

Umfrage zu ökologischem Strom, PET, Nachhaltigkeit bei den Römern

WELTWOCHEN GRÜN

Nummer 4 – 25. August 2022



Strom für alle

Die Energiewende neu gedacht: klimaverträgliche, zuverlässige Versorgung dank Wasser, Sonne, Wind und Kernkraft.

10. Swiss Green Economy Symposium

VERANTWORTUNGS- VOLL UND MUTIG ZUSAMMENARBEITEN

7./8. SEPTEMBER 2022
WINTERTHUR

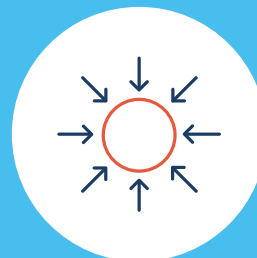
Das Swiss Green Economy Symposium ist die umfassendste Konferenz zu Wirtschaft und Nachhaltigkeit in der Schweiz. Seit 2013.



250
Speaker



1400
Teilnehmende



2 Tage
Konferenz



16
Breakouts



Melden Sie sich jetzt an:
www.sges.ch/anmeldung
anmeldung@sges.ch

www.sges.ch

Die Wende zurück

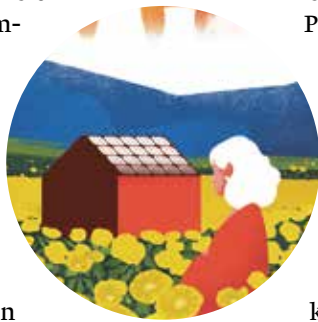
Bis vor kurzem herrschte in der Schweiz das Gefühl, die Energieversorgung sei sicher und unsere Elektrizitätsindustrie oberste Weltklasse. Innerst kürzester Frist beschloss der Bundesrat 2011 nach dem Fukushima-Tsunami gar die Energiewende mit dem Ausstieg aus der Kernenergie. Der Ersatz soll grün sein, aus erneuerbaren Energien stammen. Grosse Erwartungen richten sich auf den Ausbau der Solarstromanlagen, dies auch zur Elektrifizierung des Verkehrs. Die Sonne soll künftig grossenteils die Energieversorgung garantieren, ökologisch korrekt.

Diese Ausgabe der *Weltwoche Grün* gilt deshalb dem Thema ökologischer Strom. Was ist das genau? Die Umfrage unter neun Fachleuten auf Seite 18 zeigt, wie weit die Meinungen auseinandergehen.

Viele sagen, die Solarenergie sei am umweltschonendsten. Betrachtet man aber den gesamten Lebenszyklus mit Herstellung, Betrieb und Entsorgung der Anlagen, ist die Solarlösung nicht mehr so glänzend. Die Umweltbelastung bei der Produktion und vor allem auch bei der Entsorgung ist beträchtlich und kann, wie hier beschrieben, exzessiv werden, wenn Milliarden alter Panels auf die Müllhalde geworfen werden.

Hinzu kommt die Unberechenbarkeit des Solarstroms, weil dieser nur bei Sonnenschein

produziert wird. Während der Lücken mit null Spannung, also auch jede Nacht, könnten Computer und Maschinen nicht laufen. Blackouts drohten, Solar solo funktioniert nicht. Selbst ein exorbitanter Ausbau der Solarkapazitäten könnte die heute stetig und zuverlässig liefernde Kernkraft nicht ersetzen. Das zeigt die Grafik auf Seite 14.



Also doch Atomkraft? Horst-Michael Prasser, früher Professor für Kernenergiesysteme an der ETH Zürich und in führender Position am Paul Scherrer Institut, legt hier dar, wie sich die Technik bei Kernkraftanlagen verändert hat, wie die Schweizer Werke einzustufen sind und welche Entwicklungen künftig denkbar sind. Nach seiner

Einschätzung würde die Verwendung heutiger Abfälle in einem Kreislauf mit Wiederaufbereitung und modernen Reaktortypen ein gewaltiges Potenzial zur Energieproduktion erschliessen. Dies umso mehr, als die Uranvorräte auf der Erde riesig seien, wenn man alle Formen berücksichtige. Die Energieversorgung liesse sich aus dieser Sicht auf viele Generationen hinaus klimaneutral sichern.

Welch ein Kontrast zu heute, da man aus Angst vor Blackouts verzweifelt Energie sucht – egal woher. Man muss nicht so weit suchen, die Wende zurück brächte Sicherheit.

Ihre Weltwoche

INHALT

- 04 **Gute Nachrichten**
- 06 **Energie für viele Generationen**
Horst-Michael Prasser über das Potenzial der Kernkraft und die Kombination mit Solar und Wind
- 10 **Sonne, Wind und Kerne**
Essay von André D. Thess
- 12 **Freudensprünge im Kreis**
R-PET und Bottle-to-Bottle
- 14 **Flutterstrom**
Grafik: Was taugt die Solarenergie?
- 16 **Die dunkle Seite der Sonnenenergie**
Fotovoltaik, Windräder und damit verbundene Belastungen
- 17 **Geldlenkmaschine**
Taxonomie von Kernkraft und Erdgas
- 18 **Was ist ökologischer Strom?**
Umfrage unter neun Schweizer Expertinnen und Experten
- 20 **Medien**
Bücher, Podcasts und Videos
- 21 **Versuch und Irrtum**
Holzabfälle zu Treibstoff
- 22 **Wie nachhaltig waren die Römer?**
Umgang mit der Natur in der Antike
- 23 **Die eherne Klimaregel**
Die wahren Kräfte in der Umweltpolitik
- 24 **Überlebensstrategien**
Strom vom Zitteraal
- 25 **Anders als gedacht**
Eisbären-Klima
- 26 **Grüsse aus der Zukunft**
Kaiser ohne Kleider, von Reiner Eichenberger

IMPRESSUM

Herausgeberin: Weltwoche Verlags AG, Postfach, 8702 Zollikon. Die Weltwoche erscheint donnerstags.

Redaktion und Verlag: Telefon 043 444 57 00, Fax 043 444 56 69, www.weltwoche.ch, E-Mail-Adressen: vorname.name@weltwoche.ch, verlag@weltwoche.ch, leserbriefe@weltwoche.ch.

Abo-Service: Tel. 043 444 57 01, Fax 043 444 50 91, E-Mail kundenservice@weltwoche.ch.

Jahresabonnement Inland Fr. 346.– (inkl. MwSt.). Schnupperabonnement Inland Fr. 38.– (inkl. MwSt.). Weitere Angebote für In- und Ausland unter www.weltwoche.ch/abo

Chefredaktor: Roger Köppel. **Verlagsleitung:** Florian Schwab. **Betriebsleitung:** Samuel Hofmann.

Anzeigenverkauf: Tel. 043 444 57 02, Fax 043 444 56 07, E-Mail anzeigenid@weltwoche.ch. **Online-Vermarktung:** GLA United. E-Mail weltwoche@gla-united.com

Druck: Print Media Corporation, PMC, Oetwil am See, Mitglied der Schellenberggruppe AG. Die Weltwoche wird gedruckt in der Schweiz auf schweizerischem Papier, das auf der Basis von hochwertigem Durchforstungsholz, Altpapier und Zellulose hergestellt wurde. Es schont Ressourcen, Energie und somit die Umwelt.

Die Wiedergabe von Artikeln und Bildern, auch auszugsweise oder in Ausschnitten, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Redaktion gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos wird keine Haftung übernommen.

DIE WELT GEHT DOCH NICHT UNTER

Vier gute Nachrichten



Handel macht vernünftig

WIRTSCHAFT. Eine Stimme der Vernunft in der verbreiteten Verwirrung der Masstäbe: Der europaweit höchst anerkannte deutsche Ökonom Hans-Werner Sinn wurde dieser Tage in einem Interview des Fernsehsenders ZDF mit Blick auf die Beziehung Deutschland–China gefragt: «Stecken wir mit unserer Wirtschaft also nicht nur in einer Russland-Falle – weil wir von russischem Gas abhängig sind –, sondern auch in einer noch grösseren China-Falle?» Sinns Antwort: «Warum Falle? Handel hält auch den einen oder anderen Partner davon ab, allzu aggressiv in einem Konflikt vorzugehen. Wenn alle Länder autark wären, dann hätten wir viel mehr Kriege auf der Welt, als das heute angesichts der Handelsverflechtungen der Fall ist.» Protektionismus unterminiere die Arbeitsteilung und damit die Quelle des Wohlstands. Ging in der jüngsten Hysterie oft vergessen.



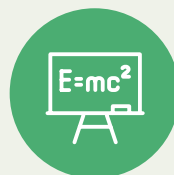
Mehr Macht für die Bürger

GESELLSCHAFT. Die Welt wird demokratischer, die politischen Ordnungen der Länder quer über den Globus haben sich in den vergangenen Jahrzehnten in Richtung mehr Mitbestimmung der Bürger gewandelt. Dies lässt sich jüngsten Informationen des Portals «Our World in Data» entnehmen. Im Wesentlichen umfasst Demokratie laut den Befunden die Möglichkeit, die Regierungen zu wählen, sowie einen Schutz der Bürger vor Staatsübergriffen. Die Datenexperten konstruierten einen Index mit der Spanne von null bis eins, von null Demokratie bis maximale Ausprägung. Am sinnvollsten ist die Messung pro Land, aber wie ist das Gesamtbild? Aus dieser Sicht deuten die Daten darauf hin, dass die Welt 1789, vor der Französischen Revolution, einen Gesamtindex von 0,05 aufwies, heute nun einen von 0,51. Klar, vor zehn Jahren hatten wir einen Wert von 0,53, aber 1980 waren es erst 0,3.



Die Magie des Lichts

TECHNOLOGIE. Die Zukunft wird heller. Auch im wörtlichen Sinn. Die Beleuchtungstechnologie erfährt Entwicklungen geradezu in Richtung Lichtmagie – mit weniger Energieverbrauch. Die Firma L. E. S. S aus Renens bringt neue Leuchtanwendungen in die Auto-, Uhren- und Pharmaindustrie. Gründer, Erfinder und Konzernchef Yann Tissot bringt mit nanometerdünnen Fasern Laserlicht zu neuartiger Wirkung, x-mal heller, flexibler und effizienter als LED-Licht. Glowee heisst die Firma der französischen Forscherin Sandra Rey, die mit Bakterien biologisch Licht erzeugt, Biolumineszenz. Wie Glühwürmchen bringen genetisch passende Mikroorganismen ihr Leuchten zur Wirkung, wenn sie in grossen Mengen kollektiv als eine Art lebende Lampe ihren Dienst tun. Rey will Hintergrundlicht, Stimmungsbeleuchtung, aber auch mehr Sicherheit in Städte bringen.



Reparaturen mit der Genschere

WISSENSCHAFT. Die ETH Zürich würdigt in ihrem Zukunfts-Blog das Zehn-Jahr-Jubiläum der Genom-Editierung nach Crispr/Cas. Das System wird oft als Genschere bezeichnet, und diese Bezeichnung ist aus Sicht des Autors Eric Aird für seine ersten Anwendungen durchaus zutreffend. Diese zehn Jahre seien geprägt gewesen von einer atemberaubend schnellen Entwicklung und einem grossen Versprechen, Tausende von genetischen Krankheiten verhältnismässig einfach zu heilen – mit einer einzigen Behandlungsdosis, die krankheitsverursachende DNA-Mutationen in den Körperzellen gezielt korrigiere. So etwa Sichelzellenanämie und Muskeldystrophie. Und tatsächlich, so fügt der Autor an: «Ein Jahrzehnt später lösen wir dieses Versprechen in Form zahlreicher Therapien ein, die derzeit in klinischen Studien am Menschen erprobt werden.»

Je mehr Sterne, desto nachhaltiger.

Einfach nachhaltiger einkaufen.

Gute Nachrichten für alle, die im Alltag etwas tun möchten für ein besseres Morgen: Dank der M-Check Nachhaltigkeits-Skala wird bewusstes Einkaufen noch einfacher. Die Initiative der Migros wird unterstützt von unabhängigen Partnern.

Nachhaltigkeit ist komplex. Auch beim Einkaufen ist nicht immer klar, ob Produkt A oder Produkt B nachhaltiger ist. Darum hat die Migros gemeinsam mit externen Experten die M-Check Nachhaltigkeits-Skala entwickelt. M-Check zeigt mit 1–5 Sternen, wie gut ein Produkt abschneidet bezüglich Klimaverträglichkeit, Tierwohl und – ganz neu – umweltfreundlicher Verpackung. Je mehr Sterne, desto nachhaltiger.

Über 3500 Produkte bewertet

Die M-Check Nachhaltigkeits-Skala bewertet alle Eigenmarken der Migros. Sie zeigt auf, wie ein Produkt im Vergleich zum Gesamtsortiment abschneidet. Die Kriterien wurden mit externen Partnern erarbeitet und basieren auf wissenschaftlichen Grundlagen. Aktuell finden Sie die M-Check-Bewertung auf der Verpackung von über 3500 Produkten. Weitere Produkte kommen laufend dazu. Die Umsetzung erfolgt schrittweise, sodass keine Verpackungen unnötig vernichtet werden. Die M-Check-Bewertung finden Sie auch in der Migros App oder auf migros.ch unter den Produkten.

Mehr Informationen zum
M-Check unter m-check.ch



MIGROS



Klimafreundlichkeit in Sternen

In die Berechnung fließt die gesamte Ökobilanz des Produktes ein: Vom Anbau über den Einsatz von Wasser, Dünger und Futtermittel bis hin zum Transport und zur Verpackung. Die Klima-Bewertung erfolgt durch die Ökobilanzierungsfirmen treeze und intep und wird durch die Stiftung myclimate validiert.



Tierwohl auf einen Blick

Die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) hat alle Tiergattungen und Haltungssysteme nach verschiedenen Kriterien analysiert und im Bewertungssystem eingeordnet. Je nach Tiergattung werden folgende Kriterien beurteilt: Auslauf im Freien, Stallhaltung, Futter, Wasser, Kontrollen, Luftqualität, Medikamente, Unversehrtheit der Tiere, Warenfluss, Zucht und Transport.



Neu prüft M-Check auch die Verpackung

Die Bewertung auf der neu eingeführten Dimension «Umweltfreundliche Verpackung» berücksichtigt Material, Gewicht und zeigt, ob die Verpackung aus Recyclingmaterial gewonnen wurde und wie sie entsorgt wird. Die wissenschaftlich fundierte Bewertungsmethodik ist eine weltweite Neuheit. Sie wurde mit der Carbotech, einem Unternehmen für Nachhaltigkeitsstrategien, erarbeitet und kritisch geprüft von der Empa, einem Forschungsinstitut der ETH Zürich.



Solar- und Kernenergie unterstützen sich gegenseitig.

Energie für viele Generationen

Die Kombination von erneuerbaren Energieformen wie Solar und Wind mit Kernkraft wäre ideal. Wenn neue Reaktortypen zum Zuge kommen, kann mit Atomkraft eine zuverlässige Versorgung auf extrem lange Zeit hinaus sichergestellt werden.

Horst-Michael Prasser

Die Entscheidung ist gefallen. Kernenergie und Gas sind in die Taxonomie aufgenommen, in den offiziellen Bewertungskatalog der EU, der Investitionen nach ihrer ökologischen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit benotet. Zustimmung bei den einen, Kopfschütteln, Protest, vielleicht gar Entsetzen bei den anderen. Sowohl Kernenergie wie Erdgas könnten ohnehin schon wegen begrenzter Ressourcen nicht nachhaltig sein, so die verbreitete Meinung.

Beim Gas kommen die CO₂-Emissionen dazu, bei der Kernenergie Radioaktivität, strahlende Abfälle und – allem voran – das Störfallrisiko. Nach Tschernobyl und Fukushima ist die Ablehnung der Kernenergie in weiten Teilen der Öffentlichkeit nachvollziehbar.

In der aktuellen Situation jedoch, wo die Energieversorgung zu wackeln beginnt, wird ein anderes Risiko stärker sichtbar: das Risiko, die Wende zu einer klimaverträglichen und zuverlässigen Energieversorgung könne ohne

Kernenergie scheitern. Wer auf einen Mix aus Erneuerbaren und Kernenergie setzen will, muss sich auf das Risiko der Atomkraft einlassen.

Wie sieht es also mit der Sicherheit von Neubauanlagen aus? Jeder Reaktor ist heute so konstruiert, dass die Kettenreaktion von selbst abnimmt, wenn die Temperaturen im Reaktor ansteigen oder das Kühlmittel zu sieden beginnt. Das verhindert Katastrophen vom Typ Tschernobyl. Dort geriet die Kettenreaktion ausser Kontrolle, als zu viel Wasser verdampfte.

Notkühlsysteme, die zusammen mit den erforderlichen Notstromaggregaten gebunkert aufgestellt sind, oder – noch besser – passive Systeme, die ohne externe Energiezufuhr auskommen, verhindern zudem Katastrophen wie die in Fukushima. Die Bunkerung schützt gegen Erdbeben, Überflutung und Flugzeugabstürze. Überstürzte Operator-Eingriffe werden durch selbsttätig startende Sicherheitseinrichtungen vermieden.

Die Robustheit des Containments wurde weiter erhöht, indem Einrichtungen zum Auffangen und Abkühlen einer Kernschmelze eingeführt wurden. Sie verhindern, dass das innere Containment durch die Schmelze angegriffen wird. Dazu kommen, verteilt im Gebäude, Katalysatoren, die eventuell auftretenden Wasserstoff beseitigen. Sie hätten die Explosionen in Fukushima verhindert. Kernschmelze und Wasserstoff treten aber nur auf, wenn die Notkühlsysteme trotz ihrer robusten Auslegung doch versagen sollten.

Vertrauen in Schweizer AKW

Die laufenden Schweizer Kernkraftwerke haben alle schon doppelte Containments. Das innere Containment ist druckfest und soll radioaktive Stoffe zurückhalten, das äussere Containment ist eine massive Stahlbetonhülle, die vor Einwirkungen von aussen schützt. Notstromaggregate sind im Gegensatz zu Fukushima geschützt aufgestellt. Eine Schmelzerückhaltung lässt sich bei grösseren Reaktoren nicht nachrüsten. Als Ersatz ist eine gefilterte Druckentlastung eingebaut worden, über die der Druck abgelassen werden kann, der sich im inneren Containment aufbaut, wenn eine Kernschmelze auftritt. Das geschieht über einen Filter, der radioaktive Aerosole zurückhält, damit sie nicht wie in Fukushima die Umgebung kontaminieren. Katalysatoren gegen Wasserstoff wurden nachgerüstet und zusätzliche gebunkerte Notstandssysteme angebaut – alles lange vor der Katastrophe in Japan.

Auf dieser Basis hatte eine Mehrheit des Schweizer Stimmvolks offenbar ausreichend Vertrauen in die nukleare Sicherheit, um 2017 für einen Weiterbetrieb der Kernkraftwerke zu votieren. Dennoch wurde das Neubauverbot akzeptiert, obwohl Neuanlagen einen noch höheren Sicherheitsstandard aufweisen würden. Vermutlich weil angenommen wird, dass die erneuerbaren Energien, besonders der Ausbau der Solarenergie, allein für eine nachhaltige Energieversorgung ausreichen. Es ist zu hinterfragen, ob das klappen kann bei der heutigen Bevölkerungsdichte und den bestehenden Ansprüchen an den Lebensstandard, der auf einer



Horst-Michael Prasser ist emeritierter Professor für Kernenergiesysteme an der ETH Zürich. Von 2007 bis 2017 leitete er parallel das Labor für Thermohydraulik am Paul Scherrer Institut.

zuverlässigen Elektrizitätsversorgung basiert. Wobei der Bedarf in Zukunft wachsen wird.

Was ist nachhaltig? Im Brundtland-Bericht von 1987, der für die Definition von Nachhaltigkeit berühmt wurde, steht: «Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.» Dabei sollen umweltpolitische, ökonomische und soziale Aspekte gleichrangig beachtet werden. Es besteht die reale Gefahr, dass menschengemachte Klimaveränderungen künftigen Generationen das Leben sehr schwermachen werden. Die schnelle Reduktion von CO₂-Emissionen ist deshalb das Hauptziel der Energiewende.

Kernkraft kommt wie Solar-, Windenergie, Wasserkraft und Geothermie ohne einen kohlenstoffhaltigen Primärenergieträger aus. Es entsteht also bei der Stromerzeugung kein CO₂. Im Lebenszyklus, «von der Wiege bis zur Bahre», gibt es somit nur sekundäre CO₂-Emissionen. Sie treten grösstenteils dort auf, wo die Energie für Bau, Versorgung, Betrieb und Entsorgung der Anlagen noch aus fossilen Brennstoffen stammt. Sobald dieser Sektor dekarbonisiert ist, gibt es diese sekundären CO₂-Emissionen nicht mehr. Dabei unterstützen sich Solar- und Kernenergie gegenseitig.

In diesem Punkt ist Kernenergie zweifellos nachhaltig, während die Entscheidung, Gas in die Taxonomie aufzunehmen, bestenfalls ein Kompromiss sein kann, wenn es um einen Übergang weg von der Kohle geht.

Für viele geht die Verminderung der Treibhausgasemissionen nicht schnell genug voran. Ein Blick auf Deutschland zeigt indessen, was passiert, wenn man den Einstieg in Solar- und

Windkraft mit dem Ausstieg aus der Kernenergie kombiniert. Noch 2002 hatte Deutschland pro Jahr 150 Milliarden kWh aus Kernkraftwerken im Strommix. Der letzte Rest von etwa 34 Milliarden kWh wird Anfang 2023 wegfallen – sofern es keine Kursänderung gibt.

Erst 2019 haben Sonne und Wind erstmals genau so viel Strom geliefert wie einst die Kernkraftwerke. Damit ist ihr Beitrag zur CO₂-Reduktion siebzehn Jahre lang praktisch verpufft. Aus Kohle kommen in Deutschland heute jährlich etwa 150 Milliarden kWh und etwas mehr als 150 Millionen Tonnen CO₂ – mehr als das Dreifache des gesamten Schweizer Klimagasausstosses.

Solarausbau mit wenig Wirkung

Hätte Deutschland die Kernenergie wenigstens auf konstantem Niveau gehalten, dann hätte man schon vor fünf Jahren endgültig aus der Kohle aussteigen können. Abgesehen von einem Betrieb bis zum Ende der technischen Lebensdauer, hätte auch die Möglichkeit für den kontinuierlichen Ersatz älterer Werke oder sogar einen Ausbau der Kapazitäten bestanden. In Deutschland war zur Jahrtausendwende gerade die Entwicklung von zwei Reaktortypen der dritten Generation abgeschlossen.

In der Schweiz würde der Ersatz der heute laufenden Kernkraftwerke den Bau von tausend Gondosolar-Anlagen für je etwa vierzig Millionen Franken bedeuten, allfällige Energiespeicher nicht eingerechnet. Nach heutigen Kosten ergibt das vierzig Milliarden Franken. Dachanlagen wären teurer. Eine derart grosse Investition vermeidet so nicht eine einzige Tonne CO₂, weil ja Kernkraft ersetzt wird.

Der gewaltige Energiegehalt im Uran ist der Grund für geringe Umweltbelastungen über den Lebenszyklus, etwa bezüglich Schadstoff-

Die schnelle Reduktion von CO₂-Emissionen ist das Hauptziel der Energiewende.

emissionen, Landverbrauchs und Abfallströme. Das liegt nicht daran, dass die Kernenergie mit «netten», ungefährlichen Stoffen umgeht, sondern daran, dass pro erzeugte Kilowattstunde wenig davon verbraucht wird. Giftige Substanzen, teilweise in grossen Mengen, werden auch in der Solarzellenproduktion und beim Bau von Windkraftanlagen benötigt.

Gesundheitsschädliche, sicher zu entsorgende Abfälle und Betriebsrisiken durch potenzielle Freisetzungen gefährlicher Sub-

stanzen sind also nicht nur in der Kerntechnik ein Thema. Während Radioaktivität mit der Zeit abklingt, bleibt chemische Toxizität für immer gleich. In beiden Sektoren, in der Kerntechnik und bei erneuerbaren Energien, muss somit bei der Abfallentsorgung mit höchsten Sicherheitsstandards und sehr sorgfältig umgegangen werden. Öffentlich diskutiert wird das praktisch nur mit Blick auf die Kernenergie.

Zwei Unterschiede sind bemerkenswert: Erstens verläuft die Entsorgung chemisch-toxischer Abfälle in Tiefenlagern seit Jahrzehnten reibungslos, übrigens gerade in Deutschland, und weitgehend unter dem Radar öffentlicher Wahrnehmung, während bei radioaktivem Abfall starke Opposition besteht. Zweitens treten problematische Abfälle nicht bei der Entsorgung ausgedienter Windkraftanlagen und Solarzellen auf, sondern bei ihrer Herstellung.

Und die findet gegenwärtig hauptsächlich im Ausland statt. Kernkraftwerke dagegen sollen als inländische Stromproduzenten ihren Abfall auch im Inland entsorgen. Das verschiebt die Wahrnehmung hierzulande weiter zuungunsten der Kerntechnik. Bei der Suche nach möglichst grosser Nachhaltigkeit geht es aber um die Zukunft der Welt als Ganzes, also wären jeweils die gesamten globalen Wirkungen zu bewerten.

Entsorgungskosten im Rappenbereich

In der Schweiz sollen nach geltendem Recht ausgediente Brennelemente direkt in ein Tiefenlager gebracht werden. Die Wiederaufarbeitung ist verboten, obwohl sie das Volumen der hochaktiven Abfälle auf einen Viertel reduziert. Trotzdem gibt es eine Lösung, die zurzeit öffentlich diskutiert wird: Die Brennelemente sollen in dickwandige Stahlkanister eingeschweisst und mehrere hundert Meter tief in eine ausreichend mächtige Schicht von Opalinuston eingebettet werden. Der Abfall enthält hochaktive Spaltprodukte, den eigentlichen Abfall der Energie liefernden Kettenreaktion. Zusätzlich enthält er unverbrauchtes Uran sowie Plutonium und weiterhin Elemente jenseits des Urans, Nebenprodukte, Aktinoide genannt, die weniger stark radioaktiv sind, deshalb aber langsamer zerfallen. Viele von ihnen sind, wie das natürlich vorkommende Radon, starke Alphastrahler und sehr krebserregend.

Der Stahlkanister verhindert das Austreten der Spaltprodukte, bis sie zerfallen sind. Für Uran, Plutonium und langlebige Transurane hält der Kanister aber nicht lang genug dicht. Hier kommen der Opalinuston und die Verfüllmasse Bentonit, beides Tongesteine, zum Zuge. Sie binden die Aktinoide an sich und

verhindern so, dass sie ins Grundwasser und in Nahrungsketten gelangen können.

Das ist, kurz gesagt, die geochemische Basis des Schweizer Konzepts der direkten Tiefenlagerung. Kein anderer Abfall, sei er noch so toxisch, auch nicht die Abfälle aus der Herstellung von Solarzellen und Windgeneratoren, wird je in solch stabilen Stahlbehältern eingeschweisst werden können. Die Kosten der Entsorgung wären ein Rentabilitätskiller. Bei der Kernenergie ist die Wertschöpfung bezogen auf die Menge an hochaktivem Abfall jedoch so gross, dass die gesamten Entsorgungs- und Rückbaukosten von fast 25 Milliarden Franken mit einer Rücklage von einem Rappen pro kWh gedeckt werden können. Das ist ein Vorteil der hohen Leistungsdichte von Kernbrennstoff.

Viele Reaktortypen der vierten Generation sind in der Lage, alle langlebigen Aktinoide, nicht nur Uran und Plutonium, durch Kern-

Transmutation ist eine Option, um Kernenergie über ganz lange Zeiträume anzuwenden.

spaltung mit schnellen Neutronen in schneller zerfallende Spaltprodukte umzuwandeln. In Kombination mit einer erweiterten Wiederaufarbeitung – die dann natürlich nicht länger verboten sein darf – gelangen dann nur noch Spaltprodukte ins Tiefenlager. Damit sinkt die notwendige Einschlusszeit unter tausend Jahre. Das wird als Transmutation bezeichnet und ist eine Zukunftsoption für nachfolgende Generationen, wenn es darum geht, Kernenergie über ganz lange Zeiträume anzuwenden, ohne dabei immer mehr langlebige Aktinoide anzuhäufen.

Optimale Kombination der Energien

Der Ausstoss klimaschädlicher Gase muss reduziert werden. Das muss eine feste Vorgabe der Energiewende sein. Doch auch die übrigen ökologischen und ökonomischen Belastungen müssen im Interesse zukünftiger Generationen kleingehalten werden. Da ist der richtige Mix wichtig. Das Angebot von Windkraft und Solarenergie schwankt unabhängig von unserem Willen. Strebt man allein durch ihren Ausbau eine Vollversorgung an, beginnen bald der Bedarf an Stromspeichern und damit der gesellschaftliche Aufwand und der Ressourcenverbrauch zunehmend schneller anzuwachsen. Besonders die saisonale Speicherung wird zum Problem. Kernenergie rechnet sich am besten im Dauerbetrieb. Die Kosten pro produ-

zierter Kilowattstunde steigen, wenn sie eine schwankende Stromabnahme decken soll. Denn zu viel Kernenergie würde zu oft nicht auf Volllast laufen können. Das Optimum liegt in der Mitte. Ein gewisser Anteil Kernenergie im Strommix kann helfen, übermässig grosse Investitionen in die Stromspeicherung zu vermeiden. Grosse industrielle Abnehmer können so kostengünstiger kontinuierlich versorgt werden.

Derzeit macht sich aber kaum einer die Mühe, dieses Optimum zu suchen, weil die politische Prämisse des beschlossenen Atomausstiegs nicht hinterfragt wird. Dabei steht unter Umständen die internationale Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft auf dem Spiel.

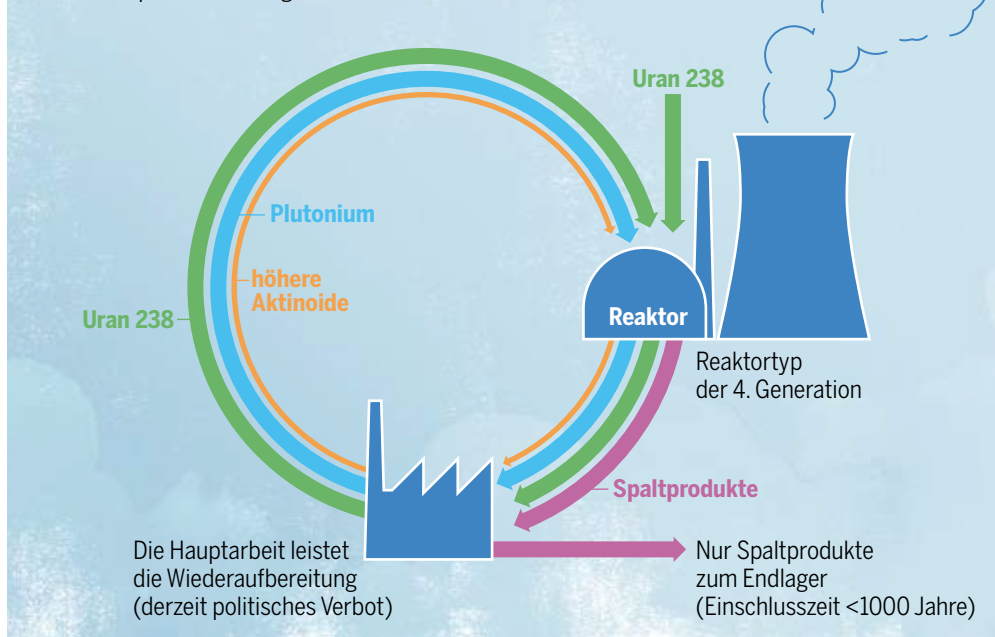
Ich behaupte ferner, dass auch ein möglichst kleiner Umweltverbrauch angestrebt werden muss. Die Vermeidung von Energiespeichern durch Kernenergie verringert den Landverbrauch bei der Errichtung von Speicherseen oder Umweltschäden durch den Bergbau für die Gewinnung von Stoffen, die man für die Speicherung braucht. Nur ein Beispiel: Lithium für Batterien. Schon allein für die Batterien für Elektroautos muss die weltweite Lithiumgewinnung gegenüber heute etwa verzwanzigfacht werden. Doch schon jetzt rufen grosse Lithiumminen Umweltschützer auf den Plan. Bei anderen Rohstoffen für Batterien wird sogar ein Mangel an Ressourcen vorhergesagt. Das sieht nach einem in der Wahrnehmung verdrängten Problem aus.

Ein weiterer Nachhaltigkeitsvorteil der Kernenergie: Im Gegensatz zu Erdgas, Kohle und besonders Erdöl steht die energetische Nutzung von Uran nicht in Konkurrenz zu anderen Verwendungszwecken. Bei fossilen Energieträgern dagegen gilt: Je schneller aus deren Verbrennung ausgestiegen werden kann, desto mehr bleibt für die stoffliche Nutzung durch zukünftige Generationen übrig.

Uran ist ein preiswerter Rohstoff. Oft wird kritisiert, dass Brennelemente für Kernreaktoren etwa einen Drittel der importierten Primärenergie ausmachen. Doch in Geld ausgedrückt, sind es nur hundert Millionen Franken pro Jahr, während gegenwärtig mehr als zehn Milliarden Franken für Öl und Gas ausgegeben werden dürften. Aus diesem einen Prozent der Kaufsumme machen die vier noch laufenden Kernkraftwerke grob gesagt etwa 30 Prozent der Elektroenergie und 10 Prozent der Endenergie, die in der Schweiz verbraucht werden. Zurzeit explodieren die Preise für Öl und Gas, während der Preis für Kernbrennstoff weitgehend konstant bleibt. Da liefert die Kern-

Enormes Potenzial eines geschlossenen Brennstoffzyklus

Mehr Nachhaltigkeit bei Brennstoffversorgung und Abfallentsorgung mit dem Vorteil von praktisch unbegrenzten Vorkommen von Uran 238.



Die notwendige Einschlusszeit würde unter tausend Jahre sinken.

energie einen stabilen Beitrag zu Unabhängigkeit und Stabilität der Energieversorgung.

Und Uran gibt es zunächst einmal genug. Das geht so weit, dass eine ganze Anzahl von Minen in westlichen Ländern die Produktion reduziert haben oder ganz eingestellt wurden. Uran von führenden Produzenten, wie etwa Kasachstan, ist für sie einfach eine zu starke Konkurrenz. Diese Reserven können aber jederzeit mobilisiert werden.

Die bereits für eine bergbauliche Nutzung detailliert erkundeten Ressourcen liegen gemäss der einschlägigen Veröffentlichung der NEA-IAEA Uranium Group der OECD, dem «Uranium Red Book», bei sechs Millionen Tonnen. Das reicht zur Deckung des heutigen weltweiten Bedarfs für hundert Jahre. Grundsätzliche geologische Erkenntnisse erlauben jedoch die Vorhersage, dass noch doppelt so viel konventionelle Ressourcen auf ihre Erschliessung warten.

Daneben gibt es sogenannte unkonventionelle Uranvorkommen. Der Kostenanteil der fertigen Brennstäbe beträgt etwa 0,5 Rappen pro kWh. Der Kostenbeitrag des Natururans ist gar noch geringer. Er liegt bei 0,1 Rappen. Deshalb ist es kein Problem, wenn die Urangeinnung auf lange Sicht teurer wird, auch wenn Umweltauflagen strenger werden. Fossile Brennstoffe sind nur dann wirtschaftlich interessant, wenn sie

praktisch in Reinform vorkommen. Uranhaltige Erze und Gesteine sind hingegen in sehr weitem Konzentrationsbereich nutzbar. Wie auch bei anderen Spurenelementen, findet sich immer mehr Uran, je tiefer die Konzentration ist, die man wirtschaftlich ausbeuten kann.

In der Zukunft wird deshalb Uran interessant werden, das in Phosphaterzen, bestimmten Schiefergesteinen, Kohleaschen, Silber-, Kupfer- und Nickelerzen vorkommt. In vielen Fällen geht es heutzutage meist einfach auf die Asche-, Schlacke- und Abraumhalden. Das Uran in den Phosphaten gelangt mit dem daraus hergestellten Dünger auf die Felder und von dort in die Fliessgewässer. Das wird von Umweltverbänden kritisiert. Technologien für eine Abtrennung sind indes vorhanden, werden aber nicht genutzt, weil Uran aus dem «normalen» Bergbau noch immer viel billiger ist. Aus unkonventionellen Vorkommen könnte aber sehr viel Uran erschlossen – das «Red Book» gibt 39 Millionen Tonnen an –, und auch die Radiotoxizität in Altlasten aus anderen Bergbauaktivitäten könnte verringert werden.

Es kann meiner Ansicht nach kaum Zweifel an der Nachhaltigkeit solcher Unternehmungen geben. Das wäre eine klare Zukunftsoption für nachfolgende Generationen.

Zudem: Ob man es heute gut findet oder nicht – das Brüten von Plutonium aus dem nicht

spaltbaren Uran 238 in Reaktoren mit schnellen Neutronen ist machbar. Das wurde mehrfach grosstechnisch demonstriert. Und es kann im selben Reaktor mit der schon besprochenen Transmutation kombiniert werden. Uran 238 ist 150-mal häufiger als das Isotop 235, das heutige Reaktoren hauptsächlich nutzen. Aus derselben Menge natürlichen Urans kann folglich bis zu 150-mal mehr Energie gewonnen werden.

Unerschöpfliche Ressourcen

Diese Technik zur Serienreife zu bringen, ist eines der Ziele der Entwicklung von Reaktoren der vierten Generation. Sie hat das Ziel, das sicherheitstechnische Niveau und die Wirtschaftlichkeit von Reaktoren der dritten Generation zu erreichen und möglichst noch zu überbieten. Das dreimal häufigere Thorium wäre eine noch weitreichendere Quelle von Kernbrennstoff.

Brüten erschliesst unerschöpfliche Kernbrennstoffressourcen, weil heutzutage völlig uninteressante Uranvorkommen plötzlich wirtschaftlich und umweltverträglich genutzt werden könnten. Grosse Mengen von Uran 238, Rückstände der Urananreicherung, könnten ohnehin Brennstoff für viele Jahrhunderte darstellen. Und zu guter Letzt könnte auch das im Meerwasser enthaltene Uran wirtschaftlich genutzt werden.

Zukünftige Generationen könnten Kernenergie somit praktisch für immer betreiben. Sollten zunehmend Probleme mit einer Vollversorgung der Menschheit aus erneuerbaren Energiequellen auftreten, so wird die Bereitschaft wachsen, Reaktoren der vierten Generation und geschlossene Brennstoffzyklen in einen nachhaltigen Energiemix einzubeziehen. Kernenergie und insbesondere die heutige Forschung zu neuen Reaktortypen schaffen Optionen für künftige Generationen und nicht das Gegenteil.

Versorgungssicherheit ist auch ein Element der Nachhaltigkeit. Wenig nachhaltig sind oft Monokulturen, weil einzelne unvorhergesehene Hürden, Engpässe und Rückschläge zum Knock-out führen können. Diversität verleiht einem System Stabilität. Eine Monokultur von Solarenergie ist meiner Meinung nach ebenso wenig nachhaltig wie der Glaube, der Ausbau der Kernenergie sei der einzig gangbare Weg. Mir erscheint die Fortsetzung ungebremsten wirtschaftlichen Wachstums ebenfalls nicht nachhaltig. Ein besonnenerer Umgang mit den knapper werdenden Ressourcen erfordert auch ein Umdenken beim Konsum. Wenn ich etwas nennen darf, was mit absoluter Sicherheit nicht nachhaltig ist, so ist es Krieg.

Hochspannung im trüben Wasser

Herbert Cerutti



Biologisches Kraftwerk: «Fang der Zitteraale», Alexander von Humboldt, Holzstich, 1870.

Als Alexander von Humboldt um 1800 die schlammigen Zuflüsse am Orinoco erforschte, lernte er den sagenhaften Zitteraal persönlich kennen. Schon hundert Jahre vorher war die Kunde nach Europa gelangt, in den warmen Flüssen Südamerikas lebe der *temblador*, der «Zitterer», ein bis zu zwei Meter langer, zwanzig Kilogramm schwerer, aalförmiger Fisch, der jedes fremde Lebewesen in seiner Umgebung mit elektrischen Blitzschlägen betäube und oft auch töte.

Humboldt wollte den elektrischen Fisch genauer untersuchen und brauchte lebende Exemplare. Obwohl er für jeden gesunden Zitteraal zwei Piaster versprach, war die Furcht der Einheimischen vor den Stromstössen offenbar so gross, dass während vieler Tage kein einziges Tier im Camp eintraf. Darauf kümmerte sich Humboldt selber um die Jagd. Er liess sich von den Indianern das «Fischen mit Pferden» organisieren.

Dazu holten die Einheimischen aus der Steppe um die dreissig ungezähmte Pferde und jagten sie ins Wasser. Humboldt berichtet: «Der ungewohnte Lärm vom Stampfen der Rosse treibt die Fische aus dem Schlamm hervor und reizt sie zu Angriffen. Die Indianer stellen sich mit langen Rohrstäben um den Teich und scheuchen mit wildem Geschrei die Pferde zurück, wenn

sie aufs Ufer flüchten wollen. Die Zitteraale verteidigen sich durch wiederholte Schläge, und mehrere Pferde erliegen den unsichtbaren Streichen. Allmählich aber nimmt die Hitze des Kampfes ab und die erschöpften Aale schwimmen scheu ans Ufer des Teiches.» Mit kleinen, an langen Stricken befestigten Wurfspießen holten nun die Indianer die Zitteraale aufs Trockene, dabei fünf grosse Exemplare.

Bis zu 860 Volt

Heute weiss man, wie der Zitteraal funktioniert und was dieses biologische Kraftwerk zu leisten vermag. Der Fisch trägt beiderseits der Wirbelsäule der Körperlänge entlang stromerzeugende Organe. Elektrisches Grundelement sind umgewandelte Muskelzellen, die als längliche Zellen schichtweise übereinander liegen. Jeder dieser Elektrozyten ist über eine Schaltstelle an eine Nervenfasern gekoppelt und so mit einem Schrittmacherzentrum im Hirn verbunden. Kommt aus dem Schrittmacher ein elektrisches Signal, strömen Natriumionen durch die Zellmembran.

Dadurch entsteht eine Potenzialdifferenz von 150 Millivolt. Indem nun über 5000 Elektrozyten hintereinandergeschaltet sind, addieren sich die Spannungsdifferenzen zur enormen Gesamtspannung von bis zu 860 Volt, was Ströme von mehreren Ampere fliessen lässt. Wie raffiniert

die Natur arbeitet, zeigt ein Detail: Damit alle Elektrozyten, seien sie nun nahe beim Hirn oder ganz am Schwanzende, den vom Schrittmacherzentrum gesendeten Befehl zum Losschlagen exakt im gleichen Moment erhalten, wird der Laufzeitunterschied der Erregungsimpulse durch feinabgestufte Längen- und Durchmesseränderungen im Verbindungsnerv kompensiert. So können die Funken der halben Million Minibatterien zum gewaltigen Blitz synchronisiert werden.

Der Zitteraal braucht seine elektrische Kraft zum Lähmen der Beute oder als Verteidigung gegen Feinde. Zitteraale können jedoch auch elektrisch sehen: Mit Spannungsimpulsen von nur etwa einem Volt, dies aber viele hundert Mal pro Sekunde, baut der Fisch ein elektrisches Dipolfeld um seinen Körper. Jeder Gegenstand in der Nähe stört nun das Feld, und der Fisch sieht fremde Objekte als «elektrischen Schatten». So kann sich der Zitteraal auch im trüben, dunklen Urwaldfluss orientieren und unterscheiden, ob das Objekt etwa ein ungeniessbarer Stein oder aber ein Fischchen ist. Und wenig verwunderlich, dienen die elektrischen Signale auch der Kommunikation zwischen Männchen und Weibchen.

Herbert Cerutti ist Autor und Tierexperte.



Probleme mit der Bodenheizung? Eine Analyse schafft Klarheit.

Bodenheizungen, die bereits über 30 Jahre in Betrieb sind, sollten untersucht werden. Viele ältere Bodenheizungsrohre bestehen aus Kunststoff. Diese verspröden und verschlammten mit der Zeit. Wenn Sie nicht rechtzeitig reagieren, kann es teuer werden. Deshalb ist eine vorbeugende Analyse sehr ratsam.



BODENHEIZUNGSROHRE VERSPRÖDEN

Bodenheizungen sorgen für Komfort und sparen Platz. Doch die unsichtbare Wärmeverteilung altert. Versprödung und Verschlammung sind die Hauptgründe für ineffiziente Bodenheizungen. Werden Probleme nicht frühzeitig erkannt, sind die Schäden meist irreparabel. Betroffen sind insbesondere Systeme, die zwischen 1970 und 1990 verbaut wurden, weil in diesem Zeitraum hauptsächlich einfacher Kunststoff als Rohrmaterial zum Einsatz kam. Dieser versprödet mit der Zeit.

KALTE BÖDEN. WIE WEITER?

Wenn die Bodenheizung nicht die gewünschte Leistung bringt, gewisse Räume kalt bleiben und die Regulierung nicht richtig funktioniert, lohnt es sich, eine Fachperson hinzuzuziehen. Dabei ist es wichtig, dass die Anlage vor Ort genauestens untersucht wird.

KLARHEIT DURCH ANALYSE

Es müssen sämtliche Komponenten mit einbezogen und die Ergebnisse anhand von normierten SWKI-Richtwerten ausgewertet werden. Erst nach einer umfassenden Zustandsanalyse herrscht Klarheit darüber, wie es wirklich um eine Bodenheizung steht. Eine solche Analyse ist schon für wenige Hundert Franken zu realisieren und lässt eine klare Aussage über die Machbarkeit einer Sanierung zu.

SCHUTZSCHICHT GEGEN DIE ALTERUNG

Das Original zur Rohrrinnensanierung mittels Innenbeschichtung hat die Naef GROUP 1999 auf den Markt gebracht. Damit werden bestehende Bodenheizungen ganz ohne Baustelle saniert. Die Innenbeschichtung dient dabei als Schutzmantel gegen weitere Versprödung.

NICHT SPÜLEN, SONDERN SANIEREN

Alternativ werden seit einigen Jahren von diversen Anbietern auch Spülungen und Reinigungsverfahren angeboten. Es ist wichtig zu wissen, dass damit das eigentliche Problem – die Versprödung des Rohrmaterials – nicht behoben wird. Mit dem HAT-System wird eine Bodenheizung hingegen tatsächlich saniert.

10-JÄHRIGE GARANTIE MIT DEM ORIGINAL

Das HAT-System ist das einzige Rohr-innensanierungsverfahren, das Kunststoff-Bodenheizungen gemäss DIN-Norm 4726 sauerstoffdicht macht und damit die Alterung stoppt. So ist eine Erweiterung der Lebensdauer der Rohre garantiert und zudem werden auch gleich alle anderen wesentlichen Bodenheizungs-Komponenten gewartet oder ersetzt. Die Wertigkeit des Originals wird durch eine 10-jährige Garantie unterstrichen.



Naef

Rohrinnensanierungen | Das Original

GROUP | Schweizweit führend seit 1985

JETZT ZUSTANDSANALYSE BUCHEN

Die Zustandsanalyse wird von einem Spezialisten der Naef GROUP bei Ihnen vor Ort für nur **390.- CHF (inkl. MwSt.)** durchgeführt. Das Angebot gilt bis Ende 2022, für Objekte in der Deutschschweiz. Für Objekte im Engadin, im Wallis, im Tessin und in der Romandie gelten andere Preise. Die Analyse umfasst eine aktuelle Zustandserfassung nach geltenden Richtlinien und eine Beratung über weitere Schritte.

Ja, ich möchte mehr dazu erfahren. Kontaktieren Sie mich unverbindlich.

Name

Vorname

Strasse

PLZ, Ort

Jahrgang Liegenschaft

Telefon

E-Mail

Datum

Unterschrift

Weltwoche 2022

Bitte Talon zurücksenden oder anrufen

Naef GROUP

Wolleraustrasse 15N, 8807 Freienbach

Tel.: 044 786 79 00, Fax: 044 786 79 10

E-Mail-Adresse: info@naef-group.com

www.naef-group.com

Freudensprünge im Kreis

Die Schweiz hat als eines der ersten Länder den PET-Kreislauf schliessen können. Dank *bottle to bottle* und Materialien wie R-PET werden jetzt neue Recycling-Ziele erreicht.

Michael Baumann

Die Schweizerinnen und Schweizer sind Weltmeister im Recycling. Ob das nun Papier, Karton, Glas oder Aluminium betrifft: Das regelmässige Einsammeln dieser Rohstoffe hat hierzulande eine lange und erfolgreiche Tradition. Mittlerweile hat die PET- die Glasflasche als verbreitetste Verpackung für Getränke abgelöst. Und auch hier geniesst das Recycling einen hohen Stellenwert. Schon mehr als dreissig Jahre lang trägt der Verein PET-Recycling Schweiz, bei dem unter anderem Coca-Cola Schweiz Mitglied ist, viel dazu bei, die natürlichen Ressourcen zu schonen.

Die Schweiz gehört zu den ersten Ländern, die auch den PET-Kreislauf geschlossen haben, und stellt aus alten wieder neue Flaschen her. Dadurch zählt PET zu den umweltfreundlichsten Rohstoffen überhaupt. Mit ein paar Kennzahlen lässt sich dieser Umstand gut aufzeigen: Etwa 45 000 Tonnen an PET-Flaschen werden Jahr für Jahr an den rund 60 000 Sammelstellen abgegeben, was 34 Millionen Liter Erdöl einspart und 126 000 Tonnen Treib-

hausgase verhindert. Das entspricht gemäss PET-Recycling Schweiz wiederum 9500 Erdumkreisungen mit einem Auto oder aber dem jährlichen Heizölverbrauch der ganzen Stadt Biel mit ihren rund 55 000 Einwohnern.

Vorreiterrolle der Schweiz

Doch damit nicht genug: Anfang 2022 schnürte PET-Recycling Schweiz ein grosses Massnahmenpaket, mit dem die Klimaemissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette nochmals reduziert werden sollen. PET-Recycling Schweiz nimmt also eine Vorreiterrolle beim Bemühen um die Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels des Pariser Klimaabkommens ein. Allerdings sehen das nicht alle so: Greenpeace Schweiz bezeichnet das PET-Recycling als Greenwashing und allgemein das Sammeln von Restplastik als eine Sackgasse. Wie es in einem Positionspapier vom März 2021 heisst, würden damit die Kunststoffproduktion und schädliches Konsumverhalten gefördert.

Greenpeace verlangt ein grundlegendes Umdenken, eine Mehrweginfrastruktur und eine branchenübergreifende Standardisierung der Mehrwegsysteme. Dabei soll die Konsumgüterindustrie in die Pflicht genommen werden. Als Lösung wird eine Abgabe auf Kunststoffverpackungen vorgeschlagen, deren Lenkungswirkung einen Anreiz schafft, Verpackungen zu vermeiden.

Dass PET allerdings besser ist als sein Ruf bei Greenpeace, wurde vom Bundesamt für Umwelt (Bafu) schon im Jahr 2014 in einer Studie belegt. In der Studie steht, dass «die von den Konsumentinnen und Konsumenten strikt durchgeführte Abfalltrennung ökologisch sinnvoll ist und hohe Verwertungsquoten bei den Getränkeverpackungen bewirkt». Auch im direkten Vergleich mit der thermi-

schen Verwertung schwang das Recycling aus ökologischer Sicht obenaus. Die Separatsammlung gilt als sinnvoller als die Zuführung der Getränkeverpackungen in die Kehrichtverbrennungsanlage. Gemäss Bafu können unabhängig vom verwendeten Material umweltverträgliche Getränkeverpackungen hergestellt werden, weshalb es keine Materialien gebe, die zwangsläufig eine schlechte Ökobilanz aufwiesen. Von allen rezyklierbaren Getränkeverpackungen schnitt PET am besten ab und wurde sowohl für «den Heim- als auch für den Unterwegskonsum» empfohlen.

Politische Unterstützung

Die optimierte Kreislaufwirtschaft ist auch politisch bereits in der Umsetzung. Sowohl der Ständerat wie auch der Nationalrat stimmten 2021 einer Motion von FDP-Nationalrat Marcel Dobler SG zu. Für die Separatsammlung von PET-Getränkeflaschen ist wie bisher der Verein PET-Recycling Schweiz zuständig. Denn PET könnte, wenn es einer gemischten Plastiksammlung zugeführt würde, wegen Kontaminationen nicht mehr für das Getränkeflaschenrecycling verwendet werden.

Grundsätzlich sind aber sowohl private wie auch öffentliche Lösungen zu prüfen. Verbesserungspotenzial besteht bei der getrennten Sammlung und Verwertung von anderen Plastikabfällen wie Kosmetik- und Putzmittelflaschen, Folien oder Zeitschriftenverpackungen. Gegenwärtig werden in der Schweiz bloss etwa 11 Prozent der entsorgten Plastikabfälle stofflich verwertet; möglich wäre aber eine Wiederverwertungsquote von bis zu 31 Prozent. Gemäss Motion besteht für Rezyklate ein Markt und belastet die stoffliche Verwertung die Umwelt immer weniger als die Verbrennung in der Kehrichtanlage.



In einer Verlagzusammenarbeit mit ausgewählten Firmen beleuchtet *Weltwoche Grün* neue Trends und Technologien, die Unternehmertum und Ökologie eindrücklich verbinden. Coca-Cola ist einer der weltweit grössten Getränkehersteller mit umfangreicher Produktion in der Schweiz und einem Produkteportfolio von Mineralwasser über Süssgetränke bis zu Kaffee.



Königsweg: PET-Recycling-Anlage von Resilux in Bilten.

Vom Königsweg des Recyclings kann gesprochen werden, wenn das wiederaufbereitete Material zurück in den Kreislauf gelangt. In der Schweiz werden deshalb die leeren PET-Getränkeflaschen gesammelt, zunehmend nach Qualität und Farben getrennt und in einem mehrstufigen Verfahren zu einem reinen, hochwertigen und lebensmitteltauglichen Rohstoff aufbereitet, der sich «Recycling-PET» (R-PET) nennt. Aus dem so gewonnenen Wertstoff werden wiederum neue Schweizer PET-Getränkeflaschen produziert. Auf diese Weise wird der Materialkreislauf (*bottle to bottle*) geschlossen. Dieses Vorgehen entspricht auch dem Programm «Welt ohne Abfall» von Coca-Cola, wonach bis 2030 alle durch das Unternehmen weltweit verkauften Flaschen und Dosen zu sammeln und zu recyceln sind.

Kaum noch Unterschiede

Im Vergleich zur konventionellen Art ist das Recycling im *bottle to bottle*-Kreislauf gemäss einer Studie der Carbotech AG 2,4-mal umweltfreundlicher. Je höher der R-PET-Anteil in PET-Getränkeflaschen, desto grösser der Umweltnutzen. Schon 2019 kamen die ersten reinen R-PET-Flaschen auf den Markt, gegenwärtig

beträgt der durchschnittliche Rezyklat-Anteil in Schweizer PET-Flaschen knapp 40 Prozent.

Optisch und qualitativ bestehen zwischen einer neuen Flasche und einer aus reinem Rezyklat kaum noch Unterschiede. Mit R-PET lassen sich mittlerweile dünnwandigere und leichtere Flaschen herstellen, was den Umweltnutzen weiter erhöht. R-PET aus Schweizer Produktion wurde kürzlich von PET-Recycling Schweiz und von der Swiss Climate AG zertifiziert. Das Gütesiegel weist den Umwelt-

Von allen rezyklierbaren Getränkeverpackungen schnitt PET am besten ab.

nutzen aus und bestätigt, dass das gesamte Material in der Schweiz gesammelt, sortiert und zu R-PET verarbeitet wurde.

Viel zu dieser Entwicklung beigetragen hat Coca-Cola Schweiz. Und seit Mai 2022 werden sogar nur noch Flaschen aus recyceltem Material verkauft. Laut Vincent Rameau, General Manager Coca-Cola Schweiz, steht diese Umstellung im Einklang mit dem Programm

«Welt ohne Abfall», das in Europa schon 2025 umgesetzt sein soll. «Wir mussten dafür die bestehenden Anlagen umrüsten sowie monatelang die Materialqualität und die Prozessabläufe überprüfen, um die Verwendung von hundertprozentigem R-PET zu ermöglichen», sagt er. Der Aufwand habe sich gelohnt: Bei ersten Konsumententests seien die Rückmeldungen sehr positiv gewesen. «Und auf den Geschmack hat die R-PET-Verpackung keinerlei Einfluss.»

Gut angekommen in den Konsumententests sei auch der Umstand, dass durch die Verwendung von Flaschen aus reinem R-PET weniger CO₂ ausgestossen werde. «Klimafragen werden für Schweizerinnen und Schweizer immer wichtiger», erklärt Vincent Rameau. Durch die Umstellung würden hierzulande rund 3300 Tonnen Neu-PET weniger gebraucht. «Und die Produktion von Flaschen aus recyceltem Material benötigt nur etwa halb so viel Energie und verursacht weniger CO₂-Emissionen.» Dieses gelungene Beispiel zeigt deutlich auf, was auch FDP-Nationalrat Marcel Dobler sagte: Eine Lösung durch die Industrie ist besser als eine staatliche Regulierung.

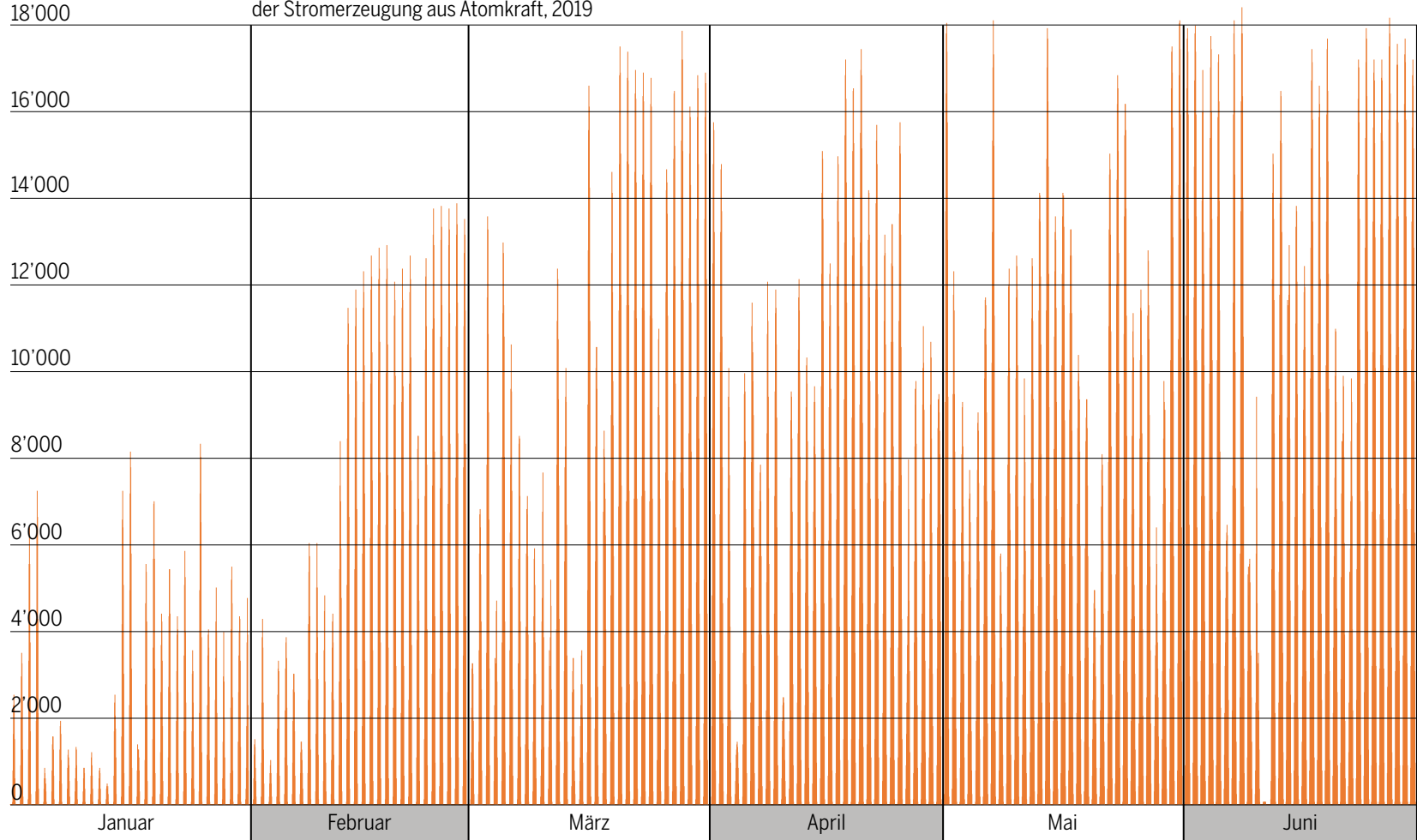
FLATTERSTROM

Was taugt Fotovoltaik? Die Winterlücke wird verdreifacht.

**Fiktive Stromerzeugung
in Megawatt, stundenweise**

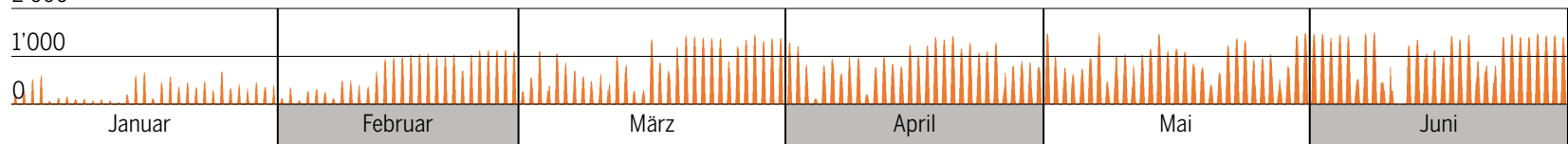
C Solarenergie
18'000

Skalierung der Werte, zur Erreichung des gleichen Jahresertrages
der Stromerzeugung aus Atomkraft, 2019

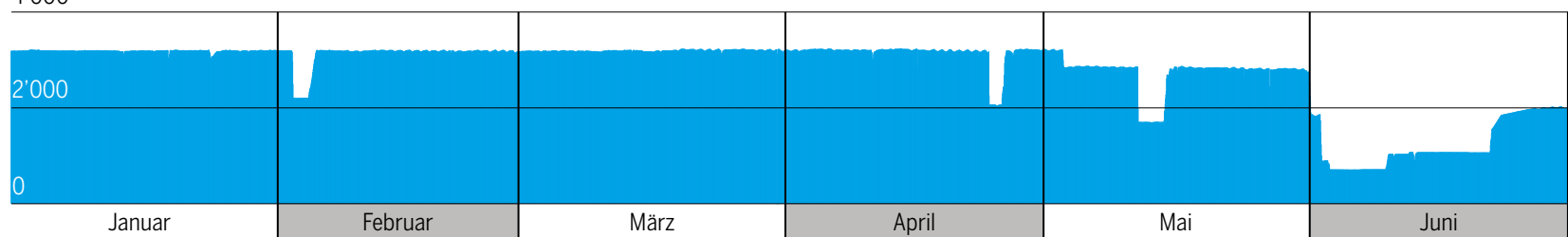


**Stromerzeugung 2019
in Megawatt, stundenweise**

B Solarenergie
2'000



A Atomkraft
4'000



Die Energiestrategie des Bundes umfasst zwei wichtige Schritte: erstens den Ausstieg aus der Kernenergie und zweitens den massiven Ausbau erneuerbarer Energien wie Solar und Wind. Die Folgen eines solchen Umbaus werden nur sichtbar, wenn das Stromsystem wie hier in der Grafik in Stundenwerten dargestellt wird.

A Die Grafik ganz unten zeigt in Blau den Stromertrag der Schweizer Kernkraftwerke für jede Stunde des Jahres 2019. Die Atomkraftwerke erbrachten ständig eine zuverlässige und

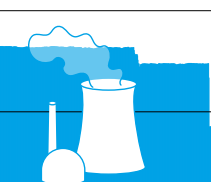
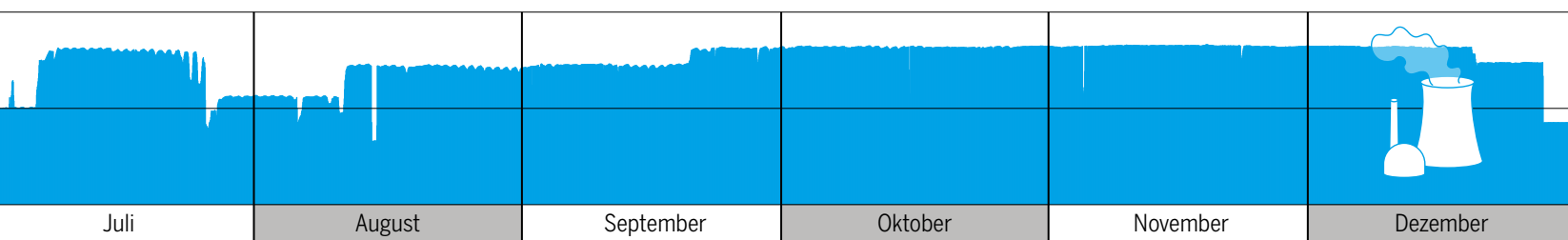
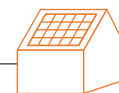
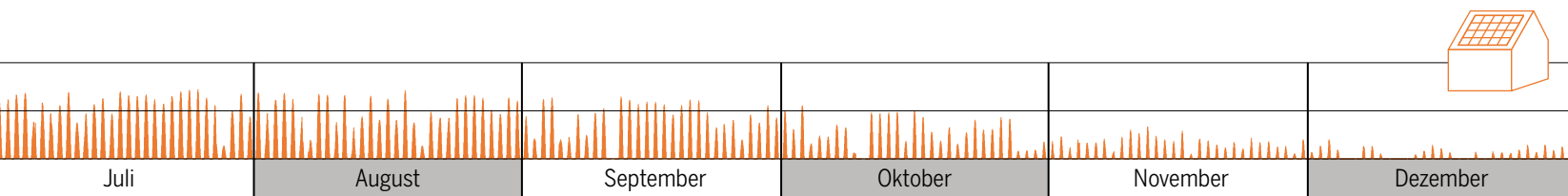
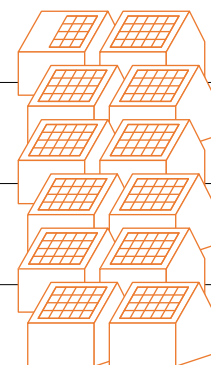
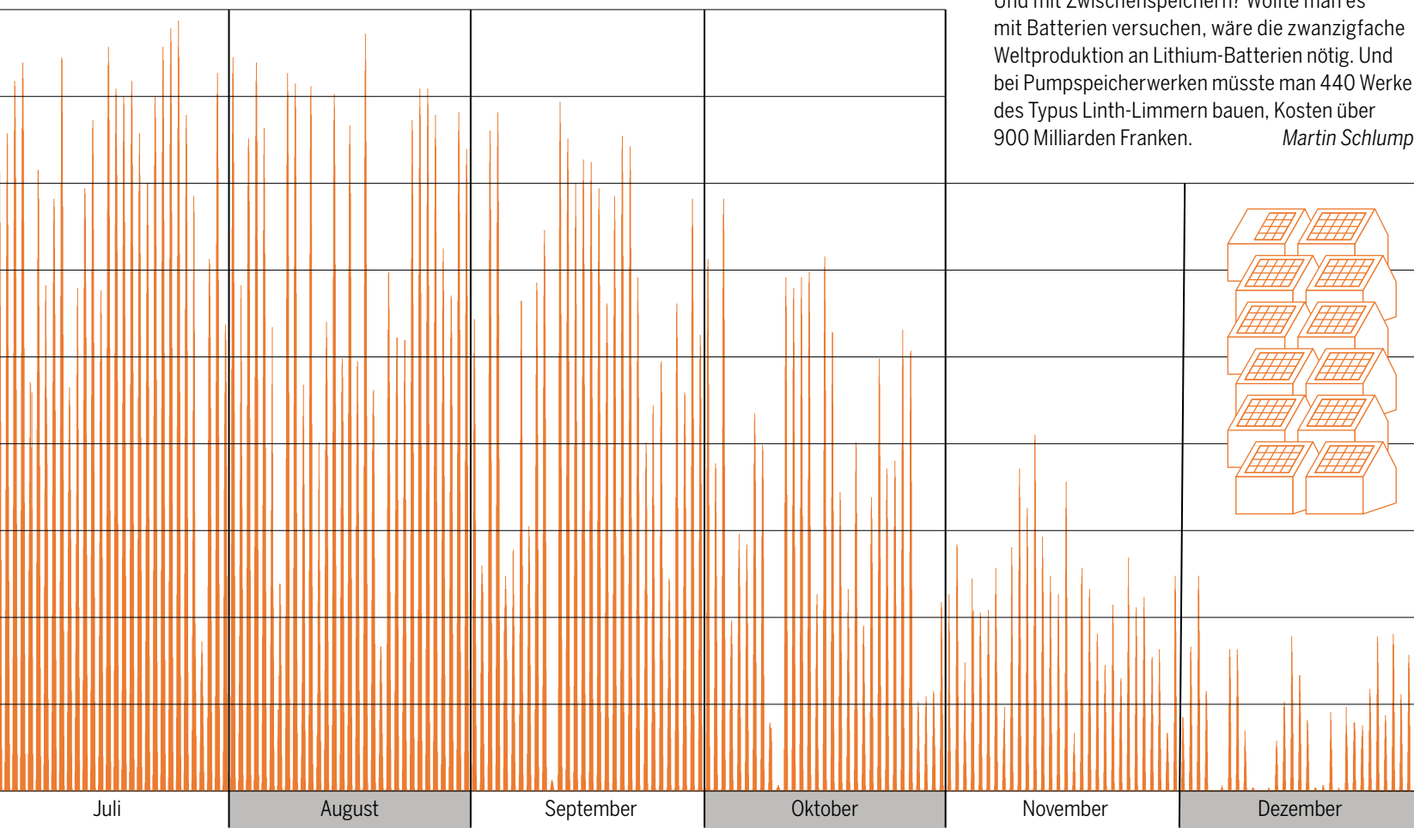
geregelte Leistung in der Grössenordnung von etwa 3000 Megawatt (MW). Im Sommer, wenn der Verbrauch kleiner ist, wurde sie reduziert.

B Die mittlere Grafik zeigt, was die Solarenergie 2019 lieferte: Die Höhe der Leistungssäulen jeder Stunde flattert hier unregelmässig im Takt der Sonne. Nachts war die Leistung null, in Spitzenstunden etwas über 1000 MW.

C Nun spielen wir die Energiewende durch: Die oberste Grafik simuliert, was Solar künftig leis-

ten müsste, um die gesamte Strommenge, die mit dem Wegfall der Kernkraftwerke verloren geht, zu ersetzen. Gegenüber 2019 müssten die Solaranlagen um das Zwölfwache ausgebaut werden – die Grafik zeigt das Resultat: Sommerliche Höchstwerte um 18 000 MW kontrastieren mit Winterhöchstwerten um 3000 MW, mit ständigen nächtlichen Nullwerten dazwischen. Dieser saisonale Schwankungszyklus führt in diesem Modell zu einer Vergrösserung der heutigen Winterstromlücke auf das Dreifache. Dies allein wegen der Substitution der Kernkraftwerke durch Fotovoltaik. Und mit Zwischenspeichern? Wollte man es mit Batterien versuchen, wäre die zwanzigfache Weltproduktion an Lithium-Batterien nötig. Und bei Pumpspeicherwerken müsste man 440 Werke des Typus Linth-Limmern bauen, Kosten über 900 Milliarden Franken.

Martin Schlumpf





Hohe Kosten für Rückbau und Recycling der Komponenten: Entsorgung von Windturbinenflügeln im Casper Regional Landfill in Wyoming.

Die dunkle Seite der Sonnenenergie

Klimapolitiker loben Fotovoltaik und Windräder als saubere Alternative zu fossilen Rohstoffen. Doch Produktion und Entsorgung bringen neue Probleme.

Pierre Heumann

Sonnenkollektoren sind nicht sauber. Sie produzieren 300-mal mehr Giftmüll als hochradioaktiver Atomabfall. Mit einem Unterschied: Während Atommüll sicher gelagert wird und niemanden verletzt, besteht bei der Entsorgung von Solarmodulen eine echte Gefahr.

Als der amerikanische «Oekomodernist» und Bestsellerautor Michael Shellenberger dies vor vier Jahren im Wirtschaftsmagazin *Forbes* publizierte, wurde er als Provokateur gebrandmarkt. Heute erkennen aber auch Vertreter der Solarindustrie an: Fotovoltaische Zellen, die Sonnenlicht in Strom umwandeln, sind nicht nur ein Segen für die Umwelt. Sie bestehen zwar zu 80 Prozent aus wiederverwertbaren Materialien. Aber es ist äusserst schwierig (und kostspielig), sie zu zerlegen, um Glas, Silber und Silizium zurückzugewinnen. Deshalb werden neun von zehn Kollektoren achtlos weggeworfen, schätzt die Internationale Agentur für erneuerbare Energien (Irena).

Solarpanels auf dem Müll

Weil sich der Aufwand fürs Recycling nicht lohnt, ist es um ein Mehrfaches günstiger, die Kollektoren auf den Müll zu werfen. Dort vergiften sie das Grundwasser mit giftigen Schwermetallen wie Blei, Selen und Kadmium. Aus-

rangierte Solarmodule gelten nach EU-Recht deshalb als Elektronikschrott und müssen entsprechend entsorgt werden. Pikant: Um den strengen Vorschriften in Kalifornien zu entgehen, werden die ausrangierten Kollektoren in Lastwagen nach Arizona transportiert. Dort sind die Vorschriften für die Entsorgung von giftigen Substanzen weniger streng.

Die ökologische Belastung durch Solarenergie wird zunehmen. Denn das weltweite Volumen der jährlich anfallenden Solarmodulabfälle wird von derzeit 30 000 Tonnen auf mehr als eine Million Tonnen im Jahr 2035 und mehr als zehn Millionen Tonnen im Jahr 2050 ansteigen, schätzt eine Studie der Denkfabrik Bloomberg NEF. Wobei die Prognose den künftigen Abfallberg unterschätze, kritisiert Shellenberger. Denn sie berücksichtige nicht, dass bestehende Kollektoren oft vor dem Ende ihrer technischen Lebensdauer von 25 bis dreissig Jahren ersetzt würden. Sie werden durch neue, effizientere Anlagen abgelöst.

Nicht nur die Entsorgung von Solaranlagen führt zu einer ökologischen Belastung. So lange die meisten Solarmodule aus China eingeführt werden, wo viel Kohlestrom ins Netz fliesst, kann die Herstellung der Fotovoltaik nicht als klimaneutral gelten. Bei der Herstellung von Fotovoltaikzellen werden viele

gefährliche Stoffe zur Reinigung und Säuberung der Halbleiteroberfläche verwendet. Zu diesen Chemikalien gehören Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Methylchloroform, Fluorwasserstoff und Aceton.

Solaranlagen brauchen zudem im Betrieb viel Land. Man kann sie zwar auf Fischteichen, Dächern, in der Wüste oder auf dem Meer installieren. Aber immer wieder werden für den Bau von Solaranlagen grosse Flächen gerodet. Das führe zu Bodenverdichtung, Veränderung von Entwässerungskanälen und verstärkter Erosion, so Shellenberger.

Abbruch der Windräder

Was für Solaranlagen gilt, trifft auch auf andere erneuerbare Energieformen zu. So gehen Experten davon aus, dass in den nächsten zwanzig Jahren mehr als 720 000 Tonnen riesiger Windturbinenflügel auf amerikanischen Mülldeponien landen werden, sofern die Verarbeitungskapazitäten bei der Entsorgung nicht erheblich gesteigert werden. In Deutschland dürfen stillgelegte Windräder nicht einfach in der Landschaft stehen bleiben. Das bedeutet zweierlei: Erstens liegen die Kosten für Rückbau und Recycling der Komponenten höher, als die Betreiber bisher angenommen hatten. Zweitens ist unklar, was die Entsorgung beinhalten soll,

ob etwa die Fundamente ganz oder nur oberflächlich entfernt werden müssen. Pikant: Auf seiner Internetseite über Windenergie erwähnt das schweizerische Bundesamt für Energie die Entsorgungsprobleme mit keinem Wort.

Ein weiteres Hindernis: In den USA sind derzeit lediglich sieben Offshore-Windturbinen in Betrieb. Um mit Wind 11 Prozent des amerikanischen Strombedarfs zu generieren, müssten 20 000 neue Turbinen gebaut werden. Angesichts des Widerstands von Naturschützern, Fischern und Anwohnern sei das «eher unwahrscheinlich», ist Shellenberger überzeugt.

Abfallprobleme, Landfresser, politische Probleme – damit noch nicht genug. Ein noch grösseres Hindernis dafür, dass die Erneuerbaren eine verlässliche Säule der Versorgung werden können, ist deren Lieferzuverlässigkeit. Sie produzieren bloss während 10 bis 30 Prozent ihrer möglichen Laufzeiten Strom, weil einmal der Wind zu schwach ist oder die Sonne nicht scheint. Zu wenig Strom bedeutet aber Blackouts, einen Zusammenbruch der Netze (vgl. Grafik auf Seite 14).

Abhängigkeit von China

Mit Schwankungsanfälligkeit wird zunehmend zu rechnen sein, wenn man den künftigen Energiemix in Betracht zieht: zum Beispiel in Kalifornien. Dort vertreten Lobbying-Spezialisten die Meinung, dass der Anteil der Sonnenenergie auf 74 Prozent des Energieverbrauchs gesteigert werden könne.

Derzeit stammen 23 Prozent des kalifornischen Stroms aus Solaranlagen – bereits mit unangenehmen Nebenwirkungen wie Stromausfällen und Preisspitzen, die auf die Wetterabhängigkeit zurückzuführen sind. Kaum ausdenken, so warnt Shellenberger, welche Folgen eine Verdreifachung der Solarstromproduktion hätte. Zumal derart viel Sonnenenergie ohne Abhängigkeit von China nicht zu haben ist.

Allerdings geht die Dämpfung neuerdings von China aus. Die grossen Solarzellenhersteller der Volksrepublik schliessen derzeit eine Erholung der Modulexporte in die USA aus. Sie begründen das mit einem kürzlich von den USA erlassenen Gesetz zur Bekämpfung von Zwangsarbeit. Es hat die Verhandlungen zwischen amerikanischen Projektentwicklern und chinesischen, ausländischen Herstellern ins Stocken gebracht. Die in China ansässigen Modulhersteller, die grössten der Welt, erwarten laut Bloomberg im dritten Quartal zurzeit keinen nennenswerten Anstieg der Lieferungen in die USA sowie eine hohe Unsicherheit für die Lieferungen im vierten Quartal.

Geldlenkmaschine

Die EU will zur Erreichung der Klimaziele die Privatwirtschaft einspannen. Ein Benotungssystem steuert die Investitionen.

Beat Gygi

Der Beschluss des EU-Parlaments, Kernkraft und Erdgas als nachhaltige Energieformen einzustufen, hat den Begriff «Taxonomie» ins Scheinwerferlicht gespickt. Worum geht es bei der Taxonomie? Von früher her kennt man den Begriff aus der Biologie als System zur Einteilung von Pflanzen und Tieren. Die EU-Zentrale wendet dies nun auf den Finanzsektor an.

2019 hat die EU den sogenannten Green Deal beschlossen. Ziel ist die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen auf netto null bis 2050, die Investitionen sollen vermehrt auf Nachhaltigkeit, erneuerbare Energien, Biodiversität et cetera gelenkt werden. Der Green Deal enthält einen Investitionsplan von tausend Milliarden Euro über die nächsten zehn Jahre. Daneben will die EU den Privatsektor im Hin-

Am Kapitalmarkt erhalten schlecht eingestufte Investitionsarten fast automatisch einen Abschlag.

blick auf die Pariser Klimaziele aber zusätzlich einspannen und die privaten Investitionen klimagerecht lenken.

Dazu dient die Taxonomie: Jede Investition kommt in die Liste und erhält eine Benotung, wie nachhaltig sie ist. Bei guten Noten gibt es Subventionen oder sonst Begünstigungen, bei schlechten Noten Bestrafung. Schlecht eingestufte Investitionsarten erhalten am Kapitalmarkt dann fast automatisch einen Abschlag.

Für Banken und Versicherer wurde die Taxonomie bereits zum festen Raster für die tägliche Arbeit beim Investieren, denn wenn sie ihr eigenes Unternehmen auf nachhaltig trimmen wollen, müssen sie bei ihren Investitionen auch auf «grün» halten. Nachträglich erfolgende Änderungen in der Klassierung von Kernenergie und Gas werfen naturgemäss viele Berechnungen durcheinander.

In der Schweiz möchten etliche Interessengruppen vor allem auf linker Seite den Anschluss

an die EU-Systematik herstellen, der Bundesrat sah bisher jedoch keinen Regulierungsbedarf für eine staatliche Taxonomie.

Nun also haben Kernenergie und Gas neuerdings Aussicht auf gute Noten durch die EU-Nachhaltigkeitsregulierung und damit auf Subventionen. Das kommt den Interessen von Frankreich (Nuklear) und Deutschland (Gas) entgegen.

Skeptische Investoren und Versicherer

Aus der Versicherungsbranche in der EU kamen indessen sogleich Unmutsbezeugungen. Vier Fünfteln der Versicherer in Deutschland widerstrebte es kurz nach dem Entscheid laut der Forschungsfirma V.E.R.S. Leipzig, Atomkraft und Gas als nachhaltig und damit als taxonomiekonform zu bewerten. Die meiste Arbeit, um das eigene Unternehmen nachhaltig aufzustellen, falle bei den Kapitalanlagen an. Einige wandten ein, die Taxonomie sei da nur ein Teilaspekt.

Auch den Investitionsbranchen kam der Brüsseler Entscheid nicht gelegen. «Da die Taxonomiefähigkeit von Atomenergie und Erdgas nicht nur politisch umstritten ist, sondern auch wissenschaftlich, hätten wir es besser gefunden, wenn sich das Parlament gegen eine Aufnahme in die Taxonomie entschieden hätte», wird Thomas Richter, Chef des deutschen Investmentverbands BVI zitiert. Grosse Fondsverwalter wie etwa Deka Investments wollen laut den Angaben diese Vorgaben aus Brüssel nicht in ihre Geschäftspraxis übernehmen.

Die Führung von Zurich Deutschland äusserte sich insofern zustimmend, als Gas als wichtige Übergangsenergie mit Blick auf die Klimaziele eingestuft wurde. Mit Blick auf die Kernenergie zeigten sich Fondsmanager und Investitionschefs in Branchenumfragen grossenteils ablehnend, diese als nachhaltig einzustufen, oft mit dem Hinweis auf Sicherheits- und Entsorgungsfragen. Vereinzelt kam jedoch auch die Einschätzung, dass der Widerstand gegen Kernenergie eher auf Emotionen denn auf rationalem Denken beruhe.

Was verstehen Sie unter ökologischem Strom?

Der Strombedarf der Schweiz steigt und steigt. Welche Energieformen bringen bei der Produktion die geringsten Belastungen für die Umwelt – Biomassen-, Solar-, Wind-, Wasser-, Gas- oder gar Kernenergie? Die Einschätzung von neun Schweizer Expertinnen und Experten.

Michael Baumann



Martin Flügel, Direktor Schweizerischer Städteverband

«Anstatt von ökologischem Strom spreche ich lieber von nachhaltiger Energie.

Die Energie soll die bestmögliche Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft garantieren und möglichst wenig negative Folgen für die Umwelt haben. Konkret heisst das: wenig CO₂-Ausstoss in Produktion und Verbrauch, aber auch möglichst kein Smog oder andere Umweltverschmutzung; tiefe Abhängigkeit vom Ausland, insbesondere von Diktaturen und Terrorregimes, die Menschenrechte verletzen; eine günstige, über das ganze Jahr sichere und rasche Verfügbarkeit für Haushalte und Firmen. Aus diesen Gründen müssen Wasser, Sonne und Wind das Fundament unserer Energieversorgung sein. Windräder oder Fotovoltaikanlagen können billig und rasch gebaut und quasi spurlos zurückgebaut werden. Die verwendeten Materialien sind zu grossen Teilen rezyklierbar. Der Ausbau erfolgt durch Schweizer Firmen, was zur Innovation führt und der Wirtschaft zugutekommt. Das ist aus meiner Sicht eine nachhaltige Energieversorgung.»



Jacques Bourgeois, Nationalrat (FDP) und Präsident Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (Urek)

«Nach dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernkraft ist es klar, dass die erneuerbaren Energien im Inland für eine ökologische Stromproduktion gefördert werden

müssen. Aber das geht zu langsam. Dabei wird die Schweiz 2050 einen Drittel mehr Strom benötigen als heute. Bei der Wasserkraft gibt es fünfzehn Projekte in der Pipeline, die nicht durch Widerstand blockiert werden sollten. Diese müsste man zu Projekten von nationalem Interesse erklären und im Gesetz verankern, um die Prozesse zu beschleunigen. Bei Neubauten sollte bei einer sinnvollen Lage immer eine Fotovoltaikanlage auf dem Dach verbaut werden. Aber die Zusatzkosten müssten steuerlich voll abziehbar sein. Grössere steuerliche Anreize muss es sodann bei der Förderung von energetischen Sanierungen von Gebäuden geben. Um vom Ausland unabhängig zu werden und die Stromspitzen zu brechen, braucht es im Notfall wohl zwei bis drei Gas-Kombikraftwerke. Und die AKW soll man laufen lassen, so lange sie sicher sind. Wichtig ist, dass die Schweiz technologieoffen bleibt, denn auch die Kernenergie macht Fortschritte.»



Regine Sauter, Direktorin Zürcher Handelskammer und Nationalrätin (FDP)

«Wegen drohender Mangeln ist in der Energieversorgung Pragmatismus gefragt. Der Forschung dürfen keine Denk- oder Technologieverbote auferlegt werden – auch nicht bezüglich Kernkraft. Bewilligungsverfahren sind zu beschleunigen. Grosser Nachholbedarf und entsprechendes Potenzial besteht beim ökologischen Strom, der aus Kraftwerken stammt, die erneuerbare Quellen nutzen. Dabei ist auf einen Technologiemix zu setzen. Es braucht an erster Stelle einen Ausbau bei der Wasserkraft, dann aber auch bei der

Fotovoltaik und der Windkraft, der Biomasse sowie allenfalls der Geothermie. Mindestens so lange diese Produktionsarten nicht deutlich gesteigert werden können, behält auch die Kernkraft ihre Bedeutung. Die Schweiz fährt gut damit, Kernkraftwerke so lange zu betreiben, als sie sicher und wirtschaftlich sind. Bei allen Technologien gilt es zudem, bezüglich der Emissionen die ganze Kette zu betrachten – bei der Fotovoltaik etwa auch die Produktion der Solarzellen und deren Lebenszeit. Neben den Produktions- sind auch die Speichertechnologien voranzutreiben.»



Gerd Scheller, Country CEO Siemens Schweiz

«Der ökologischste Strom ist für mich jener, der gar nicht erst verbraucht wird. Das Stichwort hierbei lautet <Energieeffizienz>. Wo immer möglich, gilt es diese zu verbessern, dass also Energie möglichst wirkungsvoll und sparsam genutzt wird. Denn hier gibt es sehr viel Potenzial, wie das Beispiel Gebäude zeigt: Durch Optimierung und den Einbau moderner Gebäudeautomatisierung mit Energiemanagementsystemen kann in bestehenden Gebäuden 30 Prozent Energie eingespart werden. Auch in anderen Bereichen wie der Mobilität und der Industrie lassen sich mit heutiger Technologie Energieeinsparungen erzielen. In der Stromerzeugung muss der Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere von Sonnen- und Windkraft, deutlich beschleunigt werden. Gesetzliche Rahmenbedingungen spielen dafür eine wichtige Rolle. Mit vernetzten Verteil- und Speichersystemen und Digitalisierung erreichen wir,

dass die erneuerbare und dezentral erzeugte Energie immer dort verfügbar ist, wo sie benötigt wird.»



Regula Stämpfli,
Politphilosophin,
HSG-Dozentin und
Vorstandsmitglied
Swissfuture

«Ökologischer Strom ist demokratisch, frei und gleichgestellt: Strom ist dann billig und ökologisch, wenn er gar nicht erst fließen muss. Dies bedeutet: Kostenwahrheit. Amazon-Pakete zum Beispiel sind Klimakiller ebenso wie Fleisch essen – hier muss die Internalisierung externer Kosten greifen. Hohe Materialeffizienz ist ebenfalls gefragt – etwas, das bei SUVs vollständig fehlt. Demokratie ist krass ökologisch, wenn nicht einfach nur Luft-, Sonnen- oder Atomstrom berechnet, sondern auch die ökologischen Feudalkatastrophen klar benannt werden. «Was Männer kosten» wäre ein Beispiel hierzu. Boris von Heesen beziffert im gleichnamigen Buch den ungeheuren energetischen, politischen, gesellschaftlichen und ökologischen Müll, den Männer in ihrer Funktion als Männer produzieren und kommt zum Schluss: Die Welt kann den Strombedarf fehlgeleiteter Patriarchate einfach nicht mehr decken. Dies gilt auch global: Nur Gleichstellung, Demokratie und Freiheit garantieren den ökologischsten und nachhaltigsten Strom – oder haben wir etwa Tschernobyl vergessen? Zum Thema gibt es seit über fünf Jahrzehnten tolle Literatur – wenn sie denn gelesen würde. Deshalb hier der ultimative Wissenskick von einer Kollegin: Lesen Sie alle Maja Göpel: «Wir können auch anders.»»



Fabian Etter,
Co-Präsident
Swisscleantech

«Für Swisscleantech, den Verband der klimatauglichen Wirtschaft, muss die künftige Stromproduktion ökologisch, kosteneffizient und zuverlässig sein. Was die ökologischen Anforderungen anbelangt, stehen die Minimierung von Treibhausgasen und Abfällen sowie der Schutz der

Biodiversität im Vordergrund. Swisscleantech steht zur Energiestrategie 2050. Die Wasserkraft bietet weiteres, aber begrenztes Potenzial – auch wegen der Auswirkungen auf die Biodiversität. Die Projekte des runden Tisches müssen mit hoher Priorität umgesetzt werden. Es braucht zudem den Weiterbetrieb der bestehenden Kernkraftwerke (KKW). Der Bau neuer KKW ist kein realistisches Ziel: Kosten, Zeitrahmen, politische Machbarkeit und die radioaktiven Abfälle sprechen (nach wie vor) dagegen. Der Fokus muss auf der Energieeffizienz und dem deutlich schnelleren Ausbau der erneuerbaren Energien liegen, primär der Solarenergie und der Windkraft. Dafür sind mehr Kompromisse im Landschaftsschutz nötig. In Kombination mit «Demand-Side-Management», saisonalen Speichern und Importen ist eine stabile, bezahlbare und ökologische Versorgung möglich. Dank der flexiblen Leistung der Speicherseen ist die Schweiz gut aufgestellt.»



Alexander Keberle,
Mitglied der
Geschäftsleitung
Economiesuisse

«In der EU-Taxonomie werden Kernkraft und Gas zu den nachhaltigen Energieformen gezählt. Taxonomien haben den Nachteil, dass sie das Schubladendenken fördern. «Ökologie» ist aber nicht eindimensional und muss differenziert betrachtet werden. Um «ökologischen Strom» zu definieren, sind klimaschädliche Emissionen nur ein Aspekt; weitere sind die Biodiversität, die Landschaft und benötigte Ressourcen. Weder Kernkraft und Gas noch die erneuerbaren Energien sind bei differenzierter Betrachtung völlig unbedenklich, aber sicher allesamt ökologischer als Kohle und Öl. Da die Klimaproblematik aktuell aus unserer Sicht das dringlichste Problem darstellt und deshalb in der Gewichtung Vorrang genießt, sehen wir unter diesem Aspekt insbesondere die erneuerbaren Energien und die Kernkraft als ökologisch, wobei Letztere als Voraussetzung die Sicherheit und die Endlagerung gewährleisten muss. Gas ist als Übergangs- und Back-up-Technologie wichtig, bleibt aber eine fossile Technologie mit grossen Mengen an klimaschädlichen Emissionen.»



Thomas Vellacott,
Geschäftsleiter
WWF Schweiz

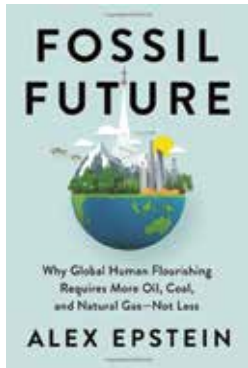
«Strom wird umweltschonend erzeugt, wenn die Auswirkungen auf die Umwelt minim bleiben. Dazu gehört eine gute Gesamtökobilanz mit niedrigen CO₂-Emissionen und schonenden Eingriffen in die Natur. Denn: Die Klima- und die Biodiversitätskrise sind zwei Seiten der gleichen Medaille. Es ist zentral, die Energieverschwendung zu stoppen und den besten Strommix für die Lösung der Klimakrise und den Schutz der Biodiversität zu finden. Das ist machbar. Für den Ausbau von umweltschonendem Strom in der Schweiz setzt der WWF primär auf die Solarenergie. Bei der Wasserkraft besteht ein geringes zusätzliches, ökologisches Potenzial in der Optimierung, Erneuerung und Erweiterung bestehender Anlagen. Das umweltverträgliche Potenzial der Windkraft und der Biomasse ist wichtig, in der Schweiz aber begrenzt. Schon heute ist es für die Konsumenten möglich, umweltschonenden Strom zu kaufen. Dieser trägt das Gütesiegel «Naturmade Star». Dies muss nun rasch zum Standard werden.»



Eduard Kiener, ehem.
Direktor Bundesamt für
Energie

«Es gibt keinen völlig sauberen Strom. Seine Erzeugung verursacht zwangsläufig eine Belastung von Umwelt und Klima. Dies gilt für alle Stromproduktionsanlagen; für ihren ökologischen und ökonomischen Vergleich können die Lebenszyklusanalysen des Paul-Scherrer-Instituts herangezogen werden. Ein zentrales Kriterium sind die spezifischen Treibhausgasemissionen in Gramm CO₂ pro kWh. Heute und auch künftig produziert die Wasserkraft den klimagünstigsten Strom, es folgt die Kernenergie, noch vor den neuen erneuerbaren Energien Fotovoltaik, Wind, Biomasse und Geothermie. Die fossile Stromerzeugung ist um mindestens eine Grössenordnung klimaschädlicher. Wasser- und Kernkraft sind aus ökologischer Sicht erste Wahl. Zudem sind sie steuerbar, liefern vor allem Winterstrom und benötigen keine zusätzlichen Speicher.»

Bücher



Zukunft mit mehr Kohle, Öl und Gas

Alex Epstein: Fossil Future. Why Global Human Flourishing Requires More Oil, Coal, and Natural Gas – Not Less. New York: Portfolio/Penguin 2022, 468 S. 30 \$.

Die zentrale These des Autors lautet, dass menschliches Wohlergehen auch künftig den Konsum von mehr Öl, Kohle und Gas notwendig mache. Er wendet sich nicht gegen die naturwissenschaftlichen Forschungen, die den Berichten des Uno-Weltklimarats als Grundlage dienen. Epstein greift weniger Klimaforschung oder Weltklimarat an, sondern das, was in Öffentlichkeit und Politik als Konsens präsentiert und politisch relevant wird. Das Buch ist ein Plädoyer für eine auf der Nutzung fossiler Energien aufbauende Zukunft mit freiheitlichen Regeln und soll Vorschläge für umweltpolitische Diskussionen liefern.

Dabei sei der Nutzen aus fossiler oder auch nuklearer Energie sowie das Leiden der Milliarden Menschen, die noch keinen Zugang zu kostengünstiger und stetig verfügbarer Energie hätten, im Auge zu behalten. Auch trage die fossile Energie dazu bei, dass die Menschen über Heizung, Klimaanlage oder Bewässerung mit dem Klimawandel immer besser fertig würden. Entgegen prominenten Meinungen sei das Risiko der Menschen, durch klimatische Ereignisse in Not zu geraten oder zu sterben, in den letzten hundert Jahren massiv gefallen, um 98 Prozent. Mit unserer Technologie könne man den voraussehbaren, relativ langsam eintretenden und schwachen Klimawandel leichter bewältigen als unsere Vorfahren, die schutzloser viele Extreme überlebt hätten.

Scheinbar einfache Kinderfragen

Petra Cnyrim: Erklärs mir, als wäre ich 5 – Klimawandel. München: Riva 2022, 217 S. Fr. 15.90.

Das Buch ist schwieriger zu lesen und zu verstehen, als der Titel erwarten lässt. Die Autorin schreibt über Klimafragen in einer Sprache, die einfach ist, da das Buch ja von Fünfjährigen verstanden werden soll. Aber der Inhalt und der Aufbau sind auf einem höheren Niveau der Lebenserfahrung und Bildung gehalten. Es sind wohl eher die Eltern der Fünfjährigen sowie das breite Publikum, die aus dem Buch lernen können. In einem Punkt allerdings wird das Buch dem Titel gerecht: Kinder fragen viel.

Die Autorin formuliert rund achtzig Fragen und greift damit eine ziemlich breite Vielfalt an Klimathemen auf, die in Schulen, Familien, Unternehmen und Politik zur Wissensgrundlage für Klimadebatten gehören. Sie diskutiert jede Frage relativ kurz – und kann sie auch nicht immer vollständig beantworten. Fragen sind etwa: Was ist der Klimawandel? Was ist CO₂? Was sind «Kipp-Punkte im Erdklimasystem»? Was ist mit dem Artensterben? Warum sollte man weniger Auto fahren? Wie steht es um den Atommüll? Kyoto und Paris – worum ging und geht es? Und viele andere. Diese Herangehensweise wirkt offen, neugierig, wissbegierig, aber die Antworten können auf dem verfügbaren Platz nicht allzu breit ausfallen. Der Tonfall ist nüchtern, nicht alarmistisch, aber die Sichtweise des Uno-Weltklimarats und dessen Modellgläubigkeit sind doch auch oft erkennbar, etwa wenn vom Wesen von Systemzusammenbrüchen die Rede ist.

Podcast & Video

Die Welt verstehen

«Marginal Revolution» ist eines der reichhaltigsten und originellsten Portale auf dem Gebiet der Ökonomie, das auch in Sozialwissenschaften, Politik und Kulturthemen hineinstrahlt. Tyler Cowen und Alex Tabarrok, die den 2003 gegründeten Blog betreiben, sind Ökonomeprofessoren an der George Mason University. Der Name «Marginal Revolution» verströmt Rationalität, in der Ökonomie war der Schritt zur Analyse von Grenznutzen, Grenzkosten usw. epochemachend. Der Blog bietet gar eine eigene «Universität» unter dem Motto «Ökonomie lernen, die Welt verstehen».

www.marginalrevolution.com

Meer von Zahlen

Das Portal «Our World in Data» eröffnet den Blick auf ein Meer von Zahlen, die aber nicht frei durcheinander schwappen, sondern überblickbar, einprägsam und eindrücklich geordnet sind. «3271 Grafiken zu 297 Themen» steht auf der Eingangsseite und darunter gleich all die Universitäten und Medien, die dem Datenportal ihr Vertrauen aussprechen. Gründer und Chef des Teams ist der deutsche Ökonom und Statistiker Max Roser, der auch an der Universität Oxford tätig ist. Die seit 2011 bestehende Website greift Trends in weltweiten wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen auf. Bevölkerungswachstum, Bildung, Ernährung, Umweltqualität, Krankheiten, Sterblichkeit, Agrarland, Düngereinsatz – die Grafiken sind ein reicher Ideenpool.

www.ourworldindata.org

Führungslehre Auto

Der Titel «Alte Schule – die goldene Ära des Automobils» mutet zunächst nostalgisch, rückwärtsgewandt an, inhaltlich richtet sich der Blog aber auch stark auf die Aktualität. Der «Benzintalk» mit Karsten Arndt dreht sich oft um Fragen zur Zukunft der Mobilität, Motorenteknik, Ökologie, Elektrifizierung. Mit hochkarätigen Gesprächspartnern. Wenn Manager wie Wolfgang Reitzle oder Rennfahrer wie Walter Röhrl Erfahrungen aus ihrer Karriere erzählen, ist das im Grunde Führungslehre.

www.alteschule.tv/podcast

Holzabfälle zu Treibstoff

Beat Gygi



Verflüssigung: Hoh-Regenwald im US-Bundesstaat Washington.

Biomasse, Holzabfälle und Ähnliches in brauchbare Energie umwandeln – mit Blick auf Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit wäre das eine ideale Lösung. Versuche gab es, Pilotprojekte in Deutschland. Das Unternehmen Choren Industries in Freiberg, Sachsen, war international Vorreiter in der Herstellung von synthetischen Treibstoffen auf der Basis von Biomasse, vor allem von Holzresten aus dem Wald und Abfallholz.

Der Firmenname Choren veranschaulicht das Produkt formelhaft: C ist die chemische Abkürzung für Kohlenstoff, H für Wasserstoff, O für Sauerstoff, «ren» steht für *renewable*, erneuerbar, kurz: Kohlenstoff wird verbunden mit Wasserstoff und Sauerstoff zu Verbindungen, die wie Diesel, Gas oder Benzin beschaffen sind und wirken – und die Ausgangsstoffe stammen aus erneuerbaren Quellen: BtL (Biomass to Liquid).

Die Produktion erfolgte durch Vergasung und anschliessende Verflüssigung von Biomasse, Holzabfall. Lutz Peters, seinerzeit als Investor bei Choren engagiert, schildert die damalige Entwicklung so: Der Erfinder des Verfahrens, Bodo Wolf, erstellte eine Versuchsanlage in Freiberg und konnte den Hamburger Unternehmer Michael Saalfeld von der Funktionstüchtigkeit des Verfahrens überzeugen. «Und Saalfeld», so Peters, «vermochte einige Freunde von der vielversprechenden Wirtschaftlichkeit des Projektes zu überzeugen. Holzabfall in

zwanzig Minuten in synthetisches Benzin umzuwandeln, das klang wie ein Knüller.» 2006 bis 2011 wurde die grosse Versuchsanlage gebaut. Beteiligt waren auch die Konzerne Shell, Daimler und VW. Dann scheiterte das Projekt an einem Strategiewechsel von Shell.

Das Verfahren bestand darin, den Holzabfall zunächst zu verschwelen und in glühenden Koks zu wandeln. Dann wurden in einem grossen Vergaser im fortlaufenden Betrieb die festen Bestandteile abgesondert – «hier lag die Tücke der Technik» –, das noch kontaminierte Gas Schritt für Schritt gereinigt und zum Schluss mit Katalysatoren im Fischer-Tropsch-Verfahren der synthetische Treibstoff hergestellt.

Treibstoff aus Kohle herzustellen, auch Kohlehydrierung oder Kohlevergasung genannt, wurde schon für die deutschen Armeen, U-Boote und für die Luftwaffe im Zweiten Weltkrieg angewandt. Produziert wurde in Hydrierfabriken wie etwa Leuna in Sachsen. Ist das heute noch aktuell? «Treibstoff aus Kohle wäre heute ver-

pönt, weil bei der Herstellung zu viel CO₂ ausgestossen würde», sagt Peters. Moment, es gibt doch Reinigungsverfahren. Ja, meint er, heute könnte das CO₂ direkt bei der Herstellung abgeschieden und anschliessend in flüssiger Form zum Beispiel tausende Meter unter dem Meeresboden in der Utsira-Formation in der norwegischen Nordsee sequestriert, eingelagert werden. «Das jedoch ist in Deutschland gesetzlich verboten.» Für Choren und dessen Verfahren zur Verflüssigung von Biomasse hätten Alaska und Kanada

grosses Interesse angemeldet, weil da der Borkenkäfer ganze Waldlandschaften in der Grössenordnung Deutschlands vernichtet habe. «Chorens Verfahren hätte da grosse Probleme gelöst.» Kam aber nicht zustande.

Und in Deutschland? Peters: «Die gegenwärtige Politik der Ampelkoalition würde Choren jegliche Unterstützung versagen, weil der Ausgangsstoff Biomasse und Kohle ist und verteufelt wird, selbst wenn man heute das Verfahren komplett klimaneutral betreiben kann.» Aus seiner Sicht ist das unverständlich, denn: «Wenn man heute den synthetischen Treibstoff klimaneutral produzieren kann, dann sollten sich die nicht-autokratischen Länder der Welt mit grossen Kohlereserven sehr wohl überlegen, ob sie nicht ihr eigenes Produkt der Ölwanne der Autokraten vorziehen sollten.»

Lutz Peters ist Autor des Buchs «Energie-wende gescheitert. Und nun?», das demnächst im Weltbuch-Verlag erscheint.

Wie nachhaltig waren die Römer?

Bauwut, Rodungen und künstliche Jagd: Wie unsere Vorfahren die Natur zähmten.

Karl-Wilhelm Weber



Demonstration menschlicher Überlegenheit: «Stierkampf am Kolosseum», Gravur von 1894.

Wie lange noch, und es wird keinen See mehr geben, den die Giebel eurer Landhäuser nicht überragen? Keinen Fluss, dessen Ufer eure Bauten nicht umsäumen? Wo immer sich die Küste zu einer Bucht krümmt, werdet ihr sofort Fundamente legen und, nicht zufrieden mit einem Baugrund, den ihr nicht eigenhändig geschaffen habt, werdet ihr das Meer darein leiten!»

Was sich nach aktueller «grüner» Kritik an unverantwortlichem «Landschaftsverbrauch» anhört, ist tatsächlich fast 2000 Jahre alt. Das Zitat stammt aus der Feder des stoischen Philosophen Seneca (um 1–65 n. Chr.). Auch wenn die stoische Philosophie die Devise «naturgemäss leben» propagierte, war Senecas Empörung nicht ökologisch, sondern moralisch motiviert. Er prangerte die *luxuria*, «Verschwendungs-sucht», seiner reichen Standesgenossen an. Deren Bauwut war tatsächlich ausgeprägt: Landschaftlich schön gelegene Prachtbauten errichtete man gern dort, wo die Natur es besonders schwer machte. «Berge abtragen und

Meere auffüllen» nennt der Historiker Sal-lust diese Neigung, und das «Zähmen der Natur» durch den Willen des Bauherrn war der römischen Mentalität nicht fremd. Man könnte sie als imperial bezeichnen. Etwa auch im Strassenbau: Einer geraden Trasse zuliebe wurden natürliche Hindernisse häufig nicht umgangen, sondern überwunden.

Keine besondere Rücksicht

Das lässt ein Spannungsverhältnis zur natürlichen Umwelt erkennen. Was wir unter Umwelt verstehen, wird im Lateinischen am ehesten mit *natura* bezeichnet. Das ist die Summe dessen, was in der Welt ohne Eingreifen des Menschen hervorgebracht wird; *nasci*, «entstehen», «werden», ist das Verb dazu. Und diesem «Gewachsenen», «Gewordenen» sollte der Mensch nach dem religiösen Empfinden des Altertums grundsätzlich ehrfurchtsvoll und demütig begegnen. Deshalb wurden viele Elemente der Natur als belebter Ausfluss des Göttlichen kultisch verehrt. Quellen und Wäldern, Bäumen und Bergen wurden lokale

göttliche Mächte (*numina*) zugeordnet. So sind im Lateinischen alle Bäume einschliesslich der allgemeinen Bezeichnung *arbor*, «Baum», weiblichen Geschlechts, weil sie als Wohnsitz von Nymphen, dämonisch-göttlichen Wesen der «unteren Kategorie», galten.

In der rauen Realität waren Konflikte bei der Nutzung oder Ausbeutung der Natur kaum zu vermeiden. Bergbau mochte man zwar als ein «Wühlen in den Eingeweiden von Mutter Erde» beklagen, aber Metalle waren ein wichtiges Fundament der antiken Zivilisation und wurden von Griechen und Römern geschätzt. Besondere Rücksicht wurde nicht genommen; beim Silberabbau in Spanien etwa hinterliessen die Römer manche Mondlandschaft.

Bei der Holzgewinnung setzte man auf Rodungen möglichst in der Nähe der Verbrauchszentren – und musste, weil die Wiederaufforstung vernachlässigt wurde, immer weiter ausgreifen. Waldrodung galt einerseits als Triumph der Zivilisation, andererseits erkannte man schon, dass abschüssige neu gewonnene Agrarflächen mittelfristig einer gefährlichen Erosion unterlagen. Nur noch «das Knochengerüst eines Leibes» sei mancherorts übrig, beschreibt Platon den Verkarstungsprozess in manchen Gegenden Griechenlands. Nachhaltigkeit ist ein moderner Begriff, aber auch als Konzept und Richtschnur ökonomischen Handelns findet sie sich in der Antike kaum.

Allerdings gehen die grössten Umweltsünden bei der Verkarstung im Mittelmeerraum – anders als viele glauben und in Reiseführern lesen – nicht auf die Antike zurück. Erst die modernen Techniken und der Bau von Eisenbahnen ermöglichten es im 19. Jahrhundert, Wälder auch dort in grossem Massstab abzuholzen, wo Griechen und Römer schlicht nicht hingekommen waren.

Wie ging man mit Tieren um? Sie wurden genutzt: im Transportwesen, in der Landwirtschaft, zur Gewinnung von Wolle und zum Verzehr. Weil Fleisch teuer war, lebten die meisten Menschen gewissermassen unfreiwillig vegetarisch. Überzeugte Vegetarier gab es nur wenige, zum Beispiel die Anhänger des Pythagoras, die

an Seelenwanderung glaubten. Der Tierschutzgedanke war unterentwickelt. Raubtiere wurden als Feinde und Nahrungskonkurrenten der Nutztiere angesehen. Im Mythos spiegelt sich das etwa in den viel gefeierten Siegen von Herakles/Hercules über gefährliche Ungeheuer wider. Auch die künstlichen Jagden (*venationes*), die in den Amphitheatern und Circussen der römischen Welt – einschliesslich des griechischsprachigen Ostens – als populäre Shows veranstaltet wurden, galten vielen als Demonstration menschlicher Überlegenheit über eine «gezähmte» Natur. Die Zahl der dort getöteten wilden und zahmen Tiere ging jährlich in die Zehntausende. Am Ende der Antike waren mancherorts ganze Tierpopulationen zurückgedrängt oder sogar ausgestorben. Kritik an diesem Raubbau und an der Inszenierung von Tiertötungen als «Spiel» wurde nicht laut.

Parallelen in der Mentalität

Ehrfurcht vor der Natur? Das war auch in kriegerischen Auseinandersetzungen keine Handlungsmaxime. Im Gegenteil. Das Kulturland der Feinde wurde nach Möglichkeit stark verwüstet; im Peloponnesischen Krieg (431–404 v. Chr.) beispielsweise holzten die Spartaner bei fünf Invasionen die berühmten Ölbäume Attikas rücksichtslos ab. Aufgrund der eingeschränkten technischen Möglichkeiten waren zerstörerische Eingriffe der Menschen in die Umwelt von ihrem Ausmass her überhaupt nicht mit den in der Moderne verursachten Schäden zu vergleichen, so dass sich auch kein Problemdruck einstellte. In der Mentalität aber zeigen sich deutliche Parallelen zwischen der griechisch-römischen und der mo-

Die Spartaner holzten bei fünf Invasionen die Ölbäume Attikas rücksichtslos ab.

dernen westlichen Zivilisation: Der kurzfristige ökonomische, kriegerische und Komfortnutzen standen in Vordergrund, Sorglosigkeit triumphtierte über langfristige Planung, Nachhaltigkeit und naturreligiöse Bedenken.

«Mit unseren Händen», sagt Cicero nicht ohne Stolz, «versuchen wir, innerhalb der Natur gleichsam eine zweite Natur zu schaffen.» Mit der «ersten» Natur sind Griechen und Römer dabei nicht besonders pfleglich umgegangen.

Prof. Karl-Wilhelm Weeber ist Althistoriker, Altphilologe und Sachbuchautor. Seine jüngsten Publikationen sind «Couchsurfing im alten Rom» (2022) und «Die Strassen von Rom» (2021).

Die eherne Klimaregel

Roger Pielke und die wahren Kräfte in der Umweltpolitik.

Beat Gygi

Wenn eine auf Wirtschaftswachstum ausgerichtete Politik einer auf Emissionsreduktion ausgerichteten Politik gegenübersteht, wird das Wirtschaftswachstum immer gewinnen.

Roger Pielke Jr.

All die weltweiten Bemühungen in der Klimapolitik zielen mehrheitlich darauf ab, den Ausstoss von Treibhausgasen zu verringern. Das heisst: den Verbrauch von Öl, Gas und Kohle drosseln, Dekarbonisierung, ja Netto-null-Ausstoss, was auf Wirtschaft und Wohlstand drückt und die Regierungen Populartät kostet. Es ist ein Zielkonflikt mit ungewissem Ausgang.

Oder ist er doch nicht so ungewiss? Für den amerikanischen Umweltwissenschaftler Roger Pielke Jr. ist klar: Wenn es so etwas wie ein ehernes Gesetz in der Klimapolitik gebe, dann sei es das, dass das Wirtschaftswachstum immer gewinne, wenn eine auf Wirtschaftswachstum gerichtete Politik gegen eine Politik der Emissionsreduktion antrete. Dies hat er bereits in seinem Buch «The Climate Fix» von 2010 als eiserne Regel formuliert.

Wie Pielke kürzlich in seinem Blog darlegte, wollte er mit diesem Begriff die Aufmerksamkeit der Menschen auf das lenken, was man als Randbedingungen für eine fast ganz auf CO₂-Reduktion gerichtete Klimapolitik bezeichnen könne. Zum Aufkommen dieser Ansätze meint er: «Damals herrschte grosser Enthusiasmus für die Einführung von Massnahmen zur Erhöhung der Energiekosten; die Idee von <cap and trade> war in aller Munde.»

Dies bedeutet, dass die Politik zuerst eine maximale Gesamtmenge CO₂-Emissionen festlegt und dann deren Verteilung auf die Firmen einem Handelssystem überlässt. Der Handel mit Emissionsrechten gilt heute für viele Ökonomen als sehr marktnah. Die Alternative wäre, den Preis für CO₂, also eine CO₂-Abgabe, festzulegen, dafür aber die Ausstossmenge offenzulassen.

Pielke hält wenig davon. Er habe in seinem Buch bereits argumentiert, dass die Beschleunigung der Dekarbonisierung zur Erreichung der Klimaziele durch absichtliche

Verteuerung der Energiepreise niemals funktionieren werde. «Diese Ansicht war damals nicht populär, hat sich aber inzwischen weitgehend durchgesetzt», stellt er fest.

Er unterlegt dies mit einer Anekdote über den Gesinnungswandel des damaligen Energieministers von Präsident Obama, Steven Chu. Vor Antritt seines Amtes in der Obama-Regierung habe Chu 2008 die Ansicht vertreten, die Bewältigung des Klimawandels erfordere eine Anhebung des Benzinpreises in den USA auf neun oder zehn Dollar pro Gallone. 2012 jedoch habe er sich bei einem Auftritt vor dem Senat davon distanziert, er sei nicht für eine Erhöhung des Benzinpreises. Warum diese Umkehr? Als Energieminister vertrete er die US-Regierung, war Chus Antwort: «Natürlich wollen wir nicht, dass der Benzinpreis steigt,

Die Kraft des ehernen Gesetzes in der Klimapolitik entfaltet sich in Deutschland schulbuchmässig.

sondern dass er sinkt.» Was veranlasste Minister Chu, seine Meinung zu ändern? Für Pielke ist klar: das eherne Gesetz.

Ganz ähnliche Vorgänge sieht er heute. Nachdem der Benzinpreis landesweit auf über fünf Dollar pro Gallone gestiegen sei, habe die Biden-Regierung ihre Haltung zur Energiefrage revidiert. Zitat Biden: «Ich habe die Welt angeführt, um die grösste Freigabe der weltweiten Ölreserven in der Geschichte zu koordinieren, 240 Millionen Barrel, um das Angebot zu erhöhen, damit die Preise nicht noch weiter steigen.»

Geradezu schulbuchmässig entfaltet sich die Kraft des ehernen Gesetzes in der Klimapolitik jetzt in Deutschland. Die Deutschen haben schon die höchsten Strompreise der Welt zu tragen. Und nachdem nun die massive Verteuerung von Gas und Öl und zudem die akute Gefährdung der Energieversorgung des Landes hinzugekommen sind, ist selbst für Grüne klar, dass die Wirtschaft Vorrang hat.

ESSAY

Sonne, Wind und Kerne

Die Energiewende mit Atomausstieg wurde auf wissenschaftlich unsolider Grundlage beschlossen. Eine Neuorientierung der Politik ist dringlich.

André D. Thess

Geisterfahrer folgen am besten einem Dreistufenplan: Vollbremsung, Ausfahrt, Umkehr. Was für Autobahnen gut ist, kann für die Atompolitik nicht falsch sein.

Die deutsche Energiewende wurde am 16. Februar 2002 geboren. Damals organisierte Umweltminister Jürgen Trittin die Fachtagung «Energiewende – Atomausstieg und Klimaschutz». Schon der Titel verdeutlicht, dass das Projekt seit Anbeginn einen kardinalen Denkfehler enthielt – den Verzicht auf CO₂-freie Kernenergie. Zwanzig Jahre lang regte sich kein Widerspruch aus der Wissenschaft.

Im Gegenteil: Eine vom Präsidenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), Matthias Kleiner, geleitete Ethikkommission empfahl der Bundesregierung am 30. Mai 2011 den Atomausstieg. Zehn Jahre später zeigte meine Analyse, dass sich unter den acht Professoren der Kommission kein Energietechniker, kein Kernenergieexperte und kein Elektrotechniker befand. Sie war damit ungefähr so glaubwürdig wie eine Corona-Kommission ohne Virologen.

«Potenzial zum Bürgerkrieg»

Die Analyse zeigte das Fehlen einer ergebnisoffenen Aufgabenstellung und den Verzicht auf eine fachgerechte Risikoanalyse als Hauptmängel der Arbeit des Kollegiums auf. Sie mündete in der Erkenntnis, dass die Professoren dem Leitbild unabhängiger Wissenschaft nicht gerecht geworden waren und überdies Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und wissenschaftlicher Politikberatung vernachlässigt hatten. Der deutsche Atomausstieg fusst somit auf Politikberatungspfusch.

Im Jahr 2022 tritt das Scheitern der deutschen Alleingangsparole «Atomausstieg und

Klimaschutz» offen zutage: Deutschland emittiert pro Kopf doppelt so viel CO₂ wie Frankreich. Steigende Energiepreise bergen sozialen Sprengstoff. Die einseitige Ausrichtung auf Sonne, Wind und Erdgas entpuppt sich als Schleichweg ins Chaos. Der Hamburger Universitätspräsident Dieter Lenzen sagte 2021 sogar: «Die Energiewende hat das Potenzial zum Bürgerkrieg.»

Wie kann der deutsche Sonderweg beendet werden? Nach dem Dreistufenplan.

Vollbremsung: Zwanzig deutsche Professoren haben am 26. Juli beim Bundestag die sogenannte Stuttgarter Erklärung eingereicht – eine Petition gegen das Abschalten der letzten drei Kernreaktoren. In Einklang mit der Einordnung der Kernkraft als klimaneutrale Energie durch den Weltklimarat IPCC und die

EU-Taxonomie fordern die Wissenschaftler – unter ihnen zehn Energieforscher einschließlich meiner Person und dreier Kerntechnikexperten – eine Verlängerung der Laufzeit über den 31. Dezember 2022 hinaus.

Ausfahrt: Ein zweiter Schritt auf dem Weg zu rationaler Energiepolitik ist die Reaktivierung stillgelegter Kernkraftwerke. Die Mittel dazu liessen sich durch Streichung milliardenschwerer Subventionen anderer Bereiche unschwer beschaffen. Die Massnahme würde den Anteil grundlastfähiger CO₂-neutraler Energie erhöhen und die Versorgungssicherheit von Industrie und Bevölkerung steigern.

Umkehr: Ein Wiedereinstieg in die Klimaschutztechnologie Kernenergie, ergänzend zu

Ein Schritt zu einer rationalen Energiepolitik ist die Reaktivierung stillgelegter Kernkraftwerke.



André D. Thess ist Physiker und Professor für Energiespeicherung an der Universität Stuttgart.

Sonne und Wind, erfordert die Erörterung unbequemer Themen. Die Befürworter der Kernenergie müssen sich konsequent der Frage stellen, wer in einer marktwirtschaftlichen Energiepolitik die Haftung für Nuklearunfälle übernimmt. Umgekehrt müssen sich die Kritiker der Kernenergie die Frage gefallen lassen, wer die Gesellschaft eigentlich gegen das Scheitern der Energiewende versichert. Wer haftet, falls sich trotz billionenschwerer Investitionen in erneuerbare Energiesysteme im Jahr 2050 keine Dämpfung des Klimawandels einstellt?

Wenn wir diese Fragen beantworten, können wir die Spaltung der Gesellschaft überwinden. Andernfalls bleibt das Menetekel von Dieter Lenzen über unseren Köpfen hängen.

ANDERS ALS GEDACHT

Eisbären-Klima

Alex Reichmuth



Anpassungsfähig: Ursus maritimus.

Vor einigen Wochen machte diese Meldung Schlagzeilen: Ein internationales Forscherteam um die Amerikanerin Kristin Laidre hat in Südostgrönland eine Eisbärenpopulation entdeckt, die nicht darauf angewiesen ist, auf dem Meereis nach Robben jagen zu können. Es handelt sich um etwa hundert Tiere, die ihre Beute auf dem Süsswassereis am Ende von Gletschern finden. Die entsprechende Studie erschien im renommierten Fachblatt *Science*.

Das ist bemerkenswert. Denn bis anhin ging die Wissenschaft davon aus, dass alle Eisbären zwingend schwimmendes Eis brauchen, um jagen zu können und Nahrung zu finden. Daher kommt auch die Befürchtung, dass die Raubtiere in ihrem Überleben gefährdet sind, wenn in den nächsten Jahrzehnten das arktische Meereis zumindest im Sommer immer mehr wegschmilzt.

Entsprechend schrieben die Autoren der erwähnten Studie, die Entdeckung der neuen Population mache Hoffnung. Das Süsswassereis bei den Gletschern könne den Eisbären möglicherweise als ein «zuvor nicht bekanntes Klimarefugium» dienen.

Gleichzeitig relativierte Leitautorin Laidre: Sie glaube nicht, dass der Lebensraum Gletscher künftig sehr viele Eisbären beherbergen werde. «Wir erwarten weiterhin, dass die Zahl der Eisbären in der Arktis mit dem Klimawandel stark zurückgeht.»

Der Eisbär ist eine Ikone der Klimaschützer. Das Bild des Raubtiers, das einsam auf einer

schmelzenden Eisscholle dem scheinbar sicheren Untergang entgegengieht, gilt als Symbol für die Schrecken der globalen Erwärmung. In der Tat nahmen viele Wissenschaftler bisher an, dass das grösste Landraubtier bis Ende dieses Jahrhunderts ausgestorben sein könnte. Allerdings: Bis jetzt gibt es wenig Anzeichen einer starken Dezimierung. Zwar ist unklar, wie viele Eisbären derzeit in der Arktis leben. Denn die Tiere zu zählen, ist schwierig. Es gibt nur grobe Schätzungen. Diese gehen aktuell von etwa 25 000 Exemplaren des *Ursus maritimus* aus.

Wahrscheinlich existieren damit sogar deutlich mehr Eisbären als in den 1950er und 1960er Jahren. Damals wurden die Tiere noch im grossen Stil bejagt, was ihren Bestand tatsächlich existenziell gefährdete. Möglicherweise gab es damals nur noch 5000 oder 10 000 Eisbären – so genau weiss man es nicht.

1973 beschlossen die Anrainerstaaten der Arktis, die Jagd auf Eisbären und auf ihre Beutetiere weitgehend zu verbieten. Danach haben

sich die Bärenbestände bis in die 1990er Jahre deutlich erholt. Federführend beim Erfassen der Zahl der Eisbären ist die Weltnaturschutzorganisation IUCN, ein Zusammenschluss mehrerer hundert Umweltschutzgruppen und NGOs aus aller Welt. Seit 2006 führt die IUCN den Eisbären auf der Roten Liste der bedrohten Arten. Der weltweite Bestand könnte in den nächsten 25 Jahren auf unter 10 000 Exemplare sinken, warnt die Organisation.

Gegenspielerin der IUCN ist die kanadische Zoologin Susan

Crockford. Sie ist der Meinung, dass es den Eisbären prächtig gehe. Sie veröffentlicht regelmässig Forschungsübersichten, gemäss denen die Populationen keinesfalls abnehmen. Im letzten Februar kam Crockford in einem Bericht zum Schluss, dass die Zahl der Eisbären seit 2015 von 26 000 auf 32 000 gestiegen sei.

Wie auch immer: Die Warnungen von Umweltschützern und vielen Forschern vor einem baldigen Aussterben der Eisbären sind mit Vorsicht zu geniessen. Immerhin existiert die Tierart seit über 100 000 Jahren und hat manche Warmzeit überlebt, in der es wohl wenig bis kein Sommermeereis in der Arktis gab. Die Meldung über die vorgefundene Population in Südostgrönland zeigt, dass Eisbären offenbar viel anpassungsfähiger sind, als man gemeinhin glaubte.

Alex Reichmuth ist Redaktor beim *Nebelspalter*.

GRÜSSE AUS DER ZUKUNFT

Kaiser ohne Kleider

Reiner Eichenberger



Ähnlich klimaschädlich wie der Autoverkehr: Soliser Viadukt über der Albula.

Die Energiewende ist erst im zweiten Anlauf gelungen. Dank Strahlungsenergie – so heisst das heute nach EU-Taxonomie – aus Sonnen- und vor allem Atomstrahlung schwimmen wir im Strom. Windräder an Land wurden wegen des Lärm- und Landschaftsschutzes verboten, und wir verbrauchen weiterhin Erdöl. Aber das Klima haben wir dank «Carbon Capture and Storage» und vor allem «Climate Engineering» voll im Griff. Wie schon letzthin berichtet, gibt es permanent Streit zwischen «Hotties» und «Coldies» über die optimale Temperatur.

Der erste Anlauf zur Energiewende scheiterte hingegen kläglich und gilt heute als Lehrstück des Politikversagens. Die Forschung rätselt noch immer, wie so viele kluge Leute so falsch liegen konnten. Der Anfang vom Ende kam 2023 mit der grossen Stromknappheit in Europa. Illustrativ ist der Verkehrsbereich, insbesondere in der Schweiz. Da galt der Schienenverkehr als klimaneutral. Argumentiert wurde, er verwende ausschliesslich sauberen Strom aus eigenen Wasserkraftwerken der SBB und anderen Verkehrsbetrieben. So schätzte damals das Amt für Raumentwicklung (ARE) die externen Kosten der verschiedenen Verkehrsträger akribisch. Für die globalen Klimakosten des Schweizer Schienenverkehrs kam es auf jähr-

lich vier Millionen Franken, für diejenigen des Strassenverkehrs auf 1637 Millionen. Diese Zahlen prägten die damalige Verkehrspolitik. Aber ihre wahre Botschaft wurde übersehen: Das ARE wies für die Lärmschäden des Strassenverkehrs 2217 Millionen aus und für die Schäden durch lokale Luftverschmutzung 3421 Millionen. Das ARE schätzte also die Klimaschäden des Schweizer Strassenverkehrs als weit kleiner ein als dessen Schäden durch Lärm und lokale Luftverschmutzung. Trotzdem sahen viele in der Klimawirkung das grösste Problem aller Zeiten.

Klarheit in die Rechnung gebracht

Noch schlimmer ist, dass die Zahlen für den öffentlichen Verkehr (ÖV) falsch waren. Denn beim Strom gilt wie bei allen Ressourcen: Wer sie braucht, verursacht sogenannte Opportunitätskosten, das heisst, dass die Ressourcen dann nicht mehr für andere Zwecke verfügbar sind. Anders gesagt: Wenn die SBB ihren Strom nicht selber verbraucht, sondern ins Netz geleitet hätten, dann wäre automatisch ein anderes Kraftwerk vom Netz gegangen. Da die Schweiz ins europäische Netz integriert war, wäre dies ein Kraftwerk irgendwo in Europa gewesen. Abgestellt worden wären typischerweise besonders alte, ineffiziente Werke, also Dreck- und CO₂-Schleudern. Jede vernünftige Ökobilanz hätte dies berücksichtigen müssen.

Das ARE sah sich deshalb bald nach der Stromkrise gezwungen, die externen Kosten des Schienenverkehrs in einer Alternativrechnung mit diesem Opportunitätskostenansatz zu berechnen. Dabei zeigte sich: Pro Personenkilometer gerechnet war der Schienenverkehr ähnlich klimaschädlich wie der damalige Autoverkehr. Nur erhielt er dafür noch riesige Subventionen.

Diese Argumentation wurde dann zu Recht auf die Elektroautos übertragen. Ihr Stromverbrauch erhöhte die Gesamtnachfrage nach Strom so, dass viel mehr fossil befeuerte Kraftwerke im Netz bleiben mussten. Das galt 2022 absehbar noch mehrere Jahrzehnte. Elektroautos waren also damals entgegen allen Lobpreisungen nicht umwelt- und klimaschonend, sondern das pure Gegenteil. Doch das ist noch nicht alles. Elektroautos bezahlten auch ihren Anteil an den Strassenkosten nicht, weil auf ihrem Strom anders als auf Benzin und Diesel keine Abgaben zur Finanzierung der Strassen erhoben wurden. Die damaligen Elektroautos waren also Autos ohne sauberen Strom und ohne Strassen. Plötzlich sahen das alle: Der Kaiser stand ja ohne Kleider da.

Reiner Eichenberger ist Professor für Finanz- und Wirtschaftspolitik an der Universität Fribourg und Forschungsdirektor beim Institut Crema.



DIE WELTWOCHEN

Neue App, neue Website.
Jetzt testen.

Steigen Sie ein, fliegen Sie mit!



*Ich bin ganz wild
auf Biodiversität*

**WILDBIENEN BRAUCHEN
EIN LEBENSWERTES ZUHAUSE.**

Vor über 50 Jahren startete die Erfolgsgeschichte von JTI in der Schweiz. Als Zeichen der Verbundenheit zu unserem Standort schenken wir der Gemeinde Dagmersellen ein Wildbienenparadies. Das Biotop bietet vielen Tieren und über 100 Pflanzenarten ein wertvolles Zuhause. Wir sind stolz, dass wir mit dem Projekt vor unserer Haustür einen Beitrag zur Förderung der Biodiversität leisten konnten.

WIR AUCH

