

Energiedialog

02 Milliarden-Investitionen von Axpo in die Versorgungssicherheit | **03** Schweiz-Flash | **07** Jahrhundertbauwerk «Linthal» ist auf Kurs | **08** Deutschland: Die Kernkraft ist wieder im Gespräch | **09** Welt-Flash | **12** Andalusien: Gebündelte Sonnenkraft | **14 | 15** Was eine Kilowattstunde leistet | **16** Schlusspunkt: Peter Guts Stromperspektiven

Heinz Karrer

Hohe Nachfrage nach Strom macht den Preis



Gleiche Produktionskapazitäten, grössere Nachfrage und höhere Kosten: Axpo muss seit 15 Jahren erstmals wieder den Strompreis erhöhen. Betriebs- und volkswirtschaftlich gesehen eine logische Konsequenz.

20 Prozent weniger Strom als heute verbrauchen wir 1995, also vor 15 Jahren. Weltweit steigt der Energiebedarf weiterhin jährlich, und gleichzeitig schwinden die Ressourcen. Die fossilen Brennstoffe sind begrenzt, und eine Naturkatastrophe, wie aktuell im Golf von Mexico, zeigt auch die hohen Förderisiken mit der neusten Technologie: der Tiefseebohrung. Doch nicht nur solche Risiken oder der absehbare Mangel an fossilen Brennstoffen, sondern vor allem der weltweite CO₂-Anstieg in der Atmo-

sphäre erfordern langfristig alternative Energieträger und wirtschaftlich sinnvolle Effizienzmassnahmen. Momentan bleibt die Nachfrage nach Energie ungebremst, und der vermehrte Umstieg von fossilen Brennstoffen auf elektrische Energie, wie etwa bei Wärmepumpen oder Elektrofahrzeugen, lässt die Nachfrage nach Strom weiter ansteigen. Experten sprechen deshalb bereits von einer zweiten weltweiten «Elektrifizierung».

Während sich der Preis für knappe Energieträger wie Heizöl in den letzten 15 Jahren verdoppelt hat, verbilligte sich der Strom in der gleichen Zeitspanne um bis zu 30 Prozent. **Seit 1995 hat Axpo ihre Preise nicht mehr erhöht, und letztes Jahr wurde der schwierigen Wirtschaftslage Rechnung getragen und auf eine eigentlich notwendige Erhöhung verzichtet.** Auf der anderen Seite aber sind seit 15 Jahren bei Axpo die Kosten massiv gestiegen.

Wir sind konfrontiert mit höheren Strombeschaffungskosten. In den letzten

» Fortsetzung Seite 2

Warum Strom teurer wird

Die angekündigte moderate Strompreiserhöhung stösst auf Kritik. Dabei wird deutlich, dass der Strompreis für Konsumenten ein Buch mit sieben Siegeln ist. Der Blick auf die Positionen der Stromrechnung macht die Preispolitik der Axpo indes nachvollziehbar.

» Seiten 4 | 5 | 6

Energie der Zukunft

Neue Technologien zu subventionieren, mag kurzfristig attraktiv sein. Langfristig lähmt es die Innovationskraft. Deshalb: Innovation braucht Forschung, sagt Professor Gottfried Schatz.

» Seite 13



Gastautor Professor Gottfried Schatz.

Im Kern gespalten

Céline Boulet und Marco Larcher: Zwei junge künftige Ingenieure im Energiebereich – zwei unterschiedliche Meinungen, wie die Gesellschaft mit Energie versorgt werden soll.

» Seiten 10 | 11



Die weltweite «Elektrifizierung», wie etwa durch Elektroautos, erhöht den Strombedarf weiter.

■ Fortsetzung von Seite 1

Jahren konnte Axpo dank einem hohen internationalen Marktpreis die guten Handelsmargen weitergeben. Mit dem Fall der Handelspreise reduziert sich dieser Kostendeckungsbeitrag, und zusammen mit den über Jahre gestiegenen Kosten in der Produktion und der Beschaffung sowie der Teuerung ist eine Preisanpassung unumgänglich. Wir sind uns unserer wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verantwortung bewusst. Preiserhöhungen – auch wenn es die erste nach 15 Jahren ist – werden nicht leichtfertig beschlossen. **Aber auch ein Unternehmen, das zu 100 Prozent der öffentlichen Hand gehört, darf die betriebswirtschaftlichen Realitäten nicht negieren.** Vor allem langfristig gesehen wären die Konsequenzen fatal.

Unser Tagesgeschäft, Strom zu produzieren, bedeutet, laufend grosse Kraftwerke zu unterhalten, neue Produktionskapazitäten zu erschliessen und in eine

stabile Netzinfrastruktur sowie in Energieeffizienz und Stromsparprogramme zu investieren. Mit einer weitsichtigen Anlagestrategie schaffen wir nicht nur eine sichere Stromversorgung, sondern auch eine Garantie, um weiterhin vergleichsweise günstige Strompreise anbieten zu können. Ausserdem fördern wir mit kontinuierlichen Investitionen antizyklisch die Schweizer Wirtschaft. Doch sind auch in diesem Bereich die Preise nicht wie vor 15 Jahren, teilweise sind unsere Beschaffungskosten für Investitionsgüter um bis zu 40 Prozent gestiegen. Doch Axpo setzt auch intern den Hebel an, führt ein Kostensenkungsprogramm durch und trägt weiterhin Kostensteigerungen zu lasten des Unternehmensergebnisses.

In der Diskussion um den Strompreis und die Liberalisierung ist etwas Entscheidendes aber auch nach 15 Jahren noch gleich geblieben: Dank unserer ein-

heimischen Stromproduktion liegen die Preise in der Schweiz nach wie vor deutlich unter dem internationalen Marktpreis und gehören in der Schweiz sogar mit zu den günstigsten. Dieser Standortvorteil für unsere Wirtschaft bleibt also in jedem Fall erhalten. **Und unser Strom ist auch fürs Klima attraktiv: Dank Grosswasserkraft und Kernenergie ist er nahezu CO₂-frei.** Diese zwei starken Argumente, gepaart mit verantwortungsvollen Investitionen in Grosskraftwerke und Netzinfrastruktur, stimmen mich zuversichtlich. Ich kann Ihnen versichern, dass wir uns weiterhin wirtschaftlich attraktive Preise und vorausschauende Investitionen als Ziele für unsere zukünftige Preispolitik und unseren Strommix vornehmen.

Auf Ihr Feedback per Mail freuen wir uns (redaktion@energiedialog.ch).

Heinz Karrer, CEO Axpo Holding AG

News

Vorausschauend sicher versorgt

Die grosse Nachfrage nach Strom verlangt in den nächsten 20 Jahren nach Investitionen in Milliardenhöhe. Diese müssen vor allem vorausschauend geplant sein.

100 Mio. Franken im Juni 2009 für das Pumpspeicherkraftwerk Tierfehd in Linthal, 2,1 Mia. Franken bis 2015 für das grösste Ausbauprojekt in der Energiebranche, das 1 000-Megawatt-Pumpspeicherkraftwerk Linth Limmern, und 3 Mia. Franken bis 2030 für den Ausbau der Produktion mit neuen erneuerbaren Energien. Diese Summen und noch einige mehr investiert Axpo in den nächsten 20 Jahren in die Versorgungssicherheit. Auch sind die Kosten der Ersatzbauten für die Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg und für Modernisierungen in den Kraftwerken nicht eingerechnet.

Strom muss jederzeit fließen – einerseits müssen dazu ständig genügend Produktionskapazitäten vorhanden sein, andererseits werden die Stromnetze zunehmend stärker belastet. Rund 1 Mia. Franken sind deshalb für den Unterhalt und Ausbau der Netze in den nächsten zehn Jahren geplant. Der Strombedarf steigt auch in Zukunft –



Montage der Stahlhalle über dem Turbinenschacht beim Pumpspeicherkraftwerk Tierfehd.

und stellt damit die Strombranche vor grosse Herausforderungen. Denn Investitionen im Energiebereich sind nicht nur kostenintensiv, sondern müssen vorausschauend geplant sein. So entsteht der Ausbau der Pumpspeicherkraftwerke Linth Limmern in 6 bis 7 Jahren Bauzeit, die Realisierung

eines Ersatz-Kernkraftwerkes dauert rund 15 Jahre. **Zwar können kurzfristige Stromimporte eine Versorgungslücke decken, mittel- bis langfristig ist diese Variante aber teurer und unsicherer als eine verantwortungsbewusste und gut geplante Investitionsstrategie in der Schweiz.**



Energieförderung: Thurgau steht an erster Stelle

Gemäss dem Bundesamt für Energie entrichtete der Kanton Thurgau 2009 im Energiesektor knapp 53 Franken Fördergelder pro Einwohner. Damit steht er schweizweit vor Basel-Stadt und Schaffhausen an erster Stelle. Bei den insgesamt ausbezahlten Förderbeiträgen im Jahr 2009 liegt der Thurgau auf Platz drei (12,7 Mio. Franken). Vor dem Thurgau liegen nur die beiden Kantone Bern und Genf. **Das Förderprogramm 2009 löste Investitionen von rund 110 Mio. Franken aus** und hat jährlich rund 6 Millionen Liter fossile Brennstoffe ersetzt oder eingespart oder wird diese noch einsparen. [Quelle: thurgau24.ch](#)

Engpass im Wallis

Anfang 2010 ging das Walliser Pumpspeicherwerk Bieudron Dixence wieder in Betrieb. Die jüngste Anlage des Grande-Dixence-Komplexes erhöht die Spitzenleistung der Schweizer Kraftwerke um 1 200 Megawatt auf 16 000 Megawatt. Die Zusatzleistung überfordert aber die Netzkapazität, vor allem das Walliser Stromnetz, das besonders viele Engpässe aufweist. Folge: Die maximale Leistung lässt sich nicht mehr voll ausschöpfen. **2015 wird sich das Problem weiter verschärfen:** Die SBB wollen zusammen mit den Stromkonzernen die Erneuerung des Pumpspeicherwerks Nant de Drance vollenden. Dessen Leistung erhöht sich damit von 600 auf 900 Megawatt.

www.axpo.ch/energiedialog

Atlas für Zürich

Ein neuer **Wärmenutzungsatlas** zeigt für jeden Standort im Kanton Zürich, wie die Energie aus dem Untergrund genutzt werden kann. Der im Internet einsehbare Plan ist der erste seiner Art in der Schweiz und ersetzt die bisherige Erdwärmesondenkarte. Vor allem bei Neubauten ist der Trend zu Wärmepumpen ungebrochen. 90% der neu erstellten Einfamilien- und 60% der Mehrfamilienhäuser werden damit ausgerüstet.

[Quelle: SDA](#)

Energieforschung 2009: BFE ist zufrieden

Das Bundesamt für Energie (BFE) zieht in seinem Bericht zur Energieforschung 2009 eine positive Bilanz. 2009 unterstützte das BFE Forschungsaktivitäten und -programme mit 21 Mio. Franken. Viele der im Bericht vorgestellten Projekte sind von **höchster Qualität und grosser internationaler Ausstrahlung**. Ein Beispiel zeigt, wie Heizkörper im Sommer auch zu Kühlzwecken eingesetzt werden und Raumtemperaturen um bis zu 4 Grad gesenkt werden können.

[Quelle: Bundesamt für Energie](#)



Die ETH am Hönggerberg wird CO₂-emissionsfrei.

ETH heizt den Hönggerberg

Die ETH Zürich setzt auf ein neues Heizmodell: Im Sommer soll die Abwärme der Gebäude auf dem Hönggerberg im Boden gespeichert werden. Im Winter wird diese Wärme zum Heizen benutzt. **So soll der Campus bis 2020 nahezu frei von CO₂-Emissionen werden.** Das Ziel: Ein Zwölftel der Energie fürs Heizen und Kühlen soll über Strom erzeugt werden. Der Rest wird aus dem Erdreich stammen. Unter dem Campus sind neun Wärmespeicherfelder mit einer Kapazität von 13 bis 15 Gigawattstunden geplant. [Quelle: SDA](#)

Strompreis bleibt günstig

Axpo hat die Strompreise in der Nordostschweiz letztmals 1995 erhöht und seither kontinuierlich gesenkt. Seit 2004 sind die Beschaffungskosten für Investitionsgüter mindestens 40 Prozent gestiegen. Die höheren Kosten werden nicht vollständig weitergegeben – einen Teil trägt Axpo zu Lasten des Unternehmensergebnisses. Dennoch ist die Preiserhöhung unumgänglich.

Wo sich eine Preiserhöhung ganz direkt aufs eigene Portemonnaie auswirkt, erhitzt sie die Gemüter. Der Strompreis bildet da keine Ausnahme. «Axpo will seinen Kunden massiv mehr Geld abknöpfen», tadelte kürzlich der «Blick». Preistreiber seien die Axpo und die hinter ihr stehenden Kantone, laminieren Industriebezüger. Andere Kritiker wiederum unterstellen reine Profitmaximierung.

In der Tat wird elektrische Energie aus verschiedenen Gründen teurer. Hier beweist die Axpo Augenmass und nimmt ihre gesellschaftliche Verantwortung wahr. Die erste Strompreiserhöhung in der Nordostschweiz seit 1995 (bis 2004 wurden die Tarife kontinuierlich gesenkt) wird mit 1,2 Rappen pro Kilowattstunde (kWh) moderat ausfallen.

Für die Endverbraucher im Axpo-Versorgungsgebiet erhöht sich die Stromrechnung um voraussichtlich rund 7 Prozent. Anders gesagt: Die Preiserhöhung schlägt für eine Viereinhalbzimmer-Wohnung, deren Jahresverbrauch mit rund 5 000 kWh beziffert wird, durchschnittlich mit 17 Rappen pro Tag zu Buche, **was sich im Monat auf 5 Franken summiert**. In der Nordwestschweiz werden die Strompreise auch nach dem Aufschlag zu den günstigsten der Schweiz und erst recht in Europa zählen. Damit deckt die Strompreiserhöhung der Axpo nicht einmal die gesamte Verteuerung ab. Ein Teil geht – nach Kostensenkungsprogrammen – zulasten des eigenen Unternehmens.

Den geplanten Aufschlag nachvollziehbar macht der genauere Blick auf die verschiedenen Komponenten, die diesen Preis bestimmen. Es sind hauptsächlich deren fünf, einige davon von der globalen Entwicklung diktiert oder Ausdruck des politischen Willens, nämlich: die



Der Blick auf den Stromzähler sorgt trotz Preiserhöhung auch in Zukunft für keine Sorgenfalten.

Warum steigt der Preis?

- Geringere Einnahmen für Strom, den Axpo ins Ausland verkauft. Das schmälert den Gewinn deutlich.
- Seit Jahren massiv gestiegene Investitionen in Ersatz- und Neubauminvestitionen.
- Höhere Beschaffungskosten am Markt bzw. von Kraftwerken Dritter (+ 0,3 Rp./kWh).
- Höherer Aufwand in der Produktion von Hydro- und Kernenergie (+ 0,6 Rp./kWh),
- Die allgemeine Teuerung (+ 0,3 Rp./kWh), wobei letztere nur zu zwei Drittel (+ 0,2 Rp./kWh) weitergegeben wird.

eigentliche Energie, die Netznutzung, die Abgaben für die Systemdienstleistungen, die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie Steuern und

Abgaben, darunter die Mehrwertsteuer. Die angekündigte Preiserhöhung betrifft die Energie, die sich aus drei Gründen verteuert hat. Zum einen wächst als Folge der wirtschaftlichen und demografischen Entwicklung sowie des Umstiegs auf stromabhängige Systeme (etwa der Wechsel von der Ölheizung zur Wärmepumpe) die Nachfrage – **und hohe Nachfrage bedeutet, sofern man auf den Einkauf angewiesen ist, zwangsläufig steigende Preise**.

Zum anderen verteuern höhere Ersatz- und Neuinvestitionskosten beziehungsweise die markant steigenden Finanzierungskosten für diese Investitionen die Produktion. **So haben zum Beispiel die Kosten zur Instandhaltung der in die Jahre gekommenen Kraftwerke um 80 Mio. Franken pro Jahr zugenommen**, nicht zuletzt darum, weil auch Werkstoffe wie Stahl oder Kupfer massiv teurer wurden.

▣ Fortsetzung Seite 6

«Preisrisiko durch Anteile an Kraftwerken reduzieren»

Dr. Urs Meister, Projektleiter und Mitglied des Kaders, Avenir Suisse, Zürich, erklärt die Mechanismen des Strompreises.



Dr. Urs Meister beurteilt die Schweizer Volkswirtschaft als sehr energieeffizient

Liberalisierung bedeutet in der Regel mehr Markt. Mehr Markt führt in der Regel zu tieferen Preisen. Warum gilt diese Regel im Stromgeschäft nicht?

Urs Meister: Nein, eine Liberalisierung muss nicht in jedem Fall zu tieferen Preisen führen. Erstens sind die Preise zuvor häufig verzerrt, beinhalten Subventionen und liegen unter den Gestehungskosten. Auch in der Schweiz gibt es solche Beispiele. Umgekehrt existieren – gerade in der Westschweiz – Regionen mit ausgesprochen hohen Preisen. Sie profitieren von der Marktöffnung. Zweitens entsteht mit der Liberalisierung nicht sofort funktionierender Wettbewerb. Häufig fehlt der politische Wille für einschneidende Massnahmen zur Marktöffnung und zu einer effektiven Regulierung der Netztarife. Das hängt nicht zuletzt damit zusammen, dass der Staat weiter an den Unternehmen beteiligt ist und entsprechende Interessen verfolgt. Drittens hängt das Preisniveau von verschiedenen Parametern ab, auch von den Kosten für Inputgüter. Sie sind beim Strom besonders relevant, zumal im europäischen Kontext Gas und Kohle die Strompreise bestimmen. Das aber heisst, dass bei sinkenden Preisen für fossile Brennstoffe auch tiefere Strompreise resultieren.

Sind die absehbaren Strompreiserhöhungen ausschliesslich eine Folge der Marktliberalisierung?

Der Strompreis setzt sich aus den Preisen für Energie und Netze sowie diversen Abgaben zusammen. Liberalisiert wird nur die Energie, die bislang knapp 40 Prozent am Endkundenpreis ausmacht. Weil Strom ein handelbares Gut ist, be-

stimmt vermehrt der europäische Markt das Preisniveau. Ganz anders ist das bei den Netzen, deren Tarife knapp die Hälfte des Strompreises ausmachen. Sie werden staatlich reguliert. Dennoch gab es auch hier Tarifierhöhungen. Viele davon dürften nicht gerechtfertigt sein, zumal sie das Resultat künstlich hoher Netzbewertungen sind. Der Bundesrat hatte dies mindestens teilweise korrigiert. Weitere Senkungen der Netztarife sind möglich, dazu aber muss der Gesetzgeber eine griffigere Regulierung einführen, die Anreize für Effizienz bzw. Strukturbereinigungen bei den zahllosen kleinen Netzbetreibern schafft.

Welcher Stellenwert kommt der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) hinsichtlich der Strompreisbildung zu?

Die KEV wird über den Netztarif verrechnet und erhöht damit direkt die Stromrechnung. Da erneuerbare Energien wie z. B. Fotovoltaik nach wie vor extrem teuer sind im Vergleich zum Marktpreis, führt ihre Förderung zwangsläufig zu Preiserhöhungen. Eine zurückhaltende Förderung liegt daher im Interesse der Stromkonsumenten. Bislang machte die KEV etwa 2 bis 4 Prozent des Strompreises aus.

Welche Auswirkungen resultieren aus der absehbaren Strompreiserhöhung für die Schweizer Wirtschaft? Und wie lassen sich diese allenfalls abfedern?

Im internationalen Vergleich ist die Schweizer Volkswirtschaft sehr energieeffizient. Steigen die Preise für Strom, dürften sich die Konsequenzen für Konjunktur und Wachstum in Grenzen halten. Dennoch wird die Wettbewerbsfähigkeit stromintensiver Branchen gerade des Industriesektors beeinträchtigt. Grosse Unternehmen könnten das Preisrisiko durch finanzielle Beteiligungen an Kraftwerken reduzieren, deren Gestehungskosten unabhängig von Gas und Kohle sind – z. B. Wasser- oder Kernkraft. Dazu

aber müssten sie Beteiligungsmöglichkeiten erhalten. Um Preissteigerungen in Grenzen zu halten, ist es ausserdem wichtig, zu hohe Netztarife zu verhindern. Das setzt erstens die Anpassung der Regulierung voraus. Zweitens könnten auch Stromproduzenten an Netz- bzw. Systemdienstleistungskosten beteiligt werden – funktioniert der Markt, können sie diese nicht einfach an Kunden überwälzen. Beides verlangt Gesetzesänderungen.

Wären (quer-)subventionierte Strompreise für die Industrie wünschbar – und ein realistisches Szenario?

Nein. Zum einen käme dies einer wettbewerbsverzerrenden indirekten Subvention gleich. Zum anderen muss jemand dafür bezahlen. Verzerrte Preise würden sowohl bei den Verbrauchern als auch bei den Produzenten falsche Anreize für Investitionen in effiziente Anlagen setzen. Der Energiepreis muss transparent sein und sich am Markt ausrichten. Natürlich kann er aufgrund hoher Gas-, Kohle- oder CO₂-Zertifikatspreisen ansteigen. Dann fallen höhere Gewinne bei inländischen Produzenten an. Da es sich heute vor allem um öffentliche Unternehmen handelt, müsste der Gewinn konsequenterweise an den Staat ausgeschüttet werden.

Wie viel darf international konkurrenzfähiger Schweizer Strom kosten?

Der Strompreis ist keine Konstante, vielmehr bildet er Angebot und Nachfrage am Markt ab. In diesem Kontext wird der Preis durch den internationalen Handel, die Verfügbarkeit und Struktur von Kraftwerken, Gas- und Kohlepreise aber auch durch die konjunkturelle Entwicklung bestimmt. Für den Energieteil des Stroms gilt vermehrt ein internationaler Preis, wie bei Öl und Gas. Konkurrenzfähig ist der Preis, wenn er in der Schweiz nicht durch einen Mangel an Wettbewerb, zu hohe Netzpreise oder ausufernde staatliche Abgaben verzerrt wird.

Fortsetzung von Seite 4

Zum Dritten wachsen die Importkosten deutlich an – das Resultat steigender Preise für die fossilen Primärenergien Kohle, Erdgas und Erdöl, die wesentlich den europäischen Stromproduktionsmix bestimmen. Konkret: **Für Strom aus Frankreich muss die Axpo jährlich rund 30 Mio. Franken mehr bezahlen.**

Zweiter bestimmender Strompreisfaktor sind die Aufwendungen für die Netznutzung. Einerseits sind da die traditionellen Entschädigungen der Netzeigentümer. Die Marktöffnung zieht aber neue regulatorische Kosten nach sich, da das Höchstspannungsnetz neu von Swissgrid, der im Auftrag des Bun-

des agierenden Netzgesellschaft, nach europäischen Vorgaben und Normen organisiert wird. Swissgrid stellt den Kraftwerkbetreibern auch die von ihr erbrachten Hilfsdienste in Rechnung. Diese sogenannten Systemdienstleistungen beinhalten zum Beispiel die Bereithaltung von Reserve-Energie (für den Fall einer Kraftwerkpanne) und sind für die (trans-)nationale Versorgungssicherheit wie für den sicheren Betrieb der Netze, die ja gleichsam als europäische «Stromautobahnen» fungieren, unabdingbar.

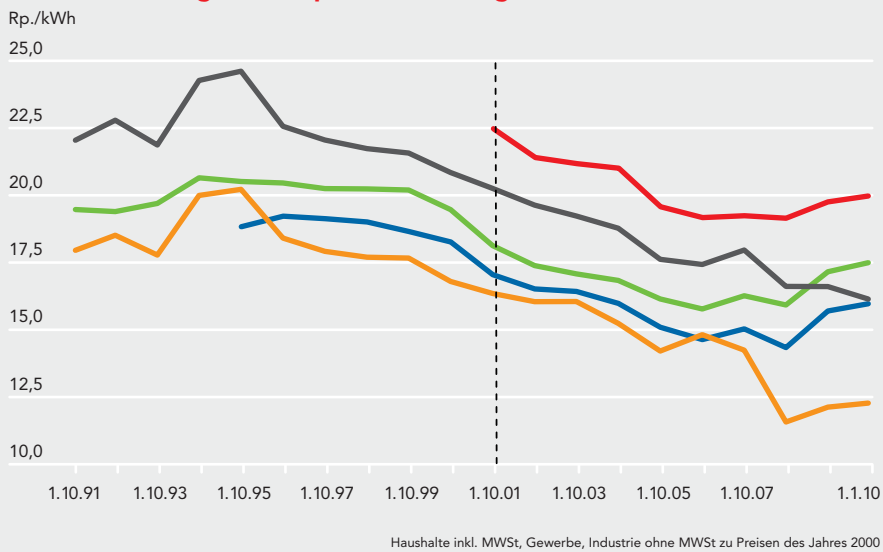
Ein weiterer gewichtiger Kostenfaktor ist das Bündel von Steuern und Abgaben, von denen Kantone und Gemeinden tüchtig profitieren: Die Stromversorgungsunternehmen spielten «in Staats- und Gemeinderechnungen die Rolle von Goldesel», meinte dieser Tage die NZZ. Hinzu kommen zwei weitere dem politischen Willen geschuldete Positionen. Die zur Subventionierung neuer erneuerbarer Energien geschaffene Kostendeckende Einspeise-Vergütung (KEV) wird sich ab 2013 verdoppeln von derzeit 0,45 auf 0,90 Rappen pro Kilowattstunde.

Ebenfalls beschlossen haben die Eidgenössischen Räte eine Erhöhung der Wasserzinsen, was für die Axpo, die auf den bewährten, praktisch CO₂-freien Strommix aus Wasserkraft, Kernenergie und erneuerbaren Energien setzt, eine Mehrbelastung von jährlich 30 Mio. Franken bedeutet. Hinzu kommt schliesslich die Mehrwertsteuer, die im kommenden Jahr um 0,4 auf 8 Prozent ansteigen wird.

In der Strompreisdiskussion nicht vergessen gehen darf, dass der Schweizer Konsument nach wie vor von sehr günstigem Strom profitiert. So zahlen etwa unsere nördlichen und südlichen Nachbarn für Energie rund doppelt so viel.

Mit Blick auf die Zukunft muss sich der hiesige Konsument zudem stärker bewusst werden, dass die Schweiz nebst der Optimierung der Energieeffizienz durchaus einen weiteren wirksamen Hebel gegen die Abhängigkeit vom Ausland und den dort erzeugten Preisdruck zur Hand hat: **Investitionen in eigene neue Grosskraftwerke.**

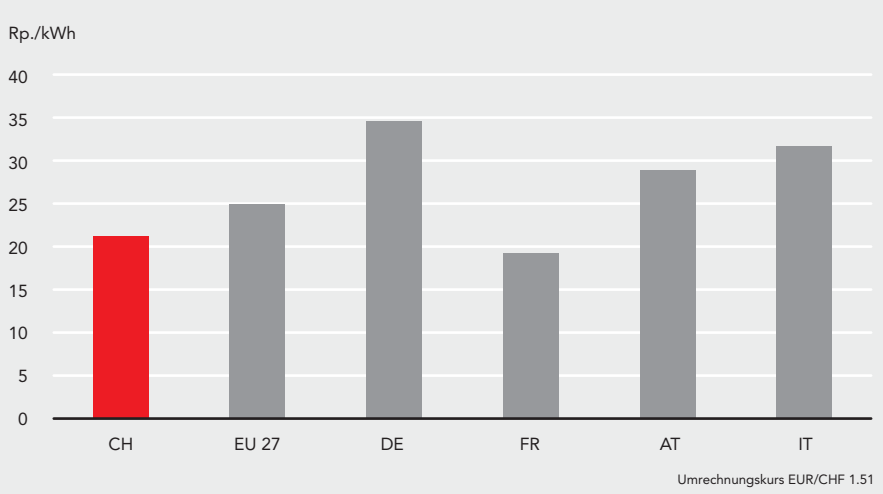
Kaufkraftbereinigte Strompreisentwicklung 1990 – 2010



- Haushalt 4500 kWh
- Haushalt 4500 kWh mit hohem Nachtstromanteil
- Haushalt 13000 kWh mit unterbrechbarer Anwendung
- Gewerbe und Dienstleistungen 150000 kWh Niederspannung
- Industrie 1500000 kWh; Benutzungsdauer 3750 h; Mittelspannung

Kaufkraftbereinigt sind die Strompreise in der Schweiz seit 1995 kontinuierlich gesunken. Und auch die jüngste Preiserhöhung fällt im Vergleich mit den Preisen der Vorjahre sehr moderat aus.

Strompreise für Haushaltkunden in Europa 2009 (inkl. Steuern)



Im Vergleich mit der EU oder anderen europäischen Ländern wie Deutschland, Österreich oder Italien ist der Strompreis in der Schweiz immer noch niedriger. Einzig Frankreich ist minim billiger.

Fotos: Axpo; Quelle Grafik: Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, Eurostat Preise 1. Semester 2009 Konsumband Dc

Jahrhundertbauwerk «Linthal 2015» ist auf Kurs

Die Logistikkette auf der grössten Schweizer Baustelle im Energiesektor steht: Nach der Schneeschmelze konnten die Spezialisten ihre Arbeit für «Linthal 2015» auch auf dem höchsten Punkt, auf knapp 2 500 Meter über Meer, beim Muttsee aufnehmen.

Wie ein Science-Fiction-Bild präsentierte sich die Szenerie um Linthal: Bis zu 40 Tonnen schwere Vehikel wie etwa die Bohrjumbos wurden in den krakeähnlichen Fängen der beiden speziellen Bauseilbahnen in die Höhe transportiert. Zwei 180 Tonnen schwere Raupenkrane mussten für diesen spektakulären Transport in mehrere Teile zerlegt werden. Aber auch rund 100 000 Tonnen Zement und 40 000 Tonnen Stahl bringen die Bauprofis in den kommenden Monaten auf den Berg. Kein Wunder, zieht die Grossbaustelle regelmässig Besucher an: Botschaftergruppen, lokale Politiker, nationale Parlamentarier, Firmen und Schulklassen.

Das neue Kraftwerk entsteht am Fuss der heutigen Staumauer des Limmern-

sees auf 1 700 Meter über Meer. Im Erdinnern, in rund 600 Meter Tiefe, werden in der geplanten Felskaverne die vier Maschinengruppen des Pumpspeicherwerkes eingebaut. Die geplante Pump- und Turbinenleistung beträgt 1 000 Megawatt. Das Kraftwerk wird über zwei parallel geführte, rund einen Kilometer lange Druckschächte und einen 600 Meter langen Druckstollen mit dem Muttsee und durch zwei rund 400 Meter lange Unterwasserstollen mit dem Limmernsee verbunden.

Neugierig geworden? Im Saal des Hotels Tödi, Tierfehd/Linthal, informiert eine Ausstellung. Auf Anmeldung können Gruppen (mindestens sechs Personen) Führungen durch die Anlagen buchen.

Infos gibt's unter 055 285 29 11.



Talstation Bauseilbahn 2 im Ochsenstäfeli: Die mächtigen Kiessilos werden montiert.

➤ www.axpo.ch/linthal2015

Freie Fahrt für Stomautobahnen?

In den nächsten Jahrzehnten soll in Europa ein gigantisches Netz an Stromautobahnen entstehen, die grosse Mengen regenerativer Energie in die Ballungszentren transportieren.

In der Nord- und Ostsee entstehen immer mehr Windparks, und in der Wüste Nordafrikas ist der Bau solarthermischer Kraftwerke geplant. Desertec heisst das mehrere Milliarden Euro teure Projekt. Doch wie lässt sich Strom über Tausende von Kilometern wirtschaftlich sinnvoll transportieren und ins Netz einspeisen?

Seit gut 100 Jahren fliesst Wechselstrom durch unsere Leitungen. Bei diesem wechseln die Elektronen ihre Richtung. Extraenergie, die mit zunehmender Distanz immer mehr der übertragenen Leistung frisst. Der Transport lohnt sich nicht. Die Lösung: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, kurz HGÜ. Dabei fließen die Elektronen in die gleiche Richtung. Der Übertragungsverlust ist über grosse Distanzen gering: rund 3 Prozent pro 1 000 Kilometer. Allerdings sind die Verluste, die in Umrichter-

stationen entstehen, nicht eingerechnet. Die Stationen wandeln den Wechselstrom vor der grossen Reise in Gleichstrom um, um ihn dann, bevor er ins konventionelle Netz eingespeist wird, wieder in Wechselstrom umzuwandeln. Pionier in Sachen HGÜ ist der Technologiekonzern ABB.

HGÜ löst ein weiteres Problem: Wind und Sonne lassen sich nicht regeln. Nur durch Gleichstromleitungen könnte überschüssige Wind- oder Solarenergie, die über weite Strecken transportiert wird, in Pumpspeicherkraftwerke in Berggebieten fließen. Dort lässt sie sich speichern und kann bei Bedarf zugeführt werden. Überschüsse oder Engpässe liessen sich so über Länder hinweg ausgleichen. So ist etwa EGL am Offshore Windpark Global Tech 1 in der Nordsee beteiligt. Der erzeugte Strom wird dabei mit einem

rund 600 Kilometer langem HGÜ auf dem Grund der Nordsee, das Norwegen und Deutschland verbindet, transportiert. In Bau befindet sich auch eine Kabeltrasse von der Nordsee in die Schweiz. **Die Schweiz bietet sich mit ihren Stauseen quasi als «Batterie» Europas an.**

Kein Wunder, ist die Euphorie gross. Aber: Der Bau von mehreren Tausend Kilometer langen Stromleitungen ist zwar technisch machbar. Hinter Finanzierung und politische Umsetzungskraft ist indes ein Fragezeichen zu setzen. Die Situation in den Staaten Nordafrikas ist instabil, das schreckt Investoren ab. Aber auch europäische Staaten zeigen sich beim Bau grenzüberschreitender Stromleitungen nicht immer kooperativ. Ein weiterer Wermutstropfen: Die Strompreise dürften aufgrund dieser hohen Investitionen weiter steigen.

Atomstreit in Deutschland spitzt sich zu

Obwohl der öffentliche Widerstand gewaltig ist und kaum ein Regierungsprojekt die Bevölkerung so stark polarisiert wie der 2002 besiegelte Atomausstieg, wollen Merkel & Co. die Laufzeiten von Kernkraftwerken verlängern. Die deutsche Energiepolitik ist am Scheideweg.

In Deutschland baut die Stromerzeugung auf «drei Säulen»: Braunkohle (2008: 23,5%), Steinkohle (20,1%) und Kernenergie (23,3%). Erdgas trägt zu 13,0% bei. Seit Mitte der 90er-Jahre fördert die Bundesregierung die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Auf sie fallen inzwischen 14,4%. Davon wird wiederum das Gros dank Windkraft (6,6%) erzeugt. Aber: Auch die Kernenergie feiert eine Renaissance.

«60 Jahre Laufzeit für Atomkraftwerke» titelte jüngst die «Bild»-Zeitung. Sie schrieb von einem Paukenschlag: «Die Bundesregierung erwägt offenbar eine Verlängerung der Laufzeiten deutscher Atomkraftwerke um bis zu 28 Jahre.» Der geltende Atomkompromiss sieht Regel-Laufzeiten von 32 Jahren vor. Nach ihm würde der letzte Reaktor etwa 2022 abgestellt. Bei einer Verlängerung um 28 Jahre würde das letzte Atomkraftwerk ungefähr im Jahr 2050 vom Netz gehen.

Darum geht's: Die schwarz-gelbe Koalition hat eine KKW-Laufzeitverlängerung in Aussicht gestellt, um die Zeit zu überbrücken, bis genügend erneuerbare Energie zur Verfügung steht. Sie arbeitet an einem energiepolitischen Gesamtkonzept, auf dessen Grundlage sie ab Herbst die Entscheidung über die KKW-Laufzeiten treffen will.

Nun haben sich Umwelt-, Wirtschaftsministerium und Kanzleramt darauf verständigt, Gutachter vier Szenarien für eine Laufzeitverlängerung der deutschen



Mit welcher Energie in die Zukunft? Angela Merkel begutachtet ein Flugzeugtriebwerk.

Atomkraftwerke errechnen zu lassen. Gemäss der «Süddeutschen Zeitung» sollten diese Szenarien mit 4, 12, 20 und 28 Jahren prüfen. Wirtschaftsminister Rainer Brüderle (FDP) fordert eine Verlängerung von mindestens 15 Jahren, Umweltminister Norbert Röttgen (CDU) will die Kernkraftwerke höchstens zehn Jahre länger als geplant am Netz lassen.

Das Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung RWI hat noch eine neue Idee ins Spiel gebracht. **Es möchte die Restlaufzeiten für Atomkraftwerke unter den Kraftwerksbetreibern versteigern.** Nach diesem Modell müssten die Betreiber eines Atomkraftwerkes Lizenzen für jede Terawattstunde ersteigern, die sie zusätzlich zu den bisher schon vereinbarten Reststrommengen produzieren möchten. Vorbild ist die Auktion der UMTS-Lizenzen für den Mobilfunk, die dem deutschen Staat im Jahr 2000 mehr als 50 Milliarden Euro einbrachte.

Ungeachtet des Streits um die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke möchte Umweltminister Röttgen bei den Alterna-

tivenergien Gas geben. Zwar bauen deutsche Konzerne wie RWE, Siemens und die Stadtwerke München für mehr als 2 Milliarden Euro den bislang grössten Windpark Europas vor der Küste Grossbritanniens, **aber im Heimmarkt Deutschland ist noch kein Park ans Netz gegangen.** Hauptgrund ist die noch immer fehlende Anbindung an das Stromnetz.

Das grösste Ausbaupotenzial ortet Röttgen bei der Solarenergie. Bereits heute zählt Deutschland neben Japan, China und den USA im Solarstrombereich zu den Weltmarktführern und bei der Solarwärme zu den Spitzenreitern in Europa. 2009 wurden für rund 3000 Megawatt neue Fotovoltaik-Anlagen installiert. Damit sind insgesamt Anlagen mit 9000 Megawatt in Betrieb. Für 2010 rechnet der Bundesverband Solarwirtschaft mit einem Wachstum des Fotovoltaik-Markts im In- und Ausland von mindestens 50 Prozent. Weil die Branche immer mehr den Kinderschuhen entwächst, hatte der Bundesrat im Juli die Kürzung der Förderung von Solaranlagen beschlossen.

Ausland-Serie

Dieser Beitrag ist Teil einer Serie, mit der die Stromversorgung in anderen Ländern vorgestellt wird. Bereits erschienen sind Beiträge zu Österreich, Frankreich und den USA. Sie finden diese unter:

» www.axpo.ch/energiedialog

Finnland beschliesst Bau von zwei neuen Kernkraftwerken

Das finnische Parlament hat sich Anfang Juli mit 60% Zustimmung für den Bau von zwei neuen Kernkraftwerken ausgesprochen. Der Antrag fand über alle Parteigrenzen hinweg Unterstützung, inklusive der oppositionellen Sozialdemokraten. Einzige Ausnahme blieben die Grünen. Finnland, das bereits fünf Reaktoren betreibt, will mit den zusätzlichen KKW unabhängiger von den russischen Energielieferungen werden. Kurz zuvor hatte Schweden beschlossen, den Ausstieg aus der Kernkraft rückgängig zu machen.

☒ Quelle: Kernenergie.net

Grossauftrag für ABB

ABB hat im Bereich Stromübertragung einen Auftrag über 700 Mio. US-Dollar erhalten – die grösste Order für den Konzern in dieser Sparte. Mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ; siehe Seite 7) werden Windparks in der Nordsee an das deutsche Stromnetz angebunden. Sie verfügen über eine Kapazität von 800 Megawatt. Die Energie wird über 165 Kilometer unter Wasser und unterirdisch übertragen. Schätzungen zufolge sinken die CO₂-Emissionen um 3 Millionen Tonnen pro Jahr, da ein Teil der fossilen Energieerzeugung ersetzt werden kann. Überdies hat ABB in China die längste Stromleitung der Welt in Betrieb genommen. Sie ist mehr als 2 000 Kilometer lang. ☒ Quelle: ABB



Ölfeld in China: 2,25 Milliarden Tonnen Rohöleinheiten verbrauchte das Land 2009.

China verdrängt die USA vom ersten Platz

Mehr als hundert Jahre standen die USA an der Spitze – jetzt aber hat China den Vereinigten Staaten den Rang abgelaufen: Die Volksrepublik ist der grösste Energieverbraucher der Welt. China habe 2009 eine Energiemenge konsumiert, die 2,25 Milliarden Tonnen Öl entsprechen, berichteten das «Wall Street Journal» und die «Financial Times». **Dies seien rund 4 Prozent mehr, als die USA verbrauchen.** Allerdings verbraucht China pro Einwohner noch klar weniger Energie als die USA. Gleichzeitig ist der Energieeinsatz in der Volksrepublik deutlich weniger effizient.

☒ Quelle: Der Spiegel



Projektskizze des Solana-Kraftwerks in Arizona.

USA bauen grösstes Solarkraftwerk der Welt

US-Präsident Barack Obama hat Subventionen von 2 Mia. Dollar für Solarkraftwerke angekündigt. Der grösste Teil davon geht an die spanische Abengoa Solar, die das grösste Solarkraftwerk der Welt in der Nähe von Phoenix, Arizona, errichten will. Das Projekt «Solana» ist nach Angaben von Abengoa Solar mit einer Leistung von 280 Megawatt das grösste bisher geplante solarthermische US-Kraftwerk. 2011 wird es ans Netz gehen und danach rund 70 000 Haushalte mit Strom versorgen. Mehr Infos auf:

☒ www.axpo.ch/energiedialog

«Ich möchte im Ausland arbeiten und die Kerntechnik weiterentwickeln»

Sie liebt komplexe Zusammenhänge und studiert Nukleartechnologie. Er beschäftigt sich mit erneuerbaren Energien. Doch die künftigen Ingenieure Céline Boulet und Marco Larcher sehen auch viele Berührungspunkte.



Marco Larcher ist fasziniert von der Solartechnologie.



Céline Boulet gefällt die Komplexität der Kernenergie.

Céline Boulet, Sie studieren

«Nuclear Engineering».

Marco Larcher, Sie befassen sich mit «erneuerbaren Energien». Sehen Sie Gemeinsamkeiten?

Céline Boulet: Ja, ganz klar. Beides sind eher neue Technologien und produzieren kaum CO₂. So bieten wir in Zeiten des Klimawandels interessante Lösungen.

Marco Larcher: Es sind technische Berufe mit dem Ziel, die Gesellschaft mit Energie zu versorgen. Die Umsetzung allerdings unterscheidet sich stark.

Weshalb haben Sie sich für Ihr Studium entschieden?

Marco Larcher: Klimaproblematik, Energieversorgung und CO₂-Ausstoss sind Themen, die mich beschäftigen. Mit meinem Studium kann ich etwas verändern und etwas Sinnvolles leisten.

Céline Boulet: Was mir an der Kern-

energie gefällt, ist ihre Komplexität – ich will immer wissen, wie etwas zusammenhängt.

Was fasziniert Sie an Ihrem Studium?

Céline Boulet: Es dreht sich letztlich alles um Sicherheit, das interessiert mich sehr. Andere spannende Schwerpunkte sind Reaktorphysik, Materialkunde und Thermodynamik.

Marco Larcher: Ein Schwerpunkt an der Hochschule für Technik Rapperswil ist die Solarthermie. Das Institut für Solartechnik macht zum Beispiel Zertifizierungen für Flachkollektoren. Das interessiert mich, denn die Energie der Sonne ist eine Ressource, die für unsere Verhältnisse unendlich gross ist. Zudem faszinieren mich die anspruchsvollen Techniken, die man in diesem Zusammenhang erarbeitet hat und weiterhin erarbeiten muss.

Wo sehen Sie sich zukünftig arbeiten?

Marco Larcher: Ich möchte im Bereich Solarthermie tätig sein. Allerdings liegt das Potenzial für diese Art der Stromerzeugung in Spanien und Afrika. Mich zieht es aber nicht ins Ausland. Die Alternative ist daher eine Arbeit bei einem Industriepartner, der Teile von Kollektoren herstellt.

Céline Boulet: Bei mir ist es genau umgekehrt. Ich möchte im Ausland arbeiten und die Kerntechnik weiterentwickeln, und ich möchte die Menschen über deren Möglichkeiten informieren.

Wie stehen Sie zur Kernenergie?

Marco Larcher: Kernenergie ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht wegzudenken. Aber ich bin kein grosser Befürworter. Doch ich gebe zu, nicht alle Details zu kennen. Wie sieht es etwa mit den atomaren Abfällen aus und wie sicher ist deren Lagerung?

Céline Boulet: Wissenschaftler und Ingenieure arbeiten an einem möglichst sicheren Endlager. Ein kleines Restrisiko ist vorhanden, doch ich habe den Eindruck, dass die Entsorgungsfrage sehr sorgfältig behandelt wird.

Céline Boulet, welchen Stellenwert haben für Sie die erneuerbaren Energien?

Céline Boulet: Ich finde sie sinnvoll, wenn keine anderen Energiequellen zur Verfügung stehen, etwa in abgeschiedenen Zonen. Doch man muss bedenken, dass auch diese Quellen nicht komplett erneuerbar sind. Sie benötigen Silizium, Aluminium und Stahl. Zudem können sie nie nur die einzige Energiequelle sein, da sie Schwankungen unterworfen sind.

Marco Larcher: Sprichst du die Grundlast an?

Céline Boulet: Ja, Kernkraft oder Kohle garantieren die Produktion einer gewissen Energiemenge.

Marco Larcher: Das stimmt. Doch auch bei solarthermischen Kraftwerken gibt es Lösungsansätze, um nachts Energie zu produzieren und die Grundlast zu decken – etwa mittels Speichern aus Salzlösungen.

Und aus welchen Quellen beziehen wir in 100 Jahren unsere Energie?

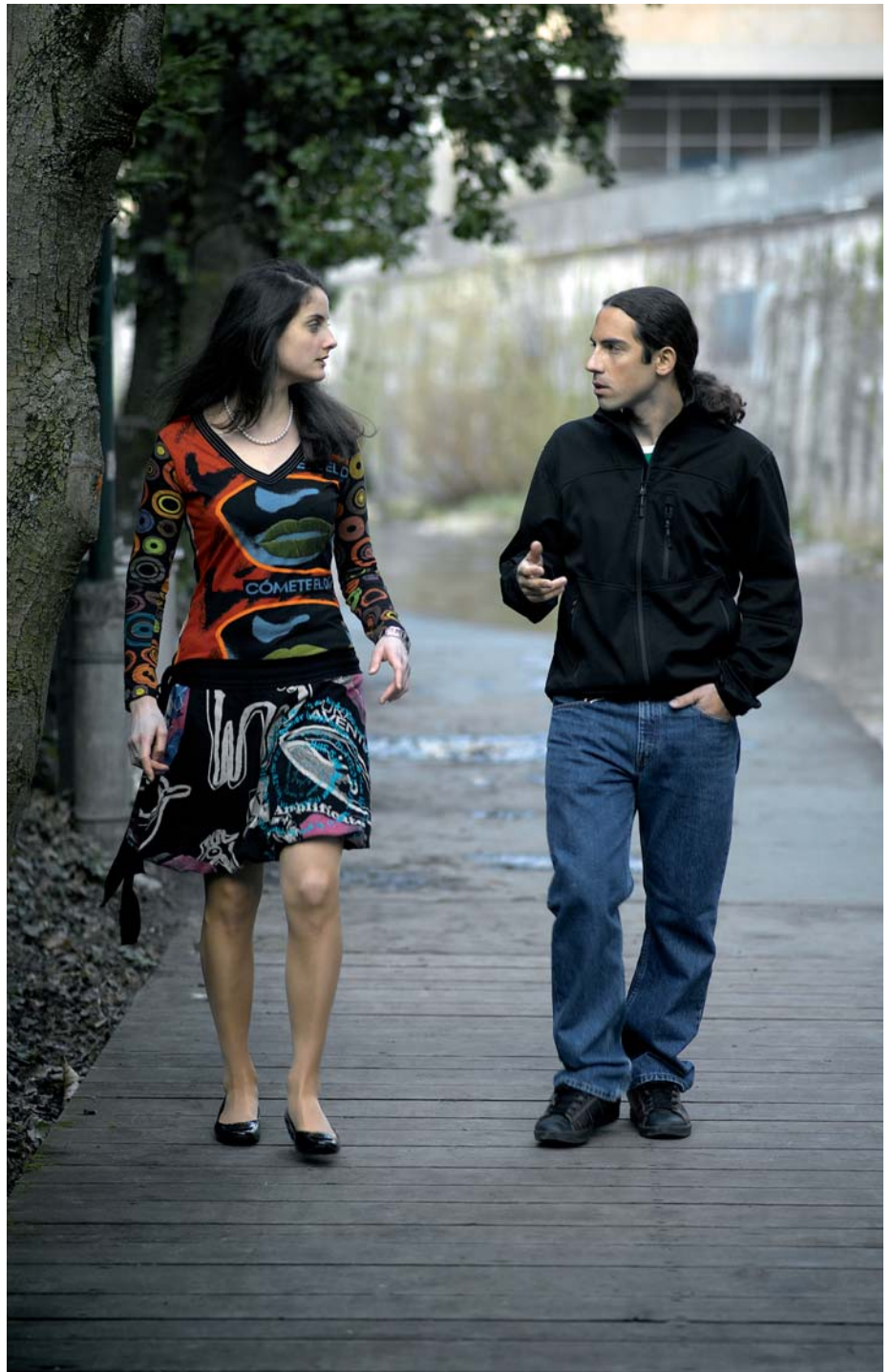
Céline Boulet: Das wird Thorium sein, das wie Uran als Werkstoff in Kernkraftwerken eingesetzt werden kann. Davon gibt es grössere Vorkommen als von Uran.

Marco Larcher: Und wie lange würde der Vorrat an Thorium reichen?

Céline Boulet: Etwa 20000 Jahre. Also rund hundert Mal länger als der Vorrat an Kohle. Wie siehst du denn die Zukunft der erneuerbaren Energien?

Marco Larcher: Ich wünsche mir, dass man diese miteinander koppelt. Mit Geothermie etwa könnte man die Grundlast decken, dazu Wasserkraft, Wind und Solarthermie sowie Wasserstoff als Energiespeicher.

Das Gespräch führte Manuel Huber, Copyright Zeitschrift «Strom»



Ausbildung mit Energie und Zukunft

Fachspezialisten im Energiebereich sind gefragt, und Hochschulen bieten dazu vermehrt auch differenzierte Studiengänge an.

Céline Boulet, 21, aus Frankreich studiert «Nuclear Engineering» an der ETH Zürich/EPF Lausanne. Das Masterstudium dauert drei Semester plus Praktikum und beinhaltet die Schwerpunkte Reaktorphysik, Reaktor-

technologie, Sicherheit von Kernkraftwerken und Materialkunde.

Marco Larcher, 26, wählt als Vertiefungsrichtung seines Engineering-MSE-Studiums an der HSR Hochschule für Technik in Rapperswil erneuerbare Energien. Das Masterstudium dauert drei Semester und befasst sich mit Solarthermie, Wärmepumpen und Wasserkraft.



Auch Photovoltaikanlagen profitieren von 3000 Sonnenstunden jährlich. So produziert die Anlage Magtel in Cordoba unter optimalen Bedingungen 10 GWh/Jahr.

Gebündelte Sonnenkraft

Spanien ist das Land der Rekorde. Die grössten Solarparks stehen hier. So ist beispielsweise seit rund einem Jahr nicht nur das weltgrösste Solarthermiekraftwerk Andasol 1, sondern auch das grösste Sonnenturmkraftwerk Europas Abengoa Solar in Betrieb (siehe Bilder rechts und unten). 624 Spiegel projizieren Licht auf einen Wärmetauscher in einem Turm und erzeugen unter optimalen Bedingungen 25 GWh pro Jahr. **Jeder Spiegel ist 120 m² gross, die gesamte Anlage braucht eine Fläche von 600 000 m². Das entspricht mehr als 62 Fussballfeldern.** Die Spiegel werden bei Windgeschwindigkeiten von mehr als 36 km/h gekippt und müssen alle drei Tage gereinigt werden.



Einer der beiden Türme des Sonnenturmkraftwerks nahe Sevilla.



Die Sonnenstrahlen werden auf Wärmetauscher im Turm konzentriert.



Die Hitze des konzentrierten Sonnenlichts produziert über eine Dampfturbine Strom.

Neue Energien: Subvention oder Forschung?

Um neuen Energiequellen Zeit zu geben, sich gegen herkömmliche Technologien durchzusetzen, subventionieren wir sie mit Steuergeldern. «Damit schotten wir diese Technologien aber vom Wettbewerb ab», sagt Professor Gottfried Schatz.

Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Es braucht Arbeit, um ein dynamisches System in Ordnung zu halten – sei dies ein Kinderzimmer, eine lebende Zelle oder ein moderner Staat. Energie ist deshalb ein Grundpfeiler von Zivilisation und Kultur.

Doch wie sollen wir unseren Energiehunger langfristig stillen? Sicher nicht, indem wir weiter fossile Ressourcen verbrennen und damit unsere Atmosphäre mit Kohlendioxid – und die Welt mit Erdölkriegen – belasten. Wohl auch nicht mit Kernspaltung, selbst wenn wir auf sie mittelfristig nicht verzichten können. Und Wasserenergie ist zumindest in der Schweiz weitgehend ausgeschöpft. Wir brauchen dringend Energiequellen, die auch noch unseren Enkeln ein angenehmes Leben und eine heile Umwelt sichern.

Unsere Sonne ist eine solche Energiequelle. Ihre atomare Feuer brennen bereits seit 4,5 Milliarden Jahren und werden es auch noch tun, wenn wir Menschen bereits ausgestorben sind. Und obwohl die Sonne uns nur ein Zehntel ihres Lichts schenkt und unsere Lufthülle mehr als die Hälfte davon verschluckt oder in den Weltraum zurückstrahlt, empfängt jeder Quadratmeter Erdoberfläche pro Jahr immer noch etwa 1,5 Millionen Kilokalorien Energie in Form von sichtbarem Licht. Das Leben «lernte» bereits vor mehr als 3,5 Milliarden Jahren, sich mit diesem Licht zu ernähren und erschloss damit eine schier unerschöpfliche Energiequelle, von der auch wir Menschen als Parasiten zehren.

Doch erst als wir mit Landwirtschaft Sonnenlicht noch wirksamer zu ernten lernten, konnten wir sesshaft werden, Städte bauen und Kultur entwickeln. Heute versuchen wir mit neuartigen Pflanzen oder Bakterien, Sonnenlicht noch effizienter in «Biomasse» umzuwandeln. Wir entwickeln auch immer bessere Windturbinen und Solarkollektoren, um elektrischen Strom zu erzeugen. Doch die Herstellung von «Biomasse» bedroht unsere Wasser- und



Gottfried Schatz

ist Wissenschaftsfeuilletonist und eine internationale Kapazität auf dem Gebiet der Biochemie. Er war Professor an der Universität Basel und leitete für einige Jahre das dortige Biozentrum. Der gebürtige Österreicher ist Mitglied des Axpo Nachhaltigkeitsbeirats.

Humusreserven, der grossflächige Einsatz von Windturbinen ist für die kleine Schweiz nicht attraktiv, und «Solarstrom» ist noch viel zu teuer. Um diesen neuen Technologien Zeit zu geben, sich gegen herkömmliche Technologien durchzusetzen, subventionieren wir sie mit Steuergeldern. Damit schotten wir sie aber ebenso vom Wettbewerb ab wie importgeschützte Inlandsprodukte. **Auf kurze Sicht können Subventionen und Importzölle nützlich sein, doch langfristig lähmen sie die Innovationskraft der Wirtschaft.**

Für Innovation braucht es Forschung. Wir vergessen diese oft, weil ihre Früchte Zeit zur Reife brauchen. Je innovativer sie ist, desto schwieriger lässt sich vorhersagen, wann sie erfolgreich sein wird – oder was genau sie uns schenken wird. Wer auf Forschung setzt, denkt langfristig – und damit nachhaltig.

Wir wissen viel weniger über Energiefragen, als man gemeinhin meint: Um Biomasse in grossem Massstab einzusetzen, müssen wir genauer verstehen, wie Pflanzen und Bakterien Energie speichern; um bessere Stromspeicher zu entwickeln, müssen wir noch mehr als bisher über die Wechselwirkung von Sauerstoff und anderen Elementen mit Batterie-Elektroden forschen; um effizientere Solarzellen zu bauen, brauchen wir mehr Information zur Wechselwirkung von Licht mit Materie, und um unsere Stromnetze besser in den Griff zu bekommen, müssen wir neue mathematische Lösungen finden.

Besonders spannend ist die Frage, ob wir das Feuer der Sonne auf die Erde bringen und damit Strom erzeugen können. Dieses Feuer entspringt nicht der Spaltung, sondern der Verschmelzung von Atomkernen, verwendet Stoffe, die es auf der Erde in fast unbegrenzter Menge gibt, und erzeugt nur sehr wenig – und erst noch kurzlebigen – radioaktiven Abfall. **Jahrzehntelang schien die Forschung über «Kernfusion» nicht recht vom Fleck zu kommen, doch nun arbeiten im französischen Cadarache Wissenschaftler und Ingenieure aus der ganzen Welt am Fusionsreaktor ITER, der innerhalb des nächsten Jahrzehnts in einer Kammer von 0,8 Litern ein halbes Gramm Wasserstoffatome miteinander verschmelzen und dabei 500 Megawatt an Fusionsenergie freisetzen soll. Noch wissen wir nicht, ob das gigantische Experiment gelingen wird. Doch wir müssen es wagen – und nicht nur der Elektrizität wegen, die es uns liefern könnte. Die Kriege in Iran, Kuwait und Irak haben es gezeigt: Energieforschung ist auch Friedensforschung. Wer die Forschung vergisst, vergisst die Zukunft.**

Gottfried Schatz

Die Seite «Carte blanche» steht Gastautoren zur Verfügung. Dieser Artikel gibt allein die persönliche Meinung des Autors wieder.

Was eine Kilowattstunde Strom leistet

Wussten Sie, dass man mit einer Kilowattstunde Strom 50 Tassen Kaffee zubereiten oder bis zu 5 Minuten warm duschen kann? Und dass dafür 4 Kilogramm Grünabfall oder 2 Kilogramm Holz verwertet werden müssen? Eine praktische Einführung in die Geheimnisse der Energie.

Strom gehört selbstverständlich zu unserem Alltag: Ob wir uns am Morgen eine Tasse Kaffee kochen, im Internet surfen, Wäsche waschen oder fernsehen. Schalter ein, und das Licht brennt. Erst wenn der Strom einmal ausfällt, wird uns bewusst, was elektrische Energie oder eben Strom leistet.

Für elektrische Energie ist die Kilowattstunde (kWh) die übliche Verrechnungseinheit. **Eine Wattstunde ist die Energie, die eine Maschine mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt bzw. abgibt.** Watt ist dagegen eine Einheit für Leistung (1 Watt = 1 Joule/Sekunde).

Stellt man sich Strom vereinfacht als Wasser vor, dann entspricht die Stromleitung der Wasserleitung. Die Stromstärke, in Ampère gemessen, entspricht der Wassermenge, die pro Zeiteinheit durchfließt, die Spannung, in Volt gemessen, dem Wasserdruck. Ist der Wasserdruck hoch und die Leitung dick, lässt sich ein Eimer rasch mit Wasser füllen, was einer hohen Menge transportierter Energie entspricht.

Velofahrer bringen es auf 200 Watt Leistung

Der Mensch entwickelt ebenfalls eine Leistung. Deren Wert hängt hauptsächlich von Gewicht und Fitness der jeweiligen Person ab. Ein Mann von 70 kg bringt es beim Schlafen auf eine Leistung von 75 Watt, beim Arbeiten von 100 und beim Velofahren von 200 Watt.



Eine Kilowattstunde Strom

wird produziert aus ...



Kompogas

aus 4 kg Grünabfall



Speicherkraft

mit 400 Litern Wasser
(z.B. im Kraftwerk
Linth-Limmern)



Laufkraft

mit 45 m³ Wasser/
Sekunde



Kernkraft

aus 0,0025 Gramm
Uran (eingearbeitet
in Brennstäbe)



Biogas

aus 25 kg Gülle
oder aus 10 kg
Festmist



Holzver- brennung

aus 2 kg Holz
bzw. Holzabfall



reicht aus, um...

2 bis 5 Minuten warm zu duschen

1 Stunde Staub zu saugen

6,5 Stunden mit einem Röhrenbildschirm fernzusehen, 4 Stunden mit einem Plasma- oder 8 Stunden mit einem LCD-Bildschirm

16 Stunden bis 3 Tage den Kühlschrank zu nutzen (je nach Energieklasse und Grösse)

50 Tassen Kaffee mit der Kaffeemaschine zuzubereiten

10 Stunden unter einer 100-Watt-Glühbirne zu lesen, aber **50 Stunden** unter einer 20-Watt-Sparlampe

100 Suchanfragen bei Google durchführen

5 kg Wäsche bei 60 Grad zu waschen

Kernenergie ist kostengünstig

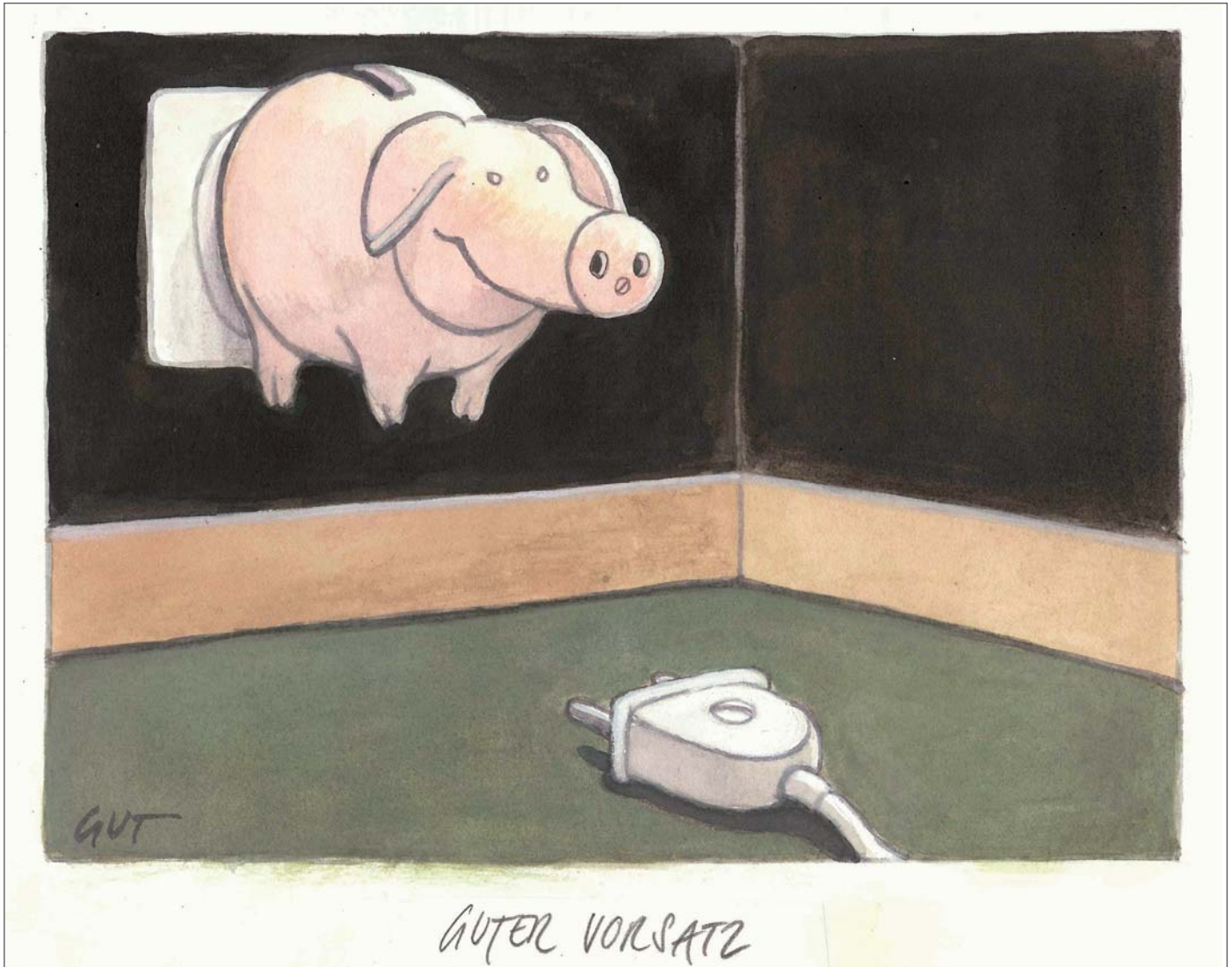
Die Kernenergie gehört heute zu den kostengünstigsten Stromerzeugungssystemen überhaupt. Die Stromkosten ab Werk belaufen sich bei den heutigen Schweizer Kernkraftwerken auf 4 bis 6 Rp./kWh, gerechnet als Mittelwert über 40 Jahre Betriebszeit. Zum Vergleich: Am 17. März 2008 hat der Bundesrat die Subventionen fest-

gelegt, die für die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen an die Produzenten ausbezahlt werden und mit der Stromrechnung von den Konsumenten zu bezahlen sind. Gemäss Stromversorgungsgesetz wird die Kostendeckende Einspeise-Vergütung (0,6 Rp./kWh) so festgelegt, dass sie die Produktionskosten deckt.

Energiekosten

Produziert durch	Rp./kWh
Kernenergie	4–6
Biomasse, Biogas etc.	14–35
Windstrom	18–39
Erdwärme (Geothermie)	24–32
Kleinwasserkraft	24–40
Sonnenstrom aus Fotovoltaik	50–78

Peter Guts Stromperspektiven



Axpo ist Partner der Klima-Ausstellung «2 Grad»



Klima – Thema mit Zukunft.

Kopfschmerzen bei Föhn, schlechte Stimmung bei trübem Wetter und Freude pur bei stahlblauem Himmel. Täglich bestimmt das Wetter unsere Gefühlslage mit. In Basel, Kunstfreilager Dreispitz, beschäftigt sich die Ausstellung «2 Grad» vom 21. August 2010 bis 20. Februar 2011 mit unseren Beziehungen zu Wetter und Klima und gibt Einblicke in die historische und aktuelle Klimaforschung. Erfahren Sie mehr zum Klimawandel und werden Sie zu «Wettermachern». Axpo verpflichtet sich nicht nur zu einer praktisch CO₂-freien Stromproduktion, sondern möchte als Kooperationspartnerin der Ausstellung auch aktiv mit Diskussi-

onen und Energiewochen helfen, für das Thema «Klima» zu sensibilisieren.

Weitere Informationen finden Sie unter:

➤ www.2grad.ch

Impressum

Herausgeberin: Axpo Holding AG

Corporate Communications
Zollstrasse 62 | Postfach | 8021 Zürich

Verantwortliche Redaktion: Beat Römer,
Vanessa Schönbächler-Ghilardi

Internet: www.axpo.ch

Feedback, Fragen, Kommentare:
redaktion@energiedialog.ch

Konzept und Realisation: Contract Media AG |
Zürich; media&more GmbH | Horgen (Produktion)

Druck: Sihldruck AG | Zürich | Auf FSC-Papier
und klimaneutral gedruckt