

ZUKUNFT DER ENERGIE

EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser,

der Fukushima-Effekt ist bereits wieder aus der medialen Wirklichkeit verschwunden. Von den CO₂-Emissionen hört man heute deutlich weniger als noch vor wenigen Jahren. Doch trotz diesen schnellen Zyklen in der medialen Wirklichkeit bleibt das Thema relevant: Westliche Industriestaaten und Konsumgesellschaften brauchen einen enorm hohen Bedarf an Energie. Wie lässt sich dieser in Zukunft sichern, damit es zu keinem Verlust an Produktivität und Wohlstand kommt? Welche Energie führt uns in eine lebenswerte Zukunft?

Der australische Klimawissenschaftler Barry Brook hat auf diese Frage eine klare Antwort: Nuklearenergie. Neue «fast reactors», so Brook in seinem Beitrag, haben deutlich an Sicherheit gewonnen. Brook ist im Übrigen nicht der einzige Klimawissenschaftler in Australien, der sich für Nuklearenergie einsetzt, was die Frage aufwirft, ob die Angst davor vielleicht auch als kulturelles Phänomen zu lesen ist. Der Physiker Michael Dittmar von der ETH und vom CERN vertritt in seinem Beitrag eine andere Position: Die Uranversorgung werde schon ab 2013 kritisch. Die Energie wird sich deutlich verteuern, so Dittmar, und wir werden sparsamer leben müssen – ob wir es möchten oder nicht.

Ein weiterer Beitrag stammt von swissfuture-Mitglied Daniel Stanislaus Martel, der den «peak oil» als menschengeschichtlich relevanten Wendepunkt darstellt und der vier Zukunftsszenarien der Nachö-Ära zeichnet. Sven Hirsch und Cornelia Daheim von der deutschen Foresight Company «Z-punkt» vertreten in ihrem Text den Standpunkt, dass Wind-, Solar- und Nuklear-Energie gegenüber den fossilen Kraftwerken attraktiver werden müssen. Die damit verbundenen Investitionen liessen sich wiederum durch Abgaben für CO₂-Emissionen finanzieren, was eine supranationale Koordination erfordern würde.

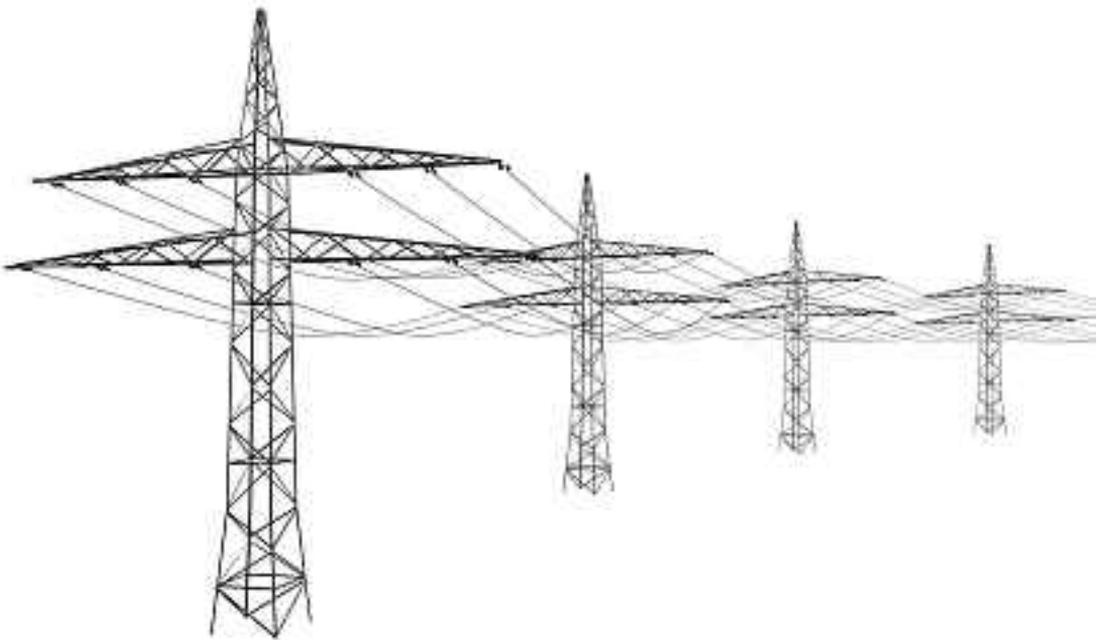
Ob diese Zustände kommen wird, ist selbstverständlich ungewiss. Denn das ökologische Sendungsbewusstsein, das aus dem Westen in alle Welt ausstrahlt, kann anderswo als neue Spielform eines moralischen Imperialismus – oder ganz einfach: als Wirtschaftsbremse – gedeutet werden. Deshalb betont der Waadtländer SP-Nationalrat Roger Nordmann in seinem Beitrag, dass eine nachhaltige Energieproduktion nicht auf Kosten des ökonomischen Wohlstands gehen dürfe – denn sonst werden die Schwellenländer keinen Grund zu einem Kurswechsel sehen. Eine Rückkehr zur Kerze, so Nordmann weiter, wäre völlig fehl am Platz: Sie stösst viel CO₂ aus und produziert erst noch wenig Licht.

Wir wünschen Ihnen eine unterhaltsame und inspirierende Lektüre.

Francis Müller

INHALT

- 1 **Editorial**
- 3 **Verlöscht das Streichholz im Dunkel der Geschichte?** | Daniel Stanislaus Martel
- 9 **Zur Zukunft der Stromversorgung** | Sven Hirsch und Cornelia Daheim
- 14 **Kernenergie in der Schweiz und Europa – keine Lösung, sondern Teil des Energieproblems** | Michael Dittmar
- 18 **Wie Erdwärme zu Elektrizität wird** | Georges Theiler und Pirmin Schilliger
- 20 **Die Notwendigkeit zu handeln** | Roger Nordmann
- 24 **Der Tag, an dem die Energiezukunft begann** | Stefan Batzli und Oliver Wimmer
- 28 **For climate's sake, nuclear power is not an «option», it is a «necessity»** | Barry Brook
- 31 **Hoffen auf eine auch politisch smarte Energiezukunft** | Florian Habermacher
- 36 **Abstracts**
- 38 **Publikationen und Studien**
- 40 **Veranstaltungen**



VERLÖSCHT DAS STREICHHOLZ IM DUNKEL DER GESCHICHTE?

Jedermann weiss, dass wir im Zeitalter der Industrialisierung leben. Getrieben wird es durch die Idee des Fortschritts dank stets leistungsfähigerer Maschinen und effizienterer Organisation. Weit weniger Zeitgenossen ist bewusst, dass das Erdöl der Schmierstoff unserer Epoche ist. Wie sein Name sagt, stammt es aus dem Inneren des Planeten. Logischerweise leeren sich die Lagerstätten dereinst. Die Frage ist wann – das Rätsel die Auswirkungen auf unsere Zivilisation und uns als deren Leitspezies.

Keywords: Geschichte der Energiegewinnung, Öl, Peak Oil, Zivilisation, Zukunft

Daniel Stanislaus Martel

«Menschheitsgeschichtlich gesehen sind die fossilen Energien ein Steichholz im Dunkel der Ewigkeit.» Diese Feststellung des amerikanischen Erdölexperten King Hubbert ist eine Mahnung. Noch jede Epoche ist zu Ende gegangen. Die unsere wird folgen, möglicherweise bald. Was steht uns bevor, wenn der letzte Tropfen aus dem Ölhahn träufelt?

Von den sabäischen Tropfen...

Bereits im alten Aegypten war eine aus der Erde sickernde Masse bekannt. Ihr Ursprung lag angeblich im Königreich Saba. Die Römer verwendeten den Saft als Schmiermittel. Danach geriet er in Vergessenheit. Die Aufklärung legte den Grundstein zum heutigen Effizienzdenken. Eines seiner frühen Ergebnisse war die auf Kohle basierende Dampfmaschine. Sie führte zu den industriellen Revolutionen. Um 1870 wurde das Erdöl als Brennmaterial wiederentdeckt. Die davon inspirierte Benzinkutsche hatte eine höhere Produktivität als Gespanne. Zudem befreite sie die Grossstädte vom Pferdemit.

Bereits um 1900 hatte das Erdöl als Energieträger eine Monopolstellung inne. Parallel dazu wurde es Quelle neuartiger Materialien. Den grössten Wandel leitete es in der Landwirtschaft ein. Maschinen steigerten die Produktivität. Der Wegfall der Futtermittel für die Zugtiere vergrösserte die Anbaufläche. Düngemittel eliminierten die Notwendigkeit, Böden zur Regeneration brachliegen zu lassen.

... und dem Blutschweiss der Geschichte...

Im Ersten Weltkrieg war einer der Gründe des alliierten Sieges der Zugang zum Erdöl – der Grundlage der Materialschlacht. Mehr noch als der Erste erwies sich der Zweite Weltkrieg als Sturm auf die Quellen. Nach 1945 ermöglichte Erdöl die Konsumgesellschaft. Die USA richteten sich vollumfänglich auf das Flugzeug als

Grob- und das Auto als Feinverteiler aus. In Westeuropa behielten öffentliche Verkehrsmittel ihre Bedeutung. Die Krise von 1973 führte der Welt die Geiselnahme durch das Erdöl vor Augen. Rasch wurden Möglichkeiten diskutiert, sich davon zu befreien. Kandidaten waren etwa Sonnenenergie und Wasserstoff. Die ab Ende der 70er Jahre erzielten Einsparungen dank technologischem Fortschritt hatten einen Nebeneffekt. Gerade weil sie weniger Treibstoff benötigten, wurden die neuen Motoren attraktiver. Dadurch stieg deren Anzahl – was den Gesamtverbrauch in die Höhe trieb. Dieses Dilemma ist als Jevons-Paradoxon bekannt.

... zum Treiber der Globalisierung

Nach der zweiten Krise 1979 wurden Solar- und Windanlagen, Wärmepumpen oder Wärmekraft-Kopplung marktreif. Ebenso wichtig waren neue Denkansätze. So wurde in Westeuropa in S-Bahnen investiert. Paradoxiereise erneuerte sich die Erdöldebatte im auf kurzfristigen Profit ausgerichteten Neoliberalismus nach 1989. Der Hauptgrund dafür war der Kostendruck durch die weltweite Konkurrenz. Effiziente Heizungen senkten den Betriebsaufwand. Hybridautos wurden zum Statussymbol. Dessen ungeachtet erhöhten die Industrialisierung Chinas sowie der steigende Wohlstand in den Schwellenländern die Gesamtnachfrage nach Erdöl.

Zeitalter im Ausklang

Lange vor der Diskussion um das mögliche Versiegen hatten Fachleute darüber gerätselt. Bereits 1914 berechnete das amerikanische Amt für Bergbau das Ende der Vorräte für 1924. 1939 setzte das dortige Innenministerium eine neue Frist von 13 Jahren. 1951 wurde sie wiederholt. 1956 wies King Hubbert die Verknappung des Erdöls nach. Jedes Feld ergibt

Jahr um Jahr höhere Erträge... bis zu einem bestimmten Punkt, dem Peak Oil. Ist die Hälfte des Inhalts weg, liefert es weiterhin, allerdings jährlich weniger. Der Aufwand dagegen nimmt laufend zu.

Der kumulierte Effekt dieser Maxima führt zu einem einmaligen Höchststand der Förderung. Für die USA grenzte King Hubbert diesen Punkt zwischen 1966 und 1972 ein. Tatsächlich erreichten ihn die USA 1970. Nach wie vor sprudeln die Quellen, allerdings nicht mehr wie einst. Lange ignorierten die Organisation erdölexportierender Länder (OPEC) oder die internationale Energieagentur die Frage. Seit einigen Jahren streiten sie den Sachverhalt nicht mehr ab, sind aber optimistisch. Die Zeitpunkte des Peak Oil liegen deshalb auseinander. King Hubbert verlegte den seinen auf den Abschnitt 2000 – 2010. Andere Autoren verschieben den Gipfel auf frühestens 2020. Seit kurzem bestätigt die internationale Energieagentur, dass beim herkömmlichen Rohöl das Maximum 2006 überschritten worden sei. Es seien jedoch genügend Alternativen verfügbar. Zu diesen zählen neben besserer Fördertechnik neue Möglichkeiten in der Tiefsee sowie Ölschiefer, Ölsand, und Erdgas.

Sachzwänge und Dilemmen

Erdöl steckt in jedem Produkt, auch wenn es nicht aus Kunststoff besteht. Zum Rohstoffbedarf kommen Transport, Lagerung, Wartung und Entsorgung. Andererseits gibt es für viele Anwendungen neue Ansätze. Selbst in der Schweiz sorgen Solar- und Erdwärme für Behaglichkeit. Erste Elektromobile sind praxistauglich. Wasserstoff wird als Treibstoff diskutiert. Auf den ersten Blick sind auch Biotreibstoffe vielversprechend. Sie belasten jedoch die Umwelt durch Monokulturen. Zudem greifen sie die Nahrungsmittelproduktion an. Erfolgversprechender ist Biomasse. Zahlreiche Bauernhöfe liefern ihren Leistungsausweis. Ein Grosseinsatz ist jedoch kaum möglich. Viele Vorteile auch auf den zweiten Blick bietet die Kernenergie. Nicht der Geringste ist der minimale Flächenbedarf der Anlagen. Nachteile und Risiken sind jedoch nicht erst seit der Katastrophe von Fukushima 2011 ins Bewusstsein gerückt. Die gesellschaftliche Akzeptanz der Kernenergie ist wahrscheinlich verspielt. Seit Jahrzehnten wird immer wieder auf den bevorstehenden Durchbruch bei der Kernfusion hingewiesen. Ihre Anlagen sollen sicherer und umweltfreundlicher sein. Derzeit erfordert deren Betrieb noch zuviel Energie. Wasserkraft hinterlässt einen zwiespältigen Eindruck. Bei grosstechnologischer Anwendung

schafft sie ökologische und soziale Probleme. In Kleinanlagen ist sie allen stationären Energiequellen überlegen.

Die Sonneneinstrahlung wird thermisch oder photovoltaisch geerntet. Bei ersterem wärmt sie Haushalte und Industrie – oder wandelt die Hitze in Bewegungsenergie für Turbinen zur Elektrizitätserzeugung um. Solarzellen liefern Gleichstrom. Neben grossflächigen Anwendungen für das Stromnetz eignen sie sich auch für mobile Geräte. Das Hauptproblem der Sonnenenergie ist die Speicherung bei Abwesenheit ihrer Lieferantin.

Der Wind wird ebenfalls genutzt. Neben der unregelmässigen Verfügbarkeit kommt die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes hinzu. An ausgewählten Stellen ist Erdwärme verfügbar. Auch sie macht gelegentlich Schwierigkeiten. Wiederholt haben Bohrungen zu Erdbeben geführt.

Für mobile Anwendungen muss die Energie in eine speicherbare Form umgewandelt werden. In Frage kommen Wasserstoff für Verbrennung oder für Brennstoffzellen, Biotreibstoffe, Batterien und andere Lösungen wie Schwungräder oder Druckluft.

Falsche Hoffnungen – echte Übergangslösungen

Als Übergang werden auch fossile Alternativen diskutiert. Die plausibelste ist Erdgas. Nur, auch dieses ist endlich. Dem im Tagbau gewonnenen Ölschiefer wird in einem hochkomplexen Verfahren die nutzbare Komponente entzogen. Angeblich reichen die Reserven 5'000 Jahre. Die Umweltbelastung ist jedoch extrem. Die gleichen Einschränkungen gelten auch für Ölsand. Der Abbau benötigt Maschinen und Transportleistungen mit... Erdöl als Treibstoff.

Infolge ihrer Ähnlichkeit eignet sich Kohle als Ersatzlösung für viele Erdölprodukte. Im Zweiten Weltkrieg wurde sie in Benzin umgewandelt. Dabei wurde jedoch mehr Energie aufgewendet als später freigesetzt. Deshalb spielte dieses Verfahren nach 1945 kaum eine Rolle. Die USA dürften das Kohlefördermaximum zwischen 2032 und 2060 erreichen. Hauptproblem ist die Umweltbelastung. Bereits kurz nach der Erdölkrise von 1973 wurden Anstrengungen unternommen, den Energieverbrauch von Heizungen, Fahrzeugen und Industrieprozessen zu senken. Alternativenergien können das Erdöl sogar zu 100 Prozent ersetzen, selbst in der Schweiz. Autos oder Flugzeuge in Leichtbauweise reduzieren den Treibstoffverbrauch ebenfalls. Selbst optimierte Ölheizungen entlasten die Bilanz.

Das entscheidende Sparpotenzial liegt woanders. Das «Bedürfnis» an sich ist zu hinterfragen. So machen kompakte, verdichtet gebaute Siedlungsräume das Auto als solches überflüssig. Öffentliche Verkehrsmittel für Hunderte von Personen sind immer effizienter als jedes noch so sparsame Hybrid- oder Elektromobil für vier. Dies ist selbst dann der Fall, wenn der Bus nicht dem neuesten Stand der Technik entspricht. Ferien bei der Tante in Prêles oder auf Balkonien respektive eine Videokonferenz sind wünschbarer als jedes noch so perfekte Flugzeug.

Die berühmten drei Worte

Drei Begriffe gehen regelmässig unter. Diese sind die Energiedichte, die «graue Energie» und der Erntefaktor. Gemäss den Gesetzen der Thermodynamik wird Energie nicht «erzeugt» oder «verbraucht». Sie wird lediglich von einer Form in eine andere umgewandelt. Dabei entsteht Abwärme. Die «Restenergie» je Einheit wird als Energiedichte bezeichnet. Betrachtet man nur die Nutzung, ist Wasserstoff dem Benzin überlegen. Zählt man hingegen Gewinnung und Speicherung hinzu, wird die Bilanz negativ. Wasserstoff muss mit Energieaufwand isoliert werden. Im Endeffekt benötigt Wasserstoff mehr davon zur Gewinnung als er später «freisetzt». Dasselbe Dilemma gilt auch für aus Kohle gewonnenes Benzin. Es gibt kein anderes Medium, das eine ähnlich hohe Energiedichte aufweist wie Erdöl.

Die «graue Energie» oder der «kumulierte Energieaufwand» ermittelt, wie viel Energie für Herstellung, Aufbau und Entsorgung einer Anlage erforderlich ist. Mehrere Ersatzlösungen schneiden schlecht ab. Diese sind etwa Verbundmaterialien zur Gewichtseinsparung bei Verkehrsmitteln. Der «Erntefaktor» zeigt an, wie viel Energie ein System nach Amortisation der grauen Energie «liefert». Bei einem Wasserkraftwerk übersteigt er 200, das heisst die investierte Energie fliesst 200 Mal zurück. Ein Windkraftwerk «zahlt» sich demgegenüber zwischen 19 bis 48 Mal aus, je nach Berechnung. Unterschiedlicher sind die Angaben für thermische Solaranlagen. Dort ist von fünf bis 24 Mal die Rede. Bei Photovoltaikanlagen werden je nach Quelle Werte von 1.5 respektive 5.5 bis 20 genannt. Wasserstoff und wahrscheinlich Biotreibstoffe sind ein energetisches Verlustgeschäft. Auch bei Kohle, Ölsand und Ölschiefer liegen die Werte deutlich unter dem Wert von rund 40 für konventionelles Erdöl. Alles in allem ist dieses als Energieträger einmalig. Den Gipfelpunkt überschreiten bedeutet nicht das Ende des Rohstoffs. Es wird «bloss» jedes Jahr weniger davon verfügbar sein. Eine stets

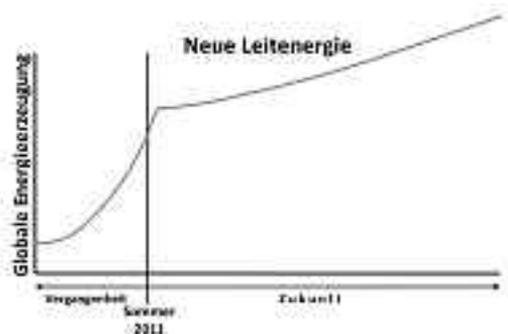
abnehmende Gesamtenergie hat aber dramatische Auswirkungen. So wird die heutige Mobilität verunmöglicht. Anwendungen wie Pharmazeutika kann es noch in 200 Jahren geben.

Neustart, Verwandlung, Niedergang oder Zusammenbruch?

Seit den 70er Jahren haben sich vier Szenarien für eine «Nachö-Aera» herauskristallisiert. Der Abend unseres Zeitalters wird entweder zur Morgenröte einer neuen Energieära oder zum Übergang in eine der Umwelt gegenüber aufgeschlosseneren Menschheit. Möglicherweise ist es für eine Wende zu spät. Entweder erodiert unsere Welt wie das Römerreich – oder die Zivilisation bricht rasch und völlig zusammen.

Weg vom Erdöl – hin in die leuchtende Zukunft

Im Szenario «Neue Leitenergie» verdrängen Kernfusion und grosstechnologische Solarernte als neue Kraftquellen das Erdöl als Energieträger. Dort verliert es seine komparativen Vorteile. Intelligente Steuersysteme optimieren den Energiehaushalt der Siedlungsgebiete. Neue Materialien, darunter Solarzellen, neue Bauweisen und ultraeffiziente Gebäudetechnik verurteilen die Ölheizung zum Tode. Alle Materialien sind wiederverwertbar. Möglich ist zudem deren Entsorgung als Dünger, um auch dort Erdöl und Erdgas zu ersetzen. Die Umweltbelastung geht deshalb nach und nach zurück. Zweite Quelle wird die Sonne. Anlagen in den Wüstengebieten erzeugen aus Meerwasser Wasserstoff. In ihrem Schlagschatten wachsen Biotreibstoffe. Ob Wasserstoff oder Elektrizität die Radfahrzeuge dieses Zeitalters antreiben wird, hängt von anderen Faktoren wie der Infrastruktur ab. Wasserstoff und Elektroantrieb können koexistieren wie heute Benzin- und Dieselmotoren. Trotzdem geht weltweit die Bedeutung des Individualverkehrs zurück. Hauptgrund ist die kompaktere Siedlungsstruktur mit weniger Parkplätzen, bedingt durch vernetzte Energiesysteme der Gebäude und den dadurch flüssigen öffentlichen Verkehr.



Zudem sind die Individualfahrzeuge komplex und dementsprechend teurer. Hochgeschwindigkeitszüge und Vakuum-U-Bahnen wie Swissmetro lösen teilweise das Flugzeug ab. Dieses behält seine Vorteile auf Langstrecken. Dadurch werden die Lufträume entlastet. Die nächste Aerogeneration funktioniert noch auf Erdölbasis, die übernächste mit Biotreibstoffen. Zusammen mit anderen Lösungen revolutioniert Wasserstoff den Schiffsverkehr. Entwicklungsschübe bringen Schwellenländer wie Brasilien oder Indien vorwärts. Überall gewinnen lebenslanges Lernen, Freizeit- und Erlebniskonsum, aber auch Konkurrenzkampf an Bedeutung. Nicht zuletzt infolge des Jevons-Paradoxons wird der weltweite Gesamtenergieverbrauch steigen. Kernfusion und Sonne bewältigen dies mühelos. Entscheidend werden Willensakte in Politik und Wirtschaft. Ein Mix aus staatlichen Technologiesteuerungen und ein Konsens über Partei-, Ideologie- und Staatsgrenzen hinweg sind die Vorbedingungen. Dies wiederum setzt voraus, dass die Eliten dieses Engagement als für ihre eigene Zukunft erfolgsversprechend erkennen. Schliesslich öffnen sich ihnen langfristige Perspektiven in die in die Nachölära hinübergerettete heutige Welt.

Verlässt das Erdöl, bevor es euch verlässt

Das Szenario «Neues Weltmenschbild» greift die Idee der Nachhaltigkeit in Politik und Wirtschaft auf. Entgegen der weitverbreiteten Meinung ist es möglich die Umwelt zu entlasten ohne auf Komfort zu verzichten. Die steigenden Erdölpreise machen Energien wie Sonne, Wind oder Geothermie konkurrenzfähig. Velos, Hybridautos und öffentlicher Verkehr verringern die Nachfrage zusätzlich. Konsequente Berücksichtigung der Umwelt in allen Aktivitäten, etwa durch begrünte Dächer in Stadtgebieten, reduzieren nach und nach die schädlichen Folgen menschlichen Wirkens. Dazu trägt das von Michael Braungart erdachte «Cradle-to-Cradle-Prinzip» bei. Jedes Produkt wird ohne Umweltbelastung entwickelt, hergestellt, betrieben und entsorgt. Hinzu

kommen Zertifizierungen für nachhaltige Holznutzung im Regenwald bis zum ökologischen Tourismus in Zentralamerika. Entscheidend ist ein neues Selbstverständnis. Engagements wie Kinderhüten in der Wohnstrasse, Kompostierung oder Zuwendungen an Entwicklungsprojekte in der Dritten Welt erneuern den Wert zwischenmenschlicher Beziehungen. Diese Geisteshaltung in den Industrieländern fördert lokal vernetzte Betriebe. Biobauernhöfe mit Stammkundschaft, Quartierläden, Nähstuben und Handwerksateliers holen die Versorgung von der Shoppingmall in die Nachbarschaft in Fussgängerdistanz zurück. Andererseits kommt auch eine nachhaltigere Welt nicht um Grosstechnologien und -firmen herum. Nur diese können effizientere Fahr- und Flugzeuge entwickeln. Für erstere werden Hybrid- und Elektroantriebe zum Standard. Luftreisen bleiben erdölabhängig. Nach und nach wird es mit Biokerosen gestreckt. Allerdings geht der Luftverkehr graduell zurück. Zudem werden dessen Kunden ähnlich stigmatisiert wie Raucher. Die lokale Reindustrialisierung reduziert die Hochseeschifffahrt. Symbole dieses Zeitalters sind Bertrand Piccards Solarflugzeug oder das Schweizer Solarboot. Beide sollen beweisen, dass es mit neuen Mitteln und angepasster Lebensweise möglich ist, die Ressourcen ohne Komforteinbussen zu schonen. Die kumulierte Wirkung dieser Massnahmen verringert den Erdölverbrauch und senkt den Gesamtenergiebedarf. Technologiesprünge, vor allem aber neue, materiell bescheidenere Lebensweisen, stabilisieren ihn längerfristig. Da die Vorräte trotzdem abnehmen, steigt der Preis. Je teurer die Ressource wird, desto mehr Alternativen werden rentabel. Vorräte und Umwelt werden dadurch entlastet. Die Nachhaltigkeit basiert weniger auf einem Konsens der Eliten als vielmehr dem Gesamteinfluss unzähliger Einzelhandlungen. Sie ist deshalb ohne grössere politische Programme umsetzbar. Entscheidend ist die Veränderung der Lebensweise hin zur Verantwortung gegenüber den Mitmenschen und der Umwelt.

Der lange Abschied vom Weltimperium

Ein ganz anderes Szenario bietet der Verfall unserer Gesellschaft in ein «Neues Mittelalter». Aufgrund seiner einmaligen Eigenschaften sowie der Verkettung technologischer Sachzwänge ist es unmöglich, die Sucht nach Erdöl zu überwinden. Der zunehmende Widerspruch von Nachfrage und Angebot zeigt sich in massiven Preisaufschlägen. Infolge der Unmög-



lichkeit, den Rohstoff kurzfristig zu ersetzen, stürzt die Welt in eine Rezession. Zudem werden Düngemittel und Treibstoffe für Landwirtschaft, Bewässerungsanlagen und Fischerei knapp. Die Folge sind Hungerrevolten. Die Altlasten der Finanzkrise von 2007 und die neuen Verluste verunmöglichen Investitionen in die energetische Neuausrichtung. Militäreinsätze zur Sicherung der verbleibenden Erdölreserven binden weitere Ressourcen. Die Ausrichtung auf den Individualverkehr in Nordamerika sowie Gegenden Europas rächt sich nun. Steigende Benzinpreise, Rezession und Arbeitslosigkeit verunmöglichen Pendeln und Einkaufen auf der grünen Wiese. Die Ruinierung unzähliger Haushalte sowie das Fehlen solidarnachbarschaftlicher Beziehungen brechen die Moral der Betroffenen endgültig. Ganze Ortschaften entvölkern sich. Nach und nach erodiert die internationale Arbeitsteilung. Auch verfällt die Infrastruktur. Lokale Reindustrialisierungen sind nur beschränkt möglich. Auch diese erfordern Erdöl – und verloren gehendes Know-how.

Andererseits zeigt sich die Fähigkeit des Menschen, sich wieder aufzuraffen. Für die Überlebenden ging auch nach der Pest 1347/48, dem 30-jährigen Krieg und im ausgeglühten Dresden 1945 das Leben weiter. Die als Urban Mining bekannte Suche nach Brauchbarem in den Ruinen ergibt Ausgangsstoffe. Ein Beispiel ist der Umbau von Waschmaschinen in Kraftwerke. Fahrzeuggeneratoren werden zu Winddynamos. Für einen noch laufenden Kühlschrank oder eine übriggebliebene medizinische Apparatur reichen diese allemal. Neue, der Zeit angepasste Produkte erscheinen. Ein Beispiel sind Rechenschieber aus Metall als Ersatz für die Taschenrechner. Dasselbe gilt für Dienstleistungen wie Trägertrupps oder Transportrikschas. Durch den Niedergang wird die Erdölförderung immer problematischer. Neben der schrumpfenden Menge erschwert die Unsicherheit des Transports die Versorgung. Deshalb geht die Gesamtenergieerzeugung laufend zurück.

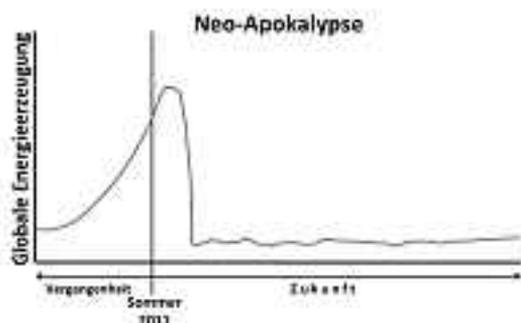
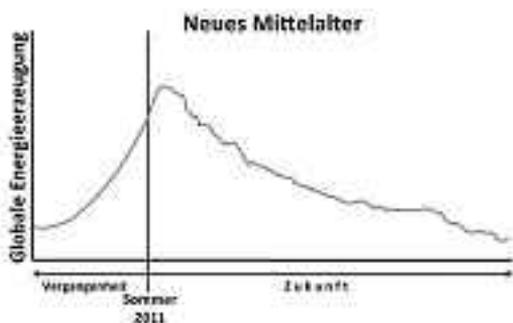
Dem Vorausschauenden bleibt noch Zeit, sich vorzubereiten. Heute bereits gibt es in den USA zahlreiche Menschen, die sich auf den «langen Abstieg», so John Michael Greer, einstellen. Beispiele sind Obst- und Gemüseanbau in Grosstädten oder das Erlernen eines Handwerks. Gleichzeitig warnt er vor Illusionen. Lediglich auf wenig technologieintensiver Fertigung beruhende Lösungen sind «hinüberrettbar». Dazu gehören Windanlagen und rudimentäre Wasserkraftwerke. Entgegen der weitverbreiteten Ansicht heilt der Zerfall der industriell-globalen Zivilisation die Umwelt nicht. Der Wegfall des flüssigen Brennstoffs aber auch der Abfall von Sittlichkeit und Moral im brutalen Überlebenskampf führen zur Abholzung übriggebliebener Wälder und der Zerstörung bis anhin intakter Landschaften.

Mit Vollgas in die Katastrophe

Gemäss Szenario «Neo-Apokalypse» bedeutet das Auslaufen der Erdölzeit das Ende der heutigen Menschheit. Die Zivilisation ist dermassen auf das Erdöl ausgerichtet, dass selbst eine grössere Reduktion der Nachfrage unmöglich ist – zumindest in der Zeitspanne, wo das Fördermaximum noch verschoben werden kann. Heisst es nicht: «Jeder will zurück zur Natur, nur keiner zu Fuss»?

Natürlich gibt es zahlreiche Initiativen, von den Alternativenenergien über den öffentlichen Verkehr bis zur biodynamischen Landwirtschaft. Alle kommen zu spät und greifen zu kurz. Nach 1973 hätte die Menschheit für eine Energiewende genügend Zeit gehabt. Voraussetzung wäre eine zielgerichtete Politik gewesen. Im gnadenlosen Konkurrenzkampf konnte sich weltweit kaum jemand ein «Ausscheren» leisten. Beispiele sind der unmögliche Verzicht auf das Auto wegen Beruf und Familie oder das batteriegetriebene Lernspielzeug aus Plastik. Nimmt nicht jedes Jahr ungeachtet aller Sparanstrengungen der Energieverbrauch zu? Bricht plötzlich das Angebot an Erdöl ein, wirkt dies wie ein Schock.

In der Folge stürzt die Weltwirtschaft in eine nie dagewesene Rezession. Teile der Finanz- und



Realwirtschaft gehen zugrunde. Beides reisst Landwirtschaft und Fischerei mit. Unruhen im Inland und grenzübergreifende Kriege um die verbliebenen Wohlstands- und Erdölreserven führen zu extremen Zerstörungen. Dabei bricht auch die Energieversorgung zusammen. Dies alles bewirkt neben menschlichem Leid massive Umweltschäden. Ein weiteres Drama ist die Sinnloswerdung des vertrauten Weltbildes. Was eben noch beneidetes Statussymbol war wie die beiden Autos, das Einfamilienhaus im Grünen oder Ferien auf den Malediven, wird zum Fluch. Zunächst wird man von der Versorgung abgeschnitten, anschliessend vermutlich verjagt.

Die Kraft des Stärkeren hebt rasch die Sittlichkeit aus. Dadurch verkommen Ruhe und Ordnung und in der Folge die Gesellschaft endgültig. Jeder kämpft, bestenfalls in rudimentären lokalen Gemeinschaften, um das nackte Überleben.

Immerhin bleiben den Zurückbleibenden sinnlos gewordene Maschinen und Artefakte. Diese ergeben neue Rohstoffe oder werden zweckentfremdet. Das seit 200 Jahren angereicherte industrielle Wissen löst sich auf. Auch Bibliotheken und Archive benötigen Technologie und Erdöl. Zudem verfallen Speichermedien und Lesegeräte. Vielleicht bleibt den Urenkeln die Gewissheit, Erben einer im doppelten Sinne einmaligen Epoche zu sein. Nie zuvor hatte eine Zivilisation dermassen die Umwelt beeinflusst, und nie zuvor so wenig in die Zukunft transferierbares Wissen hinterlassen. Durch das Massensterben sinkt der Bevölkerungsdruck. Dadurch werden manuelle Agrargesellschaften wieder möglich. Lange noch werden deren Angehörige durch Ruinen und Umweltschäden an die Ausschweifungen ihrer Vorfahren erinnert.

Kleiner Mann, was nun?

Derzeit ist offen, welche der vier skizzierten Entwicklungen wann eintreten wird. Anzunehmen ist weniger eines der vier Szenarien als miteinander verwobene Pfade zur Hoffnung oder in die Dämmerung. Möglicherweise kommt es bei den ersten Verknappungen zu weltweiten Erschütterungen. Nachhaltiges Denken und neue Energien verhindern vielleicht die Katastrophe. Es bleibt zu hoffen, dass die Mahnung von King Hubbert rechtzeitig gehört wird. Nur so beschützen wir das Flämmchen des Streichholzes in der Finsternis etwas länger... und ertasten vielleicht eine Tür zum Licht.



Daniel Stanislaus Martel

Dr. Daniel Stanislaus Martel promovierte an der Universität Genf. Hauptberuflich ist er Dozent für Risikoanalyse, Geschäftsethik und Management beim Dunya Institute of Higher Education in Kabul und der University of Management, Economics and Finance (UMEF) in Genf. Bei beiden ist er Mitglied des Rektorats. Ferner unterrichtet er Bankstrategie bei AKAD. Daneben ist er Fachjournalist für Aviatik, Technologie und Geopolitik. Seine Beiträge erscheinen unter anderem in Skynews.ch, RMS Revue Militaire Suisse und Point de Mire. Schliesslich ist er als Trendscout und Ideenentwickler für Start-Up-Unternehmen aktiv. Daneben hält er Vorträge.

ZUR ZUKUNFT DER STROMVERSORGUNG

Ein Umbau der Stromversorgung ist dringlich um einen Anstieg der Emissionen zu verhindern und die knapper werdenden fossilen Ressourcen zu schonen. Die erneuerbaren Energien müssen attraktiver gegenüber fossilen Kraftwerken werden. Die notwendigen Investitionen für eine neue Infrastruktur sind enorm, jedoch moderat gegenüber den Klimakosten, die ohne ein Umsteuern entstünden. Finanzieren liessen sich diese Investitionen durch CO₂-Emissions-Zertifikate, was allerdings auf supranationaler Ebene koordiniert werden muss.

Keywords: Erneuerbare Energien, Kraftwerke, Schwellenländer, Supranationale Kooperation, Strom, Zukunft

Sven Hirsch und Cornelia Daheim

Die umweltverträgliche Energieversorgung ist eine zentrale Herausforderung dieses Jahrhunderts – getrieben durch den zunehmenden Energiebedarf einer wachsenden Weltbevölkerung und den parallelen Druck zur Senkung von Emissionen vor dem Hintergrund des Klimawandels. Strom macht heute bereits zwanzig Prozent des Weltenergiebedarfs aus – mit steigender Tendenz durch die generelle Elektrifizierung, das Wachstum einer globalen Mittelschicht mit Zugang zu stromverbrauchenden Produkten und die Elektromobilität. Ein wichtiger Baustein zur Bewältigung globaler Zukunftsherausforderungen ist daher die klimaneutrale Stromversorgung. Der Handlungsdruck ist hoch, denn laut aktuellem Wissensstand kann nur ein sofortiges, radikales Umsteuern irreversible Klimaumbrüche verhindern. Auch wenn bisher die globale politische Rahmensetzung fehlt, zeigen entsprechende Initiativen von Unternehmen, Regionen, Städten und Interessensverbänden die Bereitschaft und das Bewusstsein zur notwendigen Veränderung. Es scheint, als seien sich alle einig, nur über die genaue Form des Umbaus und die Verteilung der Kosten besteht Uneinigkeit.

Wie viel Energie brauchen wir?

Der weltweite Bedarf an Strom wird sich – unter business-as-usual-Bedingungen – laut Prognosen der International Energy Agency (IEA) in den nächsten 25 Jahren annähernd verdoppeln (vgl. WEO 2011). Indien und China werden durch nachholende Wirtschaftsentwicklung und anhaltendes Bevölkerungswachstum ihren Bedarf mehr als verdreifachen und benötigen ca. vierzig Prozent des weltweiten Elektrizitätsbedarfs. Doch obwohl der Pro-Kopf-Strombedarf der Schwellenländer zwar kontinuierlich ansteigt, wird er auch mittelfristig nur einen Bruchteil der Pro-Kopf-Verbräuche der Indust-

rieländer mit ihren energieintensiven Lebensstilen betragen.

Bereits heute werden hier in rasantem Tempo neue Kraftwerkskapazitäten geschaffen – limitierende Faktoren sind vor allem Herstellungskapazitäten, Netzausbau und Rohstoffverfügbarkeit. In den westlichen Ländern hingegen stagniert oder sinkt der Stromverbrauch zumeist. Dort werden kaum zusätzliche Kraftwerke benötigt, doch veraltete und ineffiziente Kapazitäten müssen dringlich ersetzt oder modernisiert werden. Die Laufzeiten bestehender Kraftwerke begrenzen zusätzlich einen schnellen Umbau. Die Ausgangslage ist damit vollkommen verschieden: In Schwellenländern werden neue Systeme gebaut, in den Industrieländern wird das bestehende System umgebaut.

Auf der Hand liegt auch: Die Weichen für die mittel- bis langfristige Entwicklung werden in den nächsten zehn Jahren gestellt. Wenn weiter hauptsächlich fossile Kraftwerke gebaut würden, so stiegen die Emissionen ins Unkontrollierbare. Doch der notwendige Aufbau klimaneutraler Energie kann mit dem Bedarf nach neuen Kapazitäten noch nicht Schritt halten, besonders in den Schwellenländern. Die Senkung des Energiebedarfs ist folglich elementar, um diese Lücke kurzfristig zu schließen. Es gilt, die Energieintensität nachhaltig zu senken, das heisst die Wirtschaftsleistung vom Energiebedarf zu entkoppeln. Die Einsparpotenziale in Haushalten, Transport und Industrie sind enorm – Effizienzgewinne könnten die Energiekosten bis 2020 um 25 Prozent senken. Jedoch zahlen sich die notwendigen Investitionen in Sparmassnahmen wie Nutzung von industrieller Abwärme oder Stadtbegrünung (zur Begrenzung des Klimatisierungsbedarfs) unterschiedlich schnell aus und nicht immer kommen die Ersparnisse dem Investor zugute. Hier müssen Wege etabliert werden, wie der

Profit aus Einsparmassnahmen direkt und mit einem kurzfristig ausgerichteten Anreizsystem an den Investor zurückfliessen kann, zum Beispiel über lokale Klimafonds.

Welche Technologien benötigen wir?

Ein Umbau muss zügig erfolgen, doch neue Technologien im Energiesektor benötigen lange Entwicklungszyklen. Mittelfristig werden die Haupttechnologien auf denen basieren, die heute marktreif sind: Klimaneutrale Fossile, Kernkraft, Wasserkraft, Windenergie, Photovoltaik, Solarthermie und Biomasse. Bestimmender Faktor für die Energieerzeugung von morgen ist die Emission von Treibhausgasen: Kohlendioxid (CO₂) aber auch Methan und Lachgas. Die Einführung von CO₂-Emissionspreisen in weiteren Regionen bzw. ihre Erhöhung würde die Wirtschaftlichkeit der fossilen Kraftwerke stark beeinflussen. Kohle ist aufgrund der zwei- bis dreifachen Emission stärker betroffen als Gas, das als relativ klimafreundliche fossile Alternative gilt. Die Abscheidung von CO₂ (carbon capture and storage – CCS) könnte fossile Kraftwerke nahezu emissionsfrei machen. Das spart Kosten für Emissionszertifikate einerseits, verursacht aber andererseits erhebliche Kosten für die Abscheidung, den Transport und die Lagerung von CO₂. Die meisten Experten gehen von mindestens zehn Jahren aus, bis diese Technologie in ausreichenden Kapazitäten installiert werden kann. Obwohl die dauerhafte Sicherheit der unterirdischen Speicherung längst nicht garantiert ist und auch die Wirtschaftlichkeit von CCS in Frage steht, werden heute dennoch Kohlekraftwerke mit der Option auf Nachrüstung gebaut (capture ready). Besonders in Ländern mit eigenen Kohlevorkommen (zum Beispiel China, USA, Australien) ist der Anreiz hoch, so flexibel auf zukünftige Emissionsregulationen reagieren zu können.

Weil regenerative Energien und die Kernkraft hingegen keine Emissionskosten zu tragen haben, werden sie verstärkt in den Markt getrieben. Windkraft ist auf Land (on-shore) konkurrenzfähig, und auf dem Wasser (off-shore) ist die Wirtschaftlichkeit absehbar. Die etablierte Wasserkraft ist aufgrund der dauerhaften Verfügbarkeit als Regelenergie besonders interessant. Thermische Solarenergie (concentrated solar power – CSP) ist heute bereits in südlichen Ländern rentabel und Photovoltaik (PV) profitiert von schnellen technologischen Lernraten und Skaleneffekten – sie wird in fünf bis zehn Jahren abhängig vom Standort wettbewerbsfähig sein. Grosse

Potenziale stecken in der Verbesserung des Wirkungsgrades durch neue Halbleitermaterialien, bessere Integration (zum Beispiel konzentrierte oder thermische PV) oder einfachere Produktionsprozesse: auf Folie gedruckte organische Solarzellen sind heute schon Realität. Solarzellen könnten in absehbarer Zukunft kostengünstig als Beschichtung aufgetragen werden und Strom «zum Nulltarif» produzieren. Energiegewinnung aus Biomasse und Abfall wird ebenfalls stark ausgebaut. Zunehmend gewinnen weitere regenerative Quellen an Bedeutung: Geothermie, Gezeitenkraft und Wellenkraft bergen riesige Potenziale. Sie sind heute bereits gut entwickelt, müssen allerdings noch wettbewerbsfähig werden. Die Kernkraft gilt ebenso als ein wesentlicher Baustein zur Reduktion der Klimagase. Sie ist in vielen Ländern etabliert (zum Beispiel Frankreich, USA, Russland), und trotz Fukushima hält zum Beispiel auch China an seinem ambitionierten Atomprogramm fest. Neue Reaktorgenerationen widmen sich hauptsächlich der Reaktorsicherheit und der besseren Brennstoffnutzung – Reaktoren der vierten Generation werden nach aktuellen Schätzungen jedoch frühestens ab 2030 einsatzbereit sein, staatliche Förderungen vorausgesetzt. Die Kernenergie profitiert stark von der Emissionsproblematik der fossilen Kraftwerke, weil sie bereits heute die «günstigste» Energieform darstellt. Klar ist jedoch auch: Die Risiken und Folgekosten der Kernkraft durch Reaktorunfälle und Endlagerung werden nicht vom Erzeuger getragen. Da diese externen Kosten schwer kalkulierbar sind, wird Kernenergie noch lange für viele die «günstigste» Form der Energieerzeugung bleiben. Der weitere Blick in die Zukunft sieht vielversprechende Technologien, die den Energiesektor revolutionieren könnten, bei denen jedoch bisher schwer absehbar bleibt, wann und ob sie nutzbar werden – wie zum Beispiel Fusionsenergie, nukleare Laufwellenreaktoren (die ihr Brennmaterial selbst erbrüten und zusätzlich inhärent sicher sein sollen) oder kleinste «Energiesammler», die thermische Energie oder Bewegungsenergie in Elektrizität umwandeln.

Wie sauber ist «emissionsfreie» Energie?

Jedes Kraftwerk verursacht in seinem Lebenszyklus in Herstellung, Wartung, Betrieb und Rückbau Treibhausgase und weitere Umweltfolgen – diese werden jedoch bisher selten systematisch bei Planungsvorgängen erfasst und in die Entscheidungen miteinbezogen. Im Fokus der Kritik stehen wesentlich die konventionellen Kraftwerke. Bei der Kernenergie herrscht auch nicht nur über ihre Sicherheits-

risiken, sondern auch über deren Umweltbilanz Uneinigkeit; Schätzungen schwanken zwischen dem niedrigen Niveau der erneuerbaren Energien und dem Fünffachen, weil Förderung, Aufbereitung und dauerhafte Entsorgung der Brennstäbe energieintensiv sind. Bei der «sauberen» Kohle, also bei Kraftwerken mit CCS, sind die Risiken der unterirdischen Speicherung von CO₂ schwer abzusehen, was die Haftungsfrage ähnlich brisant macht wie bei der Kernenergie. Aber auch die Erneuerbaren haben negative Umweltfolgen: Stauseen für Wasserkraftwerke verändern gesamte Ökosysteme, Windräder gefährden Vögel, Bohrungen für Geothermie können Erdbeben auslösen und das Grundwasser verschmutzen. Hinzu kommt die höhere Sichtbarkeit als bei konventionellen Kraftwerken. Umweltschützer und Bürgerinitiativen bekämpfen heute vielerorts regenerative Grossprojekte, was zunächst paradox erscheint. Tatsächlich muss die Frage nach den Umweltfolgen und der Lebenszyklus-Perspektive für alle Energieformen gestellt werden – dies ist jedoch bisher kaum gängige Praxis und würde – wenn es in alle Planungen Eingang fände – einen «Game-Changer» darstellen.

Infrastrukturelle Voraussetzungen

Heute wird der Bedarf im Tagesverlauf recht gut prognostiziert und je nach Höhe werden immer teurere Kraftwerke zugeschaltet. Mit der zunehmenden Integration von fluktuierenden (intermittierenden) Stromerzeugern wie Sonne und Wind verschärft sich das Problem, die Stromproduktion mit dem schwankenden Bedarf in Einklang zu bringen. Durch die Starrheit des aktuellen Infrastruktur-Modells müssen Ersatzkapazitäten vorgehalten werden. Aber auch bei durchgängig laufenden Kraftwerken wie mit Kernenergie müssen Regelkraftwerke die Lastspitzen ausgleichen, was ebenfalls mit Zusatzkosten verbunden ist. Dabei könnte der Bedarf an die Produktion angepasst werden, indem die Verbraucher gesteuert und koordiniert werden. Werden Lastspitzen vermieden, so sinkt der Bedarf an Kraftwerkskapazitäten und damit letztlich der Strompreis. Das intelligente Stromnetz (smart grid) bringt diese Regelbarkeit des Bedarfs und ist somit notwendige Voraussetzung für den Umbau des Energiesystems. Zum Ausgleich aller Schwankungen werden zudem weitere Technologien benötigt. Für den schnellen Lastausgleich eignen sich Batterien, Schwungräder, Supramagneten, Flüssigsalz oder komprimierte Luft. Das Hauptproblem bleibt die Überbrückung saisonaler Schwankungen. Heute existieren nur Pumpspeicher-

kraftwerke oder Stauseen als grosse Energiepuffer, doch die Potenziale sind vielerorts erschöpft. Eine Option besteht beispielsweise darin, zum Ausgleich der Lastspitzen in Kontinentaleuropa grosse Pumpspeicher in Skandinavien zu errichten – dafür wäre allerdings ein verlustarmes transeuropäisches Hochspannungsnetz notwendig. Als interessante Speicheralternative gilt synthetisches Methan, das mit Stromüberschuss aus Wasser hergestellt wird. Dieses künstliche Erdgas wird in existierende Erdgasleitungen eingespeist und bei Bedarf zum Beispiel in Gaskraftwerken klimaneutral verstromt. Zudem kann diese Technologie an jedem Ort installiert werden, was den Bedarf an grossen internationalen Leitungskapazitäten begrenzt.

Der Ausbau und die Modernisierung der Netze sind mit hohen Kosten verbunden, da auch zusätzliche Leitungen zu dezentralen Produzenten errichtet werden müssen. Ein lokaler Lastausgleich verringert Leitungsverluste und spart Kosten zum Aufbau grosser Überlandleitungen. Ein gesamteuropäisches Stromnetz schafft weitere Möglichkeiten der Stabilisierung, wird aber lange Zeit zum Aufbau brauchen. Der Netzausbau ist dringlich, wobei für Netzbetreiber bisher keine Anreize für diese Investitionen bestehen. Es wird schnell klar, dass hier eine politische Weichenstellung gefragt ist, auch über nationale Grenzen hinweg.

Dezentralität bringt neue Akteure

Mit den erneuerbaren Energiequellen hat sich eine neue dezentrale Erzeugung etabliert, die von vielen Kunden als positiv empfunden wird. Die Modularität der Erzeugung ermöglicht durch geringe Investitionsbarrieren den Eintritt neuer Produzenten: Privatleute, Gemeinschaften und Stadtwerke. Das ermöglicht eine schnelle Skalierung der Technologie, weil viele Marktteilnehmer ihre Investitionen unabhängig tätigen können. Die Marktmacht der grossen Versorger schwindet zunächst, doch die Marktchancen locken zunehmend finanzkräftige Investoren – einerseits die bestehenden Player, andererseits grosse Fonds oder Konsortien. Die Energieversorgung hat in der Gesellschaft schon heute eine höhere Sichtbarkeit erlangt und durch die Vielzahl der Produzenten wird sie zunehmend Gegenstand des allgemeinen Interesses. Die breitere Machtbasis führt zu einer gemeinsamen Verantwortung und Transparenz der Energieversorgung, was letztlich die Akzeptanz schafft für notwendige Investitionen und Massnahmen.

Verschiebung der Wertschöpfungskette

Die Einspeisevergütungen sinken mit den Stromgestehungskosten, wodurch die Erneuerbaren sukzessiv in den freien Strommarkt eingegliedert werden. Wie könnte ein Strommarkt aussehen, wenn Photovoltaik so günstig ist, dass jedes Dach damit gedeckt wird? Die Vielzahl der Produzenten wird neue Formen der Preisbildung erfordern, Preise müssten entweder von Erzeugergemeinschaften ausgehandelt oder staatlich festgelegt werden. Das Verschalten und intelligente Routen der Energie wird so ein neuer Markt, was die Wertschöpfungskette nachhaltig verändern wird. Gewinnchancen liegen dann vermehrt im Kundenzugang und der Vernetzung, neue Akteure engagieren sich bereits in diesem Markt (zum Beispiel IBM und Google). Die Anpassung zwischen Angebot und Nachfrage ist das Geschäftsmodell der Energiespeicher, welche die täglichen, wöchentlichen und jahreszeitlichen Schwankungen ausgleichen. Diese werden einen grösseren Stellenwert in der garantierten Versorgung einnehmen. In der Konsequenz bedeutet dies, dass Strom nachhaltig günstiger wird, die garantierte Verfügbarkeit von Strom jedoch mit einem Preisaufschlag bezahlt wird.

Von der Energieabhängigkeit zur Rohstoffabhängigkeit

Die Energie- und Rohstoffssicherheit ist eine der höchsten Prioritäten jedes Staates, Grundlage für Aufbau und Erhalt von Industrie und Infrastruktur. Die Energieversorgung erfolgt wesentlich über fossile und nukleare Primärenergieträger (2010 in Deutschland 90 Prozent), die meisten Länder sind vom kontinuierlichen Primärenergieimport abhängig (Import 2010 in Deutschland 70 Prozent, vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technik 2009). Wohlstand und Macht der ressourcenreichen Länder sind eng und teilweise ausschliesslich mit dem Verkauf dieser Rohstoffe verknüpft. Rohstoffarme Länder können ihre Energieversorgung über erneuerbare Energien realisieren und werden so zunehmend energetisch unabhängig. Länder mit grossen fossilen Vorräten verlieren im Gegenzug stetig an Bedeutung, was ganze Weltregionen destabilisieren könnte. Technologische Güter, wie auch die erneuerbaren Energien, benötigen zu ihrer Produktion spezielle Rohstoffe wie seltene Erden. Der weltweite Bedarf explodiert gerade, doch diese Stoffe sind knapp und ungleich in der Welt verteilt (vgl. Fraunhofer ISI 2009) – der Zugang zu diesen Stoffen wird zur Achillesferse. China hat im vergangenen Jahr erstmals die Ausfuhr seltener Erden beschränkt und damit die

Produktion von Windkraftanlagen behindert. Die Rohstoffindustrie muss neue Fördermöglichkeiten und Gebiete erschliessen, denn der Bedarf übersteigt schon heute die Fördermengen. Andererseits muss ein konsequentes Recycling seltener Rohstoffe erfolgen und nach besser verfügbaren Ersatzstoffen gesucht werden, um langfristig die Versorgung zu stabilisieren. Auch wenn der höhere Anteil Erneuerbarer an der Stromproduktion stärkere Unabhängigkeit von fossilen Ressourcen verspricht, erhöht sich also zeitgleich die Abhängigkeit von weiteren Ressourcen.

Die Rechnung bitte!

Deutlich ist: Der Umbau zur emissionsfreien Elektrizität bedeutet hohe Investitionen. Betrachtet man diese Kosten jedoch aus Sicht der Lebenszyklusanalyse und unter Einbeziehung externer Kosten (wie zum Beispiel Kosten, die eben durch Emissionen entstehen), wirken sie im Vergleich zu bisherigen Kosten gering. Zudem werden die Kosten für die Erneuerbaren weiter sinken, wohingegen die Brennstoffkosten für fossile Kraftwerke aufgrund der Rohstoffverknappung stetig steigen. Auch bisher entstehen durch das heute dominant fossile System hohe externe Kosten, die wesentlich von der Gesellschaft getragen werden. Die Wirkung der Treibhausgase ist global, womit die externen Kosten ebenfalls globalisiert werden. Stellt man die gesamten Kosten für einen Umbau wiederum den potenziellen Kosten gegenüber, die ohne Umbau entstünden und wir die Folgen eines rapiden Klimawandels weltweit zu bewältigen hätten, bleibt nur die Schlussfolgerung, dass die Investitionen notwendig sind. Die grosse Herausforderung besteht in der Verteilung der Kosten und einer supranational koordinierten Vorgehensweise. Diese wiederum würde nationale Kosten deutlich reduzieren, was jedoch im aktuellen politischen Klima schwer umsetzbar scheint. Dennoch muss schnell ein Mechanismus gefunden werden, der die Regulation des Gemeinguts Klima ermöglicht und die Allmende-Tragik vermeidet. Zentraler Hebel für die Verteilung der Kosten ist ein hoher CO₂-Preis, der emissionsfreie Kraftwerke günstiger und Fossile teurer macht. Die Frage der Verteilung der Kosten zwischen Industrieländern als «Altverursacher» mit immer noch extrem hohem Pro-Kopf-Verbrauchen und dem Anspruch der Entwicklungs- und Schwellenländer auf bezahlbares wirtschaftliches Wachstum bleibt hier bisher ungelöst. Ein wesentlicher Beitrag der Industrienationen bestünde darin, die erneuerbare Energieerzeu-

gung mit den Erlösen der CO₂-Zertifikate wettbewerbsfähig zu machen. Dann erst werden diese Energieformen weltweit in ausreichender Kapazität installiert – und je früher dieser Zeitpunkt erreicht ist, umso mehr fossile Kraftwerke werden weltweit vermieden.

Fazit

Ein rascher Umbau der Elektrizitätsversorgung ist notwendig aufgrund von wachsendem Energiebedarf, der Endlichkeit fossiler Ressourcen, dem Bedürfnis nach Energiesicherheit und dem Druck zur Reduktion von Emissionen. Ein Baustein wird die unmittelbare Umsetzung von Effizienzsteigerung sein, die einen schnellen Bedarfsanstieg begrenzt. Die Weichenstellung muss auf heute etablierten Technologien aufbauen. Neben den erneuerbaren Energien und der Kernkraft ist CCS eine weitere Lösungsoption zur Emissionsminderung für bestehende Kohlekraftwerke. Die notwendige Vorbedingung ist der Umbau der Netze und die Schaffung von Speichermöglichkeiten – einhergehend mit hohen Investitionen. Die Kosten für den Umbau der Energiesysteme sind enorm, aber moderat im Verhältnis zu den Klimakosten, die ohne ein Umsteuern entstünden. Ebenfalls sind die Kosten im Vergleich zu den externen Kosten der bisher vorherrschenden fossilen Verbrennung vergleichsweise gering. Ein Umsteuern erscheint damit nicht nur logisch, notwendig und machbar, sondern unausweichlich – der grundlegende Hebel ist die Einführung eines hohen CO₂-Preises. Dies macht die zentrale Herausforderung deutlich, die der Umbau mit sich bringt: die der politischen Steuerung und Verteilung der Kosten, insbesondere auf supranationaler Ebene und in Bezug auf die Verteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern. Hier sind die Industrielän-

der mit ihrem im Verhältnis hohen Pro-Kopf-Verbrauch gefragt, eine Vorreiterrolle einzunehmen und die radikale und umfassende Vision eines neuen Stromsystems umzusetzen – sei dies auf globaler Ebene oder auf der Ebene von Grossregionen, wie es viele für die nächste Stufe der Klimawandelpolitik halten.



Cornelia Daheim

Cornelia Daheim ist geschäftsführende Gesellschafterin bei Z_punkt und betreut Projekte für Schlüsselkunden aus verschiedenen Branchen sowie im Rahmen europäischer Forschungsverbünde. Sie ist zudem Gründerin und Chair des German Node des Millennium Projects und studierte Literaturwissenschaft, Anglistik und Psychologie in Essen und London.



Dr. Sven Hirsch

Dr. Sven Hirsch ist Senior Foresight Consultant bei Z_punkt mit dem Schwerpunkt quantitative Methoden und der Kompetenz in technologischen Themen. An der ETH Zürich beschäftigt er sich mit medizinischer Bildverarbeitung und forscht an der Simulation von biologischen, regulativen Netzwerken. Er promovierte in Physik und studierte audiovisuelle Medien an der Kunsthochschule für Medien, Köln.

Quellen

WEO (2011): World Energy Outlook 2011, International Energy Agency, 2011.
McKinsey (2009): Wettbewerbsfaktor Energie als Chance für die deutsche Wirtschaft, 2009.
Bundesministerium für Wirtschaft und Technik, Energiedaten, Stand August 2011.
Fraunhofer ISI (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Karlsruhe.



KERNENERGIE IN DER SCHWEIZ UND EUROPA – KEINE LÖSUNG, SONDERN TEIL DES ENERGIEPROBLEMS

Die Ressourcenknappheit dürfte fatale Folgen haben, etwa neokoloniale Kriege und gravierende Umweltzerstörungen. Öl und Strom gehen schneller zu Ende, als wir es wahrhaben möchten. Beim Öl ist es seit sechs Jahren zu einer Stagnation der weltweiten jährlichen Fördermengen gekommen. Auch die oftmals erwähnte Renaissance der Kernenergie entpuppt sich als Illusion, denn schon vor Fukushima war der Uranmarkt sehr angespannt. Zudem könnten neue Kernkraftwerke im besten Falle erst ab 2022 den ersten Strom liefern. Wir werden sparsamer leben müssen.

Keywords: Europa, Fukushima, Importe, Öl, Umweltkatastrophe, Uranmarkt, Zukunft

Michael Dittmar

Was ist das Schweizer/Europäische Energieproblem?

Unsere europäische Lebensweise, mit allen Vor- und Nachteilen, basiert auf einer hochindustrialisierten Ökonomie mit grossem Energiebedarf. Rund ein Drittel dieser Energie wird von privaten Haushalten und für Heizung verwendet, ein Drittel für die hohe Mobilität von Menschen und Gütern sowie ein Drittel für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen aller Art. Unsere beste und dominante Energiequelle ist das Öl. Es wird zu 100 Prozent in die Schweiz importiert. Mit einem Anteil von rund 55 Prozent dominiert das Öl den Schweizer Energiemix und unsere Mobilität basiert zu fast 100 Prozent auf dem Öl. Ähnliche Zahlen findet man in anderen reicheren europäischen Ländern. Der Anteil der elektrischen Energie, der Energieform mit den meisten Anwendungsmöglichkeiten, variiert in den reicheren Ländern zwischen 20 und 25 Prozent. Unser (Energie)-Problem in Europa, und das von praktisch allen industrialisierten Ländern kann durch folgende, miteinander verbundene Punkte, definiert werden:

1. Will man eine lebenswerte Umwelt für uns und zukünftige Generation erhalten, dann müssen weitere lokale und globale Zerstörungen dieser Umwelt gestoppt werden. Will man die schlimmsten möglichen Konsequenzen des Klimawandels, bedingt durch die zu hohe Nutzung von fossilen Energiequellen verhindern, dann muss der weltweite Energiebedarf gesenkt werden. Solange unser Wirtschaftssystem auf hohem Energieverbrauch mit weiterem Wachstum basiert, werden wir uns mit der weiteren Zerstörung der Umwelt abfinden müssen.

2. Mit der Nutzung und Abhängigkeit von endlichen Energieressourcen (Öl, Gas, Kohle und Uran) bewegen wir uns auf dem Pfad, der das Nachhaltigkeitsgebot verletzt. Eine weltweit steigende Nutzung mündet zwangsläufig in ein schnelleres Ende einer Zivilisation, die sich nur dank billigen Energiequellen entwickeln konnte. Das Produktionsmaximum dieser Energiequellen (die Peak Produktion) liegt in vielen Ländern und Kontinenten, und insbesondere in praktisch allen europäischen Ländern, schon seit vielen Jahren hinter uns. Die oft grossen ursprünglichen (Energie)-Rohstoff-Ressourcen sind in den meisten europäischen Ländern schon seit Jahren weit unterhalb der Peak Produktion und die meisten Länder sind, bei sehr hohem Bedarf an Öl und Gas, schon lange auf einen Import von fast 100 Prozent aus Russland und den OPEC-Staaten angewiesen. Das gleiche gilt auch beim Uran; dessen Förderung wurde in Europa schon vor mehr als 15 Jahren praktisch beendet. Damit ist die Schweiz, und praktisch alle Kernenergie nutzenden Länder Europas, schon seit Jahren auch beim Uran zu 100 Prozent abhängig von Importen. Beim Öl, unserer besten und wichtigsten Energiequelle, beobachtet man seit etwa 2005 eine Stagnation der weltweiten jährlichen Fördermengen. Diese Situation deutet auf einen unmittelbar bevorstehenden weltweiten Produktionsniedergang hin. Weiter steigende Energiepreise und eine unabwendbare Energieknappheit in vielen importierenden Ländern werden die ohnehin schon schwächelnden Wirtschaften weiter lähmen und unausweichlich in ein finanzielles Chaos und einen wirtschaftlichen Rückgang führen.

3. In den reichen europäischen Ländern ist der pro Kopf Energieverbrauch etwa dreimal höher als im Weltmittel. Der stark steigende Energiebedarf von Ländern wie China und Indien führt, bei gleichzeitiger Stagnation oder Reduzierung der weltweiten Fördermengen, unausweichlich in eine Reduktion des Verbrauchs in anderen importierenden Ländern. Da kein Land freiwillig reduzieren will oder kann, werden Verteilungskämpfe jeder Art wahrscheinlich.
4. Die Fukushima-Katastrophe hat die letzten Illusionen in die friedliche, sichere und billige Nutzung der Kernenergie in den meisten europäischen Ländern wohl für immer beseitigt.

In wenigen Worten und ohne Zahlen kann man unser Energieproblem in etwa so beschreiben: Heute bewegt sich fast nichts ohne Öl und fast nichts funktioniert ohne Strom und die Zeiten des billigen Öls und Stroms gehen schneller zu Ende als wir es glauben wollen!

Warum waren die Hoffnungen auf eine Renaissance der Kernenergie eine Illusion?

Weil die harten Zahlen zur Kernenergie schon vor Fukushima ein anderes Bild lieferten. Vor 15 bis 20 Jahren kamen weltweit rund 18 Prozent der elektrischen Energie aus der Kernenergie. In den letzten Jahren reduzierte sich dieser Anteil auf weniger als 14 Prozent. Die grösste Konzentration von Kernkraftwerken, mit einem Anteil von etwa einem Drittel an der Weltproduktion, findet man in Europa. Diese rund 150 Kernkraftwerke, fast perfekt in das europäische Verbundnetz integriert, lieferten im Jahr 2010 rund 25 Prozent des Strombedarfs, deutlich weniger als die etwa 30 Prozent im Jahr 2005. Das letzte (west-)europäische Kernkraftwerk ging im Jahre 1999 in Frankreich nach acht Jahren Bauzeit ans Netz.

Zwischen 2004 und 2010 wurden zwölf kleinere und ältere Kernkraftwerke mit einer Kapazität von 2.2 GWe im ehemaligen westlichen Teil Europas stillgelegt. Die zwei sich in Bau befindlichen EPR (European Pressurized Reactor) Kernkraftwerke des inzwischen einzigen Konstrukteurs AREVA in Frankreich liegen in Finnland (seit 2005) und in Frankreich (seit 2007). Die ursprünglichen Baukosten von drei Milliarden Euro sind inzwischen auf etwa sechs Milliarden Euro gestiegen und die ursprünglichen Starttermine, 2009 und 2012, wurden inzwischen auf frühestens 2013 und 2016 verschoben. Das mittlere Alter dieser existierenden Kernkraftwerke beträgt inzwischen rund 25

Jahre. Mehr als zehn Kraftwerke haben bereits ein Alter von vierzig und mehr Jahren erreicht. Eine unvermeidliche Konsequenz des alternden Kraftwerkparcs sind häufigere Probleme und Pannen. Folglich wird sich die effektive nukleare Kapazität und damit die nukleare Stromproduktion in den kommenden Jahren, auch ohne den Fukushima-Effekt, reduzieren. Ähnliche Entwicklungen werden auch von der Euratom Supply Agency erwartet. In ihrem Jahresbericht zum Uranbedarf 2010 – also schon vor Fukushima – liest man von einem Rückgang des Bedarfs (und damit automatisch der Produktion) in den nächsten fünf bis zehn Jahren von rund zehn Prozent. Es wäre interessant zu wissen, wie Kernenergie-Gläubige, die die Stagnation zwischen 2005 und 2010 in Europa als Periode einer Renaissance bezeichnet haben, die kommende reale Reduzierung um einige Prozent pro Jahr definieren werden.

Im Vergleich mit Öl, wie sicher ist die Versorgung mit Uran?

Nur rund 70 bis 80 Prozent des weltweit benötigten Urans kamen in den letzten fünf bis zehn Jahren aus der Minenproduktion und die zivilen Uranreserven aus den 1970- und -80er-Jahren sind inzwischen praktisch aufgebraucht. Die Folge ist ein weltweit recht «angespannter» Uranmarkt. Deshalb, selbst ohne den Neubau von Kernkraftwerken in China und anderen Ländern, kann der Bedarf in den nächsten fünf bis zehn Jahren nur durch einen starken Anstieg der weltweiten Minenförderung gedeckt werden. Dieser Notwendigkeit steht ein Mangel an geeigneten abbauwürdigen Uranlagern entgegen. Zum Beispiel liegen einige verbleibende Vorkommen in Naturreservaten oder deren Nähe, in grossen Tiefen oder in geringer Konzentration. Unvermeidliche Gefahren und Umweltprobleme beim Abbau des Urans und anderer Rohstoffe stossen deshalb auf immer grössere Widerstände. Meine und andere Analysen der zukünftigen Uranminenproduktion deuten, zumindest ohne den sich nach Fukushima abzeichnenden langsamen Ausstieg aus der Kernenergie, auf Engpässe bei der Uranversorgung spätestens ab Ende 2013 hin.

Der Preis des Urans wird also steigen, aber ist das wirklich ein Problem?

Heute betragen die Kosten des Natururans nur rund zehn Prozent der gesamten Brennstoffkosten beim Kernkraftwerk und entsprechend ist der Einfluss auf den Preis der kWh (Kilowattstunde) gering. Das hilft aber nichts, wenn der weltweite Bedarf schon in wenigen Jahren

grösser als das Angebot ist. Unter diesem Szenario können, egal bei welchem Preis, nicht alle Kernkraftwerke mit Uran versorgt werden. Bei einem jährlichen äquivalenten Bedarf von etwa 22'000 Tonnen Natururan in Europa, die zu praktisch 100 Prozent importiert werden, stellt sich die Frage nach der Sicherheit der langfristigen Verträge mit den Herkunftsländern. Der grösste Teil des Urans, rund 50 Prozent, kommt – wie bei Öl und Gas – aus Russland und anderen Ländern der ehemaligen Sowjetunion. Wer also glaubt, man könnte sich aus unserer russischen Öl- und Gasabhängigkeit mit der Kernkraft lösen, der lebt offensichtlich auf einem anderen Planeten.

Kann man die Uranimporte (rund 25 Prozent) aus Kanada und Australien nicht einfach erhöhen?

Im Jahr 2010 betrug die Jahresförderung von Australien (6'000 Tonnen) und Kanada (10'000 Tonnen) und aus beiden Ländern zusammen wurden etwa 5'000 Tonnen nach Europa exportiert. Der verbleibende Anteil aus Kanada, abzüglich des Eigenbedarfs von 2'000 Tonnen, ging praktisch in die USA. Bei einem Bedarf von rund 19'000 Tonnen sind die USA schon jetzt zu etwa 90 Prozent auf Importe aus Kanada und Russland und anderen Ländern angewiesen. Der restliche Teil des Urans aus Australien geht praktisch direkt nach Japan, Korea und China. Damit erscheint es unter der Annahme einer praktisch unveränderten weltweiten Produktion und der damit kommenden Uranknappheit sehr unwahrscheinlich, dass ein grösserer Anteil des kanadischen und australischen Urans die weite Reise nach Europa machen wird. Gerade deshalb sollte man sich in Europa nicht zu viele Hoffnungen auf eine langfristige Uranversorgung aus Kanada und Australien machen.

Vor der Fukushima-Katastrophe sollte die Kernenergie eine sich abzeichnende Schweizer Elektrizitätslücke auf CO₂-freie Art schliessen. War dies eine realistische Zielsetzung?

Bevor man diese Frage beantworten kann, muss man zuerst die hypothetische Energielücke definieren. In den 1990er-Jahren wurden in der Schweiz, und über das Jahr gemittelt, mehr kWh erzeugt als verbraucht. Dieser Überschuss konnte mit gutem Gewinn in andere europäische Länder exportiert werden. Ein stetiges Wachstum beim Schweizer Verbrauch von einem bis zwei Prozent pro Jahr hat diese Überschussperiode in den letzten Jahren praktisch beendet. Unter der Annahme, dass der Strombedarf weiter wie bisher steigen

wird, ergibt sich daraus eine Versorgungslücke. Bisher konnten kurzzeitige Engpässe durch Überschüsse im europäischen Verbundsystem ausgeglichen werden. Bedingt durch ein stetiges Wachstum im Strombedarf zeichnen sich ähnliche zukünftige Engpässe gerade in kalten Wintern in den meisten europäischen Ländern ab. Mit dem Ende der Überschussproduktion in den Nachbarländern kann ein Engpass nicht mehr durch Importe überbrückt werden und es kommt unweigerlich zu lokalen Netzabschaltungen und im schlimmsten Fall sogar zu Blackouts. Unter der Annahme eines weiteren Wachstums beim Verbrauch bleibt damit nur eine Lösung, ein Neu- und Ausbau der bestehenden Kraftwerke. Bedingt durch den Wunsch, CO₂-freie elektrische Energie in grossem Massstab zu erzeugen und alternde Kraftwerke zu ersetzen, folgt fast zwangsläufig der Gedanke an einen Neubau von Kernkraftwerken. Bedingt durch die langen Bau- und Bewilligungszeiten eines neuen Kernkraft-Grossprojektes konnten selbst Kernenergie-Optimisten nicht erklären wie hypothetische neue Kernkraftwerke, die im besten Fall ab zwischen 2022 und 2025 den ersten Strom liefern, die Stromlücke der nächsten fünf bis zehn Jahre schliessen sollen. Als Übergangslösung wurden deshalb mehr Stromimporte sowie ein neues Gaskombikraftwerk vorgeschlagen. Die Frage, wie das Ganze funktionieren soll, wenn auch die Schweizer Nachbarländer in den kommenden Jahren nicht genug Strom und Gas produzieren, konnte bis heute nicht beantwortet werden.

Nach Fukushima hat sich scheinbar alles geändert, handelt es sich dabei nicht um Wunschenken?

Natürlich handelt es sich dabei um Wunschenken! Wie oben erwähnt, selbst unter der Annahme einer hypothetischen Ausweitung der Kernenergie, konnte das Problem einer Stromlücke in den nächsten fünf bis zehn Jahren bisher nicht gelöst werden. Der jetzt vorgesehene schrittweise langsame Ausstieg aus der Kernenergie ab dem Jahr 2019 ändert also in Wirklichkeit nichts am Problem. Man könnte entsprechend folgern: Die Stromlücke der nächsten Jahre ist unvermeidlich und damit unerheblich für heutige politische Entscheidungen. Die einzige wirkliche Alternative, eine drastische Reduktion im Verbrauch durch Veränderungen unserer Lebensgewohnheiten, durch steigende Preise der kWh oder Rationierungen sind im Moment noch ein Tabu. Da es aber offensichtlich keine andere Alternative gibt, werden wir wohl schon in wenigen Jahren

zu einem sparsameren Verbrauch an Energie gezwungen werden. Wäre es nicht sinnvoller, sich schon heute auf die Zeiten mit weniger Strom und Energie vorzubereiten?

Welche unmittelbaren Konsequenzen sollte der Fukushima-Unfall für die Energie- und Umweltpolitik in Europa haben?

Als Folge des Erdbebens und des Tsunamis brach die Versorgung mit elektrischer Energie zusammen. Die notwendige Kühlung der Reaktorkerne, mit einer Leistung von einigen MW war noch lange nach der Kernkraftwerk-Notabschaltung unterbrochen. Wegen der hohen Temperaturen bildete sich das Wasserstoffgas, dessen Explosionen man im März 2011 praktisch online beobachten konnte. Inzwischen, nach Monaten der Vertuschung durch den Betreiber TEPCO und die Regierung, weiss man, dass der Ausfall der Kühlung zu einer Kernschmelze in drei der vier betroffenen Reaktoren führte.

Nüchtern betrachtet ergibt sich aus diesem Unfall: Ein funktionierendes elektrisches Grid System ist die Grundlage für eine sichere Betreibung von heutigen Kernreaktoren! Daraus folgt unser wirkliches Dilemma. Die sich abzeichnenden zukünftigen Stromlücken in Europa werden zu Stromausfällen und dem Ende des stabilen elektrischen Grid Systems führen. Das Abschalten der alten und weniger sicheren Kernkraftwerke wird die Stromlücken aber nur vergrössern. Man sollte deshalb sofort, vielleicht in einer Art «Manhattan Projekt», versuchen, ein weitgehend passives Kühlsystem für die existierenden Reaktoren und die Abklingbecken der abgebrannten Brennelemente zu entwickeln. Es wäre sicher auch sinnvoll, zusätzlich zu den Notstrom-Dieselelektrogeneratoren, zum Beispiel neue direkte Stromverbindungen mit Flusskraftwerken zu entwickeln. Des weiteren sollte die kritische Lage bei der Energieversorgung und der Umweltproblematik sofort, und ohne wenn und aber, mit der Bevölkerung in einer neuen und ehrlichen Informationspolitik diskutiert werden.

Viele andere Analysen zum Energieproblem malen ein düsteres Bild für die nahe und ferne Zukunft.

Malen wir wirklich ein düsteres Zukunftsbild? Ich würde sagen nein, es sind die realen, aktuellen Nachrichten zum Fukushima-Unfall, die neokolonialen Kriege um das Öl, immer gravierendere Umweltzerstörungen sowie die wirtschaftlichen Konsequenzen steigender Energiepreise, die uns ein düsteres Zukunftsbild zeichnen.

Trotz vieler unbestrittener Fakten, fast niemand will im Moment etwas davon wissen, wie lebt man mit diesem Cassandra-Syndrom?

Unsere Analysen zum Energie- und Umweltproblem erklären ja nur, warum wir immer mehr Nachrichten dieser Art bekommen. Entsprechend kann man, sobald die Probleme erkannt werden, auch an ihren Lösungen arbeiten:

1. Die Lage ist ernst, aber nicht hoffnungslos. Ein «weiter so wie bisher», also Abwarten und Nichtstun führt uns und viele andere Tier- und Pflanzenarten direkt in die Katastrophe.
2. Neue Energiequellen, die nichts anderes bezwecken als unseren heutigen, nicht nachhaltigen Lebensstil noch für ein paar Jahre zu verlängern, lösen keine Probleme, sondern verschlimmern langfristig nur unsere Lage.
3. Die aktive Vorbereitung auf die sich abzeichnenden Probleme kann die kommende unabwendbare Energiekrise nicht verhindern, aber sie kann die Folgen mildern und das Leben für viele Menschen eventuell angenehmer und befriedigender machen.

Anders formuliert, als optimistischer Realist, denke ich oft an das Beispiel des Bergführers, der seine Seilschaft bei der Gefahr eines grossen aufkommenden Gewitters auf noch unbekannter Route zurück ins Tal bringen muss. Entsprechend könnte sich zum Beispiel die Schweizer Bevölkerung an ihre Bergführer-Traditionen erinnern und damit den Weg zurück ins Tal vorbereiten. Es ist sicher schwierig eine optimistischere und befriedigendere Cassandra-Vision zu finden. Auf dem Weg nach unten lässt es sich mit dieser Vision – im Vergleich zu allen anderen Alternativen – recht gut leben!



Michael Dittmar

Der Physiker Michael Dittmar arbeitet seit 1993 als Research Scientist im LHP (Labor für Hochenergiephysik) im Physics Department der ETH Zürich sowie als Gastwissenschaftler am CERN in Genf. An der ETH hält er seit 2005 Vorlesungen zum Energie und Umwelt im 21. Jahrhundert. Dittmar ist 55 Jahre alt und Vater von zwei Kindern. michael.dittmar@cern.ch

WIE ERDWÄRME ZU ELEKTRIZITÄT WIRD

Der Luzerner FDP-Nationalrat Georges Theiler und der Wissenschaftsjournalist Pirmin Schilliger erläutern im Artikel die Vorteile der Geothermie, die stets nutzbar und umweltfreundlich ist. Das weltweite Potenzial der Geothermie, so die Autoren, ist unerschöpflich, denn 99 Prozent der Erdmasse sind wärmer als 1000 °C. Für die Schweiz wird das langfristig erschliessbare Potenzial jährlich auf einen Viertel des Stromverbrauchs beziffert. Das entspricht mehr als einem Viertel des aktuellen Stromverbrauchs.

Keywords: Forschung, Geothermie, Politik, Schweiz, Stromkonsum

Georges Theiler und Pirmin Schilliger

Die Geothermie ist klar eine Lösung für die Energie- und Klimaprobleme: Das weltweite Potenzial der Geothermie ist unerschöpflich, vergleichbar mit einem riesigen Kachelofen, der ewig brennt. Für die Schweiz beziffert das Schweizer Energieunternehmen Axpo das langfristig erschliessbare Potenzial der Stromerzeugung aus geothermischen Ressourcen auf jährlich 17 TWh (Terawattstunden). Das entspricht mehr als einem Viertel des aktuellen Stromverbrauchs. Interessant ist, dass der Stromkonzern auch nach dem Scheitern von Basel (erste Tiefbohrung zur Gewinnung von Erdwärme im Mai 2006) an dieser Einschätzung festhält. Sämtliche Szenarien verdeutlichen, dass langfristig ein bedeutender Anteil des schweizerischen Stromkonsums durch geothermische Kraftwerke gedeckt werden soll. Eine Studie des Paul Scherrer Instituts schätzt die zukünftigen Gesteungskosten für Strom aus Erdwärme in der Schweiz auf 7 bis 15 Rappen pro Kilowattstunde. Verglichen mit anderen erneuerbaren Energien zählt die Geothermie damit zu den günstigsten Energiequellen. Zu einer ähnlichen Einschätzung gelangt auch die «Axpo».

Unerschöpfliche Energiemengen

Der Begriff Geothermie stammt aus dem Griechischen. Er bezeichnet die als Wärme gespeicherte Energie unter der Erdoberfläche. Diese Erdwärme wird einerseits gespeist durch die Energie, die beim natürlichen Zerfall radioaktiver Isotope im Gestein der Erdkruste und bei Kristallisationsvorgängen im inneren Erdkern seit Jahrmillionen kontinuierlich frei wird. Ein anderer Teil der Energie stammt noch aus der Zeit der Erdentstehung vor 4,6 Milliarden Jahren. Es sind gewaltige, nahezu unerschöpfliche Energiemengen, die da im Erdinneren schlummern. Sie sorgen für einen steten Wärmenachfluss in die oberen Erdschichten.

Vorteile der Geothermie

Erdwärme ist stetig nutzbar und äusserst umweltfreundlich. Sie lässt sich dezentral, ganz in der Nähe des Verbrauchers, vor Ort produzieren. Weitere Vorteile liegen auf der Hand: Im Gegensatz zu Wind oder Sonne ist Geothermie wetterunabhängig und somit Tag und Nacht verfügbar. Damit eignet sie sich zur Bereitstellung von Strom, was sie bezüglich Steigerung der Versorgungssicherheit auf der Basis regenerativer Energieträger besonders interessant macht. Der Grundlastbetrieb ist auch aus ökonomischer Sicht sinnvoll. Wegen des hohen Fixkostenanteils sinken nämlich die Gesteungskosten mit steigender Auslastung einer Anlage. Und: Geothermie-Kraftwerke können modular aufgebaut und so flexibel an eine steigende Nachfrage angepasst werden.

30 Millionen Franken pro Jahr

Geothermie funktioniert auch in der Schweiz, obwohl man hierzulande bis vor kurzem noch auf die bestehenden Energiequellen fixiert war. Das Projekt in Basel im Jahr 2006 war der Sache nicht förderlich. Die Schweiz ist geradezu prädestiniert für diese Technologie! Aufgrund des festen Willens, sich mit neuen Energiequellen zu befassen, sind die Chancen für Erdwärme-Kraftwerke gross. Der Vorteil ist, dass Erdwärme-Kraftwerke überall dort gebaut werden können, wo es die Geologie zulässt. Zudem forcieren die Ereignisse im japanischen Fukushima ein Umdenken in Richtung erneuerbare Energien. Die Geschichte zeigt uns, dass jede Technologie zum Durchbruch gelangt, wenn Druck entsteht. Geothermie hat somit ihren berechtigten Platz als alternative Energieform nebst Biomasse, Sonne, Wind und Wasser. Wenn die Schweiz auch bei der Stromproduktion aus Erdwärme mit dabei sein will, muss sie jedoch besondere Anstrengungen unternehmen. Die künftige

Nutzung der Geothermie hängt wesentlich davon ab, ob die politischen Weichen richtig gestellt werden. Wir sind der Meinung, dass für die Forschung und Entwicklung im Bereich Bohrtechnik, Geologie und Reservoirtechnik mehr Mittel zur Verfügung stehen müssen. Statt jährlich 5 Millionen Franken sind mindestens 30 Millionen Franken pro Jahr notwendig. Der Bund soll auch eine Pilotanlage zu Forschungszwecken finanzieren und eine ganze Reihe von Anschubfinanzierungen zusichern. Zudem müssen künftig klare rechtliche Regeln für Exploration und Standortsicherung mit vereinfachten, einheitlichen und beschleunigten Verfahren gelten. Des Weiteren sollen Bund, Kantone und Gemeinden bei der Standortwahl und bei Bewilligungen tatkräftige Unterstützung leisten. Der Appell richtet sich auch an die grossen Stromproduzenten: Sie müssen sich künftig viel stärker für die Geothermie engagieren. In der Pionierphase der kommenden Jahre werden auch immer wieder die Stimmbürgerinnen und Stimmbürger gefordert sein, wenn es darum geht, für die Pilotprojekte Millionenkredite zu sprechen. Ein erstes Ausrufezeichen hat die Bevölkerung der Stadt St. Gallen gesetzt, als sie dem Geothermie-Projekt mit 82 Prozent sehr deutlich zugestimmt hat.

Schweiz: Versuche in St. Gallen

Überall, wo heisse Quellen zu finden sind, wird die Geothermie seit Jahrtausenden gezielt durch den Menschen genutzt. Die verschiedensten Kulturen haben immer wieder auf diese Energiequelle zurückgegriffen. Beispiele für Geothermie sind aus den USA, aus China, Japan, Neuseeland oder der Türkei bekannt. In der Schweiz sind zurzeit im Kanton St. Gallen diesbezügliche Planungen und Versuche im Gang. Die Machbarkeitsstudie und die vorgängigen seismischen Messungen lassen auf 150 bis 170 °C heisses Grundwasser im einige hundert Meter dicken Malmkalk in rund 4'000 Metern Tiefe schliessen. Die St. Galler Stadtwerke als Projektverantwortliche haben eine hydrothermale Dublettenanlage konzipiert. Durch eine erste Bohrung wird das in den Gesteinsschichten zirkulierende Wasser angezapft und an die Oberfläche geleitet. Dort gibt es im Wärmetauscher Energie ab und wird über eine zweite Bohrung wieder in die Tiefe gepresst. Es entsteht ein geschlossener Wasserkreislauf. Im Gegensatz zu Basel werden keine Klüfte und Spalten in den Fels gebrochen. Das Risiko für Erderschütterungen gilt deshalb als minimal.

Ausland: Vorzeigebispiel Unterhaching

Ein Vorzeigebispiel ist das Projekt im bayrischen Unterhaching. Die hydrogeologischen Verhältnisse in Unterhaching sind mit bestimmten Regionen der Schweiz durchaus vergleichbar. Bis zur Jahrtausendwende war in Deutschland das Interesse an der Stromerzeugung aus tiefer Geothermie nur gering. Das änderte sich mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Jahr 2000. Die geothermische Stromerzeugung rückte in den Fokus vieler Städte und Gemeinden. Deutschland hat seither bei der Stromproduktion und Wärmegewinnung aus der hydrothermalen tiefen Geothermie international die Führungsrolle übernommen. Im Jahr 2004 stiessen die Ingenieure bei Bohrungen in 3446 Metern Tiefe auf 122 °C heisses Thermalwasser. Mit 150 Litern pro Sekunde wurden schliesslich die kühnsten Erwartungen übertroffen. Die Bohrungen erwiesen sich als Volltreffer und die wichtigsten Voraussetzungen waren erfüllt, um die von der Gemeinde geplante Anlage zur geothermischen Energiegewinnung zu bauen. Es wurde ein 28-Kilometer-Fernwärmenetz verlegt. Im Jahr 2007 konnte mit der Lieferung von Fernwärme aus der Bohrung an die Haushalte der Gemeinde begonnen werden. Unterhaching gilt heute als Paradebeispiel eines hydrothermalen kombinierten Kraft- und Heizwerks und besitzt Vorzeigecharakter.



Literatur zum Thema

Der Nationalrat Georges Theiler ist Herausgeber des Buches «Geothermie. Die Alternative – Wie Erdwärme zu Elektrizität wird», das im Juli 2011 beim Gamma Verlag (Aldorf) erschienen und im Buchhandel erhältlich ist. Autor ist der Luzerner Wissenschaftsjournalist Pirmin Schilliger. Das Buch kostet CHF 29.-.



Georges Theiler

Georges Theiler (62, Herausgeber) Nationalrat FDP, dipl. Ingenieur ETH. Georges Theiler ist selbständiger Berater und seit 1995 FDP-Nationalrat. In dieser Funktion ist er Mitglied verschiedener zentraler Kommissionen, darunter der Kommission Wirtschaft und Abgaben (WAK). Mit der Thematik erneuerbarer Energien generell und der Geothermie speziell befasst sich Georges Theiler seit Jahren. Als ehemaliges Mitglied der Kommission Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) hat er diesbezüglich politische Erfahrung gesammelt. www.theiler.ch



Pirmin Schilliger

Pirmin Schilliger (56, Autor) hat an der Universität Basel Geografie, Germanistik und Ethnologie studiert. Er arbeitet als freier Journalist und selbständiger Texter für Tages- und Wochenzeitungen sowie für Institutionen und Unternehmen. Hauptsächlich schreibt er über wirtschaftliche, wissenschaftliche, technische und gesellschaftspolitische Themen. Seine Reportagen und Erzählungen wurden mehrmals mit Preisen ausgezeichnet. Als Autor dieses Buches durchlebte er ein Wechselbad der Gefühle zwischen jener heissen Vision und der kühlen Wirklichkeit, in der sich die Geothermie heute bewegt.

DIE NOTWENDIGKEIT ZU HANDELN

Der Nationalrat Roger Nordmann erklärt in seinem Beitrag, wieso die Menschheit das Energie- und Klimaproblem unbedingt anpacken soll und weshalb die Schweiz in einer denkbar günstigen Ausgangslage ist, um diesen Prozess exemplarisch voranzutreiben. Sie muss anderen Ländern beweisen, dass eine Reduktion der Emissionen machbar ist, ohne dass der Wohlstand darunter leidet. Der Autor zeigt im folgenden Text, wie die Energiewende im Inland konkret umzusetzen ist.

Keywords: Erneuerbare Energien, Klimaerwärmung, Schweiz, Schwellenländer, Wohlstand

Roger Nordmann

Wer sich näher mit der Energie- und Klimaproblematik befasst, kommt zu ziemlich düsteren Schlussfolgerungen: Die Menschheit steuert geradewegs auf eine Katastrophe zu, wenn sie ihren bisher eingeschlagenen Weg weiterverfolgt. Die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen einer derartigen Katastrophe wären noch viel gravierender als die ökologischen Auswirkungen. Wir laufen nämlich Gefahr, dass sich unsere Lebensbedingungen stark verschlechtern. Die Energie- und Klimaproblematik verschärft somit die bestehenden Spannungen auf der Welt. Die unbedachte Verbrennung von Erdgas, Erdöl und Kohle, bisher das Fundament unseres Wohlstands, droht zum Bumerang zu werden. Während mehrerer Jahrzehnte blendeten die Ökonomen völlig aus, dass der Wohlstand zu einem grossen Teil von der Umwelt und den natürlichen Ressourcen abhängt. Die traditionelle Volkswirtschaftslehre hob in früheren Zeiten stets hervor, wie wichtig für den Wohlstand die «natürlichen Ressourcen» bei der Produktion von Gütern sind. Demgegenüber erwecken gewisse Ökonomen die Illusion, der Markt könne sämtliche Produktionsfaktoren – darunter auch Energie, Raum, Rohstoffe etc. – grenzenlos vervielfachen. Insbesondere die mengenmässige Begrenztheit der fossilen Energiequellen ist diesen Ökonomen völlig fremd. Nun stösst aber auch die Wirtschaft an die Grenzen der Realität.

Katastrophe vermeiden

Unternimmt man nichts, um aus dieser energiepolitischen Sackgasse zu kommen, werden bewaffnete Konflikte um den Zugang zur Energie unweigerlich folgen. Ein eigentlicher Kampf ums Überleben wird einsetzen. Als Folge dieser Konflikte blieben für den Einzelnen kleinere Stücke des Kuchens übrig und der Lebensstandard würde weltweit sinken. Zudem

machten es die Auseinandersetzungen noch schwieriger, rationale und konstruktive Lösungen durchzusetzen. Das alles könnte eine Negativspirale in Gang setzen. Doch die Katastrophe ist vermeidbar. Die Menschheit kann das Problem rational angehen, weil sie über das notwendige Wissen und die notwendige Vernunft verfügt. Gewisse Entwicklungen der letzten Zeit erleichtern die Suche nach Lösungen:

- Das Bevölkerungswachstum hat sich stark verlangsamt. Im besten Fall pendelt sich die Weltbevölkerung 2040 bei 8 Milliarden Menschen gegenüber heute 6,8 Milliarden ein. Es kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden, dass die Weltbevölkerung bis 2050 gar auf 10,5 Milliarden Menschen anwächst (vgl. Kasten Seite 23).
- Die Energieeffizienz scheint zu wachsen: Um eine Einheit eines Gutes zu produzieren, wird immer weniger Energie benötigt (vgl. U. S. EIA). Der absolute Energieverbrauch steigt indes weiter an.
- Das Bildungs- und Entwicklungsniveau verbessert sich fast überall auf der Erde. Dies erleichtert es, das Bevölkerungswachstum in den Griff zu bekommen. Andererseits erhöht sich so aber auch die wirtschaftliche Tätigkeit und damit die Klimabelastung, da das an sich positive Wirtschaftswachstum zur Folge hat, dass mehr Energie verbraucht wird.
- Schliesslich begreifen die Völker auf unserem Planeten nach und nach, dass wir der Umwelt Sorge tragen müssen: So beginnen die grossen Metropolen, den öffentlichen Verkehr auszubauen und bemühen sich, ihre Abfallprobleme in den Griff zu bekommen.

Diese erfreulichen Entwicklungen sind kein Zufall. Sie sind die Folge der täglichen Anstrengungen von Milliarden von Menschen. Aber

sie resultieren auch aus intelligenten politischen Entscheiden auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene. Darin zeigt sich, dass die Menschheit – wenn sie denn will – ihr Schicksal auch langfristig positiv beeinflussen kann. Eine gerechtere Verteilung des Wohlstands auf unserer Erde und eine bessere Energieversorgung sind untrennbar miteinander verbunden. Ist der Wohlstand nicht genügend gleichmässig verteilt, sind die Widerstände zu gross, um im Bereich der natürlichen Ressourcen Fortschritte zu erzielen. Die vorherrschende Haltung im Sinne von «Nach uns die Sintflut» und die Plünderungsmentalität, welche unsere heutige Welt prägt, würden sich noch weiter ausbreiten. Umgekehrt ist es jedoch nicht möglich, den Wohlstand sämtlicher Bewohner unseres Planeten dauerhaft zu sichern, wenn wir die Probleme im Bereich der natürlichen Ressourcen und der Energie nicht in den Griff bekommen. So paradox es tönen mag, ist also der wirtschaftliche Aufstieg der Entwicklungs- und Schwellenländer notwendig, um die Risiken genau dieses Aufstiegs zu meistern. Damit sind wir beim Kern des Problems angelangt: Geht der wirtschaftliche Aufstieg der Entwicklungs- und Schwellenländer mit einem übermässig starken Anstieg des Energieverbrauchs einher, verschlimmern sich die Energie- und Klimaprobleme weiter. Verschärft wird dies dadurch, dass die wirtschaftliche Entwicklung eine ungeheure Dynamik besitzt. Das parallele Wachstum von Bevölkerung und Wirtschaft wird den Kampf um die Beschaffung der begrenzten natürlichen Ressourcen verschärfen. Selbst die Frage der Nahrungsbeschaffung könnte angesichts der Klimaerwärmung wieder in den Mittelpunkt rücken. Die Nahrungsmittelkrise im Jahr 2008, welche eine Preisexplosion mit sich brachte, war ein klarer Fingerzeig. Trotz Finanzkrise und einstürzender Börsenkurse sanken die Preise der Lebensmittel kaum. Nestlé-Präsident Peter Brabeck-Letmathe sieht den Hauptgrund für diesen Preisanstieg im Bevölkerungswachstum: Global gesehen entwickelt sich die Bevölkerung schneller als die landwirtschaftliche Produktion (vgl. Mayer R.: 19.05.2009).

Was unternommen werden muss

Einfach abzuwarten, bis die Erdölreserven versiegen, hilft nicht, die Probleme der Klimaerwärmung zu lösen. Die CO₂-Emissionen würden sich nicht schnell genug verringern. Hingegen wird sich die Klimaerwärmung in einem unerträglichen Mass beschleunigen, wenn wir damit fortfahren, die verbleibenden Erdölreserven so schnell wie bisher aufzubreuchen.

Kommt hinzu, dass es technisch möglich wäre, die reichlich vorhandenen Kohlevorräte in Benzin umzuwandeln und so das Erdölzeitalter verlängert werden könnte. Folglich bekommen wir die Klimaerwärmung nur dann in den Griff, wenn wir unterschiedene Anstrengungen leisten, um uns von den fossilen Energien zu befreien. Zu glauben, dass die CO₂-Emissionen mit dem Versiegen des Erdöls automatisch und rasch zurückgehen, wäre eine gefährliche Illusion. Der CO₂-Ausstoss muss also schnell sinken, wenn wir den globalen Temperaturanstieg auf etwa zwei Grad beschränken wollen. Der Bundesrat hat in seiner Botschaft über die Klimapolitik nach 2012 festgehalten, welches Ziel dazu langfristig erreicht werden muss. Er stützt sich dabei auf die Arbeit des IPCC und den Konsens, der an der UNO-Klimakonferenz in Bali erzielt worden ist. In der Botschaft heisst es: «Um dieses Ziel erreichen zu können, müssen – je nach Bevölkerungsentwicklung – die globalen Treibhausgasemissionen von heute 5,8 Tonnen auf max. 1–1,5 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Kopf (Anmerkung der Redaktion: und pro Jahr) gesenkt werden» (Bundesrat 26.8.2009: 7446). Der Bundesrat führt weiter aus, dazu müssten die globalen Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 50 bis 85 Prozent reduziert werden. Die Industrieländer müssten ihre Emissionen sogar um 80 bis 95 Prozent verringern, um dieses Ziel zu erreichen (Ebd.). In einem ersten Schritt, so der Bundesrat, müssten Industrienationen wie die Schweiz ihren CO₂-Ausstoss bis 2020 um 25 bis 40 Prozent reduzieren.

Wo etwas unternommen werden muss

Die Schweiz muss in zwei zentralen Bereichen der Energie- und Klimapolitik etwas unternehmen:

1. Wir müssen erneuerbare Energien nutzen, die die Umwelt weitaus weniger belasten und deren Verfügbarkeit nicht wegen begrenzter Vorräte eingeschränkt ist.
2. Wir müssen unsere Energie besser und effizienter nutzen als bisher, um den Verbrauch zu senken.

Anders gesagt: Wir müssen einen neuen Lebensstil entwickeln, der mit den natürlichen Limiten der Erde in Einklang steht. Die Industrieländer haben in dieser Hinsicht eine entscheidende Rolle inne. Sie müssen diesen Wandel vorantreiben, die technischen Voraussetzungen dafür schaffen und als Erste diese Wende realisieren. Die Entwicklungs- und Schwellenländer werden nie diesen Weg einschlagen

wollen, wenn dessen Erfolg und Machbarkeit nicht zuvor bewiesen worden ist.

Eine Rückkehr zu einer ländlichen Zivilisation und den Techniken früherer Jahrhunderte stellt keine Option dar: Auf einem Planeten mit acht bis zehn Milliarden Menschen kann man sich nicht den Luxus leisten, Technologien zu verwenden, die viel Energie verbrauchen. Eine Rückkehr zur Kerze wäre deshalb völlig fehl am Platz: Sie stösst viel CO₂ aus und produziert erst noch wenig Licht. Der Wechsel von der Glühbirne zur Leuchtdiode symbolisiert vielmehr den Wandel, den wir erreichen müssen.

Manche Beobachter verlangen eine freiwillige, kontrollierte und starke Reduktion des Lebensstandards (Doktrin der Wachstumsrücknahme). Eine solche Forderung steht den menschlichen Wünschen derart konträr entgegen, dass sie ebenfalls nicht realistisch ist. Dieser Weg, der vor allem in reichen Ländern propagiert wird, ist in den Augen der Entwicklungs- und Schwellenländer weder glaubwürdig noch attraktiv. Ihrer Ansicht nach stehen solche Ansprüche im Widerspruch zum Postulat nach einem geteilten Wohlstand. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie unter diesen Voraussetzungen die finanziellen Mittel beschafft werden sollen, um jene Infrastrukturen energietechnisch und ökologisch zu sanieren, die man auch künftig benutzen würde.

Ein globaler politischer Rahmen ist notwendig

Mathematisch gesehen ist eine wesentliche Reduktion der globalen CO₂-Emissionen nur möglich, wenn die Mehrheit der Länder auf dieser Welt ihren Teil dazu beiträgt. Für ein einzelnes Land, das nur seine eigenen kurzfristigen Interessen im Auge hat, ist es jedoch verführerisch, nichts zu tun. Wenn nämlich alle übrigen Länder Anstrengungen unternehmen, um ihren Verbrauch an fossilen Energien zu verringern, profitiert auch dieses einzelne Land davon. Einerseits wird die Klimaerwärmung begrenzt und andererseits kommt es auf dem Erdölmarkt zu einer Entspannung. Wenn jedoch alle Länder so handeln, verschärft sich die Lage weiter: Die fossilen Ressourcen gehen zur Neige, und das Klima erwärmt sich. Die Situation erinnert an das Gefangenendilemma aus der Spieltheorie. Dieses postuliert, dass Spieler einen hohen Gewinn erzielen können, wenn sie zusammenarbeiten. Sie können sich aber auch gegenseitig verraten und so einen geringeren Gewinn erzielen.

Um Fortschritte zu erzielen, ist ein internationales Abkommen deshalb unbedingt notwendig. Es gibt den Staaten gegenseitige Garantien über die Anstrengungen, die unternommen werden. Dazu muss ein Rahmen etabliert werden, in welchem die Staaten kommunizieren, Vertrauen aufbauen und sich engagieren können. Wie die Weltklimakonferenzen vom Dezember 2009 in Kopenhagen und vom Dezember 2010 in Cancún gezeigt haben, ist es jedoch alles andere als einfach, ein solches Abkommen abzuschliessen. Das Problem besteht darin, objektive und allseits anerkannte Kriterien zu finden, um die Anstrengungen zu definieren, welche die einzelnen Länder leisten müssen. Leider reagiert die Politik nämlich nicht ohne Weiteres auf die Erkenntnisse der Wissenschaft. Wertvorstellungen und politische Kräfteverhältnisse spielen in den Klimadiskussionen eine wichtige Rolle.

Die Schweiz kann ihrerseits nur dann schärfere internationale Massnahmen fordern, wenn sie glaubwürdig und vorbildlich ist. Angesichts ihrer Grösse wird sie sich in einer internationalen Debatte kaum machtpolitisch durchsetzen können. Entsprechend muss sie früher oder später ihren Anteil zum weltweiten Ziel beitragen und ihre Emissionen um eine Tonne Treibhausgase pro Einwohner und Jahr reduzieren. Es ist ungerecht und lässt sich nicht rechtfertigen, wenn einzelne Nationen dauerhaft mehr Treibhausgase ausstossen, als es dem Reduktionsziel entspricht. Ansonsten müssten andere Länder ihre Emissionen deutlich unter das Reduktionsziel senken. Dass sie dies nicht tun wollten, wäre verständlich.

Glücklicherweise besteht die Aushandlung eines Klima-Abkommens nicht allein darin, Lasten zu verteilen. Ansonsten bestünde wohl kaum Hoffnung, dass ein solcher Vertrag je zustande käme.

Jene Länder, die sich zu Reduktionen verpflichten, eröffnen sich mittel- und langfristige eine sehr interessante Option. Sie richten ihre Entwicklung neu aus und werden so weniger verwundbar.

Solche Erwägungen erleichterten bereits früher den Abschluss von Verträgen, und sie sollten auch künftig entscheidend sein. Jene Länder, die sich als Erste anpassen, profitieren von einer technologischen und kommerziellen Führungsrolle im Energiebereich. Deutschland ist in dieser Beziehung ein gutes Beispiel: Hier konnten im Bereich der erneuerbaren Energien 305'000 Arbeitsstellen geschaffen werden (BMU 18.10.2010: 13).

Will die Schweiz in Klimafragen glaubwürdig sein, muss sie in drei Bereichen Anstrengungen unternehmen:

1. Sie muss entschlossen danach streben, ihren Anteil an den weltweiten Bemühungen zur Reduktion der CO₂-Emissionen zu leisten.
2. Sie muss sich politisch und finanziell engagieren, um solidarisch ihren Teil zur Lösung der globalen Probleme und damit zusammenhängender Bereiche beizutragen. Dazu gehört etwa, das Bevölkerungswachstum in den Griff zu kriegen. In diesen Bereich fällt aber auch der Kampf gegen Steuerdelikte, die den Handlungsspielraum von Drittstaaten einschränken.
3. Sie muss mit anderen Ländern zusammenbeweisen, dass eine Reduktion der Emissionen technisch machbar ist, ohne dass der Wohlstand darunter leidet. Gelingt dies nicht, werden die Schwellenländer nicht bereit sein, Anstrengungen zu unternehmen, um sich von den nicht erneuerbaren Energien zu befreien. Indem die Schweiz zusammen mit anderen Industrieländern technologisch und wirtschaftlich den Weg für eine nachhaltige Entwicklung ebnet, trägt sie dazu bei, dies den Entwicklungsländern schmackhaft zu machen.



Roger Nordmann

Roger Nordmann (1973), ist Politologe, Ökonom und Energieexperte. Der Waadtländer Sozialdemokrat (www.roger-nordmann.ch) engagiert sich seit seiner Wahl ins Parlament 2004 auf Bundesebene für erneuerbare Energien und Klimaschutz. Er ist Mitglied der nationalen Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie, Präsident von Swissolar sowie Vize-Präsident des Verkehrsclubs Schweiz VCS. Er kämpft an vorderster Stelle für eine Reduktion der CO₂-Emissionen und den Ausstieg aus der Atomenergie.

Quellen

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), «Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009», 18. 10. 2010, Daten des BMU zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009 (vorläufige Zahlen) auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab_2009.pdf

Bundesrat, Botschaft über die Schweizer Klimapolitik nach 2012 (Revision des CO₂-Gesetzes und eidgenössische Volksinitiative «Für ein gesundes Klima»), 26. 8. 2009. www.admin.ch/ch/d/ff/2009/7433.pdf

EIA (U.S. Energy Information Administration), Unabhängige Statistiken und Analysen www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table1g.xls.

Mayer, Robert: Die nächste Preisexplosion kommt bestimmt. Erschienen in: Tages-Anzeiger, 19.5.2009, www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/konjunktur/Die-naechste-Preisexplosion-kommt-bestimmt/story/18968131

United Nations, Departement of Economic and Social Affairs, Population Division, «World Population Prospects: The 2008 Revision, Highlights», working paper No. ESA/P/WP.210, 2009. www.un.org/esa/population/unpop.htm

Literatur zum Thema

Der veröffentlichte Beitrag von Roger Nordmann stammt aus seinem Buch «Atom- und erdölfrei in die Zukunft – Konkrete Projekte für die energiepolitische Wende», das im Mai 2011 im Orell-Füssli-Verlag erschienen ist. Die Originalversion erschien im Oktober 2010 in der Edition Favre unter dem Titel «Libérer la Suisse des énergies fossiles – Des projets concrets pour l’habitat, les transports et l’électricité».



Die demografischen Tendenzen

Eine Zusammenfassung der UNO (United Nations 2009) zeigt wichtige Tendenzen in der weltweiten Bevölkerungsentwicklung auf. Ausgehend von einer Weltbevölkerung von 6,83 Milliarden im Juni 2009 ist gemäss einem «mittleren» Szenario im Jahr 2050 mit 9,2 Milliarden Menschen zu rechnen. Dies entspricht einer Zunahme um 34 Prozent. Die demografischen Perspektiven sind also weniger beunruhigend als noch vor zwanzig oder dreissig Jahren. Damals schloss man nicht aus, dass die Weltbevölkerung auf 12 oder 14 Milliarden Menschen anwachsen könnte. Die Spannweite der UNO-Prognosen ist trotzdem gross: Gemäss einem Extremszenario würde das starke Wachstum der Weltbevölkerung anhalten und mehr oder weniger linear weiter ansteigen. 2050 würden demnach 10,5 Milliarden Menschen auf unserem Planeten leben – Tendenz weiter steigend. Das Minimalszenario geht davon aus, dass die Fertilitätsrate der Menschheit stärker als bisher abnimmt. In diesem Fall wäre im Jahr 2040 eine Höchstmarke von 8 Milliarden Menschen erreicht.

Die Demografen der UNO erwarten, dass die Geburtenzahlen weiter sinken. Sie gehen davon aus, dass sich die Fertilitätsrate bis 2050 bei 2 bis 2,1 Kindern pro Frau einpendelt («mittleres» Szenario). Dabei stützen sie sich auf die Entwicklung in jenen Ländern, in denen die Geburten bereits stark zurückgegangen sind. Eine Rolle in ihren Überlegungen spielen auch Faktoren wie die vermehrte Einschulung von Mädchen. Das «mittlere» Szenario beinhaltet einen leichten Anstieg der Geburten in den entwickelten Ländern. Das Minimalszenario postuliert dagegen, dass die Fertilitätsrate bis 2050 weltweit auf das europäische Niveau sinkt und 1,54 Kinder pro Frau erreicht. Das Extremszenario basiert auf einem durchschnittlichen Wert von 2,51 Kindern pro Frau. Hinzu kommt, dass die Leute immer älter werden und sich deshalb die Struktur der Bevölkerung ändert.

DER TAG, AN DEM DIE ENERGIEZUKUNFT BEGANN

Ohne Energie geht nichts. Das war immer so – und wird so bleiben. Der globale Energiehunger steigt von Jahr zu Jahr. Spätestens seit der Auseinandersetzung um die Atomenergie stellt sich die Frage, womit wir diesen Hunger stillen wollen. Erneuerbare Energien können schon heute einen grossen Beitrag leisten. Voraussetzung für die langfristige Lösung aller Energieorgen ist eine konsequente Energiepolitik, die die Weichen auf Erneuerbar und Effizienz stellt. Am 25. Mai 2011 hat der Bundesrat genau dies getan.

Keywords: Erneuerbare Energien, Nuklearenergie, Schweizer Bundesrat, Zukunft

Stefan Batzli und Oliver Wimmer

Auch wenn die Umstellung unserer Energieversorgung auf erneuerbare Energien längst keine Zukunftsmusik mehr ist, sondern in immer mehr Technologien, Anlagen, Produkten und Prozessen Gestalt annimmt, ist Energiepolitik immer auch die Auseinandersetzung mit möglichen und wünschbaren Zukünften. Offensichtlich wird das am Beschluss von Bundesrat und Nationalrat, bis spätestens 2034 in Etappen aus der Atomenergie auszusteigen. Doch was wird und muss in dieser Zeit alles geschehen? Werden neue Technologien den Durchbruch schaffen und den Atomstrom «spielend» ersetzen? Werden Haltungen und Beschlüsse in Politik und Öffentlichkeit kippen, allein weil die Katastrophenbilder aus Japan im kollektiven Bewusstsein verblasen? Werden höhere Preise für Energie unsere Wirtschaft schwächen und unseren Wohlstand gefährden? Oder werden neue Technologien nachhaltige Arbeitsplätze und Einkommen schaffen? Die Liste der Fragen, Sorgen und Hoffnungen über die künftige Energieversorgung der Schweiz liesse sich beliebig fortsetzen.

Zwar ist mit dem Beschluss zugunsten der Energiewende eine politische Hürde genommen, doch ist damit nicht sichergestellt, dass die Reise tatsächlich in die richtige Richtung geht. Denn einerseits haben gewichtige Interessensgruppen, die einer «alten» Energiepolitik verbunden sind, der Energiewende ganz offen den Kampf angesagt. Andererseits hängt nun vieles vom Ständerat, dem Durchhaltevermögen der Politik und schliesslich dem Stimmbürger ab. Denn sicher ist, auch wenn die künftige erneuerbare Energiewelt eine bessere sein wird: Je konkreter die unmittelbaren Folgen spürbar werden, desto grösser werden zunächst die Zweifel sein. Diese Skepsis wird bei den Kosten der Energiewende und den Strompreisen beginnen, die heute nicht verbindlich vorhergesagt werden können. Und sie wird sich bei

den (auch berechtigten) Bedenken der von notwendigen Infrastrukturausbauten wie Stromtrassen und Windkraftanlagen unmittelbar Betroffenen fortsetzen.

Energiepolitik erstreckt sich somit auf ganz unterschiedliche Zukunftsperspektiven: kurzfristig auf die Realisation heute gängiger Energieanlagen, mittelfristig auf die Beeinflussung der energiepolitischen Rahmenbedingungen, der Märkte – auch des Kapital- und Arbeitsmarktes – oder die Beeinflussung der Verbrauchsstrukturen und langfristig auf die Erforschung visionärer Technologien.

Prognosen, Szenarien, Perspektiven und Strategien

Die 2006 veröffentlichten «Energieperspektiven 2035» galten bis zu den Ereignissen in Fukushima als Richtschnur für die offizielle Energiepolitik der Schweiz in den kommenden Jahren. Das Bundesamt für Energie legt Wert auf die Unterscheidung, dass die seit Mitte der 1970er Jahre erstellten Energieperspektiven keine Prognosen, sondern Wenn-Dann-Analysen mittels Szenarien und quantitativer Modelle darstellen, die eine mögliche «Wirklichkeit» und die Wirkungen von Energiepreisveränderungen, Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum sowie Politikvarianten (Vorschriften, preisliche Instrumente und Förderinstrumente) im Energiesystem abbilden.

Unter dem Eindruck von Fukushima legte der Bundesrat am 25. Mai 2011 die «Energiestrategie 2050» vor. Auch in deren Mittelpunkt steht die Stromversorgungssicherheit. Dieser politische Richtungsentscheid wurde durch drei Stromangebotsvarianten mit und ohne Atomkraftwerke abgestützt:

- Weiterführung der bisherigen Stromproduktion unter vorzeitigem Ersatz der ältesten drei Kernkraftwerke

- Kein Ersatz der bestehenden Kernkraftwerke am Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer
- Vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie, Abschalten bestehender Kernkraftwerke vor Ende der sicherheitstechnischen Betriebsdauer

Welcher Variante der Bundesrat und Nationalrat Folge gegeben hat, ist bekannt: Die bestehenden Atomkraftwerke sollen am Ende ihrer sicherheitstechnischen Lebensdauer vom Netz genommen und nicht durch neue Anlagen ersetzt werden. Hebel für diesen Weg des Ausstiegs aus der Atomenergie ohne «Stromlücke» sind mehr Energieeffizienz, der Ausbau der Wasserkraft und der neuen erneuerbaren Energien sowie, wenn nötig, die fossile Stromproduktion (Wärme- und Gaskombikraftwerke) und Stromimporte. Hierfür sollen die Stromnetze ausgebaut und die Energieforschung intensiviert werden, die öffentliche Hand mit gutem Beispiel vorangehen, Leuchtturmprojekte gefördert und die internationale Zusammenarbeit, insbesondere mit der EU, verstärkt werden.

Auch wenn nicht alle Interessensgruppen mit dieser Entscheidung einverstanden sind – am wenigsten die Betreiber von Atomkraftwerken und aus anderen Gründen motivierte Anhänger des (vermeintlich günstigen) Atomstroms, aber auch die Verfechter eines sofortigen und bedingungslosen Ausstiegs aus der Atomenergie –, bedeutet dieser Entscheid eine deutliche Kehrtwende der Schweizer Energiepolitik. Zwar zeigten die Abstimmungen in verschiedenen Kantonen und Gemeinden eine mehrheitliche Ablehnung oder wachsende Skepsis gegenüber der Atomkraft. Der bis vor kurzem zu erwartende Volksentscheid über die Rahmenbewilligungen für neue Atomanlagen wäre jedoch ein heftiger Kampf zwischen Befürwortern und Gegnern mit keineswegs sicherem Ausgang geworden.

An der Schwelle zur erneuerbaren Energiezukunft

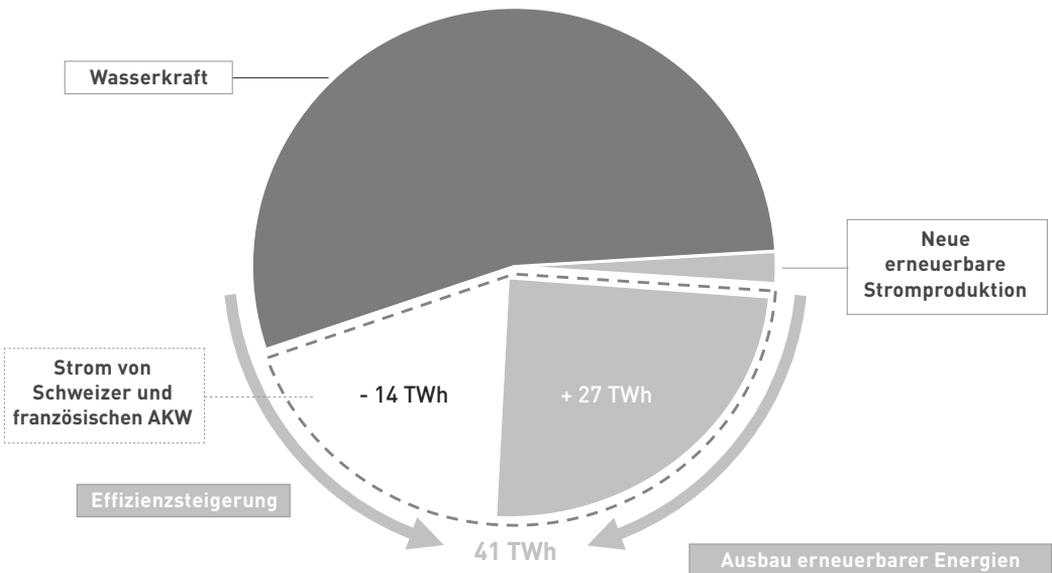
Parallel zu diesen Perspektiven, Strategien und Szenarien wurden von verschiedenen Instituten und Interessensgruppen eigene Modelle entwickelt. Gestützt auf den Richtungsentscheid von Bundesrat und Parlament, aber auch auf die Einschätzungen ihrer Mitglieder und weiterer Experten rechnet die AEE (Agentur für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz) mit einem konsequenteren und schnelleren Umstieg auf eine erneuerbare Energieversorgung: Bereits 2030, also vier Jahre vor der

Energiestrategie des Bundesrats, werden erneuerbare Energien und Energieeffizienz sowohl den heimischen als auch den aus französischen Anlagen importierten Atomstrom vollständig und wirtschaftlich ersetzen. Wasser- und Windkraft, Biomasse und Kehrlichtverstromung tragen dann zusätzliche 13 Terawattstunden (TWh) zum Strom-Mix bei. Mindestens noch einmal so viel Strom kommt aus Solaranlagen allein auf den am besten geeigneten Dächern. Zugleich entkoppeln Effizienzverbesserungen in allen Sektoren und Anwendungen (zum Beispiel durch den Ersatz von Elektroheizungen) den Energieverbrauch vom Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum und senken den Stromverbrauch um 14 TWh. Insgesamt ergeben erneuerbare Energien und Energieeffizienz rund 41 TWh – sogar ohne die Stromerträge der tiefen Geothermie und den Import erneuerbarer Energie aus Europa. Auch ein solcher Strom-Mix ist nicht zum Nulltarif zu haben und setzt eine hohe Wechselbereitschaft aller voraus – das Szenario selbst ist jedoch eher vorsichtig berechnet (vgl. Darstellung auf der Folgeseite).

Grosse Bedeutung kommt darin dem konsequenten Ausbau der Photovoltaik zu. Swissolar, der Branchenverband der Solarwirtschaft, erachtet einen Anteil der Photovoltaik von 20 Prozent am Strom-Mix bis 2025 als technisch und wirtschaftlich machbar. Angesichts der heute gerade mal 0,13 Prozent, die die Sonne zum Schweizer Strom beisteuert, tönt das wie pure Utopie. Solaranlagen mit einer Leistung von 14 Gigawatt (GW) wären dazu erforderlich. Utopie oder behebbare Versäumnisse der Vergangenheit? Deutschland hat diese Menge alleine in den letzten beiden Jahren zugebaut. Nun ist die Schweiz nicht Deutschland. Gemäss Swissolar ist diese Menge in der Schweiz zwar nicht innerhalb von zwei Jahren, aber in 14 Jahren zu erreichen. Sind bis dahin 12m² Solaranlagen pro Einwohner installiert, produziert die Sonne über der Schweiz jährlich 12 TWh Strom. Swissolar rechnet dafür vor, dass angesichts der massiven Kostensenkungen und Wirkungsgradsteigerungen bei PV-Anlagen, die in den letzten Jahren erzielt wurden, eine zusätzliche Förderung von circa zwei Rappen pro kWh ausreichen würde, um diesen Ausbau wirtschafts- und sozialverträglich zu finanzieren.

Der Stein rollt. Aber wie weit?

Kommen wir zurück zum Energieszenario des Bundesrats. Nachdem sich Politik und Verwaltung vier, in der energiepolitischen Zeitrechnung endlose, Jahre an den Energieperspektiven 2035 und deren Szenarien orientierten,



Aus A EE: 10-Punkte-Programm der Wirtschaft für eine effiziente und erneuerbare Stromversorgung bis 2030, Mai 2011

wurden für den Ausstiegsbeschluss neue Annahmen über die künftige Energieversorgung getroffen. Doch die Zukunft heisst bekanntlich Zukunft, weil man sie nicht kennt – oder wie es der deutsche Finanzminister Schäuble formulierte: «Die ganze Zukunft ist ein Geheimnis.» Auch wenn dieser damit eher die politische Zukunft einzelner Kabinettskollegen meinte, gilt dies bekanntlich auch für die Berechenbarkeit und Verlässlichkeit politischer Entscheide. Doch gerade eine nachhaltige Energiepolitik mit ihren enormen Investitionen in Forschung, Infrastruktur, Ausbildung und nicht zuletzt Werthaltungen oder sozialen Wandel setzt politische Geradlinigkeit voraus. Die Politik versucht, ihre heutigen Entscheide als endgültig und unumkehrbar zu verkaufen. So erklärt der deutsche Energieminister Norbert Röttgen, der deutsche Atomausstieg habe kein «Hintertürchen». Nach der ebenfalls «definitiven» Laufzeitverlängerung für Atomkraftwerke sind Zweifel berechtigt. Nicht ganz so resolut gab sich Bundesrätin Leuthard, dass der Ausstieg nötig und entschieden sei, aber bei veränderten Rahmenbedingungen überdacht werden könne. Das ist natürlich die sachlich korrekte, energiepolitisch jedoch verunsichernde Antwort.

An der Überzeugung von Bundesrätin Leuthard, sich heute der Verantwortung für die Energieversorgung von morgen stellen zu müssen, besteht kein Zweifel. Und so bekennt sie sich in einer Ansprache am Massachusetts Institute of Technology (MIT) im Juli 2011 zu einer vorwärtsgerichteten Energie- und Klimapolitik, die künftigen Generationen nicht Belastun-

gen hinterlässt, sondern mehr Lebensqualität ermöglicht.

Doch auch mit dem bundesrätlichen Segen und der Bekräftigung durch den Nationalrat sind im politischen Prozess noch hohe Hürden zu nehmen, bis der Ausstieg aus der Atomenergie und der Umstieg in eine erneuerbare und effiziente Energiezukunft wirklich beschlossene Sache sind. So bereitet zunächst die Energiekommission des Ständerats in ausführlichen Beratungen und Hearings die Position zur künftigen Energiepolitik mit oder ohne Atomkraft vor. Eine Entscheidung wird in der Herbstsession erwartet. Im Falle einer Zustimmung des Ständerats zum Atomausstieg erarbeitet das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eine oder mehrere entsprechende Gesetzesvorlage(n). Deren Vernehmlassung wird kaum vor Sommer oder Herbst 2012 erfolgen, das Parlament nicht vor 2013 über die Vorlage befinden. Danach wird mit grosser Wahrscheinlichkeit der Souverän entscheiden. Damit bleibt die Energiezukunft auch weiterhin ungewiss. Sicher ist nur, dass bis zum Volkentscheid, etwa 2015, die Energiewende politisch und gesellschaftlich nicht fixiert sein wird.

Kritik am Heute

Was auch immer am Ende dieses politischen Prozesses mit all seinen parlamentarischen und ausserparlamentarischen Interventionen stehen wird, es stellt sich auch die Frage, ob Energiepolitik, die immer mit Aussagen zur Zukunft – ob eine fehlgeleitete oder eine wünschenswerte – einschliesst, zwangsläufig

Gegenwartskritik sein muss. Kann eine künftige Gesellschaft richten, was wir heute versäumen? Können wir den Übertritt in eine neue Energie-ära und damit eine neue Energiegesellschaft nach dem Motto «Weiter so, nur anders» gestalten? Kann eine Gesellschaft, die kaum die Kosten und schon gar nicht den Wert der Energie kennt, diese Transformation gezielt und ressourcengerecht vollziehen? Die Antworten auf diese Fragen beruhen vielfach eher auf Hoffnungen denn auf Erfahrungen.

Dennoch: Zum ersten Mal haben wir nicht nur die Möglichkeiten, sondern auch den mehrheitsfähigen Willen, energie- und ressourcenpolitisch betrachtet, den nachfolgenden Generationen nicht nur Hypotheken zu hinterlassen, sondern für diese eine Energieinfrastruktur zu schaffen, die auch deren Zukunft sichert.

Bleiben wir also optimistisch. Denn die Frage, was Prognosen und Szenarien wert sind, führt auch immer wieder zu den Legenden der grossen Fehleinschätzungen bezüglich der Akzeptanz neuer Technologien und Verhaltensweisen: Wie massiv wurde die Verbreitung des Automobils verkannt, um nur ein Beispiel zu nennen? Umgekehrt werden Technologien, die technisch nicht machbar waren oder keinen Markt fanden, ausser in Science-Fiction-Filmen, kaum an die grosse Glocke gehängt. Und schliesslich die technischen Visionen, die nur durch den grossen Einsatz zunächst ihrer Erfinder und dann der ganzen Gesellschaft zu einer Veränderung unserer Verhaltensweisen, Einstellungen und schliesslich unseres Vorstellungsvermögens geführt haben. Wer kann sich heute noch ein Leben ohne ausreichende Stromversorgung vorstellen?

Kann es die Technik richten?

Seit Jahrtausenden kennt die Menschheit zahlreiche Verfahren zur Nutzung erneuerbarer Energien. Manche wie durch Wind- oder Kleinwasserkraftwerke mussten erst nahezu in der Bedeutungslosigkeit versinken, bevor sie für die Erneuerung unseres Energiesystems wiederentdeckt wurden. Einige Technologien, die wir heute entwickeln, werden Rückschläge hinnehmen müssen oder gar in eine Sackgasse führen. Andere werden als «Brückentechnologien» den Weg in eine bessere Energiezukunft ebnen und dann wieder verschwinden. Und manche werden neue, bessere Technologien hervorbringen. Doch vieles von dem, was wir heute schon im Alltag nutzen, wird die künftige Energielandschaft prägen – auch wenn bis dahin noch viel Forschung und Überzeugungsarbeit nötig sind.

Tiefenwärmekraftwerke, die mehrere tausend Meter unter der Erdoberfläche Strom und Wärme erzeugen oder auf Stauseen schwimmende Solarkraftwerke sind längst keine Fantastereien mehr. In Verbindung mit kontinuierlich optimierten Fertigungskosten und Wirkungsgraden bereits angewandter Technologien wie der Photovoltaik oder der Windkraft können sie unseren künftigen Strom-Mix nachhaltig verändern.

Dennoch: Energie ist nicht nur Technologie. Überfluss und Verschwendung sind auch mit den effektivsten Technologien nicht das Ziel einer nachhaltigen Energiepolitik. Vielmehr wird es unter Zuhilfenahme sauberer, sicherer und wirtschaftlicher Technologien um ein dauerhaft ausgewogenes Zusammenspiel von Energieerzeugung, -bereitstellung und -verbrauch gehen. Dies bedingt Investitionen in Forschung, Ausbildung und Infrastrukturen. Und dies setzt einen gesellschaftlichen Konsens zwischen der Politik, Bürgern und Wirtschaft voraus. Am 25. Mai 2011 ist dieser Konsens erstmals in greifbare Nähe gerückt.



Stefan Batzli

Stefan Batzli hat Politik- und Sozialwissenschaften studiert. Er ist Inhaber der Kommunikationsagentur cR Kommunikation mit Sitz in Bern, München und Zürich. Seit zwei Jahren leitet er als Geschäftsführer den Branchendachverband A EE (Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz, www.aee.ch)



Oliver Wimmer

Dr. Oliver Wimmer hat an der Universität Str. Gallen in Ökonomie promoviert. Er ist Inhaber der Kommunikationsagentur cR Kommunikation mit Sitz in Bern, München und Zürich. Seit zwei Jahren ist er stellvertretender Geschäftsführer des Branchendachverbandes A EE (Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz, www.aee.ch).

FOR CLIMATE'S SAKE, NUCLEAR POWER IS NOT AN «OPTION», IT IS A «NECESSITY»

All nations should have an interest in clean, sustainable energy and replace oil and gas. The leading environmental scientist Barry Brook does not see in wind or solar energy an alternative, because they need a lot of resources and their potential to deliver enough energy for western countries is too small. The solution is nuclear power. The author considers a new generation of «fast reactors», that can deliver clean energy for thousand years, as the most sustainable and secure way of solving future energy problems.

Keywords: Fast Reactors, Environment, Future, Nuclear power, Uranium

Barry Brook

Let's start by establishing some common ground between myself and most anti-nuclear campaigners and other traditional environmentalists. As the Director of Climate Science and active researcher on the impacts of global warming on biodiversity at the University of Adelaide (Australia), I understand the seriousness of the climate crisis and the imperative for a rapid transformation of our energy system to technologies that emit no carbon when generating power. I also agree that proliferation of atomic weapons poses substantial risks to the security of global society, and that issues of nuclear safety must be held to very high standards. I also suspect that most environmentalists recognise the dangers that many countries face – including Switzerland and Australia – in being dependent of foreign oil for transportation infrastructure and agriculture, two of the arteries of the economy. Indeed, it is in the interest of all nations needs to move to energy independence that is based on clean, sustainable sources.

However, where I part way with many environmentalists is on our view as to what the solutions to these problems are. Many well-intentioned people hope to see a world without nuclear weapons or nuclear power, and unfortunately consider (wrongly) that the two are irrevocably intertwined. (I assume they accept the need for research reactors that produce the radioisotopes needed for nuclear medicine and industry). In the typical environmentalist world view (I am, of course, deeply environmentally conscious), nuclear power is not only dangerous, but also unnecessary. Renewable energy, from sunlight, wind, waves and plant life, are clearly the answer, they believe. This is a widespread view – almost

«common wisdom» – and would be perfectly acceptable to me if the numbers could be made to work. Unfortunately, they can't, and there is no prospect of this changing.

First, let's quickly review the challenge. In the developed world (US, Europe, Japan, Australia and so on), we've enjoyed a high standard of living, linked to cheap fossil energy. This has encouraged energy profligacy, and we can clearly cut back on wastage – but this doesn't remove the fact that we must also replace oil and gas, and that means a future surge in electrical substitution. In the bigger, global picture, however, there is no realistic prospect of even reducing traditional stationary power demand. A third of the world's people have no access to electricity at all, yet strongly aspire to get it. Even if a country like India, with more than 1 billion people, reached just a quarter of Australia's per capita use, that country's national energy demand would more than triple! It's a huge challenge.

1'200 wind turbines – every day until 2060

If we aim for society to be nearly completely powered by zero carbon sources by 2060, what is the size of the task? This might require 10'000 gigawatts of electrical capacity, worldwide. Let's say we were to do it all with wind and solar. Even if we ignore the substantial issue of energy storage and backup, this would still require building 1'200 huge wind turbines and/or carpeting 45 square kilometres of desert with mirror fields, every day, from 2012 to 2060. For wind, this would consume 600'000 tonnes of concrete and 300'000 tonnes of steel. For solar, it would be 200'000 tonnes of concrete, 150'000 tonnes of steel and 20'000 tonnes of glass. Every single day, for decades and decades. What if we did it with nuclear power? Using the

AP1000 design currently being deployed in China, we'd have to build two reactors every three days, using 100'000 tonnes of concrete and 8'000 tonnes of steel per day. A massive task, no doubt, but this is ten times smaller than the wind challenge, and five times easier than the solar option. When energy storage its required overbuilding is considered, the numbers blow out ever further in favour of nuclear.

So let's not fool ourselves into thinking that because the task for nuclear seems huge, the renewable alternative is the only sensible choice. The hard truth is that it will be inordinately tough no matter what route we choose. Now let's consider further the nuclear pathway. Since the 1970s, when the Sierra Club and other prominent environmental groups switched from being active supporters to trenchant detractors, nuclear power has fought an ongoing battle to present itself as a clean, safe and sustainable energy source. Today, a mix of myths and old half-truths continue to distort people's thinking on nuclear power. Crises like that which occurred in 2011 in Japan at the Fukushima Daiichi nuclear plant, triggered by a massive earthquake and tsunami impacting a 1960s vintage reactor technology, amplify these feelings for many people. Yet, given the global environmental challenges we must deal with in the coming decades, closing off our options on nuclear energy would be downright dangerous. Alas, I predict that the Germans will discover this quickly – already, over 20 new coal-fired power stations are being planned.

Some of the other regularly raised concerns about nuclear energy are that uranium supplies will run out, long-lived radioactive waste will be with us for 100'000 years, large amounts of carbon dioxide are produced over the nuclear cycle, it's too slow and costly, and a build-up of nuclear power will increase the risk of weapons proliferation. Yet the surprising reality is that most of these perceived disadvantages of nuclear power don't apply now, and none need apply in the future. As other well-known environmentalists like climatologist James Hansen, Gaia-theory proponent James Lovelock, and environmental columnist George Monbiot have said, we just have to get serious about this.

Nuclear genie out of the bottle

Worldwide, nuclear power is not going away. Of the G20 economic forum nations, 15 have

nuclear power, four are planning to take it up in the near future, although now, as noted above, Germany have stated that they wish to phase out their use within 10 years (we will see). An interesting fact that most people are unaware of is this: the countries that currently have commercial nuclear power already cover almost 80 per cent of global greenhouse gas emissions. When you add those nations who have commissioned plants, are planning deployment, or already have research reactors, this figure rises to over 90 per cent. I know it's an over-used cliché, but the nuclear genie truly is out of the bottle, and it is pointless discussing how to try and jam the stopper back in. In this context, the often-repeated claim that new technologies 'fail the crucial proliferation test' is asinine nonsense, and counterproductive if our aim is to increase global security. We should instead be discussing seriously how, as a global society, we will use this low-carbon energy source safely and cleanly, with minimal risk and maximal advantage to all nations.

There are about 60 so-called Gen-III reactors under construction, including 25 in China, many more in the late stages of planning. In terms of costs and build times, modular, passive-safety designs, which can be factory built and shipped to site, look to be game changers for the industry. Standardised blueprints with inherent safety systems are the clear way to remove the regulatory ratcheting that killed deployment of nuclear power in the US in the 1980s. France, with 80 per cent of its electricity supplied by nuclear power, is a good example of how it can and should be done. The modern reactor designs are efficient, with capacity factors exceeding 90 per cent, and have a high degree of passive safety based on the inherent principles of physics. For instance, the risk of a melt-down as serious as the Three Mile Island incident in the US (which resulted in no fatalities) for GE-Hitachi's Economic Simplified Boiling Water Reactor has been assessed as once every 29 million reactor years. So judging the ESBWR against the type of reactor that was destroyed at Chernobyl in Ukraine is like comparing the safety of a World War I biplane against a modern jetliner.

«Fast reactors»

The future of nuclear power is potentially bright, *if* we choose to make it so. Although government reports and the media hardly ever mention so-called «fast reactors», these can provide vast amounts of clean, reliable energy for thousands of years. For instance, a

technology developed between 1964 and 1994 at the Argonne National Laboratory in the US, the Integral Fast Reactor (IFR), fissions over 99 per cent of the nuclear fuel, leaves only a small amount of waste (one thirtieth of current reactors) which drops below background levels of radiation within 300 years, shuts itself down if the control systems fail or the operators walk away, and its fuel cycle is extremely proliferation resistant. As an added benefit, all of the spent nuclear fuel generated over the last 50 years can be consumed as fuel in these new reactors. The IFR, and other Gen-IV designs using depleted uranium and thorium, offers a realistic future for nuclear power as the world's primary source of sustainable, carbon-free energy with resources to power the world for millions of years. Please visit my website, bravenewclimate.com, for more information. Ironically, it's in places like China and India that these Gen IV designs are now being most actively implemented, and we need to do more to support their efforts in a multi-lateral «clean fission energy» initiative. China has just commissioned two commercial fast reactors based on a successful Russian design, the BN-800. India has just announced that it plans to install almost 500 gigawatts of thorium-based nuclear power by 2050 and is opening a 500 megawatt fast reactor in 2012 (it's currently under construction). The die is cast. It's time for all energy intensive nations to fast track the deployment of sustainable nuclear. But of course this won't happen with sufficient urgency until people get realistic about our future energy options. For climate's sake, we must start thinking critically. Renewable energy, such as solar and wind, and energy efficiency and conservation, might allow for a partial transition to a low-carbon economy. Indeed, these are realistic prospects for emissions reductions for some countries, such as Australia, with vast land area and relatively few people. For many other countries, including Japan, Germany and Switzerland, with little land and many people, the options (beyond hydro-electricity in some places) are far more limited. Indeed, because of huge material requirements and severe difficulties in managing variability through large-scale energy storage, I am convinced that renewable energy – if pursued to the exclusion of nuclear – will prove to be grossly insufficient and uneconomic in meeting the problems we face. We will need both, but we must accept the great need for concentrated sources of «baseload» energy that are not constrained by geography or intermittency.

Sustainable forms of nuclear energy

Most countries are now moving slowing in progressing their use of nuclear energy, or are rolling them back (or halting them), as evidenced by recent decisions in Germany, Japan, Switzerland and Italy. This is of great concern for me, as I fear it is putting short-term socio-political considerations ahead of long-term need. To me, it's absolutely clear that we must start the process of deploying sustainable forms of nuclear energy – those which rely on inherent safety systems and full waste recycling – right now. Indeed, as a climate scientist, I consider the public dialogue on nuclear power to be every bit as urgent as the debate on carbon prices and the need for climate change adaptation. It is time for the everyman to become nuclear savvy. Yet much of the developed world is dragging its feet when places like China and India are leading – out of necessity, and on the basis of prudent economic and environmental rationality.

Our sustainable energy future depends critically on choices made today. Most of the developed and developing world has already made their choice – the only open question is, how big will their nuclear programmes get? In the developed world – Europe, North America, Australia, Japan, and so on, I urge green groups to become rational «Promethean environmentalists», and support all forms of low-carbon energy such that they can work together and compete on a fair and level playing field to displace coal, gas and oil as quickly as possible. There may be no silver bullet for solving the climate and energy crises, but there are bullets, and two are made of uranium and thorium.



Barry Brook

Professor Barry Brook, a leading environmental scientist and modeller, is director of climate science at the University of Adelaide's *Environment Institute*. He's published three books, over 180 refereed scientific papers and regularly writes popular articles for the media. Prof. Brook has received a number of distinguished awards for his research excellence and public outreach, including the Australian Academy of Science *Fenner Medal* for biodiversity research and the 2010 *Community Science Educator of the Year*. His research interests are climate change impacts, simulation modelling, energy systems analysis (with a focus on nuclear power), and synergistic human impacts on the biosphere. He runs a popular climate science and energy options blog at <http://bravenewclimate.com>

HOFFEN AUF EINE AUCH POLITISCH SMARTE ENERGIEZUKUNFT

Smarte Technik verspricht mittelfristig eine Echtzeit-Abstimmung zwischen Stromangebot und -nachfrage und damit eine Chance für die erneuerbaren Energien. Dafür müssen mehrere relevante Faktoren berücksichtigt und Energie entsprechend bepreist werden. Für eine nachhaltige Energiezukunft ist aber eine globale Politik unabdingbar. Unabhängig davon scheinen wir uns auf eine Zeit mit ungewohnt hohen Energiepreisen gefasst machen zu müssen, ohne dass dies unüberwindbare Probleme generieren müsste.

Keywords: Smart Grid, Versorgungssicherheit, erneuerbare Energien, Schieferöl und-gas, unerwünschte Regimes, Energiesteuern, globale Politik

Florian Habermacher

Der Anteil der Primärenergieversorgungskosten an unseren Gesamtausgaben ist mit unter fünf Prozent bescheiden. Ihren trotzdem prominenten Platz in politischen Diskussionen verdankt die Energieversorgung vor allem drei Grundproblemen unserer Energiesysteme. Erstens sind die Reserven der fossilen Brennstoffe – unseren heutigen Hauptenergielieferanten – weltweit stark begrenzt, sodass unser Konsum davon längerfristig zwangsläufig abnehmen muss. Zweitens ist der Konsum dieser Brennstoffe inhärent mit globaler Luftverschmutzung verbunden. Drittens wirft die Abhängigkeit von unsicheren und wenig unterstützungswürdigen Regimen als Rohstofflieferanten moralische und geostrategische Fragen auf. Angesichts dieser Probleme scheint unser heutiger Energieverbrauch zu hoch und zu unausgewogen. Neue erneuerbare Energien (Windkraft, Solar, Biotreibstoffe, Geothermie) gehören zu den grossen Hoffnungen, wie diese Energieprobleme in Zukunft reduziert werden können. Diese Hoffnungen werden bestärkt durch die Entwicklung sogenannter Smart Grids.

Smart Grid als Voraussetzung für erneuerbare Energien

Die Erneuerbaren liefern Energie hauptsächlich in Form von Strom, der bei Wind- und Solaranlagen unregelmässig anfällt und kaum speicherbar ist. Solange ihr Anteil im Strommix bescheiden ist, ist das kein grösseres Problem: Wenn es viel windet, kann die Leistung von Gaskraftwerken heruntergefahren und das Gesamtangebot entsprechend ausgeglichen werden. Nimmt der erneuerbare Anteil aber zu, wird es immer schwieriger, die Produktion der momentanen Nachfrage anzupassen. Dem sollen Smart Grids (Deutsch: intelligente

Stromnetze) abhelfen. Das vielversprechende Prinzip dahinter: Verbrauchende Geräte kommunizieren in Echtzeit mit dem Stromnetz; ist Strom gerade knapp und teuer, schalten sich die Geräte möglichst ab, um die Arbeit später weiterzuführen. Als Paradebeispiel dafür sollen Ladegeräte von Elektroautos dienen: Ist der Strom billig, wird die Autobatterie aufgeladen; ist er teuer, kann eventuell welcher von der Batterie zurück ins Netz eingespiesen werden. Den erneuerbaren Energien dürfte diese Technologie in Zukunft ein sonst unüberwindbares Hindernis ersparen.

Erneuerbare: Subventionen als Startschub – in der Zukunft muss es der Markt richten

Der heutige Boom der Erneuerbaren ist auf massive Subventionen zurückzuführen. Während im Normalfall eher der Markt als der Staat die effizientesten Technologien zu identifizieren vermag, werden die entsprechenden Fördermassnahmen als notwendiges Lehrgeld verstanden: Im Gegensatz zu konventionellen Energien können die erneuerbaren noch nicht auf jahrzehntelange Erfahrungen mit hohen Produktionszahlen zählen und seien heute nur deshalb so viel teurer. Diese umstrittene Sichtweise kann angesichts des Entwicklungsvorsprungs herkömmlicher Technologien durchaus Sinn ergeben, und sinkende Produktionskosten bei Erneuerbaren deuten darauf hin, dass die Förderung ihr Ziel vielleicht erreicht. Unabhängig davon können solche Fördermassnahmen nur vorübergehend sinnvoll sein: Bleiben die neuen Technologien auch in Zukunft teurer, gibt es keinen Grund, die kostspieligen Subventionen weiterzuführen, vorausgesetzt, den herkömmlichen Energien werden die externen Effekte preislich angelastet. Im Moment scheinen am ehesten Windturbinen Potenzial als zukünftige Energieversorger zu

besitzen. Zu welchen Kosten sie in Zukunft wie viel Strom liefern können, ist allerdings schwer abzuschätzen. Insgesamt kann man für eine vorsichtige Projektion wohl davon ausgehen, dass die erneuerbaren Energien bei stark steigenden Preisen längerfristig einen erheblichen Anteil der Versorgung abdecken können, sie bei heutigen Brennstoffpreisen aber die herkömmlichen Energielieferanten nur beschränkt ersetzen könnten.

Energie wird knapper werden – staatliche Allokation wäre aber fatal

Bleiben wir somit längerfristig von Erdöl und Co. abhängig, stehen vor allem zwei Typen politischer Instrumente zur Verfügung um die Energieprobleme anzugehen: Zum einen kann versucht werden, den Energieverbrauch durch spezifische Gebote (und Verbote) zentral zu steuern. Bei lokalen Verschmutzungen wird dieser traditionelle Ansatz bis heute mit mittelmässigem Erfolg angewendet. So brauchen sich dank Katalysatoren und Emissionsobergrenzen für Autos und Fabriken die meisten von uns keine grösseren Sorgen um die Luftqualität zu machen.

Bei Energiefragen scheint es aber unrealistisch, dass eine zentrale Regulierung konsumierende Haushalte und produzierende Firmen mit spezifischen Allokationen dazu bringen könnte, annähernd die im Sinne einer Kosten-Nutzen-Überlegung optimalen Energiemengen einzusetzen. Denn dafür müsste der Staat die Bedürfnisse der einzelnen Akteure bis ins Detail erfassen. Da er die technischen Produktionsprozesse nicht genügend genau kennt, kann er dies genauso wenig für Unternehmen wie für die Konsumenten, deren physische und psychische Verfassung und Präferenzen er kaum realistisch abschätzen kann. Infolge wäre beim Versuch einer zentralistischen Energiepolitik in Zukunft mit Fehlallokationen und schwerwiegenden Beeinträchtigungen der Produktionskapazität von Firmen respektive der Lebensqualität von Einzelpersonen zu rechnen.

Kostenwahrheit erlaubt sorgenfrei(er)en Energiekonsum

Für Energieträger, deren Konsum weder gänzlich unterbunden, noch im bestehenden Mass toleriert werden soll, drängt sich somit als Alternative eine Regulierung über Preismechanismen auf. Dies bedeutet, dass in Zukunft auf Energieträger Gebühren erhoben werden sollen, welche unserer Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung oben genannter Energieprobleme entsprechen: Befürchten wir

negative Auswirkungen auf unsere zukünftige Energieversorgung, wenn wir die Ressourcen zu schnell aufbrauchen, soll der Brennstoffkonsum so stark besteuert werden, bis wir von einem gesunden Verhältnis zwischen heutigem und zukünftigem Verbrauch ausgehen dürfen. Wird als unethisch empfunden, dass Potentaten ihre Machterhaltung mit Ölverkäufen an uns finanzieren, soll eine zukünftige Energiepolitik auf die entsprechenden Importe zusätzliche Gebühren erheben. Ähnlich würde eine zukünftige smarte Energiepolitik die heute unzähligen staatlichen Klimamassnahmen weitgehend durch preisliche Massnahmen ersetzen. Indem die Probleme, die ein überhöhter Energiekonsum aufwirft, im Energiepreis ausgedrückt würden, erhielte so jeder Akteur den Anreiz, mit den verschiedenen Energieträgern sparsam umzugehen.

Beschränkte Machbarkeit der Dinge bei fehlendem supranationalem Abkommen

Die grossen Energieprobleme sind globaler Natur, weshalb oben genannte marktbasierende Lösungen eine globale Umgestaltung erfordern. Heute fehlt eine überstaatliche Institution, die den Energieverbrauch über die Landesgrenzen hinweg regulieren könnte. Ob sich dies in Zukunft ändern wird, ist offen. Geht man davon aus, dass die Interessen der einzelnen Staaten zu stark voneinander divergieren und die fortschreitende Globalisierung bei den zukünftigen Generationen nicht zu einem genügend starken Bewusstsein als Weltbürger führt, können wohl nur nationale oder regionale Energiepolitiken umgesetzt werden. Diese unterliegen zwei Restriktionen: Zum einen zeigt unser tägliches Verhalten, dass wir als Individuen oder Staatsbürger unser eigenes Wohl typischerweise ungleich höher werten als das der restlichen Welt. Zusammen mit der Tatsache, dass ein landesweiter Beitrag die globalen Probleme nur zu einem sehr beschränkten Grade verringert und nicht hauptsächlich dem Inland, sondern vor allem dem Rest der Welt zugutekommt, dürfte dies zu einer erheblich geringeren Zahlungsbereitschaft für die Verringerung der Energieprobleme führen. Spricht man den Ressourcenbesitzern einen minimalen Grad an Rationalität zu, scheint zudem klar, dass ein substanzieller Teil allfälliger inländischer Brennstoffeinsparungen in mittelfristiger Zukunft durch Verbrauchssteigerungen im Ausland wettgemacht wird. Dies ist kein Grund für Fatalismus. Im Gegenteil, es muss dazu anspornen, möglichst energisch auf breite internationale Zusammenarbeit bei den Energiefragen hinzuarbeiten. Bei der

Ausarbeitung zukünftiger unilateraler Energiepolitiken muss diesen Aspekten aber z.B. durch eine vorsichtige Festlegung der Energieträgersteuern Rechnung getragen werden. In einer solchen Zukunft ohne globalen Energieabkommen dürften die Ressourcen zu schnell verbraucht, der Klimawandel zu stark sein. Der einzelne Bürger in einem Land mit einer solch pragmatischen unilateralen Energiebepreisung wird zwar unter der suboptimalen Lösung der globalen Energieprobleme leiden, im Rahmen der Marktbedingungen Energie aber dennoch ohne Gewissensbisse konsumieren dürfen; die Tatsache, dass nur bescheidene Gebühren erhoben werden, reflektiert, dass seine eigene Verbrauchsreduktion nur wenig an der längerfristigen globalen Energiesituation ändern würde. Globale Abkommen sind aber in Zukunft nicht undenkbar. Sollte die Globalisierung längerfristig dazu führen, dass sich regionale Ungleichheiten in den Wirtschaftsleistungen und somit auch im Energieverbrauch ausgleichen, ist denkbar, dass sich auch die Wünsche an eine koordinierte Energiepolitik angleichen, und ein für alle Länder akzeptables Abkommen möglich wird. Eine globale Besteuerung des Verbrauches fossiler Brennstoffe oder eine pro-Kopf Zuteilung von Kontingenten an Länder könnten dann zu der oben beschriebenen optimalen Bepreisung führen.

Knappe Energie und die vielen Anpassungsmöglichkeiten

Die Energiepreise dürften längerfristig in jedem Fall erheblich ansteigen. Zahlreiche aufstrebende Länder werden einen rasch zunehmenden Energiebedarf aufweisen, während die einfacher abbaubaren Reserven irgendwann aufgebraucht sein werden. Technische Fortschritte bei der Energieproduktion und Effizienzsteigerungen bei der Energieverwendung können diese preistreibenden Effekte dämpfen, aber ohne schwer voraussehbare Durchbrüche zum Beispiel bei den Erneuerbaren scheint eine vollständige Kompensation unwahrscheinlich. Auch wenn Erneuerbare in Zukunft einen relevanten Anteil des Energiebedarfs decken könnten, so wohl mittelfristig nur zu höheren als den bisherigen Preisen.

Was für gesellschaftliche Veränderungen wird diese erhöhte Energieknappheit auslösen? Bei Projektionen gilt es vorsichtig zu sein, denn genauso stark wie von technischen Möglichkeiten, hängen diese Veränderungen von den Präferenzen der Konsumenten ab. Letztere haben viele Möglichkeiten, ihren Energieverbrauch zu verringern. Über Komforteinbussen

kann die Energieintensität heutiger Aktivitäten vielerorts verringert werden. Anstatt sitzend mit gestreckten Beinen können wir stehend im höher ausgelasteten Zug oder Flugzeug reisen, anstatt im T-Shirt im Wollpullover in der weniger geheizten Wohnung auf dem kleineren Bildschirm fernsehen.

Andererseits können wir konsumierte Güter und Leistungen durch weniger energieintensive Substitute ersetzen. Dies bedeutet nicht, dass wir alle Feierabende zu Hause mit Kartenspielen verbringen, aber vielleicht ersetzen wir den Wochenendaufenthalt im ganzjährig unterhaltenen eigenen Chalet durch eine Hotelübernachtung. Nicht zuletzt im Verkehr könnte oft auch Zeit für Energieeinsparungen eingetauscht werden: ÖV statt Auto, Zug oder gar Schiff anstelle vom Flugzeug. Oder, entsprechend der zeitlichen Variation des Strompreises im Smart Grid, einfach mal die geplante Ausfahrt mit dem Elektroauto von einem windstillen Tag mit entsprechend teurem Strom auf einen windigeren Tag mit tieferem Strompreis verschieben. Als drastischere Massnahmen kann von Wohnhäusern auf dem Land in Wohnungen am Ort, wo man arbeitet, umgezogen, und es können Ferien auf anderen Kontinenten unterlassen werden.

Interessant ist die Breite der Palette von technischen und gesellschaftlichen Anpassungen, mit denen auf eine zukünftige Energieknappheit reagiert werden kann. Diese Vielfalt hat zwei Implikationen. Erstens dürften, aufgrund der enormen Menge an energiesparenden Alternativen zu den heutigen Verhaltensweisen, die implizierten Einbussen der Lebensqualität bescheiden ausfallen, sofern den einzelnen Menschen die Wahl überlassen wird, durch welche Anpassungen sie wie viel Energie einsparen möchten. Deshalb ist es zweitens aus regulatorischer Sicht wichtig, den Bürgern genau diese Wahl zu überlassen. Dies bestätigt, dass verursachergerechte Preise das erste Ziel politischer Eingriffe sein sollten, und es darüber hinausgehende staatliche Vorschriften, bezüglich wie genau Energie einzusparen sei, zu vermeiden gilt. Während die grosse Flexibilität mit den unzähligen Ausweichmöglichkeiten auf energiesparendere Verhaltensweisen die Energienachfrageseite grob zu charakterisieren vermag, scheinen die Fragen beim Energieangebot offener und Raum für vielfältige Zukunftsszenarien zu bieten, wie die zwei folgenden Szenarien es illustrieren.

Angebots-Szenario I: Schiefer-Revolution

Wird die Verknappung der konventionellen Energien durch einen wirtschaftlichen Abbau von Schieferöl und -gas kompensiert, und führen weitere Entwicklungen im Bereich der Erneuerbaren insbesondere durch die Koppelung mit Smart Grids zu deren weiten Verbreitung, so ist denkbar, dass der durch die erhöhte Energienachfrage ausgelöste Preisanstieg auch längerfristig massvoll bleibt. Die gigantischen Reserven an Schieferöl in den USA und die weltweit verteilten Schiefergasvorkommen dürften zudem zu einer geopolitisch entspannteren Ordnung beitragen. Dies könnte der Gesellschaft genügend Zeit geben, sich ohne Schock zu reorganisieren für eine ferner liegende Zukunft mit weniger Energie oder mit teurerer zusätzlicher erneuerbarer Energie von suboptimalen Standorten.

Der CO₂-intensive Gebrauch der riesigen Mengen von Schieferöl und -gas bedeutet schwerwiegende Klimafolgen. Damit nicht weite Bevölkerungsteile unter um viele Grade erhöhten Temperaturen leiden, müssten schon bald Wege gefunden werden, die CO₂-Sequestrierung und Speicherung weitverbreitet anzuwenden.

Angebots-Szenario II: Auf kleiner Flamme

Sollten aber die Preise erneuerbarer Energien in Zukunft nicht weiter abnehmen und sollten die Zukunftshoffnungen in die Schiefergesteine aufgrund unüberwindbarer technischer Schwierigkeiten oder untragbarer Umweltschäden enttäuscht werden, könnte die Energiezukunft ganz anders aussehen. In diesem Falle könnten die steigende weltweite Nachfrage und das mit den OPEC-Ressourcen versiegende Angebot den Energiepreis drastisch erhöhen. Der Wettstreit um die letzten verfügbaren Reserven könnte zu schweren geopolitischen Auseinandersetzungen führen, die Energieknappheit den weltweiten Austausch von Menschen und Gütern behindern und damit die Globalisierung bremsen. Allerdings dürfte auch diese grosse Energieknappheit kein unüberwindbares Problem für die moderne Gesellschaft darstellen: Grössere Komforteinbussen müssten in Kauf genommen werden, aber die zahlreichen Ausweichmöglichkeiten auf energieextensivere Lebensweisen dürften die Menschen vor katastrophalen Veränderungen bewahren.

Neben der gestiegenen Versorgungsabhängigkeit könnte sich die Knappheit fossiler Brennstoffe paradoxerweise auch kontraproduktiv auf das Klima auswirken: Wollen die Konsumenten aus den wertvollen Brennstoffen

möglichst viel rausholen, könnten sie sich weigern, allenfalls verfügbare aber energieintensive CO₂-Abscheidungstechnologien anzuwenden, womit sich zur Energieknappheit auch ein starker Klimawandel gesellen könnte.

Völlig anders – oder auch alles beim Alten

Während sich in diesen zwei Angebotsszenarien die Ressourcen- und Abhängigkeitsprobleme stark unterscheiden, stellt der Klimawandel in beiden Szenarien ohne spezifische politische Rücksichtnahme ein grösseres potenzielles Problem dar. Als wie repräsentativ man diese Resultate für die tatsächlich zu erwartenden Entwicklungen hält, bleibt jedem selbst überlassen. Die zwei Szenarien sind Beispiele unter vielen möglichen, auch viel weitergreifende Veränderungen sind denkbar. Könnten Kernspaltungs- oder Fusionstechnologien in Zukunft bedenkenlos eingesetzt, und allenfalls notwendiges Uran aus dem Meerwasser gewonnen werden, wären die meisten Energiefragen geklärt, oder es würden aus dem schiereren Energieangebot völlig neue Fragestellungen erwachsen. Sollten spätere Generationen es bevorzugen, sich nur in einer Cyber-Welt anstatt physisch zu bewegen, könnte sich das Energieproblem nachfrageseitig von selbst lösen.

Aber vielleicht bleiben die heutigen Energieprobleme lange aktuell – in diesem Fall muss die Hoffnung auf realtiv klar definierbaren technologischen und politischen Entwicklungen liegen: Auf der technischen Seite müssen sich die Smart Grids durchsetzen, so dass eine zeitliche Flexibilität auf der Energienachfrageseite helfen kann, das zeitlich schwankende Angebot erneuerbarer Energien zu nutzen. Die politische Smartness, die nötig ist, entspricht den erwähnten Politikschritten: Alles daran geben, eine globale Lösung für die globalen Energiefragen zu finden. Andernfalls über landesweite oder regionale Politiken die richtigen Preissignale setzen, damit die künftigen Generationen im marktwirtschaftlichen Umfeld ihre Fantasie walten lassen können, um trotz Energieknappheit eine Zukunft zu bauen, von der wir nur träumen können.



Florian Habermacher

Florian Habermacher ist diplomierte(r) Umweltingenieur der ETH Lausanne und arbeitet seit 2008 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Schweizerischen Institut für Aussenwirtschaft und Angewandte Wirtschaftsforschung an der Universität St. Gallen (SIAW-HSG). Er beschäftigt sich in seinem VWL-Doktorat sowie in der Arbeitsgruppe Umwelt, Verkehr und Energie beim Thinktank «foraus – Forum Aussenpolitik» mit Energie-, Ressourcen- und Klimafragen (www.foraus.ch).

Neue Studie von swissfuture

swissfuture beschreibt in vier Szenarien künftige Wertelandschaften und ihre Auswirkungen auf die Schweiz von 2030.

Wertewandel in der Schweiz 2030

Vier Szenarien

- Welche Werte werden der Schweizer Bevölkerung wichtig sein, falls der Wohlstand bis 2030 spürbar sinkt?
- Was wird uns wichtig, wenn die Sicherheit im öffentlichen Raum nicht mehr gewährleistet ist?
- Wie werden wir mit der Verdoppelung der Anzahl Pensionierten umgehen?
- Wie wirken sich die digitale Revolution und die Globalisierung auf die Werte in der Schweiz aus?

Die Szenarien zur Zukunft der Schweiz wurden von einem Forschungsteam von swissfuture unter der Leitung des Zukunftsforschers Georges T. Roos erstellt. Sie basieren auf den Bevölkerungsszenarien des Bundesamtes für Statistik – und zeigen auf, wie die Gesellschaft 2030 unter den verschiedenen Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung funktionieren wird.

Parallel dazu entstanden Vertiefungsstudien, welche die Folgen der vier Szenarien für bestimmte Fragen umfassender darstellen.

Die Studie kostet 50 CHF (inklusive einer Vertiefungsstudie nach Wahl), swissfuture Mitglieder bezahlen lediglich 25 CHF (inklusive einer Vertiefungsstudie nach Wahl); zzgl. Versandkosten von 5 CHF. Zusätzliche Vertiefungsstudien sind zum Preis von 20 CHF erhältlich.

Gerne nehmen wir Ihre Bestellung per Email an future@swissfuture.ch entgegen.

Einblick in die Studie und Vertiefungen auf www.swissfuture.ch

swissfuture

ABSTRACTS

Batzli, Stefan/Wimmer, Oliver:

The Day, when the Future of Energy began

Energy politics have different perspectives: in a short term it means to produce today possible energies, in a medium term to influence the political conditions and in a long term to explore new technologies. In May 2011 the Swiss Federal Council decided to stop the production of nuclear energy until 2034. But when the consequences of this decision will become noticeable – for instance by more expensive prices for energy – scepticism will emerge. In fact the future of energy is uncertain: This is one of the reasons, so the authors, why we have to invest in research, in infrastructures and in education.

Keywords: Future, Nuclear Energy, Renewable Energies, Swiss Federal Council.

Page: 24

Brook, Barry:

Nuklearenergie ist keine «Option», sondern eine «Notwendigkeit»

Der australische Klimawissenschaftler Barry Brook vertritt in seinem Artikel die Notwendigkeit eines Ausstieg aus Öl- und Gasenergien. Allerdings sieht er in den üblichen Alternativen wie Wind- und Solarenergie einen hohen Ressourcenverschleiss und zugleich zu wenig Potential, um den hohen Energieverbrauch der westlichen Länder und der aufstrebenden Schwellenländern zu decken. Die Zukunft sieht der Klimawissenschaftler in der Nuklearenergie, in die China, Indien und andere aufstrebende Staaten trotz Fukushima grosse Hoffnungen setzen und viel investieren. Der Autor verweist auf die zahlreichen technischen Fortschritte und die Effizienzsteigerung der Nukleartechnologie, die für ihn die ökologisch nachhaltigste Form der Energiegewinnung darstellt.

Keywords: Nuklearenergie, «schnelle» Reaktoren, Umwelt, Uran, Zukunft

Page: 28

Dittmar, Michael:

Nuclear Energy in Switzerland and Europa – not the Solution but Part of the Energy Problem

The lack of resources will have fatal consequences like neocolonial wars or ecological disasters. Oil and electricity will become short earlier than we guess. For six years already the yearly gained amount of oil shrinks. There will be a dramatic comedown of the production of oil soon. The author considers the «renaissance of nuclear energy» an illusion; the uranium market was already very tense before the catastrophe in Fukushima. The delivery of uranium will become difficult after 2013. And the new generation of nuclear power stations could only deliver energy after 2022 which is very late. So, in the very end energy will become short and very expensive. We will have to learn to be more economical with energies.

Keywords: Ecological Disaster, Europe, Future, Fukushima, Imports, Oil, Uran Market

Page: 14

Habermacher, Florian:

Hope for an also Politically Smart Future of Energy

Smart technologies promise a real-time matching between demand and supply of energy. While this can foster the development of renewable energies, additional criteria must be met for energy could become a merchandise that can be consumed with clear conscience. Most importantly, politics must impose an appropriate pricing of energy. The author thinks that this has to happen in a global context. He is sure that energy will be much more expensive in the future than nowadays – without that this would necessarily have to create insurmountable problems.

Keywords: Global Politics, Greenhouse Gas, Renewable Energies, Shale Oil and Gas, Security of Supply, Smart Grid.

Page: 31

Hirsch, Sven/Daheim, Cornelia:

The Future of Electricity

A sustainable development of the electricity system is one of the big challenges of this century. This is a key element in avoiding climate change by reducing CO₂-emissions and to conserve scarce fossil resources. Renewable generation energy has to quickly become competitive in comparison to fossil fuels. The required investments for this change are high in short term, yet moderate in comparison to the pending costs of climate change. The investments may be financed by high CO₂-prices, which may only be realized on a supranational level.

Keywords: Renewable Electricity, Emerging Countries, Future, Nuclear Energy, Clean Coal.

Page: 9

Martel, Daniel Stanislaus:

Will the Match Cease in the Darkness of History?

Oil is the lubricant of industrialization in which we live. It originates from the interior of our planet. And of course this resources will run out. The author Daniel Stanislaus Martel thinks in this article about the history of oil extraction and its connection to industrialization and about the Oil Peak. He describes the following four scenarios of a post-oil-world: In the scenario «New Main Energy» oil being replaced by solar energy. In «New Idea of Mankind» politics and economics are becoming sustainable; environmental pollution is reduced without a loss of wealth. In «New Middleage» resources are becoming rare, clashes and destruction of nature are the consequences. In «Neo-Apocalypse» modern civilization as we know it disappears, because everything depends on oil. It's the scenario of anomia.

Keywords: Civilization, Future, History of Energy Extraction, Peak Oil

Page: 3

Nordmann, Roger:

The Necessity to act

The Swiss National Assembly member Roger Nordmann (SP Vaud) claims hat mankind is going into a disaster when we will continue our way to use excessive natural resources. The author argues that the world needs to stop using fossil combustible material decrease to stop CO₂-emissions and global warming but also nuclear power. Switzerland is in a very good position to anticipate this process. It could attest other countries – especially to those with emerging economics – that a reduction of emissions and the regress of using nuclear power is possible without a cutback in prosperity.

Keywords: Climate Warming, Emerging States, Prosperity, Sustainable Energies, Switzerland.

Page: 20

Theiler, Georges/Schilliger, Pirmin:

How geothermal energy becomes electric energy

The Swiss National Assembly member Georges Theiler (FDP Lucerne) and the journalist Pirmin Schilliger present geothermal energy as a real alternative – especially for Switzerland. The worldwide potential of geothermal energy is huge, because 99 per cent of the earth mass are warmer than 1000 degrees. For Switzerland the future potential is about more than a quarter of the actual power consumption. The authors plead for more capital expenditures in education and research, for clear judicial rules with simplified authorizations practices and for more innovation and pioneering spirit.

Keywords: Geothermal Energy, Politics, Power Consumption, Research, Switzerland

Page: 18

PUBLIKATIONEN UND STUDIEN

In eigener Sache: «Wertewandel in der Schweiz 2030. Vier Szenarien»

Gesellschaftliche Werte erfüllen wichtige Funktionen: Sie reduzieren Komplexität und dienen als «Rahmen», mit denen wir Handlungen über die konkrete Situation hinaus legitimieren und einordnen. Aber Werte ändern sich. Wie werden die Werte und Wertemuster in der Zukunft aussehen? Ein Forschungsteam von swissfuture hat unter der Leitung von Georges T. Roos die Studie «Wertewandel in der Schweiz 2030. Vier Szenarien» erarbeitet, die das Folgeprojekt einer inzwischen vergriffenen Studie aus dem Jahr 2004 ist. Weil jede Beschreibung der Zukunft kontingent ist und folglich anders aussehen könnte, hat das Forschungsteam zusammen mit Ökonomen, Historikern, Soziologen und Rechtsexperten mittels der Szenario-Methode vier Szenarien entwickelt. Das Szenario Ego (9.5 Mio. Einwohner) steht für eine sehr liberale Schweiz mit spürbarem Wirtschaftswachstum, viel Wettbewerb, Innovation und Flexibilität. Das Szenario Clash (8.7 Mio.) dagegen ist geprägt von abnehmendem Wohlstand und ideologischen Konfliktlinien. Das Szenario Balance (9.5 Mio) geht von einer gelungenen Integration in eine erstarkte EU aus, in der die Schweiz sich als nachhaltiger Forschungs- und Entwicklungsstandort profiliert. Im Szenario Bio Control (7.9 Mio.) ist die Schweiz politisch und ökonomisch isoliert, Autarkie-Mythen sind verbreitet und für mehr Sicherheit wird der Abbau von Freiheit in Kauf genommen. Nicht die Frage, welches Szenario eintritt ist von Relevanz, sondern welche Kausalitäten die jeweilig explorierten Treiber auf Wertvorstellungen und Wertemuster haben.

Ergänzend zur Hauptstudie werden Vertiefungen erarbeitet, die zeigen, welche Konsequenzen die vier Szenarien auf bestimmte Bereiche haben. Bisher gibt es Vertiefungen zu Human Resources, Sicherheit, Raum und Siedlung und Kultur/Literatur. Eine für Wohnformen ist in Arbeit. Weitere werden folgen. Die Präsentation der Studie am 21. Juni an der ETH war ein grosser Erfolg. Zahlreiche Medien – darunter: Bund, Berner Zeitung, Sonntags-Blick, Tagesanzeiger, St. Galler Tagblatt etc. – haben über die Studie berichtet.

Swissfuture-Mitglieder bezahlen für die Studie (inklusive einer Vertiefungsstudie nach Wahl) lediglich 25 CHF. Ansonsten kostet sie 50 CHF (ebenfalls mit einer Vertiefungsstudie nach Wahl). Jeweils plus 5 CHF für den Versand. Die Studie ist zu beziehen unter future@swissfuture.ch
Mehr Infos auf: www.swissfuture.ch/swissfuture/Wertewandel-Studie.html

Zukunft ohne Egoisten?

«Die westliche Konsumkultur hat im 21. Jahrhundert ihren Zenit überschritten» schreibt Horst Opaschowski in «WIR! Warum Ichlinge keine Zukunft mehr haben». Der Leiter der von British American Tobacco finanzierten Stiftung für Zukunftsfragen in Hamburg prophezeit aufgrund verschiedener Indikatoren eine Rückkehr des Familien- und Gemeinnsinns. Egoismus und Eigennutz haben demnach ihren Zenit überschritten. Der Autor vertritt ein wertkonservatives und ansatzweise kommunitarisches Weltbild, demnach nicht ein starker Staat, sondern aktive Nachbarschaftshilfe und generationenübergreifende Solidarität die Situation in einer Gesellschaft verbessern. Ganz altruistisch handeln die Menschen dabei freilich nicht. Sie helfen sich, damit später auch ihnen geholfen wird. Opaschowski: «Ich-AG und Wir-Gesellschaft verbinden sich damit zu einer neuen Bürgerdemokratie.» Opaschowski stellt nicht einfach fest, dass traditionelle Werte ein Comeback erleben, sondern er wünscht es, was schon in der Einleitung transparent gemacht wird: Nach einer schwierigen Kindheit, in der er viel Einsamkeit erlebte, bekennt der 1941 geborene Autor, konnte er erst mit der Gründung einer eigenen Familie Geborgenheit erfahren, was seine Skepsis gegenüber starken Individualisierungstendenzen plausibel erscheinen lässt. Muss dies allerdings so weit führen, dass Sicherheit als Gut deutlich höher bewertet wird als Freiheit, zumal die Bereitschaft zum Risiko – wie der Medientheoretiker Norbert Bolz es einmal sagte – besonders in Deutschland alles andere als ausgeprägt ist? Die Emanzipation des Einzelnen ist nicht einfach eine letzte Stufe der maslow'schen Bedürfnispyramide, sondern einer der fundamentalen Werte moderner Gesellschaften. *fm*

Opaschowski, Horst W. (2011): WIR! Warum die Zukunft keine Ichlinge mehr braucht. Hamburg: Murmann Verlag.

Die Zukunft der Cultural Studies

Eines der zentralen Merkmale der Cultural Studies ist die radikale Absage an positivistische Erkenntnismodelle; es gibt bei den Cultural Studies keinen Logenplatz mehr, von dem aus sich die Wirklichkeit objektiv beobachten lässt, zumal der Beobachter nicht nur Teil des beobachteten Feldes ist, sondern seine Deskription eine neue (wissenschaftliche) Wirklichkeit erst konstruiert. Diese epistemologischen Positionen finden wir allerdings auch in anderen antisubstantialistischen Theorien; etwa in der Systemtheorie, im Konstruktivismus oder in der Phänomenologie, nur sind die Cultural Studies – ähnlich wie die Frankfurter Schule – weltverbesserisch. Dies führt selbstverständlich auch zur Kritik, zumal die Cultural Studies die von Max Weber geforderte „Werturteilsfreiheit“ des wissenschaftlichen Arbeitens nicht einlösen. Zu transdisziplinär, zu eklektizistisch, methodisch diffus, beliebig – so lauten andere Kritiken. Im Sammelband «Die Zukunft der Cultural Studies» versuchen mehrere Autoren, diese Kritiken zu entschärfen, indem sie fragen, in welche Richtung die Cultural Studies sich in Zukunft entwickeln könnten. Der Herausgeber Rainer Winter zum Beispiel plädiert in seinem Beitrag für Interventionismus und für einen radikaldemokratischen Ansatz der Cultural Studies, die den Ungehörten – also Minderheiten – eine Stimme geben. Die klassische Trennung, nach der die Sozialwissenschaften Probleme erkennen und die Politik sie lösen sollen, wird hier also überwunden. *fm*

Winter, Rainer (2011): Die Zukunft der Cultural Studies. Bielefeld: Transcript.

Deinstitutionalisierung von Religion

Es mangelt in der Religionssoziologie nicht an Begriffen, die neue religiöse Phänomene bezeichnen, die einen niedrigen Institutionalierungs- und einen hohen Individualisierungsgrad haben. Thomas Luckmann hat diese Phänomene mit dem Begriff der «unsichtbaren Religion» bezeichnet, von Robert Bellah und Richard Madsen stammt der Begriff «Sheilaism» – benannt nach einer Krankenschwester, die sagte, sie glaube an ihren eigenen Gott. Der kürzlich erschienene Sammelband «Fluide Religion» folgt dieser Linie. Die Herausgeber Lüddeckens und Walthert zeigen diese Entwicklung am Beispiel von den einst medial stark problematisierten Sekten wie zum Beispiel die Osho-Bewegung von Bhagwan oder die Transzendente Meditation, von denen zahlreiche verschwunden sind, deren Meditationspraktiken allerdings breite Bevölkerungskreise erreicht haben – bis hin in Management-Seminare. Diese Tendenz zeigt gemäss den Autoren, «dass nicht die Gegenentwürfe zur modernen Gesellschaft sich durchgesetzt haben, sondern Lehren und Praktiken, die sich mit den Strukturen moderner Gesellschaften kompatibel und inhaltlich anschlussfähig erweisen.» Winfried Gebhardt untersucht in seinem Beitrag auch säkulare Phänomene wie zum Beispiel Flash-mobs oder Public Viewing unter dem Gesichtspunkt der situativen Vergemeinschaftung, die für ihn Ausdruck eines Gefühls sind, «gemeinsam einsam» zu sein. *fm*

Lüddeckens, Dorothea/Walthert, Rafael (2011): Fluide Religion. Bielefeld: Transcript.

VERANSTALTUNGEN

8. Swiss Leadership Forum

«**Leadership + Management = Leaderment**»

Speakers: Jürg Bucher (Konzernleiter Schweizerische Post und Leiter PostFinance), Sven Gabor Janszky (Trendforscher), Hauke Stars (General Manager HP Schweiz).

3. November 2011

Lake Side Casino, Zürich

www.leadershipforum.ch

Zukunftsinstitut: Trend-Seminar

«**Konsumententrends – Das neue Verhältnis zum Kunden**»

8. November 2011

Kelkheim bei Frankfurt

www.zukunftsinstitut.de

5. Zukunftskreis Politik & Wirtschaft

«**Europas Chancen in Technologie und Wissenschaft**»

30. November 2011

Bayerischer Hof, München

www.frankfurter-zukunftsrat.de

GfM Brush Up zum Jahresauftakt 2012

«**Megatrends 2012**»

Referent: Matthias Horx

19. Januar 2012, 12 bis 14 Uhr

20. Januar 2012, 12 bis 14 Uhr

Anmeldung und weitere Informationen unter

www.gfm.ch/de/veranstaltungen

16. Deutscher Trendtag

(in Kooperation mit dem 8. European Consumer Trend Conference des Gottlieb Duttweiler Instituts)

«**Beziehungskonsum und Liebe** »

14. März 2012

Gottlieb Duttweiler Institut, Rüslikon

www.trendtag.de

www.gdi.ch

22. GfM Marketing-Trend-Tagung

«**The Future of Marketing**»

28. März 2012, 9 bis 17 Uhr

Kongresshaus Zürich

www.gfm.ch/de/veranstaltungen

World Future 2012

«**Dream. Design. Develop. Deliver**»

27. bis 29. Juli 2012

Toronto, Canada.

www.wfs.org

4th Global Risk Forum Davos

«**Integrative Risk Management in a Changing World – Pathways to a Resilient Society** »

28. bis 30. August 2012

Kongresszentrum Davos

www.grforum.org