

Christina Newinger, Christina Geyer, Sarah Kellberg (Hrsg.)

energie.wenden

Chancen und Herausforderungen
eines Jahrhundertprojekts



Deutsches Museum 

 oekom

Christina Newinger, Christina Geyer, Sarah Kellberg (Hrsg.)

energie.wenden

Chancen und Herausforderungen eines Jahrhundertprojekts

ISBN 978-3-86581-839-3

176 Seiten, 22,7 x 30,2 cm, 19,95 Euro

oekom verlag, München 2017

©oekom verlag 2017

www.oekom.de

»Mit unseren technischen Möglichkeiten vorangehen«

Ein Interview mit Professor Clemens Hoffmann und Professor Ulrich Wagner

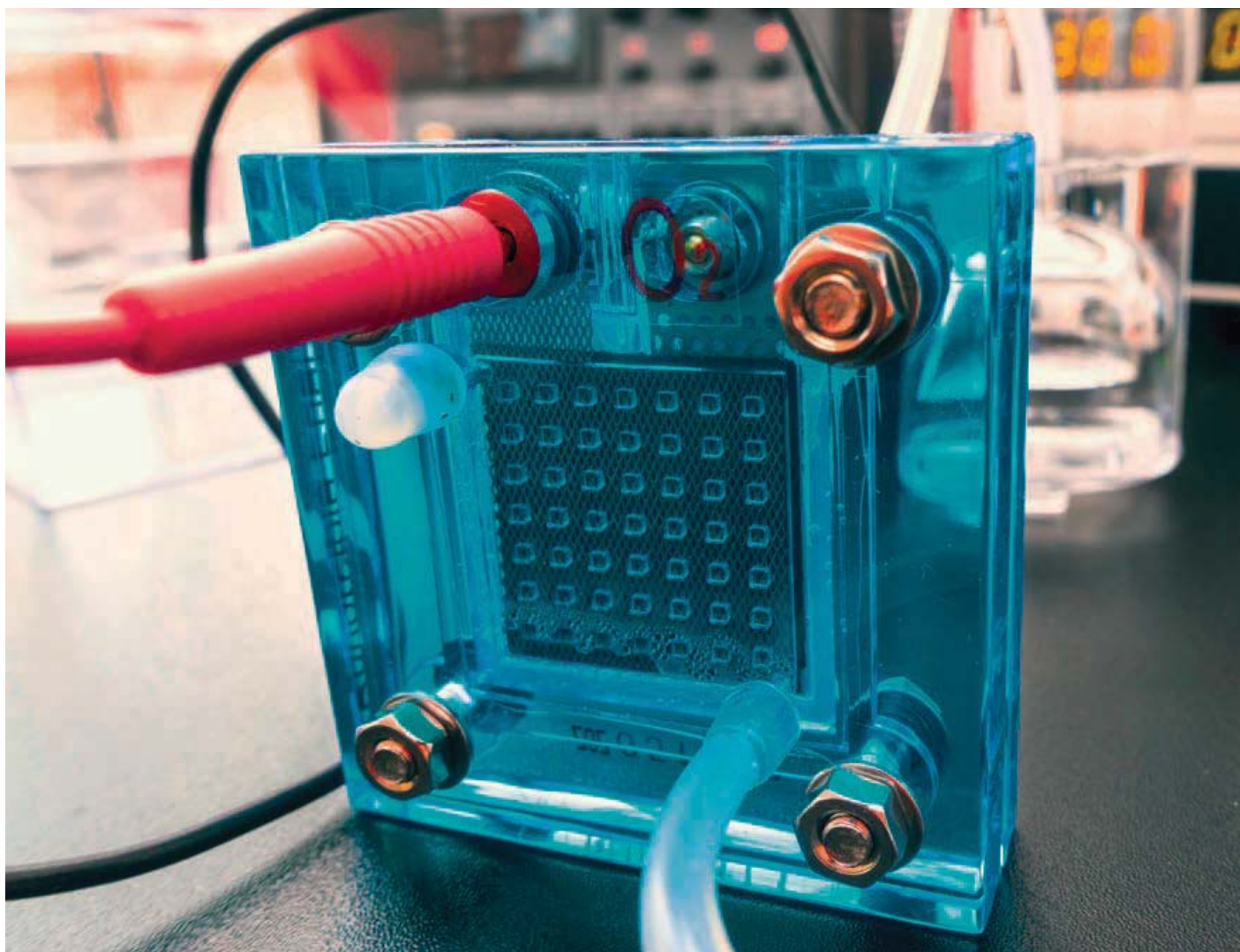
Das Interview führte Dr. Claus Hecking

Herr Professor Hoffmann, Herr Professor Wagner, der Ausbau der erneuerbaren Energien geht rasanter voran, als alle erwartet haben: 2015 kam schon fast jede dritte Kilowattstunde Strom aus regenerativen Quellen wie Wind- und Solarparks, Biomasse- und Wasserkraftwerken. Umweltschützer jubeln. Sie auch?

Prof. Ulrich Wagner: Dieser Erfolg war in den kühnsten Träumen nicht vorstellbar. Hier bahnt sich ein System-

umschwung an: Die erneuerbaren Energien werden bald Deutschlands wichtigste Stromquelle sein.

Zu bestimmten Zeiten, wie etwa sonntagmorgens, wenn der Elektrizitätsbedarf niedrig ist, können Wind- und Solarstrom bei guten Wetterbedingungen schon jetzt die gesamte Nachfrage decken. Aber das ist noch nicht immer so, die Schwankungen beim Angebot können extrem sein. Ist es dunkel oder bedeckt und weht wenig



Wind, wird kaum Solar- und Windstrom erzeugt. Dann müssen Gas-, Kohle- oder Kernkraftwerke den Bedarf decken.

Bis spätestens 2050 soll nach Plänen von Bundesumweltministerin Barbara Hendricks das letzte Kohlekraftwerk abgeschaltet werden. Dann soll unsere Stromversorgung fast komplett auf erneuerbaren Energien beruhen. Kann das gelingen, bei diesen Schwankungen?

Prof. Clemens Hoffmann: Die Erzeugungsschwankungen sind in der Tat das Charakteristikum eines erneuerbaren Energiesystems. Beim Solarstrom sind es der Tag- und Nachtwechsel und die wechselnde Bewölkung und bei der Windenergie der Wechsel zwischen starken Windphasen und Flauten. Um damit umzugehen, haben wir die Systemintegration weiterentwickelt. Dabei erhöhen wir die Flexibilität zukünftiger Ausgleichskraftwerke sowie des zukünftigen Verbrauchs und passen damit Angebot und Nachfrage besser an die Schwankungen der Erzeugung an. Am Ende entsteht so eine stabile Versorgung.

Klingt nach einer Menge Aufwand. Sind 100 Prozent Erneuerbare im Stromsektor überhaupt sinnvoll?

Prof. Wagner: Rein technisch wäre es schon jetzt theoretisch möglich, den deutschen Strombedarf jederzeit aus Regenerativen zu decken. Wohl aber gibt es ökonomische Grenzen. Würden wir die Menge der

Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien so auslegen, dass sie an einem trüben, windarmen Wintertag Deutschlands Stromerzeugung decken könnten, hätten wir zu anderen Zeiten drastische Überkapazitäten. Das ist auch ökologisch fragwürdig, denn die Herstellung von Solarmodulen oder Windkraftwerken verschlingt enorme Mengen von Ressourcen. Vielleicht läge der optimale Anteil eher bei etwa 70 Prozent Erneuerbaren, der Rest würde durch vergleichsweise kohlendioxidarme Gaskraftwerke gedeckt. Das Geld, das man dabei spart, ist besser investiert in den Gebäude- und Verkehrsbereich – da sind wir mit den Erneuerbaren noch lange nicht so weit.

Prof. Hoffmann: So furchtbar kostspielig sind die 100-Prozent-Szenarien doch gar nicht. Wir denken, dass die Fälle, in denen tatsächlich zu wenig Leistung im System ist, nur etwa zehn Prozent des gesamten Strombedarfs eines Jahres ausmachen. Zugleich erwarten wir, dass der Rückkehr-Wirkungsgrad künftiger Großspeichertechnologien auf 40 Prozent steigerbar ist. Das heißt: Bei der Umwandlung von Strom zu einem Speichermedium wie Wasserstoff und bei dessen Rückverwandlung in Strom bleiben 40 Prozent der ursprünglichen Energie übrig. Also muss man die fehlenden zehn Prozent an Strom mit dem Zweieinhalbfachen multiplizieren, um immer genug Elektrizität zu haben. Man müsste die gesamte erneuerbare Erzeugungskapazität damit nur um 25 Prozent gegenüber den Normalwerten steigern, also 125 Prozent Kapazität aufbauen. Natürlich kommen da auch noch Kosten für die Speichertechnologien hinzu. Wir halten es aber für wichtig, dass Deutschland eines Tages seinen kompletten Strom mit regenerativen Quellen deckt. Wenn wir nicht nachweisen, dass eine komplette Dekarbonisierung möglich ist, werden wir nicht die übrige Welt überzeugen können, dass das der richtige Weg ist.

Zurzeit aber bremst die Bundesregierung selbst den Ausbau. Sie hat einen Korridor für die erneuerbaren Energien eingeführt. Das heißt, ihr Anteil an der Stromversorgung soll bestimmte Grenzen nicht überschreiten: 2025 beispielsweise 45 Prozent.

Prof. Wagner: Die Politik korrigiert eine Entwicklung, die sie selbst extrem erfolgreich angestoßen hat. Mit festgelegten Fördertarifen für Wind- und Solarstrom im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) hat sie hohe Installationszahlen erreicht und die technische Entwicklung vorangetrieben. Dies führt aber dazu, dass die Kosten für diese Förderung erheblich gestiegen sind – und für den Endverbraucher spürbar werden. Die Politik glaubt, das Wachstum der Umlage auf den Strompreis kann so nicht weitergehen, und hat die Notbremse gezogen.

Prof. Hoffmann: Ich halte diesen Ansatz für eine Katastrophe. Um eine vernünftige, komplette Energiewende in den nächsten dreieinhalb Jahrzehnten hinzubekommen, müssen wir die Kapazitäten für Solar-, Onshore- und Offshore-Windstrom um je etwa acht bis

1 Es gibt einige technische Möglichkeiten, Energie umzuwandeln. Dazu gehören auch Brennstoffzellen, welche die chemische Energie eines Brennstoffs in elektrischen Strom umwandeln.

Foto: science photo / Shutterstock.com



S. 106 bis 111



S. 112 bis 117

zehn Gigawatt pro Jahr ausbauen. Das ist technisch wie auch finanziell möglich. Jetzt aber bauen wir Photovoltaik nur noch um etwa ein Gigawatt und Wind um zwei Gigawatt pro Jahr aus. Bei diesem Tempo dauert unsere Energiewende noch bis zum Ende des Jahrhunderts.

Andererseits steht es noch immer jedem Bürger frei, Wind- und Solarparks zu installieren. Nur muss er dann halt auf die staatlich festgelegten Garantietarife für seinen Grünstrom verzichten.

Prof. Hoffmann: Die Erzeugungskosten liegen bei etwa acht Cent je Kilowattstunde, am Großhandelsmarkt kostet Strom rund fünf Cent. Diese Differenz muss gedeckt werden, aber sie führt zu keinen großen Veränderungen der EEG-Umlage mehr. Wenn Sie diese Anlagen gegen ein neu zu bauendes Kohlekraftwerk antreten lassen, sind sie schon absolut wirtschaftlich. Im Vergleich zu einem neuen Atomkraftwerk sind sie noch preiswerter.

Prof. Wagner: Jetzt werden die erneuerbaren Energien ausgebremst. Dabei wäre es viel sinnvoller, die Nutzung des erneuerbaren Stroms in anderen Sektoren zu beschleunigen, etwa zur Wärmeversorgung. Da hapert es nämlich. Wir sparen Geld an der falschen Stelle.

Die Politik begründet die Begrenzung auch mit fehlender Infrastruktur. So hat der Chef der halbstaatlichen Deutschen Energieagentur Andreas Kuhlmann kürzlich gesagt: »Der Ausbau der erneuerbaren Energien kommt fünf Jahre eher als geplant, der Ausbau der Netze dafür Jahre später.«

Prof. Wagner: Ich bezweifle, dass wir bei den Netzen nur fünf Jahre hinterher sind. Wir laufen da in ein ganz großes Problem hinein. Die Netze stehen bald nicht mehr in dem Umfang zur Verfügung, in dem wir sie brauchen.

Prof. Hoffmann: Wir müssen die Netze weiter ausbauen, keine Frage. Ich werde aber misstrauisch, wenn ich den Eindruck gewinne, dass man versucht, hier wieder ein Argument zu finden, um den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschränken.

Als die Bundesregierung 2011 endgültig die Abschaltung der letzten Atomkraftwerke bis 2022 beschloss und einige Meiler direkt stilllegen ließ, gab es Warnungen vor großen Blackouts. Warum sind diese weitgehend ausgeblieben?

Prof. Wagner: Es gab schon vor zehn Jahren die Diskussion, dass wir in eine Stromlücke fallen könnten. Diese Stromlücke hat es nie gegeben, stattdessen aber eine Effizienzlücke. Wir haben mehr ältere, weniger effiziente Kraftwerken betrieben. Von denen haben wir noch eine ganze Menge herumstehen, vor allem Braunkohlekraftwerke.

Liegt die geringe Anzahl von Blackouts auch daran, dass unsere Ingenieure sehr gut die Netze steuern?

Prof. Hoffmann: Diese Leute bilden wir aus. Wir beherrschen dieses System, darauf können wir stolz sein. Deutschland hat einen Spitzenplatz in der Welt. Unsere Ausfallzeiten sind seit 2011 sogar gesunken: auf heute durchschnittlich nur noch etwa 16 Minuten pro Jahr und Endverbraucher. Es sieht nicht so aus, als ob wir diesen Komfort durch die Energiewende gefährden.

Prof. Wagner: Allerdings gibt es schon Situationen, wo es eng wird. Die Redispatch-Vorgänge häufen sich bedenklich.

Was heißt das?

Prof. Wagner: Das sind Fälle, in denen der Leistungsbetreiber erkennt, dass die Verbraucher deutlich mehr oder weniger Strom benötigen, als er eingeplant hat. Dann muss er kurzfristig Leistung einkaufen von seinen Nachbarn – oder den Strom kurzfristig loswerden. Beides kann teuer werden. Vor zehn Jahren, als wir noch nicht so viele Erneuerbare im System hatten, gab es im Schnitt 100 bis 200 Redispatch-Maßnahmen im Jahr. 2014 waren es schon etwa 8000 und für 2015 gehen wir von etwa 12 000 Vorgängen aus. Die Gesamtkosten könnten 2016 bis zu einer Milliarde Euro betragen. Tragen muss sie der Stromverbraucher über höhere Netzentgelte.

Eines der Hauptprobleme im System ist die regionale Verteilung. So kommt ein beachtlicher Teil des erneuerbaren Stroms aus Wind, der vor allem im Norden und Osten Deutschlands weht. Im Süden hingegen stehen viele große Industrieanlagen. Wie kriegt man den Strom dahin, wo er gebraucht wird?

Prof. Wagner: Die Deutsche Energieagentur hat schon 2010 in einer Analyse festgestellt: Wir brauchen drei große Nord-Süd-Trassen. Doch dann wurde der Netzausbau jahrelang verzögert – vor allem wegen des Widerstands der bayerischen Landesregierung und besonders vieler Bürgerinitiativen in diesem Bundesland. Da hat man sich geeinigt, aber gerade gibt es eine neue Diskussion, ob die Trassen durch Niederbayern oder die Oberpfalz laufen sollen. Beides würde Entlastung bringen. Wenn die Politik noch länger drüber nachdenkt, ob es nicht doch eine noch schönere Lösung gibt, ist das meines Erachtens Zeitverschwendung. Jetzt muss gebaut werden.

Obwohl vor allem in Bayern Hunderte betroffene Bürger entlang der geplanten Trassenverläufe sich dagegenstellen?

Prof. Hoffmann: Wir alle müssen uns darüber klarwerden: Warum haben wir die Energiewende beschlossen? Wenn sich die Menschen darüber Gedanken machen und die Vor- und Nachteile abwägen, wird die Akzeptanz der Energiewende vor Ort steigen. Insofern halte ich den Ansatz des Deutschen Museums für wichtig, über die Energiewende aufzuklären und sie zu diskutieren. Aber ich verstehe auch diejenigen, die protestieren.





2 Dr. Hecking (Mitte) im Gespräch mit Prof. Wagner (rechts) und Prof. Hoffmann, der per Videokonferenz zugeschaltet war (links). Foto: Deutsches Museum

Die Landschaft um sie herum wird verändert, manchmal verlieren ihre Grundstücke an Wert. Einen Vorteil haben die Anwohner aber bisher nicht von der Trasse. Diese Akzeptanzfragen müssen so gelöst werden, dass der Anwohner eine finanziell messbare Gegenleistung erhält.

Prof. Wagner: Viele Diskussionen haben mir gezeigt: Die Menschen fühlen sich nicht angehört, ja sogar ausgeschlossen. Man sollte den Menschen die Möglichkeit eröffnen, an solchen Projekten zu partizipieren, vielleicht auch finanziell davon zu profitieren. Das löst nicht alle Probleme, aber viele.

Wie wichtig ist der Ausbau der transnationalen Stromnetze quer durch Europa?

Prof. Hoffmann: Sehr wichtig – aus verschiedenen Gründen: Erstens hängt die Fluktuation der Einspeisung sehr stark von der Natur unseres Wettergeschehens ab. Und dieses wird in unseren europäischen Breiten sehr stark von Hochdruck- und Tiefdruckgebieten bestimmt. Das bedeutet: Irgendwo stürmt es, aber irgendwo anders herrscht Flaute. Irgendwo scheint die Sonne und irgendwo anders gibt es Wolken. Die Ausdehnung dieser Wettergebiete liegen im Bereich von bis zu 500 Kilometern. Das heißt: Legt man eine Leitung über diese Distanz hinweg, kann man Unterschiede in der Wind- oder Solarstromeinspeisung ausgleichen. Zweitens kann eine Vernetzung auch zu Staaten hinführen, die große Speicher haben. Schon jetzt nutzen deutsche Versorger Pumpspeicher in Österreich, Luxemburg oder der Schweiz. Und in Planung ist ein großes Seekabel nach Norwegen, das mit seinen großen Wasserkraftwerken ein Vielfaches der deutschen Speicherkapazität hat.

Prof. Wagner: Auch die Nachfrage kann gleichmäßiger werden – allein durch die Zeitverschiebung, die wir über die Längengrade hinweg haben. Die Mittagsspitze, in der besonders viel Strom nachgefragt wird, ereignet sich im grenzüberschreitenden Netz zu verschiedenen Zeiten.

Die Bundesregierung hat im Sommer 2015 beschlossen, sogenannte Reservekraftwerke zu fördern. Mehrere Kohlekraftwerke sind außer Betrieb gegangen, bleiben aber in Bereitschaft, falls doch Engpässe auftreten sollen. Die Stromverbraucher sollen den Betreibern dafür mehr als 1,6 Milliarden Euro Prämien bezahlen. Ist das sinnvoll?

Prof. Hoffmann: Ich halte das für notwendig. In der Zukunft, wo wir einen noch höheren Anteil von erneuerbaren Energieträgern an der Stromerzeugung haben, brauchen wir eine Ausgleichsinfrastruktur, möglichst eine Mischung von großen und kleinen Gaskraftwerken. Diese Kraftwerke sind Teil einer Sicherungsstruktur für unsere Stromversorgung, so wie das Stromnetz. Und ihre Betreiber müssen auch ähnlich vergütet werden.

Prof. Wagner: Ich sehe auch keinen Weg, wie man derzeit Zahlungen für die Bereitstellung solcher Reservekraftwerke vermeiden kann. Aber ich habe ein ziemlich mulmiges Gefühl dabei, denn das widerspricht allen marktwirtschaftlichen Regeln. Das ist ein Zustand, den man zeitlich limitieren muss.

3 Deutsche Verbraucher zahlen den Betreibern von Kohlekraftwerken 1,6 Milliarden Euro Prämie, damit die Kraftwerke als Reserve bereitgehalten werden.

Foto: Reuters /
Wolfgang Rattay



Was nur gelingt, wenn Strom künftig besser gespeichert wird, als es bisher möglich ist. Welcher Technologie räumen Sie die besten Chancen ein?

Prof. Wagner: Aus heutiger Sicht stehen die konventionellen Pumpspeicher ganz vorne. Dabei wird Wasser mit Hilfe überschüssiger Elektrizität in die Höhe gepumpt. Wenn man den Strom dann benötigt, lässt man das Wasser durch eine Turbine zurück nach unten fließen. Der Aufwand ist gering, die Technologie bewährt. Leider sind die Ausbaupotenziale für Pumpspeicherkraftwerke hierzulande sehr begrenzt. Geht man nach dem derzeitigen Stand der Kenntnis und der Kosten, kommt man dann schnell zu Power-to-Gas, also der Umwandlung von Elektrizität in gasförmige Energieträger wie Wasserstoff und Methan. Bei diesem Prozess verliert man allerdings etwa die Hälfte der ursprünglichen Energie. Andererseits kann man für Transport und Aufbewahrung des Methans die bestehenden Erdgasnetze und -speicher nutzen. Wasserstoff wäre ideal für den Einsatz in der Mobilität, als Ersatz für erdölbasierte Kraftstoffe.

Prof. Hoffmann: Wir brauchen jetzt noch gar nicht unbedingt so viele Speicher, um den Ausbau von Wind- und Solarenergie weiter voranzutreiben. Im Notfall können immer fossile Reservekraftwerke einspringen. Zugleich reduzieren wir unseren Ausstoß von Kohlendioxid in dem Maße, in dem wir Wind- und Solarstrom erzeugen. Jede Gigawattstunde, die wir so produzieren, stellen wir nicht aus Kohle oder Gas her. Daher darf man keinesfalls das Fehlen großtechnischer Speichertechnologien zum Anlass nehmen, den Ausbau der Erneuerbaren

zu stoppen. Klar ist aber auch, wenn wir eines Tages 100 Prozent erneuerbare Energien haben wollen, geht es nicht ohne Speicher, die wir jetzt anfangen müssen zu entwickeln.

An welchen Speichertechnologien forschen Sie gerade?

Prof. Hoffmann: Unter anderem an Kugelpumpspeichern im Wasser. Dabei installiert man eine Betonkugel von etwa 30 Metern Durchmesser auf dem Meeresboden. In dieser Betonkugel herrscht Überdruck wegen der Tiefe und in ihrer Öffnung befindet sich eine Wasserturbine. Will man überschüssige Energie speichern, pumpt die Turbine das Wasser aus der Kugel heraus. Braucht man Energie, so lässt man in die entleerte Kugel Wasser einströmen, das dieselbe Turbine antreibt. Besonders attraktiv ist diese Technologie für Hochseewindparks. Man kann damit Schwankungen bei der Stromerzeugung dieser Windparks ausgleichen.

Prof. Wagner: Vergessen wir nicht die Batterien, da gibt es vor allem bei Haushaltsanwendungen viel Dynamik. Man kann heute mit sehr kleinen Speichern, vergleichbar mit der Kapazität von vier bis sechs Autobatterien, den Selbstversorgungsgrad eines Gebäudes über Solarstrom vom Dach deutlich steigern.

Im Stromsektor sieht die Bilanz der Energiewende insgesamt gut aus. Aber was ist mit anderen Sektoren wie Wärme oder Verkehr?

Prof. Wagner: Hier besteht enormer Handlungsbedarf. Im stationären Wärmebereich haben erneuerbare Energien nur einen Anteil von etwa zehn Prozent.



S. 112 bis 117

Dabei liegen gerade im Gebäudebereich viele Technologien schon auf dem Tisch – nein, wortwörtlich sogar im Baumarkt. Mit Fenstererneuerung oder kluger Wärmedämmung kann man eine Menge Energie und Geld einsparen. Und noch immer passiert es abends in Millionen Haushalten, dass der Heizkessel auf Nachtabenkung umschaltet – die Thermostate im Haus aber aufdrehen und versuchen, die Temperatur oben zu halten, obwohl sie es gar nicht sollen. Intelligente Thermostate, die nur ein paar Dutzend Euro kosten, vermeiden diese Verschwendung.

Prof. Hoffmann: Der größte Treibhausgas-Emittent ist der Wärmesektor – und der wäre am leichtesten CO₂-frei zu gestalten. Schließlich wird er von Niedrigtemperatur-Anwendungen dominiert. Die häusliche Heizung muss ja nur 20 oder 21 Grad liefern. Die Wärmepumpe hat hier großes Potenzial. Denn sie benutzt ja im Prinzip auch solare Energie: Wärme, die im Erdboden vorhanden ist. Mit der Wärmepumpe hebe ich die dortige Wärme auf die Temperatur, die im Haus gebraucht wird. Wir bei Fraunhofer können aufzeigen, dass der Primärenergieeinsatz im Wärmebereich um 90 Prozent schrumpfen kann.

Woran hapert es in der Praxis?

Prof. Wagner: Zum Beispiel an der Mieter-Eigentümer-Problematik. Der Eigentümer sagt: Ob eine Anlage effizient arbeitet oder nicht, ist mir egal, denn der Mieter zahlt ja die Kosten.

Prof. Hoffmann: Das große Problem ist aber doch das Haus selbst. Denn im Vergleich zu den Baukosten des Gebäudes sind die Energiekosten klein. Wenn ich also anfangs, die Hülle des Hauses ernsthaft zu verbessern – mit neuen Fenstern, mit Isolierung, mit Flächenheizung –, dann wird es teuer. Die Installation einer Wärmepumpe mitsamt Bohrung hat da den kleineren Anteil.

Prof. Wagner: Man darf bei diesem Thema nicht allein über die Energiekosteneinsparung reden. Viel besser funktioniert es, wenn wir mit der Wertsteigerung des Gebäudes, Komfortgewinn, Lärmschutz durch dichtere Fenster oder eine schönere Optik argumentieren. Die energetische Amortisationsdauer des Austausches eines alten Zwei-Scheiben-Fensters durch ein Drei-Scheiben-Fenster beträgt bei heutigen Energiepreisen schnell 40, 50 Jahre. Aber ein schönes neues Fenster, das den Lärm besser dämmt und Strahlungsverluste mindert, das macht sofort etwas her.

Kommen wir zum Verkehr: Keine sechs Prozent Anteil haben die regenerativen Energieträger, Biokraftstoffe sind hoch umstritten und die Elektromobilität kommt nicht voran. Sieht düster aus, oder?

Prof. Wagner: Das sehe ich anders. Im Verkehr gibt es zwei wesentliche Pfade. Erstens die direkte Nutzung von Elektrizität in batteriebetriebenen Fahrzeugen, mit den bekannten Grenzen: Reichweiten von um

die 150 Kilometer, Ladedauern von einigen Stunden. Aber ansonsten sind diese Elektromobile schon sehr praxistauglich. Außerdem sind sie potenziell große Speicher für überschüssigen Wind- oder Solarstrom. Zweitens setze ich auf Brennstoffzellen, die synthetischen Wasserstoff nutzen, der zuvor mittels Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wurde. Da besteht das Reichweitenproblem nicht so sehr. Allerdings ist die Energieausbeute auch geringer, als wenn wir die elektrische Energie in Batterien speichern und ohne weiteren Umwandlungsschritt wieder losfahren können.

Bislang verkaufen sich die Elektrofahrzeuge hierzulande aber ziemlich schleppend. Wie kann man sie für Autofahrer attraktiver machen?

Prof. Hoffmann: Der Break-even-Point für Elektroautos steht schon jetzt vor der Tür. Ich fahre selbst ein Elektroauto. Und mein Fahrprofil ist nicht untypisch für einen deutschen Arbeitnehmer: zehn Kilometer hin und zehn zurück. Alles läuft reibungslos. Es ist wie so oft bei neuen Technologien: Viele Menschen unterschätzen zunächst das Marktwachstum. Aber ich bin überzeugt, dass wir in den nächsten Jahren eine Marktexplosion bei Elektro-Mobilen sehen werden ...

Prof. Wagner: ... zumal auch die Umweltbilanz der Elektroautos immer besser wird. Ich erwarte, dass 2020 etwa 250 000 Elektrofahrzeuge in Deutschland fahren werden.

Aber bislang fehlt es noch überall an Ladesäulen. Muss der Staat den Aufbau dieser Infrastruktur finanzieren?

Prof. Wagner: Nein. Der Bedarf an Ladesäulen wird stark überschätzt. Wir haben ein Verhältnis von 1:10 zwischen Ladesäulen und Fahrzeugen und unsere Berechnungen zeigen, dass es keine Engpässe gibt, wenn Fahrzeuge einen Aktionsradius von 150 bis 200 Kilometern haben. Man muss aber darauf achten, wo man diese Stromtankstellen intelligent positioniert: Zum Beispiel an öffentlichen Parkplätzen, Flughäfen oder Bahnhöfen – und vor allem bei Arbeitgebern, wo man das Fahrzeug untertags aufladen kann, während wir im Büro sitzen.

Prof. Hoffmann: Und untertags, während der Arbeitszeit, korreliert das Laden mit dem Höhepunkt der Stromerzeugung durch Photovoltaik.

Die Kraftstoffpreise sind auf langjährige Tiefstände gefallen. Macht billiger Sprit nicht das Elektroauto unattraktiv?

Prof. Hoffmann: Keine Frage, das ist nicht förderlich. Elektroautos bieten aber auch eine Menge anderer Kaufanreize. Ich habe Freude am Fahren, die Beschleunigung ist einzigartig. Und mit dem Elektroauto muss man überhaupt nicht mehr zur Tankstelle.



S. 130 bis 135



S. 124 bis 129

4 China hat Deutschland beim Ausbau der erneuerbaren Energien in absoluten Zahlen schon überholt.

Foto: picture alliance / Photoshot

Sie beide klingen optimistisch, dass die Energiewende in Deutschland gelingen kann. Was muss dazu noch geschehen?

Prof. Hoffmann: Die Schlüsselfaktoren heißen Optimismus, Aufklärung und politische Zuverlässigkeit. Die Energiewirtschaft tätigt Investitionen mit langen Zeithorizonten. Dafür braucht man Rechtssicherheit und Verlässlichkeit, dass einmal vorgegebene Rahmenbedingungen eingehalten werden.

Prof. Wagner: Wir brauchen einen umfassenden Gesamtplan, der sich nicht nur auf den Stromsektor konzentriert, sondern auch den Wärme- und Gebäudesektor sowie den Verkehr umfasst. Definitiv nicht passieren darf es, dass der Staat in irgendeiner Weise zurücktritt vom Ziel der Dekarbonisierung.

Aber wie sieht es jenseits unserer Grenzen aus mit der Energiewende?

Prof. Hoffmann: In unserer nächsten Umgebung gibt es einen Club der Willigen und Bereiten: Dänemark, Norwegen, Schweiz, Österreich. Aber wenn man nach Osten geht, wird es schwierig. Die Polen zum Beispiel sagen: »Ihr Deutschen könnt euch die Energiewende leisten, wir nicht.« Die ignorieren, dass die erneuerbaren Energien schon wettbewerbsfähig sind.



5 Im Verkehrssektor haben die regenerativen Energien heute einen Anteil von weniger als sechs Prozent, Biokraftstoffe sind hochumstritten und die Elektromobilität kommt nicht voran.

Foto: J. Lekavicius / Shutterstock.com



Und außerhalb Europas?

Prof. Hoffmann: In den USA ist die Energiewende weniger ideologisch, dafür aber sehr stark ökonomisch getrieben. Jetzt, wo die Break-even-Points erreicht werden, ist die Basis für enormes Wachstum gegeben. China hat uns beim Ausbau der erneuerbaren Energien in absoluten Zahlen auch schon überholt. Andererseits setzt Japan trotz Fukushima die Energiewende nicht um, im arabischen Raum und in Afrika geschieht noch viel zu wenig, Südamerika ist sehr heterogen und Australien ist ein schlimmes Kohleland.

Trotzdem haben sich Vertreter von 195 Staaten beim Pariser Klimagipfel Ende 2015 auf ein großes Abkommen geeinigt.

Prof. Hoffmann: Aber was geschieht wirklich, wenn es zum Schwur kommt und die Vorsätze umgesetzt werden? In vielen Ländern gibt es oft noch kein gesellschaftliches Verständnis über die Notwendigkeit einer nachhaltigen Energiepolitik wie in Deutschland.

Prof. Wagner: Ich teile diese Einschätzung. Umso wichtiger wird es, dass wir in Deutschland mit unseren technischen Möglichkeiten jetzt vorangehen. Und dass wir den anderen Staaten zeigen, dass die Energiewende möglich ist.

♦ Der Physiker **Prof. Dr. Clemens Hoffmann** ist seit 2012 Leiter des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik in Kassel. Zuvor baute er bei Siemens federführend den Schwerpunkt Erneuerbare Energien aus.

♦ Der Elektrotechniker **Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner** ist seit 1995 Ordinarius am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der Technischen Universität München. Von 2010 bis 2015 war er neben seiner Forschungstätigkeit für die Bereiche Energie und Verkehr des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Köln als Vorstand zuständig.

ESSAYS

Geschichte
Bereitstellung
Energie-
versorgung
**Heraus-
forderungen**



Herausforderungen

Der gesellschaftliche Prozess
der Energiewende



Keine Energiewende ohne ausreichende Akzeptanz

Warum die Bevölkerung in die Prozesse der Energiewende eingebunden werden muss

von *Ortwin Renn*

Die Akzeptanz von Maßnahmen oder Planungen im Rahmen einer Energiewende hängt von vier wesentlichen Faktoren ab: von der Einsicht in die Notwendigkeit, von der positiven Nutzen-Risiko-Bilanz, von der Sicherstellung von Selbstwirksamkeit und vom Potenzial emotionaler Identifikation mit dem Vorhaben. Nicht alle vier Bedingungen müssen vollständig erfüllt sein, aber nur wenn die betroffenen Menschen den Eindruck haben, dass alle vier in ausreichendem Maße gegeben sind, kann man mit Zustimmung oder zumindest Toleranz rechnen. Energiepolitik ist daher darauf angewiesen, durch entsprechende Politikgestaltung, durch adressatenbezogene Kommunikation und vor allem durch mehr Chancen zur aktiven Mitwirkung der Bürgerschaft an öffentlichen Planungen die Voraussetzungen für Akzeptanz zu verbessern.

Energiewende und ihre Akzeptanz in der Gesellschaft

Mit dem Beschluss, aus der Kernenergie auszusteigen und die Treibhausgasemissionen deutlich zu drosseln, steht Deutschland vor der Herkules-Aufgabe, eine Reduktion der fossilen Energieversorgung von heute rund 80 auf unter 20 Prozent bis zum Jahre 2050 herbeizuführen. Die mit diesen Zielen verbundenen Änderungen erfordern hohe Investitionen, organisatorisches Geschick, Kooperationsbereitschaft unter den Beteiligten und innovative politische Initiativen. Das wird schon schwer genug werden, aber das Ganze kann nur gelingen, wenn die Nutzer der Energie und die Anwohner von neuen infrastrukturellen Anlagen aktiv mitmachen. In der Theorie sind 86 Prozent der Befragten für den Ausbau der erneuerbaren Energien. 31 Prozent gaben an, der Ausbau solle konstant vorangetrieben werden, 55 Prozent sprachen sich gar für einen schnelleren Ausbau aus. Nur zwölf Prozent sagten, es sollen weniger



Anlagen gebaut werden.¹ Gleichzeitig hat sich aber der Glaube breitgemacht, dass diese Wende schon von Politik und Wirtschaft geleistet und gemeistert werden könne – und zwar mit voller Versorgungssicherheit, mit annehmbaren Preisen und ohne weitere Umweltbelastungen. Wenn aber einmal klar wird, dass die Umstellungen, die mit der Energiewende verbunden sind, auch Kosten verursachen und leicht zu Ungleichgewichten in der Verteilung von Belastungen und Vergünstigungen führen werden, wird der Enthusiasmus schnell in Enttäuschung und Skepsis umschlagen. Das war schon an den ersten Reaktionen auf die Erhöhung der Strompreise und in dem Widerstand gegen den Ausbau von Stromnetzen zu beobachten.



In Folge ist eine neue Welle von Akzeptanzproblemen vorprogrammiert. Immer dann, wenn neue Netze verlegt werden, wenn Windanlagen gebaut, wenn zu neuen Smart-Modellen in der Elektromobilität und in der Stromversorgung Vorleistungen bei der Infrastruktur getätigt werden müssen, bei denen auch die Autonomie des Verbrauchers ein Stück weit eingeschränkt wird, kann man mit Widerständen der betroffenen Bevölkerung rechnen.

Bedingungen für Akzeptanz

Akzeptanz bei Großprojekten erfordert nicht unbedingt eine positive Einstellung oder Befürwortung der geplanten Vorhaben. Die meisten Infrastrukturprojekte werden nicht mit Begeisterung angenommen. Für die politische Umsetzung von Planungen reicht es in der Regel aus, wenn die davon betroffenen Menschen die damit verbundenen Maßnahmen und Anlagen in ihrem Lebensumfeld tolerieren. Allerdings ist es für die Dynamik der Diskussion und für die Initiierung von Lernprozessen in einer Kommune von zentraler Bedeutung, dass es dort auch Vertreter und Vertreterinnen mit einer positiven Einstellung sowie engagierte Bürgerinnen und Bürger gibt, die sich für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen einsetzen. Damit eine einschneidende Veränderung im eigenen Lebensumfeld in diesem Sinne Akzeptanz erhält, sind vier Voraussetzungen zu erfüllen²:

1. *Orientierung und Einsicht*: Liegt eine Einsicht in die Notwendigkeit der Maßnahmen vor und steht man hinter den mit den Maßnahmen angestrebten Zielen und Mitteln, dann ist eher mit Akzeptanz zu rechnen. Damit sich Menschen aber eine Vorstellung davon machen können, was sie bei Planungsvorhaben erwartet, brauchen sie Informationen über die Planungsoptionen und den Planungsprozess. Jeder will wissen, was er von den Planungen in Zukunft zu erwarten hat und was auf ihn zukommt. Dazu gehört auch die Frage, ob Alternativen verfügbar sind und, wenn ja, warum diese nicht gewählt wurden. Gleichzeitig verlangen die Bürgerinnen und Bürger eine transparente, das heißt nachvollziehbare Argumentation, wenn es um die Begründung von Entscheidungen geht.

2. *Selbstwirksamkeit*: Menschen neigen dazu, Eingriffe in ihre Lebenswelt abzulehnen, wenn sie damit die Vorstellung assoziieren, dass ihr Freiheitsspielraum und ihre Souveränität über ihre Lebensgewohnheiten negativ beeinträchtigt werden könnten. Beispielsweise empfinden Menschen einen Eingriff in ihre Nutzungsgewohnheiten von Haushalts- oder Unterhaltungsgeräten im Rahmen einer Smart-Grid-Lösung (etwa Abschaltung bei zu hoher Stromnachfrage) als eine unzulässige Beeinträchtigung ihrer Souveränität. Auch die zeitweise Überlassung ihres Elektrofahrzeugs als Strompuffer wird von den meisten Bürgerinnen und Bürgern als unzumutbarer

¹ Windräder sind das sympathische Sinnbild einer klimafreundlichen, erneuerbaren Energiequelle.

Foto: aadaadaad / Shutterstock.com

2 *Der tanzende
Strommast
Zauberlehrling ist
Teil der Emscherkunst-
Ausstellung.*

Foto: Tuxyso / Wikimedia
Commons / CC-BY-SA 3.0



Eingriff in ihre Privatsphäre empfunden. Je mehr also eine Maßnahme den Eindruck vermittelt, den Freiheits-spielraum einzuengen, desto eher ist mit mangelnder Akzeptanz zu rechnen.

Das Argument der Selbstwirksamkeit gilt aber auch für den Entscheidungsprozess selber. Nur hier verkehrt sich das Argument: Hat man nämlich den Eindruck, dass die eigenen Handlungsmöglichkeiten zur Veränderung oder sogar Verhinderung der unerwünschten Großvorhaben nicht ausreichen, um politisch etwas bewegen zu können, dann werden die Maßnahmen auf der Basis einer fatalistischen Grundeinstellung toleriert. Erst wenn man daran glaubt, dass das eigene Handeln an dem Planungsvollzug etwas zu ändern vermöge, greift man zu einer öffentlich wirksamen Form der Akzeptanzverweigerung. Daraus kann sich ein paradoxer Zustand ergeben:

Je mehr Menschen durch öffentliche Zugeständnisse und Partizipationsangebote die Möglichkeit erhalten, an den Planungen mitzuwirken, desto mehr wächst das Zutrauen in die eigene Selbstwirksamkeit und desto

mehr müssen die Planungsträger mit öffentlich wirksamer Akzeptanzverweigerung rechnen. Allerdings sollte dies nicht als eine Einladung zu Einschüchterung der Standortbevölkerung oder hoheitlicher Durchsetzung von Planungsoptionen gewertet werden. Fatalismus zerstört Vertrauen und vergrößert die Politikverdrossenheit. Von daher ist es im Interesse der Planungsbehörden, die Selbstwirksamkeit der betroffenen Menschen zu stärken.

3 *Demonstranten in
Brandenburg treten
für die Umsetzung der
Energiewende ein.*

Foto: dpa



3. Positive Risiko-Nutzen-Bilanz: Akzeptanz ist umso eher zu erwarten, je mehr die geplanten Maßnahmen einem selbst oder den Gruppen und Individuen zugutekommen, die man besonders schätzt. Auch wenn durch Maßnahmen das Allgemeinwohl gestärkt wird, ist mit einer höheren Akzeptanz zu rechnen. Bei allen Informationen ist es den Anwohnern wichtig zu erfahren, ob sie selber oder andere, die ihnen nahestehen, eine positive Risiko-Nutzen-Bilanz mit der Realisierung des Vorhabens erfahren werden. Ohne Informationen über Nutzen und Risiko kann man auch schwer die Wünschbarkeit der Planungsvorhaben beurteilen.

Bei der Risiko-Nutzen-Bilanz sind beide Komponenten, Risiko und Nutzen, von besonderer Bedeutung. In der Regel versuchen die Menschen, kognitive Dissonanz, also widersprüchliche Argumente und Gegensätze, zu vermeiden. Von daher zeigen empirische Untersuchungen auf, dass die meisten Menschen ein hohes Risiko gleichzeitig mit einem geringen Nutzen und umgekehrt einen hohen Nutzen mit einem geringen Risiko verbinden.³ Sobald also eine Energiequelle in der Öffentlichkeit als riskant oder gefährlich eingestuft wird, wird automatisch auch der Nutzen für die Gesamtheit als weniger relevant eingestuft. Von daher ist die Risikowahrnehmung eine wichtige Größe bei der Bestimmung der Akzeptabilität einer Maßnahme.

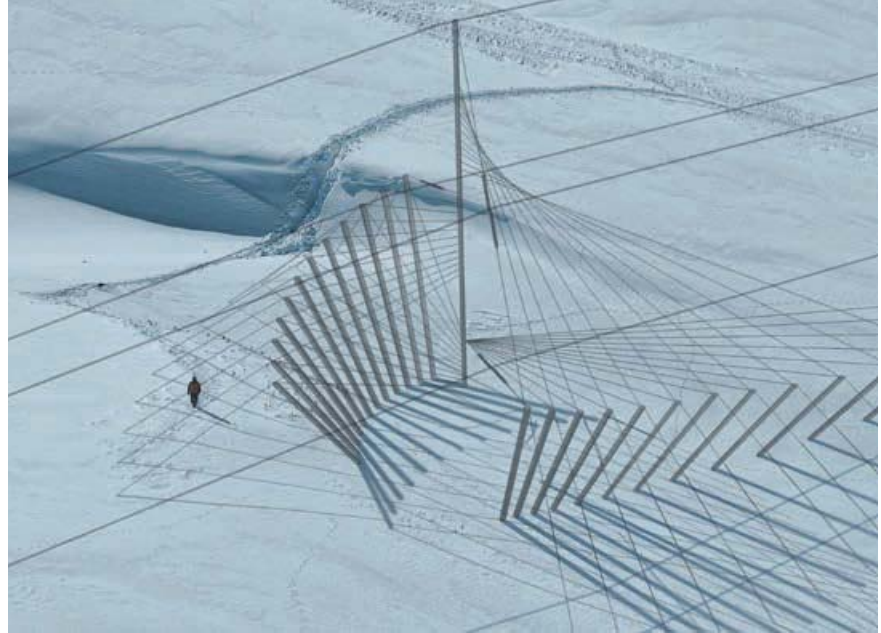
4. *Identität*: Je mehr man sich mit einer Maßnahme auch emotional identifizieren kann, desto größer ist die Akzeptanzbereitschaft. Im Rahmen neuer Planungen sind Informationen bedeutsam, die den Anwohnern helfen, den Stellenwert des Vorhabens für die weitere Entwicklung des örtlichen Umfelds zu erfassen und die Passgenauigkeit des Vorhabens in das Selbst- und Fremdbild des eigenen sozialen und kulturellen Umfelds zu überprüfen. Hier sind besonders neue Betreibermodelle und Eigentumsoptionen zu nennen (wie Genossenschaften, Ausgabe von Anteilsscheinen, Gewinnbeteiligung etc.), die über eine emotionale Bindung an Eigentum oder Nutzungsrechten Identifikation schaffen können. Gleichzeitig hilft Vertrauen in die handelnden Akteure, sich mit der geplanten Veränderung im lokalen Umfeld zu identifizieren.

Will man diese vier Aspekte zugunsten einer größeren Akzeptanz der geplanten Vorhaben beeinflussen, dann ist zumindest erforderlich, dass die Informationen und Kommunikationsangebote auf alle vier Aspekte bezogen sind. Nur wenn man deutlich machen kann, wie die geplanten Vorhaben den Nutzen für einen selbst und andere verbessern und in welchem Ausmaß positive Identifikation ermöglicht wird, kann mit höherer Akzeptanz gerechnet werden.

Kombination von Kommunikation und Beteiligung

Die Wirksamkeit von Kommunikation zur Beeinflussung der Akzeptanz ist aber begrenzt. Vor allem wenn es um Vorhaben geht, die Belastungen für die Anwohner mit sich bringen und bei denen der Allgemeinnutzen gesellschaftlich umstritten ist, ist es nahezu unmöglich, allein durch Information und Kommunikation – auch wenn sie in Form eines Dialogs angeboten werden – eine Veränderung der Akzeptanz zu erreichen. Hinzu kommt, dass großflächige Veränderungen eher als Fremdkörper und weniger als Bereicherung des örtlichen Umfelds angesehen werden. Hier hat der Kommunikator schlechte Karten.

Insofern ist es schon aufgrund der mangelnden Effektivität von Kommunikation angebracht, den betroffenen Menschen größere Beteiligungschancen einzuräumen, so dass sie selbst anhand von unterschiedlichen Varianten entscheiden können, in welchem Maße die vier Akzeptanzkriterien erfüllt sind.⁴ Die Perspektive der Beteiligung verändert den politischen Entscheidungsprozess. Kommunikation ist darauf ausgerichtet, den betroffenen Menschen eine einmal legal gefällte Entscheidung zugunsten einer bestimmten Option nahezubringen in der Hoffnung, dass sie diese Sicht auch anerkennen oder zumindest tolerieren. Dagegen geht die Perspektive der Beteiligung von offenen Willensbildungsprozessen aus und überlässt es innerhalb der gesetzlichen Grenzen den in den Prozess einbezogenen



Bürgerinnen und Bürgern, auf der Basis der eigenen Vorstellungen und Bewertungen neue Optionen zu schaffen und bestehende zu bewerten. In dem Moment, wo Entscheidungsbetroffene zu Entscheidungsträgern werden, wird Identität schon allein durch das Verfahren geschaffen.⁵

Resümee

Eine Energiewende kann nur gelingen, wenn gesellschaftliche Strukturen, Entscheidungsprozesse und Entwicklungen von Anfang an mitgedacht werden. Um diese gesellschaftlichen Wandlungsprozesse ausreichend zu berücksichtigen, bedarf es der frühzeitigen Einbindung der Bevölkerung bei der Problemdefinition, Problemanalyse und Entscheidungsfindung. Denn nur wenn Bürgerinnen und Bürger von Beginn an in die Prozesse zur Umsetzung der Energiewende einbezogen werden, kann es gelingen, diese Transformation als gesamtgesellschaftliche Aufgabe wahrzunehmen und erfolgreich umzusetzen.

4 *Um die Akzeptanz von Strommasten zu erhöhen, werden diese ansprechend und an ihre Umgebung angepasst gestaltet.*

Foto: Centipede Snow Field, Copyright 2015, Choi + Shine Architects

1 www.check24.de/strom-gas/news/umfrage-deutsche-wollen-energiewende-60364/ (Abruf: 10.1.2017).

2 Eine ähnliche Zusammenstellung, wie sie oben vorgenommen wurde, findet sich bei Susan T. Fiske (vgl. Fiske, Susan T.: *Social Beings. Core Motives in Social Psychology*. Hoboken (NJ): 2010, S. 89–92). Susan T. Fiske benennt die folgenden Grundmotive: Understanding (entspricht Orientierung), Controlling (kommt dem Konzept der Selbstwirksamkeit nahe) und Self-Enhancing (Identitätsentfaltung). Allerdings kommt bei ihr der Nutzen nicht vor, der zweifellos ein wichtiges Motiv darstellt. Für kollektive Handlungen vgl. Zomer, Martijn van; Postmes, Tom; Spears, Russell: *Toward an Integrative Social Identity Model of Collective Action: A Quantitative Research Synthesis of Three Socio-Psychological Perspectives*. In: *Psychological Bulletin* 134 (2008), S. 504–535.

3 Slovic, Paul: *Perceived Risk, Trust and Democracy*. In: *Risk Analysis* 13 (1993), S. 675–682.

4 Renn, Ortwin: *Bürgerbeteiligung bei Öffentlichen Vorhaben. Aktueller Forschungsstand und Folgerungen für die praktische Umsetzung*. UVP-Report 27 (2013), H. 1 & 2, S. 38–44.

5 Leggewie, Claus; Nanz, Patrizia: *Die Konsultative: Mehr Demokratie durch Bürgerbeteiligung*. Berlin: 2016.