übrig, von denen sich inzwischen zwölf in der Umgebung des Gewerbegebietes drehen. Eine davon können angemeldete Kleingruppen besichtigen. Eine Wendeltreppe (300 Stufen) führt bis zu einer Aussichtsplattform in 63 Meter Höhe, direkt unter dem Maschinenhaus. Weltweit verfügen weniger als ein Dutzend Windanlagen über eine solche Ausstattung. (www.aachen-hat-energie.de/wind/wind112.htm)

In Ungarn deckt Kernenergie die Hälfte des Strombedarfs

Klimaneutral ist auch die Atomkraft. In Deutschland ist der Atomausstieg bis 2022 beschlossene Sache, doch in den europäischen Nachbarländern spielt Kernenergie nach wie vor eine tragende Rolle. Ein Beispiel dafür ist Ungarns einziges Atomkraftwerk Paks nahe der gleichnamigen Stadt, etwa 110 Kilometer südlich von Budapest am rechten Ufer der Donau gelegen. Es arbeitet mit Druckwasserreaktoren sowjetischer Herstellung und deckt rund die Hälfte des ungarischen Energiebedarfs. Der erste von vier Blöcken ging 1982 in Betrieb, die drei übrigen folgten in den Jahren 1984, 1986 und 1987. Das Werk, so die optimistische Planung, soll noch zwei Jahrzehnte am Netz bleiben. Neben einem seit 1995 bestehenden Besucherzentrum eröffnete 2012 das Museum für Kernenergie, das grundlegendes Wissen wie etwa die Funktionsweise verschiedener Kernkraftwerksbauarten oder Details der Strahlenschutzkontrolle erläutert. Die Botschaft: Das Risiko ist beherrschbar.

Darüber hinaus bietet das **Atomkraftwerk Paks** auch Führungen innerhalb des Werkes an. Bei diesen einzigartigen Touren erhalten Besucher einen Einblick in den Arbeitsalltag der Mitarbeiter eines der größten Arbeitgeber in der Region und lernen diverse Betriebsräume, darunter die Kommandozentrale kennen. Auch die Reaktorräume bekommt man zu Gesicht, wenn auch nur aus der Ferne. Strahlenschutzanzüge sind bei den Führungen nicht erforderlich, skeptische Besucher können aber einen Vorher/Nachher-Dosistest durchführen lassen. Für die Buchung müssen Gruppen mehrere Wochen vor der Ankunft einen Termin ausmachen. (www.atomeromu.hu/en/ForVisitors/MuseumofNuclearEnergy/Lapok/default.aspx)

Bedenken haben muss man bei einer Besichtigung des **Kernkraftwerkes Zwentendorf** an der Donau in Niederösterreich ganz sicher nicht, und man stört auch keinen Betriebsablauf. Denn hier wurde noch nie elektrischer Strom

erzeugt: Das ab 1972 errichtete Kraftwerk gilt als die größte Investitionsruine der Republik Österreich. Es war das erste von drei geplanten Kraftwerken seiner Art in der Alpenrepublik, die geplante Kapazität betrug 692 Megawatt, die Baukosten lagen bei rund 5,2 Milliarden Schilling (1,6 Milliarden Euro nach heutiger Kaufkraft). Obwohl fertiggestellt, ging es nie ans Netz, nachdem bei einer Volksabstimmung am 4. April 1978 die Inbetriebnahme abgelehnt wurde – ein Votum, das in einem generellen Verbot der Atomkraft in Österreich mündete. Nach dem Referendum wurden Teile des Kraftwerks abgerissen, einige Bauelemente gelangten als Ersatzteile zu Kernkraftwerken ähnlicher Bauart in Deutschland. Die Reste der Anlage werden seither für Forschung und Sicherheitstrainings verwendet und gerne auch für Dreharbeiten genutzt.

Das Kraftwerk ist öffentlich zugänglich. Teilnehmer der geführten Touren, zu denen man sich anmelden muss, lernen auf ihrem Rundgang die gesamte Anlage einschließlich Reaktorkern kennen. Letzterer weist keine Strahlung auf, weil er nie in Betrieb war. Zu sehen ist der Mechanismus zur Einführung der Brennelemente, zugänglich sind sowohl das Kontrollzentrum als auch die Reaktor- und Turbinenhalle. Auf ihren Rundgang eingestimmt werden die Besucher mit einem Dokumentarfilm, der vor dem Referendum von 1978 entstand. Hier wird die Kernenergie noch als Wohlstandsbringer für Österreich gepriesen. Was aus diesem Versprechen geworden ist, dafür steht das Kernkraftwerk Zwentendorf. (www.zwentendorf.com)

Verstörend und wichtig: Das Nationale Tschernobyl-Museum in Kiew

Man kann darüber streiten, ob das **Nationale Tschernobyl-Museum** in Kiew ein Industriemuseum ist oder eher ein Anti-Industriemuseum. Mit Sicherheit ist es eines der verstörendsten. Die ukrainische Stadt Tschernobyl steht für die größte Katastrophe in der Geschichte der nuklearen Stromerzeugung. Das Museum setzt sich mit den Folgen des Unglücks vom 26. April 1986 in Reaktor 4 des örtlichen Kernkraftwerks auseinander. Multimediapräsentationen veranschaulichen, wie es zu der Kernschmelze des Reaktors kommen konnte. Die dokumentierten Zerstörungen an den Gebäuden und die Darstellung der um sie herum eingerichteten Sperrbezirke lassen schauern. Erst recht die Folgen der Verstrahlung bis hin zu Missbildungen neugeborener Menschen und Tiere. Schwer erträglich, doch gerade deshalb sollte man das Museum auf sich wirken lassen. (chornobylmuseum.kiev.ua)



Weitere Informationen

auf der ERIH-Webseite www.erih.net: Themenroute „Energie“

Fotos: Seite 31.1 Mulhouse (F). Electropolis (Tourism Alsace); 2+3 Malnisio di Montereale Valcellina (F). Wasserkraftwerk Antonio Pitter (Standort); 4+5 Tyssedal (N). Norwegisches Wasserkraft- und Industriemuseum (Standort); Seite 32.1 Kokkmokk (S). Wasserkraftwerk Porjus (Norrbottens Museum, Jennie Sjöholm); 2 Ardnacrusha (IRL). Laufwasserkraftwerk The Shannon Scheme (aus ESB-Broschüre); 3 Kochel am See (D). Walchenseekraftwerk (uniper.energy); 4 Val d'Hérémence (CH). Staumauer Grande Dixence (Grande Dixence SA); 5 Val d'Hérémence (CH). Kraftwerk Bieudron (wie 4); Seite 33.1 La Richardais (F). Usine marémotrice de la Rance (EDF, Yannick Legal); 2 Lissabon (P). Elektrizitätsmuseum; 3 Kopenhagen (DK). Diesel House; 4 Plessa (D). Kraftwerk Plessa; 5 Spremberg. Kraftwerk Schwarze Pumpe (33.2-5 Rainer Klenner); Seite 34.1 Alsdorf (D). Energeticon (Projekt Grünmetropole); 2 Aachen (D). Besuchervindanlage „Windfang“ (Wikipedia Peter Tritthart); 3 Paks (H). Atomkraftwerk Paks (Tourismus Paks); 4 Zwentendorf (A). Atomkraftwerk Zwentendorf (Prima Vista Media & Consulting GmbH); 5 Kiew (UA). Nationales Tschernobyl-Museum (YHIAH)

