# Thesen zur Verwirklichung der Energiewende

Autor(en): **Bossel, Ulf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **104 (2013)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856455

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Thesen zur Verwirklichung der Energiewende

## Elektrizität als Kernelement einer nachhaltig gestalteten Zukunft

Oft wird die Energiewende als politischer Ausdruck verstanden, der in der Frage «Können wir die Energiewende schaffen?» zum Ausdruck kommt. Aber wenn die endlichen Energievorräte einmal aufgebraucht sind, geht es nicht mehr darum, «ob», sondern «wie» wir sie schaffen. Die Energiewende gewinnt eine andere Bedeutung, bei der politische Fragen in den Hintergrund treten und die physikalische Realität bestimmend wird – denn künftig wird nur noch erneuerbare Energie zur Verfügung stehen.

**Ulf Bossel**

Die folgenden Thesen zur Energiewende versuchen einerseits darzulegen, dass elektrischer Strom aufgrund physikalischer Zusammenhänge zur «Leitwährung» in einer nachhaltig gestalteten Zukunft wird, und andererseits, dass man wesentlich weniger benötigen wird als heute prognostiziert. Zur Realisierung der Energiewende braucht es eine durch die Politik getragene, optimierte Strategie, die erarbeitet werden muss, bevor man zur Durchführung von Massnahmen schreitet. Wesentliche Punkte dieser Strategie werden in den folgenden Thesen vorgestellt.

### These 1 – Verständnis der Energiewende

«Können wir die Energiewende schaffen?» Diese Frage wird von Politikern, Energieexperten und Medienvertretern täglich gestellt und auch gleich mit «Ja» oder «Nein» und «Unter diesen Umständen» beantwortet. Tatsache ist aber, dass nach Versiegen der fossilen Energievorräte der Energiehunger nicht mehr mit den heute eingesetzten Energieträgern gestillt werden kann – künftig steht nur noch erneuerbare Energie zur Verfügung. Die Energiewende ist physikalisch bedingt und nicht das Resultat politischer Mehrheitsentscheidungen.

Zum Überleben der Menschheit in Wohlstand und Würde muss die Energienutzung dem Energieangebot angepasst werden. Uns steht langfristig nur Energie aus erneuerbaren Quellen zu Verfügung. Wir müssen also die Energiewende schaffen. Wir haben keine andere Wahl.

### These 2 – Alle Energieformen betroffen

Der Begriff «Energiewende» wurde bereits 1978 geprägt, und zwar für die Schaffung einer nachhaltig gestalteten Energieversorgung ohne fossile Brennstoffe und Uran. Ausgelöst durch die Atomkatastrophe von Fukushima hat die Politik den Begriff Energiewende jedoch mit dem Ausstieg aus der Kernenergie verknüpft, was nun zu einer auf Strom bezogenen Diskussion geführt hat, obgleich auch die fossilen Vorräte zur Neige gehen und ein Klimawandel droht.

Energie kann bekanntlich von einer in eine andere Form umgewandelt werden. Das Energieproblem lässt sich deshalb nicht durch bequeme Verschiebungen im Energiebereich lösen, etwa dem Bau von Gaskraftwerken als Ersatz für stillgelegte Kernkraftwerke. Mit der Energiewende muss der gesamte Energiebereich nachhaltig gestaltet werden, neben technischen Dingen also auch Organisationsstrukturen, Nutzergewohnheiten, Handelswege und dergleichen. Es geht um Energie, also um das Gebinde von Strom, Heizöl, Benzin, Erdgas und Kohle insgesamt, und nicht nur um einen Energieträger oder eine Kraftwerkvariante.

### These 3 – Elektrizität wird dominieren

Alle wesentlichen, nachhaltig zu nutzenden Energieformen beziehen ihre Energie direkt oder indirekt von der Sonne, die der Erde zehntausendmal mehr Energie liefert als benötigt. Die nutzbaren Erscheinungsformen sind bekannt: Solarthermie, Fotovoltaik, Wind (Bild 1), Wasserkraft, Biomasse usw. Für die Gestaltung der Energiezukunft ist jedoch wesentlich, in welcher Form diese erneuerbare Energie geerntet und nutzbar gemacht wird.

Mit Ausnahme von Biomasse wird Sonnenenergie in physikalischer Form als Wärme oder Strom geerntet. Von diesen beiden Optionen wird Naturstrom nach der Energiewende sicherlich die dominierende Rolle spielen. Auch wird man Strom weiterhin in thermischen Kraftwerken erzeugen, die in Zukunft jedoch mit organischem Abfall, Biogas, Solarstrahlung oder Erdwärme beheizt werden. Heute basiert unser Energiesystem auf chemischen Energieträgern fossilen Ursprungs. Künftig werden es physikalische Energieträger sein. Die Energiewende basiert auf dem Wechsel von chemischer zu physikalischer Energie.

### These 4 – Sichtbare Stromerzeugung

Im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern wird Energie aus erneuerbaren Quellen überirdisch geerntet. Ferner findet die Energieernte bevorzugt dort statt, wo Energie benötigt wird, also in besiedelten Gebieten. Solaranlagen, Windkraftwerke und Stauseen sind sichtbar und werden, im Gegensatz zu Ölförderanlagen in fernen Wüstenregionen oder Kohlegruben im Ausland, von Energieverbrauchern wahrgenommen. Die Energiewende ist also mit visuellen Veränderungen des Landschaftsbildes verbunden, an die man sich gewöhnen muss, so wie man heute Bahnlinien, Fernstrassen, Flugplätze usw. nicht mehr infrage stellt. Bei sorgfältiger Planung werden Solar- und Windkraftanlagen die Lebensqualität der Anwohner kaum beeinträchtigen.

### These 5 – Dezentrale Erzeugung

Wegen der relativ geringen Leistungsdichte (W/m²) benötigt man für die Ernte von Solar- und Windstrom grössere Flächen. Mit wenigen Ausnahmen gehören diese Flächen nicht den Energieversorgern, sondern sind im privaten Besitz.

**Bild 1** Nachhaltig erzeugter Strom wird im Zentrum der Energiezukunft stehen. Windkraftanlage auf dem Gütsch bei Andermatt.

Die Energieernte wird deshalb an vielen Orten von Hausbesitzern, Landwirten, Gewerbeunternehmen und Kommunen betrieben werden, die den erzeugten Strom zur Deckung des Eigenbedarfs nutzen werden. Anfangs werden Stromüberschüsse noch ins Netz gespeist. Mit dem Einsatz von Stromspeichern werden sich Gebäude, Siedlungen oder Kommunen selbst mit Strom versorgen können und sich eventuell von der öffentlichen Versorgung trennen. Der Stromfluss vom Kraftwerk zum Kunden könnte teilweise zum Erliegen kommen.

## These 6 – Neue Geschäftsmodelle

Die grossen Stromkonzerne müssen ihr Geschäftsmodell grundlegend ändern, wenn sie die Energiewende überleben wollen. Die Stromerzeugung mit thermischen Kraftwerken wird aus mehreren Gründen zunehmend unattraktiv. Erstens sinkt die Stromnachfrage infolge der Eigenversorgung der Verbraucher. Zweitens können Grosskraftwerke wegen des unregelmässig anfallenden Solar- und Windstroms nicht mehr rund um die Uhr kostendeckend betrieben werden. Wegen des ansteigenden Energiebedarfs für die Gewinnung von Energierohstoffen aus Lagerstätten abnehmender Qualität werden drittens die Preise für konventionelle Energie exponentiell ansteigen. Viertens werden sich auch die Massnahmen des Klimaschutzes auf die Strompreise auswirken.

Die Stromindustrie wird in Zukunft den Stromhandel zum Standbein ihrer Unternehmungen machen müssen, also Kauf und Vermarktung von dezentral erzeugtem Strom. Dazu gehört der Ausbau neuer Strukturen für Stromverteilung (z.B. Elektrotankstellen) und Stromspeicherung (z.B. Stromspeicher beim Kunden). Auch wird man den Strom zu günstigen Tarifen verteilen, wenn er aus erneuerbaren Quellen im Überschuss vorhanden ist. Bei Bedarf sollte Strom in dezentral aufgestellten, stromgeführten, regelflinken KWK-Anlagen mit Wärmespeicher erzeugt werden und nicht in trägen Gaskraftwerken, die nur sporadisch betrieben werden, wenn Grosswetterlagen die Stromerzeugung mit Wind- bzw. Solaranlagen unterbrechen.

## These 7 – Dezentrale Speicher

Strom ist ein idealer, flexibler Energieträger, der sich gut, sicher und mit hoher Effizienz verteilen lässt. Nur bei der Speicherung gibt es Probleme. Deshalb muss Strom nach Möglichkeit genutzt werden, wenn er anfällt. Zur Glättung des unregelmässigen Stromangebots werden Stromspeicher benötigt. Wegen der absehbaren Dezentralisierung der Stromerzeugung lässt sich das Problem mit vielen in Verbrauchernähe aufgestellten Speichern besser lösen als mit Pumpspeicherkraftwerken, die nur dann Sinn machen, wenn alle Verbraucher netzgekoppelt bleiben. Schon bald werden Elektrofahrzeuge für die dezentrale Stromspeicherung zur Verfügung stehen.

Die Speicherproblematik besteht seit Beginn der Stromerzeugung und wird nicht erst mit der Energiewende akut. Nur wenige thermische Kraftwerke können heute ohne Speicher gewinnbringend betrieben werden. Man denkt an Pumpspeicher und vergisst, dass wesentlich mehr Nachtstrom zur Beheizung von Wärmespeichern (Boilern, Speicherheizungen usw.) genutzt wird. Das Speicherproblem entsteht also nicht, weil Windstrom sporadisch und Solarstrom nur am Tag im Überschuss verfügbar ist, sondern weil die vorhandenen Speicher für die Aufnahme von Nachtstrom verplant sind. Mit dem Abschalten von thermischen Kraftwerken stehen diese Speicher für die Aufnahme von überschüssigem Naturstrom zur Verfügung. Man muss lediglich mit intelligenteren Steuerungen die Speicherfüllung an die Stromerzeugung koppeln. Energiespeicher werden nur dann geladen, wenn zu viel Strom im Netz ist. Günstige Stromtarife machen die Aufstellung von Stromspeichern beim Endverbraucher wirtschaftlich attraktiv.

Saisonale Energiespeicher für Solarwärme und in chemische Energie verwandelten Naturstrom sind technisch machbar, aber wirtschaftlich untragbar, weil der gesamte technische Aufwand auf einen einzigen Speicherzyklus pro Jahr umgelegt werden muss. Der erhöhte Energiebedarf im Winter muss durch energiesparende Gebäudegestaltung reduziert werden (Bild 2). Eine andere Lösung ist kaum denkbar.

Dies führt zu einer grundlegenden Veränderung der Stromversorgung. Elektrische Energie wird verteilt und geliefert,

wenn Strom aus erneuerbaren Quellen im Überfluss verfügbar ist. Gleichzeitig werden die Stromlieferanten von der Verpflichtung entbunden, Strom jederzeit auf Abruf in ausreichenden Mengen zu liefern, also jederzeit ausreichende Erzeugungskapazitäten in Bereitschaft zu halten.

## These 8 – Sinnvolle Substitution

Der Mensch braucht Mobilität, Wärme, Kälte, Licht und Kommunikation. Mit Strom können diese Funktionen ausnahmslos erfüllt werden. Heute werden diese Grundbedürfnisse jedoch mit chemischen Energieträgern gedeckt. Fahrzeuge zu Land, Luft und Wasser werden mit Kraftstoffen betrieben. Wärme wird mit Brennstoffen erzeugt. Strom für Licht und Kommunikation kommt von fossil befeuerten Kraftwerken. Mit der Energiewende müssen die Bedürfnisse der Gesellschaft auf den Einsatz elektrischer Energie umgestellt werden.

Hierbei ist jedoch Folgendes zu berücksichtigen. Im Verkehrssektor lassen sich fossile Kraftstoffe wirkungsvoller durch Strom ersetzen als im Heizbereich. Das liegt an den relativ niedrigen Wirkungsgraden (rund 25 %) von Verbrennungsmotoren. Bei Elektrofahrzeugen mit Rückgewinnung der Bremsenergie liegt der Wirkungsgrad jedoch bei 90 %. Der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger, der mit sauberem Strom erzeugt und in einer Brennstoffzelle wieder verstromt wird, bringt gegenüber Verbrennungsmotoren Vorteile, im Vergleich zum reinen Elektroantrieb jedoch keine. Etwa 3 kWh Naturstrom werden benötigt, um mit Wasserstoff 1 kWh Antrieb zu erzeugen. Im Transportsektor kann man die Energiewende durch Einsatz elektrischer Fahrzeuge energetisch gesehen wesentlich günstiger verwirklichen als mit Wasserstoff als Zwischenträger.

Anders im Heizsektor. Wegen der hohen Wirkungsgrade moderner Heizkessel erfolgt die direkte Substitution von Brennstoffen durch Strom im Verhältnis 1:1. 1 l Heizöl mit einem Energieinhalt von etwa 10 kWh muss also durch 10 kWh Heizstrom ersetzt werden. Mit elektrischen Wärmepumpen kann man jedoch dreimal mehr Brennstoffenergie durch Strom ersetzen. Der Betrieb von Wärmepumpen mit Naturstrom bringt deshalb einen realen Energiegewinn. Aber auch Wärmepumpen müssen in der stromarmen Jahreszeit elektrisch betrieben werden.

Die Winterproblematik lässt sich nur schlecht mit elektrischen Heizgeräten lösen. Die Energiewende kann kaum gelingen, wenn im Heizungsbereich fossile Brennstoffe einfach durch Strom ersetzt werden – eine drastische Verringerung des Heizwärmebedarfs durch bauliche Massnahmen ist nötig. Der winterliche Wärmebedarf kann mit Nullenergiehäusern (Bild 2) weitgehend eliminiert werden, denn die Substitution von Heizöl und Erdgas durch Strom wird kaum möglich sein.

## These 9 – Energie als wertvolles Gut

Energieverbrauch ohne erkennbaren Nutzen hat keinen Platz in einer nachhaltig gestalteten Energiezukunft. Die gedankenlose Energievergeudung muss durch Änderung des Energieverständnisses verringert werden. Die Verbesserung der Energieeffizienz ist eine Frage der technischen Entwicklung. Sie ist mit der Erneuerung von Geräten verbunden und kann gesamthaft betrachtet nicht von heute auf morgen wirksam werden. Der Endenergiebedarf könnte durch organisatorische und technische Massnahmen ohne Beeinträchtigung der Lebensqualität halbiert werden. Der verantwortungsbewusste Umgang mit Energie ist eine wesentliche Voraussetzung für die Verwirklichung der Energiewende.

## These 10 – Flächennutzung

Wie oben dargestellt, wird Energie zukünftig hauptsächlich überirdisch gewonnen. Dafür werden Flächen benötigt, die in besiedelten Gebieten nur in Ausnahmefällen gratis zur Verfügung stehen. Man muss mit den verfügbaren Flächen sorgsam umgehen und die flächenspezifische Effizienz der Energieernte mit Solar-, Wind-, Biomasse- oder Wasserkraft-Anlagen beachten. Von einem Hektar Land kann man mit Fotovoltaik im Jahr 50- bis 100-mal mehr Strom ernten als mit der Verstromung der auf der gleichen Fläche gewonnenen Biomasse. An günstigen Standorten kann Windenergie sogar noch mehr liefern.

Der Landwirt wird zum Energielieferanten, aber nicht durch den Anbau schnell wachsender Pflanzen, sondern durch Nutzung marginaler Böden zur Aufstellung von Solar- oder Windkraftanlagen. Nur 2 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen würden ausreichen, um die Schweiz mit Solar- und Windstrom zu versorgen. Unter diesen Anlagen könnten Landwirtschaft und Viehzucht weiterhin gewinnbringend betrieben werden. Bei Nutzung aller Ackerflächen für den Anbau von Biomasse

TU Berlin

**Bild 2** Plusenergiehaus am Washingtonplatz vor dem Berliner Hauptbahnhof.

könnte man jedoch nur 15 % des Energiebedarfs decken.

## These 11 – Kurze Rücklaufzeiten

Die Energiewende verlangt erhebliche Investitionen für technische Anlagen. Herstellung und Betrieb dieser Anlagen dürfen jedoch nicht mehr kosten, als mit ihnen erwirtschaftet werden kann. Andernfalls lohnt sich die Investition nicht.

Bei Energieanlagen muss man aber auch den Energieeinsatz bilanzieren. Die mit einer Energieanlage geerntete Energie muss über der Energiemenge liegen, die als «graue» Energie beim Bau und später für Unterhalt und Betrieb benötigt wird. Das Energieproblem kann nicht mit Anlagen gelöst werden, deren Herstellung und Betrieb mehr Energie verschlingt, als die Anlagen liefern können.

Für eine zügige Verwirklichung der Energiewende sollten bevorzugt Projekte mit kurzen monetären und energetischen Rücklaufzeiten berücksichtigt werden. Ein schneller Geldrückfluss beglückt nicht nur den Investor, sondern schafft auch freies Kapital für Folgeinvestitionen im Energiebereich. Ähnlich liegen die Dinge auf der Energieebene: Ein schneller Rückfluss von erneuerbarer Energie verbessert die Energiebilanz und ermöglicht den zügigen Bau neuer Energieanlagen mit sauberem Strom.

In den letzten Jahren sind die energetischen Rücklaufzeiten für Anlagen zur Energieernte stark gesunken. Man rechnet heute mit etwa 3 Monaten für Windkraftanlagen an günstigen Standorten und mit etwa 1,5 Jahren für Fotovoltaikanlagen in Mitteleuropa. Fossil beheizte Kraftwerke benötigen immer mehr Energie, als sie in Form von Strom liefern können, und können energetisch nicht amortisiert werden. Nur mit der direkten oder indirekten Nutzung der im Überfluss angebotenen Sonnenenergie lässt sich eine nachhaltige Energieversorgung verwirklichen.

## These 12 – Ermittlung des Energieverbrauchs

Mit Ausnahme von Essen und Trinken braucht der Mensch physikalische Energie in Form von Wärme, Bewegung, Licht und Schall. Diese Bedürfnisse lassen sich vollständig und effizient mit elektrischem Strom befriedigen.

Für die Planung der Energiewende ist eine Erfassung des Energiebedarfs für eine vollelektrische Versorgung nützlich. Es macht wenig Sinn, den Kraftstoffbedarf der Zukunft zu prognostizieren, weil das Ende des fossilen Zeitalters bereits spürbar ist und Fahrzeuge demnächst mit Strom betrieben werden.

Auch Energiebedarfsprognosen, bei denen der Energieinhalt chemischer Energieträger mit elektrischer Energie gleichgestellt wird, sind ohne Berücksichtigung der jeweiligen Umwandlungsprozesse irreführend. Wie zuvor dargestellt, kann man im Verkehrssektor 4 kWh Kraftstoff-Energie durch 1 kWh Strom ersetzen. Der hohe Faktor ergibt sich aus der schlechten Effizienz des Verbrennungsmotors. Bei der Wärmeerzeugung ist die Parität jedoch gegeben. 1 kWh Strom ersetzt 1 kWh Heizöl oder Erdgas. Für die Ermittlung des tatsächlichen Energiebedarfs muss deshalb für jede Nutzungsart die Effizienz der Energiewandlung berücksichtigt werden. Nur so erhält man aussagekräftige Prognosen für den Strombedarf nach Verwirklichung der Energiewende.

Heutige Prognosen basieren auf einer paritätischen Bewertung der Energieträger und führen zum Teil zu stark überhöhten Bedarfsprognosen. Massnahmen, die mit solchen Prognosen begründet werden, könnten sich später als unsinnig erweisen.

Es soll hier nicht versucht werden, den künftigen Energiebedarf mit diesem Bezug auf die menschlichen Bedürfnisse zu prognostizieren. Hierfür bedarf es einer detaillierten Studie. Man kann jedoch vermuten, dass eine solche Studie belegen wird, dass man heute von viel zu hohen Prognosen ausgeht und voreilig Massnahmen einleitet, die nach der Energiewende gar nicht benötigt werden.

## These 13 – Planung der Energieverteilung

Die veralteten Bedarfsprognosen haben zu Energieprognosen geführt, die sich mit der Energiewende allein nicht begründen lassen. Die Umgestaltung des Energiesystems wird nämlich von unten nach oben, also vom Endverbraucher und dessen Solaranlage auf dem Dach zum Stromverteiler, erfolgen und nicht umgekehrt. Bevor man also über neue Hochspannungsleitungen diskutiert, sollte man zuerst einmal erkennen, was lokal geregelt wird und was überregional geregelt werden muss. Auch sollte man den Strombedarf zuerst einmal mit Anlagen im Inland zu decken versuchen, bevor man sich bei multinationalen Grossprojekten engagiert. Alle Prozesse der Energiewende zielen in Richtung Energieautonomie, wobei es für den nationalen Wohlstand bedeutungslos ist, wenn sich einzelne Hausbesitzer, Gewerbebetriebe, Gemeinden oder Regionen vom Netz verabschieden.

Auch sollte man erkennen, dass die Notwendigkeit, Nordstrom nach Süden zu leiten, nur deshalb besteht, weil sich die Länder nördlich der Alpen lange Zeit lebhaft gegen die Errichtung von Windenergieanlagen gewehrt haben. Inzwischen sind jedoch auch diese Länder aufgewacht und werden in wenigen Jahren ihren Strombedarf aus eigenen Windkraftanlagen decken, was den Neubau von Stromtrassen überflüssig machen könnte.

Bevor man also neue Hochspannungstrassen plant, sollte man die Entwicklung im Endbereich sorgfältig beobachten. Die geballten Privatinitiativen lassen sich nur schwerlich dauerhaft durch politische Anweisungen bändigen. Es wäre ein volkswirtschaftliches Debakel, wenn keiner den Strom haben möchte, der über die neuen Stromtrassen transportiert wird. Auch hat die Ertüchtigung alter Stromtrassen nichts mit der Energiewende zu tun.

## These 14 – Kosten der Energiewende

Es ist klar, dass die aus physikalischen Gründen notwendigen Investitionen in saubere Stromerzeugungsanlagen Geld kosten. Mit der Einspeisevergütung beteiligen sich die Stromverbraucher (leider mit wichtigen Ausnahmen) an den für die Energiewende notwendigen Investitionskosten.

Würde man die Kosten der Energiewende auf alle Verbraucher umlegen, dann würde die Mehrbelastung privater Haushalte mit dem Glas Bier in der Stammkneipe vergleichbar sein. Man müsste mittelfristig bereits wesentlich mehr zahlen, wenn weiterhin Energie aus versiegenden Quellen verstromt wird. Der Umstieg auf Strom aus erneuerbaren Quellen ist also zwingend vorgegeben, zumal auch das Problem der Klimaerwärmung durch $CO_2$ gelöst werden muss. Neben Sonne, Wind & Co. sind jedoch keine ernsthaften Kandidaten für die Stromproduktion gelistet. Die Stromabnehmer beteiligen sich also am Aufbau einer gesicherten, sauberen und nachhaltigen Stromversorgung.

Vor allem ist die Einspeisevergütung im Gespräch. Man vergisst dabei jedoch,

dass es sich hierbei um eine zeitlich befristete Investitionszulage handelt. Die Kosten für Naturstrom sind fast ausschliesslich Kapitalkosten, also Zinsen für das geliehene Kapital. Energie aus erneuerbaren Quellen könnte viel billiger sein, wenn man die privaten Investoren mit kostengünstigen Krediten bedienen könnte. Noch betrachten Banken und Versicherungen Investitionen in die Erneuerbare-Energie-Anlagen als risikoreich, obgleich die Funktionstüchtigkeit der technischen Anlagen inzwischen hervorragend ist und gesicherte Einnahmen durch den Stromverkauf erwirtschaftet werden können.

Oft wird vergessen, dass diese Einspeisevergütung zeitlich begrenzt ist. Danach sinken die Betriebskosten fast auf null, denn für Sonne oder Wind werden keine Rechnungen gestellt. Die ersten Anlagen sind bereits amortisiert und liefern Strom kostengünstig ins Netz. In den kommenden Jahren werden viele folgen. In den Mittagsstunden ist Solarstrom schon heute günstiger als Strom von Spitzenlastkraftwerken. Dieser Trend wird sich verstärken und zu sinkenden Stromtarifen führen. Während konventionelle Kraftwerke unter steigenden Energiepreisen für Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran zu leiden haben, ist Naturstrom keinen Preissteigerungen ausgesetzt, sondern kann dauerhaft günstig geliefert werden.

Es soll nicht verschwiegen werden, dass auch Naturstrom durch die Notwendigkeit für begleitende Massnahmen wie Stromspeicherung und -verteilung verteuert wird. Das ist aber auch bei Strom von thermischen Kraftwerken der Fall, die grosse Speicheranlagen bauen und erhalten müssen, in denen ein wesentlicher Teil der Nachtproduktion eingelagert und mit hohen Verlusten zeitverschoben wieder zurückgewonnen wird.

## These 15 – Heizproblem lösen

Die Energiewende wird auch in 50 Jahren noch nicht vollständig abgeschlossen sein, denn in vielen Bereichen wird man weiterhin mit den teuren fossilen Brennstoffen wirtschaften. Genannt sei der Langstreckenverkehr zu Land, Wasser und Luft, der ohne flüssige Treibstoffe kaum zu bewältigen ist. Dieser Zeithorizont sollte bei allen politischen Überlegungen bedacht werden. Es besteht keine Notwendigkeit, mit allen erdenklichen Veränderungen sofort zu beginnen. Vielmehr sollte man nach sorgfältiger Analyse einen strategisch optimierten Fahrplan entwickeln und dann erst im Konsens mit allen Beteiligten mit der Umsetzung beginnen.

Vor allem sollten auch die Rücklaufzeiten bedacht werden. Zu gerne wird in wichtigen Dingen die Forderung nach neuen Forschungsprogrammen laut, obgleich gerade diese oft die ersten Früchte erst Jahrzehnte später tragen. Man scheint vergessen zu haben, dass seit 1972 mit öffentlicher Unterstützung hervorragende Lösungen im Bereich Sonne, Wind und Biomasse entstanden sind, die heute kommerziell angeboten werden und zuverlässig arbeiten. Die Technik für die Energiewende ist vorhanden. Es fehlt an der Umsetzung, die leider oft durch bürokratische Massnahmen behindert wird. Stromversorger und Behörden können ebenso störend wirken wie die Initiativen einseitig informierter Bürger.

Der Fahrplan für die Durchführung der Energiewende sollte bei der Erfassung des tatsächlichen Endenergiebedarfs beginnen, also bei der Frage: Was braucht der Mensch? Diese Frage kann im Kern nur beantwortet werden, nachdem die private Umgebung energetisch analysiert und saniert worden ist. Dazu gehört in erste Linie die Lösung des Heizproblems, also die Energieversorgung in den Wintermonaten mit dem höchsten Energiebedarf bei gleichzeitigem Tiefststand der Sonne. Wie zuvor dargestellt, liegt die Lösung bei der Reduzierung des Heizwärmebedarfs durch bauliche Massnahmen. Ein sinnvoller Einstieg in die Energiewende wäre deshalb ein Gesetz, das ab einem gewissen Stichtag (z.B. 1. Januar 2015) nur noch den Neubau von Nullenergiegebäuden zulässt. Bei einer Erneuerungsrate von 2% pro Jahr könnte der gesamte Wohnhausbestand in 50 Jahren den nachhaltigen Standard erfüllen und den Einsatz von fossilen Brennstoffen drastisch reduzieren. Da keine Heizkosten mehr entstehen, dürften sich die Wohnkosten für Hausbesitzer und Mieter trotz eines erheblichen Komfortgewinns nur unwesentlich ändern.

## These 16 – Bürgerbeteiligung

Wichtig ist auch der Einbezug des Bürgers. Man sollte versuchen, die Grundwerte Sparsamkeit, Eigenverantwortung, Rücksicht auf andere, Verantwortung gegenüber zukünftigen Generationen usw. des menschlichen Zusammenlebens in die Energiewende zu integrieren und in das «Energiebewusstsein» der Gesellschaft einzuprägen.

Weltweit muss die Energiewende mit physikalischer Begründung vollzogen werden. Internationale Abmachungen werden nicht benötigt, denn die Umstellung geschieht lokal und richtet sich nach örtlichen Gegebenheiten. Die Wende schafft wirtschaftliche Vorteile. Wer zuerst damit beginnt, wird später besser dastehen. Deutschland hat zuerst mit der Energiewende begonnen und kann bereits die ersten Früchte ernten. Dennoch lässt die derzeitige Umsetzungsstrategie wichtige Gesichtspunkte vermissen. Mit den hier präsentierten Thesen zur Verwirklichung der Energiewende können vielleicht einige Lücken geschlossen werden.

**Résumé**

**Des thèses pour la concrétisation du tournant énergétique**

**L'électricité : élément central d'un avenir durable**

Le tournant énergétique est bien souvent considéré comme un concept politique s'exprimant dans la question « Sommes-nous capables de réussir le tournant énergétique ? ». Cependant, une fois les ultimes ressources énergétiques épuisées, il ne sera plus question de savoir « si » mais « comment » nous accomplirons cette mission historique. Le tournant énergétique prend une autre signification lorsqu'il devient l'arrière-plan des questions politiques et lorsqu'il détermine la réalité physique, dans la mesure où nous ne disposerons à l'avenir que d'énergies renouvelables. Le tournant énergétique doit s'accomplir à l'échelle mondiale pour une raison physique. Il ne sera guère besoin d'accords internationaux car cette mutation interviendra localement et s'adaptera aux conditions locales. Le tournant présente des avantages économiques. Ceux qui l'initient les premiers seront en meilleure posture à l'avenir.

Dans ce cadre, le passage des énergies fossiles à l'électricité produite de manière durable constitue un point central, cette dernière pouvant être transportée efficacement et utilisée de multiples façons. De plus, les mesures liées à la construction revêtiront une grande importance dans la réduction de la chaleur nécessaire au chauffage. No

### Angaben zum Autor

Dr. **Ulf Bossel** ist selbstständiger Consultant im Bereich der nachhaltigen Energien.

**Dr. Ulf Bossel Innovationsberatungen, 5452 Oberrohrdorf**
**ubossel@bluewin.ch**