

EBP (Hrsg.)

ENERGIE ENDE

An illustration of two hands holding a rectangular, cream-colored sign. The sign has a dark blue, stylized letter 'W' in the center. The hands are rendered in a sketchy, brownish-orange style. The background is a solid blue color with faint, white, concentric circular lines radiating from the top right corner.

W

Liebe Leserin, lieber Leser

Wir freuen uns, dass Sie unsere Open-Access-Publikation heruntergeladen haben.
Der vdf Hochschulverlag fördert Open Access aktiv und publiziert seit 2008
Gratis-eBooks in verschiedenen Fachbereichen:

[Übersicht Open-Access-Titel](#)

Möchten auch Sie Open Access publizieren?

Der vdf Hochschulverlag stellt Ihre Publikation u.a. im eigenen
Webshop sowie der ETH-Research-Collection zum Download bereit!

Kontaktieren Sie uns unter verlag@vdf.ethz.ch

Gerne informieren wir Sie auch in Zukunft über unsere
(Open-Access-)Publikationen in Ihrem Fachbereich.

[Newsletter abonnieren](#)

Auch Sie können Open Access unterstützen.

[Hier geht's zum Spenden-Button](#)

Herzlichen Dank!



Machen wir uns auf den Weg!

Liebe Leserin, lieber Leser

Wenn wir einen Weg einschlagen, wissen wir nicht immer, wohin er führt. Solange wir unser Ziel kennen, können wir aber getrost losschreiten, im Wissen darum, dass nach einer Weile Wegkreuzungen folgen werden. Sie werden es uns erlauben, die Richtung zu korrigieren, sollten wir uns zu weit vom Ziel entfernt haben. Wagen wir uns aber gar nicht erst auf den Weg, gelangen wir nie an Wegkreuzungen.

Das gilt auch für die Energiewende. Mit der Energiestrategie 2050 hat der Bundesrat einen neuen Weg für die Schweiz eingeschlagen, und auch auf internationaler Ebene sind grosse energie- und klimapolitische Anstrengungen im Gange. Denn Ereignisse wie im März 2011 im japanischen Kernkraftwerk Fukushima sowie die immer offenkundigeren Auswirkungen des Klimawandels zeigen klar, dass unser bisheriger Umgang mit Energie in eine Sackgasse führt.

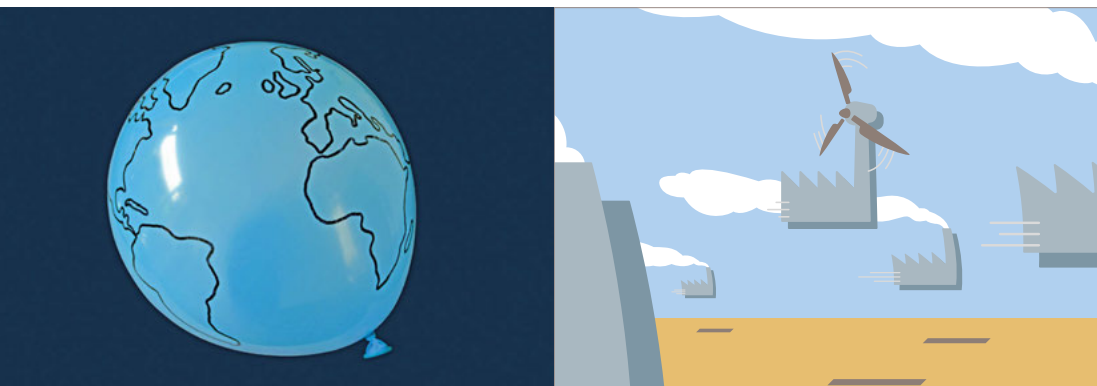
Die Energiewende ist weder einfach noch rasch zu erreichen. Vielmehr handelt es sich um ein Generationenvorhaben, das nicht nur technische Lösungen und Innovationen erfordert, sondern auch Verhaltensänderungen von uns allen.

Diese Publikation ist aus einem Blog entstanden. Die Beiträge betten die Energiewende ein in den grösseren Zusammenhang der Begrenztheit unserer Erde und präsentieren einschlägige Lösungen mit ihren Chancen und Grenzen in der praktischen Umsetzung. Sie zeigen, welche Schritte es braucht auf dem Weg zu einem nachhaltigen Umgang mit Energie.

Auch wenn wir noch nicht alle Abschnitte dieses Wegs im Detail kennen – dass wir ihn beschreiten müssen, ist klar.

Daniel Schläpfer und Hans Bohnenblust

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 01 | Die Energiewende umfassend und global verstehen
Seite 6 | 06 | Wenn die Energiewende im eigenen Garten stattfindet
Seite 20 |
| 02 | Die Einsparziele sind ambitioniert – wie weit bringt uns die Technik?
Seite 8 | 07 | Das Internet der Dinge: Rückenwind für die Energiewende
Seite 23 |
| 03 | Wir wissen nicht, was kommt – entscheiden müssen wir dennoch
Seite 11 | 08 | Die Bauwirtschaft braucht mehr Innovation und mehr Suffizienz
Seite 26 |
| 04 | Energiewende in der Gemeinde – vom Teufel und den Details
Seite 14 | 09 | Wie smart müssen unsere Gebäude sein?
Seite 29 |
| 05 | Bringen wir die Energiewende auf den Boden?
Seite 17 | 10 | Von der Sanierungsrate zum Systemdenken im Gebäudepark
Seite 31 |





Die Energiewende umfassend und global verstehen

Energiewende gleich Atomausstieg? Für uns greift das zu kurz. Die Energiewende – umfassend verstanden – ist ein zentraler Baustein, damit wir auch künftig und global Wohlstand ermöglichen und gleichzeitig das Energie- und Klimaproblem bewältigen können.

Die Energiewende ist hochaktuell, im In- und Ausland heiss diskutiert. Kaum ein Tag vergeht ohne entsprechende Beiträge in den Medien. Konkreter Auslöser für die Energiewende waren die nuklearen Notfälle in Japan im März 2011. Ist die Energiewende also ein Atomausstiegs-Projekt? Für uns greift die Energiewende tiefer. Unsere Ressourcen sind begrenzt, doch wir nutzen sie immer intensiver. In den 1960er- und 1970er-Jahren wurde erkannt, dass Bevölkerung, Wirtschaft, Mobilität und in der Folge der Energieverbrauch und die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen exponentiell steigen. Der Club of Rome sagte 1972 als logische Folge des ungebremsen exponentiellen Wachstums den «Kollaps» voraus. Die «Grenzen des Wachstums» wurden zum Schlagwort einer breiten Debatte.

In der Schweiz gibt es Erfolge ...

Sind die Gedanken aus den 1970er-Jahren inzwischen widerlegt, weil dieser Kollaps bisher nicht einzutreten scheint? Unbestritten ist: Die Schweiz hat seither wichtige Erfolge erzielt, etwa die Reduktion der Gewässer- und Luftverschmutzung. Und dies, obwohl die Wohnbevölkerung in der Schweiz seit den 1970er-Jahren um über 30 Prozent und die Wirtschaftsleistung (reales BIP) um mehr als 80 Prozent zugenommen haben. Der Energieverbrauch hat zwar ebenfalls zugenommen, aber weniger stark als erwartet (unter anderem bedingt durch die Ölkrisen der 1970er- und 1980er-Jahre).

... aber noch mehr Herausforderungen

Trotz dieser Erfolge nehmen in der Schweiz wichtige Grössen der Nachfrage, z.B. nach Mobilität, Wohnraum oder Konsumgütern, weiterhin stark zu. Ein grosser Teil der Umweltauswirkungen des Konsums fällt in anderen Ländern an. Unsere Perspektive muss deshalb über die Landesgrenzen hinausgehen. Und hier zeigt sich: Global betrachtet haben wir den Pfad Richtung «Kollaps», der in den 1970er-Jahren aufgezeigt wurde, noch nicht verlassen. Die Folgen des nach wie vor exponentiellen Wachstums auf dem begrenzten «Raumschiff Erde» stellen uns deshalb immer mehr vor globale Herausforderungen.

Und erst «die anderen»?

Über 80 Prozent der Weltbevölkerung leben in Entwicklungs- und Schwellenländern – und sie folgen, was den Energie- und Ressourcenverbrauch betrifft, unseren Spuren. Können wir den Ball also den Entwicklungs- und Schwellenländern zuspielen? Auf keinen Fall. Wie gross unsere Verantwortung nach wie vor ist, wird anhand des CO₂-Ausstosses deutlich. Beim jährlichen CO₂-Austoss nach Ländern liegt zwar China schon deutlich vorne. Den grössten jährlichen CO₂-Ausstoss pro Person verursachen aber nach wie vor Industrieländer, wie ein Vergleich im Datenanalyse-Tool des World Resources Institute zeigt.

Wir müssen Vorbild und Inkubator zugleich sein

Die Entwicklungs- und Schwellenländer müssen einen Weg finden, den von ihnen angestrebten Lebensstandard

zu erreichen, dabei aber weniger Umwelt- und Ressourcenbelastung zu verursachen, als wir dies bisher getan haben. Uns in den Industrieländern muss es gelingen zu zeigen, dass hoher Lebensstandard nicht zwingend hohe Klimabelastung und hohen Energie- und Ressourcenverbrauch bedeutet. Wir müssen sowohl Vorbild sein als auch Verantwortung übernehmen und technologisch wie wirtschaftlich gangbare Lösungen für die Zukunft entwickeln. Energie ist dabei die zentrale Leitgrösse, um die Klima- und Ressourcenprobleme zu lösen. Die Energiewende ist Baustein einer breiter ausgelegten Wende zum nachhaltigen Umgang mit unseren Ressourcen, und als solchen soll sie verstanden und entsprechend umgesetzt werden.

Sind die Ziele der Energiewende Wunschträume?

Die Ziele der Energiewende sind hoch. Was ausschlaggebend ist, damit wir sie erreichen, wollen wir in dieser Publikation zeigen. Denn in den Details der Umsetzung stecken die wahren Herausforderungen. Die Beiträge beleuchten einzelne Sektoren und Akteure, im Fokus bleiben die übergeordneten Ziele der Energiewende: die Nutzung der Energieeffizienzpotenziale und die Verlagerung auf erneuerbare Energien. Zwei Thesen dienen uns als roter Faden.

Technik ist der Schlüssel zur Lösung

Technik als Lösung dominiert die aktuelle Diskussion über die Energiewende. Der technische Fortschritt war bereits in der Vergangenheit ein zentraler Erfolgsfaktor und soll auch in Zukunft weiteres Wachstum wirtschaftlich und ressourcenschonend ermöglichen. Wie gross kann der technische Beitrag tatsächlich sein? Welche ergänzenden Erfolgsfaktoren, beispielsweise eine umsichtige und vorausschauende Planung, müssen unterstützend wirken? Diese Fragen beleuchten wir für ausgewählte Sektoren.

Unser Verhalten wird über den Erfolg entscheiden

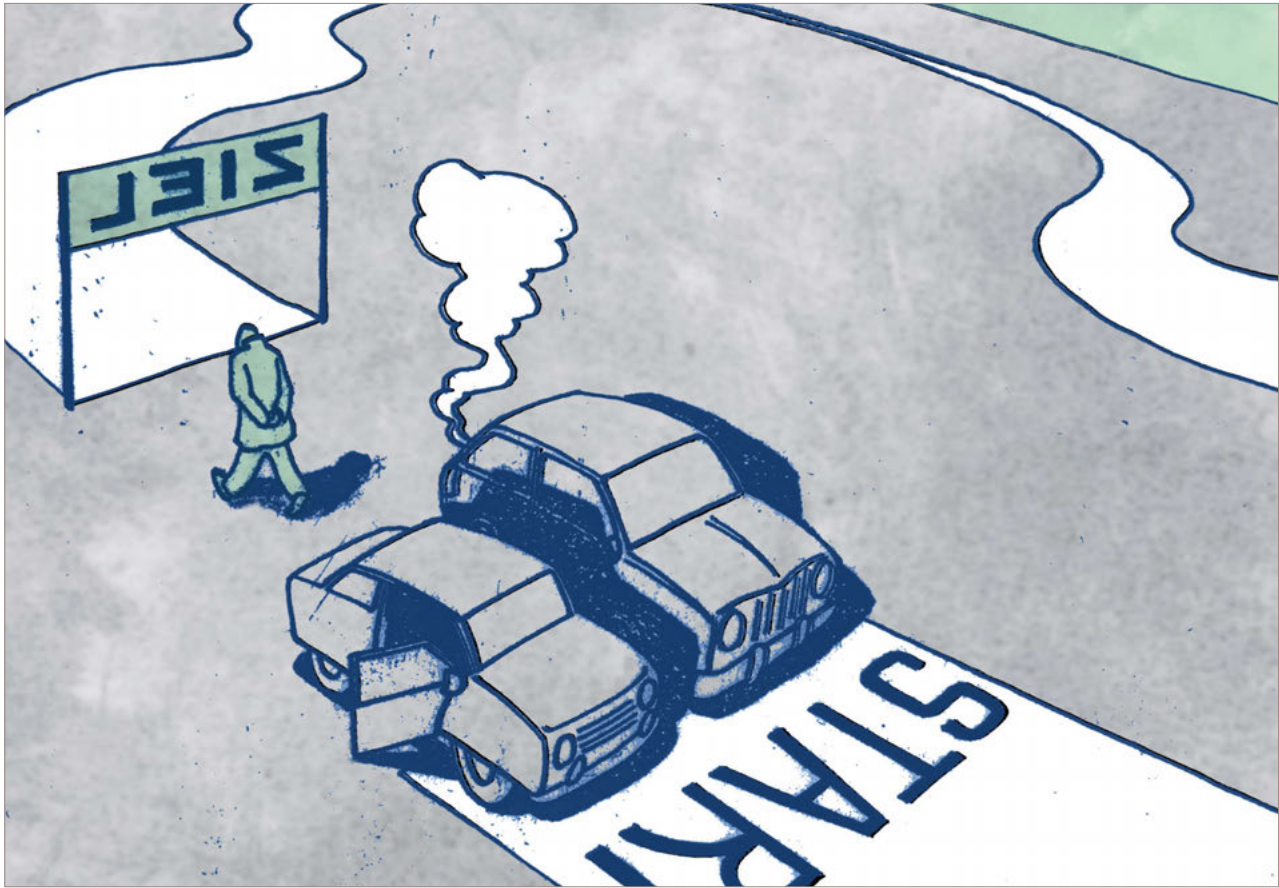
Das Verhalten der Nutzerinnen, der Konsumenten und der Investorinnen kann der Energiewende Rückenwind verleihen, es kann sie aber auch bremsen. Änderungen des individuellen Verhaltens, gesellschaftliche Werte und Willensbildungen machen eigenständige Einsparungen möglich. Unser Verhalten kann aber auch dazu führen, dass die Wirkung technischer Fortschritte aufgehoben oder durch neue Nachfrage in anderen Bereichen kompensiert wird.

Bruno Basler

ist Präsident des Verwaltungsrats von EBP.

Michel Müller

ist bei EBP für Energie und Politik im Gebäudebereich zuständig.



Die Einsparziele sind ambitioniert – wie weit bringt uns die Technik?

Wer aus der Atomenergie aussteigen und gleichzeitig weniger Gas und Öl verbrauchen will, braucht viel zusätzliche erneuerbare Energie. Oder er reduziert seinen Energieverbrauch. Effiziente Technik macht vieles möglich, aber eine ambitionierte Energiewende ist nicht zu haben, ohne dass wir unser Konsumverhalten ändern.

Die Energiestrategie 2050 soll zwei Fliegen auf einen Streich schlagen: Erstens den Ausstoss der klimarelevanten Treibhausgase reduzieren. Dies erfordert starke Reduktionen bei bisherigen Anwendungen mit fossiler Energie, beispielsweise dem Strassenverkehr und dem Heizen mit Öl. Zweitens aus der Atomenergie aussteigen. Dabei sollen die Atomkraftwerke möglichst nicht durch fossile Kohle- oder Gaskraftwerke ersetzt werden – weder in der Schweiz noch im Ausland. Also braucht es viel zusätzlichen Strom aus Wind, Sonne, Erdwärme oder Biomasse. Das ist weder schnell noch billig zu haben. Deshalb will die Energiestrategie die Energieeffizienz stark steigern. Hier wurde in den vergangenen Jahren schon einiges erreicht, aber der Blick auf die ambitionierten Ziele der Energiestrategie zeigt klar: Unsere Häuser, Autos und Produktionsprozesse müssen nochmals deutlich sparsamer werden.

Was können die Ingenieure leisten?

Neue, nochmals effizientere Technik soll also einen Grossteil der Probleme lösen. Dann können wir als Konsumenten unseren gewohnten Lebensstil beibehalten. Nur: Schaffen es die Ingenieure, rechtzeitig effizientere Lösungen zu entwickeln – wohlverstanden zum gleichen Preis? Und stehen dann auch die Verkäufer und Installateure bereit, um die neueste Technik sofort beim Konsumenten in Betrieb zu nehmen?

2,5 bis 3,5 Prozent effizienter pro Jahr

Unsere Erfahrungen aus vielen Projekten ergeben folgende Faustregel: Wo Energie umgewandelt wird (Erdgas zu Raumwärme, Benzin zu Autofahrten, Strom zu Eiswürfeln), schafft die Technik Effizienzgewinne von 2,5 bis bestenfalls 3,5 Prozent pro Jahr. Ein paar Beispiele:

- Neue Wohnhäuser verbrauchen heute etwa die Hälfte der Heizenergie wie vor 20 Jahren – das ist ein Fortschritt von über 3 Prozent pro Jahr.
- Verbraucht ein neues Auto mit einem Gewicht von 1 Tonne 1996 noch durchschnittlich 6,84 Liter pro 100 Kilometer, waren es 2015 noch 3,81 Liter – ein Rückgang um 3 Prozent pro Jahr.
- Bei elektrischen Haushaltgeräten sieht es ähnlich aus: Kühlschränke beispielsweise sind im Zeitraum von 1990 bis heute rund 50 Prozent energieeffizienter geworden und kosten immer noch etwa gleich viel. Die Energieeffizienz nahm hier um 2 Prozent pro Jahr zu.

Technische Fortschritte zu erreichen, wird immer schwieriger

Die einfachen Verbesserungspotenziale werden immer als Erste umgesetzt. Der potenzielle technische Fortschritt pro Jahr wird darum laufend kleiner. Allerdings war bis Mitte der 1990er-Jahre Erdöl so günstig, dass Energieeffizienz kaum eine Rolle spielte. Viele einfache Effizienzpotenziale wurden darum lange nicht umge-

setzt. Diesen Rückstand haben wir in den letzten Jahren aufgeholt. Dieser «Aufholeffekt» lässt die Fortschritte der letzten Jahre gut aussehen und verleitet gerne zur Hoffnung, Ingenieure könnten zaubern – was innerhalb physikalischer Grenzen manchmal auch stimmt. Doch in den kommenden Jahren wird es immer schwieriger werden, noch weitere Effizienzfortschritte zu erzielen.

Technische Fortschritte kosten

Sind die Einsparziele so ambitioniert, dass sie den technisch möglichen jährlichen Fortschritt übersteigen, müssen Ingenieure teurere Technik einsetzen – Hybridantriebe, Wärmepumpen, hochwertige Dämmmaterialien. Um das zu erzwingen, braucht es teils einschneidende Politikmassnahmen. So sind zum Beispiel nicht nur Glühbirnen, sondern auch neue Wäschetrockner ohne Wärmepumpe 2013 schlicht verboten worden. Bei Wohngebäuden gibt es strikte Vorgaben für die Energieeffizienz von Neubauten. Bei Autos wurden hohe Strafabbgaben eingeführt, falls die Importeure es nicht schaffen, die «effizienten» neuen Autos zu verkaufen. Solche Politikmassnahmen führen zu Kosten für die Hersteller und letztlich für den Verbraucher. Zusätzlich brauchen neue

«Einfache Verbesserungspotenziale werden immer als Erste umgesetzt. Der potenzielle technische Fortschritt pro Jahr wird darum laufend kleiner.»

Entwicklungen Zeit, bis sie reif für den Massenmarkt sind. Und dann muss der Konsument, ist der Zeitpunkt einmal gekommen, auch noch die richtige Kaufentscheidung treffen (wenn er überhaupt noch eine Wahl hat).

Nicht «weniger», sondern «anders»

Auch Technik kostet, und sie lässt manchmal etwas länger auf sich warten. Angesichts der ambitionierten Ziele der Energiestrategie 2050 ist deshalb klar, dass neben effizienterer Technik auch Verhaltensänderungen notwendig sind. Dabei ist das Ziel nicht «weniger», sondern «anders»: Die Mobilität wird immer noch gegeben sein, auch wenn das Auto ein wenig kleiner ist; bei einem Nullenergiehaus ist der Wohnkomfort sogar höher. Aber der Mensch ist träge und ändert sich nur ungern.

Unterschiedliche Ansätze können Verhaltensänderungen bewirken

Wie bei den Lösungen für effizientere Technik gibt es auch für Verhaltensänderungen ein breites Spektrum von Ansätzen. Techniker wollen Verbote älterer Technologien, wie bei den Glühbirnen geschehen. Ökonomen setzen auf

Anreizsysteme oder Subventionen, damit der Konsument klare Preisvorteile hat, wenn er das «richtige» Produkt kauft. Verhaltensforscher schlagen vor, vermehrt «anzustupfen». Ein Beispiel für dieses sogenannte «Nudging»: Ökostrom als neues Standardprodukt. Wer Strom aus nicht erneuerbaren Quellen wünscht, muss dies beim Energieversorger bestellen. Marketingfachleute wiederum betonen, man müsse das Neue und andere in den Vordergrund stellen. Ein Elektroauto sei nicht mit einem herkömmlichen Benzinauto zu vergleichen – sondern der Schlüssel zu einer anderen, befriedigenderen Mobilität.

Energie muss zu den Konsumenten kommen, damit sie begreifbar wird

Verhaltensänderungen gehen umso leichter, wenn Konsumenten etwas selber erfahren und begreifen können. Abfalltrennung, Kompost, Wassersparen: In diesen Bereichen haben Anreize für Verhaltensveränderungen gut funktioniert. Energie aber ist weniger begreifbar. Die grosse Herausforderung beim Energiesparen lautet also: Wie macht man Energie erfahrbar? Eine Antwort lautet: Man muss die Energie zu den Leuten bringen! Stromzähler mit Zusatzinformationen, sogenannte Smart Meters, sparen für sich genommen zwar keine Energie, legen aber die Basis dafür: Der Konsument erfährt, wie viel Energie er wozu verbraucht. Auch lokale erneuerbare Energie, wie die eigene Fotovoltaikanlage oder die Erdwärmeheizung des Wohnblocks, geben dem abstrakten Begriff «Energie» ein klareres Gesicht als die von irgendwoher kommende, im Boden verlegte Stromleitung. Grosskraftwerke und lokale, kleinskalige Energieerzeugung haben je ihre Stärken und Schwächen. Wer die Energiewende voranbringen will, tut gut daran, im Zweifelsfall auf lokale, kleinere Anlagen und Lösungen zu setzen, weil diese begreifbar sind. Häufig ist man erst dann bereit, sein Verhalten zu ändern und Neues in die Hände zu nehmen, wenn man etwas begriffen hat.

Kann es auch ein bisschen weniger sein?

Man kann die Frage aber auch anders betrachten: Braucht es den Zweitkühlschrank und das Drittauto wirklich? Dank Smartphones und Apps ermöglicht uns die Sharing Economy, manche Geräte nur noch zeitweise zu nutzen, statt sie die meiste Zeit herumstehen zu lassen. Weniger Besitz eröffnet auch andere Möglichkeiten: Statt für wenige heisse Tage pro Jahr ein Klimagerät anzuschaffen und regelmässig warten oder gar reparieren zu lassen, kann man sich an den heissen Tagen auch in den allorts ausgebauten Bädern abkühlen. Und kleinere Autos bieten nicht nur innen genauso viel Platz wie mancher Geländewagen, sie passen auch auf normale Parkfelder.

Verhaltensänderungen als Chance

Wir meinen, dass neben besseren technischen Lösungen auch Verhaltensänderungen die Chance bieten, unsere Zukunft zu gestalten und die Energiewende zu schaffen.

Statt mit immer aufwendigerer Technik den althergebrachten materiellen Wohlstand zu bewahren, kann man einige Gewohnheiten auch ändern. Das eine müssen wir anpacken, für das andere sollen wir offen sein. Dies gilt sowohl für den Staat wie auch für die Privatwirtschaft und für jeden Einzelnen.

Hans Bohnenblust

leitet den Geschäftsbereich Ressourcen, Energie + Klima bei EBP.

Peter de Haan

leitet das Team Ressourcen und Energiepolitik bei EBP.



Wir wissen nicht, was kommt – entscheiden müssen wir dennoch

Wie wirken sich Klimaveränderungen auf Umwelt und Gesellschaft aus? Welchen Preis zahlen wir für Strom in 30 Jahren? Läutet die Kernfusion eines Tages die nächste Energiewende ein? Wir wissen es nicht. Und trotzdem müssen wir heute über unsere Energiezukunft entscheiden. Richtige oder falsche Entscheidungen gibt dabei nicht. Wenn wir aber einige Prinzipien befolgen, können wir bessere Entscheidungen treffen.

Der Bund nimmt mit seiner Energiestrategie einen langfristigen Blickwinkel ein: Er will bis 2050 den Ausstoss der Treibhausgase deutlich reduzieren und aus der Atomenergie aussteigen. Ohne weltweite Reduktion der klimarelevanten Treibhausgase sind auch für die Schweiz einschneidende Auswirkungen infolge der Klimaveränderung zu erwarten. Extremwettersituationen und in der Folge Ernteausfälle, Schäden an Infrastrukturen, Unterbrüche von Verkehrswegen oder die Schädigung von Siedlungsgebieten können zunehmen. Aber auch indirekte Auswirkungen einer globalen Klimaveränderung dürften wir in der Schweiz stark spüren, beispielsweise über verstärkte Migrationsbewegungen.

Das Dilemma

Wir sind im Dilemma. Ohne zu wissen, was uns die Zukunft bringt, müssen wir heute Veränderungen anstossen und richtungsweisende Entscheide treffen. Und selbst wenn wir nichts verändern, so entscheiden wir heute für die nächsten Generationen – zumindest implizit. Aber können wir überhaupt wegweisende Entscheide treffen, wenn wir deren Folgen nur vage abschätzen können? Wie können wir mit nicht vorhersehbaren Entwicklungen (sogenannten «Black Swans») wie zum Beispiel der Erfindung eines «perfekten» Energiespeichers umgehen?

Richtige oder falsche Entscheidungen? Bessere Entscheidungen!

Dass wir alle, die Gesellschaft, die Politik und die Wirtschaft, Entscheide treffen müssen, ohne alle Konsequenzen zu kennen, ist Alltag. Die Energiewende und die damit verbundenen Entscheide sind aber aussergewöhnlich in ihren Dimensionen. Dies gilt einerseits bezüglich der Tragweite ihrer möglichen Konsequenzen, andererseits ist auch der Zeithorizont der Wirkungen sehr weit, ja gar generationenübergreifend. Und viele Entwicklungen sind kaum absehbar: So ist es beispielsweise schwierig zu prognostizieren, welche Folgen die Senkung des zulässigen CO₂-Ausstosses bei Autos haben wird. Genauso wenig wissen wir, ob stetige Veränderungen des Klimas plötzlich schlagartige Veränderungen in unseren Ökosystemen bewirken können, wie das in den 1980er-Jahren mit dem Waldsterben befürchtet wurde. Richtige oder falsche Entscheidungen gibt es in dieser Situation nicht! Aber wir können bessere oder schlechtere Entscheidungen fällen. Bessere Entscheidungen basieren auf transparenten, nachvollziehbaren Grundlagen und einigen einfachen Grundprinzipien.

Das Ganze sehen und verstehen

Die Energiewende betrifft alle Lebensbereiche. Sie erfordert technologische, organisatorische und institutionelle Massnahmen und setzt Verhaltensänderungen von uns allen voraus. Die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten dieser Massnahmen sind komplex und nicht einfach zu erkennen. Je komplexer ein System und seine Wechselwirkungen aber sind, desto eher tendieren wir dazu, uns auf riesige Datenberge und eine wahre Informationsflut

oder aufwendige Simulationsmodelle abzustützen. Oft verlieren wir dabei den Überblick über das Gesamtsystem und die massgeblichen Zusammenhänge. Ein Beispiel? Die Finanzindustrie investiert weltweit jährlich Milliarden in Prognosemodelle und aufwendige Datenanalysen. Dennoch konnten weder die Dotcom-Krise im Jahr 2000 noch die Finanzkrise von 2008 rechtzeitig erkannt und abgewendet werden. Deshalb: Für gute Entscheidungen braucht es zumindest ein grobes grundlegendes Verständnis der Wirkungen unseres Handelns. Hierbei können pragmatische Modelle und strukturierte Vorgehensweisen – wie nachfolgend skizziert – helfen.

In Szenarien denken und diese in Zahlen und Bilder fassen

Durch das systematische Beschreiben von möglichst repräsentativen Szenarien können wir uns ein besseres Bild über mögliche Entwicklungen machen. Dies erlaubt uns darüber hinaus, die Ungewissheit besser zu vermitteln.

«Selbst wenn wir nichts verändern, entscheiden wir heute für die nächsten Generationen.»

Ein Beispiel dafür sind die Szenarien des Bundesamtes für Statistik (BFS) zur Entwicklung der Bevölkerung in der Schweiz. Gute Szenarien zeichnen sich durch eine möglichst präzise und allgemein verständliche Formulierung aus. Hilfreich ist es, Szenarien mittels Zahlen zu konkretisieren und mit anschaulichen Grafiken und Bildern zu illustrieren. Das macht sie besser verständlich, transparent und diskutierbar: «Der Energiebedarf pro Person wird sich bis ins Jahr 2050 verdoppeln», ist viel fassbarer als die Aussage «Der Energiebedarf wird künftig deutlich steigen». Eine solche Quantifizierung liefert zwar keine «besseren» Ergebnisse, zeigt aber Grössenordnungen auf und trägt insbesondere zu einem besseren Verständnis bei.

Risiken und Chancen erkennen

Die erwarteten Konsequenzen unserer Entscheidungen müssen wir stets aus dem Blickwinkel der damit verbundenen Risiken und Chancen beurteilen. Etablierte Verfahren und Methoden ermöglichen es uns, Auswirkungen für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt einheitlich zu erfassen und zu bewerten und sie so einander gegenüberzustellen und zu vergleichen. Das sogenannte Risikomanagement wird heute in zahlreichen Themenbereichen erfolgreich angewendet. Es schützt uns nicht vor unliebsamen Ereignissen und Entwicklungen; wir können uns aber besser darauf vorbereiten und Entscheidungen treffen, um die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens oder die Konsequenzen zu mindern. Unsere Erfahrungen zeigen, dass wir alle Ereignisse mit besonders grossen

oder gar irreversiblen Auswirkungen stark wahrnehmen und in unsere Entscheidungen einfließen lassen. So erhalten Störfälle in Kernkraftwerken oder grossflächige Ölverschmutzungen mit Auswirkungen, die weit über die unmittelbaren Konsequenzen hinausgehen können, einen überproportionalen Stellenwert (social amplification of risk). Mit einer expliziten Berücksichtigung im Risikomanagement können wir bewusster auch mit solchen Effekten umgehen.

Dem Bauchgefühl Platz lassen!

Schon Fjodor Dostojewski wusste: «Wäre alles auf Erden rational, würde nichts geschehen.» Wie dargelegt, tendieren wir dazu, komplexe Fragen oft mit komplexen Analysen zu beantworten. Dabei besteht auch die Gefahr, dass komplexe, wissenschaftliche Ergebnisse und Expertenmeinungen zu wenig hinterfragt und ihre Plausibilität nicht geprüft wird. Deshalb muss als letzter Schritt vor jeder Entscheidung neben den rationalen Aspekten auch der intuitiven Beurteilung, dem intuitiven Hinterfragen genügend Platz eingeräumt werden. Gerade wenn nicht alle möglichen Entwicklungen und die damit verbundenen Chancen und Risiken bekannt sind, verlangen gute Entscheidungen auch Intuition. Dazu gehört auch, dass Grundlagen und Entscheidungen periodisch immer wieder überprüft und kritisch – also auch «mit dem Bauch» – hinterfragt werden sollten: Was haben die Massnahmen bewirkt? Liegen neue Erkenntnisse vor, welche die ursprünglichen Beurteilungen in einem neuen Licht erscheinen lassen? Gegebenenfalls müssen dann auch Anpassungen vorgenommen werden.

Treffen wir heute gute Entscheidungen!

Mit der Energiewende müssen wir bereits heute die Entscheidungen für die Generation von morgen treffen. Wenn wir dabei die oben skizzierten Grundprinzipien beachten, bei den Lösungsansätzen nicht alles auf eine Karte setzen und Spielraum für Korrekturen lassen, dann legen wir die Grundlage für eine belastbare Strategie; eine Strategie, die verzeiht und weniger anfällig ist für unerwartete Entwicklungen

Christoph Zulauf

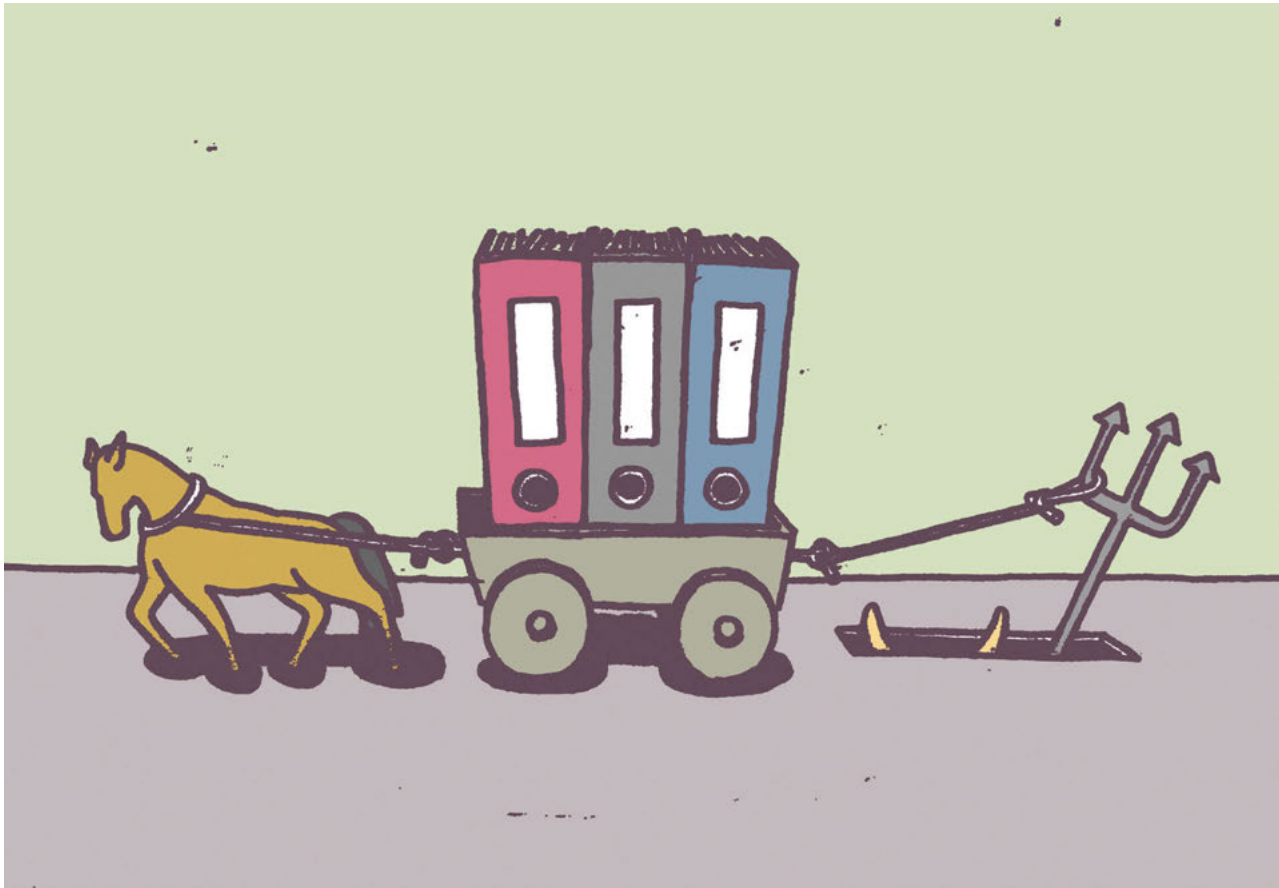
leitet den Geschäftsbereich Sicherheit bei EBP.

Hans Bohnenblust

leitet den Geschäftsbereich Ressourcen, Energie + Klima bei EBP.

Paul Slovic

ist Präsident von Decision Research, einem Think Tank in Oregon, und Professor für Psychologie an der University of Oregon.



Energiewende in der Gemeinde – vom Teufel und den Details

Wie soll die Energiewende in den Gemeinden umgesetzt werden? Mit ausgefeilten Konzepten oder lieber mit Machern, die rasch umsetzen? Umfassend oder doch lieber radikal fokussiert? Wir stellen vier Thesen auf – und liefern die Gegenthesen dazu gleich selber.

Gemeinden und Städte sind zentrale Akteure der Energiewende. Ihre Aufgabe scheint sehr simpel: Sie sollen all das tun, wofür sich genau die kommunale Ebene besonders eignet. So weit, so gut. Doch der Teufel steckt wie immer im Detail. Wofür eignet sich denn die kommunale Ebene besonders? Und welche Hebel soll sie in Bewegung setzen? Wir arbeiten täglich mit Gemeinden und Städten an diesen Fragen und haben die Erfahrungen aus dieser Tätigkeit in vier Thesen und ihren Gegenthesen zusammengefasst.

These 1: Die wichtigste Grundlage für den Erfolg ist ein kommunales Energiekonzept.

Nur mit einem systematisch erarbeiteten Konzept weiss die Gemeinde, wo sie steht und über welche Potenziale zur Energieeinsparung und zur Produktion erneuerbarer Energien sie überhaupt verfügt. Ein Konzept stimmt verschiedene Massnahmen aufeinander und auf das gemeinsame Ziel ab und verhindert damit ziellosen Aktivismus. Und schliesslich führt es dazu, dass in der Gemeinde die richtigen Leute miteinander reden.

Gegenthese 1: Energiekonzepte verzögern die konkrete Umsetzung.

Die Erarbeitung eines Konzepts verschlingt Ressourcen und Zeit, die besser direkt in die Umsetzung fliessen sollten. Es braucht kein Konzept, um zu wissen, dass viele Gebäude der Gemeinde sanierungsbedürftig sind, dass die Energie für Wärme und Mobilität fossil dominiert ist und dass ein grosses Potenzial für Solarwärme und Fotovoltaik auf Dächern besteht. Was es in einer Gemeinde braucht, ist primär ein Zugpferd – eine kompetente Person, die tatkräftig anpackt und die Mitmenschen zu begeistern versteht. Ohne diese wird auch das beste Konzept nur lauwarm umgesetzt, wenn überhaupt.

These 2: Die Potenziale erneuerbarer Wärme müssen auf kommunaler Ebene erhoben werden.

Wärme ist anders als Strom oder Mobilität. Denn sie wird meist dort konsumiert, wo sie produziert wird. So gilt als Grundsatz, dass geografisch «gebundene» erneuerbare Wärme (Erdwärme, Grundwasser, Flusswasser) mit Priorität genutzt werden soll, damit die geografisch ungebundene, «mobile» Wärme (also z.B. Holz) in den Gebäuden genutzt werden kann, für die keine anderen Möglichkeiten bestehen. Diese Analyse und Abstimmung von Angebot und Nachfrage ist so detailliert, dass nur die kommunale Ebene dafür infrage kommt.

Gegenthese 2: Eine rein kommunale Perspektive auf die Potenziale erneuerbarer Wärme führt zu Fehlplanungen.

Will eine Gemeinde einen Holzverbund realisieren, berechnet sie das verbleibende Energieholzpotenzial auf Gemeindegebiet. Weil das nicht reicht, fragt sie bei der Nachbargemeinde nach, stösst auf noch ungenutztes

Potenzial und rechnet dieses mit ein. Was sie womöglich nicht weiss, ist, dass drei andere Gemeinden sowie die nächstgelegene Grossstadt auch nachgefragt haben und in ihren Plänen nun auch mit diesem Holz rechnen. Ohne regionale Koordination drohen beim Holz und bei der

«Die Aufgabe der Gemeinden und Städte scheint sehr simpel: Sie sollen all das tun, wofür sich genau die kommunale Ebene besonders eignet.»

feuchten Biomasse teure Fehlplanungen.

These 3: Gemeinden müssen die Energiewende umfassend anpacken.

In der öffentlichen Wahrnehmung wird die Energiewende oft auf den Strom beschränkt. Dabei sind andere Energieträger für Wärme und Mobilität mindestens ebenso wichtig. In all diesen Bereichen kann eine Gemeinde viel bewegen. Sie kann als gutes Beispiel vorangehen, über die Planung Investitionssicherheit für die Netzbetreiber (Strom, Gas) schaffen oder die Gemeinde für den Langsamverkehr attraktiv machen. Sie kann Anforderungen stellen, Anreize setzen, als Eigentümerin des Stadtwerks ihre Anliegen einbringen. Die Liste ist lang – und alle Punkte sind relevant.

Gegenthese 3: Gemeinden müssen Schwerpunkte setzen.

Es gibt Gemeinden, die ein Energiekonzept, eine Energieplanung, einen Energiestadtprozess haben und gefragt werden, ob sie nicht auch beim 2000-Watt-Programm des Bundes noch mitmachen wollen. Zusammen produzieren alle diese Projekte lange Listen mit Dutzenden von Massnahmen, sodass einige Gemeinden nicht mehr wissen, wo sie anfangen oder Schwerpunkte setzen sollen. Gemeinden sollten pro Jahr nur drei Massnahmen auswählen und diese dafür richtig anpacken. So kommen sie Schritt für Schritt vorwärts und können ihre Prioritäten laufend den geänderten Rahmenbedingungen anpassen.

These 4: Der Föderalismus ist ein Segen für die Energiewende.

In gewissen Kantonen können die Gemeinden die energetischen Mindestanforderungen an Neubauten verschärfen. Andere fördern mit eigenen Programmen die erneuerbaren Energien. So können fortschrittliche Gemeinden verschiedene Massnahmen ausprobieren und andere Gemeinden dann die erfolgreichen übernehmen. Umgesetzt wird nicht nur der kleinste gemeinsame Nenner – willige Pioniere dürfen Neues ausprobieren und den Weg bereiten.

Gegenthese 4: Der Föderalismus ist ein Fluch für die Energiewende.

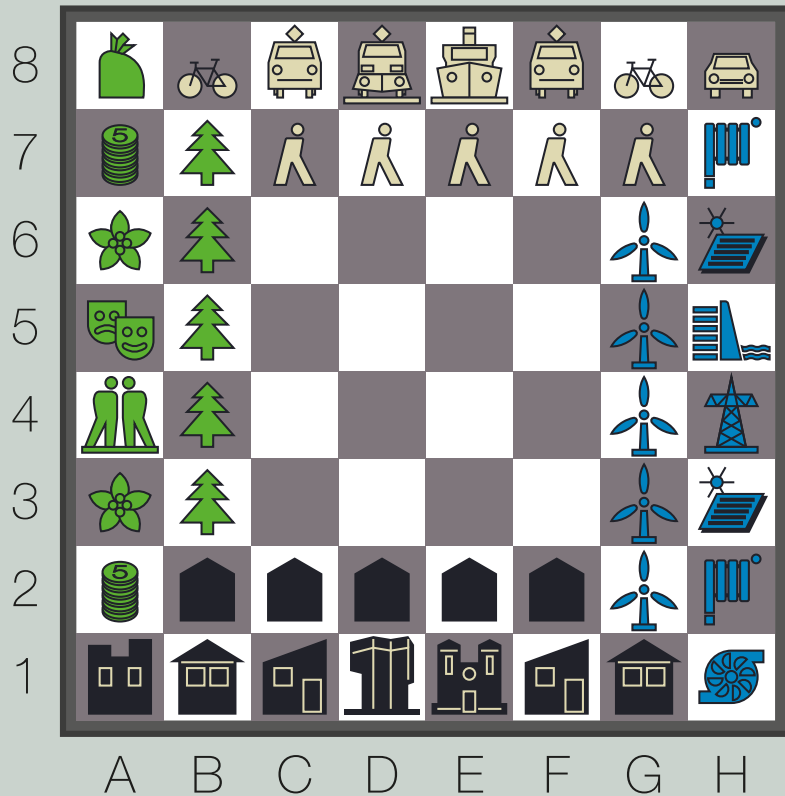
Die meisten Handwerker, Energieberater und Architekten arbeiten gleichzeitig in vielen Gemeinden. Sie müssen sich stets auf dem Laufenden halten, was nun in welcher Gemeinde gilt. Für den Neubau gelten je nach Gemeinde unterschiedliche Regeln, und eine Sanierung mit Heizungersatz kann rasch zu drei Fördergesuchen führen (Gemeinde/Kanton/Bund). Einfache und förderliche Rahmenbedingungen sehen anders aus.

Vier Thesen – vier Gegenthesen. Unsere Erfahrung zeigt:

1. Fundierte Grundlagen oder zugkräftige Umsetzung?
Es braucht beides – sowohl das engagierte Zugpferd als auch das prägnante Konzept, das gemeinsam erarbeitet und getragen wird.
2. Kommunale Detailplanung oder regionale Abstimmung? Auch bei den Potenzialen braucht es beides – die regionale Perspektive für die Biomasse, die kommunale für die Umweltwärme und die Solarenergie.
3. Umfassend betrachten oder fokussieren? Hier geben wir der Gegenthese das stärkere Gewicht: Zwar braucht man einen Überblick der Handlungsfelder. Die umfassende Perspektive mit unrealistisch langer Massnahmenliste ist aber oft lähmend. Eine starke Fokussierung auf einige wenige Massnahmen für das erste Jahr (und auch die folgenden) täte in vielen Fällen gut.
4. Föderalismus als Fluch oder Segen? Diese Frage lassen wir offen...

Sabine Perch-Nielsen
leitet das Team Energieeffizienz und Erneuerbare bei EBP.

Michel Müller
ist bei EBP für Energie und Politik im Gebäudebereich zuständig.



Bringen wir die Energiewende auf den Boden?

«Ja, aber...», lautet die kurze Antwort. Denn die Raumplanung ist zwar ein Schlüsselement auf dem Weg zur Energiewende, sie muss jedoch unterschiedliche Ansprüche an den Raum unter einen Hut bringen. Da hilft nur eine Politik der kleinen Schritte.

Die Raumplanung muss einen Beitrag zur Energiewende leisten – so viel scheint klar: Als Folge eines schrittweisen Ausstiegs aus der Kernenergie ist der Zubau von Wasserkraft und von neuen erneuerbaren Energien sowie die Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden, bei Geräten und im Verkehr nötig, so die Kurzformel der Energiestrategie 2050. Darin lassen sich zentrale raumplanerische Fragen erkennen: Wo können Wasser-, Wind- und Solarkraftproduktionsanlagen realisiert werden? Wo entwickeln sich Siedlungen? In welchen baulichen Formen? Und wie planen wir unser Verkehrsnetz? Klar wird, die Energiewende findet nicht im luftleeren Raum statt. Früher oder später kommt sie in Form konkreter Projekte immer «in den Raum». Die Raumplanung wird dadurch zu einem Schlüsselement einer erfolgreichen Energiewende.

Die Energiepolitik macht Raumentwicklung

Man kann die Geschichte aber auch von der anderen Seite betrachten. Ein Beispiel? Aufgrund einer Studie kam das Bundesamt für Energie 2015 zum Schluss: «Es gibt Hinweise darauf, dass am Ende des Tages eine energetische Sanierung für den Mieter zu einer Erhöhung der Mietzinsen führen kann.»¹ Ein klassischer Zielkonflikt. Welche Konsequenzen hat dies für die soziale Durchmischung von städtischen Quartieren? Fördert man damit nicht die Verdrängung der ärmeren Bevölkerung und preisgünstiger Wohnraum bleibt auf der Strecke? Erinnern Sie sich an den Einstiegssatz? Die Raumplanung muss einen Beitrag zur Energiewende leisten, klar! Aber aus Schwarz und Weiss wird im Einzelfall nicht selten Grau. Denn gleichzeitig muss die Raumplanung, so sie denn überhaupt massgeblich Einfluss nehmen kann, auch einen Beitrag leisten zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen, zur Förderung des sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Lebens in den einzelnen Teilräumen und nicht zuletzt auch zu einer dezentralen Besiedlung des Landes. Und nun also auch noch zur Energiewende...

Wo Raumplanung und Energiepolitik sich treffen

In den letzten Jahren ist das Bewusstsein für die Wechselwirkungen zwischen Raumplanung und Energiepolitik gewachsen. Eine Studie des AWEL Zürich, die im Rahmen der langfristigen Raumentwicklungsstrategie (LaRES) erarbeitet wurde, hat energetische Muster im Gebäude- und Mobilitätsbereich in unterschiedlichen Raumtypen analysiert.² Das Fazit ist klar: Bewohnerinnen und Bewohner in städtisch geprägten, dichter besiedelten Räume

weisen einen tieferen Energiebedarf auf, hauptsächlich deshalb, weil sie pro Person weniger Wohnfläche beanspruchen und eine geringere Mobilitätsnachfrage haben. In Zukunft wird sich dieser Effekt wahrscheinlich noch verstärken.

Auf dem Weg zu einer energieeffizienten Raumentwicklung

Will die Raumplanung wirkungsvoll zur Energiewende beitragen, steht sie vor grossen Aufgaben. Sie muss Anreize setzen, damit wir unsere Siedlungen weiter nach innen entwickeln und energieeffizient erneuern sowie die Siedlungsentwicklung und das Mobilitätssystem noch stärker als heute aufeinander ausrichten.

Leuchtturmprojekt Europaallee – auch mit kritischen Stimmen

Das Entwicklungsgebiet «Europaallee» unmittelbar beim Hauptbahnhof Zürich kann als «Leuchtturm» für eine energieeffiziente Raumentwicklung dienen. Die in beeindruckendem Tempo voranschreitende Veränderung lässt

«Die Erfahrung zeigt: Weder Innenentwicklung noch Umbau der Energieerzeugung lassen sich reibungsfrei umsetzen.»

sich bei der Einfahrt in den Hauptbahnhof Zürich gut beobachten. Das Gebiet wurde mit einer für schweizerische Verhältnisse sehr hohen Dichte konzipiert, passend zur hervorragenden Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr und der innerstädtischen Lage. Die einzelnen Gebäude werden nach den Standards des nachhaltigen Bauens umgesetzt. Typisch für die Raumentwicklung auch hier: Unterschiedliche Ansprüche an den Raum machen sich bemerkbar. Die soziale Durchmischung und die bauliche Dichte werden von einzelnen Akteuren kritisch diskutiert.

Von Aarau lernen

Nicht alle Gebiete können von dieser hervorragenden Erreichbarkeit und innerstädtischen Lage profitieren. Dennoch entstehen in der ganzen Schweiz gute Beispiele der Innenentwicklung. Gelungene Anschauungsbeispiele

¹ Bundesamt für Energie / Bundesamt für Wohnungswesen (2015): Energetische Sanierung. Auswirkungen auf Mietzinsen. Zitat aus der Sendung «HeuteMorgen» auf Radio SRF vom 9. April 2015.

² Baudirektion Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (2014): Energie und Siedlungsstruktur. Energetische Muster im Gebäude- und Mobilitätsbereich.

bietet die mit dem Wakkerpreis gekürte Stadt Aarau: In einer gesamtheitlichen Sicht wird auf dem Stadtgebiet unterschiedlich und differenziert mit Dichte umgegangen. Die verschiedenen Ansprüche werden aufgenommen und in den einzelnen Stadtgebieten auf die lokale Situation angepasst umgesetzt.

Die Raumplanung als Hemmschuh?

Die Raumplanung soll aber nicht nur helfen, unseren Energieverbrauch zu reduzieren und die Energieeffizienz zu steigern, sondern auch die Erzeugung erneuerbarer Energien fördern. Die Erfahrung zeigt jedoch: Weder Innenentwicklung noch Umbau der Energieerzeugung lassen sich reibungsfrei umsetzen. Konflikte um die Projektierung von Übertragungsleitungen, Einsprachen gegen Wind- oder Wasserkraftanlagen, Widerstand gegen dichtere Siedlungen: Man kann Hindernisse bei der Umsetzung der Energiewende beklagen, der Raumplanung gar eine hemmende Rolle zusprechen. Dabei erfüllt die Raumplanung nur den ihr zugedachten Auftrag: Sie koordiniert unterschiedliche Interessen im Raum und bringt sie unter «einen Hut». Das geht nicht ohne Kompromisse. Obwohl langfristig ausgerichtet, schafft die Raumplanung keine statischen Ergebnisse. Neue Erkenntnisse, neue Verhaltensmuster, neue Technologien erfordern eine ständige Anpassung.

Die Raumplanung sind wir

Vor allem aber gilt: Die Raumplanung kann ihre Schlüsselrolle in der Energiewende nur wahrnehmen, wenn die Gesellschaft mitmacht. Als Stimmbürgerin, als Stimmbürger haben wir immer wieder die Möglichkeit, uns direkt einzubringen: Entscheide zu Auf- oder Umzonungen, zu Investitionen in kommunale Infrastrukturen, neuen Velowegen, Gestaltungsplänen mit neuen Siedlungs- oder Wohnformen, zur Festsetzung baulicher Standards oder zu kommunalen Energiekonzepten. Achten wir bei der nächsten Abstimmung oder Gemeindeversammlung darauf: Vielleicht entdecken wir ja einen kleinen Schritt hin zur Energiewende.

Christof Abegg
leitet das Team Stadt- und Regionalwirtschaft bei EBP.

Matthias Thoma
ist Leiter der Geschäftsbereiche Raum- und Standortentwicklung sowie Verkehr bei EBP.



Wenn die Energiewende im eigenen Garten stattfindet

Will die Schweiz die Energiewende packen, braucht sie neue Produktionsanlagen für erneuerbare Energien. Neben der positiven Wirkung auf das Klima haben diese Anlagen aber auch Nebenwirkungen, insbesondere auf die Umwelt. Wie gehen wir damit um? Am besten mit einer sorgfältigen, ganzheitlichen und transparenten Planung.

Eine fiktive Geschichte: Freitagnachmittag. Die Arbeit ist getan und die Vorfreude aufs Wochenende ist gross. Später kommen Freunde zum Grillieren vorbei. Der Grill auf der Terrasse heizt schon, der Blick schweift in die Ferne – und bleibt hängen: Was ist das für ein Baugespann auf dem Hügel? Doch nicht etwa für eine Windkraftanlage? Und der Geruch in der Nase? Kommt der etwa von der neuen Biogasanlage in unserem Dorf? Dass das Dach der pittoresken Scheune auf dem Nachbargrundstück letztes Jahr mit einer Fotovoltaikanlage versehen wurde, verschönert die Aussicht auch nicht gerade. Wir beziehen zwar selbst Ökostrom, aber muss der unbedingt in unserer Nachbarschaft erzeugt werden?

Was ist überhaupt Ökostrom?

Die Stromanbieter verkaufen uns den Strom mit Produktnamen wie

- PUREPOWER (spontane Assoziation: «...klingt wie ein Waschmittel»),
- SOLARTOP («...hört sich an wie ein Cabriolet»),
- ÖKOPOWER («...als würden die Frösche ein Halleluja dazu quaken»),
- NATURE STAR («...ein Griff nach den Sternen?»).

Was soll man nun wählen als Privatkunde, dem die Natur am Herzen liegt? Und was genau ist überhaupt Ökostrom?

Ökostrom wird in der Regel als Überbegriff für Strom aus erneuerbaren Energien benutzt, er ist also klimafreundlich. Die Bezeichnung Ökostrom suggeriert auch, dass der Strom umweltfreundlich ist. Die Umweltauswirkungen durch Ökostrom können aber durchaus beachtlich sein.

Umweltauswirkungen gibt es bei jedem Energieträger

Nicht nur die Produktion von erneuerbaren Energien wirkt sich auf die Umwelt aus. Denn insbesondere fossile Energieträger belasten nicht nur das Klima: Öllecks, Bodenabsenkungen, giftige Abwässer, Waldabholzungen für Teersandabgrabungen, Bohrungen in Tiefsee oder Arktis. Das ist aber alles weit weg von unserem Garten. Die Auswirkungen der erneuerbaren Energien, deren Ausbau die Energiestrategie vorsieht, sind hingegen lokal bis regional sichtbar:

Wasserkraft

Der Lebensraum Gewässer wird beeinträchtigt, da die Flüsse nur noch Restwasser führen. Grosse Speicherseen nehmen wiederum der terrestrischen Fauna ihren Lebensraum, Schwall und Sunk erschweren die Lebens- und Entwicklungsmöglichkeiten der Fische und die Landschaft wird verändert.

Windkraft

In der Schweiz befinden sich die windexponierten Standorte auf den Bergkreten. Schön von weit her sichtbar und damit im Konflikt mit dem Landschaftsschutz. Zugvögel kollidieren mit den Rotoren und der wechselnde Schattenwurf kann für Anwohner nervtötend sein.

Solarenergie

Solaranlagen auf Gebäuden stören allenfalls den Menschen, nicht aber die Natur. Fotovoltaikanlagen auf dem freien Feld oder an Felswänden haben Auswirkungen auf Landschaftsschutz, Flora und Fauna.

Biomasse

Landwirtschaftliche Biogasanlagen können bei ungünstiger Wetterlage und schlechtem Betriebskonzept Geruchsbelästigungen verursachen und damit uns Menschen stören. Aber immerhin befinden sie sich bereits in einem Gebiet, das vorbelastet ist mit landwirtschaftlichen Gerüchen, die auch nicht zu jeder Grillparty passen. Zudem bringen landwirtschaftliche Biogasanlagen auch den Vorteil, dass vergorene und damit weniger geruchsintensive Gülle auf die Felder gebracht wird.

Umweltwärme

Kleine dezentrale Anlagen zur Wärmeengewinnung im Winter und zur Kühlung im Sommer bringen nur geringe Auswirkungen und Risiken mit sich. Grosse Geothermieprojekte sind da schon heikler, wie man in Basel und St. Gallen feststellen musste.

Verschiedene Interessenvertreter einbeziehen

Wird also mit der Energiewende der Teufel mit dem Beelzebub ausgetrieben? Nein, der Klimaschutz ist wichtig. Um CO₂-Emissionen zu reduzieren, sind innovative Lösungen und Technologien mit möglichst geringen Nebenwirkungen gefragt. Zwischen Energieerzeugung und anderen Interessen gibt es viele Konflikte. Auf dem Weg zur Energiewende sind diese zu lösen bzw. zumindest zu entschärfen. Die Frage lautet: «Aber wie?» Es ist wichtig, bereits in der Planung die verschiedenen Interessenvertreter einzubeziehen und wo möglich anderen Interessen entgegenzukommen. Dies gilt natürlich nicht nur für die Energieproduzenten. Auch die Umweltschutzorganisationen müssen kompromissbereit sein. Wichtig dabei ist, dass auch ein gemeinsames Ziel verfolgt wird: eine möglichst CO₂-freie Stromproduktion. Um das gemeinsame Ziel zu erreichen, muss jeder auch etwas geben. Nur wenn alle am selben Strick ziehen, kann die Energiewende gelingen.

Umweltauswirkungen abschätzen, Interessen abwägen

Willkommen in der Realität! Anlagen zur Produktion erneuerbarer Energien müssen den gleichen sorgfältigen Bewilligungsprozess durchlaufen wie alle anderen Anlagen auch. Die grossen Kraftwerksanlagen sind heute und werden auch in Zukunft UVP-pflichtig sein. Das heisst,

um eine Baubewilligung zu erhalten, müssen in einem Umweltverträglichkeitsbericht die Auswirkungen auf die Umwelt aufgezeigt und die Einhaltung des Umweltrechts nachgewiesen werden. Das ist und bleibt so. In diesem Punkt ist die Schweiz bereits sehr gut aufgestellt für die Umsetzung der Energiestrategie. Für eine Interessenabwägung zwischen Energieproduktion und Umweltauswirkungen sollte ein Vergleich der neuen Anlage mit konventionellen Energieanlagen durchgeführt werden.

Koordinierte Planung

Eine strategische und überregionale Planung kann helfen, die Auswirkungen auf die Umwelt in Grenzen zu halten. Die Instrumente heissen Richtplanung, strategische Umweltprüfung, Schutz- und Nutzungsplanung. Alle sind bereits vorhanden. Bezüglich der Energiewende müsste die Politik diese aber noch mehr nutzen.

Jeder muss seinen Teil beitragen

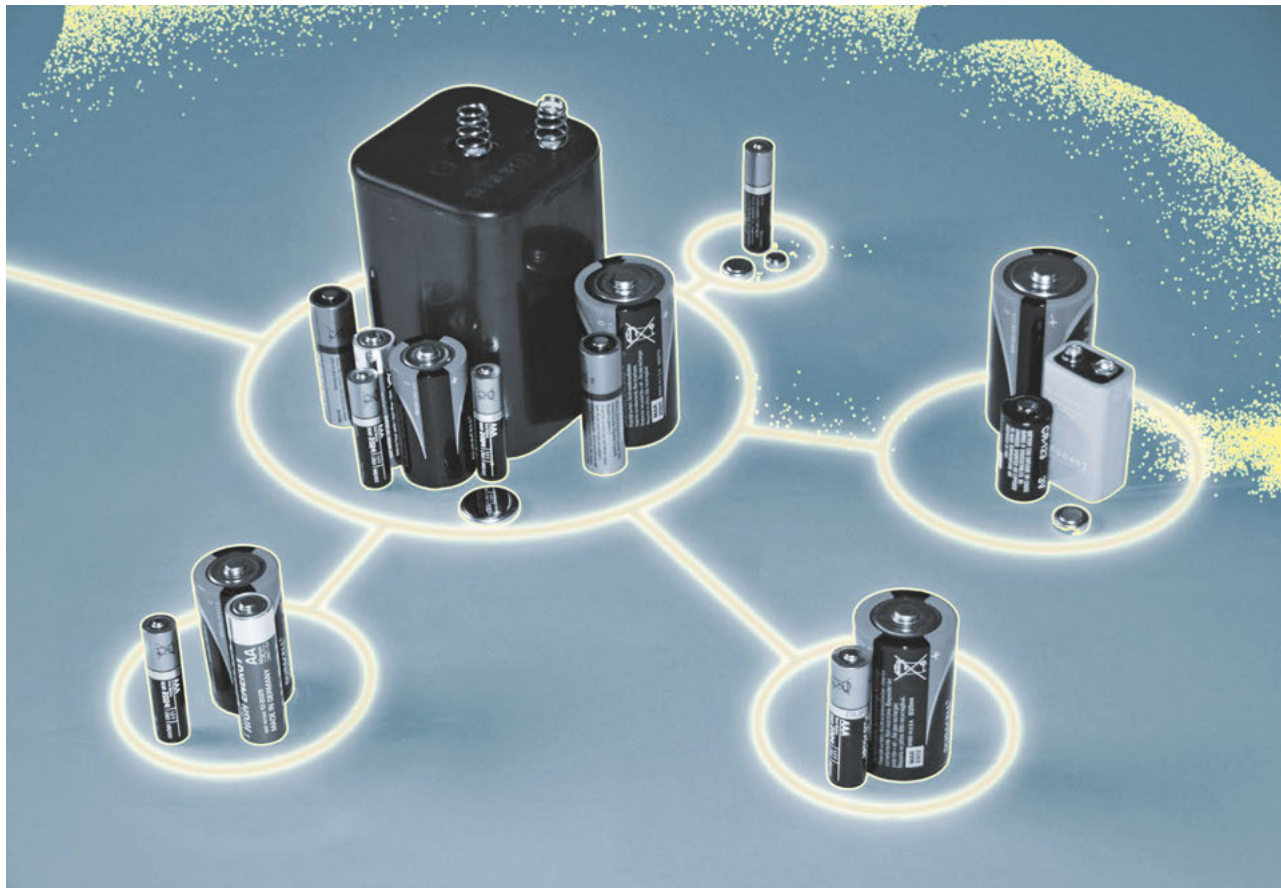
Grundsätzlich ist klar: Neue energieerzeugende Anlagen haben auch Nebenwirkungen auf die Umwelt. Keiner sieht diese gerne vor der eigenen Haustüre oder in seinem bevorzugten Erholungsgebiet. Eine gute Gestaltung und Einordnung in die Landschaft kann aber viel helfen. Mit mehr Partizipation, mehr Verständnis für die Interessen der anderen und einer gesunden Portion Kompromissbereitschaft sowie dem Verständnis dafür, dass jeder auch seinen Teil beitragen muss, ist die Energiewende in der Schweiz zu schaffen. Eine vorausschauende Planung ist dabei ein Muss. Und wenn es beim nächsten Grillfest mal wieder nach Biogasanlage riecht, dann laden Sie doch den Landwirt gleich mit ein. Er kann sich dann selbst ein Bild der olfaktorischen Situation machen, und nebenbei wird er Ihnen die Vorteile seiner Biogasanlage hinsichtlich Klimaschutz erklären. Profitieren tun alle.

Holger Frantz

ist seit Herbst 2016 Geschäftsführer von EBP Deutschland und leitete zuvor bei EBP Schweiz das Team Umweltplanung.

Andreas Zysset

leitet den Geschäftsbereich Umwelt und Wasser bei EBP.



Das Internet der Dinge: Rückenwind für die Energiewende

Das Elektroauto in der Garage beginnt sich aufzuladen, wenn die Windkraftanlage im Jura auf Volltours läuft, und über eine App können wir unseren Stromverbrauch messen und vergleichen: Geräte, die über das sogenannte «Internet der Dinge» miteinander kommunizieren, leisten einen wichtigen Beitrag zur Energiewende – sowohl auf der technischen Ebene wie auch dort, wo unser Verhalten ausschlaggebend ist.

Das Internet der Dinge steht für die Vernetzung von Geräten, Systemen und Dienstleistungen zu intelligenten Systemen. Es basiert auf drei Kernelementen: Netzwerk-Kommunikation, Geräte und Sensoren sowie deren eindeutige Identifikation. Die dafür eingesetzten Technologien sind keineswegs neu. Ein Smartphone beispielsweise hat sämtliche dieser Kernelemente an Bord: WiFi, Bluetooth oder Mobilfunk für die Kommunikation, GPS, Gyroskop oder Mikrofon als Sensoren und die SIM-Karte für die Identifikation. Einige Technologien haben sich aber erst in den letzten Jahren durchgesetzt und dem Internet der Dinge zum Durchbruch verholfen. Dazu zählen die Radio Frequency Identification (RFID) und das Internet Protocol Version 6 (IPv6).

Stossrichtungen der Energiewende

Um zu beurteilen, welchen Beitrag das Internet der Dinge zur Energiewende leisten kann, werfen wir zunächst einen Blick auf die Energiestrategie 2050 des Bundesrates. Neben dem Ausstieg aus der Kernenergie sind die zentralen Stossrichtungen:

- den Anteil der erneuerbaren Energien erhöhen
- die Energieeffizienz steigern
- den Energie- und Stromverbrauch noch weiter senken.

Welche Beiträge das Internet der Dinge in diesen drei Bereichen leisten kann, möchten wir anhand einiger Beispiele beleuchten.

Smart Grids – um den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen

Strom aus Wind und Sonne ist vom Wetter abhängig und kann im Tagesverlauf stark schwanken. Diese Fluktuation durch das Ab- und Zuschalten konventioneller Kraftwerke auszugleichen, wird zunehmend schwieriger. Sind viele lokale Fotovoltaikanlagen vorhanden, kann starke Sonneneinstrahlung zu Stabilitätsproblemen im lokalen Stromnetz führen. Es wird deshalb nötig sein, die ebenfalls zunehmenden neuen Stromverbraucher wie Wärmepumpen und Elektroautos einzubinden: Sie sollten dann Strom beziehen, wenn dieser im Überfluss vorhanden ist, sich idealerweise aber auch ferngesteuert ausschalten lassen. Damit in Zukunft die Netzstabilität gewährleistet und die Potenziale neuer Technologien genutzt werden können, braucht es sogenannte Smart Grids. Wie ein solches System aussehen kann, zeigt das Smart Grid Real Lab von ewz. Dessen Kernelement ist die sogenannte Gridbox, die ewz zusammen mit Partnern entwickelt hat. Bei dieser Plattform erfassen verteilte Mess- und Steuergeräte im Sekundentakt hochpräzise den Netzzustand und kommunizieren diesen an einen regionalen GridBox-Master. Dort werden die Daten ausgewertet und flexible

Anlagen in Echtzeit automatisch gesteuert, z.B. Fotovoltaikanlagen, aufladbare Batterien, elektrische Boiler oder Ladestationen für Elektromobile.

Smart Cities – um die Energieeffizienz zu steigern

Smart Cities klingt nach ferner Zukunft. Aber das täuscht: In verschiedensten städtischen Bereichen werden heute bereits Geräte und Systeme eingesetzt und vernetzt, um verfügbare Ressourcen effizienter zu nutzen und letztlich auch Energie zu sparen. Zum Beispiel so: Mithilfe der Smartphone-App «parku» oder über die «parku»-Website

«Das Internet der Dinge ist nur einer von vielen Bausteinen, die zum Gelingen der Energiewende beitragen. Aber ein fundamentaler.»

lassen sich freie Parkplätze in verschiedenen Schweizer Städten finden. Dies reduziert den Suchverkehr. Die App zeigt bei Eingabe der Zieladresse in Echtzeit eine Liste der verfügbaren Parklücken an. Seit Sommer 2015 sind ausserdem die ersten Low-Power-Netze der Schweiz in Zürich und Genf verfügbar. Diese Technologie ermöglicht es, kostengünstig eine grosse Anzahl von Objekten zu vernetzen. Damit lassen sich beispielsweise – wie in Barcelona oder Nizza – Strassenbeleuchtungen realisieren, die auf Passanten reagieren.

Smart Buildings – über das Nutzerverhalten noch mehr Energie sparen

Smart Buildings leisten ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz (siehe dazu auch den Beitrag 09 «Wie smart müssen unsere Gebäude sein?»). Zwei Beispiele dazu: Im Rahmen eines Energie-Contractings versorgt ewz das innovative Wohnprojekt «mehr als wohnen» mit Wärme und Kälte. Dabei wird die lokal anfallende Abwärme aus dem Rechenzentrum genutzt. Das Wohnprojekt dient zugleich als Untersuchungsobjekt, um den Einfluss des Nutzerverhaltens auf die Reduktion des Energieverbrauchs zu analysieren. Die Studie kommt zum Schluss: «In Ergänzung zu den laufenden Anstrengungen, die Energieeffizienz und den Anteil erneuerbarer Energien im Gebäudepark zu steigern, ist deshalb das Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer stärker als bisher als relevanter Faktor für das nachhaltige Bauen und Wohnen zu berücksichtigen.» Genau in diese Richtung zielt die «erlenapp» für das neue Stadtquartier auf dem Erlenmatt-Areal in Basel. Mithilfe der kostenlosen App können die Bewohnerinnen und Bewohner mit wenigen Klicks

ihren eigenen Energieverbrauch messen, verwalten und mit dem Verbrauch des gesamten Quartiers vergleichen. Möglich wird das durch die Vernetzung der verschiedenen Geräte.

Es bleiben noch offene Fragen

Die bisherigen Ausführungen bestätigen die zwei Grundthesen dieser Publikation: Technik ist der Schlüssel zur Lösung. Aber unser Verhalten wird über den Erfolg entscheiden. Das Internet der Dinge wirft aber auch (neue) Fragen auf.

Benötigen smarte Systeme vielleicht mehr Strom, als sie einsparen helfen?

Wir meinen, dass diese Gefahr nicht besteht. Einerseits haben sich Sensoren und Netzwerk-Kommunikationskanäle technologisch weiterentwickelt und verbrauchen immer weniger Energie. Prominente Beispiele hierfür sind passive RFID-Transponder, Bluetooth Low Energy oder das Low-Power-Netzwerk (LPN). Andererseits besteht durch Smart Cities und Smart Buildings ein erhebliches Einsparpotenzial.

Setzen smarte Systeme nicht die falschen Anreize, indem sie lediglich die Effizienz statt den Verzicht fördern?

Das ist eine interessante Frage, die man kontrovers diskutieren kann. Aus unserer Sicht können smarte Systeme den Menschen auch bei seinen Verhaltensänderungen unterstützen, wie das oben beschriebene Beispiel über das Nutzerverhalten bei «mehr als wohnen» oder der Beitrag 02 «Die Einsparziele sind ambitioniert – wie weit bringt uns die Technik?» in dieser Publikation zeigen. Insofern tragen sie auch zur Suffizienz bei.

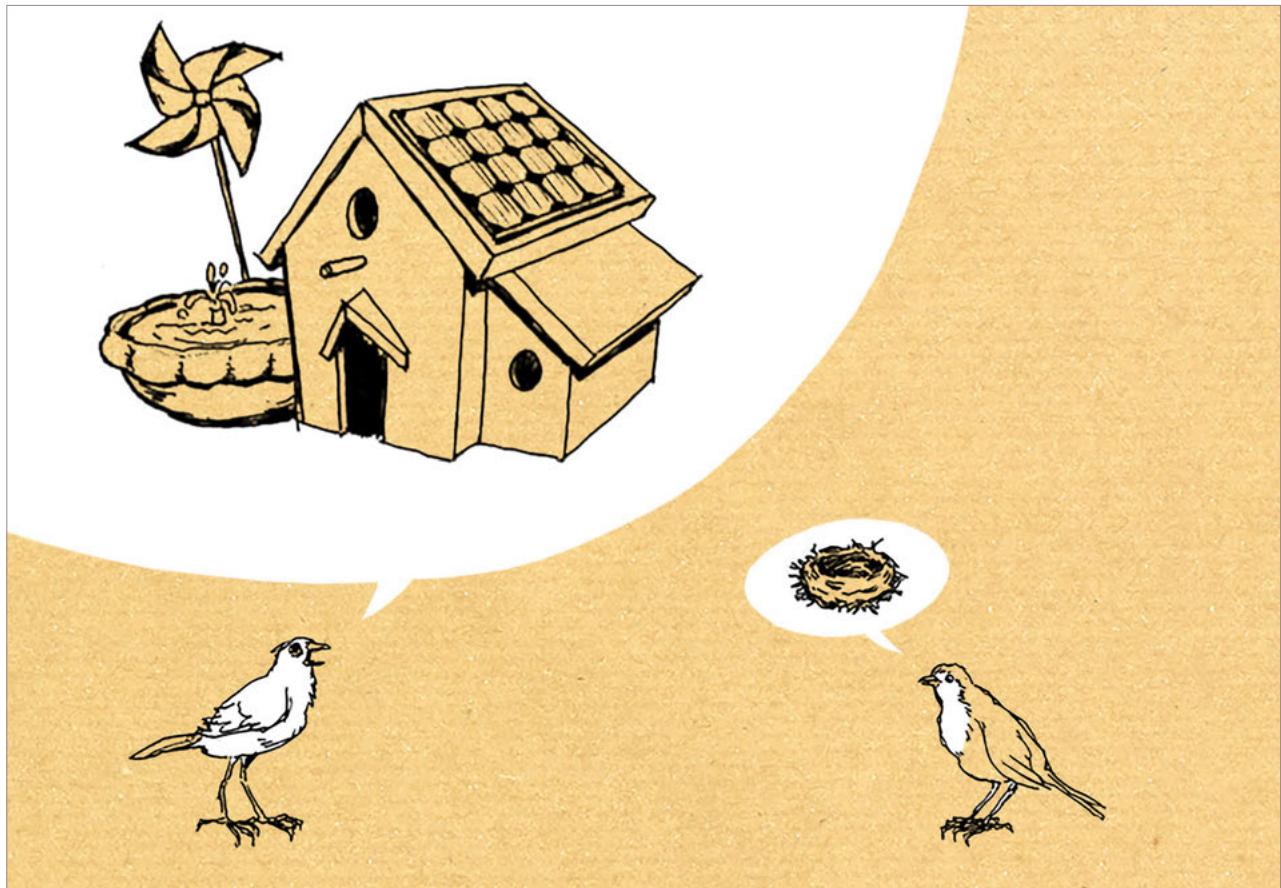
Erhöhen smarte Energienetze unsere Abhängigkeit von IT-Systemen und machen unsere Energieversorgung verwundbarer für unbeabsichtigte Ausfälle oder Cyberattacken?

Wir gehen davon aus, dass diese Entwicklung eintrifft. Aber die Erfahrung (z.B. bei Computerviren) zeigt auch, dass als Folge auch das Sicherheitsniveau zunimmt. Dazu braucht es gesetzliche Regelungen, die erst noch erarbeitet werden müssen. Zwei Umstände erschweren jedoch diese Aufgabenstellung: Viele Energieversorger sind international tätig und müssen ihre Stromnetze somit im Einklang mit unterschiedlichen Gesetzgebungen betreiben. Und bei einer dezentralen Einspeisung werden vermehrt auch private Personen zu Stromversorgern. Die gesetzlichen Regelungen müssen also den Spagat schaffen zwischen «Grossversorgern» und «Kleinversorgern». Private Personen, die Strom produzieren, müssen sich in Zukunft vermutlich stärker mit der Sicherheit ihrer IT-Infrastruktur auseinandersetzen.

Das Internet der Dinge ist nur einer von vielen Bausteinen, die es für das Gelingen der Energiewende braucht. Aber ein fundamentaler: Wir hätten Schwierigkeiten zu erklären, wie die Energiewende ohne diese Technologie realisiert werden soll.

Ivo Leiss
ist Leiter des Geschäftsbereichs Informatik bei EBP.

Gregor Nyffeler
leitet die Informatik des ewz, dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.



Die Bauwirtschaft braucht mehr Innovation und mehr Suffizienz

Im Gebäudebereich lässt sich der Energieverbrauch deutlich senken, so der einstimmige Tenor aus Politik, Wirtschaft und Fachwelt. Gleichzeitig ist die Trägheit der Bauwirtschaft bekannt. Wie soll es so möglich sein, den Energieverbrauch in wenigen Jahrzehnten zu halbieren? Unsere Erfahrungen zeigen: Mit vielen kleinen Einzelmassnahmen.

Unser Gebäudepark ist langlebig: In der Schweiz wird ein Haus im Schnitt so alt wie ein Mensch, nämlich rund 80 Jahre. Der Zeithorizont 2050 der Energiestrategie erscheint im Vergleich dazu kurz. Zwar haben die einzelnen Gebäudeteile und -elemente oft eine kürzere Lebensdauer. Dennoch bedeutet jede Chance, die wir heute, im Jahr 2017, bei der Planung eines Bauvorhabens verpassen, dass bis 2050 (und darüber hinaus) ein Gebäude weniger zur Energiewende beiträgt.

Wann Bauherren sich für energetische Massnahmen entscheiden – und wann eher nicht

Ob Eigentümerinnen oder Eigentümer sich für energetische Massnahmen entscheiden, die über den üblichen Rahmen hinausgehen, hängt unserer Erfahrung nach von vielen Faktoren ab. Zum Beispiel davon, ob sie eine Perspektive für die Nutzung ihrer Immobilie sehen: Wer das Gebäude in zwei Jahren verkauft, wird sich überlegen müssen, ob der Markt ihm diesen Mehrwert vergütet. Wer das Gebäude selbst nutzt, wird dagegen Jahr für Jahr auf der Energierechnung sehen, wie sich die Investitionen langsam amortisieren. Selbstverständlich spielen auch die finanziellen Möglichkeiten eine Rolle: Kann ich mir die energetische Sanierung leisten? Oder die ideellen Wertvorstellungen: Die Energiewende geht uns alle an. Also müssen wir auch einen Beitrag leisten! Oder?

Energiewende ja, aber wie?

Um die Energiewende umsetzen zu können, müssen wir nachhaltig wirtschaften. Dazu gibt es drei Strategien: Effizienz, Konsistenz und Suffizienz. Die Effizienzstrategie zielt auf den Ersatz bestehender Produkte und Prozesse durch nachhaltigere. Die Konsistenzstrategie hat die Schliessung von Kreisläufen, beispielsweise von Wärme, zum Ziel. In Energiediskussionen werden meist erneuerbare Energien unter der Konsistenzstrategie zusammengefasst. Die Suffizienzstrategie fokussiert dagegen darauf, das Verhalten und die Bedürfnisse der Konsumentinnen und Konsumenten zu verändern. Was theoretisch als hippes Dreigespann daherkommt, ist in der Praxis eher eine Zweck-Wohngemeinschaft: Selten ist einer da. Vor allem die Suffizienz fehlt eigentlich immer.

Für Effizienz und Konsistenz braucht es Innovation

Vergleicht man beim Austausch einer Ölheizung aus dem Jahr 1980 die Effizienz mit einer Ölheizung aus dem Jahr 2017, so ist diese dank technischem Fortschritt wesentlich höher. Für die Energiewende ist diese Effizienzsteigerung jedoch nicht ausreichend. Wir müssen weiter gehen und über einen deutlich geringeren Wärmeverbrauch sprechen sowie über den Einsatz erneuerbarer Energie. Für echte Beiträge braucht es Innovationen, die beispielsweise dazu führen, dass wir ein Schwimmbad durch die Abwärme eines Rechenzentrums heizen oder ein Büro mit Seewasser kühlen.

Kein Geld, keine Zeit, zu kompliziert: Warum Innovationen in der Bauwirtschaft häufig ausbleiben

Bauen erfordert sehr hohen Kapitaleinsatz – vielleicht liegt es daran und an der langen Bindung des Kapitals, dass man sich in der Bauwirtschaft lieber auf Altbewährtes verlässt. Eine Studie unter Herstellern aus dem Rohbau-, Ausbau- und Installationsbereich hat gezeigt, dass vor allem drei Gründe der Innovation im Wege stehen: knappe finanzielle Ressourcen, fehlende zeitliche Ressourcen und zu komplizierte Innovationsprozesse.¹ Auch fehlende Motivation und Angst vor Innovationsprozessen wurden genannt. Neben diesen Faktoren können auch imperfekte Märkte eine Rolle spielen: Obwohl sie zur

«Effizienz, Konsistenz und Suffizienz – was als hippes Dreigespann daherkommt, ist in der Praxis eher eine Zweck-Wohngemeinschaft: Selten ist einer da.»

Verfügung stünden, können Innovationen sich zuweilen am Markt nicht behaupten. In unserem Alltag erleben wir genau das: Der Bauherr verlässt sich auf den Stand der Technik und möchte kein Geld in «Experimente» investieren. Der Planer hat keine Zeit, um über neue Produkte und Kreisläufe nachzudenken. Und überhaupt: Wie soll man bei all den Einzelanfertigungen – aus denen sich Gebäude meist zusammensetzen – auch noch den Aufwand für Innovation bezahlen können?

Und wie steigern wir die Suffizienz?

Betrachten wir nach der Effizienz und der Konsistenz noch die Suffizienz. Sie zielt auf unsere Konsumgewohnheiten ab und ist damit eine unbequeme Strategie. Verfolgen könnte man sie beispielsweise über einen geringeren Pro-Kopf-Verbrauch an Wohnfläche oder etwas tiefere Raumtemperaturen im Winter. Aber wer ändert schon gerne seine Gewohnheiten, wenn es bisher angenehm war? Wenn die Umsetzung der Energiewende auf Ebene der Bauherren und Planungsteams schwierig war, betreten wir hier ein noch schwierigeres Terrain: Wie bewegen wir Nutzerinnen und Nutzer dazu, weniger Wohnfläche pro Kopf zu konsumieren? Wie dazu, weniger Warmwasser zu verbrauchen?

Bessere Grundrisse und kleine Gedankenanstösse

Wir meinen: Auch hier braucht es Innovation. Diese haben wir in Projekten angestossen, indem wir Wohnungsgrundrisse so gestalteten, dass Zimmer nochmals unterteilbar sind. Dadurch können Wohnungen flexibler

¹ BauInfoConsult, Mai 2009: «Innovationskultur: Die Hersteller geben sich selbst gute Noten» (online unter www.bauinfoconsult.de).

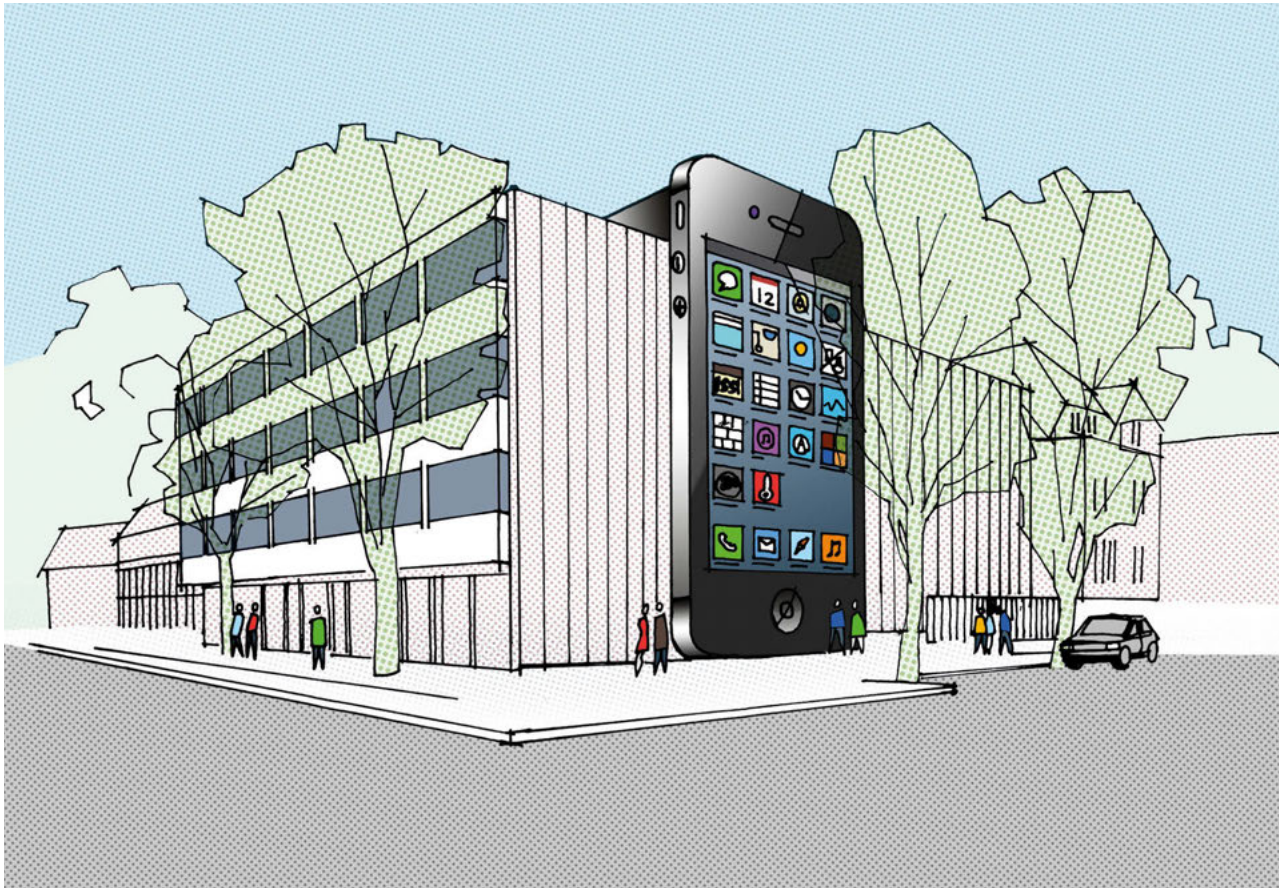
genutzt und auch von mehr Personen belegt werden als ursprünglich geplant. Andere Möglichkeiten: Eine zwar kleine Wohnung wird mit guten, funktionalen Räumen und etwas zusätzlicher Raumhöhe ausgestattet – der Tageslichtgewinn ist enorm. Oder wir geben dem Nutzer ein direktes Feedback und sprechen seinen Ehrgeiz an, um ihn zum Energiesparen zu bewegen – beispielsweise indem eine Anzeige an der Dusche nachvollziehbar macht, wie viel Wasser und Energie gerade durch die Leitung laufen. Auch diese Beispiele haben wir bereits in Projekten umgesetzt.

In kleinen Schritten zur Energiewende

Wir sind sicher, die Energiewende ist möglich. In der Bauwirtschaft wird es viele kleine Einzelmassnahmen brauchen, um uns in kleinen Schritten in Richtung Energiewende zu entwickeln. Diese Schritte setzen gemäss unserer Erfahrung primär beim Bauherrn oder der Bauherrin an. Wenn diese überzeugt sind, ist meist auch das Planungsteam von der Idee gepackt. Um bis zum Ende eines Neu- oder Umbauprojekts durchzuhalten, Innovationen nicht über Bord zu werfen, sobald Hürden auftreten, sondern kontinuierlich nach umsetzbaren Lösungen zu suchen, dafür braucht es aber einen langen Atem. Und schliesslich gilt beim Abschluss des Projekts: Nach dem Projekt ist vor dem Projekt – häufig war der Nutzer bis dahin noch nicht bekannt und es gilt von Neuem, die Ausbildung in Bezug auf ein energieeffizientes Gebäude zu leisten.

Christine Steiner Bächli
ist bei EBP im Geschäftsbereich Bau + Immobilien tätig.

Sabrina Krank
leitet das Team Nachhaltiges Bauen bei EBP.



Wie smart müssen unsere Gebäude sein?

Der Anspruch an die Qualität unserer Wohn- und Arbeitsräume wächst stetig. Heute ist der Energiebedarf für die Erhaltung eines komfortablen Raumklimas in der Schweiz für rund 37 Prozent des gesamten Energieverbrauchs verantwortlich. Um davon wegzukommen, dürfen wir nicht ausschliesslich auf die Gebäudetechnik setzen – denn der Mensch macht deren Vorteile oft zunichte.

Ein paar Tatsachen vorweg: Wir Menschen fühlen uns wohl bei einer Raumtemperatur von 20 bis 24° Celsius, möglichst ohne Durchzug, gerne auch mit genügend Tageslicht. Wir wollen uns weder ausgestellt noch eingesperrt fühlen und brauchen frische Luft, um frei atmen zu können. Nun ist es im Schweizer Mittelland im Jahresdurchschnitt nur rund 10° Celsius warm. Die Differenz zu unserem Wohlfühlbereich überwinden wir mit einer geeigneten Gebäudehülle und, je nach deren Qualität, mehr oder weniger thermischer Energie.

Wärme ohne Heizung – eigentlich kein Problem

Um die Differenz zwischen der Aussen- und der gewünschten Innentemperatur zu überwinden, gibt es Heizungen. Aber nicht nur: Sonneneinstrahlung, verschiedenste Elektrogeräte und nicht zuletzt wir Menschen mit einer Wärmeleistung von 70 bis 100 Watt pro Person und Stunde wirken ebenfalls als Wärmequellen. Mit einem ausgewogenen Glasanteil und einer optimalen Wärmedämmung kommen sogenannte Passivhäuser heute problemlos ohne Heizung aus. Solche Gebäude sind in der Lage, das Raumklima im Wohlfühlbereich von 20 bis 24° Celsius zu halten – sogar fast ohne Gebäudetechnik.

Viel Heizwärme verpufft in alten Gebäuden

Auch bei normalen Neubauten wird heute wegen der gesetzlich vorgeschriebenen, guten Wärmedämmung nur noch wenig Heizwärme benötigt. Anders ist es bei Gebäuden, die vor dem Jahr 2000 erstellt worden sind. Hier ist der Wärmestrom von innen nach aussen relativ gross. Diese Gebäude stellen den Grossteil unseres Gebäudeparks dar und brauchen viel Heizwärme, die heute noch zu einem grossen Teil aus nicht erneuerbaren fossilen Energiequellen erzeugt wird. Hier liegt eine der grossen Herausforderungen der Energiewende.

Der Mensch wird zum Störfaktor

Der Mensch hat einen sehr grossen Einfluss auf den Energiebedarf in Gebäuden. Wären wir im Winter im Durchschnitt mit einem Grad Celsius weniger zufrieden, könnten wir rund 5 Prozent Heizenergie einsparen. Wer aber lebt schon gerne in einem Haus, in dem die Temperatur nicht komfortabel ist? Ist es zu kalt, wollen wir heizen; ist es zu warm, wollen wir kühlen und öffnen die Fenster. Gerade Letzteres kommt in gut gedämmten Häusern oft vor. Ist also ein Gebäude nicht selbst in der Lage, den Komfortbereich zu halten, wird der Mensch zum Störfaktor. Insbesondere im Niedrigenergiebereich ist der Einfluss der Nutzer auf den Energiebedarf oft gross und kann Abweichungen von 50 bis 100 Prozent gegenüber der berechneten Energiemenge ausmachen, wie eine Studie des Bundesamts für Energie 2010 ergeben hat.¹

Die Gebäudetechnik hilft beim Energiesparen...

Wir Menschen haben wenig Gespür für Energie, für Komfort aber sehr wohl. Energie sparen wir nur dann, wenn wir Änderungen im Energieverbrauch explizit wahrnehmen, den Zusammenhang zu unserem Handeln erkennen und uns klare Ziele setzen. Hier kann die Gebäudetechnik einsetzen: Einerseits vermeidet sie durch selbsttätiges Regeln innerhalb des Komfortbereichs, dass unnötig Energie aufgewendet wird. Andererseits gibt sie dem Nutzer Feedbacks in Form von geeigneten Informationen, die diesen zum Eingreifen auffordern – oder davon abhalten. Sparsames Verhalten wird damit begreifbar. Wollen wir das Energiesparpotenzial der Gebäudetechnik ausschöpfen, müssen wir deshalb den Nutzer mit seinen Bedürfnissen und Gewohnheiten noch besser berücksichtigen.

... aber sie kann es nicht alleine richten

Wir sollten uns aber davor hüten, die Gebäudetechnik als Heilsbringerin zu sehen. Zuerst müssen wir die Hausaufgaben im baulichen Bereich sorgsam erledigen, um zu verhindern, dass die Abweichungen zum Komfortbereich mit viel technischem Aufwand und einem stetigen Energiestrom korrigiert werden müssen. Deshalb gilt: Das Gebäude soll leisten, die Gebäudetechnik soll justieren.

Smarte Gebäude müssen gutmütig sein

Sowohl die Gebäudetechnik als auch das Gebäude selbst müssen also smart sein. Ein smartes Gebäude hat solide bauliche Eigenschaften: eine gute Wärmedämmung, einen angemessenen Glasanteil, eine wirksame Beschattung und eine gute thermische Speichermasse. Es reagiert deshalb gutmütig auf schwankende externe und interne Wärmeverhältnisse und kann fast oder sogar ganz ohne Gebäudetechnik den Komfortbereich für die vorgesehene Nutzung ganzjährig erhalten. Eine intelligente Gebäudetechnik ergänzt das Gebäude als System. Aber keine auch noch so smarte Gebäudetechnik kann ein nicht smart gebautes Gebäude heilen.

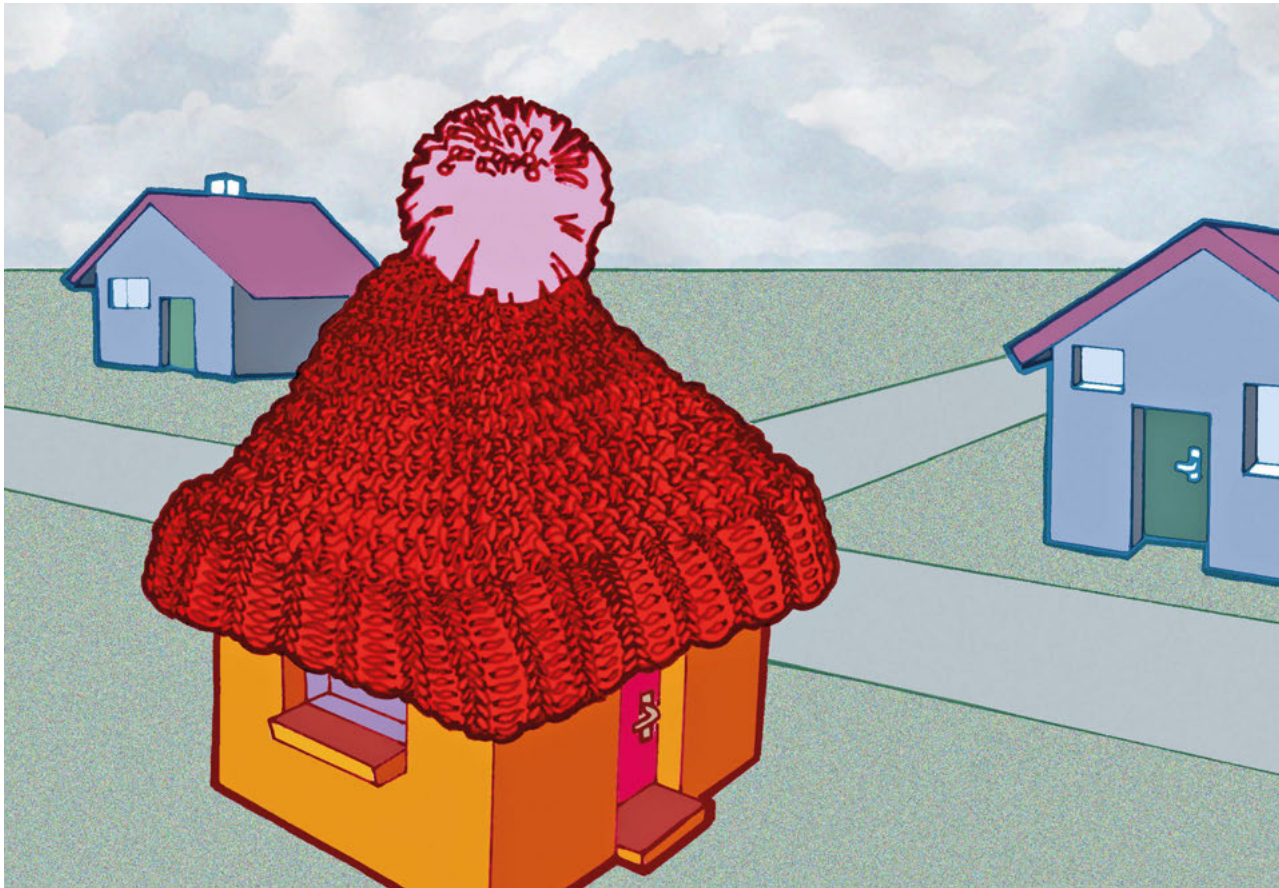
Heinz Richter

leitet den Geschäftsbereich Energie + Technik bei EBP.

Martin Meier

ist selbständiger Energieberater und leitete bis Juni 2016 bei EBP das Team Energieberatung.

¹ Bundesamt für Energie (2010): Energieverbrauch von Bürogebäuden und Grossverteilern.



Von der Sanierungsrate zum Systemdenken im Gebäudepark

Wie bringen wir unseren Gebäudepark energetisch auf Vordermann? Die Standardantwort lautet: Indem wir die Sanierungsrate erhöhen. Nur, was genau umfasst diese Sanierungsrate? Klare Begriffe und eine differenzierte Betrachtung des Gebäudeparks als System tun Not.

Alle Gebäude werden nur noch mit erneuerbaren Energien beheizt und gekühlt: So lautet die langfristige Vision für den Schweizer Gebäudepark. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen wir nicht nur die Versorgung mit erneuerbaren Energien ausbauen, sondern auch den Energieverbrauch deutlich senken. Bei Neubauten haben technische Fortschritte, Labels und Vorschriften bereits zu beeindruckenden Erfolgen geführt. Der grösste Handlungsbedarf liegt beim Gebäudebestand. Die Sanierungsrate, so die landläufige Meinung, müsse deshalb von heute 1 Prozent des Gebäudebestands pro Jahr auf 2 Prozent gesteigert werden. Doch was bedeutet diese Rate? Bezieht sie sich auf die Anzahl Gebäude, die Energiebezugsflächen oder die Gebäudehüllenflächen? Was genau geschieht mit diesen 1 Prozent: Werden sie ein klein wenig gedämmt oder gleich auf Minergie-P-Standard gebracht? Und beinhaltet dies auch eine Sanierung der Heizung und eine Umstellung auf erneuerbare Energien?

Um mehr Klarheit zu schaffen, hilft es, die folgenden drei Fragen zu stellen:

- Erstens: Wie viele Gebäude werden gedämmt (Dämmrate)?
- Zweitens: Wie gut wird gedämmt (Dämmqualität)?
- Drittens: Wie oft wird auf Erneuerbare umgestellt?

Die Dämmrate: Geprägt von verpassten Chancen

Umfragen zeigen: Heute wird tatsächlich zu wenig häufig gedämmt. Die Rate liegt bei Einfamilienhäusern je nach Bauteil zwischen 0,5 und 1 Prozent; nur bei Fenstersanierungen beträgt sie knapp 3 Prozent (siehe Grafik unten).

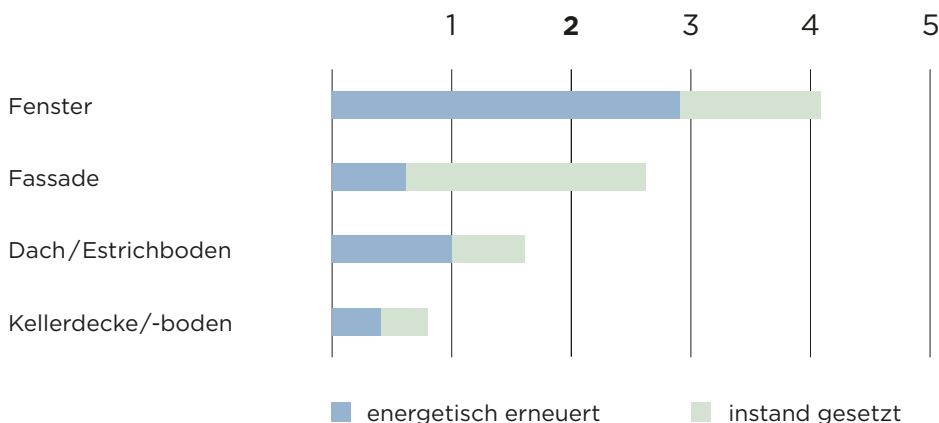
Die Abbildung zeigt auch, dass laufend Tausende von Chancen verpasst werden. Insbesondere Fassaden und Dächer werden oft nur instand gesetzt. Würden sie stattdessen auch gedämmt, wäre die angestrebte Rate von 2 Prozent im Durchschnitt schon erreicht. Modellrechnungen zeigen, dass sich eine energetische Sanierung auszahlt, wenn eine Instandsetzung vorgenommen wird: Die Mehrkosten werden von der Energieeinsparung, den Fördergeldern und den Steuerabzügen mehr als wettgemacht. Warum also werden nicht mehr Bauten energetisch saniert? Die Hemmnisse sind vielfältig und reichen von fehlender Information über die persönliche Situation (ältere Hauseigentümer haben beispielsweise weniger Anreize, solche Investitionen zu tätigen) bis hin zur abschreckenden Wirkung von Vorschriften und langen Amortisationszeiten. Die Herausforderung der nächsten Jahre wird also sein, diese Hemmnisse abzubauen und die Gruppe der «Instandsetzer» zu mobilisieren.

Die Dämmqualität: Wenn, dann richtig!

Wie steht es um die Qualität der Dämmung und folglich um die erzielte Einsparung? Diese hängt sowohl vom Material ab wie auch von der Dämmstärke. Während die Forschung Materialien weiter- und neuentwickelt hat (Hochleistungsdämmstoffe), hat auch die übliche Dämmstärke seit den 1970er-Jahren nachweislich laufend zugenommen. Entscheidende Treiber waren technische Fortschritte, Labels sowie Vorschriften und Minimalanforderungen der Förderprogramme wie des Gebäud-eprogramms. Die Zunahme verlief langsam und über mehrere Jahrzehnte. Wer also vor 40 Jahren sein Dach energetisch sanierte, dämmte z.B. mit ca. 5–8 Zentimetern Steinwolle. Solche Bauten sind heute schwierige Fälle, da sich eine energetische Verbesserung auf das

Sanierungsraten bei Einfamilienhäusern

in %



heutige Niveau aus finanzieller Perspektive kaum lohnt. Denn während die erneuten Sanierungskosten ähnlich hoch sind wie bei einem ungedämmten Haus, sind die Einsparungen deutlich tiefer. Daraus folgern wir: Wenn dämmen, dann richtig!

Die erneuerbaren Energien: Sinnvoll eingesetzt?

Anders als bei der Dämmrate gibt es keine Erhebungen, wie häufig von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energie umgestellt wird. Dennoch lässt sich feststellen, dass die erneuerbaren Energien langsam auf dem Vormarsch sind, denn die Anzahl installierter Wärmepumpen nimmt zu und der Verbrauch von Heizöl ab. Auch der Einsatz von Holz nimmt zu, unter anderem wegen des Trends zu kommunalen Wärmeverbunden auf der Basis von Holzschnitzeln. Soll die Schweiz eines Tages ausschliesslich mit erneuerbaren Energien versorgt werden, können solche Wärmeverbunde jedoch nur eine Brückentechnologie sein. Denn die hohen Temperaturen, die Holz bei der Verbrennung erzeugt, sollten langfristig nicht genutzt werden, um Räume auf 20 Grad zu heizen, sondern besser für industrielle Prozesse. Die Diskussion um den sinnvollen Einsatz der Holzenergie steht in der Schweiz erst am Anfang.

Systemisch denken

Die drei Aspekte Dämmrate, Dämmqualität und erneuerbare Energien sind drei Hebel für den Fortschritt im Gebäudepark. Um die richtigen Entscheide zu treffen, ist es wichtig, die drei Aspekte nicht gesondert, sondern gemeinsam zu betrachten. Ein Beispiel: 2014 wurde im TEC21 vorgerechnet, wie stark ein sanierungsbedürftiges Gebäude aus Sicht des Primärenergieverbrauchs zu dämmen sei. Die optimale Dämmstärke sei dabei stark abhängig vom eingesetzten Energieträger: Der Autor errechnete 50 Zentimeter für das mit Gas beheizte, aber nur 8 Zentimeter für das mit Holz beheizte, ansonsten aber identische Haus. Aus unserer Sicht stimmen diese Resultate nur in der Einzelperspektive. Sie greifen zu kurz, wenn man das Gesamtsystem optimieren will. Holz ist zwar erneuerbar, aber trotzdem nicht unbeschränkt verfügbar. In der Schweiz brauchen wir langfristig Holz für industrielle Prozesse. Raumwärme sollte daher primär

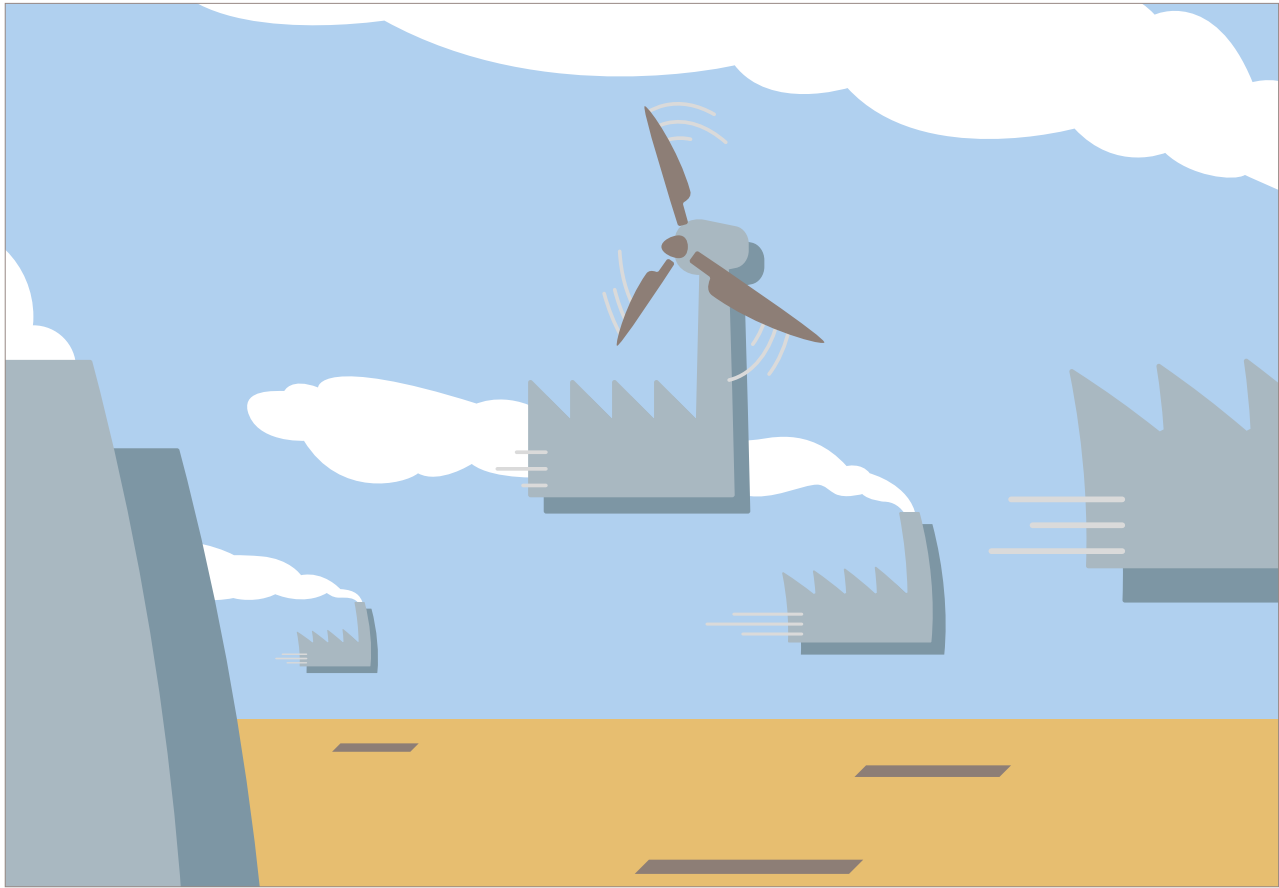
mit Umweltwärme (Wärme aus dem Erdreich, Grundwasser oder Oberflächengewässern) und Solarenergie erzeugt werden. Dazu müssen aber die Vorlauftemperaturen gesenkt werden – und damit auch heute mit Holz beheizte Gebäude gut gedämmt werden, um eine spätere Umstellung auf andere erneuerbare Energien zu ermöglichen. Jenseits der technischen Lösungen gelangen wir auch hier zur Frage unseres Verhaltens: Wie viele Quadratmeter beheizte Fläche braucht der oder die Einzelne?

Michel Müller

ist bei EBP für Energie und Politik im Gebäudebereich zuständig.

Sabine Perch-Nielsen

leitet das Team Energieeffizienz und Erneuerbare bei EBP.



«Unsere» Industrie: Vorreiterin auf dem Weg zur Energiewende?

Die Industrie ist ein wichtiger Energieverbraucher und damit ein relevanter Akteur in der Energiewende. Seit Einführung der CO₂-Gesetzgebung ist die Industrie in der Pflicht, ihren Beitrag zur Energiewende zu leisten. Dies führt zu neuen Aufgabenbereichen und zu grossen Herausforderungen, aber auch Chancen, insbesondere in den international stark vernetzten Branchen.

Wenn wir es ernst meinen mit der Energiewende, sollten wir bei den grössten Energieverbrauchern anfangen – und damit bei der Industrie. Mit ihrer starken Lobby kann sie sich sonst aus der Verantwortung stehlen und mit der Politik Spezialbedingungen aushandeln – solche Aussagen sind von verschiedenen Seiten zu hören. Aber was wissen wir überhaupt über den Energieverbrauch der Schweizer Industrie und ihren Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz?

Der Mythos «Energieschleuder Industrie»

Gemäss dem Schweizer Treibhausgasinventar verursacht der Industriesektor 21 Prozent der Treibhausgasemissionen des nationalen Energieverbrauchs und liegt damit lediglich an dritter Stelle nach den Sektoren Verkehr und Haushalte/Dienstleistungen. Auch hat die Industrie in den letzten Jahren die durch den Energieverbrauch verursachten Treibhausgasemissionen signifikant gesenkt – zwischen 1990 und 2014 um rund 10 Prozent.

Die Industrie – als erster Sektor in die Pflicht genommen

Aufgrund der grossen Einsparpotenziale pro Produktionseinheit, vielleicht aber auch wegen des Mythos, sie sei eine «Energieschleuder», steht die Industrie schon seit einigen Jahren im Fokus einer effizienten Klima- und Energiepolitik. Mit dem ersten CO₂-Gesetz aus dem Jahr 2000 wurden Massnahmen zur – mehr oder weniger freiwilligen – Energieeffizienzsteigerung und Treibhausgasreduktion eingeführt. Im Gegenzug wurde die Industrie von der CO₂-Abgabe befreit. Ein guter Deal – für die Industrie und auch für die Energiewende. Bis 2012 konnten die Firmen oft mehr als die geplanten Einsparungen umsetzen. Mit der Revision des CO₂-Gesetzes wurde das System differenzierter, ja sozusagen föderalistischer. Grosse Firmen sind heute verpflichtet, am Schweizer Emissionshandelssystem (EHS) teilzunehmen, mittlere und kleine Firmen können sich weiterhin mit Zielvereinbarungen von der CO₂-Abgabe befreien lassen und gleichzeitig Energie und Geld sparen. Die Industrie bekommt also scheinbar, was wir uns alle manchmal erträumen, den Fünfer und das Weggli.

Wenn der Umweltverantwortliche zum Broker wird

Mit den neuen Bestimmungen kommen aber auch neue Herausforderungen und Aufgaben auf die Industrie zu. Plötzlich muss sich der Umweltverantwortliche nicht nur um den Brennstoffverbrauch und Umweltfragen der Anlagen kümmern, sondern auch noch Emissionszertifikate handeln und entscheiden, wie viele Zertifikate zu welchem Preis ersteigert werden sollen. Das erfordert ein Umdenken und einiges an Flexibilität bei allen Beteiligten. Hinzu kommen zahlreiche administrative Abläufe für das Monitoring der Brennstoffverbräuche und zur CO₂-Abgabebefreiung.

Die Industrie ist keine Profiteurin der Energiewende

Unsere Arbeiten zur Ermittlung und Überprüfung von Einsparpotenzialen und Energie- und CO₂-Reduktionen zeigen: Viele Unternehmen haben diese Schritte mit Bravour gemeistert. Im Kontakt mit verschiedensten Industriefirmen wird uns aber auch immer wieder bewusst: Vor allem die energieintensive Industrie gehört nicht zu den Profiteuren der Energiewende. Die internationale Konkurrenz, vor allem aus Asien, beeinflusst mit tiefen Preisen

«Wenn die Schweizer Industrie weiterhin eine wichtige Rolle in der Energiewende spielen soll, ist der Blick über die Landesgrenzen hinaus zwingend.»

den heimischen Markt. Im Ausland bestehen zudem vielerorts noch keine vergleichbaren Umweltvorschriften. Dadurch können Produkte mit tieferen Kosten produziert werden. Und so steht denn auch in der Prioritätenliste die Senkung der Kosten vor der Umsetzung der Energiewende: So wird beispielsweise die vor Jahren beschlossene Umstellung von Braunkohle auf die emissionsärmere Steinkohle wieder rückgängig gemacht, wenn sich das Verfahren als teurer herausstellt.

Anreize müssen international geschaffen werden

Wenn die Schweizer Industrie weiterhin eine wichtige Rolle in der Energiewende spielen soll, ist der Blick über die Landesgrenzen hinaus zwingend. Es braucht ökonomische Anreize, die einerseits die internationale Konkurrenzfähigkeit der hiesigen Industrie erhalten, andererseits aber auch dafür sorgen, dass Schweizer Industriebetriebe mit effizienten Verfahren bei der Umsetzung der Energiewende im In- und Ausland ganz vorne mitmischen können. Diese Herausforderung ist sowohl für die Politik als auch die Industrie nur lösbar, wenn auf internationaler Ebene Anreize für den Einsatz erneuerbarer Energien und den sparsamen Umgang mit Ressourcen geschaffen werden.

Innovative Produkte als wichtiger Hebel

Die Schweizer Industrie trägt aber nicht nur mit der Steigerung ihrer Energieeffizienz und der Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen zur Energiewende bei. Ein weiterer wichtiger Beitrag ist die Entwicklung und Herstellung von innovativen Produkten. Der Flug von Solar Impulse ist ein prominentes Beispiel, um dies zu illustrieren. Es gibt jedoch unzählige andere, die abseits der öffentlichen Aufmerksamkeit entstehen, wie beispielsweise

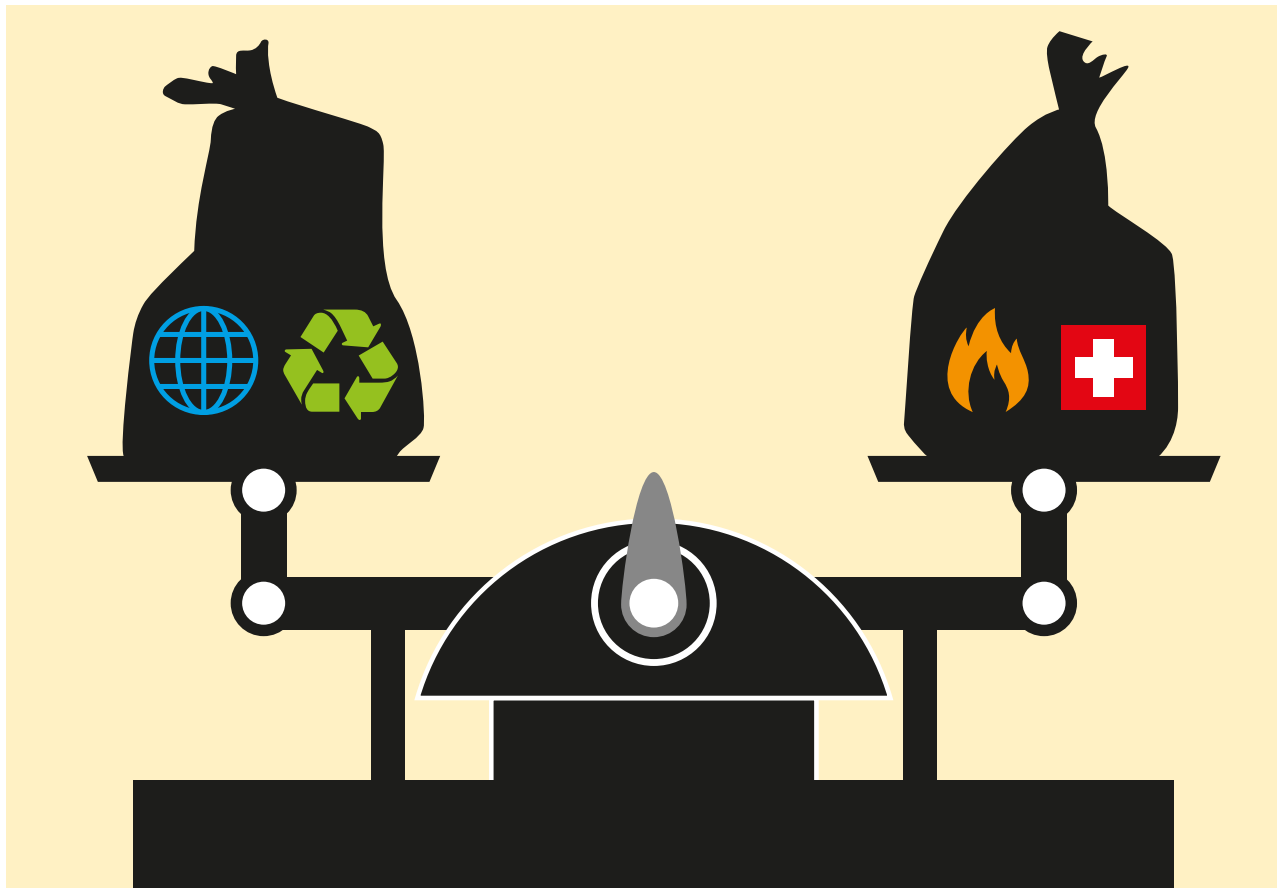
hocheffiziente Abdeckungen für Kühl- und Tiefkühlmöbel oder neuartige Vakuumpumpen für die Solarindustrie. Viele Schweizer Betriebe entwickeln solche innovativen Produkte, die in der Schweiz und im Ausland zum Einsatz kommen und über ihre gesamte Einsatzzeit einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Denise Fussen

leitet das Team Klimaschutz und -anpassung bei EBP.

Quirin Oberpriller

war von 2013 bis 2016 bei EBP als Projektleiter Klimaschutz und -anpassung tätig.



Alles Energie oder was? Abfallwirtschaft und die Energiewende

Rund 700 Kilogramm Siedlungsabfälle fallen in der Schweiz pro Person und Jahr an. Sie bergen ein beträchtliches Energiepotenzial. Abfälle sind jedoch weit mehr als Energie. Die darin enthaltenen Rohstoffe können zur Herstellung von neuen Produkten verfügbar gemacht werden. Die national ausgerichtete Energie- und Klimapolitik steht einer optimalen Verwertung teilweise jedoch im Weg.

Energie aus Abfall deckt heute rund 3,5 Prozent des schweizerischen Endenergieverbrauchs und trägt – die Wasserkraft ausgenommen – nach wie vor den bedeutendsten Anteil zur erneuerbaren Stromproduktion bei. Damit leistet die Abfallwirtschaft einen Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz in der Schweiz. Denn selbst der in unseren Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) verfeuerte Restmüll gilt aufgrund seiner stofflichen Zusammensetzung zu 50 Prozent als erneuerbar. Die Energieproduktion aus Abfällen ist für die Abfallsorger ein Geschäftsmodell, unter anderem auch, weil die Produktion von Strom, Wärme und Brennstoffen aus erneuerbaren Quellen durch die Energie- und Klimapolitik gefördert wird (z.B. über die kostendeckende Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Quellen). Heisst dies nun, dass wir Abfälle auf Teufel komm raus im Inland energetisch verwerten sollen?

Systemgrenze Schweiz in der Energie- und Klimapolitik

Die Energie- und Klimapolitik verfolgt einen nationalen Ansatz. Das Hauptziel besteht darin, die erneuerbare Energieproduktion im Inland zu steigern bzw. die inländischen Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Ein grosser Teil unserer täglichen Konsumgüter wird jedoch im Ausland hergestellt. Die dafür erforderliche Energie und die dabei emittierten Treibhausgase fallen deshalb nicht in der Schweiz an, obwohl sie auf die Befriedigung unserer Bedürfnisse zurückzuführen sind. Verschiedene Studien zeigen, dass mehr als die Hälfte des mit unserem Konsum verbundenen ökologischen Fussabdrucks im Ausland anfällt und als graue Energie bzw. graue Umweltbelastung versteckt in den importierten Gütern in die Schweiz gelangt. Das der Energie- und Klimapolitik zugrunde liegende Territorialitätsprinzip hat aber zur Folge, dass Emissionsreduktionen im Ausland im nationalen Treibhausgasinventar nicht ausweisbar sind, auch wenn die importierten Güter in der Schweiz konsumiert werden.

Energie- und Klimapolitik als Barriere für gesamtökologisch sinnvolle Recyclinglösungen?

Aber was heisst dies nun für den Umgang mit Abfällen in der Schweiz? Wie eingangs erwähnt, wirkt sich die Energieproduktion aus Abfall (energetische Verwertung) positiv auf die energie- und klimapolitischen Zielgrößen der Schweiz aus: Es wird mehr erneuerbare Energie produziert und die Treibhausgasemissionen im Inland werden reduziert. Aber auch die stoffliche Verwertung von Abfällen (Recycling) führt zur Reduktion des Energieverbrauchs und damit zur Verminderung von Treibhausgasemissionen. Jeder Rohstoff, der aus Abfall zurückgewonnen und für die Herstellung von neuen Produkten verwendet wird, muss nicht von Grund auf neu hergestellt werden. Beispielsweise werden für die Herstellung von 1 Kilogramm PE-LD-Folien (Polyethylen, low density) insgesamt ungefähr 80 MJ Energie benötigt, der über-

wiegende Anteil aus fossilen Energieträgern. In einer energieeffizienten KVA können daraus unter Berücksichtigung des Sammel- und Entsorgungsaufwands rund 20 MJ/kg Strom und Wärme für weitere Verwendungen nutzbar gemacht werden. Für die Herstellung eines Recycling-Granulats aus sortenreinem PE müssen insgesamt 20 MJ/kg aufgewendet werden, für die Primärproduktion eines vergleichbaren Granulats hingegen 70 MJ/kg. Mit einer einmaligen stofflichen Wiederverwertung können entsprechend um die 50 MJ/kg Energie eingespart werden. Aus einer globalen, gesamtenergetischen Perspektive wäre ein Recycling dieser Abfallfraktion also klar vorzuziehen. Aus Sicht des schweizerischen Klimaschutzes besteht das Problem einzig darin, dass die eingesparte Energie und die reduzierten Treibhausgasemissionen auch im Ausland anfallen, da die Herstellung der Granulate teilweise nicht in der Schweiz stattfindet und somit für die energie- und klimapolitische Zielerreichung nicht anrechenbar sind. Für das Klima spielt es jedoch keine Rolle, ob ein Treibhausgas in der Schweiz oder irgendwo sonst auf der Welt in die Atmosphäre emittiert wird.

Was ist denn nun gesamtökologisch sinnvoll?

Das Kunststoff-Beispiel soll nicht nahelegen, dass Abfälle aus gesamtökologischer Sicht grundsätzlich besser dem Recycling zugeführt als energetisch verwertet werden. Die Frage nach der besten Verwertung von Abfällen hängt von verschiedenen Faktoren ab und ist für jede Abfallfraktion spezifisch zu beantworten; ein vielversprechender Ansatz dabei ist die Kaskadennutzung. Der Energieinhalt eines Abfalls wird durch die stoffliche Verwertung nicht zerstört, sodass eine energetische Verwertung gegebenenfalls auch nach mehreren zusätzlichen Produktleben noch möglich wäre.

Diese Ausführungen sind vielmehr ein Plädoyer dafür, derartige Entscheidungen auf der Grundlage von gesamtsystemischen Analysen zu treffen, die auch über den Klimawandel hinausgehende Wirkungen auf die Umwelt einbeziehen. Auch wenn dabei herauskommen sollte, dass bestimmte Abfallfraktionen gesamtenergetisch zukünftig besser zu recyceln sind, obwohl der wegfallende energetische Nutzen in der Schweiz zu einem höheren Bedarf nach inländischer Energieproduktion mit allenfalls zusätzlichen Treibhausgasemissionen im Inland führt.

Andy Spörri
ist bei EBP für Ressourceneffizienz und Abfallmanagement zuständig.

Stefanie Hellweg
ist Professorin für ökologisches Systemdesign am Institut für Umweltingenieurwissenschaften der ETH Zürich.



Der öffentliche Verkehr: Hoffnungsträger für die Energiewende?

Die Schweiz ist stolz auf ihren öffentlichen Verkehr: Busse und Züge sind häufig und pünktlich unterwegs, Anschlüsse funktionieren und der ÖV gilt als umweltfreundliches Verkehrsmittel. Die Verlagerung des Verkehrs von der Strasse auf die Schiene ist zum politischen Mantra geworden. Soll der ÖV einen Beitrag zur Energiewende leisten, bedeutet dies aber, dass wir auch lieb-gewonnene Annehmlichkeiten infrage stellen müssen.

Unbestritten ist: Wenn viele Personen in einem Bus oder Zug sitzen, ist dies energieeffizienter, als wenn jeder mit seinem Personenwagen fährt. Gleiches gilt für den Güterverkehr. Wichtige Faktoren dabei sind aber die Auslastung und die eingesetzten Fahrzeuge: Für eine Fahrt von Zürich Oerlikon nach Bern sind Tram plus Intercity bei einer Auslastung von einem Drittel sechsmal energieeffizienter, als wenn die Fahrt mit dem Personenwagen durchgeführt wird. Im ländlichen Regionalverkehr aber ist ein mit 11 Prozent ausgelasteter Bus wesentlich ineffizienter als ein durchschnittlicher Personenwagen, wie die Grafik (siehe unten) zeigt.

Hohe Auslastung nur während weniger Stunden

Hohe Auslastungen und effiziente Fahrzeuge sind also Voraussetzung dafür, dass der ÖV energieeffizienter sein kann als der PW. Hohe Auslastungen erzielt der öffentliche Personenverkehr vor allem in den Stosszeiten, wenn Pendlerinnen und Schüler unterwegs sind. So sind im öffentlichen Verkehr der Schweiz in den 6 Spitzenstunden am Tag ca. 55 Prozent der Fahrgäste unterwegs, die übrigen rund 45 Prozent der Fahrgäste verteilen sich auf 14 weitere Betriebsstunden. Selbstverständlich werden ausserhalb der Spitzen kürzere Züge geführt, aber sollten aus Gründen der Energieeffizienz nicht auch weniger Züge fahren? Als ÖV-Nutzer schätzen wir einen gleichmässigen Fahrplan, der am liebsten über den ganzen Tag verfügbar ist. Damit nehmen wir aber auch ineffiziente, niedrige Auslastungen ausserhalb der Spitzenstunden und ausserhalb der Zentren in Kauf.

Der ÖV muss vor allem dort ausgebaut werden, wo er effizient sein kann

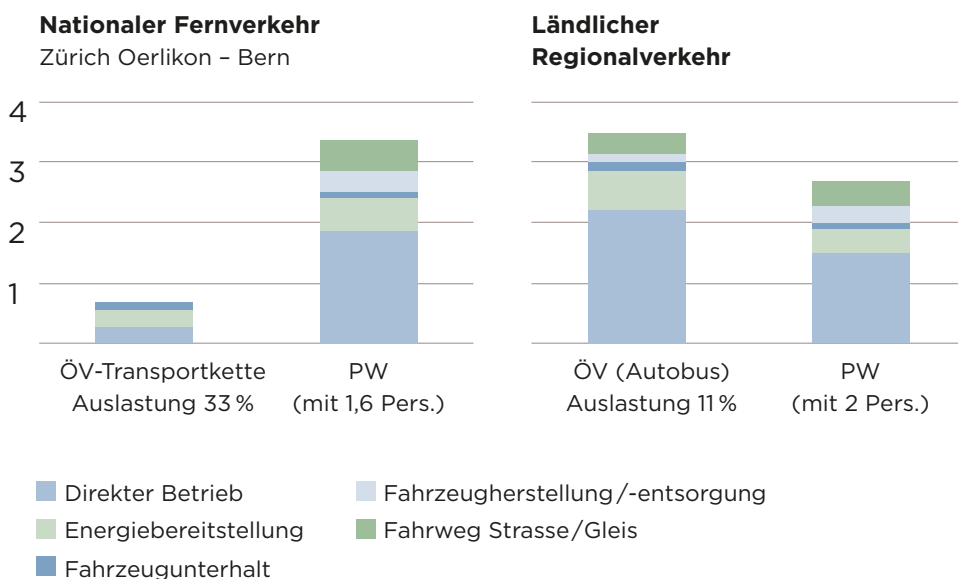
Die Zunahme des Verkehrs von 2000 bis 2010 erklärt sich zur Hälfte mit der Bevölkerungszunahme. Die aktuellen Prognosen des Bundes gehen von einem Bevölkerungswachstum von 10,2 Prozent zwischen 2015 und 2025 aus. Dabei steigt die ständige Wohnbevölkerung von 8,2 Millionen am Jahresanfang 2015 auf 9,1 Millionen im Jahr 2025. Auch diese Menschen werden mobil sein, dafür Energie benötigen und den Ausbau von Strasse und Schiene notwendig machen. Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs sollte sich aber auch aus Gründen der Energieeffizienz vor allem auf die folgenden Ziele konzentrieren:

- Kapazitätsengpässe müssen behoben werden. Dadurch sinkt zwar zunächst die Auslastung. Andererseits wird aber die Erreichbarkeit der Regionen und damit ihre Attraktivität gewährleistet, sodass (hoffentlich) langfristig mehr Einwohner und Arbeitsplätze in diese Regionen mit guter ÖV-Erschliessung ziehen.
- Wo die Reisezeit zwischen Zentren nicht konkurrenzfähig mit dem Auto ist, sollte sie verkürzt werden.
- In ländlichen Regionen und als Zubringer zu den Zentren sind vor allem auch neue, attraktive und energieeffiziente Mobilitätskonzepte umzusetzen (z.B. Ruftaxis mit automatischen Fahrzeugen).

Natürlich schafft ein besseres Angebot auch neue Nachfrage im Personenverkehr: Für die «Bahn 2000» konnte z.B. gezeigt werden, dass der Mehrverkehr auf der Schie-

Primärenergie-Bedarf von ÖV und PW

in MJ-equ./Pkm



Quelle: BAV

ne zu 60 Prozent neuer Verkehr und nur zu 40 Prozent von der Strasse verlagert Verkehr ist. Beim Lötschberg-Basistunnel wurden sogar nur 20 Prozent des Mehrverkehrs auf der Schiene von der Strasse verlagert.

Dies zeigt: Die Ausbauten des öffentlichen Verkehrs sollen nicht nur der Verlagerung des Verkehrs von der Strasse auf die Schiene dienen, sondern auch abgestimmt sein mit den räumlichen Entwicklungszielen.

Wichtig für den öffentlichen Verkehr: eine konzentrierte Siedlungsentwicklung

Um viele Personen transportieren zu können, muss sich die Siedlungsentwicklung um die (Bahn-) Haltestellen des öffentlichen Verkehrs konzentrieren. So entfällt ineffizienter Sammel- und Zubringerverkehr, und zwischen den Zentren kann der ÖV effizient arbeiten. Zentrales Wohnen und Arbeiten in Hochhäusern an den Haltestellen des ÖV und dazwischen möglichst unbesiedelte Fläche: Dies wäre ein energieeffizientes Wunschbild für den ÖV. Aber wollen wir eine solche Siedlungsstruktur tatsächlich?

Auch der ÖV wird zukünftig mehr Energie benötigen

Mit der erwarteten Zunahme des Verkehrs und der angestrebten Verlagerung von der Strasse auf die Schiene wird auch der Energiebedarf des öffentlichen Verkehrs weiter steigen. Und dies ist aufgrund der angestrebten Verlagerung von der Strasse auf die Schiene auch erwünscht. Die Herausforderungen für den ÖV sind aber klar:

- Der ÖV muss effizienter werden, denn das Auto wird es auch: Potenziale wie EcoDrive bei Zügen oder die Anschaffung effizienterer Fahrzeuge (Hybrid statt Diesel) gilt es zu nutzen.
- Der zusätzliche Energiebedarf muss gedeckt werden, und zwar klimaneutral mit erneuerbaren Energien. Auch der heute verwendete Strommix ist möglichst kostenneutral zu substituieren durch erneuerbare Energien.

Aber sind wir als Verkehrsteilnehmer auch bereit, aus Effizienzgründen Abstriche am hohen ÖV-Standard zuzulassen?

- Akzeptieren wir weniger perfekte Fahrpläne, damit nicht alle Züge in der Schweiz ganztags im Takt und damit häufig gleichzeitig verkehren, was zu enormen Lastspitzen im Strombezug führt?
- Sind wir bereit, für kurze Distanzen in Zügen auch Stehplätze zu akzeptieren, um weiterhin hohe Auslastungen zu gewährleisten?
- Brauchen wir Klimaanlage und Fernsehbildschirme in den Zügen und Bussen?
- Und sind wir dann auch noch bereit, mehr zu zahlen, um den Kostendeckungsgrad im ÖV zu steigern?

Frank Bruns

leitet das Team Verkehrswirtschaft und -finanzierung bei EBP.

Peter de Haan

leitet das Team Ressourcen und Energiepolitik bei EBP.



Den Spritverbrauch halbieren, ohne dass der Autokäufer es merkt?

Der Absatz von Öl und Gas zum Heizen geht seit 20 Jahren stetig zurück. Im Strassenverkehr nimmt die Nachfrage nach Benzin und Diesel seit wenigen Jahren nicht mehr zu, bleibt aber auf hohem Niveau. Seit 2013 ist deshalb eine weitreichende energiepolitische Massnahme in Kraft: Die Autoimporteure sollen den Autokäufern effiziente Neuwagen schmackhaft machen. Wie gut funktioniert das?

Wenn es um Autos geht, gibt es in der Schweiz mehrere Millionen Experten. Und bei kaum einem anderen Gerät zeigen sich die Diskrepanzen zwischen rationalen Überlegungen und dem Verhalten im Alltag so deutlich wie beim Auto. Wir wissen, dass sparsame Autos besser wären, aber wir lieben die leistungsstarken. Für einen stromsparenden Kühlschrank zahlen wir gerne etwas mehr. Auch ein Niedrigenergiehaus ist selbstredend etwas mehr wert als ein weniger effizientes. Beim Auto ist es umgekehrt: Je mehr Energie es verbraucht, desto höher der Verkaufspreis. Nur Elektro-, Hybrid- und andere Öko-Modellversionen bilden eine Ausnahme.

Effizienzvorschriften für Autoimporteure

Die Förderung des öffentlichen Verkehrs hat dazu geführt, dass der Mehrverkehr der letzten 20 Jahre zum grösseren Teil von der Schiene aufgenommen wurde. Der Strassenverkehr nimmt deswegen aber nicht ab; dies wäre ein sehr schwieriges Unterfangen. Um den Energiebedarf des Strassenverkehrs zu senken, muss deshalb primär die Energieeffizienz der Neuwagen erhöht werden. Die Politik geht davon aus, dass direkte finanzielle Anreize für Neuwagenkäufer dazu nicht ausreichen. Stattdessen sollen die Autoimporteure eingebunden werden. Und das geht so: Seit 2015 dürfen die verkauften Neuwagen im Durchschnitt nur 130 Gramm CO₂ pro Kilometer ausstossen. Der Durchschnittswert gilt für alle 27 EU-Länder zusammengerechnet – die kleineren Autos der südlichen Automärkte kompensieren hier die grösseren, energieintensiveren Neuzulassungen beispielsweise in Deutschland. Die Schweiz hat diese Vorschrift freiwillig übernommen – wobei die Schweiz auf sich gestellt ist, ohne Kompensation durch weniger wohlhabende Automärkte. Für die Schweiz ist der Durchschnittswert von 130 Gramm CO₂ deshalb schwieriger zu erreichen als für Deutschland. Für die Zukunft ist eine weitere Verschärfung geplant: Im Jahr 2021 dürfen in der EU im Durchschnitt nur noch 95 g CO₂/km ausgestossen werden. Im Rahmen der Energiestrategie will die Schweiz auch dies übernehmen, gemäss Vorschlag des Bundesrats ab dem Jahr 2023.

Die teuerste Tonne CO₂

Die Vorgabe gilt für den Durchschnitt aller verkauften Neuwagen eines Importeurs: Ein Auto mit 160 und eines mit 100 Gramm CO₂/km erfüllen zusammen die Vorgabe. Verfehlt ein Importeur die Zielvorgabe, wird pro verkauftes Auto und pro Gramm CO₂/km Überschreitung eine Abgabe von 120 Franken fällig. Ist das viel? Ja, das ist es: Ist ein Importeur haarscharf auf Zielkurs, verkauft dann aber noch ein zusätzliches Auto, das 6 Gramm CO₂/km über der Zielvorgabe liegt, wird dafür eine Abgabe von 6 × 120 Franken = 720 Franken fällig. Über 170 000 gefahrene Kilometer berechnet entspricht dieser Unterschied von 6 Gramm etwa einer Tonne CO₂. Der Importeur bezahlt also eine Abgabe von 720 Franken pro Tonne CO₂. Das ist viel; es ist der höchste Preis für eine Tonne CO₂

in der Schweiz und weltweit. In der Schweiz kostet eine Tonne CO₂ sonst maximal 160 Franken: Dies ist der Preis, den die Treibstoffimporteure bezahlen müssen, wenn sie ihre Kompensationspflicht gemäss CO₂-Gesetz nicht erfüllen. Zum Vergleich: Im Emissionshandelssystem der EU kostete eine Tonne CO₂ seit 2012 stets weniger 10 Euro; seit 2016 bewegt sich der Preis rund um 5 Euro.

Der Konsument ist frei und das Benzin günstig

Ist es denn schwer, diese Zielwerte von 130 Gramm (seit 2015) bzw. 95 Gramm (ab ca. 2023) zu erreichen? Dies lässt sich abschätzen anhand des maximal möglichen technischen Fortschritts. Für Personenwagen beträgt er rund 2,9 Prozent pro Jahr: Soviel sparsamer könnten die Neuwagen jedes Jahr werden, dank der Arbeit vieler Ingenieurinnen und Ingenieure – falls die verkauften Autos im Durchschnitt nicht grösser und nicht leistungsfähiger würden. Die Autos wurden aber sehr wohl schwerer (um

«Wir wissen, dass sparsame Autos besser wären, aber wir lieben die leistungsstarken.»

25 Prozent seit 1990) und stärker (12 Prozent mehr Leistung pro Tonne). Der durchschnittliche Verbrauch neuer Autos bildete sich deshalb unter dem Strich nur um 1,3 Prozent jährlich zurück. Wären die Autos heute gleich gross und gleich leistungsstark wie vor zehn Jahren, hätte das maximal mögliche technische Potenzial ausgereicht, um in der Schweiz den Zielwert von 130 Gramm im Jahr 2015 zu erreichen. Aber der Konsument ist frei und das Benzin günstig, in der EU und in der Schweiz. Deshalb legt der mittlere Neuwagen in Gewicht und Leistung jedes Jahr ein wenig zu. In der Schweiz konnten deshalb die Autoverkäufer das 130-Gramm-Ziel nicht ganz erreichen und mussten millionenschwere Abgaben bezahlen. Die Kollegen im süddeutschen Raum verkauften zwar die gleichen Autos, sie bezahlten aber keine Abgaben. Über die ganze EU betrachtet, die Mittelmeerländer inklusive, wurde in der EU das 130-Gramm-Ziel erreicht.

Je mehr Elektro, desto mehr Benzin

Elektroautos werden beim Flottenziel mit 0 Gramm CO₂/km angerechnet. Bei Plug-in-Hybriden und Range-Extender-Fahrzeugen wird der Stromanteil ebenfalls mit 0 Gramm CO₂/km angerechnet. Elektroautos und Plug-in-Hybride mit weniger 50 Gramm CO₂/km werden sogar mehrfach angerechnet («super credits»). Je mehr Elektroautos also verkauft werden, desto einfacher werden die Anforderungen für die Autos mit Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel, Erdgas, Flüssiggas), und der Importeur kann das Ziel von 95 Gramm CO₂/km trotzdem erreichen. Dabei gibt es durchaus Elektroautos mit schlechter Ener-

gieceffizienz. Wenn Elektroautos also indirekt zu weniger effizienten Benzinmotor-Neuzulassungen führen – sind Kaufanreize für Elektroautos dann noch sinnvoll oder stellen sie eine Hilfestellung für die Autoimporteure dar?

Hersteller und Importeure reagieren – aber anders als erhofft

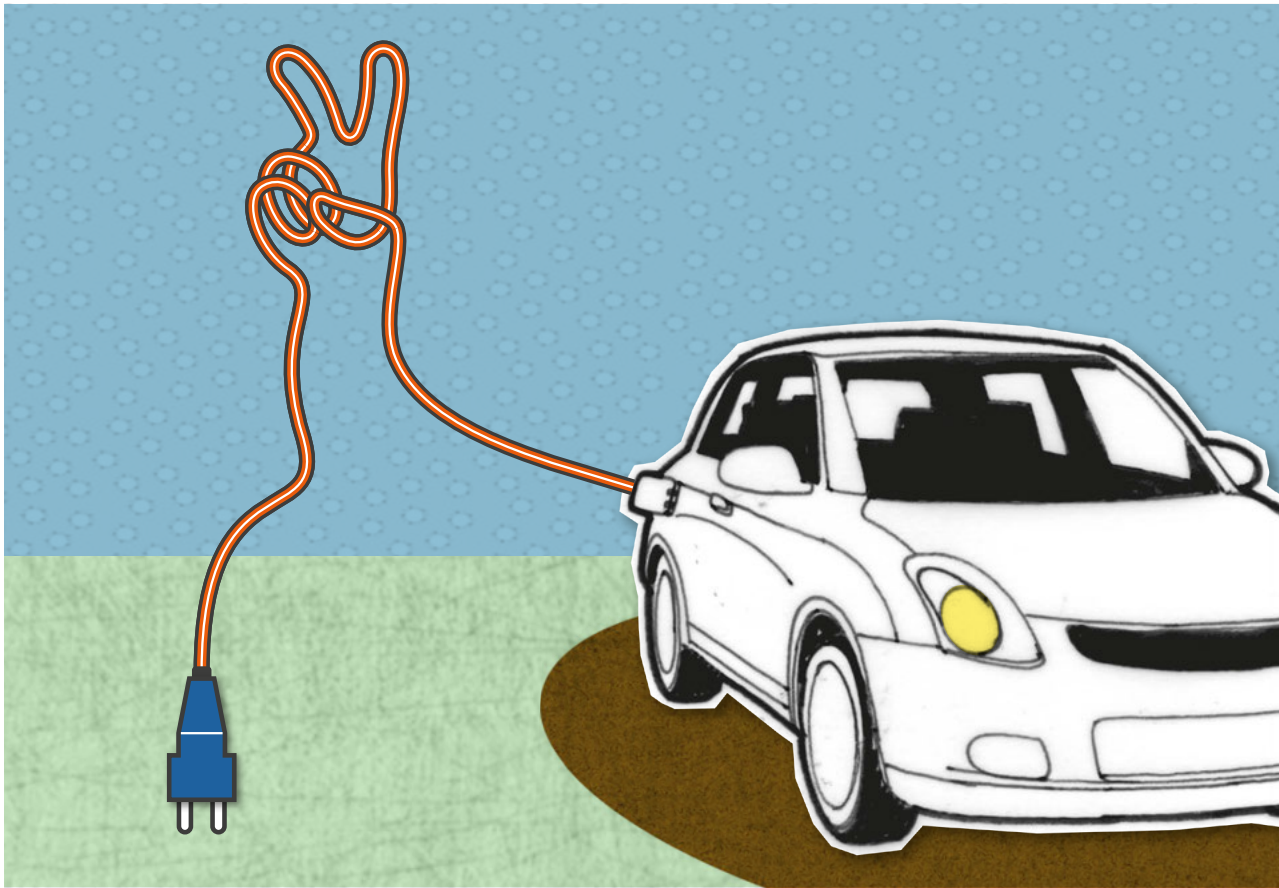
Die Autos werden immer effizienter. Aber bei einschneidenden energiepolitischen Massnahmen kommt es immer auch zu nicht erwünschten Anpassungsstrategien der Betroffenen. Das kann man bei den g CO₂/km-Zielwerten gut beobachten. Erstens erzielen neue Automodelle im offiziellen Typenprüfverfahren günstige Messergebnisse, welche sich aber im Alltag auf der Strasse nicht voll bestätigen. Zweitens gelten die Zielwerte für den Durchschnitt aller Neuwagen. Wenn also bei einer konstanten Anzahl ineffizienter Neuwagen zusätzliche Kleinwagen abgesetzt werden können (die zum Beispiel Motorroller oder E-Bikes ablösen), sinkt zwar der Durchschnitt, aber die absolute Anzahl der Autos steigt und damit auch der absolute CO₂-Ausstoss.

Zwei Schlüsse für die Zukunft

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Erstens wird die Diskrepanz zwischen offiziellem Normverbrauch und Verbrauch im Alltagsbetrieb zunehmen. Kurzfristig müssen Konsumenten besser darüber informiert werden, und die zunehmende Abweichung muss in den Prognosen zur Energiestrategie (Energieperspektiven) berücksichtigt werden. Mittelfristig müssen Massnahmen gefunden werden, um diese Diskrepanz deutlich zu verringern, auch wenn sie nie ganz verschwinden wird. Zweitens besteht die reelle Gefahr, dass die Anzahl Autos pro Kopf als Folge der ambitionierten g CO₂/km-Zielwerte zunimmt. Hier braucht es ein jährliches Monitoring: Sollten tatsächlich «Ökoautos» stark verbilligt abgegeben werden, nur um zusätzliche Autos mit hohem Verbrauch verkaufen zu können, müssten die Emissionsziele um andere Massnahmen im Bereich der Motorfahrzeugsteuer ergänzt werden.

Peter de Haan

leitet das Team Ressourcen und Energiepolitik bei EBP.



Biogas, Strom, Wasserstoff – muss das Auto wirklich alles verheizen?

Seit Mitte der 1980er-Jahre versuchen wir, neue Energieträger zuerst in Autos einzusetzen. Doch der Blick aufs Ganze geht damit manchmal verloren. Gut beraten ist, wer sich auf die grundlegenden Ziele besinnt: Autos sollten an ihrer gesamten Energieeffizienz und dem Treibhausgasausstoss gemessen werden, nicht am Energieträger per se.

Heizungen, Lampen und Fahrzeuge wandeln Energie in Wärme, Licht oder Bewegung um. Ein Auto muss zudem seine Energie «mittragen» – Gewicht und Unfall-sicherheit sind darum entscheidende Faktoren für die Wahl des Energieträgers. Auch brauchen Fahrzeuge für jeden Treibstoff ein eigenes Tankstellennetz. Man würde deshalb erwarten, dass schlecht speicherbare oder nur beschränkt vorhandene Energieträger nicht in Fahrzeugen, sondern in stationären Anlagen (z.B. Heizungen von Gebäuden) eingesetzt werden: Da kann Energie über eine Leitung zugeführt werden, Gewicht und Verkehrsunfälle spielen keine Rolle.

Seit dem Waldsterben lieben wir alternative Treibstoffe

Bis Mitte der 1980er-Jahre galt: Autos fahren mit Benzin, schwere Fahrzeuge mit Diesel. Doch der zunehmende Verkehr führte zu saurem Regen und Schädigung der Wälder. Dank flächendeckendem Einsatz von immer besseren Katalysatoren sind Baumkronenverlichtung und Gewässerübersäuerung inzwischen aus den Schlagzeilen verschwunden. Die Schadstoffbelastung durch Personewagen ist heute wieder auf Vor-Waldsterben-Niveau. Geblieben ist der Versuch, neue Energieträger zuerst beim Auto einzusetzen, damit wir unbeschwert mobil bleiben können.

Von Hype zu Hype

Diese Begeisterung für Alternativantriebe zeigte sich erstmals bei den Elektroautos der 1990er-Jahre – seither haben viele Kantone dafür Motorfahrzeugsteuer-Rabatte eingeführt. Dann freuten wir uns auf Erdgasautos, für die man nun deutlich weniger Mineralölsteuer bezahlt. Ab 2000 kam die Hybrid-Euphorie und damit zusätzliche kantonale Rabatte. Die EU setzte sich hohe Biotreibstoff-Ziele. Mittlerweile musste sie diese wieder zurücknehmen, weil sie in der Gesamtbilanz kaum Treibhausgase einsparen. Ende der 1990er-Jahre sagten Forschungsberichte das Wasserstoffauto-Zeitalter voraus, weshalb einige Kantone vorsorglich bereits Rabatte dafür eingeführt haben.

Spätestens beim Massenmarkt gewinnt die Physik immer

Und was ist von all diesen Hypes geblieben? Lediglich die Hybridautos. Sie kombinieren die Vorteile des Elektroantriebs im Kurzstreckenbetrieb mit jenen des Benzin- oder Dieselmotors im Langstreckenbetrieb. Über die Jahre entwickelten sie sich von der Nischen- zu einer Massentechnologie. Die übrigen Hypes haben sich nicht durchgesetzt. Denn spätestens beim Massenmarkt setzen sich physikalische Wahrheiten durch: Benzin und Diesel (sowie komprimiertes Methan) lassen sich sehr gut und mit hoher Energiedichte an Bord eines Autos speichern. Die Energieumwandlung hat einen Wirkungsgrad von bis zu 50 Prozent – auf der Strasse im Mittel

ca. 30 Prozent. Batteriesysteme haben eine zwanzigfach geringere Energiedichte als Benzinspeicher. Darum sind sie vor allem im Kurzstreckenbetrieb vorteilhaft. Dass wir in 20 bis 25 Jahren so viele Alternativtreibstoffe medial durchexerziert haben, lässt sich thermodynamisch nicht begründen.

In aller Munde: Wasserstoffautos

Wasserstoff hat das Potenzial für einen nächsten Hype. Er wird aus hochwertigen Energieträgern wie Strom oder Erdgas hergestellt und muss dann im Auto in einer Brennstoffzelle wieder in Strom zurückverwandelt werden. Solche mehrfachen Konversionsverluste müssen anderswo in der Kette kompensiert werden. Wer die gesamte Prozesseffizienz betrachtet, setzt Strom oder Erdgas besser direkt ein als über den Umweg des Wasserstoffs.

Förderung der CO₂-Reduktion statt Technologievorschriften

Um unter all diesen Hypes die Spreu vom Weizen zu trennen, sollte man den Blick auf den Energieaufwand und die Treibhausgasemissionen richten – unabhängig

«Elektromobilität wird sich von alleine durchsetzen. Nur beim Aufbau der Lade-Infrastruktur lässt sich eine staatliche Förderung in der Anfangsphase rechtfertigen.»

vom jeweiligen Energieträger und über die ganze Kette von der Herstellung des Energieträgers bis zum fahrenden Auto gesehen (Well-to-Wheel-Ansatz). Bis anhin betrachten die meisten energiepolitischen Massnahmen, wie z.B. die Energieetikette oder die Emissionsvorschriften, jedoch nur den Endenergieverbrauch (Tank-to-Wheel-Ansatz). Eine erweiterte Well-to-Wheel-Energie- und Klimapolitik berücksichtigt zusätzliche Daten zum Energiebedarf für die Herstellung der Endenergieträger.

Und die Elektromobilität?

Bei den Elektroautos sind im Vergleich zum Verbrennungsmotor die Vor- und Nachteile vertauscht: Elektrische Energie lässt sich schlecht speichern, aber Elektromotoren haben eine sehr hohe Effizienz. Elektroautos sind insgesamt effizienter als Autos mit Verbrennungsmotoren. Wer Energieeffizienz fördern will, muss die Elektromobilität mitfördern. Allerdings braucht es keine technologiespezifischen Ansätze. Elektroautos sollten steuerlich gegenüber effizienten Autos mit Verbrennungsmotor nicht privilegiert behandelt werden. Denn

Elektromobilität wird sich von alleine durchsetzen. Nur beim Aufbau der Lade-Infrastruktur für Elektroautos lässt sich eine staatliche Förderung in der Anfangsphase rechtfertigen.

Kein Gaskombikraftwerk-Strom für Elektroautos

Entscheidend für den gesamten CO₂-Ausstoss eines Elektroautos ist, woher sein Strom bezogen wird. Verglichen mit einem effizienten Hybridfahrzeug ist ein Elektroauto «nachhaltig», wenn Strom mit einem CO₂-Fussabdruck von bis zu etwa 430 g/kWh (Gaskombikraftwerk-Strom) eingesetzt wird. Die «graue Energie» ist darin berücksichtigt. Ein Brennstoffzellenantrieb ist nur bis 190 g/kWh vorteilhaft (Ökostrom). Betrachtet man das ganze Energiesystem, ist der Einsatz von Gaskombikraftwerk-Strom für Elektroautos nicht sinnvoll. Besser wäre es, zuerst Kohlekraftwerke zu ersetzen. Und die immer besser verfügbare erneuerbare Elektrizität sollte zuerst im Gebäudebereich mit effizienten Wärmepumpen den CO₂-Ausstoss senken. Erst dann sollte man im Verkehrssektor ansetzen.

In Zukunft kann jeder Treibstoff erneuerbar sein

Es gibt fossiles sowie erneuerbares Benzin (eine E85 genannte Bioethanol-Benzin-Mischung), ebenso fossiles Dieselöl und Biodiesel (Rapsmethylester RME), auch Erdgas und erneuerbares Biogas sowie Kohlestrom und Ökostrom. Und bald wird es Erdgaswasserstoff und Windkraftwasserstoff geben. Zum Zeitpunkt des Autokaufs kann man nicht beeinflussen, wie diese Entwicklung über die nächsten paar Jahre sein wird. Daher wünschen wir uns einen Abbau treibstoffspezifischer Rabatte bei den 26 verschiedenen kantonalen Motorfahrzeugsteuergesetzen in der Schweiz und die Well-to-Wheel-Gesamteffizienz als neues Kriterium.

Konstantinos Boulouchos

ist Professor für Verbrennungsforschung an der ETH Zürich und Mitglied des wissenschaftlichen Beirats von Bundesrätin Doris Leuthard in Energiefragen.

Peter de Haan

leitet das Team Ressourcen und Energiepolitik bei EBP.



Energiepolitik ohne Rebound-Konzept – wie gut kann das gehen?

Die Energiestrategie 2050 des Bundes forciert effizientere Geräte und Fahrzeuge. Die dadurch gesparten Energiekosten werden meist wieder ausgegeben, was den Spareffekt vermindert – denn Konsum braucht Energie. Solche Rebound-Effekte können gross oder klein sein. Wer Energiesparziele ernsthaft und kostengünstig erreichen will, muss bei der Massnahmengestaltung an den Rebound denken.

Nach einer energetischen Sanierung von Mehrfamilienhäusern sind die tatsächlichen Energieeinsparungen meist etwas geringer als erwartet. Woran liegt das? Unter anderem am Rebound-Effekt: Weil die Energieeffizienz gestiegen ist, stellen die Bewohner etwa die Heizung nicht mehr ab, wenn sie in die Ferien fahren. Oder sie installieren eine zusätzliche Aussenbeleuchtung, die dank effizienter LED-Lampen nun ja auch drin liegt. Neben solchen direkten Rebound-Effekten gibt es auch indirekte: Das dank besserer Energieeffizienz gesparte Geld wird für anderes ausgegeben, und dieser Alternativkonsum braucht ebenfalls Energie – egal, ob es sich um einen Kaffee, ein neues Hemd oder ein Auto handelt.

Der Mensch täuscht sich gerne selber

Gerade Privatpersonen neigen oft zum «mental Rebound», beispielsweise wenn das neue Minergie-Haus ein so gutes «grünes» Gewissen gibt, dass ich mir gleich eine zusätzliche Flugreise gönne. Da kaum ein Privathaushalt über eine lückenlose Energiebuchhaltung verfügt, gibt es auch unerwartete Rebound-Effekte. So kann es passieren, dass man meint, mit höherer Energieeffizienz Geld zu sparen. Wenn die höheren Beschaffungskosten für die neue Technologie mitgerechnet werden, trifft das aber gar nicht zu. Energetische Gebäudesanierungen sind so ein Fall – die niedrigeren Heizkosten gehen mit einer höheren Investition einher. Aber Konsumenten vergessen bereits getätigte Investitionen gerne (sogenannte «versunkene Kosten») und rechnen bei weiteren Entscheidungen nur noch mit den reduzierten laufenden Kosten.

Wie gross ist der Rebound wirklich?

Zur Berechnung des Rebound-Effekts gibt es zwei Methoden. Mit der ingenieurwissenschaftlichen Methode wird im Voraus abgeschätzt, welche Energieeinsparung eintreten sollte. Wird real dann mehr verbraucht als erwartet, gilt dies als Rebound. Oft stellt sich aber heraus, dass der Ingenieur zu optimistisch war oder der Energieverbrauch vor der Sanierung falsch geschätzt wurde – im konkreten Einzelfall konnte die Einsparung gar nicht in vollem Umfang realisiert werden.

Nicht jeder Mehrkonsum ist ein Rebound-Effekt

Mit der ökonometrischen Methode hingegen betrachtet man die Energienachfrage über die Zeit, beispielsweise für alle Autos. Wenn sich in der gleichen Zeitspanne auch die Effizienz verbessert, wird eine Zunahme der Energienachfrage einem Rebound-Effekt zugeschrieben. Auch so wird der Rebound oft zu hoch eingeschätzt, etwa wenn Mehrkonsum infolge höheren Wohlstands der verbesserten Energieeffizienz in die Schuhe geschoben wird. Denn nicht jeder Mehrverbrauch ist ein Rebound-Effekt: Erhalte ich mehr Lohn, konsumiere ich mehr, mit zusätzlichem Energiebedarf. Da hier die Ursache aber nicht eine Steigerung der Energieeffizienz ist, hat dies mit Rebound nichts zu tun.

Rebound ist zunächst einmal ganz normal

Dass mehr konsumiert wird, wenn die Preise fallen, entspricht dem Verhalten des homo oeconomicus. Unsere Marktwirtschaft basiert auf diesem Prinzip. Rebound-Effekte sind deshalb per se vorhanden und müssen berücksichtigt werden. Wenn die Ingenieurskunst uns neue Wärmepumpen-Wäschetrockner beschert, mag dies

«Solange die Energiepolitik den Fokus auf Energieeffizienz legt und Verhaltensänderungen zu wenig berücksichtigt, wird sie von Rebound-Effekten geprägt sein.»

Anlass dafür geben, die Wäsche nicht mehr aufzuhängen und erst noch Zeit zu sparen. Den technischen Fortschritt wollen wir ja nicht verbieten, nur um dem Rebound den Garaus zu machen. Oft führt aber erst eine griffige Politikmassnahme zu einem Effizienzsprung – und damit die beabsichtigte Energiesparwirkung dann auch tatsächlich eintritt, soll man bitte schön darauf achten, dass sie mit möglichst geringem Rebound einhergeht.

Rebound im energiepolitischen Alltag

Beispiele für Politikmassnahmen, welche nahezu zwingend einen Rebound-Effekt auslösen werden, gibt es viele: Dank Emissionsvorschriften werden die Autos immer effizienter – wenn aber der Mineralölsteuersatz pro Liter nicht im Gleichschritt angepasst wird, bezahlen die Autofahrer immer weniger Mineralölsteuer. Auch sind Energieetiketten für Haushaltsgeräte relativ. Will heissen: Der Energieverbrauch eines Kühlschranks wird pro Liter Nutzinhalt berechnet. Damit schneiden grosse Kühlschränke aus Herstellersicht besser ab, denn eine dünnere Isolation reicht. Wer sich vornimmt, einen A+++ Kühlschrank zu kaufen, kommt wahrscheinlich mit einem grösseren Kühlschrank nach Hause, als er vorhatte. Solange die Energiepolitik einen sehr starken Fokus auf der Steigerung der Energieeffizienz legt und die induzierten Verhaltensänderungen zu wenig berücksichtigt, wird sie auch stark von Rebound-Effekten geprägt sein. Kann eine Verdoppelung der Energieeffizienz bei den Neuwagen ohne Folgen bleiben? Wird die starke Verbesserung der Effizienz einzelner Gebäudeteile ohne Konsequenz auf das Heizverhalten bleiben? Aus unserer Erfahrung gibt es vier wichtige Handlungsfelder – die vier «R» – zur Rebound-Reduktion.

Erstens: Realistisch schätzen

Wichtig ist, dass die erwartete Energieeinsparung nicht zu optimistisch geschätzt wird: Wenn der konzeptionelle Planer 30 Prozent Einsparung behauptet, kann der

Umsetzungsexperten beurteilen, ob dies beim konkreten Objekt zu schaffen ist oder nicht. Zugleich gilt es aber auch, die mangelhafte Planung und Umsetzung moderner, effizienter Gebäudetechnik zu vermeiden. Und auch für die Ausführung und Bedienung braucht es Schulungs- und Ausbildungsangebote.

Zweitens: Review

Sowohl im Einzelfall als namentlich auch bei Massnahmenpaketen sollten Rebound-Effekte bei Ex-ante-Wirkungsschätzungen standardmässig eingerechnet werden. Auch wenn der Rebound-Effekt im Einzelfall noch nicht genau bekannt ist, soll man ihn nicht einfach gleich null setzen, sondern mit 10 bis 30 Prozent bei zeitintensiven Energiedienstleistungen und sonst mit 20 bis 40 Prozent ansetzen. Bei Massnahmenpaketen führen Rebound-Effekte zur Erkenntnis, dass man mehr Massnahmen zur Erreichung eines gewissen Ziels braucht als zunächst gedacht.

Drittens: Robustheit

Bei Politikvarianten sollte nicht jene mit der geschätzt grössten Wirkung ausgewählt und umgesetzt werden, sondern jene, die «rebound-robust» ist, das heisst bei Berücksichtigung der Rebound-Effekte möglichst hohe Energiespareffekte erwarten lässt.

Viertens: Reboundverstärkung bei Zeiteinsparung

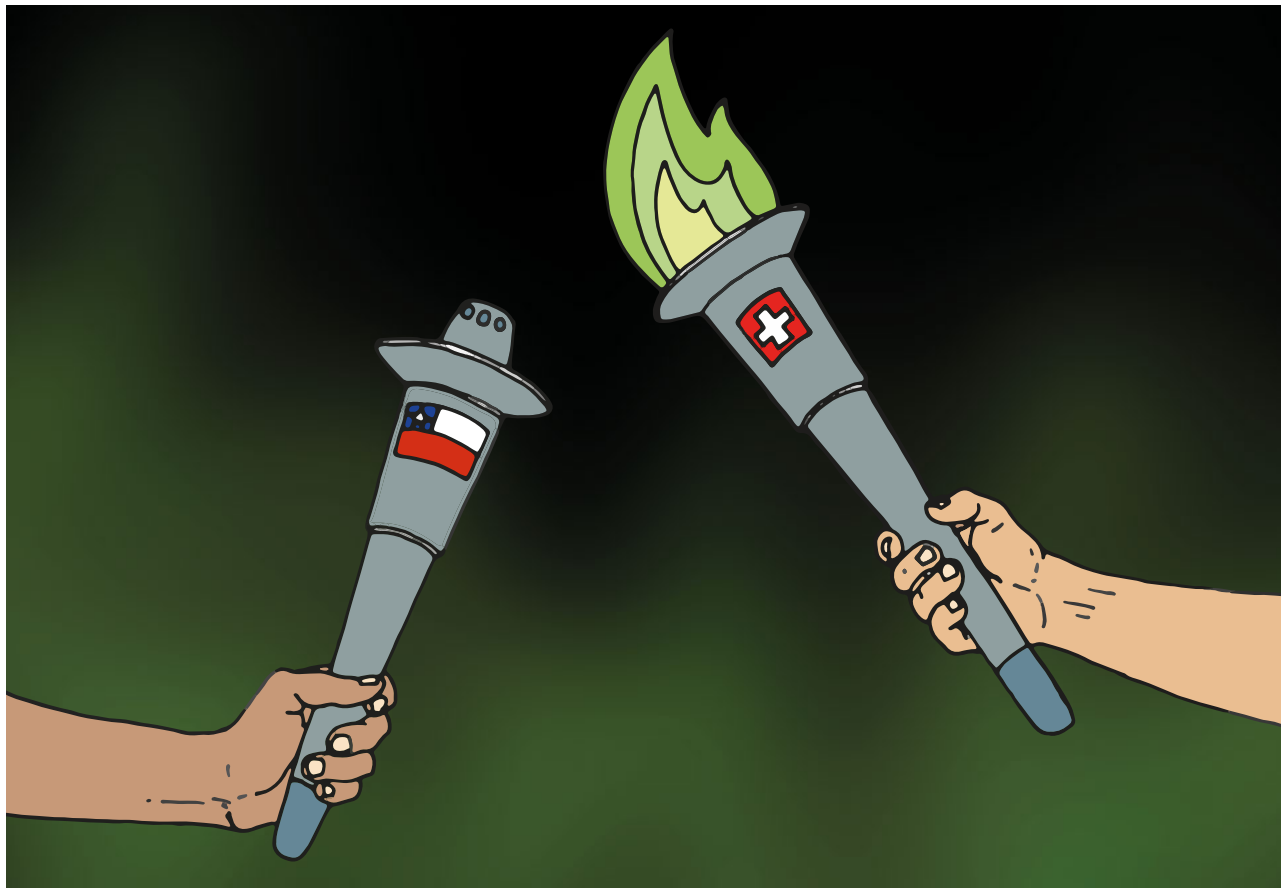
Wenn sich mit Energiekonsum auch Zeit sparen und der Komfort steigern lässt, sind hohe Rebound-Effekte zu erwarten. Wir erinnern uns an unsere Wäschetrockner: Als diese effizienter wurden, hat sogleich auch deren Nutzung stark zugenommen – der gesunkene Stromverbrauch verleitete dazu, substantiell mehr Zeit sparen zu wollen.

Peter de Haan

leitet das Team Ressourcen und Energiepolitik bei EBP.

Reinhard Madlener

ist Professor für Wirtschaftswissenschaften, insbesondere Energieökonomik, an der RWTH Aachen und Direktor des Institute for Future Energy Consumer Needs and Behavior (FCN).



Wie die Energiewende zum Exportschlager wird

Entwicklungs- und Schwellenländer suchen nach neuen Wegen, wie sie den Lebensstandard weiter verbessern können und gleichzeitig die Umwelt weniger belasten. Das bietet Marktchancen für Schweizer Unternehmen: Mit dem Export von Know-how und Technologien können sie weltweit zu mehr Energieeffizienz und vermehrter Nutzung erneuerbarer Energien beitragen. Wie das funktionieren kann, zeigt das Beispiel Chile.

Chiles Wirtschaft wächst weiterhin, wenn auch langsamer. Das Gleiche gilt für die Bevölkerung. Beides stellt Chile vor grosse Herausforderungen in der Umwelt- und Energiepolitik: Der Energiebedarf wird zu 90 Prozent über Erdölprodukte, Kohle, Gas und Energieholz gedeckt. Die fossilen Energieträger müssen grösstenteils importiert werden. Der steigende Stromverbrauch wird bisher vor allem durch vermehrte Produktion in Kohlekraftwerken ausgeglichen. Die Bedeutung der erneuerbaren Energien (Wind, Biomasse, Sonne) ist noch marginal, aber stark zunehmend. Da die Strompreise in Chile auch zu den höchsten in Lateinamerika zählen, hat die Regierung 2014 eine Energiestrategie mit ambitionierten Zielen verabschiedet: Bis 2025 sollen 45 Prozent der neu installierten Leistung von Kraftwerken aus erneuerbaren Ressourcen Energie produzieren; gleichzeitig sollen der Energieverbrauch um 20 Prozent und die Strompreise um 30 Prozent sinken.

Das Energiestadtlabel...

Diese Herausforderungen bieten interessante Marktopportunitäten für Schweizer Unternehmen in den Bereichen Energie am Bau, dezentrale Energieversorgung mit Fokus Solar und Biomasse sowie im Bereich Wasserkraft. Seit 2014 ist das chilenische Energieministerium zusammen mit der chilenischen Innovations- und Wirtschaftsförderungs-Agentur CORFO daran, das Schweizer Energiestadtlabel in Chile einzuführen. Das Energiestadtlabel wird bereits in 21 Ländern der Welt verwendet. Chile ist nun das erste Land in Lateinamerika. Das Projekt wurde unterstützt von REPIC, einer interdepartementalen Plattform zur Förderung von erneuerbarer Energie und Energieeffizienz in Entwicklungs- und Schwellenländern, sowie von der schweizerischen Botschaft in Chile.

...als Türöffner für Schweizer Cleantech-Firmen

Mithilfe des Labels Comuna Energética sollen die Nutzung der lokalen Ressourcen für die Wärme- und Stromproduktion gefördert, der Energieverbrauch auf Gemeindeebene reduziert sowie die lokalen Akteure für die Themen Energieeffizienz und erneuerbare Energien sensibilisiert werden. Am Aufbau des Labels waren drei Schweizer Firmen beteiligt. Die Einführung des Labels in einer Gemeinde bietet darüber hinaus weiteren Schweizer Unternehmen Möglichkeiten für den Markteintritt in Chile bzw. für den Ausbau ihrer Marktpräsenz. Um dies zu erreichen, wurde eng mit Switzerland Global Enterprise und mit der Exportplattform Cleantech Switzerland zusammengearbeitet.

Institutionalisierte Zusammenarbeit zwischen der Schweiz und Chile

Auch der Bund unterstützt den Austausch mit Chile: Während einer offiziellen Delegationsreise mit Unternehmerbeteiligung hat Bundesrätin Doris Leuthard im Oktober 2015 zwei Absichtserklärungen für eine stärkere

Zusammenarbeit zwischen Chile und der Schweiz in den Bereichen Energie und Umwelt unterzeichnet. Gleichzeitig hat die Energiestadt Bern mit den drei chilenischen Städten Vitacura, Temuco und Coyhaique eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit abgeschlossen. Ziel ist ein institutionalisierter Know-how-Austausch sowie die Umsetzung von Kooperationsprojekten in den Bereichen Gebäudesanierung, energetische Nutzung von Biomasse, Solarenergie und Bekämpfung der Luftverschmutzung.

Zum Beispiel: Eine Holzschnitzelheizung für eine patagonische Schule

Die Stadt Coyhaique in Patagonien beteiligt sich als eine von bisher 22 Gemeinden am Label Comuna Energética. Coyhaique hat eine der höchsten Feinstaubbelastungen in Chile, da über 90 Prozent der Haushalte nasses Energieholz für die Wärmeversorgung nutzen und die Gebäude schlecht isoliert sind. Während elf Monaten im Jahr muss geheizt werden. Die Schule Baquedano in

«Swissness steht für Qualität, Präzision, Transparenz, Innovation, Unabhängigkeit und Bürgerbeteiligung.»

Coyhaique geht dieses Problem an: Die Gebäudehülle wurde renoviert sowie das Heizungssystem mit einer neuen Holzfeuerungsanlage für Hackschnitzel erneuert. Die Finanzierung des Projekts konnte mit Unterstützung der schweizerischen Botschaft, von Schweizer Firmen sowie den chilenischen Bildungs-, Energie- und Umweltministerien gesichert werden. Am Projekt waren mehrere Schweizer Unternehmen beteiligt: EBP Chile hat zusammen mit der Basler Beratungsfirma Nova Energie das dem Projekt zugrunde liegende Energiekonzept erarbeitet. Die Holzfeuerungsanlage wurde von Schmid Energy Solutions AG geliefert und als erste Hackschnitzelfeuerungsanlage im Süden von Chile installiert. Die Hackschnitzel werden von der lokal aufgebauten Firma Centro de Biomasa in Coyhaique geliefert. Der Transport wurde von der Schweizer Firma Fracht Chile übernommen und finanziert. EBP Chile hat die Implementierung des Projektes begleitet.

Qualitätssiegel «Swissness»

Das institutionell komplexe Projekt Colegio Baquedano wäre ohne die enge Zusammenarbeit zwischen den drei chilenischen Ministerien (Bildung, Umwelt und Energie), der schweizerischen Botschaft und den privaten Unternehmen nicht möglich gewesen. Die Swissness spielt in der Zusammenarbeit und der Realisierung von Projekten

in Chile eine wichtige Rolle. Swissness steht für Qualität, Präzision, Transparenz, Innovation, Unabhängigkeit und Bürgerbeteiligung. Dies kann im Projekt Colegio Baquedano gut aufgezeigt werden. In Patagonien ist ein Leuchtturmprojekt geschaffen worden, das bereits das Interesse zahlreicher anderer chilenischer Bildungsinstitutionen geweckt hat. Schweizer Unternehmen wittern zu Recht weitere Marktchancen.

Zusammenarbeit zwischen öffentlichem Sektor und privaten Unternehmen als Erfolgsfaktor

Energie ist die «Nahrung» für die wirtschaftliche Entwicklung und spielt eine zentrale Rolle, um die Klima- und Ressourcenprobleme zu lösen. Die Energiewende ist Baustein einer Transformation, um neue Erfahrungen zu sammeln, neue Technologien zu entwickeln und neue, wirtschaftlich gangbare Lösungen zu finden. Diese Chancen sollte unser Land noch vermehrt nutzen, um erstklassige Schweizer Produkte, Technologien, Know-how und Erfahrung ins Ausland zu exportieren. Eine enge Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Partnern ist dabei Voraussetzung, damit die Energiewende tatsächlich zum Exportschlager wird.

Edgar Dörig
ist seit September 2014 Schweizer Botschafter in Chile.

Roger Walther
ist seit 2012 für die EBP-Niederlassung in Chile verantwortlich.



Wir sind alle Energiewenderinnen und Energiewender

Unsere Beiträge haben eine gemeinsame Botschaft: Damit die Energiewende funktioniert, sind technische Massnahmen wichtig – sie reichen aber nicht. Der Erfolg steht und fällt damit, dass wir alle auch unser Verhalten ändern. Kann das gehen? Fragen wir nach. Zum Beispiel bei Daniel, einem jener knapp 8,4 Millionen Konsumentinnen und Konsumenten in der Schweiz, welche die Energiewende mit umsetzen sollen.

Daniel, 37, verheiratet, zwei Kinder, 80% –Pensum: «Wenn alle so handeln würden wie ich, dann kämen wir der Energiewende keinen Schritt näher, warf mir mein bester Freund Reto kürzlich vor. Sparlampen und Hocheffizienz-Kühlschrank seien ja gut und recht. Die ständige Fliegerei und die zwei Autos – auch wenn eines davon ein Hybrid ist – würden aber mein ganzes Engagement wieder zunichtemachen.

Vor über zehn Jahren studierten Reto und ich an der ETH Umweltnaturwissenschaften. Klar, dass ich die Energiewende in der Schweiz vorantreiben möchte. Schliesslich will auch ich nicht, dass den Eisbären das Eis unter den Pfoten wegschmilzt und sich meine Kindeskinde mit gefährlichem Atom Müll herumschlagen müssen.

In unserem Haushalt haben wir darum einiges geändert: Gekippte Fenster sind seit Kurzem ein Tabu. Denn sie sind nicht nur schlecht fürs Klima, sondern erhöhen auch die Heizkostenrechnung völlig unnötig. Alle herkömmlichen Glühbirnen haben wir mit Sparlampen ersetzt, und der neue Kühlschrank gehört zur Energieklasse A+++.

Auch dies beides ein Plus für Umwelt und Portemonnaie. Neben unserem alten Kombi fahren meine Frau und ich nun mit gutem Gewissen einen Hybrid. Dass ein zweites Auto her musste, lag auf der Hand. Beide berufstätig, zwei Kinder, wohnhaft in der Agglomeration – ein Höchstmass an Flexibilität wird gefordert. Weil wir alle auch mal entspannen müssen, fliegen wir hin und wieder Richtung Süden. Reise per Zug als Alternative? Schwierig. Der Zug kostet mehr. Er ist langsam. Und die Flugzeuge fliegen ja sowieso.

Trotzdem ist mir nicht ganz wohl: Um der Energiewende den Boden zu ebnet, müssten wir wohl alle unser Konsumverhalten ändern. Aber wie soll das gehen? Denn ob Billigflüge oder Hybridauto: Unter dem Strich konsumieren wir alle immer mehr.

Ich surfe im Internet und versuche, Klarheit zu gewinnen, was wirklich relevant ist für die Energiewende. Stromsparende Haushaltsgeräte, energieeffiziente Gebäude oder treibstoffsparende Autos: Unzählige Informationen und Angebote überschwemmen mich. Aber welchen Anbietern soll ich glauben?

Ich versuche es mit Expertenberichten. Doch um mich durch hunderte von Seiten zu lesen, fehlen mir Zeit und Lust, und aus Messgrössen wie Terawattstunden oder CO₂-Äquivalenten den Bezug zu meiner Lebensweise herzustellen, fällt mir schwer. Inwiefern mein persönlicher Beitrag überhaupt zählt, sehe ich kaum: Würden zum Beispiel neue Solarkollektoren an unserem Einfamilienhaus den Treibstoffverbrauch unserer beiden Autos genügend ausgleichen? Oder sollten wir lieber nur noch drei statt zehn Minuten pro Tag warm duschen und nur

noch alle fünf Jahre ein Flugzeug besteigen? Wie bringen wir das den Kindern bei? Und sind das nicht sowieso alles nur Tropfen auf den heissen Stein, solange andere mit ihren Offroadern rumkurven?»

Ja und nein, lautet unsere Antwort an Daniel. Auch wenn der Beitrag jedes Einzelnen von uns auf den ersten Blick vielleicht unbedeutend ist, wird er in der Summe durchaus relevant. Das weiss ja auch Daniel. Doch selbst er,

«Um der Energiewende den Boden zu ebnet, müssten wir wohl alle unser Konsumverhalten ändern. Aber wie soll das gehen?»

der sich mit Umweltthemen auskennt und sein Verhalten ändern will, stösst an seine Grenzen. Weil ihm der Bezug zu seinem persönlichen Umfeld fehlt und die Wirkung seines Handelns nicht ersichtlich ist. Weil er in einer Welt lebt, in der umweltbewusstes Verhalten aufwendiger und teurer ist, als sich bequem dem Konsum zu fügen. Und weil er, wie die meisten von uns, es halt einfach geniesst, sich hin und wieder etwas Luxus zu gönnen. Schlechtes Gewissen hin oder her.

Es geht nicht von heute auf morgen

Was ist also zu tun, damit nicht nur Daniel, sondern auch weniger sensibilisierte Menschen ihr Verhalten ändern? Klar ist: Das geht nicht von heute auf morgen. Unser Verhalten ist bestimmt von persönlichen Einsichten und Überzeugungen, subjektiven Vorlieben und gesellschaftlichen Normen. Wer hier Veränderungen anstossen will, muss Wissen vermitteln, Bewusstsein schaffen und motivieren.

Das ist eine anspruchsvolle Kommunikationsaufgabe:

- Um verständlich zu sein, muss die Kommunikation rund um die Energiewende Komplexität reduzieren und abstrakte Berechnungen auf den Alltag der Menschen herunterbrechen. Aber: Gaukelt sie simple Lösungen vor, wo die Realität vielschichtig ist, verliert sie an Glaubwürdigkeit.
- Inhalte sollten auch auf emotionale Weise vermittelt werden, um Hürden abzubauen und Interesse zu wecken. Sich mit der Energiewende auseinanderzusetzen, soll Spass machen. Doch der Grat ist auch hier schmal. Denn mit blossen Wohlfühl-Shows ist der Sache nicht gedient.
- Die visuelle und dialogische Aufbereitung der Inhalte spielt eine grosse Rolle: Durch den emotionalen Bezug zu Bildern bleiben Informationen eher in Erinnerung.

Kommt ein positiver Lebensstil zum Ausdruck und werden Menschen stärker einbezogen, steigt die Identifikation. Ist die Ansprache sorgfältig auf die Zielgruppen abgestimmt, kann sie einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass Menschen ihr Verhalten ändern.

Auf dem Weg in die Zukunft sind Kommunikationskampagnen ein wichtiger Wegbereiter für die Energiewende. Ans Ziel kommen wir jedoch mit Kommunikation alleine nicht – es braucht auch die richtigen Anreizsysteme. Dass diese Kombination erfolgreich sein kann, um Verhaltensänderungen herbeizuführen, zeigen Beispiele aus dem Bereich Gesundheitsförderung, etwa das nationale Programm zur Tabakprävention oder die Anti-Aids-Kampagnen in der Schweiz und in Deutschland.

Cornelia Büttner

ist bei EBP als Kommunikationsberaterin tätig.

Miriam Werder Aegerter

leitet das Team Visuelle Kommunikation bei EBP.



Es kommt anders, als wir denken

Die Energiewende ist ein Generationenprojekt. Weil heute niemand sagen kann, wo's klemmen wird und wo nicht, sollten wir Klumpenrisiken vermeiden. Massnahmen müssen auch dann noch Sinn machen, wenn die Zukunft sich anders entwickelt als gedacht. Dazu müssen wir jederzeit beurteilen können, wo wir auf dem Weg der Energiewende stehen und wohin wir uns bewegen.

Im frühneuzeitlichen London stand der Begriff «black swan» für etwas Unmögliches – alle Schwäne waren schliesslich weiss. Als Entdecker 1697 in Westaustralien tatsächlich schwarze Schwäne antrafen, änderte sich die Bedeutung schlagartig: Seither steht der Begriff für mögliche künftige Entwicklungen ausserhalb unserer heutigen Vorstellungskraft. Denn wir wissen nicht, was wir nicht wissen. Das ist natürlich vor allem wichtig bei grossen, langfristig angelegten Vorhaben.

Von heute auf morgen geht wenig

Die Energiewende – Atomausstieg, höhere Energieeffizienz, weniger Öl und Gas, dafür viel mehr erneuerbare Energie – ist ein solches Generationenvorhaben. Von heute auf morgen geht bei der Energieinfrastruktur wenig:

«Gerade die auf Beständigkeit ausgerichtete Schweiz scheint gut beraten, auf Flottillen statt auf Schlachtschiffe zu setzen.»

Die ersten SBB-Wasserkraftwerke sind bald 100-jährig, das AKW Mühleberg läuft seit 1972, die Hälfte der über 20-jährigen Wohngebäude wurde noch nie energetisch saniert. Die Energiewende muss auf Systeme mit sehr langer Reaktionszeit einwirken. Das dauert. Die Versuchung ist oft gross, mit der Brechstange – eine mächtige Politikmassnahme – einen Impuls zu setzen, der ein für alle Mal den angestrebten Richtungswechsel erzwingen soll.

Brechstangenpolitik – oft ein Mahnmal

Ausländische Beispiele zeigen, dass ein solches Vorgehen nicht immer klappt. In Kanada beispielsweise haben Förderprogramme Anfang der 1990er-Jahre einen Bestand von 35 000 Erdgasfahrzeugen ermöglicht. Mit dem Stopp der Subventionen kam allerdings der Rückgang. Heute gibt es noch 12 000 Fahrzeuge, die Hälfte der Erd- und Biogastankstellen wurde bereits wieder rückgebaut. Auch die deutsche Einspeisevergütung für erneuerbare Energie war zeitweilig so hoch, dass alle auf die Dächer kletterten, um sofort Fotovoltaik zu installieren – niemand forschte mehr für den technischen Fortschritt. Und ganze Windparks in der Nordsee mussten Jahre warten, bis ihr Anschluss ans Stromnetz möglich war. Das kostet. Gerade die auf Beständigkeit ausgerichtete Schweiz scheint gut beraten, auf Flottillen statt auf Schlachtschiffe zu setzen. Entsprechend besteht die schweizerische Energiestrategie richtigerweise aus vielen sehr unterschiedlichen Einzelmassnahmen, vom Glühlampenverbot über Biogas-Einspeisevergütungen und ökologisierte Autosteuern bis zu Raumlüftungs-Infokampagnen und Energiespeicher-Grundlagenforschung.

Energiewende in vielen Einzelschritten

Unsere Erfahrungen aus den letzten 35 Jahren zeigen: Fundamentale Veränderungen der Infrastruktur, Generationenvorhaben eben, lassen sich nicht innert Kürze erzwingen. Wer mit der grossen Kelle anrichtet, bezahlt viel und erreicht weniger als gedacht. Geduld und Augenmass und die Feinjustierung verschiedener Massnahmen sind gefragt. Ein langer Atem wird sich auch hier bewähren. Was unsere Erfahrungen auch zeigen: Den ganzen Weg zum Vornherein fix planen bewährt sich nicht, denn wir wissen nicht, was die Zukunft genau bringt. Schwarze Schwäne sind nie ausgeschlossen.

Es gibt auch jüngere Beispiele dafür, dass wir uns die Zukunft nicht gut vorstellen können:

- Die Energieperspektiven 2007 des Bundesamts für Energie gingen von einem Rohölpreis von 30 Dollar pro Barrel bis 2035 aus, es gab auch ein «Hochpreis-Szenario» mit 50 Dollar. Nur zwei Jahre später erreichte der Erdölpreis ein Allzeithoch von 110 Dollar. Die Energieperspektiven 2011 rechneten dann für 2035 mit 95 bis 110 Dollar. Seit einem Jahr liegt der Weltmarktpreis wieder bei rund 50 Dollar.
- Wegen des grossen Seebebens vor der ostjapanischen Küste vom 11. März 2011 wurden alle AKW in der Region planmässig notabgeschaltet. Als der vom Seebeben ausgelöste Tsunami die Dieselgeneratoren des AKW Fukushima aber überflutete, war die Notkühlung weg. Das AKW war auf Tsunamiwellen vorbereitet – bis 10 Meter Höhe, 15 Meter galten als unvorstellbar.
- Kernschmelzen wurden in den 1960er-Jahren ohnehin als schlicht undenkbar eingestuft – in den letzten 40 Jahren geschahen sie aber in Harrisburg, Tschernobyl und Fukushima.
- Die Kernfusion befindet sich im Forschungsstadium – seit 50 Jahren schon. Und wurde von der Fotovoltaik gleichsam rechts überholt. Wir warten auch immer noch auf Wasserstoffautos. Deren Marktreife wurde Mitte der 1990er-Jahre auf das Jahr 2010 angekündigt.

Wir sehen: Sicher ist, dass die Energiewende bis 2050 nicht genau so verlaufen wird, wie der Bundesrat und das Bundesamt für Energie es 2012 nach bestem Wissen und Gewissen vorhergesagt haben. Es wird zu grösseren Abweichungen kommen, und bereits im Jahre 2025 werden wir uns über einige Elemente der 2012 erarbeiteten Energieperspektiven 2035/2050 erheutern.

Machen wir heute alles richtig?

Niemand kann heute sagen, wo wir in zehn Jahren, geschweige denn 2050, stehen werden. Wir werden Hindernisse antreffen, die wir heute noch nicht kennen. Der starke Ausbau von energierelevanter Forschung und Entwicklung wird aber auch neue Technologien und Ansätze bringen. Wichtig ist deshalb, Klumpenrisiken zu vermeiden und stets auf mehrere Pferde zu setzen.

In der Theorie ist zwar immer nur ein politisches Instrument optimal. Das trifft aber nur zu für den Stand heute, und unter vielen Annahmen. Die Kombination mehrerer Ansätze, also sich ergänzender politischer Instrumente, ist deshalb zukunftssicherer. Die einzelnen Massnahmen sollten dabei aber auch dann noch Sinn machen, wenn sich die Zukunft anders entwickelt als gedacht. Nachweislich funktionierende Instrumente wie beispielsweise das Gebäudeprogramm sollten nicht vorschnell ersetzt werden, wenn die Wirkung neuer Lenkungssysteme noch nicht gesichert ist.

Energiemonitoring benötigt

Bei längeren Wanderungen braucht es eine Wanderkarte, und zur Mittagszeit empfiehlt sich ein Blick darauf, ob das angepeilte Nachtlager immer noch in Reichweite ist. Auch bei der Generationenaufgabe «Energiewende» braucht es eine Wanderkarte, damit wir beurteilen können, wo auf der Strecke wir uns befinden und ob der Fortschritt genügend schnell ist – ein Energiemonitoring. In Deutschland gibt es gleich mehrere «Wanderkarten», in der Schweiz jene der Umweltallianz, welche auf Daten von EBP zum aktuellen Stand des Energiesystems aufbaut.

Und zum Schluss noch dies: EBP hat seit 2012 auch eine Tochtergesellschaft in Chile. Wissen Sie, was es dort gibt? Weisse Schwäne mit schwarzem Hals. Wirklich.

Daniel Schläpfer
ist Vorsitzender der Geschäftsleitung von EBP.

Peter de Haan
leitet das Team Ressourcen und Energiepolitik bei EBP.

Glossar

Von A wie Atomausstieg über N wie Netzzuschlag bis Z wie Zielvereinbarungen: 100 Begriffe zur Energiewende.

A

Atomausstieg

→Ausstieg aus der Kernenergie

Auslastungsgrad

Der Auslastungsgrad gibt an, welcher Anteil der verfügbaren Sitzplätze in einem Auto, Bus, Flugzeug oder Zug belegt ist. Beim Auto beträgt er gemäss Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 durchschnittlich 1,6 Personen (Pendlerfahrten 1,1, Freizeitfahrten 2). Bei Zug und Flugzeug wechseln sich tägliche Spitzenstunden mit hoher Auslastung mit schwach ausgelasteten Randstunden ab.

Ausstieg aus der Kernenergie

In der Schweiz sollen die bestehenden fünf Kernkraftwerke am Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer stillgelegt und nicht durch neue Kernkraftwerke ersetzt werden. In anderen Ländern wird unter Ausstieg aus der Kernenergie auch die vorzeitige Stilllegung vor Ende der sicherheitstechnischen Betriebsdauer verstanden. Mehrere Länder (z.B. Deutschland und die Schweiz) haben das Ziel des Ausstiegs, andere Länder (z.B. China und Indien) setzen auf einen Ausbau der Kernenergie.

Autoimporteure

Autoimporteure, die mehr als 50 neue Personenwagen pro Jahr einführen, müssen im Durchschnitt über alle importierten neuen Autos die →Emissionsvorschriften erfüllen. Wenn die CO₂-Emissionen pro Kilometer den Zielwert überschreiten, muss der Importeur eine Sanktion bezahlen. Klein-

importeure (weniger als 50 Zulassungen pro Jahr) und Privatpersonen, die ihren Neuwagen direkt importieren, bezahlen im Prinzip bei jedem einzelnen Auto eine Sanktion, falls die CO₂-Emissionen oberhalb des Zielwerts liegen. Es gibt aber mehrere Privatanbieter, welche Kleinimporteure zu virtuellen Pools zusammenschliessen und so die Sanktionszahlungen reduzieren.

B

BAFU

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Departement UVEK (Umwelt, Verkehr, Energie, Kommunikation) nimmt vielfältige Aufgaben im Bereich Umwelt, Nachhaltigkeit und Biodiversität wahr. Im Bereich der Energie ist die Zuständigkeit des BAFU für die Klimapolitik (→CO₂-Gesetz) relevant.

Batterie

Eine Batterie ist ein elektrochemischer Stromspeicher. Die gespeicherte chemische Energie wird durch eine elektrochemische Redoxreaktion in elektrische Energie umgewandelt. Eigentlich ist eine Batterie nicht wiederaufladbar; wiederaufladbare Stromspeicher werden als Akkumulatoren bezeichnet. Allerdings setzt sich in den letzten Jahren der Begriff Batterie auch für Akkumulatoren durch.

Benzinäquivalente

Historisch werden Benzin- und Dieselverbrauch in Litern angegeben. Jedoch hat Diesel eine höhere Dichte, deshalb ist in einem Liter Diesel deutlich mehr Energie (und auch mehr CO₂-Emis-

sionen) enthalten als in einem Liter Benzin. Um die Vergleichbarkeit für den Konsumenten zu erhöhen, werden deshalb auf der Energieetikette für Neuwagen des BFE die Treibstoffverbräuche von Diesel-, Erdgas- und Elektroautos zusätzlich auch in Benzinäquivalente umgerechnet. 1 Liter Diesel entspricht zum Beispiel 1,12 Liter Benzinäquivalent.

Bevölkerungsszenarien

Die Bevölkerungsszenarien des BFS zeigen die mögliche Entwicklung der Bevölkerung der Schweiz in einem niedrigen, mittleren und einem hohen Szenario auf. Die Bevölkerungsszenarien sind ein wichtiger Bestandteil der →Energieperspektiven und damit der →Energiesstrategie 2050.

BFE

Das Bundesamt für Energie (BFE) im Departement UVEK (Umwelt, Verkehr, Energie, Kommunikation) ist für die meisten Aspekte der →Energiesstrategie 2050 zuständig und hatte die Federführung bei der Ausarbeitung des →ersten Massnahmenpakets.

BFS

Das Bundesamt für Statistik (BFS) gehört zum Eidgenössischen Departement des Innern (EDI). Es sammelt und veröffentlicht die wichtigsten statistischen Informationen zum Zustand und zur Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft, Gesellschaft, Raum, Energie und Umwelt. Unter anderem ist es für die →Bevölkerungsszenarien zuständig.

Biodiesel

Biodiesel ist ein aus verschiedenen Quellen hergestellter, genau gleich

wie Diesel einsetzbarer →Biotreibstoff. Mögliche Quellen sind Raps (Raps-Methyl-Ester, RME), organische Abfälle, alte Speiseöle sowie auch Schlachtabfälle. Es werden verschiedene Mischungen aus herkömmlichem Diesel und Biodiesel angeboten: B10 (10 Prozent Biodiesel), B50 sowie B100 (100 Prozent Biodiesel), in der Regel mineralölsteuerbefreit.

Bioethanol

→E85

Biomasse

Unterschieden werden holzartige, trockene Biomasse und wenig verholzte, nasse Biomasse. Bei der energetischen Nutzung wird trockene Biomasse tendenziell verbrannt, feuchte Biomasse eher vergärt.

Biotreibstoffe

Biotreibstoffe (→E85, →Biodiesel) sind in der Schweiz seit 2008 von der Mineralölsteuer befreit. Für die Befreiung muss jedoch nachgewiesen werden, dass soziale Mindestanforderungen und eine positive Ökobilanz eingehalten werden. Die Treibstoff-Ökobilanzverordnung des UVEK beschreibt das Verfahren für den Nachweis der positiven ökologischen Gesamtbilanz.

Black Swans

Als «Black Swans» werden seltene und höchst unwahrscheinliche Ereignisse bezeichnet, die kaum vorhersehbar sind, aber gravierende Auswirkungen haben. Nassim Nicholas Taleb hat den Begriff in seinem Buch «Der Schwarze Schwan – Die Macht höchst unwahrscheinlicher Ereignisse» (2008) geprägt.

Brennstoffzelle

In einer Brennstoffzelle reagieren →Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zu Wasser (H_2O). Dabei entsteht Strom sowie Abwärme. Brennstoffzellen sind sehr langlebig und werden deshalb auch in Satelliten eingesetzt. Sie können hohe Wirkungsgrade über 60 Prozent erreichen, bei den in Fahrzeugen geläufigen Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen eher 40 Prozent. Einen Teil des Stroms

benötigt die Brennstoffzelle selber, u.a. für die Kühlung. Da Brennstoffzellen nicht innerhalb von Sekunden ihre abgegebene Stromleistung verdoppeln können, wird als Zwischenspeicher eine Batterie eingesetzt.

C

Carbon-Capture-and-Sequestration (CCS)

Als Carbon-Capture-and-Sequestration (CCS) bezeichnet man das Auffangen und Einlagern von → CO_2 . Dazu wird CO_2 zum Beispiel chemisch umgewandelt oder als Gas in ehemaligen Erdgaslagerstätten eingepresst. Am einfachsten lässt sich CO_2 dort abfangen, wo es in hohen Konzentrationen vorkommt, z.B. bei der Verbrennung von Kohle oder bei der Herstellung von →Wasserstoff aus Erdgas.

Club of Rome

Nach einer Römer Konferenz zu Zukunftsfragen der Menschheit gründeten mehrere Wissenschaftler 1968 den Club of Rome. Mit der 1972 veröffentlichten Studie →«Die Grenzen des Wachstums» erlangte der Club of Rome grosse weltweite Beachtung. Die Organisation verlegte 2008 ihren Sitz von Hamburg nach Winterthur.

CO_2

Kohlenstoffdioxid, meist verkürzt Kohlendioxid genannt (chemische Formel: CO_2), entsteht bei der Oxidation aller Arten von Kohlenwasserstoffen. Tiere und Menschen emittieren CO_2 über die Atmung, und auch bei der Verbrennung →fossiler Energie entsteht CO_2 . In der Atmosphäre macht es aber nur 0,04 Prozent aus (Stickstoff 78 Prozent, Sauerstoff 21 Prozent, Argon 0,9 Prozent), weil es in einem Zyklus ständig emittiert und wieder aufgenommen wird: Pflanzen beziehen die für ihr Wachstum benötigten Kohlenstoffatome aus CO_2 aus der Luft. CO_2 ist ein starkes →Treibhausgas. Aufgrund menschlicher Aktivitäten nimmt die CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung deutlich und mit steigender Geschwindigkeit zu.

CO_2 -Abgabe

Die seit 2008 bestehende CO_2 -Abgabe wird auf Brennstoffe (Heizöl und Erdgas) erhoben, nicht auf Treibstoffe (Benzin, Diesel, Erdgas). Für Treibstoffe ist die Mineralölsteuer zu entrichten. Die CO_2 -Abgabe ist eine Lenkungsabgabe, zwei Drittel der Erträge werden verbrauchsunabhängig an Bevölkerung und Wirtschaft zurückverteilt. Ein Drittel (maximal 300 Mio. Franken) fliesst in →Das Gebäudeprogramm. Weitere 25 Mio. Franken kommen dem →Technologiefonds zu. CO_2 -intensive Unternehmen können sich von der CO_2 -Abgabe befreien lassen, wenn sie eine →Zielvereinbarung zur Emissionsverminderung abschliessen. Über 50 grosse CO_2 -intensive Schweizer Unternehmen nehmen am →Emissionshandelssystem teil und sind deshalb ebenfalls von der CO_2 -Abgabe befreit. Die CO_2 -Abgabe ist mehrmals erhöht worden, sie beträgt seit 2016 84 Franken pro Tonne CO_2 .

CO_2 -Gesetz

Gestützt auf Art. 74 (Umweltschutz) und Art. 89 (→Energieartikel) der Bundesverfassung ist das CO_2 -Gesetz die Basis für die schweizerische Klimapolitik. Das Ziel ist, die Treibhausgasemissionen im Inland zu senken. Damit soll ein Beitrag geleistet werden, den globalen Temperaturanstieg auf weniger als 2 Grad Celsius zu beschränken. Das CO_2 -Gesetz fokussiert auf die CO_2 -Emissionen, die auf die energetische Nutzung fossiler Energieträger (Brenn- und Treibstoffe) zurückzuführen sind. Die wichtigsten Instrumente sind die → CO_2 -Abgabe, die →Kompensationspflicht, das →Emissionshandelssystem, die →Emissionsvorschriften sowie die →Zielvereinbarungen.

Cyberattacke

Ein gezielter Angriff auf grössere, für eine spezifische Infrastruktur wichtige Computernetzwerke von aussen (durch einen einzelnen Hacker, eine Institution oder Gruppe von Hackern) zum Zweck der Sabotage oder Informationsgewinnung.

E

E85

Benzinmotoren können auch mit Benzin-Ethanol-Gemischen betrieben werden. Die DIN-EN-228-Norm liess bereits Benzin mit einer Beimischung von 5 Volumenprozent Ethanol zu (E5). Zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie haben alle EU-Mitgliedstaaten den zulässigen Anteil Ethanol auf 10 Prozent erhöht (E10). Über 99 Prozent der heutigen Benzinmotoren können ohne Anpassungen damit betrieben werden. Im Zweifelsfall sollten die Herstellerinformationen beachtet werden – vor allem bei über 10 Jahre alten Modellen. In Deutschland bieten bereits sehr viele Tankstellen E10 an. Die höchste Beimischung beträgt 85 Prozent (E85) und wird Bioethanol genannt. E85 bedingt leichte Modifikationen sowie ein angepasstes Motorenmanagement. In der Schweiz profitiert E85 von der Steuerbefreiung für →Biotreibstoffe.

EHS

Das Schweizer Emissionshandelssystem (EHS) ist ein im →CO₂-Gesetz verankertes marktbasierendes Instrument zur Reduktion der Treibhausgasemissionen mit möglichst geringen volkswirtschaftlichen Kosten. Grosse treibhausgasintensive Unternehmen nehmen obligatorisch am Emissionshandel teil, mittlere Unternehmen können sich freiwillig anschliessen. Die im EHS erfassten Unternehmen sind von der →CO₂-Abgabe befreit. Das EHS ist das schweizerische Analogon zum ETS und soll mit diesem verknüpft werden.

Emissionshandelssystem

siehe →EHS und →ETS

Emissionsvorschriften

Seit dem 1. Juli 2012 gelten in der Schweiz analog zur EU CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen. Seit 2015 sind die Schweizer Importeure verpflichtet, die Emissionen der erstmals zum Verkehr in der Schweiz zugelassenen Personenwagen im Durchschnitt auf 130 Gramm CO₂ pro Kilometer zu begrenzen. Andernfalls wird eine Sanktionsabgabe fällig.

Emissionszertifikate

Emissionszertifikate bilden die Grundlage eines Emissionshandelssystems wie das →ETS in Europa und das →EHS in der Schweiz. Ein Emissionszertifikat steht damit für die Berechtigung eines Unternehmens, eine bestimmte Belastung der Umwelt zu verursachen.

Endenergie

Die Energie, die den Konsumenten geliefert wird. Abgezogen sind die im Vorfeld entstehenden Umwandlungs- und Übertragungsverluste.

EnDK

In der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) haben sich die 26 Mitglieder der Kantonsregierungen zusammengeschlossen, die für den Bereich «Energie» zuständig sind. Damit soll die Zusammenarbeit der Kantone in Energiefragen gefördert und koordiniert werden.

Energetische Abfallverwertung

Die energetische Abfallverwertung bezeichnet Abfallentsorgungswege, welche die im Abfall enthaltene Energie für die Produktion von Strom, Wärme oder Brennstoffen nutzen. Dies beinhaltet beispielsweise die Verbrennung von Abfällen in Kehrlichtverbrennungsanlagen mit Nutzung der heissen Verbrennungsgase zur Strom- und Wärmeproduktion, die Nutzung von Abfällen als Brennstoff in der Zementindustrie (z.B. Kunststoffe, Altholz) und die Vergärung von organischen Abfällen zur Biogasproduktion.

Energetische Gebäudesanierung

Eine energetische Gebäudesanierung verbessert den energetischen Zustand eines Gebäudes. Mit dem Begriff werden üblicherweise Massnahmen an der →Gebäudehülle bezeichnet, die den Wärmeverlust durch zum Beispiel Wände oder Fenster reduzieren. Eine energetische Sanierung ist abzugrenzen von Instandhaltungen, sogenannten «Pinselsanierungen». Neben den Massnahmen an der Gebäudehülle kann auch der Ersatz der Heizung den energetischen Zustand eines Gebäudes stark verbessern.

Energie

Energie wird definiert als die «Fähigkeit, Arbeit zu verrichten» – wobei Bewegung, Wärme und Licht als «Arbeit» gelten. Zum Beispiel kann man den Energieträger Holz in einem Feuer in Wärme umwandeln, Strom in einem Glühdraht in Licht. Gemessen wird Energie in Joule (J) oder Kilowattstunden (kWh).

Energieartikel

Art. 89 der Schweizerischen Bundesverfassung regelt die Zuständigkeit von Bund und Kantonen in der Energiepolitik und ist Basis des →Energiegesetzes.

Energiebezugsfläche

Die Energiebezugsfläche eines Gebäudes ist ein Mass für die Geschossflächen, die beheizt oder gekühlt werden.

Energieeffizienz

Eine Energiedienstleistung wie Heizen, Beleuchten oder Transportieren ist dann effizient, wenn ein bestimmter Nutzen mit möglichst geringem Aufwand an Primärenergie erreicht wird.

Energieetikette

Die Energieetikette für Neuwagen muss obligatorisch angebracht werden. Sie teilt die Flotte aller angebotenen Neuwagenmodelle in die Kategorien A (sehr effizient) bis G (niedrigste Energieeffizienz) auf und wird jährlich dem technischen Fortschritt angepasst. Auch wird der Verbrauch angeführt und zusätzlich in →Benzinäquivalente umgerechnet. Zuständig ist das →BFE.

Energiegesetz

Das Energiegesetz auf Basis des →Energieartikels der Bundesverfassung soll zu einer ausreichenden, breit gefächerten, sicheren, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung beitragen. Es bezweckt insbesondere, dass die Energie sparsam und rationell genutzt wird und dass verstärkt einheimische und →erneuerbare Energien genutzt werden.

Energiekonzept, kommunales

Ein kommunales Energiekonzept soll einer Gemeinde als Grundlage der Energie- oder Klimapolitik dienen. Auf

kommunaler Ebene fokussieren die Konzepte üblicherweise auf die räumliche Versorgung mit Wärme. Ein kommunales Energiekonzept beschreibt üblicherweise die Ausgangslage und Ziele der Gemeinde und eine Strategie, wie diese Ziele zu erreichen sind. Es zeigt die nötigen Massnahmen und Schritte zur Erfolgskontrolle auf.

Energiemonitoring

Ein Energiemonitoring versucht aufzuzeigen, inwieweit ergriffene Politikmassnahmen zur Umsetzung der Energiewende bereits Wirkung zeigen. Aufgrund verfügbarer statistischer Zeitreihen wird ein Bild über die verschiedenen Aspekte der Energiewende (Erzeugung, Verteilung und Verbrauch von Energie sowie technische Entwicklung des Gebäude- und Fahrzeugbestands) erstellt. Idealerweise erlaubt ein Energiemonitoring die Beantwortung der Frage «Sind wir auf Kurs?». In Deutschland gibt es viele verschiedene Institutionen, die je ihr eigenes Energiewendemonitoring durchführen und veröffentlichen.

Energieperspektiven

Die Energieperspektiven werden unter Federführung des →BFE periodisch erarbeitet. Sie sollen die Optionen für die Planung der Energiepolitik aufzeigen, die sich im Spannungsfeld der Ziele des →Energieartikels bewegt. Als Grundlage für die →Energiestrategie 2050 und den Ausstieg aus der Kernenergie wurden die Energieperspektiven 2012 aktualisiert. Mögliche Entwicklungen des Energiesystems und deren Auswirkungen werden in den Szenarien →Weiter-wie-bisher (WWB), →Politische Massnahmen (POM) und →Neue Energiepolitik (NEP) aufgezeigt.

Energiespeicher

Energiespeicher sind ein wichtiger Bestandteil künftiger Energiesysteme. →Erneuerbare Energie fällt nicht immer dann an, wenn sie benötigt wird. Deshalb ist eine Speicherung notwendig. Die meisten Energieträger lassen sich direkt lagern oder speichern; Strom jedoch lässt sich sehr schlecht speichern. Er muss umgewandelt werden in Druckluft, mechanische (Schwungrad)

oder chemische Energie (Batterie). Strom lässt sich auch in andere Energieträger um- und wieder zurückwandeln, dabei treten aber Umwandlungsverluste auf. Energiespeicher werden unterschieden nach kurz- (innerhalb eines Tages), mittel- (typischerweise einige Tage bis zu einer Woche) und saisonale Speicher (im Winter wird mehr Heizenergie benötigt, weshalb Lösungen zur Speicherung erneuerbarer Energie aus den Sommermonaten für den Einsatz im Winter benötigt werden).

Energiestadt

In der Schweiz verbreitete Auszeichnung an Städte und Gemeinden, die eine vorbildliche Energiepolitik verfolgen. Um das Label «Energiestadt» zu erlangen, durchlaufen die Städte und Gemeinden den umfassenden Energiestadtprozess. Auf der Basis eines standardisierten Massnahmenkatalogs soll dies zu einer nachhaltigen Energie-, Verkehrs- und Umweltpolitik führen.

Energiestrategie 2050

Bundesrat und Parlament haben 2011 im Grundsatz den Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. Um dies umzusetzen und die seit Jahren zu beobachtenden Veränderungen im internationalen Energieumfeld zu berücksichtigen, ist ein schrittweiser Umbau des Schweizer Energiesystems bis ins Jahr 2050 erforderlich. Hierfür hat der Bundesrat die Energiestrategie 2050 erarbeitet. Sie basiert auf den →Energieperspektiven und umfasst zwei Etappen. Das →erste Massnahmenpaket wurde vom Parlament am 30. September 2016 als Totalrevision des Energiegesetzes verabschiedet. Da das Referendum ergriffen wurde, stimmt das Volk im Mai 2017 darüber ab. Später möchte der Bundesrat in einer zweiten Etappe das bestehende →Fördersystem durch ein →Lenkungssystem ablösen.

Energiewende

Als Energiewende kann allgemein der Übergang von einer nicht nachhaltigen Nutzung →fossiler Energieträger sowie der Kernenergie zu einer nachhaltigen Energieversorgung mit →erneuerbarer Energie bezeichnet werden. Der Begriff

wird in Deutschland stark verbunden mit dem politischen Projekt, aus der Kernenergie auszusteigen.

Erdöl

Erdöl ist ein →fossiler Energieträger. Es wird als Rohöl gefördert und muss raffiniert werden, um Treib- (Benzin, Diesel, Flüssiggas, Kerosin usw.) und Brennstoffe (Heizöl) zu gewinnen. Je nach Förderregion hat Erdöl eine andere Zusammensetzung. Erdöl ist auch wichtig für die chemische Industrie und zur Herstellung von Kunststoffen, Medikamenten und Kosmetikartikeln. Die Prognosen der Internationalen Energieagentur gehen von einer weiteren Zunahme der heutigen Erdölförderung aus, wobei sogenannt unkonventionelle Quellen (Erdöl aus Ölsand, Ölschiefer usw.) eine zunehmende Rolle spielen. Ob es ein eigentliches Ölfördermaximum gibt, ist Gegenstand der →Peak-Oil-Diskussion.

Erdwärmeheizung

Dieses Heizsystem nutzt eine Wärmepumpe, um mit Wärme aus dem Erdreich die benötigte Heizwärme effizient mit Strom bereitzustellen. Andere Systeme mit Wärmepumpen nutzen die Wärme der Umgebungsluft oder von Grund- oder Oberflächenwasser.

Erneuerbare Energie

Energieträger, die nahezu unerschöpflich sind oder sich schnell erneuern. Dazu gehören Wasserkraft, Sonnenenergie, Umweltwärme, Windenergie und feuchte und trockene →Biomasse. Trockene Biomasse ist nicht automatisch vollständig erneuerbar: Brennholz wächst zwar nach, werden Wälder aber übernutzt, nimmt der Baumbestand langfristig ab.

Erstes Massnahmenpaket

Das erste Massnahmenpaket der →Energiestrategie 2050 wurde vom Parlament am 30. September 2016 verabschiedet. Da das Referendum ergriffen wurde, stimmt das Volk im Mai 2017 darüber ab. Ziel ist die langfristige Sicherstellung der Energieversorgung vor dem Hintergrund des Ausstiegs aus der Kernenergie und knapper werdender fossiler Ressourcen.

cen. Dazu soll in erster Linie Energie eingespart werden durch konsequente Erschliessung der vorhandenen Potenziale bei der →Energieeffizienz. In zweiter Linie soll mehr →erneuerbare Energie bereitgestellt werden.

ETS

Der EU-Emissionshandel (European Union Emissions Trading System, EU ETS) ist ein marktbasiertes Instrument der EU-Klimapolitik zur Reduktion der →Treibhausgasemissionen mit möglichst geringen volkswirtschaftlichen Kosten. Es existiert seit 2005 und ist Vorreiter eines möglichen globalen Systems. 2016 umfasste es den Kohlendioxidausstoss von rund 11000 Anlagen in 31 europäischen Ländern. Es handelt sich um Anlagen der Stromerzeugung sowie aus ausgesuchten Industriesektoren wie z.B. der Zementherstellung. Mit dem ETS sind rund 45 Prozent aller Treibhausgasemissionen der EU abgedeckt.

Exponentielles Wachstum

Nimmt eine Grösse in gleichen Zeitschritten um denselben Faktor zu, ergibt sich im zeitlichen Verlauf eine exponentielle Zunahme. Die →Weizenkornlegende ist ein berühmtes Beispiel, um exponentielles Wachstum zu veranschaulichen. Die Forderung, dass eine Wirtschaft jährlich um den gleichen Prozentsatz wachsen soll, ist eine Forderung nach exponentiellem Wachstum. Historisch betrachtet gehen die Wachstumsraten in höher entwickelten Gesellschaften zurück.

F

Fördersystem

Im Fördersystem wird versucht, die Energieeffizienz und den Anteil erneuerbarer Energien primär durch Fördermassnahmen zu erhöhen. Die Mittel dazu stammen aus allgemeinen Steuererträgen oder aus Lenkungsabgaben, deren Ertrag teilweise an die Bevölkerung und Wirtschaft zurückerstattet wird wie beim →Gebäudeprogramm. In der Schweiz ist geplant, das Fördersystem durch ein →Lenkungssystem zu ersetzen.

Fossile Energie

Energieträger, die sich aus Sicht des menschlichen Zeithorizonts nicht erneuern. Sammelbezeichnung für konventionelle (Erdöl, Erdgas, Braunkohle, Steinkohle und Torf) und nicht konventionelle (Teersande, Schieferöl) fossile Primärenergieträger.

Fotovoltaik

Direkte Umwandlung von Sonnenenergie in Strom mittels Solarzellen. Erhebungen von Potenzialen erneuerbarer Energien weisen die Fotovoltaik oft als jene Technologie aus, die das grösste Nutzungspotenzial hat.

G

Gebäudehülle

Bezeichnet den geschlossenen geometrischen Körper, der durch die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle gebildet wird (Wand, Dach, Decke, Boden, Fenster, Türen). Die thermische Gebäudehülle grenzt die beheizten Räume ab vom Aussenklima und von nicht beheizten Räumen.

Gebäude-Lebenszyklus

Herkömmlich werden bei der Erstellung eines Gebäudes vor allem die Kosten und Ressourcenaufwände der Erstellung berücksichtigt. Gebäude unterliegen aber einem Lebenszyklus aus Erstellung, Betrieb/Instandhaltung und Rückbau. Dieser Zyklus wird vor allem bestimmt von der Qualität der eingesetzten Materialien und der Intensität der Nutzung. Integrales Planen und Bauen umfasst daher den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Das Prinzip «from cradle to grave», also von der Wiege zur Bahre, ist international anerkannt zur Betrachtung eines Bauwerks, wenn nicht ausschliesslich der Erstellungsprozess Grundlage für Planungsentscheide ist. Dies hat häufig den Vorteil, dass sich z.B. ein Mehraufwand (Kosten, Materialressourcen) in der Erstellung über eine lange Betriebslaufzeit amortisieren lässt.

Gebäudeprogramm, Das

Das von den Kantonen und dem Bund gemeinsam finanzierte Gebäudeprogramm fördert CO₂-wirksame

Massnahmen wie z.B. energetische Gebäudesanierungen oder den Einsatz →erneuerbarer Energien in Gebäuden.

Gebäudetechnik

Die Gebäude- oder Haustechnik fasst die Anlagen zusammen, die dem Heizen, Lüften und Klimatisieren dienen. In einer breiteren Definition gehören auch die Sanitäranlagen, die Elektroversorgung und die Gebäudeautomation zur Gebäudetechnik.

Graue Energie

Die Graue Energie ist die Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produkts oder einer Dienstleistung nötig ist. Der direkte Energiebedarf und die Graue Energie zeichnen zusammen ein realistisches Bild des gesamten Energiebedarfs eines Produkts oder einer Dienstleistung. Auf die gleiche Art kann man die Grauen Emissionen definieren.

Grenzen des Wachstums

«Die Grenzen des Wachstums» (englischer Originaltitel: «The Limits to Growth») ist eine Studie aus dem Jahr 1972 zur Zukunft der Weltwirtschaft. Mit ihr sollten die weltweiten Auswirkungen des individuellen Strebens nach Wohlstand aufgezeigt werden. Die Studie wurde im Auftrag des Club of Rome erstellt und von der Volkswagenstiftung finanziert. Die Zukunft der Weltwirtschaft wurde mit Szenarien aufgezeigt. Dafür wurden für die damalige Zeit neuartige Computersimulationen verwendet. Betrachtet wurden Industrialisierung, Bevölkerungswachstum, Unterernährung, Ausbeutung von Rohstoffreserven und Zerstörung von Lebensraum. Hauptresultat der Studie war, dass konstante Zuwachsraten zu einem →exponentiellen Wachstum führen, dieses jedoch nicht langfristig aufrechterhalten werden kann.

I

Internet der Dinge

Die Vernetzung von Geräten, Systemen und Dienstleistungen mit dem Internet, damit diese Gegenstände selbstständig über das Internet

kommunizieren und so verschiedene Aufgaben intelligent erledigen können, wird als Internet der Dinge bezeichnet. Es basiert auf drei Kernelementen: Netzwerk-Kommunikation, Geräte und Sensoren sowie deren eindeutige Identifikation. Mit der neuen Version 6 des Internet-Protokolls werden so viele Internetadressen zur Verfügung stehen, dass jedes Gerät und auch jedes Steuerungsprogramm einzeln direkt adressiert werden kann.

K

Kaskadennutzung

Als Kaskadennutzung bzw. Mehrfachnutzung wird die Nutzung eines Abfalls über mehrere Stufen bezeichnet. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass im Abfall enthaltene Rohstoffe so lange wie möglich und sinnvoll im Wirtschaftssystem genutzt werden. Im Regelfall umfasst eine Nutzungskaskade dabei eine einmalige bis mehrmalige stoffliche Nutzung und eine abschliessende energetische Nutzung des Abfalls.

KEV

Die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) fördert die Erzeugung von erneuerbarem Strom (→erneuerbarer Energie) mit garantierten Abnahmepreisen über einen festgelegten Zeitraum. Diese decken die Differenz zwischen Produktionskosten und Marktpreis. Seit 2014 werden kleine →Fotovoltaikanlagen mit Einmalzahlungen gefördert. Die Mittel für die KEV stammen aus dem →Netzzuschlag, den Stromkonsumenten zahlen müssen (ausser wenn sie →Zielvereinbarungen abgeschlossen haben).

kWh

Eine Kilowattstunde (kWh) ist eine Energieeinheit. Sie entspricht dem Bezug von 1000 Watt elektrischer Leistung während einer Stunde. Die Kosten von Strom und Heizwärme werden oft pro Kilowattstunde ausgedrückt. Ein Liter Benzin, zwei Kilo Holz oder ein Kubikmeter Erdgas entsprechen grob gerechnet 10 Kilowattstunden. Mit einer Kilowattstunde kann man

10 Stunden fernsehen, 30 Minuten staubsaugen, mit einem Benzinauto 2 Kilometer oder mit einem Elektroauto 7 Kilometer fahren.

Klimaerwärmung

Der Begriff Klimaerwärmung wird oft für den von Menschen gemachten Klimawandel verwendet. Dieser entsteht durch den Ausstoss von →Treibhausgasen, insbesondere von Kohlenstoffdioxid (→CO₂).

Kompensationspflicht

Im →CO₂-Gesetz ist festgehalten, dass die Importeure von Treibstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) einen Teil der damit importierten CO₂-Emissionen kompensieren müssen, indem sie Emissionsreduktionsprojekte im Inland durchführen. Bis 2020 steigt der zu kompensierende Anteil auf 10 Prozent. Die Stiftung KliK setzt diese Verpflichtung für die meisten Importeure um und tritt in der Schweiz als mit Abstand wichtigste Käuferin von Zertifikaten aus solchen Projekten auf. Kommen die Importeure ihrer Pflicht nicht nach, müssen sie eine Ersatzabgabe von 160 Franken pro Tonne CO₂ bezahlen. Das →BAFU ist zuständig für dieses Klimaschutzinstrument.

L

Leistung

Energieumsatz (Produktion oder Verbrauch) pro Zeiteinheit, gemessen in Watt (W). Ein Watt ist der Energieumsatz von einem Joule pro Sekunde. Auch die Pferdestärke (PS) ist ein Mass der Leistung: 1 PS entspricht 735 Watt – so viel, wie ein Arbeitspferd einen Tag lang zu leisten vermag (Rennpferde schaffen über 10 PS, aber nur für kurze Zeit).

Lenkungssystem

Im Lenkungssystem werden Abgaben auf Treibhausgase und Energie eingeführt oder erhöht. Die Erträge aus diesen Abgaben werden an die Bevölkerung und Wirtschaft zurückverteilt. Heute existiert bereits die →CO₂-Abgabe, die auf Brennstoffe, nicht jedoch auf Treibstoffe erhoben wird. Eine Energieabgabe existiert heute in

der Schweiz nur für fossile Treibstoffe (→Mineralölsteuer). Für Strom müsste – neben dem Netzzuschlag zur Finanzierung der heutigen →KEV – zuerst eine neue Abgabe eingeführt werden.

Limits to Growth, The

→Grenzen des Wachstums

Low-Power-Netz

Ein stromsparendes Telekommunikations-Netzwerk, das die Kommunikation von kleinen Datenmengen zwischen Geräten (z.B. batteriebetriebenen Sensoren) über grössere Distanzen erlaubt, wird Low-Power-Netz (LPN) oder Low-Power-Wide-Area-Netzwerk (LPWAN) genannt. Es dient primär der Maschine-zu-Maschine-Vernetzung und ist somit prädestiniert für das →Internet der Dinge.

M

Mentaler Rebound

Wenn ein →Rebound-Effekt auftritt, obwohl der Konsument rechnerisch gesehen gar kein Geld eingespart hat, spricht man vom soziopsychologischen oder mentalen Rebound-Effekt. Entweder meint der Konsument, dass er Geld einspart, weil er höhere Investitionskosten nicht oder nur teilweise anrechnet. Oder aus der verbesserten Energieeffizienz eines bestimmten Produkts (z.B. Hybridauto) wird abgeleitet, dass man nun etwas mehr von anderen, ebenfalls energieintensiven Produkten (z.B. Flugreisen) konsumieren dürfe.

Mineralölsteuer

Die Mineralölsteuer besteht aus der generellen Mineralölsteuer auf Erdöl, anderen Mineralölen, Erdgas und Treibstoffen, sowie einem Mineralölsteuerzuschlag auf Treibstoffen. Sie beträgt 73,12 Rappen je Liter Benzin (75,87 Rappen je Liter Diesel). Für Heizöl beträgt sie 0,3 Rappen (dafür wird zusätzlich die →CO₂-Abgabe erhoben). Land- und Forstwirtschaft, Berufsscherei und öffentliche Transportunternehmen sind von der Mineralölsteuer befreit. Auch für Biotreibstoffe gibt es Steuererleichterungen, sofern ökologische und soziale Mindestanforderungen

gen erfüllt sind. Die Einnahmen 2015 betrugen rund 4,7 Mrd. Franken (davon 1,4 Mrd. für die allgemeine Bundeskasse, 3,3 Mrd. zweckgebunden für den Verkehr). Dies entspricht 7 Prozent der Bundeseinnahmen.

Minergie

Minergie ist ein Schweizer Verein für Baustandards von Gebäuden. Die durch Minergie angebotenen Label sind in der Schweiz stark verbreitet, um Gebäude mit tiefem Energieverbrauch zu kennzeichnen. Die Labels gibt es für Neubauten und bestehende Gebäude. Neben dem geläufigsten Standard Minergie gibt es weitere Standards, insbesondere Minergie-P (im Grundsatz ein Passivhaus) und Minergie-A (Null- oder Plusenergiehaus).

MuKEn

Die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEn) sind eine gemeinsame Empfehlung der Kantone zu gesetzlichen Massnahmen im Energiebereich. Die Kantone sind gemäss →Energieartikel der Bundesverfassung zuständig im Gebäudebereich. Deshalb fokussieren die MuKEn stark auf Massnahmen bei Gebäuden. Die aktuellste Version, die MuKEn 2014, wurde im Januar 2015 von der →EnDK verabschiedet. Die MuKEn gelten als Empfehlung. Die Regelungen entfalten nur Wirkung, wenn sie von den einzelnen Kantonen in ihre jeweilige Gesetzgebung überführt werden.

N

Nachhaltige Entwicklung

Der Brundtland-Bericht von 1987 liefert eine akzeptierte Definition von nachhaltiger Entwicklung (sustainable development): Eine nachhaltige Entwicklung dient den Bedürfnissen der heutigen Generation, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zu gefährden, ihre Bedürfnisse zu befriedigen.

Netzzuschlag

Alle Stromkonsumenten bezahlen seit 2009 einen Zuschlag pro verbrauchte Kilowattstunde (→kWh; seit 2017: 1,5 Rappen pro kWh) und

äufnen so den Netzzuschlagsfonds. Mit diesem Fonds werden neben der →KEV auch die Einmalvergütungen für kleine Fotovoltaikanlagen, die wettbewerblichen Ausschreibungen für Stromeffizienz, die Rückerstattungen an Grossverbraucher, die Risikogarantien für Geothermieprojekte, die Vollzugskosten sowie Gewässersanierungsmassnahmen finanziert. Unternehmen mit hohem Stromverbrauch können sich durch Abschluss einer →Zielvereinbarung vom Netzzuschlag befreien lassen.

«Neue Energiepolitik» (NEP)

Eines der drei Szenarien der →Energieperspektiven des →BFE. Die «Neue Energiepolitik» ist ein Zielszenario und zeigt den Pfad, der mit der →Energiestrategie 2050 erreicht werden soll.

Nudging

Ein «Nudge» (englisch für Stups oder Schubs) versucht, ohne Verbote oder zwingende Vorschriften das Verhalten von Menschen zu beeinflussen. Man geht davon aus, dass Konsumenten sich oft nur unvollständig informieren und nicht viel Zeit aufwenden, um neue Alternativen zu prüfen. In der Energiepolitik wird deshalb diskutiert, über «Nudging» das Verhalten zu ändern, ohne dass es zu einer Einschränkung der wählbaren Alternativen kommt. Ein Beispiel: Alle Strombezüger erhalten neu standardmässig Ökostrom. Wer das nicht will, kann auch einen anderen Strommix beziehen, muss sich aber beim Stromversorger melden.

Nullenergiehaus

Ein Nullenergiehaus hat Anlagen, um am eigenen Standort Energie zu gewinnen. Diese müssen gleich viel Energie erzeugen, wie der Betrieb des Hauses verbraucht. Verlangt wird dabei meist, dass die Energiebilanz über ein Jahr ausgeglichen sein soll. Um ein Nullenergiehaus zu kennzeichnen, ist in der Schweiz der Standard →Minergie-A verbreitet. Erzeugt ein Haus mehr Energie als es verbraucht, ist es ein Plusenergiehaus.

Nutzenergie

Bei der Umwandlung von →Endenergie in Wärme in einer Heizung oder in

Licht in einer Lampe entstehen weitere Verluste. Nutzenergie bezeichnet die tatsächlich genutzte Energiemenge. Der Rest geht verloren, meistens als Abwärme.

P

Passivhaus

Ein Passivhaus weist einen so tiefen Wärmebedarf auf, dass auf ein aktives Heizsystem verzichtet werden kann. Das in der Schweiz verbreitete Label →Minergie-P entspricht in Zielen und Standards grundsätzlich einem Passivhaus.

Peak Oil

Die Peak-Oil-Hypothese geht davon aus, dass nicht nur jede einzelne Ölquelle, sondern auch ganze Förderregionen und letztlich die ganze Welt einen zeitlichen Verlauf des Erdöl-Fördervolumens aufweisen, der nach einer Wachstumsphase in eine Phase mit einem Fördermaximum übergeht und dann stetig abnimmt. Sollte das Fördervolumen bei zunehmender Nachfrage abnehmen, würde es zu starken Preiserhöhungen mit entsprechenden wirtschaftlichen Folgen kommen. Das Erreichen eines Fördermaximums ist in den letzten Jahrzehnten schon mehrmals angekündigt worden. Jedoch zeigt sich bis anhin, dass steigende Weltmarktpreise zu mehr Exploration und Ausbau der Förderkapazitäten führen, sodass sich die Produktion der Nachfrage rechtzeitig anpasst.

Politikmassnahme

Eine Politikmassnahme ist ein politisches Instrument (z.B. Vorschrift, Verbot, Subvention, Steuer, Forschung+Entwicklung, Information), das in einem Nachfragesegment (z.B. Neuwagen, Kühlschränke, Biogasanlagen) eingesetzt wird, um ein Ziel (z.B. der Energiepolitik) zu erreichen. Im →ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 sind über 50 einzelne Politikmassnahmen enthalten. Beispiele für Politikmassnahmen sind der →Technologiefonds und die →Emissionsvorschriften.

«Politische Massnahmen» (POM)

Eines der drei Szenarien der →Energieperspektiven des →BFE. Es soll die Wirkung eines vom Bundesrat im April 2012 verabschiedeten Massnahmenpakets abbilden. Dieses bildete die Grundlage für das →erste Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050.

Potenziale erneuerbarer Energien

Ausmass der Möglichkeit, mit erneuerbaren Quellen Energie zu erzeugen. Wichtige Potenzialbegriffe sind das theoretische Potenzial, das technische Potenzial und das erwartete Potenzial. Das «theoretische Potenzial» beschreibt die theoretische Verfügbarkeit eines Energieträgers in einem bestimmten Gebiet ohne Aussage, ob diese Energiemenge auch genutzt werden kann. Das «technische Potenzial» ist geringer und beschreibt die Energiemenge, die aufgrund der Einschränkungen durch die technischen Möglichkeiten erzeugt werden kann. Das «erwartete Potenzial» berücksichtigt zusätzlich ökonomische, ökologische und soziale Einschränkungen.

Primärenergie

Die gesamte Energie, die in natürlichen, noch nicht verarbeiteten Energieträgern enthalten ist. In der 2000-Watt-Methodik wird auch die →Graue Energie dazu gezählt.

R

Raumkonzept Schweiz

Das Raumkonzept Schweiz ist die gemeinsame Strategie von Bund, Kantonen und Gemeinden für eine nachhaltigere Raumentwicklung. Das Thema «Energie» hat dabei eine zentrale Bedeutung. Das Konzept zeigt auf, wie eine bessere Abstimmung von Verkehr, Energie und Raumentwicklung erfolgen kann. Der Energieverbrauch von Siedlungen soll generell reduziert, die erneuerbaren Energien gestärkt und die negativen Auswirkungen der Mobilität auf den Energieverbrauch reduziert werden.

Raumplanung

Mit der Raumplanung soll die räumliche Entwicklung der Gesellschaft, der

Wirtschaft und der Umwelt gezielt beeinflusst werden. Sie umfasst als Oberbegriff die raumrelevanten Planungen aller Staatsebenen (Bund, Kantone, Gemeinden) und Sachgebiete (zum Beispiel Verkehr, Umwelt etc.). Die Raumplanung soll räumliche Probleme aufzeigen, Interessenkonflikte aufnehmen und einzelne Nutzungsansprüche aufeinander abstimmen und koordinieren.

Rebound-Effekt

Als Rebound-Effekt bezeichnet man eine Energie-Mehrnachfrage, die durch verbesserte Energieeffizienz verursacht wurde. Beim direkten Rebound-Effekt betrifft die Energie-Mehrnachfrage die effizienter gewordene Energiedienstleistung selber (wenn z.B. das Licht nach dem Wechsel auf Energiesparlampen länger eingeschaltet bleibt). Beim indirekten Rebound-Effekt werden eingesparte Energiekosten für andere Güter oder Dienstleistungen ausgegeben, was ebenfalls zusätzliche Energie benötigt. Rebound-Effekte treten vor allem dann auf, wenn die verbesserte Energieeffizienz zu einer Einsparung bei den Energiekosten führt, es gibt aber auch den →mentalen Rebound.

Recycling

Recycling bezeichnet eine stoffliche Wiederverwertung von Abfällen und umfasst alle Abfallentsorgungswege, durch die Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Gebrauch oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Beim Recycling werden ausgediente Produkte wie PET-Flaschen oder elektronische Geräte am Ende ihrer Lebensdauer so zerkleinert, sortiert und aufbereitet, dass die in den Produkten enthaltenen Rohstoffe wieder zur Herstellung von neuen Produkten verwendet werden können.

S

Sanierungsrate

Die Sanierungsrate wird im Kontext der →Energiewende benutzt, um die Anzahl der pro Jahr durchgeführten energetischen Massnahmen an Gebäu-

den zu quantifizieren. Bei der Sanierungsrate muss zwingend angegeben werden, auf welche Grösse sie sich bezieht, z.B. die Energiebezugsflächen der schweizerischen Gebäude oder die Anzahl energetischer Sanierungen an einzelnen Gebäuden. Auch wenn dies oft vernachlässigt wird, ist die Angabe einer Sanierungsrate nur sinnvoll, wenn gleichzeitig die entsprechende →Sanierungstiefe festgelegt wird. Die Sanierungsrate wird üblicherweise für Massnahmen an der →Gebäudehülle verwendet. Zentral für die →Energiestrategie 2050 ist jedoch auch die Rate der energetischen Massnahmen an der →Gebäudetechnik.

Sanierungstiefe

Die Sanierungstiefe entspricht der Qualität der energetischen Massnahmen, die bei einer →energetischen Sanierung an Dach, Fassade, Fenster, Estrichboden oder Kellerdecke vorgenommen werden.

Schwall und Sunk

Als Schwall und Sunk werden Abflussschwankungen bezeichnet, die durch den Betrieb eines Wasserkraftwerks erzeugt werden. Im Fokus stehen insbesondere Speicherkraftwerke, die ihren Betrieb nach dem Bedarf richten und bei niedriger Nachfrage Wasser zurückhalten, um die Speicher zu füllen. Schwall bezeichnet hohe Wasserführung, Sunk niedrige Wasserführung. Schwall und Sunk ist ein zentraler Faktor, der negative Auswirkungen auf die Gewässerökologie haben kann.

Schweizer Treibhausgasinventar

Das Treibhausgasinventar ist die umfassende Emissionsstatistik des Bundes. Es richtet sich nach den Vorgaben der Klimakonvention der Vereinten Nationen. Das Inventar wird jährlich aktualisiert. Mit dieser Grundlage überprüft der Bund, ob die Ziele im Rahmen des Kyoto-Protokolls und des →CO₂-Gesetzes erreicht werden.

Sharing Economy

Das Teilen von Gütern, von Ferienwohnungen über Heckenscheren bis zu Autos, war immer schon möglich, dank mobiler Kommunikation sind in den letzten Jahren aber viele neue

Konzepte erstanden. Energiepolitisch relevant ist vor allem das Teilen von Autos (Car-Sharing), weil man pro Jahr weniger Kilometer fährt, wenn man das Auto teilt und nicht permanent zur Verfügung hat. Neben dem stationsgebundenen Car-Sharing kommen immer mehr Formen auf, bei denen die geteilten Fahrzeuge in einem bestimmten Perimeter auf beliebigen Parkplätzen abgestellt werden dürfen (free floating car sharing). Auch für das Teilen von Privatfahrzeugen sind neue Komplettangebote entstanden.

sia Effizienzpfad Energie

Der sia Effizienzpfad Energie bildet die Basis für eine effiziente Energienutzung im Gebäudebereich. Er dient als Grundlage der Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft. In die Berechnungsmethodik einbezogen werden neben der Energie, die für den Betrieb von Gebäuden notwendig ist, auch die durch die Nutzer induzierte Mobilität sowie die →Graue Energie, die in den verwendeten Baustoffen steckt. Der sia Effizienzpfad Energie definiert Zielwerte für verschiedene Gebäude-Nutzungskategorien.

Siedlungsentwicklung nach innen

Die «Siedlungsentwicklung nach innen» ist eine Strategie der Raumplanung. Ihr Ziel ist es, den zukünftigen Flächenbedarf durch die Nutzung von innerörtlichen, bereits erschlossenen Flächen zu decken. Durch die «Innenentwicklung» kann die «Aussenentwicklung» auf der «grünen Wiese» vermieden oder vermindert werden. Es gibt verschiedene Formen der Innenentwicklung: bauliche Nachverdichtung im Bestand (Ergänzungsbauten, Aufstockungen, Anbauten), Ersatzneubauten mit höherer Dichte und Umnutzung und Umstrukturierung von Brachflächen (z.B. Industrieareale).

Smart Grid

Bezeichnung für das Elektrizitätsnetz der Zukunft, das auf dem heutigen basiert, aber ergänzt wird um im Netz verteilte Energieerzeugungsanlagen und Energiespeicher. Damit die →erneuerbare Energie, deren Produktion infolge des Wetters weniger gut vorhersagbar ist als bei konventionellen

Kraftwerken, jederzeit abgenommen werden kann, werden im Smart Grid zuschaltbare Energieerzeuger, Speicher und kurzfristig abschaltbare Verbraucher eingesetzt.

Social Amplification of Risk

Eine umfassende Risikoanalyse berücksichtigt nicht nur die direkten Konsequenzen eines Schadenereignisses, sondern auch die in der Gesellschaft ausgelösten Effekte, welche die direkten Konsequenzen manchmal bei Weitem übersteigen können.

Solarwärme

Nutzung von Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme. Am geläufigsten sind solarthermische Anlagen oder Sonnenkollektoren zur Erzeugung von Warmwasser in Ein- und Mehrfamilienhäusern.

Strategie des Fortschritts

1973 publizierte Ernst Basler sein Grundlagenwerk «Strategie des Fortschritts: Umweltbelastung, Lebensraumverknappung und Zukunftsfor-schung». Das Buch führt den Gedanken der Raumschiff-Ökonomie weiter und schlägt im Umfeld der Publikation der →«Grenzen des Wachstums» eine Fortschrittsstrategie vor, die auf dem Gedanken der →Nachhaltigkeit basiert.

Stromnetz

Das Stromnetz gilt als Rückgrat des Energiesystems. Es besteht aus Übertragungsleitungen und Schalt- sowie Umspannwerken. Unterschieden werden das Höchstspannungsnetz für die Übertragung über lange Distanzen, das Mittelspannungsnetz sowie das Niederspannungsnetz (400/230 Volt). Infolge der →Energiewende und der zunehmenden Bedeutung →erneuerbarer Energien muss das Stromnetz auf geänderte Einspeise- und Verteilungsaufgaben vorbereitet werden. Die Strategie Stromnetze des Bundesrats befindet sich zurzeit in der parlamentarischen Beratung.

Suffizienz

Suffizienz ist neben Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energien der dritte Pfeiler eines nachhaltigen Energiesystems. Durch Massnahmen

der Suffizienz sollen weniger Energie, Material und Fläche verbraucht und Ressourcen sparsamer genutzt werden. Diese Massnahmen erfordern oft Verhaltensänderungen.

Szenario

Ein Szenario ist ein in sich konsistenter Zukunftspfad. Die Annahmen zur künftigen Entwicklung in verschiedenen Bereichen wie Energiesystem, Mobilität und Gebäudepark sind aufeinander abgestimmt. Nahezu immer wird mit mehreren Szenarien gearbeitet, um die Auswirkungen unterschiedlicher Annahmen und →Politikmassnahmen zu untersuchen. Normalerweise erfolgt keine Aussage, welches Szenario die höhere Eintretenswahrscheinlichkeit hat. Die →Energieperspektiven arbeiten z.B. mit drei Szenarien.

T

Tank-to-wheel

Bei der Tank-to-Wheel (TTW)-Betrachtung werden alle Verluste bei der Umwandlung eines Treibstoffs in Bewegungsenergie eines Autos berücksichtigt. Dies schliesst die Umwandlungsverluste bei internen Energiespeichern (z.B. Batterien von Hybridfahrzeugen oder →Brennstoffzellen) sowie den Wirkungsgrad des Motors mit ein.

Technologiefonds

Der Technologiefonds ist ein im →CO₂-Gesetz verankertes Instrument, um Technologien zur Verminderung von Treibhausgasen zu fördern. Der Technologiefonds fördert Unternehmen, die innovative Lösungen im Sinne der Klima- und Energiepolitik anbieten. Der Technologiefonds finanziert die Unternehmen nicht direkt, sondern vergibt Darlehensbürgschaften an Banken oder andere geeignete Darlehensgeberinnen.

Treibhausgase

Ein Teil der Sonnenstrahlung, die auf die Erde gelangt, heizt diese auf, ein Teil wird direkt wieder reflektiert. Die Erde strahlt zudem Wärme ab. Treibhausgase nehmen die reflektierte Sonnen- und die Wärmestrahlung auf

und reflektieren sie teilweise wieder zur Erde zurück. Dies führt zu einer zusätzlichen Erwärmung der Atmosphäre (Treibhauseffekt). Neben $\rightarrow\text{CO}_2$ sind Methan, Lachgas und Fluorkohlenwasserstoffe die wichtigsten Treibhausgase. Menschliche Aktivitäten erhöhen die Konzentration dieser Treibhausgase in der Atmosphäre. Wichtigste Quellen sind die Verbrennung von Erdöl, Kohle und Gas und die Zerstörung von Wäldern sowie die Landwirtschaft. Auch Wasserdampf ist ein natürlich vorkommendes Treibhausgas, auf das der Mensch aber keinen Einfluss hat.

U

Umweltverträglichkeitsprüfung

Mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) wird geprüft, ob ein Bauvorhaben das Umweltrecht einhält. Die UVP wird innerhalb eines Bewilligungsverfahrens durchgeführt. Potenzielle Umweltauswirkungen einer geplanten Anlage sollen damit möglichst frühzeitig erkannt und vermieden oder begrenzt werden.

V

Verhaltensänderung

Unter Verhaltensänderung wird hier jegliche Änderung in der Nachfrage nach Energiedienstleistungen verstanden, die zu einer Änderung (in der Regel einer Reduktion) des Energiebedarfs führt, ohne dass eine andere Technik eingesetzt würde. Siehe auch \rightarrow Suffizienz.

W

Wasserstoff

Wasserstoff (H_2) gilt als Energieträger der Zukunft. H_2 ist ein farb- und geruchloses Gas, das leicht brennbar ist. Zum Antrieb von Fahrzeugen kann Wasserstoff in einer \rightarrow Brennstoffzelle umgesetzt oder in einem Verbrennungsmotor verbrannt werden. Wasserstoff ist zwar das häufigste chemische Element im Universum, kommt jedoch auf der Erde natürlich nicht in

elementarer Form vor. Es muss aus Verbindungen gewonnen werden, die Wasserstoff enthalten. Dies geschieht heute vor allem chemisch aus Erdgas. Das dabei entstehende $\rightarrow\text{CO}_2$ könnte in Zukunft abgeschieden und eingelagert werden (\rightarrow Carbon-Capture-and-Sequestration).

«Weiter-wie-bisher» (WWB)

Eines der drei Szenarien der \rightarrow Energieperspektiven des \rightarrow BFE. Es zeigt die Entwicklung von Energienachfrage und Energiebereitstellung, die eintreten würde, wenn nur die bis 2012 verabschiedeten Massnahmen umgesetzt werden.

Weizenkornlegende

Diese oder ähnliche Geschichten werden oft verwendet, um \rightarrow exponentielles Wachstum zu illustrieren: Ein indischer Herrscher gewährt einem Untertan einen Wunsch. Dieser wünscht sich nur Weizen auf einem Schachbrett: Auf dem ersten Feld des Schachbretts möchte er ein Korn, auf dem zweiten Feld zwei Körner und auf jedem nachfolgenden Feld die jeweils doppelte Menge. Die vermeintliche Bescheidenheit führt zu über 18 Trillionen Weizenkörnern auf dem letzten Feld. Dies ist rund das 1500-fache der weltweiten jährlichen Weizenenernte.

Well-to-wheel

Bei einer Betrachtung «vom Bohrloch bis zum Rad» (Well-to-Wheel, WTW) werden alle Energieaufwendungen summiert, die für die Fortbewegung eines Autos nötig sind. Dies schließt die benötigte Energie für die Förderung, Aufbereitung und Distribution des Treibstoffs ebenso ein wie die Verluste innerhalb des Fahrzeugs. Die WTW-Betrachtung lässt sich in die beiden Teile Well-to-Tank (WTT) und \rightarrow Tank-to-Wheel (TTW) zerlegen.

Wohnkomfort

Eine wichtige Voraussetzung, um sich in Wohnungen oder Häusern wohlfühlen, ist der thermische Komfort. Dazu gehört eine angenehme Temperatur der Raumluft sowie von Boden und Wänden. Die Temperatur sollte wenig schwanken und es sollte möglichst kein Durchzug auftreten.

Eine korrekt ausgeführte energetische Sanierung verbessert diese Faktoren und damit den Wohnkomfort.

Z

Zielvereinbarungen

Zielvereinbarungen sind ein Instrument des \rightarrow Energiegesetzes und des $\rightarrow\text{CO}_2$ -Gesetzes. Sie sollen die Energieeffizienz steigern und die Treibhausgasemissionen reduzieren. Sie werden von Unternehmen mit dem Bund abgeschlossen. Zugelassen sind stromintensive Unternehmen mit Elektrizitätskosten ab 5 Prozent ihrer Bruttowertschöpfung (für die Rückerstattung des \rightarrow Netzzuschlags) bzw. energieintensive Unternehmen mit Emissionen von mehr als 100 Tonnen CO_2 -Äquivalenten (für die Rückerstattung der $\rightarrow\text{CO}_2$ -Abgabe). Das Erreichen des festgelegten Zielpfades wird jährlich überprüft. Wird der Zielpfad eingehalten, werden die Unternehmen von der CO_2 -Abgabe und vom Netzzuschlag für die \rightarrow KEV befreit bzw. erhalten diese zurückerstattet.

Zukunftsforschung

Wissenschaft, die Fragen möglicher künftiger Entwicklungen systematisch und kritisch untersucht und die zu erwartenden wissenschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen analysiert.

Zweites Massnahmenpaket

In einer zweiten Etappe der \rightarrow Energiestrategie 2050 soll ein \rightarrow Lenkungssystem das bestehende \rightarrow Fördersystem (z.B. Förderbeiträge für energetische Gebäudesanierungen) ablösen. Das weitere Vorgehen für diese Neuausrichtung der Energie- und Klimapolitik ist zurzeit unklar. Die Vorlage des Bundesrats, das Klima- und Energielenkungssystem (KELS), wurde Ende Januar 2017 von der zuständigen Kommission des Nationalrats abgelehnt.

This work is licensed under creative commons license
CC BY 4.0.

**Herausgeberin**

EBP Schweiz AG, Zollikon

Redaktion

Hans Bohnenblust, Peter de Haan, Michel Müller,
Daniel Schläpfer, Katharina Weber

Gestaltung und Illustrationen

Reto Trachsel

**Bibliografische Information der Deutschen
Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese
Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheber-
rechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der
engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne
Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das
gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Ver-
arbeitung in elektronischen Systemen.

ISBN 978-3-7281-3827-9 Print
ISBN 978-3-7281-3828-6 E-Book
DOI 10.3218/3828-6

© 2017, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

www.vdf.ethz.ch
verlag@vdf.ethz.ch

Wie können wir unsere begrenzten Ressourcen so einsetzen, dass wir Umwelt und Klima weniger belasten als bisher und dennoch einen hohen Lebensstandard erreichen? Diese Frage steht im Zentrum der Energiewende als Ganzes – denn die Energiewende greift tiefer als der blosse Ausstieg aus der Kernkraft. Die Autorinnen und Autoren dieser Publikation betten die Energiewende ein in den grösseren Zusammenhang der Begrenztheit unserer Erde und präsentieren einschlägige Lösungen mit ihren Chancen und Grenzen in der praktischen Umsetzung.