

Umbruch im Energiemarkt als das Erklimmen einer neuen Kulturstufe

Dr.-Ing. Franz Hein, *mpc* management project coaching, Esslingen, Deutschland, FHein_ES@web.de

Kurzfassung

Der anstehende Umbruch im Energiemarkt ist nicht nur der vollständige Wechsel auf erneuerbare Energien. Er ändert den Umgang mit Energie. Wir verhielten uns bisher wie in einem „Energie-Schlaraffenland“. Ohne Rücksicht auf die Nachwelt wurden die Vorräte an fossilen Energien abgebaut. Künftig kann nur noch die Energie genutzt werden, welche momentan von der Sonne direkt bzw. indirekt (z.B. als Windenergie) einströmt oder von uns geeignet eingespeichert wurde. Wir müssen eine neue Kulturstufe erreichen und lernen, das stark wechselnde (volatile) Energieangebot zu beherrschen. Das ist wie damals, als aus Jägern und Sammlern Ackerbauer und Viehzüchter wurden und der Mensch lernen musste, mittels Infrastrukturen mit dem volatilen Wasserangebot umzugehen und Ernten zu speichern.

Abstract

The upcoming radical change in energy market will be more than complete shift to renewables. It will change the usage of energy. Up to now we lived in an “energy paradise”. Without a thought about the needs of the next generations we reduced the storages of fossil fuels. In the future we will use only energy offered by the sun – directly or indirectly (e.g. wind energy) – or energy we stored before. We will have to make the next cultural step. We have to cope the extremely volatility of energy production. It is similar to the times, when we made the change from hunters and gatherers to tillers and stockbreeders: They had to learn how to manage the volatile offering of water and to store harvest.

1 Umbruch oder nur Energiewende

Energiewende klingt harmlos. Es lässt sich der Bevölkerung besser „verkaufen“. Umbruch klingt nach Gewalt, nach großem Störpotential. Doch das, was zu bewältigen ist, hat eine derartige Mächtigkeit, dass ein Aufrütteln erforderlich ist. Nur eine umfassende Information der Bevölkerung kann die Einsicht fördern, dass bald das so bequeme „Energie-Schlaraffenland“, dieses immer mit genügend Strom, Gas, Benzin, etc., versorgt zu sein, tatsächlich verlassen werden muss. Die Bevölkerung kann auf dem nun einzuschlagenden Weg nur dann „mitgenommen“ werden, wenn völlige Transparenz der zu treffenden Maßnahmen hergestellt wird. Ohne das, ist eine Bereitschaft zu notwendigen Änderungen nicht zu erreichen.

1.1 Nur „Tausch“ der Energiequellen?

Wenn die Einsicht erreicht worden ist, dass Vorräte durch das Verbrauchen tatsächlich einmal zu Ende gehen (aber man findet doch laufend immer wieder neue Lagerstätten – ad infinitum?), dann baut man einfach andere Kraftwerke, stellt Windräder auf und schafft (stark subventionierte) Photovoltaikflächen (auf Feldern?!) und fertig. Probleme mit der Verfügbarkeit von Wind oder dem bemerkenswerten Umstand, dass nachts bisher (!) die Photovoltaik keine Energie beistellt, gibt es nicht – oder doch?

Dass Güter vom Ort der Erzeugung zu den Orten transportiert werden müssen, wo sie benötigt werden, ist jedem klar. Nur beim Stromtransport ist dies anscheinend nicht so. Diesen Transport kann ja keiner sehen. Die dafür notwendigen Leitungen stören immer, genauso wie Windrä-

der oder andere Einrichtungen für Bereitstellung, Transport und Verteilung von Strom. Warum nicht einfach ein Gesetz beschließen, das die Anwendung des St.-Florian-Prinzips per Strafe verbietet. Dieses Prinzip ist durch folgenden Spruch gut beschrieben: „Oh heiliger St. Florian, verschon mein Haus, zünd's andere an“. Leider ist diese „Krankheit“ in der Gesellschaft weit verbreitet. Nur wie kommen wir dann zu den notwendigen Infrastrukturen?

1.2 Nur finanzieller Kraftakt?

Es gibt keinen „Laden“, in dem wir für unser Geld eine neue Umwelt kaufen können. Und der Umbruch im Energiemarkt ist nicht gegen „billigste“ Berechnung irgendwo zu bestellen. Ein finanzieller Kraftakt reicht nicht. Ein umfassendes Umsteuern ist nötig – zuallererst bei unserem Verhalten. Mit der Ressource „Energie“ müssen wir umgehen lernen, wie mit anderen begrenzt verfügbaren Ressourcen. Wenn keine fossilen Energien mehr vorhanden sind, kann kein Geld der Welt welche herbeizaubern.

Die neue Art der Energiebereitstellung, auf die wir uns vorbereiten müssen, hat in erster Linie technische und organisatorische Herausforderungen zur Folge. Wir müssen mit dem begrenzten und stark wechselnden Umfang an zuströmender Energie und mit der Endlichkeit jedweder Energiespeicherung umgehen lernen. Überhaupt kann nur ein Bewirtschaften, ein Entkoppeln des Bedarfs von der zuströmenden Menge, also ein umfassendes Energiemanagement, uns ermöglichen, den Umbruch zu meistern.

Die Umwandlung und die Speicherung von Energie in ihren verschiedensten Formen sind zentrales Thema. Bei all diesen Prozessen des Gewinnens, des Ein- und Ausspeicherns von Energie ist der „Erntefaktor“ die alles entscheidende Größe (und nicht die Rendite). Der Erntefaktor drückt aus, wie viel wir „säen“ müssen, um dann „ernten“ zu können. Ist der Aufwand an „Saatgut“ größer als das, was wir schließlich ernten, hier an Energie für unsere Nutzanwendungen, dann wäre ein solcher Prozess sinnlos, unabhängig von allen finanziellen Betrachtungen.

1.3 (Sprunghafter?) Kulturstufenübergang

Als Jäger und Sammler nahmen die Menschen für ihre Nahrung aus der Natur was sie vorfanden. Für das Nachwachsen sorgten sie nicht. Wir nehmen zur Zeit die fossilen Energien (Kohle, Öl, Gas) wo wir sie vorfinden und kümmern uns bisher nicht darum, dass diese Vorräte einmal aufgebraucht sein werden. Deshalb steht uns wieder ein Übergang bevor, wie damals, als das Sorgen für die Nahrung der Menschen ganz neues Vorgehen und passende Techniken erforderte. Als Ackerbauer und Viehzüchter wurden gemeinschaftlich zu erstellende Infrastrukturen für die Beherrschung des volatilen Wasserangebots und das Speichern der Ernte notwendig. Künftig müssen wir die von der Sonne zwar ständig, aber zeitlich keineswegs bedarfsgerecht ankommende Energie, unmittelbar nutzen und auch lernen, sie geeignet zu bevorraten.

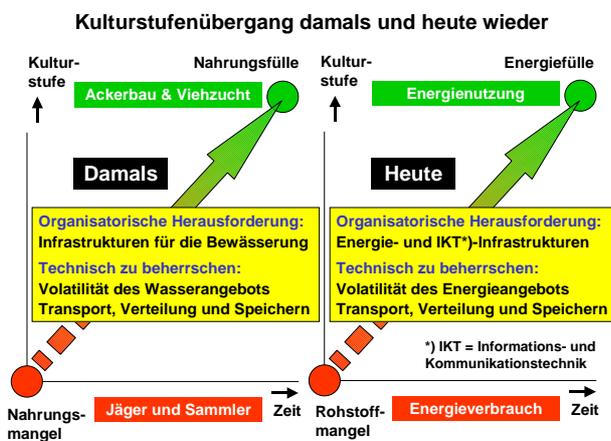


Bild 1 Analogien helfen beim Blick auf die Zukunft

Wieder sind Infrastrukturen nötig, jetzt zum Beherrschen des volatilen Energieangebots (Bild 1). Dazu muss die Nutzung mit der Bereitstellung intensiv vernetzt werden, denn für die Bevorratung stehen uns genügend mächtige Speicher derzeit nicht zur Verfügung. Eine dafür geeignete Technologie fehlt uns noch und auch für Transport und Verteilung der erneuerbaren Energien sind die heutigen Netze ungenügend ausgebaut.

Unsere Lebensqualität hängt in hohem Maß von einer verlässlichen Energieversorgung rund um die Uhr ab. Wegen der großen Schwankungsbreite beim Energieangebot und unzureichenden Puffermöglichkeiten, wird ein grundlegend

anderer Umgang mit der Energie nötig. Vor uns steht die Notwendigkeit, wieder einmal eine deutlich höhere Kulturstufe zu erklimmen. Die Stufe des sorglosen Verbrauchs der in der Erdkruste aufzufindenden Überreste früheren Lebens (= chemisch gespeicherte Sonnenenergie) müssen wir verlassen. Wir brauchen für den neuen Umgang mit der Energie „kundige“ Kunden, die dafür auch geeignete Werkzeuge erhalten müssen. Auf diese Werkzeuge wird noch eingehend hingewiesen.

1.4 Reicht eine Terminsetzung?

Übergänge brauchen Zeit, Zeit für die Vermittlung der Notwendigkeit, Verdeutlichung des Zieles und genügend Zeit für Planen, Vorbereiten, Durchführen und auch einen geordneten Abschluss. Wunschvorstellung sind überaus nützlich. Sie wecken notwendige Antriebskräfte. Die zu gehenden Wege verlangen aber nach mehr. Für den bevorstehenden Kulturstufenübergang bedarf es großer Anstrengungen, immenses Durchhaltevermögen, beispielhafte Ehrlichkeit und besonders auch Überzeugungskraft.

Die Kunden waren bisher reine Verbraucher und mussten sich um nichts kümmern. Sie konnten sich verhalten wie in einem „Energie-Schlaraffenland“, in dem jederzeit für alle in (fast) beliebiger Höhe immer Energie auf Knopfdruck zur Verfügung steht. Es gab außer einer jährlichen Rechnung keinerlei Rückkopplungen, die eine Begrenztheit der Energiebereitstellung und das aufwendige Sorgen um die ständige Verfügbarkeit der Netze zum Transport und zur Verteilung für die Verbraucher erkennbar machten. Hier herrscht ein eklatanter Wahrnehmungsmangel mit fatalen Konsequenzen, deutlich aufgezeigt z.B. in [1].

1.5 Wahrnehmung der Herausforderungen

Wie ist es überhaupt mit der Wahrnehmung der Herausforderungen bestellt? Mit welchen Lösungsideen kann den immensen Herausforderungen begegnen werden? Welche (jeweils persönliche) Wahrheiten bestimmen die zu treffenden Entscheidungen?

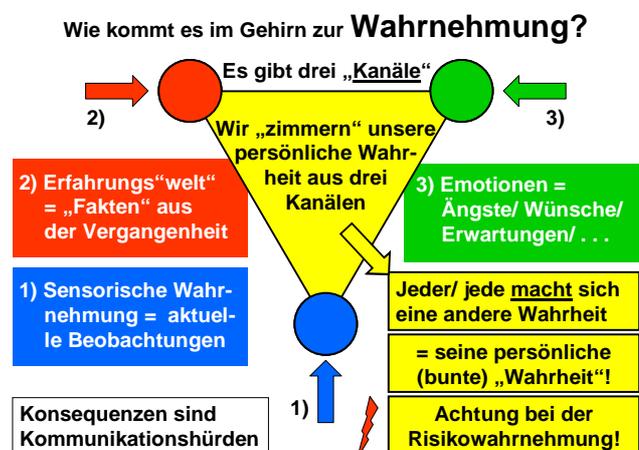


Bild 2 Bildung der persönlichen Wahrheit

Die Bildung unserer persönlichen „Wahrheit“ gehört genauer betrachtet (Bild 2). Bei einer Kommunikation mit anderen kann nicht vorausgesetzt werden, dass die jeweiligen persönlichen „Wahrheiten“ deckungsgleich sind. Die sensorischen Wahrnehmungen stimmen am ehesten überein. Erfahrungen sind schon sehr persönlich. Sie können die Wahrnehmungen regelrecht „verdrehen“, siehe [2]. Emotionen können die persönliche „Wahrheit“ weit von der Wirklichkeit entfernen. Bei ideologisch verengter Betrachtungsweise ist dieser Effekt stark ausgeprägt und führt oft zu erheblichen Kommunikationsschwierigkeiten. Bei Informationen zum bevorstehenden Kulturstufenübergang sind deshalb etliche Risiken zu bedenken.

Beim Risikomanagement gibt es auch ein beachtliches Risiko. Jeder Mensch neigt bei der Bildung seiner persönlichen „Wahrheit“ dazu, unbewusst und automatisch eine geringe Wahrscheinlichkeit auf Null zu setzen, wenn er so ein Ereignis noch nicht selbst erlebt hat. Erzählungen oder das Nachlesen in der Geschichte können dieses Verhalten oft nicht nachhaltig beeinflussen. Wir vergrößern zudem rechnerisch kleine Werte automatisch erheblich, wenn uns selbst ein seltenes Ereignis betroffen gemacht hat. „Gefühle“ Wahrscheinlichkeiten beeinflussen enorm unsere Entscheidungen. Und dann gibt es noch einen Effekt:

Eines läßt sich nicht bestreiten:
 Jede Sache hat zwei Seiten.
 – Die der andern, das ist eine,
 Und die richtige Seite: deine

Dieses Gedicht von Mascha Kaléko [3] stellt eine überaus gelungene Verbindung zwischen persönlichen „Wahrheiten“ mit einander kommunizierender Menschen her – was aber offensichtlich die Kommunikation nicht erleichtert.

2 Einbindung der Energiekunden

Wie steht es mit der Wahrnehmung der Energiekunden? Im heutigen Energiemarkt sind sie die rundum versorgten Energieverbraucher, die sich um nichts kümmern müssen. Damit sind ihre Fähigkeiten verkümmert, den für die ständige Versorgung zu erbringenden Aufwand erkennen und werten zu können. Der Wechsel vom versorgten Energieverbraucher zum überlegt und sorgsam mitwirkenden Energienutzer ist deshalb auch einer der vielen Umbrüche. Zum Teil werden Kunden sogar zu Energielieferanten, was den Umbruchcharakter noch verstärkt.

2.1 Beahlt ein Kunde wirklich Energie?

Die Kunden für so geistig minderbemittelt zu halten, dass ihnen selbst in Gesetzestexten vorgegaukelt wird, es gäbe so genannte „intelligente“ Zähler, deren Einbau allein schon Energie spart, gehört zur Besonderheit des Energiemarktes. Dies zeigt auf, welche Wertschätzung die Kunden derzeit genießen und wie sie ihre Bedeutung selbst einzuschätzen haben. Überhaupt werden oft Begrif-

fe benutzt, ohne deren tatsächliche Bedeutung und den damit zu vermittelnden Inhalt zu reflektieren. Worthülsen wie das inzwischen inflationär verwendete „smart“ sollen offenbar genaueres Nachdenken ersetzen.



Bild 3 Paradigmenwechsel im Verhältnis zu den Kunden

Kunden sind Energienutzer, nicht Energieverbraucher! Sie zahlen in aller Regel gerne für den Energiebeitrag zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse, aber nicht für Zähler, mögen diese noch so bunt und „smart“ sein (Bild 3). Das Sichtbarmachen von Werten umgesetzter Energiemengen kann hilfreich sein, reicht aber für die nötige Änderung des Verhaltens nicht aus. „Dynamische“ Tarife sind für ein rasches Reagieren durch Einrichtungen zu ersetzen, die anhand von Signalen (viel oder wenig Leistung verfügbar) zur Stabilität und Funktionsfähigkeit der Infrastrukturen im Energiemarkt beitragen (siehe unter 3.).

Entscheidend bei jeglicher Einbindung der Kunden ist, wie deren Lebensqualität aufrecht erhalten oder gar noch gesteigert werden kann, trotz vollständigem Übergang auf die alleinige Nutzung erneuerbarer Energien, die (irgendwann) unsere Lebensgrundlage sein müssen. Dafür ist den Kunden eine Mitverantwortung zuzumuten. Die Kunden sollten zu „kundigen“ Kunden und echten Marktpartnern werden. Die Wahrnehmung der Kunden im Markt muss sich deshalb in eine echte Kundenorientierung wandeln.

2.2 Kunden im Energie(informations)netz

Der Energietransport geschieht über Leitungsnetze. Für deren Überwachung und Steuerung war immer schon ein Informationsnetz nötig. Das wurde bisher wegen der hohen Kosten meist nur für die Höchstspannungsebene erstellt und betrieben. Es dient zusammen mit den Netzleitwarten dazu, jederzeit einen Überblick über Schaltzustand und wichtige Messgrößen des Netzes zu gewährleisten. Ferner erfolgt die Netzregelung darüber so, dass im Regelgebiet das Leistungsgleichgewicht trotz Volatilität ständig eingehalten wird. Zudem wird darauf geachtet, dass der Energieaustausch über die Übergabestellen den vereinbarten Fahrplänen entspricht. Indikator für das Leistungsgleichgewicht ist die Netzfrequenz, die in sehr engen Grenzen nahe bei der Nennfrequenz von 50 Hertz

gehalten wird. Künftig müssen die erneuerbaren Energien genauso wie die Einrichtungen bei den Kunden in die Beobachtung und Steuerung mit einbezogen werden. Das erhöht die Komplexität in ganz beachtlichem Umfang. Die Leistungsfähigkeit der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) hat sich extrem gesteigert. Die Kosten sind im Gegensatz dazu drastisch gesunken. Die IKT durchdringt längst sämtliche Lebensbereiche. Ohne ihre Nutzung sind die vielgestaltigen kommunikativen Vernetzungen nicht mehr denkbar. Diese maschinelle Kommunikation ist es, welche bei den neuen Zählern den eigentlichen Fortschritt bringt. Damit kann nun bidirektional, also in beiden Richtungen und sogar bis zu Leittechniken bei Kunden kommuniziert werden. Die uneingeschränkte Kommunikation aller Einrichtungen im Energiemarkt ist der weitere gewaltige Umbruch. Bild 4 zeigt dieses Energie(informations)netz. Siehe dazu auch in [4].

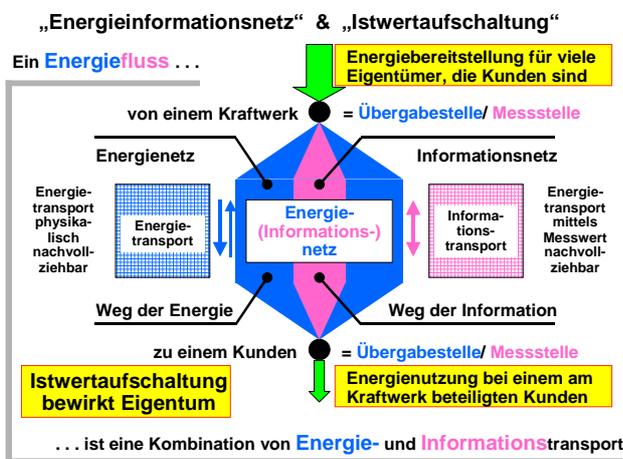


Bild 4 Umbruch durch maschinelle Kommunikation

2.3 Was sind Energieassistenzsysteme?

Fahrerassistenzsysteme helfen, dass wir mit unseren Autos sicherer fahren können. Viele kennen solche Systeme, auch wenn sie nicht im Einzelnen wissen, was genau ihr Nutzen ist und wie viele davon im Auto eingebaut sind. Energieassistenzsysteme gibt es dagegen so gut wie überhaupt noch nicht. Sie wären eine echte Hilfe für die Kunden, mit der neuen Situation im Energiemarkt umgehen zu können. Mit solchen Systemen könnten den Kunden bisher ungeahnte Möglichkeiten eröffnet werden, die Chancen des neuen Energiemarktes zu nutzen (Bild 5).

Der Telekommunikationsmarkt hat eindrucksvoll gezeigt, wie rasch nützliche Einrichtungen Verbreitung finden. Die mobile Erreichbarkeit ist zur Selbstverständlichkeit geworden. Entscheidend dafür waren das hohe Nutzenpotential und der günstige Preis. Bei AAL (=Ambient Assisted Living) stehen vergleichbare Entwicklungen an. Auch hier sind die so genannten „Embedded Systems“ der Schlüssel zu mehr Lebensqualität selbst im hohen Alter.

Synergien bei den verschiedenen Einsatzgebieten dieser „Embedded Systems“ sind nutzbar. Denn aus Sicht der

Kunden gibt es eine Vielzahl ähnlicher Anforderungen wie leichte und intuitive Bedienung, handlich und unkompliziert, geringer Energiebedarf, hohe Verlässlichkeit und Langzeitstabilität. Der Energiemarkt kann damit Lösungsideen erben und Weiterentwicklungen nutzbringend in eigenen Einsatzgebieten verwenden. Energieassistenzsysteme werden so zu entscheidend wichtigen Werkzeugen bei den Kunden. Damit können diese zu einer hohen Stabilität, Leistungsfähigkeit und Effizienz der Infrastrukturen im Energiemarkt mit beitragen.



Bild 5 Energieassistenzsysteme helfen dem Kunden seiner Mitverantwortung gerecht zu werden

3 Mitwirkung der Energiekunden

Die intensive Mitwirkung der Energiekunden ist in allen Bereichen des künftigen Energiemarktes dringend nötig. Ohne dieses Mitwirken sind die Herausforderungen eines vollständigen Übergangs auf ausschließlich erneuerbare Energie als unsere Lebensgrundlage und Basis unserer gesamten Industrie nicht zu bewältigen. Dazu gehört die Mitverantwortung der Kunden für einen stabilen Netzbetrieb und die Sorge um eine möglichst effiziente Verwendung der Energie. Besondere Aufmerksamkeit ist der Bevorratung von Energie auch auf Kundenseite zu schenken. Die Energiekunden können zudem mit ihrer Einkaufsmacht die Entwicklung zu einer nachhaltigen Energieversorgung entscheidend beeinflussen.

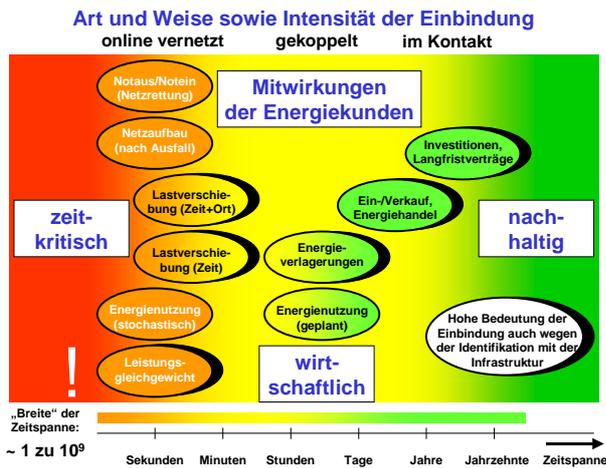


Bild 6 Stark unterschiedliche Zeitbedingungen und Beweggründe bei der Kundenmitwirkung
 Die Mitwirkungsmöglichkeiten sind vielfältig. Die Zeitbedingungen unterscheiden sich bei den Beweggründen allerdings erheblich und umfassen einen Bereich von wenigen Sekunden bis mehrere Jahrzehnte, also eine Spanne von ca. 1 zu 10⁹, (Bild 6). Deshalb gibt es ganz unterschiedliche Formen der Kundeneinbindung. Beim Umsetzen in Geschäftsmodelle sind Ideenreichtum und Innovationsfähigkeit der Schlüsselfaktor, siehe dazu auch [6].

Die technische Einbindung erfolgt über Energieassistenzsysteme und das Energieinformationsnetz (Bild 4, Bild 5). Dieses Zusammenfügen der mehr globalen Sicht auf das Energiesystem als Ganzes mit der lokalen Sicht auf die Lebensqualität beim Kunden ist der Schlüsselfaktor für das Gelingen des Umbruchs. Den Energieassistenzsysteme obliegt dabei die Sorge für die Einhaltung der Lebensqualität, Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit auf Kundenseite. Bei den übrigen Marktpartnern sind entsprechende Systeme erforderlich. Alle diese Systeme sind untereinander mit maschineller Kommunikation zu vernetzen und müssen in weitem Umfang automatisch agieren. Leittechniken sind zur Beherrschung unerlässlich.

Jedweder zentral erfolgende Eingriff muss von den Kunden bewusst zugelassen und unterbunden werden können. In einem solch umfassenden Netzwerk muss zudem auf sichere Weise eine Ungleichzeitigkeit so herbeigeführt werden, dass die Reaktionen in den dezentralen Einrichtungen genügend "stochastisch" ins Geschehen eingreifen. Das gilt selbst für die Notfallmaßnahme "Rettung des Netzes vor einem Ausfall" (siehe 3.1.2), denn sonst könnte dieser Kollaps bewusst und vorsätzlich herbeigeführt werden. Die menschlichen Handlungsweisen haben (leider, aber unausweichlich) immer schon eine große Bandbreite, von außergewöhnlich gut bis teuflisch schlecht und bodenlos gemein. Die Technik erweitert „nur“ unseren Handlungsraum und macht dies damit „besser“ möglich!

3.1 Mitverantwortung für die Netzstabilität

Die Sicherstellung der Netzstabilität ist die Grundvoraussetzung für einen funktionierenden Energiemarkt. Wegen der Volatilität der erneuerbaren Energien einerseits und dem Wegfall bisheriger Kraftwerksarten andererseits bedingt dies auf Kundenseite ein Mitwirken an den Systemdienstleistungen. Das kann wegen den Zeitbedingungen nur online und mittels flinken Automaten geleistet werden. Diese sind mit den Komponenten auf der Netzbetriebsseite über schnelle Kommunikationswege zu koppeln, um die im linken Teil von Bild 6 aufgeführten, sehr zeitkritischen Mitwirkungen realisieren zu können.

3.1.1 Sicherung der Primärregelfähigkeit im Netz

In Deutschland wurden bereits mehrere große Kraftwerksblöcke außer Betrieb genommen, weitere folgen. Damit fehlt nicht nur Erzeugungsleistung, sondern es fehlen auch die Schwungmassen ihrer Synchrongeneratoren. Dieser Verlust setzt sich mit dem absehbaren Wegfall von Kraftwerken auf Basis fossiler Rohenergien fort. Dies mindert die Fähigkeit zur Primärregelung. Die Schwungmassen, die darin steckende Rotationsenergie und die starre Kopplung der Drehzahl mit der Netzfrequenz bei den Synchrongeneratoren sind für die Primärregelung entscheidend wichtig. Ein Ausfall einer Einspeisung verringert im ersten Moment die Rotationsenergie, damit die Drehzahl der Synchrongeneratoren und so die Netzfrequenz. Die Netzfrequenz ist der im ganzen Netz vorhandene Indikator für das Leistungsgleichgewicht. Aufgrund dieser Größe wird in allen regelfähigen Kraftwerken die Leistung solange verändert, bis das Leistungsgleichgewicht wieder erreicht ist. Photovoltaikanlagen und Windkraftwerke sind an dieser Regelung nicht beteiligt.

Der Verlust an Regelfähigkeit muss künftig auf der Seite der Kunden durch sehr rasche Veränderungen der Belastung kompensiert werden. Das ist völlig autonom möglich, da überall die Netzfrequenz lokal gemessen werden kann. Eine rasche Veränderung der Leistung auf Kundenseite kann, ohne Beeinträchtigungen für die Kunden, durch ein von einem Energieassistenzsystem überwachtes Zu- oder Abschalten von Kundeneinrichtungen bewerkstelligt werden. Dazu eignen sich solche Einrichtungen besonders gut, welche beim Kunden Energie in Wärme oder Kälte umwandeln (z.B. Elektrische Speicherheizung, Warmwasserspeicher, Gefriertruhen). Ein Frequenzabfall signalisiert Energiemangel und führt zum Abschalten. Herrscht zu hohe Frequenz (=Energieüberfluss), wird zugeschaltet. Dabei müssen die Energieassistenzsysteme nur darauf achten, Nachteile für die Kunden zu vermeiden (z.B. fehlende Behaglichkeit, kein Warmwasser, zu hohe Temperatur in der Gefriertruhe).

3.1.2 Minderung des Risikos eines Netzausfalles

Bei zu großem Mangel oder Überschuss an Leistung im Netz, besteht die Gefahr eines totalen Netzausfalles. Signalisiert wird dies durch eine hohe Abweichung von der

Sollfrequenz. Würden z.B. bei Leistungsmangel sehr rasch Belastungen vom Netz genommen, wird das Risiko eines Netzausfalles gemindert. So rasch reagieren können nur Automaten. Energieassistenzsysteme könnten sogar prioritätsgesteuert abschalten. Damit könnte erreicht werden, dass die Versorgung von wichtigen Infrastrukturen so lange wie möglich beibehalten wird (z.B. Kommunikationseinrichtungen, Verkehrsampeln). Bisher gibt es diese Differenzierung nicht. Die heutigen Frequenzrelais schalten ganze Netzteile ab. Davon wären auch Einspeisungen in unteren Netzebenen (z.B. die Photovoltaik) betroffen. Mit Energieassistenzsystemen könnte hingegen sehr differenziert selbst auf der untersten Netzebene mitgeholfen werden, einen Netzausfall zu vermeiden. Sie würden zunächst nur unkritischere Versorgungen abschalten. So wäre die Chance höher, dass keine schwerwiegenden, weil großflächigen Unterbrechungen auftreten. Für diese Unterstützung des Systembetriebes wird neben der lokal zu messenden Frequenz das Signal des verantwortlichen Netzbetreibers benötigt, welches „Netz in Gefahr“ meldet. Die Prioritäten wären dezentral einzustellen.

3.1.3 Unterstützung eines Netzwiederaufbaues

War ein Netzausfall nicht zu verhindern, ist ein Netzwiederaufbau vorzunehmen. Wiederum könnten Assistenzsysteme eine Prioritätssteuerung vornehmen und dafür sorgen, dass wichtige Infrastrukturen zuerst versorgt werden. Die Selektivität kann ins Detail gehen (z.B. Dialysegeräte vorrangig). Falls sich Netzteile im Ausfallgeschehen separieren konnten und durch lokale Einspeisungen autark blieben, können Assistenzsysteme für ein „sanftes“ Wiedereingliedern sorgen. Diese Unterstützung des Netzbetriebes benötigt außer der Messung der Netzfrequenz vom Netzbetreiber nur das Signal „Netzwiederaufbau“ und vor Ort Regelungen für die Wiedereingliederung.

3.1.4 Prognosen mit Kundenhilfe

Werden Methoden beim Prognostizieren benutzt, die auch bei den Vorhersagen der Wahlergebnisse im Einsatz sind, dann könnten durch ein Abfragen der Assistenzsysteme ausgewählter und dazu bereiter Kunden die Prognoseergebnisse zutreffender gestaltet werden. Das hilft allen Marktbeteiligten, ihre Planungen dem tatsächlichen Geschehen rechtzeitig besser anzupassen.

3.1.5 Lastverschiebung über die Zeitachse hinweg

Die Netzbetreiber sind gehalten, bei Abweichungen in der Leistungsbilanz einen Ausgleich innerhalb einer Viertelstunde herbeizuführen (Sekundärregelung). Daran können sich Kunden durch Lastverschiebungen beteiligen. Bei Leistungsüberschuss könnten sie Nutzungen zeitlich vorziehen, bei Leistungsmangel in die Zukunft verlagern. Das ist meist bei energiespeichernden Nutzungen einfach und ohne jedwede Komforteinbuße sehr rasch machbar (siehe auch bei 3.1.1). Wenn Assistenzsysteme beim Kunden Einrichtungen dafür freigeben, ist das eine Beteiligung an der Sekundärregelung und mindert den Regel-

leistungsbedarf beim Netzbetreiber. Dazu benötigt der Netzbetreiber von den Kundenanlagen den Status „Regelbereitschaft“ und die Systeme beim Kunden die Regelsignale des Netzbetreibers. Die Vor-Ort-Systeme müssen nur darauf achten, dass die Lebensqualität der Kunden gewährleistet bleibt. Sie müssten sich von der Regelung abtrennen, wenn es die Situation beim Kunden verlangt.

3.1.6 Engpassmanagement über Lastverschiebung

Der Netzausbau hängt hinter dem Bedarf an Transport- und Verteilkapazität hinterher. Bei der Windenergie ist absehbar, dass der Zubau weitab von den Lastschwerpunkten erfolgen wird. Damit nimmt der Transportbedarf weiterhin zu. Das führt zu weiteren Engpässen im Netz und verstärkt bereits bestehende. Das (n-1)-Prinzip der Netzbetriebsweise, d.h. jederzeit darf eines der Netzbetriebsmittel (auch Einspeisungen) ausfallen, ohne dass es zu nicht mehr beherrschbaren Netzzuständen kommt, hat sich sehr bewährt und zu der bemerkenswert guten Verfügbarkeit geführt. Es steht nun aber immer mehr auf der Kippe. Damit steigt das Risiko eines großflächigen, länger andauernden Netzausfalles mit extremen Schaden. Wenn Kunden, wiederum unterstützt durch Assistenzsysteme, Lastverschiebungen über die Zeitachse zulassen, dann können Netzbetreiber dies auch dazu nutzen, solche Verschiebungen über das Netz hinweg zur Beherrschung und Überbrückung von Netzengpässen vorzunehmen. Kunden könnten damit dem Netzbetreiber bei seinem Engpassmanagement Möglichkeiten einräumen, die es so bisher nicht gab. Bisher konnten Belastungsänderungen nur über die Einspeiseite erzielt werden. Bei den erneuerbaren Energien als Grundlage der künftigen Energieversorgung entfallen solche Möglichkeiten weitestgehend.

3.2 Energieverlagerung als neue Chance

(Um-)Speicherung von Energie ist der wichtigste Schlüssel im Umgang mit der Volatilität erneuerbarer Energien. Großtechnisch stehen dafür derzeit nur Pumpspeicherwerke zur Verfügung. Weder der vorhandene Umfang an Speichermöglichkeiten noch der künftig mit dieser Technologie denkbare Ausbau reichen aus, um den Umbruch im Energiemarkt meistern zu können. Andere Verfahren wie z.B. eine Nutzung der Wasserstofftechnologie sind für Speichierzwecke denkbar, jedoch noch nicht großtechnisch einsatzfähig. Aber es gibt auf Kundenseite durchaus jetzt schon Speichermöglichkeiten, welche mittels IKT genutzt werden können. Ferner sind neue Beteiligungsmöglichkeiten nun realisierbar, weil die IKT extrem leistungsfähiger und auch entschieden billiger geworden ist. Bei all dem spielt aus Kundensicht die Wirtschaftlichkeit bei dieser Art von Mitwirkungen die wichtigste Rolle.

3.2.1 Kraftwerks“scheiben“ für Kunden

Eigentum schafft emotionale Bindung. Warum dann nicht Kraftwerks“scheiben“ für die Kundenbeteiligung vorsehen, z.B. an Windparks. Der Vorgang wäre gleich dem Vermieten oder Verkaufen von Wohnungen, die ein Bau-

träger erstellt hat. Kunden könnten so bei Investitionen mitwirken, wären dann auch interessiert, dass diese sich rentieren, dass die erzeugte Energie sicher abtransportiert werden kann und dass der Betrieb so effizient wie möglich erfolgt. Daraus würden „Win-Win-Win“-Situationen entstehen, denn Netzbetreiber, Lieferanten (als Projektträger) und Kunden hätten Vorteile.

3.2.2 Leistungs- bzw. Energieanteile für Kunden

Die so genannte „Istwertaufschaltung“ wurde lange Zeit nur im Verbundbetrieb angewendet. Dazu wurde ein Informationskanal von einem außerhalb des Netzgebietes befindlichen Kraftwerks zum Netzregler geschaltet. Auf diese Weise konnte das entfernte Kraftwerk mit dem Leistungsanteil in die Netzregelung einbezogen werden, welcher dem Netzbetreiber vertraglich infolge einer Beteiligung zustand. Die oben genannten Kraftwerksscheiben und der bidirektionale Kommunikationskanal zum Kunden ermöglichen nun, dass solche Leistungsanteile mit einer kundeneigenen Leittechnik angezeigt und in entsprechenden Assistenzsystemen vor Ort beim Kunden weiterverarbeitet werden können. Wie zeitnah dies erfolgen sollte, kann letztlich der Kunde bestimmen.

Diese Kundeneinbindung schafft völlig neue Möglichkeiten. Ein Kunde kann so (Teil-)Eigentum an Kraftwerken erwerben und bei sich nutzbringend einsetzen. Er kann echt „grüne“ Energie beziehen und braucht sich nicht mit einem irgendwie zusammengesetzten, nicht transparenten Strommix zufrieden zu geben. Die bidirektionalen Informationswege sind für die Übermittlung von Energiemengen wie für Messwerte nutzbar. In den Bitströmen auf den Nachrichtenwegen ist der Inhalt und die Bedeutung der einzelnen Bits völlig einerlei. Nur die IKT-Systeme auf beiden Seiten müssen damit umgehen können.

3.2.3 Lokale Pufferung beim Kunden

Die Istwertaufschaltung kann eingesetzt werden, um ganz gezielt weit ab erzeugte Energie logisch zu verlagern und lokal beim Kunden in geeignete Einrichtungen einzuspeichern, welche dort Wärme, Kälte, Batterieladung, etc., vorhalten. Diese Pufferung erweitert das Speichervolumen dann beachtlich, wenn für einen Kunden ein solches Vorgehen auch wirtschaftlich vorteilhaft ist. Er hat so automatisch ein größeres Interesse, Energie zu bevorraten.

3.2.4 Bevorratung auf einer Energie“bank“

Werden Kunden „Wasserscheiben“ in Speicherseen eingerichtet, dann kann eine solche logische Unterteilung des Speichervolumens wie ein Konto auf einer Energie“bank“ angesehen und für eine virtuelle Bevorratung genutzt werden. Auch „Konten“ bei Energiegenossenschaften wären so möglich. Das würde den lokalen Zusammenhalt fördern. Die emotionalen Bindungen an solche Einrichtungen wären enorm und würden einen viel sorgsameren Umgang bewirken. Das ginge über die Möglichkeiten der bereits angebotenen Energiesparkkonten hinaus [7].

3.3 Nachhaltige Investitionsentscheidungen

Die Einkaufsmacht der Kunden kann zu nachhaltigen Investitionen Anlass geben. Ferner werden Kunden in zunehmender Zahl selbst Energie dem Markt zur Verfügung stellen können. Auch das ist ein nützliches Mitwirken.

3.3.1 Beteiligung an Handelsaktivitäten

Assistenzsysteme können dazu genutzt werden, dass sich Kunden an Handelsaktivitäten beteiligen, ihr Energieangebot vermarkten, längerfristige Bezugs- und Lieferverträge abschließen, deren Nutzung laufend überwachen, rechtzeitig verlängern oder auch neue Möglichkeiten ergreifen. Für alle diese nicht mehr so zeitkritische Einbindung gelten vermehrt wirtschaftliche Überlegungen.

Das Abrechnen solcher Geschäfte können wiederum dafür geeignete Assistenzsysteme übernehmen. Diese wären in die Lage zu versetzen, alle Energiebezüge und –lieferungen abzurechnen. Dazu muss nur die maschinelle Kommunikation zu den Zählern genutzt werden. Das würde auch den Datenschutz entschieden erleichtern. So gesehen, kann ein Kunden“gebiet“ mit einem oder mit mehreren „Übergabe“stellen exakt gleich behandelt werden, wie ein Netzgebiet eines Netzbetreibers oder ein Bilanzierungsgebiet eines Lieferanten. IKT-Anwendungen können die Selbstähnlichkeit dieser Strukturen vorteilhaft nutzen.

3.3.2 Beteiligung an Investitionen

Die Nachhaltigkeit von Investitionen können Kunden durch ihre Kaufentscheidungen wohl am wirksamsten beeinflussen. Die Einbindungen der Kunden in den Energiemarkt bewirken richtige Entwicklungen, wenn die Bedeutung der Investitionen in Erzeugungs- und Netzanlagen den Kunden verdeutlicht wird und wenn Kunden sich auch wirtschaftlich beteiligen können. Diese Art der Kooperation schafft langfristige Bindungen und stärkt das Verständnis für nötige Rahmenbedingungen. In [8] ist das Thema Netze in Bürgerhand eine ernsthafte Überlegung.

4 Zusammenfassung

Die erforderlichen Infrastrukturen sind nun auf- und auszubauen. Beim erstgenannten Kulturstufenübergang waren es Bauten zum Beherrschen der volatilen Verfügbarkeit von Wasser, um den Ernteertrag zu gewährleisten. Das waren technische, organisatorische und auch rechtliche, den Gemeinschaftssinn unterstützende Maßnahmen. Bei dem jetzt anstehenden Übergang sind es wieder genau die selben Vorgehensweisen. Wir müssen in Infrastrukturen investieren, um Sonnenenergie „ernten“ können. Der Erntefaktor ist dabei das Wichtigste, nicht das Geldverdienen. Techniken, z.B. Assistenzsysteme als eine allgemein leistungsfähige Ausprägung der Informations- und Kommunikationstechnik, stehen längst zur Verfügung.

Organisatorische und rechtliche Rahmenbedingungen fehlen aber noch in großem Umfang. Was auch noch fehlt:

Die Menschheit muss mental wachsen und gleichzeitig ihr mengenmäßiges Wachsen deutlich begrenzen, denn neben der Energie sind auch andere Ressourcen begrenzt. Wir leben alle gemeinsam auf einem endlich großen Planeten. Das muss unser Denken und Handeln bestimmen.

5 Literatur

- [1] Berlin droht bei mehrtägigem Stromausfall Chaos, siehe Projekt <http://www.tanknotstrom.info/>, Bericht darüber am 31.07.2011 in <http://www.spiegel.de>
- [2] Museum Turm der Sinne (www.turmdersinne.de)
- [3] Mascha Kaléko und Gisela Zoch-Westphal: Die paar leuchtenden Jahre, 2003, ISBN 978-3-423-13149-0
- [4] Harald Orlamünder: Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik in Stromnetzen – ein Nachhaltiges Energieinformationsnetz, Alcatel-Lucent-Stiftung für Kommunikationsforschung
- [6] Marc Sauthoff, Oliver Schön.: Innovationsfähigkeit ist der Schlüsselfaktor, BWK Bd. 63 (2011) Nr.5
- [7] <http://www.energiesparclub.de>
- [8] <http://www.arge-netz.de>