

Leitideen und offene Fragen des Managements der Energiewende mit Erneuerbaren Energien

Arbeitspapier

Prof. Dr. Dr. h.c. Dr. h.c. Günter Specht

Emeritus der Technischen Universität Darmstadt
früheres Fachgebiet Technologiemanagement & Marketing

Michelstadt, 22. Juni 2014

1 Problemstellung

2 Zielorientierung und Anreizoptimierung

3 Folgenabschätzung

4 Effektive und effiziente Organisation

5 Orientierung am Reifegrad von Technologien und Produkten

6 Orientierung an Technologielebenszyklen und Produktlebensphasen

6.1 Technologielebenszyklen und ihre Bedeutung für die Energiewende

6.2 Produktlebensphasen-Ansatz und seine Bedeutung für die Energiewende

7 Integrationsorientierung

7.1 Integrationsaspekte

7.2 Integration von Technologien und Anlagen

7.3 Integration von Gebietskörperschaften, Standorten und Unternehmen

7.4 Integration von Aktivitäten und Funktionen

8 Ressourcen- und Kostenorientierung

9 Markt- und Qualitätsorientierung

10 Interdependenz der Steuerungsfelder

11 Plädoyer für eine nachhaltige Energiewende

Literaturverzeichnis

1 Problemstellung

Der folgende Text wird sich mit jenem Teil der Energiewende beschäftigen, der den weitaus größten Teil der Förderausgaben in Form von Umlagen auf Verbraucher und direkten finanziellen Zahlungen ausmacht, nämlich die Stromversorgung. Im Energie-Mix waren Strom im Jahre 2010 mit 21%, Kraftstoffe mit 29% und Wärme 50% am Endenergieverbrauch beteiligt. Dabei nahmen die privaten Haushalte 28% und die Industrie sowie das sonstige Gewerbe 70% des Stroms ab (Rest sonstiger Verbrauch).¹ Da die Energiewende seit Fukushima eng mit dem Ausstieg aus der Atomindustrie und bei einem nicht unerheblichen Anteil der Bürger mit dem Wunsch nach dem Ausstieg aus der fossilen Stromerzeugung verbunden ist, beziehen sich die offenen Fragen in erster Linie auf den Sektor Strom.

Die Bundesregierung hat anknüpfend an frühere Bundesregierungen für die deutsche Energiewende ehrgeizige Ziele formuliert. Bis 2030 soll der Anteil Erneuerbarer Energien an der Energieversorgung 60 % betragen und bis 2050 soll der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auf 80 % steigen.² Im Koalitionsvertrag³ wurde festgehalten, dass die Ökostromanteile im Jahre 2025 40 bis 45 Prozent und im Jahre 2035 55 bis 60 Prozent betragen sollen. Klima- und Umweltverträglichkeit, Versorgungssicherheit, und Bezahlbarkeit werden als gleichrangige Ziele bezeichnet. Kosteneffizienz, Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems (einschließlich Netzausbau) und wirtschaftlicher Betrieb notwendiger Reservekapazitäten werden höher gewichtet als bisher. Dabei soll auch der europäische Strommarkt verstärkt beachtet werden.

Diese Ziele wurden vor dem Hintergrund eines unbestrittenen Reformbedarfs einschlägiger Gesetze, insbesondere des „Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG)“ formuliert. Vor allem unter Ökonomen gilt die bisherige Entwicklung als nicht zielführend, weil es nicht gelungen ist, die Emissionen von CO₂ in den Jahren 2011 bis 2013 zu senken⁴, die Kostensteigerungen im Griff zu halten, den sozialen Ausgleich zu wahren und die technische Versorgungssicherheit auch über das Jahr 2022 hinaus zu sichern.⁵

Hauptgrund für diese unerwünschte Entwicklung ist ein mangelhaftes Management der Energiewende. Politische Wünsche missachten in diesem Bereich technisch-ökonomische Notwendigkeiten. Dies kann nicht gut enden. „Sollen“ impliziert „Können“! Gut gemeint, ist nicht immer gut. Diese einfachen Regeln müssen beachtet werden. Die Hamburger Philharmonie im alten Hafen, der Nürburgring oder der Berliner Flughafen sind abschreckende Beispiele für staatliches Missmanagement. Bei der Energiewende steht allerdings mehr auf dem Spiel als bei diesen Projekten. Scheitert die Energiewende, dann gibt es für Deutschland ein Fiasko.

¹ Vgl.: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen Stand 07/2011

² Vgl.: Bundesregierung, Presse- und Informationsamt (2012), S. 3 Bundesregierung (2014), 22.012014 und Eckpunktepapier 21.01.14. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014a)

³ Vgl.: Koalitionsvertrag (2013), S.49.

⁴ Vgl. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2013): Pressedienst, Nr. 8, 2013.

⁵ Vgl. dazu auch die verschiedenen Vorträge von Günter Specht, die auf www.Vernunftkraft.de und anderen www-Seiten zu finden sind. Auf die Detailkritik an der Energiewende wird in diesem Artikel nicht eingegangen.

Ein Hauptmerkmal der Energiewende ist deren Komplexität. Komplexität kann nicht einfach mit politischen Willenserklärungen bewältigt werden, sondern erfordert den Einsatz bewährter Instrumente des Managements komplexer Prozesse. Solche Instrumente sind speziell im Forschungs- und Entwicklungsmanagement (F&E-Management), im Technologie- und Innovationsmanagement sowie im Projektmanagement zu finden.

Im Folgenden wird auf Leitideen und erfolgreiche Instrumente aus diesen Bereichen zurückgegriffen. Wie bei der Energiewende stehen auch in Forschung & Entwicklung sehr häufig Zielvisionen am Anfang, die sich in einer „Bubble Up-Phase“ aus der Situation heraus auf der Basis schwacher Signale für Chancen und Risiken entwickeln. Über einen mehrstufigen „Situation-Problem-Lösungs-Zyklus⁶ gelangt man im Falle des Erfolgs von der Zielvision zur Realisierung gewünschter Ergebnisse. Die Zielvision wird in diesem Prozess immer konkreter. Am Ende einer normalerweise langen Planungsphase steht ein Pflichtenheft für die Realisierung. Aus der Erkenntnis eines vagen Initialproblems wird ein klar definiertes und strukturiertes Problem. Aus initialen Lösungsideen und groben Lösungsvisionen werden klar strukturierte Lösungskonzepte. Nur wenn all diese Schritte systematisch geplant werden, ist mit Lösungen zu rechnen, die alle Anforderungen ökologischer, ökonomischer, sozialer und technischer Art erfüllen. Sollte im Verlauf dieser Prozesse deutlich werden, dass die Ziele nicht erreicht werden können, dann muss der Prozess abgebrochen oder neu justiert werden.

Bei der Energiewende ist eine Systematik bisher kaum erkennbar. Es gibt keinen ganzheitlichen Projektprogrammplan. Es gibt keinen Projektverantwortlichen. Es gibt kein funktionsfähiges Leitungsgremium für das Gesamtprojekt. Es gibt keine Steuerungsteams für Teilprojekte. Es gibt keine funktionsfähige Koordination der Maßnahmen zwischen den Gebietskörperschaften. Es gibt keine sachlich-zeitlich abgestimmte Ausbauplanung für die einzelnen Komponenten des Gesamtsystems. Es gibt keine engpassorientierte Ausbauplanung. Es gibt keine Kapazitätsgrenzen beim Ausbau einzelner Komponenten und keine Orientierung an Zielkosten. Die Versorgungssicherheit ist nicht als notwendige Bedingung klar definiert. Und schließlich ist auch der Effekt auf die Emission von Treibhausgasen wegen des EEG und seiner Einwirkung auf den CO₂-Zertifikatehandel in der Europäischen Union in der Summe nahezu gleich Null.⁷

All dies verlangt nach einem „Reset“ der Energiewende. Deshalb werden im Folgenden Leitideen für ein Management der Energiewende formuliert. Außerdem werden Fragen an die Verantwortlichen gestellt, die zwingend beantwortet werden müssen, wenn die Energiewende eine Chance haben soll.

2. Zielorientierung und Anreizoptimierung

Zielorientierung ist eine Selbstverständlichkeit. Läuft ein Projekt aus dem Ruder, dann wird normalerweise die Reißleine gezogen. Die Ursache für die Fehlentwicklung wird gesucht. Erst nach Beseitigung der Fehlerursachen wird der Prozess wieder in Gang gesetzt. Ein solches Vorgehen setzt voraus, dass Ziele und Qualitätsanforderungen klar definiert sind. Bei der

⁶ Vgl: Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 128.

⁷ Vgl. Weimann, J. (2009).

Energiewende sind die Ziele nicht so operational und in Handlungen umsetzbar definiert, dass jederzeit der Grad der Annäherung an die Ziele kontrolliert werden könnte. Dies liegt vor allem an der mangelhaften Definition aller relevanten Ziele, der Zielbeziehungen im Zielsystem und der Zielhierarchie. So sind zwar konkrete Ausbauziele in der Erzeugung von Strom mit Erneuerbaren Energien genannt; die Ziele im Blick auf CO₂-Emissionen im Gesamtsystem der Stromversorgung haben dagegen nicht den Stellenwert, der im Blick auf die Klimapolitik der Bundesregierung zu erwarten wäre. Kostenorientierte Ziele spielen eine relativ geringe Rolle. Von zentraler Bedeutung wären dabei z.B. die Kosten einer Technologie zur Verminderung der Emissionen um eine Tonne CO₂ oder die Stromerzeugungskosten pro kWh bei den verschiedenen Technologien.⁸

Ein Monitoring der Energiewende mit Ökostrom könnte deutlich aussagekräftiger sein, wenn die Ziele im Blick auf Vollständigkeit, Inhalt, Ausmaß und zeitlichem Bezug operational formuliert wären. Bisher vorgelegte Monitoring-Berichte zur Energiewende sind teils interessegeleitet und/oder haben in der Politik kaum erkennbare Konsequenzen. Das CO₂-Senkungsziel als ursprünglich wichtigstes Ziel der Energiewende wird nicht so stark gewichtet, wie dies angebracht wäre, wenn der von Menschen bewirkte Anteil am Temperaturanstieg in der Welt sinken soll. Wenn z.B. das IPPC in seinem 2014 vorgelegten Bericht die Bundesrepublik heftig kritisiert, weil das CO₂-Senkungsziel in den Jahren 2011 bis 2013 nicht erreicht wurde und mit falschen Instrumenten verfolgt wird, dann wird daraus in einem Kurzbericht der Bundesregierung ein Lob.⁹ Oft prallt Kritik von außen an den vielfältigen und massiven Interessen derer ab, die von der aktuellen Energiewendepolitik profitieren. Erst wenn z.B. klar wird, dass die Erhöhung der Zahl der Windräder oder die Vergrößerung der Photovoltaikflächen keine relevanten Oberziele sind, sondern im besten Fall nur Unterziele bzw. Mittel zur Zielerreichung, erst dann kann die Politik zur Energiewende wieder auf einen Weg zurück geführt werden, der auch einen Beitrag zur CO₂-Senkung ermöglicht.

Bei der Umsetzung der Ziele in zielführendes Handeln von Unternehmen und Haushalten sind geeignete Anreize einzusetzen. Solche Anreize können im Blick auf die Energiewende Belohnungen und Bestrafungen, Versprechungen und Drohungen, Quotenvorgaben mit Strafen bei Nichteinhaltung der Quoten, CO₂-Steuern und CO₂-Gutschriften, Begünstigungen von Forschungs- und Entwicklungsausgaben und andere Motivatoren und Demotivatoren sein. Im Einzelfall muss über die Eignung von Anreizideen deutlich intensiver diskutiert werden als bisher. Sicher ist jedenfalls, dass die Anreizeffekte im EEG nicht zielführend waren und auch weiterhin nicht zielführend sein werden. In der aktuellen Situation wird z.B. die Anreizwirkung des Zertifikatehandels über die EEG-Förderung und deren Wirkung auf die Zertifikatepreise ausgehebelt. Generell dominiert die auf das Gewinnstreben konzentrierte Anreizwirkung des EEG nahezu alle anderen wichtigen Aspekte einer Energiewende im Einklang mit Natur und Kultur. Das Anreizsystem muss so schnell wie möglich geändert werden, wenn CO₂ vermindert und andere gesellschaftliche Ziele eine Chance haben sollen.

Die derzeitigen Anreize sind auch sozial problematisch, weil sie auf das Gewinnstreben ohnehin privilegierter Gruppen setzen. Wer Dächer, Grundstücke, Geld oder zumindest Kreditwürdigkeit besitzt, der erhält 20 Jahre tatsächlich oder vermeintlich relativ risikolose EEG-Vergütungen, Pachteinnahmen oder Dividenden, die bei Investitionen gleicher Risikoklasse

⁸ Vgl. dazu z.B. Voß, A. (2008), Wagner, U. (2004), Bardt, H. (2009), Hundt, M. u.a. (2009), Kruck, Chr./Eltrop, L. (2007).

⁹ Weimann, J. (2014), S. 16.

bisher nicht annähernd möglich waren. Bei anderen privaten Haushalten steigen die Stromkosten ohne kompensierende Gewinne. Wer folgert (wie vorgekommen), dies sei wegen der dann notwendigen Verbrauchseinschränkungen bei relativ armen Haushalten ökologisch ein Vorteil, der kann sich Armut offensichtlich nicht vorstellen. Diese Umverteilung von unten nach oben über das EEG ist sozial m.E. nicht vertretbar. In der Politik muss eine Antwort auf die Frage gegeben werden, wie ein harmonisiertes Anreizsystem bei umfassender Berücksichtigung zentraler Ziele aussehen soll.

3 Folgenabschätzung

Da die Energiewende als ein gesamtgesellschaftliches Vorhaben in der Bundesrepublik Deutschland anzusehen ist, ist wegen der Größenordnung und der Komplexität des Vorhabens eine umfassende Folgenabschätzung im Blick auf die relevanten Ziele vorzunehmen. Die eingesetzten Mittel sind vor allem im Blick auf ihre Eignung zu bewerten, die formulierten Ziele nachhaltig erreichen zu können. Nachhaltig sind die Instrumente nur dann, wenn sie ökologische, ökonomische, soziale und technische Dimensionen der Nachhaltigkeit gleichgewichtig berücksichtigen. Werden die Interdependenzen zwischen diesen Nachhaltigkeitsdimensionen nicht ausreichend beachtet, dann wird die Energiewende scheitern.

Da die Energiewende in hohem Maße innovative Technologien erfordert, ist speziell eine Technologiefolgenabschätzung erforderlich. Dabei müssen auch die unbeabsichtigten, oft mit beachtlicher Verzögerung eintretenden Sekundär- und Tertiäreffekte beachtet werden. Es gilt frühzeitig bessere technologische Alternativen zu finden und negative externe Effekte der Technologieentwicklung frühzeitig zu stoppen. Die im politischen Raum auftretenden Fragestellungen der Früherkennung, der Wirkungs- und Vorsorgeforschung sowie der interdisziplinären Zusammenarbeit sind derart komplex, dass auf standardisierte Verfahren nicht zurückgegriffen werden kann.

Gesetzesentwürfe werden in Deutschland vor Abstimmungen im Deutschen Bundestag einer Kontrolle unterzogen. Es ist Aufgabe eines Gremiums, eine Folgenabschätzung vorzunehmen und erforderlichenfalls den Gesetzgebungsprozess aufzuhalten. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass dieses Kontrollgremium bei komplexen Vorhaben zum einen überfordert und zum anderen nicht genügend einflussreich ist. Dies gilt speziell für die Reform des EEG. Der verfügbare Zeitraum für eine wissenschaftlich gestützte Prüfung der Folgen der Reformvorschläge ist viel zu kurz für ein gutes Ergebnis. Auch die eingeschalteten Gutachter haben häufig eigene Interessen, die sie in den Prozess der Folgenabschätzung einbringen. Für die Planung der Energiewende muss man sich mehr Zeit nehmen. Wird weiterhin die bisherige Entwicklung auf Basis des EEG als Erfolg angesehen und werden die bisherigen Gesetze und Verordnungen im Wesentlichen beibehalten, dann ist mit einer Fehlentwicklung zu rechnen, die Deutschland deutliche ökonomische Nachteile ohne ökologischen Nutzen bringen wird. Wettbewerbsfähige und sozial verträgliche Energiekosten sowie die Sicherheit der Energieversorgung sind Voraussetzungen einer ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Entwicklung.

Wir müssen trotz vieler Forschungsbeiträge davon ausgehen, dass die Energiewende ein Wissen erfordert, das nur lückenhaft zur Verfügung steht.¹⁰ Infolgedessen müssen nicht nur die Chancen, sondern auch die Risiken ausreichend bedacht werden. Vor allem darf nicht davon ausgegangen werden, dass Politiker und Mitarbeiter in Ministerien oder die relativ wenigen involvierten wissenschaftlichen Mitarbeiter in einschlägigen Fraunhofer-Instituten (z.B. Freiburg und Kassel) es besser wüssten, welche Technologien am effizientesten und effektiv sind, als die vielen hunderttausend Menschen in Unternehmen, die mit der Energiewende in den Unternehmen zu tun haben. Das in Energiemärkten inkorporierte Wissen und die Nutzung durch eine sehr große Zahl von Unternehmen ist in jedem Falle weniger riskant als ein staatlicher Dirigismus planwirtschaftlicher Art wie im EEG. Der Staat sollte sich darauf beschränken, die Rahmenbedingungen technologie- und standortneutral und wettbewerbsfördernd zu gestalten.

Speziell die indirekte Behinderung neuer Technologien durch die staatliche Förderung reifer Technologien ist kontraproduktiv. Dies gilt m.E. z.B. für die Überförderung des Baus von Windenergieanlagen (WEA) in windschwachen Gebieten und in noch stärkerem Maße für die nach wie vor starke Förderung der Photovoltaik in unserem relativ sonnenarmen Land. Die Photovoltaik-Förderung ist deshalb besonders hoch, weil neben der EEG-Vergütung auch die erhebliche Minderung der EEG-Umlage für den selbstgenutzten Strom einberechnet werden muss. Der selbstproduzierte und selbstgenutzte Strom bleibt auch nach der Reform deutlich billiger als der Strom über örtliche Stromversorger, deren sonstige Kosten übrigens auch auf immer weniger Kunden umgelegt werden müssen. Hinzu kommt, dass auch bei sinkender Rentabilität von Investitionen in Erneuerbare Energien wegen der stark gesunkenen Kreditzinsen nach wie vor vom EEG eine starke Anreizwirkung für Investoren ausgeht.

Die Folgen der Gewinne von Investoren in Erneuerbare Energien zu Lasten industrieller und sonstiger Stromverbraucher werden nicht ausreichend bedacht. Auf die sinkende Wettbewerbsfähigkeit von Industriebetrieben, die nicht von der Umlage befreit sind und ihren Strom über die örtlichen Stromversorger erhalten, wurde immer wieder hingewiesen. Darüber hinaus muss aber auch der Nettoeffekt des Entstehens von neuen Arbeitsplätzen durch Investitionen in Erneuerbare Energien und der Arbeitsplatzverlust durch Kaufkraftabschöpfung in anderen Wirtschaftssektoren gesehen werden. Da erfahrungsgemäß subventioniertes Wirtschaften weniger effizient ist als ein Wirtschaften unter harten Wettbewerbsbedingungen muss davon ausgegangen werden, dass das EEG eher wachstumshemmend als wachstumsfördernd wirkt. Oft werden die Preise für Strom und seine Interdependenzen mit der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland derart stark vernachlässigt, dass man fast den Eindruck hat, die Bezahlbarkeit sicherer Stromversorgung rund um die Uhr sei kein ökonomisch relevanter Erfolgsfaktor in Deutschland. Auch die Anforderungen des Auslands an die Regulierung der deutschen Stromversorgung werden vernachlässigt. Wir haben ein europäisches Verbundnetz, dessen Funktionsfähigkeit wegen fehlender Abstimmung mit unseren Nachbarn nicht gefährdet werden darf. Es darf nicht übersehen werden, dass das EEG auch Verlierer in anderen Ländern bewirkt. Werden z.B. Pumpspeicherwerke in Alpenländern wegen unserer Energiepolitik wirtschaftlich entwertet, dann ist dies nicht nur deren Angelegenheit.

¹⁰ Vgl. zu typischen Fehlern bei Prognosen: Dörner, D. (1990):

Eine Konzentration von Entscheidungen über die Förderung von Forschung und Entwicklung für wesentliche Technologien der Energiewende in zentralen staatlichen Ministerien (z.B. im Bundesumwelt- und im Bundeswirtschaftsministerium) ist nicht zielführend. In Unternehmen werden sicher ebenfalls Fehler gemacht; deren Fehlentscheidungen werden allerdings bei funktionsfähigem Wettbewerb wirksam sanktioniert und können zudem auch durch Gesetze korrigiert werden, sofern die negativen Auswirkungen zum Zeitpunkt des Erkennens möglicher Schäden nicht bereits irreversibel sind. Für falsche Entscheidungen staatlicher Ministerien gibt es keine Sanktionsmechanismen, die rechtzeitig wirken.

Die Qualität einer Technologiefolgenabschätzung hängt vor allem davon ab, ob die zuständigen öffentlichen Gremien mit qualifizierten Fachleuten besetzt und inwieweit wissenschaftliche und parteipolitische Einseitigkeit vermieden werden können. Wer die Abhängigkeit von Forschungsinstituten aufgrund ihrer zunehmenden Drittmittelorientierung und die noch stärkere Abhängigkeit von Beratern von ihren Auftraggebern kennt, geht nicht davon aus, dass sich im ersten Anlauf die besten Forschungsergebnisse durchsetzen. Mainstream ist in der Wissenschaft ähnlich wie in der sonstigen Praxis eine Erscheinung, der nur durch die von Zeit zu Zeit vorkommenden Paradigmenwechsel korrigiert wird.¹¹ Drittmittelorientierung und das Streben nach Umsatz sind auch durch kommerzielle Interessen geprägt. Es wäre zweckmäßig, in stärkerem Maße auch Außenseiter und deren Erkenntnisse zu berücksichtigen. Dies gilt sowohl für die Klimaforschung als auch für die Forschung und Entwicklung zur Energiewende.

Eine zentrale Frage zur Energiewende wurde bisher nahezu ausgeblendet, nämlich die Frage: Wollen wir in Deutschland tatsächlich die vollständige Vernetzung und externe Steuerbarkeit aller Stromerzeugungsanlagen und aller stromverbrauchenden Geräte, wie sie nach Ansicht mancher Institute notwendig wäre, wenn man im Jahr 2050 80% des Stroms aus Erneuerbaren Energien erzeugen will? Bei dieser Frage geht es um die Folgen eines „Internets der Dinge“ oder von Industrie 4.0. Damit sind z.B. die Sicherheit der Stromversorgung und der Verlust der Privatsphäre von privaten Haushalten angesprochen. „Datenanalysten“ können das Verhalten der Menschen erkennen und Unbefugte sind möglicherweise in der Lage, das System lahmzulegen oder im Extremfall zu zerstören. Die Folgen wären katastrophal. Jeder Betroffene würde versuchen, sich z.B. mit Notstromaggregaten vor Schaden zu schützen. Vermutlich wird dies nicht gelingen. Wollen wir dies?

In der Diskussion zur Vernetzung in der Stromversorgung werden die Chancen heute deutlich stärker gesehen als die Risiken. So vermittelt z.B. ein Film des Fraunhofer-Instituts IWES in Kassel mit dem Titel „Sicherer Stromnetzbetrieb bei 100% Erneuerbaren Energien in Zukunft möglich“¹² eine traumhafte Welt. Die Risiken werden in diesem Film nahezu völlig ausgeblendet. Außerdem wird in diesem Film die Möglichkeit der Speicherung von Strom vorausgesetzt. Vermutlich werden jedoch die Anforderungen an die Speicherung von Strom aus technischen Gründen (wie z.B. Batterien) und/oder wegen Widerständen in der Bevölkerung nicht erfüllt werden können (wie z.B. der Bau von Pumpspeicherwerken in erforderlicher Zahl und Größe).¹³

¹¹ Vgl. Kuhn, Th.S. (1967), Spinner, H. (1974), Geiger, Th. (1968), Feyerabend, P. (1976).

¹² Vgl. Fraunhofer-Institut IWES (2013): www.kombikraftwerk.de.

¹³ Vgl. Sinn, H.-W. (2013).

Technologiefolgenabschätzung wird im Übrigen auch als eine Aufgabe von Unternehmen verstanden, die ihrer gesellschaftlichen Rolle gerecht werden wollen und/oder bei Technologien mit negativen externen Effekten Sanktionen des Staates oder der Öffentlichkeit befürchten müssen. Speziell in der staatlichen Technologiefolgenabschätzung muss zwischen Machbarem und Wünschbarem ein Kompromiss gefunden werden.¹⁴ Dies scheint bei der Energiewende bisher nicht gelungen zu sein.

4 Effektive und effiziente Organisation

Für die Energiewende sind sowohl aufbau- als auch ablauforganisatorische Strukturen von zentraler Bedeutung.

Traditionelle, festgefahrene Organisationsstrukturen sind oft ein Hindernis für Erfolg, weil auf Situations- und Umweltveränderungen auch mit organisatorischen Änderungen reagiert werden muss. Deshalb sind in großen Unternehmen immer wieder im Abstand von wenigen Jahren Reorganisationen beobachtbar. Hinzu kommt, dass bei großen Projekten die übliche hierarchische Struktur in der sogenannten Primärorganisation durch eine durch Gruppen geprägte Sekundärorganisation überlagert wird, die in besonderer Weise für einmalige, komplexe Aufgaben mit hohem Kommunikations-, Koordinations-, Kooperations- und Flexibilitätsbedarf geeignet ist (Abbildung 1).

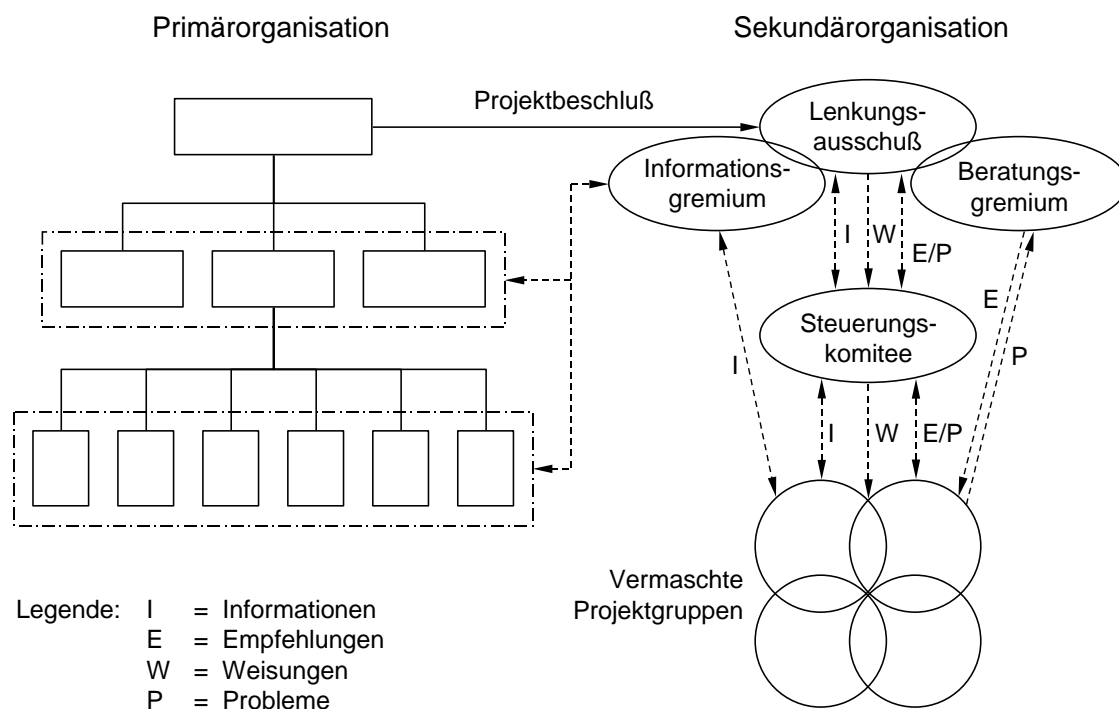


Abb.1: Primär- und Sekundärorganisation für ein Technologiemanagement

Quelle: Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 360; Bendixen, P. (1980), Sp. 2234.

¹⁴ Vgl. Harting, D. (1992), S. 151.

Dominierendes Merkmal der Sekundärorganisation sind vermaschte Projektgruppen, die durch einen Lenkungsausschuss und Steuerungskomitees gesteuert und durch Informations- und Beratungsgremien unterstützt werden.

Nun gibt es beim Projekt Energiewende zwar Ansätze für eine solche Struktur; die politischen Besonderheiten der Bundesrepublik Deutschland haben aber bisher eine effektive und effiziente Organisation verhindert. Ein erster Schritt in die richtige Richtung war die Konzentration der Zuständigkeiten für die Energiewende auf Bundesebene im Wirtschaftsministerium. Damit wird der Tatsache entsprochen, dass die Energiewende zumindest im Bereich der Stromversorgung in erster Linie ein technisch-ökonomisches Problem ist, das selbstverständlich auch ökologische und soziale Aspekte aufweist.

Von einer Sekundärorganisation, die mit Kompetenzen ausgestattet ist und alle Gebietskörperschaften Deutschlands sowie alle relevanten Technologien einbezieht, sind wir weit entfernt. Die Situation wird gelegentlich als chaotisch bezeichnet. Klar ist, dass das Projekt Energiewende ohne die Schaffung geeigneter Strukturen in der Primär- und in der Sekundärorganisation nicht zu schaffen ist. Gerade beim Projekt Energiewende ist es wegen der Komplexität der Aufgabe erforderlich, das Gesamtprojekt in wenige Hauptprojekte und viele untergeordnete Teilprojekte aufzugliedern. Diese müssen während der Ausführung ständig miteinander abgeglichen werden, um die Ausrichtung an der Gesamtzielsetzung sicherzustellen. Schließlich müssen die Teilprojekte zur Gesamtlösung integriert werden. Wenn weiterhin der Egoismus der Beteiligten dominiert, dann ist ein schlimmes Ende zu befürchten.

Im Blick auf die Ablaufstrukturen in großen Projekten gibt es eine umfangreiche Literatur, auf die nicht eingegangen werden kann. Hier nur ein kurzer Hinweis auf die Notwendigkeit des Managements der Planungs- und Durchführungsprozesse mit Instrumenten des Projektmanagements, dessen gesamte Organisation auf einem integrierten Projektprogrammplan basiert (Abbildung 2).

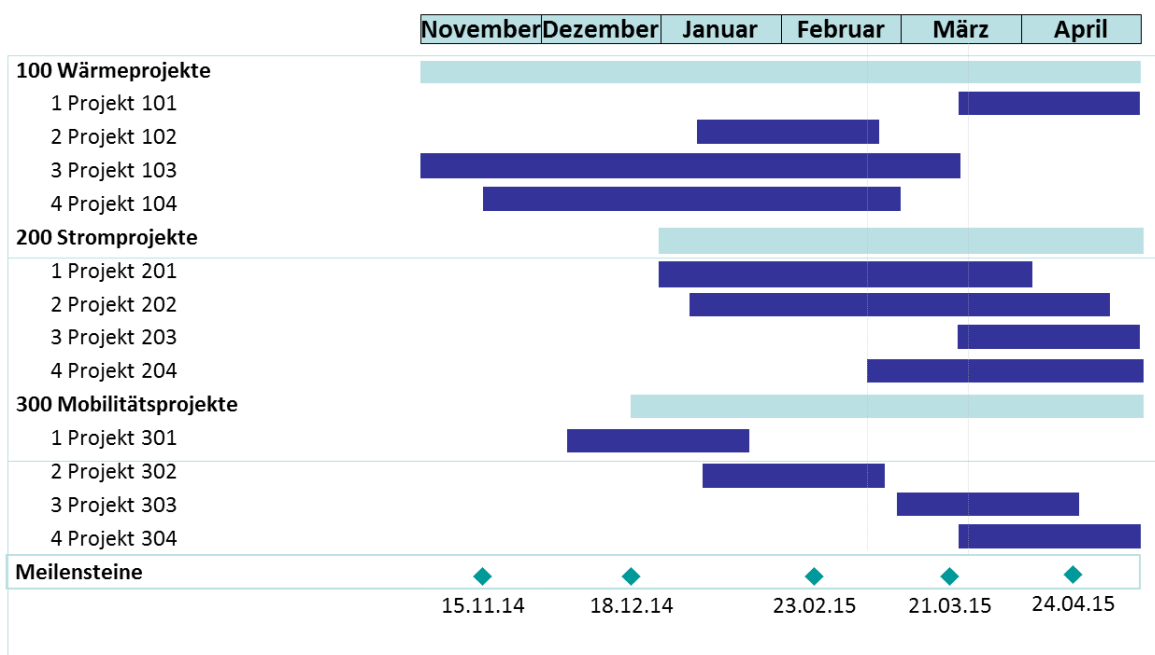


Abb. 2: Auszug aus einem Meilensteinplan Erneuerbare Energien

Im Rahmen einer solchen projektübergreifenden Integration sind die Ressourcen auf die Projekte aufzuteilen, nachdem diese aus der meist großen Anzahl möglicher Projekte ausgewählt, in einer Prioritätenliste erfasst und nach sachlich/zeitlichen Gesichtspunkten in einen Projektprogrammplan eingestellt wurden. Speziell die Knappheit der finanziellen Mittel und der Human- und Sachressourcen erfordert diese Koordinierung der Projekte. Ein Projektprogrammplan mit entsprechenden Leitungs- und Steuerungsgremien sowie einzelnen Projekten und Teilprojekten ist im Blick auf die Gesamtaufgabe bei der Energiewende so gut wie nicht erkennbar.

5 Orientierung am Reifegrad von Technologien und Produkten

Zur Bewältigung einer Energiewende sind Technologien und Produkte erforderlich, deren Reifegrade sehr unterschiedlich sind. Das Spektrum der Vorschläge reicht von Lösungsvisionen und Ideen für Lösungen bis hin zu technisch reifen und in Märkten bereits verfügbaren Produkten.

Sofern innovative Lösungen wie z.B. im Bereich der Speicherung und im Bereich intelligenter Netze (Smart Grid) erforderlich sind, müssen die Aktivitäten in eine sachlich-zeitliche Reihenfolge gebracht werden. Dabei gilt es, Fehler in der Planung von Anfang an zu vermeiden, denn Fehler in der Planung führen im späteren Verlauf des Problemlösungsprozesses zu kaum noch beherrschbaren Qualitätsmängeln, Kostensteigerungen und zeitlichen Verzögerungen.

Es ist zweckmäßig, sich an den zentralen Kernfeldern eines integrierten F&E-Managements zu orientieren. Steht noch keine reife Technologie zur Verfügung, dann ist als erstes die Technologie zu entwickeln und Technologiekompetenz aufzubauen. Anschließend gilt es in der Vorentwicklung technisch reife Prototypen zu generieren. Erst dann folgt die Produkt- und Prozessentwicklung (PPE), deren Ziel serienreife und anwendbare Produkte und Dienstleistungen sowie die dazugehörigen Prozesse sind. Dieser Zusammenhang wird in Bild 3 zu Kernfeldern von F&E verdeutlicht.

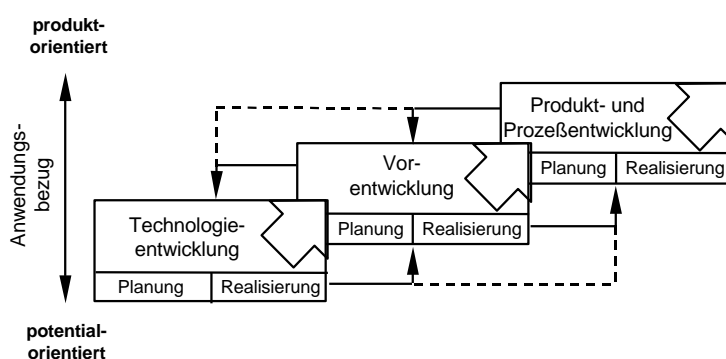


Abb. 3: Kernfelder der F&E

Quelle: Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S.52.

Die Grundlagenforschung geht den Kernfeldern von F&E voraus. Sie ist in der Regel an Universitäten und anderen Einrichtungen der Grundlagenforschung angesiedelt. Deren Ziel sind bewährte Theorien. Solche Theorien sind in der Regel noch weit von der Realisierbarkeit entfernt. Sieht man sich die Diskussion über Techniken für die Energiewende genauer an, dann hat man gelegentlich den Eindruck, dass diese unterschiedlichen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben nicht ausreichend unterschieden werden. Auch die Unterschiede in der Behandlung radikal neuer Technologien und Produkte gegenüber nur marginal anzupassenden Technologien und Produkten werden oft nicht in Ihrer Tragweite erkannt. Es ist die Aufgabe der Politik dafür zu sorgen, dass alle für die Energiewende relevanten Technologien in dieses Raster eingeordnet werden. Dies ist eine Mindestvoraussetzung für die Abschätzung des Aufwands und der zeitlichen Anforderungen bis zur Anwendungsreife. Zugleich sollte geklärt sein, bei welchen Techniken es nur um marginale Verbesserungen geht und bei welchen Technologien radikal neue Innovationen erforderlich sind. Es sind z.B. Illusionen zu glauben, technisch genügend leistungsfähige und bezahlbare Batterien und andere chemische Speicher (Wasserstoffspeicher) könnten in nennenswertem Umfang schon bald zur Verfügung stehen.

Jedes der drei Felder von F&E kann in einzelne *Teilaktivitäten* untergliedert werden, die entweder Planungs- oder Realisierungsaspekte betreffen. In die *Planungsphase* fällt beispielsweise die Ausarbeitung des jeweiligen Zielsystems oder die Erstellung von Lasten- und Pflichtenheften; die *Realisierungsphase* erfasst die Durchführungstätigkeiten, die zum konkreten Erreichen des letztlich gewünschten F&E-Ergebnisses führen, wie konstruktiver Entwurf, Test oder Prototypenbau. In der Diskussion über relevante Technologien und Produkte für die Energiewende kommt diese Unterscheidung nicht vor. Dies hat Folgen, denn bei der Abgrenzung der drei Kernfelder von Forschung und Entwicklung spielen der Anwendungsbezug, der Zeithorizont, das Risiko und die Integrationsdichte eine Rolle.

Während die Technologieentwicklung (TE) stark potentialorientiert ausgerichtet ist, nimmt die *Anwendungsorientierung* bei der Vorentwicklung und der Produkt- und Prozessentwicklung ständig zu. Im Blick auf den *Zeithorizont* kann tendenziell die Aussage getroffen werden, dass PPE-Projekte einen eher kurzen Zeithorizont besitzen, TE-Projekte hingegen oft sehr langfristig angelegt sind. Zum Beispiel sind Speichertechnologien eher Technologieentwicklungsprojekte als PPE-Projekte. Das *Risiko*, insbesondere das technische Risiko, nimmt kontinuierlich ab, je größer der Anwendungsbezug des angestrebten Ergebnisses ist und in je höherem Ausmaß bereits bekannte und getestete Konzepte verwendet werden. Deshalb sind speziell Projekte zu Speichertechnologien mit höherem Risiko behaftet als z.B. ein Projekt, das Schaltanlagen in Netzen betrifft. Unter der *Integrationsdichte* ist der Grad der Integration zu verstehen, der für eine effiziente und effektive Entwicklungsaktivität notwendig ist. Bei diesem Kriterium ist eine Zunahme zu verzeichnen, je näher die Vermarktung des Entwicklungsergebnisses rückt. So muss die Zusammenarbeit zwischen Technologieentwicklern und den Vertriebsabteilungen beispielsweise weniger ausgeprägt sein als die der Entwickler mit den Vertriebsmitarbeitern in den späteren Phasen des Produktentstehungsprozesses, in denen die endgültigen Produkteigenschaften festgelegt werden.

Ein Blick auf die Investitionen, Projekte und Maßnahmen zur Energiewende zeigt, dass der Reifegrad von Technologien und Produkten nicht angemessen berücksichtigt wurde. So wurden beispielsweise bis Anfang 2013 Photovoltaikanlagen gebaut, die sich bei einem

Überangebot von Strom nicht abschalten lassen, weil man sich ein solches Überangebot damals nicht vorstellen konnte. Vermutlich war man der Meinung, dass zeitkonform ein Smart Grid oder Speicher zur Verfügung stehen.

Viele der Fragen, die mit Speichern zusammenhängen sind Themen für die Grundlagenforschung, die Technologieentwicklung oder für die Vorentwicklung. Dies gilt z.B. für Druckluftspeicher, Lageenergiespeicher, Schwungmassenspeicher, Doppelschichtkondensatoren, supraleitende magnetische Energiespeicher, elektrochemische Speicher (z.B. Akkumulatoren, Hochtemperatur-Akkumulatoren, Flow-Batterien, Metall-Luft-Batterien, den bereits erwähnten Wasserstoff und mobile Speicher).¹⁵ Pumpspeicherwerke sind im Blick auf die Volatilität von Sonne und Wind nicht genügend leistungsfähig, sind nur für den Spitzenverbrauch zweckmäßig, relativ teuer, wegen des stark geförderten Sonnenstroms in der Mittagszeit zunehmend unrentabel und in der notwendigen Zahl nicht durchsetzbar.

Als technische Zukunftsoptionen werden immer wieder Wasserstoff- und Methanspeicher für den Betrieb von Brennstoffzellen als Stromerzeuger für stationäre und mobile Anwendungen oder für die Einspeisung in das Gasnetz genannt. Der Wirkungsgrad der Speicherung beim Power to Gas to Power beträgt rund 30%.¹⁶ Im Schnitt gehen 50% der elektrischen "erneuerbaren" Energie durch Abregelung und durch Wärmeverluste verloren.¹⁷ Wirtschaftlich wird Power to Gas to Power“ wahrscheinlich keine Lösung sein. Derzeit ist zudem die fluktuierende Erzeugung von Wasserstoff mit Solar- und Windstrom schwierig, u.a. weil bei der Elektrolyse die elektrochemischen Zellen korrodieren. Zudem würden vermutlich minimal 15 bis 20 Jahre für die Entwicklung eines Wasserstoffs aus Sonnen- und Windstrom und den Aufbau einer Versorgungsinfrastruktur benötigt.

Photokatalyse gilt technisch als erfolgversprechend. Laborversuche in kleinstem Maßstab lassen hoffen (Helmholz-Zentrum Berlin/TU Delft). Mehr als eine Hoffnung sind alle genannten F&E-Projekte nicht, weil es zentral auch um die Frage der Bezahlbarkeit geht.

Es grenzt m.E. an eine Irreführung der Öffentlichkeit, wenn das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik an der Universität Kassel (IWES) am 30. 10. 2013 in einem Presstext zu einer Studie zu Kombikraftwerken erklärte: „100 Prozent mit Erneuerbaren Energien sind möglich!“ Weiter heißt es dort: Man kann „jederzeit den Bedarf decken und für eine stabile Frequenz und Spannung im Netz sorgen“, wenn „Erneuerbare Energien in Kombikraftwerken verknüpft und gesteuert werden“ und „Speicher“ verfügbar sind.¹⁸

Ja, wenn das Wörtchen wenn nicht wäre! Wilhelm Stock schrieb in Welt online¹⁹: Im Tagesmittel leisteten 70 GW installierte Leistung PV/Wind vom 14.11.2013 bis 24.11.2013 zusammen 4 GW, also etwas mehr als 5 Prozent der Kapazität! Eine über 48 Stunden hinweg erbrachte Leistung von nur 30 GW erfordert einen Speicherbedarf von 1440 GWh Kapazität. Die Speicherkapazität aller Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland beträgt 40 GWh. Power-to-Gas ist bei Preisen für 1 kWh zwischen 0,8 – 2,30 €/kWh kaum technisch, noch politisch

¹⁵ Vgl. Fraunhofer ISE/Fraunhofer AST/VKP Partner (2009)

¹⁶ Ahlborn, D. (2014b), ohne Seitenangabe.

¹⁷ Ahlborn, D. (2014b), ohne Seitenangabe.

¹⁸ Vgl. Fraunhofer IWES (2013).

¹⁹ Vgl. Stock, W. (2013).

umsetzbar. Zwei Millionen Haushalte mit PV-Anlage und Batterien mit 5 kWh Kapazität bilden Speicher von nur 10 GWh. Eine Million E-Autos könnten 20 GWh speichern. Sie könnten Deutschland 7 Minuten mit Strom versorgen. Hinzu kommt, dass aus technischen und anderen Gründen Autobesitzer ihr Auto wohl kaum als Energiespeicher zur Verfügung stellen.

Heute wissen wir zudem, dass wir bei weiterem Ausbau der Photovoltaik und der Windenergie mit erheblichen Stromüberschussmengen rechnen müssen, wenn keine Lösung der Abnahmeprobleme bei verfügbarem Strom gefunden wird. Nur ein Abschalten oder der Export in Nachbarländer zu extrem niedrigen Preisen oder sogar negativen Preisen (ein zusätzliches Geschenk) kann die Netzstabilität sichern. Die Frage, wer die erheblichen Kosten ständig steigender Stromleistungspotentiale übernehmen soll, wird derzeit nicht genügend konsequent beantwortet. Viele der aktuellen wirtschaftlichen Probleme von Industriebetrieben und Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), die frühzeitig in die neuen Energiemärkte eingestiegen sind, dürften auch auf die mangelhafte Abstimmung von Investitionen in Forschung und Entwicklung zurück zu führen sein.

6 Orientierung an Technologielebenszyklen und an Produktlebensphasen

6.1 Technologielebenszyklen und ihre Bedeutung für die Energiewende

Mit Technologielebenszyklen lässt sich der technische Wandel in unserer Umgebung relativ gut beschreiben und vielfach auch prognostizieren.²⁰ Dies gilt auch für Technologien, die für die Energiewende relevant sind. Grundlage der Technologielebenszyklen sind Verallgemeinerungen von konkreten Beobachtungen der Entwicklung einzelner Technologien. Aus diesen Beobachtungen wurden in Wissenschaft und Beratungsunternehmen typische, i.d.R. S-förmige Entwicklungsverläufe abgeleitet. Vor allem wurden Verläufe der Ablösung alter durch neue Technologien dargestellt (so z.B. die Verdrängung der kommerziellen Segelschiffahrt durch die Dampfschiffahrt).

Eines der bekannten Technologielebenszyklus-Modelle ist das S-Kurven-Konzept von McKinsey.²¹ Grund für die in der Realität erkennbaren technologischen Diskontinuitäten sind begrenzte Leistungssteigerungspotentiale bei einzelnen Technologien. Zu Beginn der Entwicklung einer Technologie ist im Falle des Erfolgs mit zunehmendem Grenznutzen von F&E-Aufwendungen zu rechnen; bei reifen Technologien sinkt der Grenznutzen des F&E-Aufwands. Weitere Steigerungen der Leistungsfähigkeit sind dann auch mit hohem F&E-Aufwand nicht mehr zu erreichen. In Abb. 4 werden Technologiesprünge und Technologiewechsel modellartig verdeutlicht.

Im Detail beschreibt das Konzept den Entwicklungsverlauf der Leistungsfähigkeit einer Technologie in Abhängigkeit vom kumulierten F&E-Aufwand. Indirekt wird damit auch die Zeit in die Überlegung einbezogen. Es wird deutlich, dass es wichtig ist, den richtigen Zeitpunkt für die Umschichtung von F&E-Ausgaben zu finden. Problematisch ist vor allem der hohe Unsicherheitsgrad bei der Konstruktion von S Kurven-Modellen. Gerade in der

²⁰ Vgl. Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 63-73.

²¹ Vgl. in Anlehnung an Krubasik, E. (1982), S. 29.

Entstehungsphase einer Technologie wird die Leistungsgrenze normalerweise falsch eingeschätzt. Leistungsgrenzen dürfen daher nicht als sicher vorhersehbares Fixum betrachtet werden. Auch die Tatsache, dass reale Kurvenverläufe nicht ideal S-förmig sind, schränkt die Aussagefähigkeit des Modells ein.

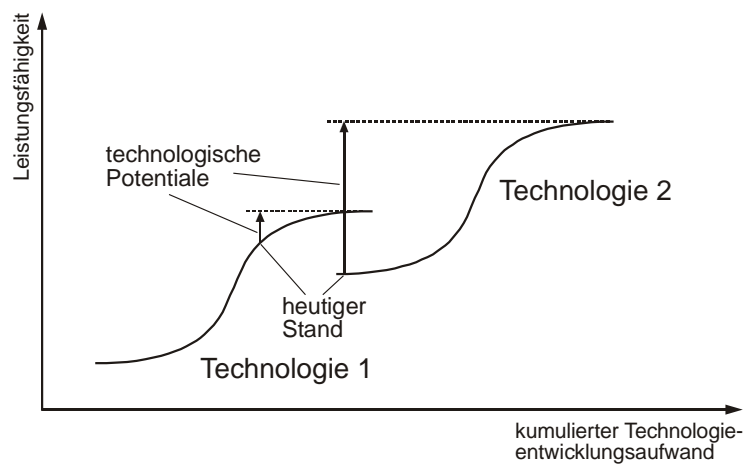


Abb. 4: S-Kurven-Konzept
Quelle: In Anlehnung an Krubasik (1982 a), S. 29.

Technologien in der *Entstehungsphase* einer Technologie zeichnen sich durch ein hohes Risiko aus; ihr Nutzen ist nur mit großen Unsicherheiten abzuschätzen. Die Gefahr ist, dass der potentielle Nutzen nicht erkannt wird und infolgedessen F&E nicht ausreichend dotiert werden. Technologien, die sich in der Entstehungsphase des Technologielebenszyklus befinden und zumindest ein erkennbares Nutzenpotential aufweisen, werden *Schrittmachertechnologien*²² genannt. Investitionsschwerpunkte sind in dieser Phase die Grundlagenforschung und die angewandte Forschung. In der *Wachstumsphase* einer Technologie werden immer mehr Anwendungen praktisch realisiert. Technologien in dieser Phase werden als *Schlüsseltechnologien* bezeichnet. Sie repräsentieren den „Stand der Technik“ innerhalb einer Branche. Die Aufwendungen für F&E steigen weiter an. Gleichzeitig nimmt das verbleibende Marktpotential und damit verbunden die F&E-Rentabilität ab. Daher ist es häufig ein Trugschluss, die Schlüsseltechnologien von heute für die Schlüsseltechnologien von morgen zu halten. Die Schlüsselrolle einer Technologie kann allerdings über Jahre erhalten bleiben. In der *Reifephase* sind die Technologien elementarer Bestandteil der Produkte und/oder Produktionsprozesse, weshalb sie auch als *Basistechnologien* bezeichnet werden. Die Gefahr ist groß, dass oft aus Tradition an den Erfolgstechnologien der Vergangenheit festgehalten wird und weiterhin Mittel in F&E gesteckt werden, die für junge Technologien besser eingesetzt werden könnten. In der *Alters- oder Verfallsphase* nimmt das Wettbewerbspotential einer Technologie schließlich immer mehr ab, bis sie durch Substitutionstechnologien mit höheren Leistungs- und Wettbewerbspotentialen ersetzt wird.

Es drängt sich der Gedanke auf, dass im Blick auf Technologien für die Energiewende typische Fehler gemacht werden. So sind die vorherrschenden Photovoltaik- und Windkrafttechniken weitgehend technisch und ökonomisch reif. Dennoch werden F&E-Aufwendungen

²² Vgl. Sommerlatte, T./Dechamps, J.-P. (1985), S. 52-53; Michel, K. (1990), S. 67.

in diesen Bereichen nach wie vor hoch und in unterschiedlicher Weise gefördert. Pumpspeicherwerke gehören zu den reifen Technologien. Alle vorhandenen Pumpspeicherwerke können etwa 1/40 des Tagesbedarfs Deutschlands speichern. Wir benötigen eine Speicherkapazität von etwa 40 Tagesbedarfen. Mit Pumpspeicherwerken ist dies nicht zu schaffen.²³ Das technologische Weiterentwicklungspotential der wichtigsten chemischen Speichertechnologien Batterien und Gase ist zwar steigerungsfähig und relevant für die Energiewende;²⁴ die Leistungssteigerungspotentiale werden aber speziell in der Politik oft weit überschätzt. Beide Technologiebereiche haben in anderen Anwendungsfeldern bereits eine lange Tradition. Für Technologiesprünge bei Langfristspeichern mit der Batterietechnologie fehlen bewährte Theorien. Hauptproblem der chemischen Speicher sind die derzeit relativ hohen Kosten. Fraglich ist, ob sie auf ein akzeptables Niveau gesenkt werden können. Im Bereich der Netzsteuerung (z.B. Smart Grid) gibt es Effizienzreserven, die aber wegen vielfältiger Widerstände der Verbraucher und der Nationen mit ihren unterschiedlichen Standardisierungsinteressen nicht einfach zu erschließen sind.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass alle bekannten Speichertechnologien jeweils für sich gesehen kleine Beiträge zur Lösung kurz-, mittel- oder langfristiger Speicherprobleme lösen können. Eine technisch in großem Stil funktionsfähige und zugleich wirtschaftlich verkraftbare Lösung zeichnet sich speziell bei den Mittel- und Langfristspeichern derzeit nicht ab. Dieser Themenkreis betrifft vor allem die Grundlagenforschung, die Technologie- und die Vorentwicklung.

6.2 Produktlebensphasen-Ansatz und seine Bedeutung für die Energiewende

Die Forderung an das F&E-Management, bereits bei der Entwicklung von Produkten und Prozessen spätere Phasen des Produktlebens zu berücksichtigen, wird durch eine Orientierung am *Produktlebensphasen-Ansatz* ermöglicht. Beim Produktlebensphasen-Ansatz richtet sich die Aufmerksamkeit auf das einzelne Produkt in den verschiedenen Phasen seines „Lebens“, also von seiner Entstehung bis zur Entsorgung oder seinem Recycling. Der *integrierte Produktlebensphasen-Ansatz*, wie er in Abb. 5 dargestellt ist, berücksichtigt alle unternehmensinternen und -externen „Lebensphasen“, zu denen vor allem Nutzung, Entsorgung und Recycling (bzw. Reduktion) eines Produkts zu zählen sind. Zugleich zeigt das Bild die Interdependenzen zwischen den einzelnen Phasen eines Produktlebens und seiner Umwelt, sei es die ökologische, ökonomische, soziale oder technische Umwelt. Aus allen Phasen ergeben sich spezifische Anforderungen an die F&E-Aktivitäten.

Anhand des integrierten Produktlebensphasen-Ansatzes kann das Zusammenspiel zwischen Demand Pull und Technology Push verdeutlicht werden. Ein nachfragesoginduzierter Anstoß der Entwicklung stammt aus den Phasen des Produktlebens, während ein mittelorientierter oder technologieinduzierter Anstoß auf sie gerichtet ist. Die zyklische Verknüpfung von Demand Pull und Technology Push bildet somit gleichsam den Motor der Innovationsdynamik.

²³ Vgl. Jossen, A. (2011).

²⁴ Vgl. vor allem Jossen, A. (2011).

Bei der Förderung der Energiewende ist offensichtlich, dass die verschiedenartigen Anforderungen aus den unterschiedlichen Lebensphasen und deren Interaktionen mit der Umwelt nicht genügend umfassend und mit teils problematischer Gewichtung berücksichtigt werden. Dies gilt vor allem für jene Promotoren der Energiewende, die eine 100%-ige und autarke Versorgung mit Erneuerbarer Energien anstreben. Übersehen werden das zeitweilige oder permanente Fehlen von Ressourcen und die höchst wahrscheinlich fehlende Anwendungsreife von Technologien (z.B. chemische Speicher). Nachfrageseitig werden Anforderungen einer bedarfsgerechten und preiswerten Stromversorgung zu wenig konkret angesprochen. Grundsätzlich macht man sich nicht genügend Gedanken über die Anforderungen in allen Produktlebensphasen und deren Verknüpfung mit ihrer Umwelt.

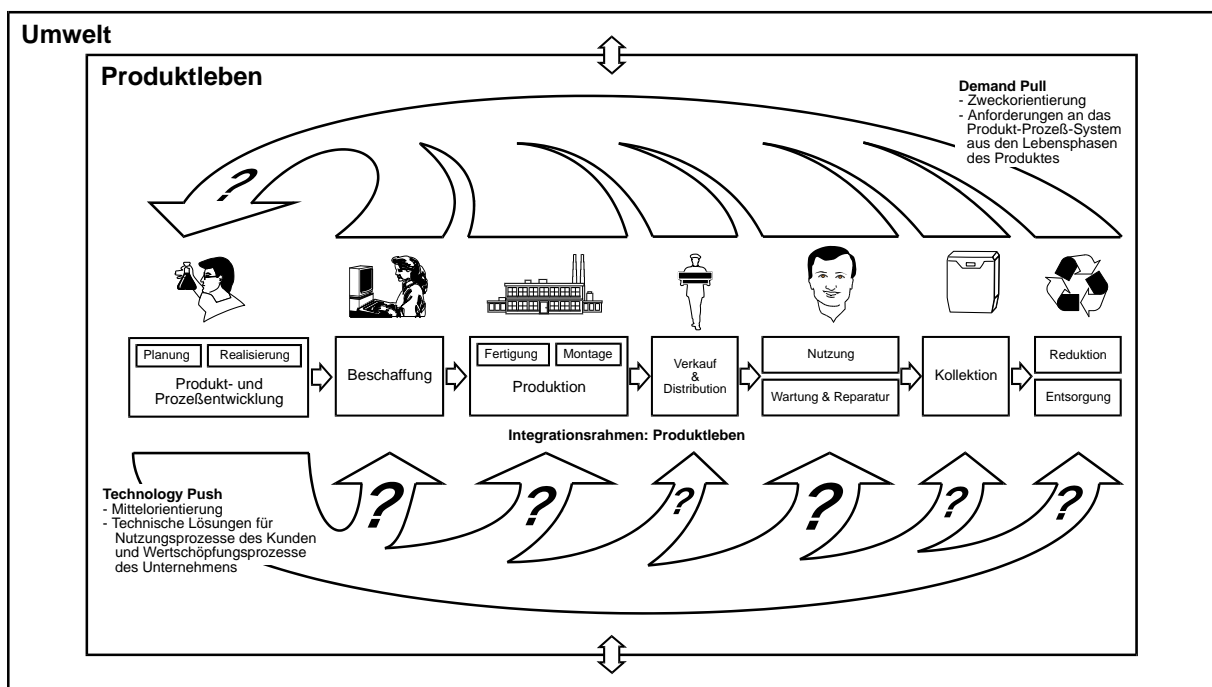


Abb. 5: Integrierter Produktlebensphasen-Ansatz
 Quelle: Specht, G./Beckmann,Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 50-51.

Es ist nicht möglich, alle Aspekte des Produktlebensphasen-Ansatzes für die Bewertung der deutschen Energiewendepolitik im Blick auf Strom-, Wärme- und Mobilitätsmärkte an dieser Stelle zu benennen. Vor Entscheidungen in Parlamenten über neue Gesetze und Verordnungen sollten die Anforderungen und voraussichtlichen Auswirkungen von Maßnahmen detailliert untersucht werden. Die veröffentlichte Kritik an der Reform des EEG gibt allerdings genügend Hinweise auf Qualitätsmängel der Energiewende.²⁵

7 Integrationsorientierung

7.1 Integrationsaspekte

Unter *Integration* wird die koordinierte Zusammenfassung von einzelnen Teilen (Elementen, Teilsystemen) zu einem Gesamtsystem verstanden.²⁶ Vergegenwärtigt man sich die viel-

²⁵ Vgl. Specht, G. (2014), verschiedene Vorträge auf www.Vernunftkraft.de, Keller, F. (2014), Vernunftkraft.de.

²⁶ Vgl. Kern, W. (1992), S. 23-24.

schichtigen Verflechtungen von Gebietskörperschaften, Unternehmen, Aktivitäten, Funktionen, Produkten und Produktgenerationen, Projekten, Technologien, Standorten und Nationen bei der Aufgabe „Energiewende“, so muss von außerordentlich hohem Koordinations- und damit auch Integrationsbedarf ausgegangen werden. Die Gefahr besteht, dass der Integrationsbedarf nicht zu erfüllen ist und die Energiewende deshalb in der Komplexitätsfalle stecken bleibt. Dennoch muss die Lösung der Integrationsaufgabe angegangen werden und mit geeigneten Instrumenten speziell des Projektmanagements gelöst werden.

7.2 Integration von Technologien und Anlagen

Die Vielzahl der für die Energiewende relevanten Technologien und Produkte aus verschiedenen Wissens- und Technikbereichen erfordert ein Management, das die einzelnen Technologien zu einem Gesamtsystem integriert, ohne Insellösungen entstehen zu lassen.

Es ist naheliegend zunächst an die Leitungsnetze für die Übertragung von elektrischem Strom zu denken. Nahezu das komplette Netz, seien es Höchstspannungs-, Hochspannungs-, Mittelspannungs- oder Niederspannungsnetze muss im Zuge der Energiewende verändert werden. Bei den geplanten und von der Bundesregierung und der Bundesnetzagentur für erforderlich gehaltenen Höchst- und Hochspannungsnetzen sind zunehmende Widerstände vor allem von Trassenanliegern erkennbar. Die Probleme im Hochspannungsnetz sind auch darauf zurück zu führen, dass sich die bisherige Stromerzeugung und die Netzstruktur am Bedarf orientiert haben. Speziell Großkraftwerke wurden dezentral in der Nähe von Bevölkerungs- und Industriezentren errichtet, um Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten. Diese Bedarfsorientierung wird im Zuge der Energiewende bei Strom durch eine Angebotsorientierung mit einer völlig neuen Art von Dezentralisierung abgelöst. Windenergieanlagen müssten in Ballungszentren und nicht in ländlichen Regionen errichtet werden, wenn Leitungsverluste ohne erhöhten technischen Aufwand gering gehalten werden sollen. Man kann sich leicht vorstellen, warum Windräder in Schwachwindgebieten fast ausschließlich in entlegenen Regionen errichtet werden, obwohl deren Windhöufigkeit speziell in Süd- und Südwestdeutschland oft nicht wesentlich anders aussieht als in Ballungszentren. In Hessen stehen z.B. im Vordertaunus nahezu keine Windräder. Im Unterschied dazu ist aus dem Vogelsberg inzwischen ein „Park“ für die Windindustrie geworden. Auch damit wird der Zuzug in Städte gefördert. Die Entwertung vorhandener Infrastruktur auf dem Land geht einher mit einem Sinken der Preise für Wohnimmobilien und mit einer zunehmenden Industrialisierung zur Stromerzeugung mit Windenergieanlagen nahezu ohne neue lokale Arbeitsplätze.

Investitionen in Windenergieanlagen, Photovoltaikanlagen, Biogasanlagen, Blockheizkraftwerke, Netze, Schaltanlagen, Stromspeicher, stromverbrauchende Industrieanlagen, Wärmepumpen in privaten Haushalten, Elektromobilität erfordern speziell ein hohes Maß technischer und ökonomischer an Integration und Koordination. Derzeit sind oft noch nicht einmal die minimalen Voraussetzungen für eine technische Integration erfüllt, weil die notwendigen Standards für die Fernsteuerbarkeit dezentraler Stromanlagen nicht genormt sind.

Der Integrationsbedarf zwischen einzelnen Branchen, die an der Energiewende beteiligt sind, ist enorm. Werden die branchenübergreifenden Integrationsfragen nicht explizit formuliert und beantwortet, dann ergibt sich daraus eine hohe Investitionshürde. Branchen mit ihren

unterschiedlichen Technologien und Anlagen haben aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte meist unterschiedliche technische Standards. Eine Vereinheitlichung ist ein sehr langwieriger Prozess mit Gewinnern und Verlierern. Die Dauer der Schaffung neuer branchenübergreifender Schnittstellenstandards wird bei der Energiewende unterschätzt. Klare Aussagen zum Zeitbedarf fehlen.

Die zentrale Kernaufgabe technischer Integration bei der Energiewende ist die technische Standardisierung von Schnittstellen. Ohne diese Standardisierung gibt es weder eine angebots- und nachfragegerechte Steuerung der Stromversorgung noch Versorgungssicherheit. Die bisherige Vielfalt unterschiedlicher Schnittstellen hat zu erheblichen Problemen geführt. Qualitätsmängel, relativ hohe Kosten und Lieferzeitüberschreitungen sind z.T. auf fehlende Standardisierung zurück zu führen. Die Komplexität der Aufgabenlösung ist ohne Standards ungleich höher. Einheitliche Standards gibt es bislang weder auf deutscher noch europäischer Ebene. Wer sich mit Standardisierungsfragen beschäftigt hat, weiß, dass branchenübergreifende oder gar staatliche Vereinbarungen über Standards sehr lange Zeit in Anspruch nehmen. So gibt es z.B. auch nach mehr als 20-jährigen Bemühungen heute noch keinen einheitlichen Standard für eine zufriedenstellende einheitliche elektronische Zugsteuerung für Frankreich und Deutschland. Es ist unrealistisch anzunehmen, bei der Standardisierung der Schnittstellen für eine umfassende Vernetzung der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs z.B. auch über ein Smart Grid würde es schneller gehen. Auch hier sind die unterschiedlichen Interessen von Ländern und Branchen wesentliche Barrieren.

Da bisher einheitliche Standards nicht vorhanden sind, versuchen große Unternehmen ihre technischen Schnittstellenlösungen über Marktmacht durchzusetzen und über den Marktanteil zum Industriestandard werden zu lassen. Oder es gibt Kooperationen von Unternehmen zur Entwicklung von Standards. Ein solcher Versuch wurde z.B. 2014 vom Industrieforum "VHP Ready" mit Unterstützung der Fraunhofer-Gesellschaft gestartet. Da die Zahl der beteiligten Unternehmen (meist Hersteller von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) relativ klein ist und die beteiligten Unternehmen im Blick auf die Relevanz für die Energiewende relativ begrenzt ist, kann dies noch nicht als umfassender Lösungsansatz angesehen werden.

Bei den Integrationsbestrebungen gilt es ein „Zuwenig“ als auch ein „Zuviel“ an Integration zu vermeiden. Dies gilt speziell für ökonomische Aspekte der Integration von Branchen. Folge einer Überintegration kann beispielsweise ein Motivationsverlust bei den Mitwirkenden oder eine zeitliche Verzögerung sein. Dagegen führt Unterintegration zu kontraproduktivem Gruppendenken und zu isoliertem, wenig effizientem Handeln. Sieht man sich das aktuelle Chaos im „Projekt Energiewende“ an, so muss eher von zu geringer als von zu hoher Integration ausgegangen werden. Die speziell mit der technischen Integration einhergehende zunehmende gegenseitige Abhängigkeit und Störungsanfälligkeit bei Angriffen unbefugter Personen ist eine große Barriere für das Erreichen der Ziele der Energiewende. Zu fragen ist, ob wir dies wollen sollten.

7.3 Integration von Gebietskörperschaften, Standorten und Unternehmen

Eklatant sind speziell die Mängel bei der Integration von Gebietskörperschaften. Nationen, Bundesländer, Gemeinden, Standorten und Unternehmen versuchen jeweils in egoistischer Weise einen möglichst großen Anteil an den Subventionen, Umlagen und Umsätzen auf den

Energiemärkten zu erzielen. Die Verteilungswirkungen, gewollte und ungewollte, sind schon heute enorm und werden weiter zunehmen, wenn die Weichen nicht grundsätzlich anders gestellt werden.

Einige Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- > Finanzklamme Gemeinden werden bei Windenergieanlagen mit Pacht-, Zins- und Gewerbesteuerversprechen zum Mitmachen motiviert. Hausbesitzer haben dagegen die sinkenden Immobilienpreise in Sicht- und Hörnähe der Anlagen ohne Schadensausgleich zu verkraften.
- > Vor allem die Bürger der Länder Bayern und Schleswig-Holstein erhalten deutlich mehr aus EEG-Vergütungen für Investitionen in Biomasse, Photovoltaik und WEA als sie an EEG-Umlage bezahlen müssen. Umgekehrt ist die Situation in Nordrhein-Westfalen.
- > Die Stromversorger in windstarken, aber industrie- und einwohnerschwachen Ländern (z.B. Mecklenburg-Vorpommern), müssen für die Anschlüsse der EE-Anlagen deutlich mehr zahlen als sie über Umsätze vor Ort erzielen können.
- > Die konventionellen Stromerzeuger werden über den Einspeisevorrang für Erneuerbare Energien derart stark benachteiligt, dass dies einer Teilenteignung nahe kommt. Die benachteiligten Unternehmen können nicht mehr investieren, obwohl deren Investitionen für eine sichere Stromversorgung dringend benötigt werden (z.B. Investitionen in Gaskraftwerke, Pumpspeicherwerke). Weitere Folgen sind schwächelnde Energietechnikanbieter in Europa (Alstom oder ABB) oder die geplante Verlagerung des Sitzes des Geschäftsbereichs Energietechnik im Unternehmen Siemens in die USA.

Weitere weitgehend unbeantwortete Fragen wirft die standortübergreifende Integration von Investitionen im Zuge der politisch gewollten verstärkten und angebotsabhängig organisierten Dezentralisierung der Energieversorgung auf.

Wenn immer wieder in Kommunen und Landkreisen von autarker Energieversorgung oder einer Energieversorgung zu 100% mit Erneuerbaren Energien gesprochen wird, dann müsste eigentlich klar sein, dass dies zwar technisch realisierbar, praktisch-ökonomisch aber nicht möglich ist. Windräder in derart autarken Regionen sind normalerweise Leuchttürme ökonomischer Einöde. Einzelne Regionen in Europa können in Ausnahmefällen Selbstversorger sein (z.B. Inseln); von praktischer Bedeutung für unser Land sind derartige Lösungen nicht. Wenn nicht einmal auf Deutschland bezogen eine autarke, 100%-ige Versorgung mit Erneuerbarer Energie möglich ist, dann gilt dies wegen der begrenzten Verfügbarkeit von Sonne, Wind und Biomasse in noch stärkerem Maße für kleinere Regionen.

Inzwischen wissen wir, dass auch WEA keineswegs in der Lage sind, regional unterschiedliche Windgeschwindigkeiten über Stromnetze oder Speicher auszugleichen. Grundlastfähigen Sonnen- und Windstrom gibt es nicht auf dem Gebiet Deutschlands und wird es auch in Zukunft nicht geben.²⁷ Mit deren Ausbau werden sich die Leistungsspitzen weiter erhöhen. Die Minima der Bereitstellung von Strom aus Wind und Sonne liegen bundesweit monatlich viertelstündlich fast immer bei unter 0,5% der Nennleistung aller Anlagen. Daran wird auch eine größere Zahl von WEA nichts ändern (Bild 6). Zudem ist mit Windflauten über mehrere

²⁷ Vgl. Ahlborn, D. (2014a).

Wochen zu rechnen. Auch dafür muss über Landesgrenzen hinaus ein Ausgleich geschaffen werden. Speicher in der erforderlichen Größe werden in den nächsten 20 Jahren nicht zur Verfügung stehen.

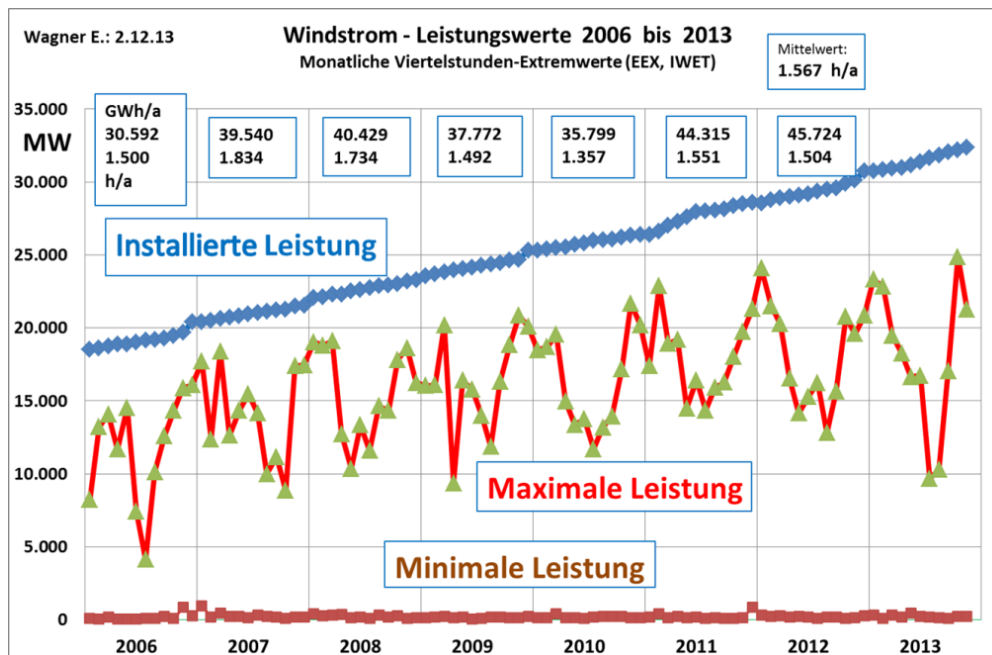


Bild 6: Windstrom-Leistungswerte 2006 bis 2013
 monatliche Viertel-Stunden-Extremwerte auf Basis der Strombörse Leipzig (EEX, IWET)
 Quelle: Eberhard Wagner, Bensheim (2013).

All diese Überlegungen sprechen für einen hohen Integrationsbedarf bei regionen- und standortübergreifenden Maßnahmen der Energiewende. Davon ist bisher wenig zu sehen. Die offenen Fragen müssen so schnell wie möglich beantwortet werden. Dies gilt speziell auch für die Einbeziehung fossiler Kraftwerke zur Sicherung der Grundversorgung mit Elektrizität. Ohne einen Back Up Betrieb von fossilen Kraftwerken geht es nicht, wenn aus der Atomenergie ausgestiegen wird. Dabei sind derzeit Gasturbinenkraftwerke wegen ihrer relativ schnellen Anpassbarkeit an unterschiedliche Angebote und Bedarfe im Stromnetz technisch am besten geeignet. Zurzeit sind sie wegen des EEG nicht rentabel zu betreiben. Außerdem sollte auch die Abhängigkeit der Gasversorgung von ausländischen Unternehmen in der politischen Diskussion offen angesprochen werden. Fossile Kraftwerke sind auch in Zukunft die Basis unserer Versorgung mit Strom. Neubauten und Modernisierungen in diesem Bereich werden auch dazu führen können, dass sich deren Wirkungsgrad und deren Flexibilität erhöhen.

7.4 Integration von Aktivitäten und Funktionen

Ziel einer *aktivitätsübergreifenden Integration* ist die Realisierung der bestmöglichen Parallelisierung der einzelnen Arbeitsschritte bei einer komplexen Aufgabe durch zeitliche und sachliche Abstimmung der Einzelaktivitäten. Das Prozessmanagement erleichtert dabei durch eine stärkere Berücksichtigung von Zeit- und Qualitätszielen die Durchführung der Planungs- und Überwachungsaufgaben. Meilensteine definieren prägnante Ereignisse und/oder Zeitpunkte im Prozessablauf, an denen ein Vergleich des Soll- und des Ist-Fort-

schritts vorgenommen und über den Fortgang der Arbeiten entschieden wird. Zwischen den Meilensteinen existiert aber ausreichend Gelegenheit für eine parallele Bearbeitung unterschiedlicher Arbeitsvorgänge. Die Leitidee der Integration kommt in der Koordination der Arbeiten zwischen den Meilensteinen und durch gemeinsame Kontrollen und Entscheidungen an den Meilensteinen zum Ausdruck (Vgl. Kapitel 4).

Sieht man sich die Energiewende an, so fallen die gravierenden Fehler in der aktivitätsübergreifenden Integration auf. So werden z.B. Mengenziele in den Teilbereichen Erzeugung von Strom mit Photovoltaik und WEA verfolgt, die weit über den Bedarf hinausgehen. Andererseits werden Investitionen in zwingend erforderliche Speicher- und Netztechniken vernachlässigt. Eine Begründung wird nicht geliefert. Die Wirkungen auf Kosten und Qualität der Stromversorgung werden verdrängt. Der Vorgang erinnert viele Kritiker an ähnliche Maßnahmen in der staatlichen Planwirtschaft in der früheren DDR.

Die *funktionsübergreifende Integration* dient dazu, alle von einer Aufgabe betroffenen Funktionsbereiche frühzeitig in den Leistungsprozess einzubinden. Im Einzelnen sind dies:²⁸

Leitungsorgane (z.B. Leiter in Gebietskörperschaften, Unternehmens- und Bereichsleitung),
Träger konzeptioneller Funktionen (z.B. Planungsgremien, Planungsabteilungen),
Träger umsetzender Funktionen (z.B. Produktion, Einkauf/Beschaffung, Vertrieb),
Träger von Metafunktionen (z.B. Controlling, Qualitätsmanagement, Logistik, Finanzen, Personalwirtschaft, Rechtsabteilungen, Organisation und Datenverarbeitung, Umweltschutz).

Auf operativer Ebene müssen integrative Strukturen geschaffen werden, die zur Durchsetzung der Gesamtstrategie beitragen. Hierfür sind vorrangig interfunktionale Teams, effiziente Kommunikationskanäle, Kooperationsbereitschaft und gegenseitiges Vertrauen hinsichtlich der Kompetenz der Gesprächspartner zu schaffen. Ein wichtiger Bestandteil des Integrationsmanagements ist die Überwachung der Ressourcenzuteilung zu einzelnen Teilprojekten. Wird die Notwendigkeit der Zusammenarbeit nicht erkannt oder wird sie nicht gewollt, dann können vorhandene Erfolgspotentiale nicht genutzt werden.

Bei der Energiewende sind speziell operative Maßnahmen oft nicht genügend aufeinander abgestimmt. So darf es z.B. nicht vorkommen, dass die Rodung von Wäldern für WEA bereits vorgenommen wird, obwohl der Flächennutzungsplan des Planungsverbandes noch nicht verabschiedet ist. Oder es darf nicht vorkommen, dass WEA gebaut werden, die nicht an ein Stromleitungsnetz mit entsprechender Kapazität angeschlossen werden können. Oder es darf nicht vorkommen, dass die Rodung von Wäldern genehmigt wird, obwohl unklar ist, wo ein entsprechender Waldflächenausgleich vorgenommen werden kann.

Oft fehlt für die operative Planung die normalerweise vorgeschaltete strategische Planung. So wurden z.B. moderne Gasturbinenkraftwerke gebaut, obwohl klar sein musste, dass die EEG-Gesetzgebung einen rentablen Betrieb nicht ermöglicht. Auch in funktionaler Hinsicht fehlt bei der Energiewende oft ein konsistentes Zielsystem, das jedem Mitglied des Gesamtprojekts die Relevanz seiner Aufgabe zum Erreichen des Gesamtzieles verdeutlicht.

²⁸ Vgl. Kern, W. (1992 b), S. 55.

8 Ressourcen- und Kostenorientierung

Das Management großer Projekte zeichnet sich i.d.R. durch eine ausgeprägte Ressourcenorientierung aus. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Orientierung an Kompetenzen, verfügbarem oder aufbaubarem Wissen, am Vorhandensein qualifizierter Menschen, finanzieller Mittel und sonstiger Produktionsfaktoren sowie die Orientierung an der Kultur von Wirtschaft und Gesellschaft zu nennen.

Für Länder und Unternehmen ist es von besonderer Bedeutung, sich auf die eigenen Kernkompetenzen²⁹ zu konzentrieren, um auf diese Weise einzigartige Wettbewerbsvorteile gegenüber den Wettbewerbern zu erzielen. Kernkompetenzen zeichnen sich durch hohe Spezifität aus. Sie sind kaum transferierbar, imitierbar oder substituierbar und besitzen wertstiftenden Charakter. Kernkompetenzen bilden die gemeinsame Basis für die Entwicklung von Technologien und Produkten in verschiedenen Tätigkeitsfeldern. Die Identifikation der Kernkompetenzen trägt dazu bei, dass die ohnehin knappen Ressourcen nicht für Projekte verschwendet werden, die nur einen geringen Beitrag zum Erfolg leisten können. Die bewusste Konzentration der Ressourcen auf strategische Kernkompetenzen erhöht die Chancen, technologische Spitzenleistungen zu erzielen und so einzigartige, schwer imitierbare Erfolgspotentiale aufzubauen. Wichtig ist auch, dass vorhandene Kernkompetenzen nicht zerstört werden. In Deutschland gehen zurzeit nicht nur nukleare Kernkompetenzen verloren, sondern auch Kernkompetenzen in der fossilen Kraftwerkstechnik. Kapazitäten sind gefährdet, die früher oder später wieder benötigt werden.

Eine wesentliche Grundlage für die erfolgreiche Nutzung der eigenen Kernkompetenzen ist die Etablierung eines systematischen Wissensmanagements, das einen effektiven und effizienten Umgang mit dem verfügbaren und/oder benötigten Wissen sicherstellt. Angesichts der besonderen Bedeutung der Mitarbeiter als Wissensträger und damit als wichtige Ressource stellt sich die Frage, wie ihre Innovationsleistung positiv beeinflusst werden kann. Einen wesentlichen Beitrag hierzu leistet eine innovationsfördernde Kultur in Staat, Gesellschaft und Unternehmen. Eine solche Kultur lässt sich nicht beliebig verändern; „kulturpolitische“ Maßnahmen sind dennoch erforderlich, um eine Innovationskultur in einem meist langwierigen Prozess zu formen. Koordination und Integration, Motivationssteigerung und die Vermittlung eines Gefühls der Orientierung und Sicherheit können geeignete Ansatzpunkte sein.³⁰

Bei der Energiewende ist speziell bei Experten aus der Energietechnik ein hohes Maß an Unzufriedenheit und Frustration erkennbar. Jeder, der sich mit der aktuellen Energiewendepolitik beschäftigt, sieht die gravierenden Defizite und Verschllossenheit gegenüber offenen Diskussionen. Dies motiviert nicht dazu, an der Energiewende mitzuarbeiten. Diese Situation muss sich ändern.

In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass die geringe Kostenorientierung bei den politisch Verantwortlichen eine Ursache für die zunehmende Abwendung von den Zielen der Energiewende ist. Es wird zwar immer wieder betont, dass die Energiewende bezahlbar bleiben muss; von einem systematischen „target costing“, wie es in Unternehmen unabding-

²⁹ Vgl. Prahalad, C.K./Hamel, G. (1990), S. 81.

³⁰ Vgl. Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 42-46

bar ist, ist beim Gesetzgeber dennoch kaum etwas zu erkennen. Die Energiewende scheint kein Kostenthema zu sein. Offensichtlich ist es den Verantwortlichen in der Politik nicht klar, dass bereits in F&E etwa 70 bis 85% der gesamten Entwicklungs-, Fertigungs- und Vermarktungskosten eines Produkts festgelegt werden. Ein Target Costing bzw. Zielkostenmanagement muss bereits in der Technologieentwicklung beginnen und über die Vorentwicklung bis hin zur Entwicklung serienreifer Produkte und Prozesse reichen. Ziel des Target Costing ist – ausgehend von erzielbaren Marktpreisen oder akzeptierbaren Kosten beim Kunden – die systematische Ausrichtung der Produkt- und Prozessentwicklung einschließlich der Produktionsvorbereitung und -kontrolle auf die vom Markt erlaubten Kosten des neuen Produkts oder Systems. Dazu werden die marktfähigen Gesamtkosten als Zielgröße über die Profilplanung, die Konzeptplanung und den Systementwurf bis in einzelne Baugruppen und Bauteile heruntergebrochen. Es handelt sich um eine kostenorientierte Durchdringung und insofern um eine zielorientierte Teilkomponente der Produkt- und Prozessentwicklung. Dafür gibt es unterschiedliche Verfahren, auf die hier nicht eingegangen wird.³¹

Das Target Costing ist ein wertvoller Ansatz, um die in der Entwicklung festgelegten Kosten auf die erzielbaren oder akzeptierbaren Marktpreise auszurichten. Den Kostenzielen dürfen allerdings die Qualitäts- und Zeitziele der Entwicklung nicht untergeordnet werden. Für die Entwicklung neuer Technologien sowie neuer Produkte und Prozesse ist eine gleichgewichtige Integration von Kosten-, Qualitäts- und Zeitaspekten erforderlich.

Im Blick auf die Energiewende ist ein konsequentes Zielkostenmanagement zu fordern, dass vor allem die Stromerzeugungskosten pro kWh und die CO₂-Verminderungskosten bei jeder einzelnen Technologie im Blick hat und ständig ein Zwang zur Kostensenkung durch Wettbewerb geschaffen wird. Dabei gilt es technologieneutrale Anreize zur Kostensenkung zu bieten.

9 Markt- und Qualitätsorientierung

Die Forderung nach Marktorientierung setzt voraus, dass Märkte existieren oder geschaffen werden, die einen Wettbewerb ermöglichen, in dem sich die besten und/oder billigsten Anbieter durchsetzen können. Bei der Energiewende ist das Gegenteil eingetreten. Vormalig auf europäischer Ebene liberalisierte Strommärkte wurden wieder deliberalisiert. Heute gibt es praktisch keine Strommärkte mehr, die nicht direkt staatlichen Regulierungen unterliegen oder indirekt von staatlicher Regulierung betroffen sind. Diese Art der Planwirtschaft muss zu überhöhten Preisen und/oder Stromversorgungsengpässen führen. Bezieht man die Energiemärkte in die Betrachtung ein und sieht man sich den Anteil staatlich regulierter Märkte am Bruttoinlandsprodukt an, dann muss man feststellen, dass wir inzwischen ein halb-sozialistisches Land geworden sind. Dies kann nicht gut gehen, wie die Beispiele aus der Vergangenheit zeigen. Marktwirtschaft wird offensichtlich heute mehrheitlich negativ bewertet.

Aktuell entsteht der Eindruck, dass eine Kundenorientierung bei der Energiewende nicht angestrebt ist. Wie anders ist es zu erklären, dass die Qualitätsdimensionen der Stromversorgung, nämlich die ständige, sichere Verfügbarkeit von Strom und ein international

³¹ Vgl. Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 176-179; Seidenschwarz, W. (1993), S. 182.

relativ niedriger Strompreis vernachlässigt werden. Mangelhafte Marktorientierung liegt z.B. auch dann vor, wenn die Erzeugung von Wind- und Sonnenstrom auch dann bezahlt wird, wenn die Anlagen mangels Bedarf abgeregelt werden. Es dürfte auch kaum gelingen, die Kunden zu einem Kaufverhalten bei Strom zu gewinnen, das nicht ihren Nutzungspräferenzen entspricht. Mit Abnahmezwängen wie beim Verkauf von Ökostrom an Elektrizitätsversorgungsunternehmen wird man im Endkundenmarkt kaum arbeiten können. Es müsste eine Selbstverständlichkeit sein, dass sich Stromverkäufer an den Bedürfnissen ihrer *Kunden* orientieren, und zwar im Blick auf Mengen, Qualitäten und Preisen. Dies ist heute nicht der Fall. Eine Markt- und Wettbewerbsorientierung kann über einen funktionsfähigen CO₂-Zertifikatehandel mit einer entsprechenden Kontingentierung von CO₂-Zertifikaten dann geschaffen werden, wenn die Fehlsteuerung des EEG beseitigt wird.

Ein Konzept, das insbesondere die Kundenorientierung berücksichtigt, ist das *Total Quality Management* (TQM). Dieser umfassende Ansatz einer umfassenden Qualitätsphilosophie und -strategie verwendet einen sehr weiten Qualitätsbegriff, der die Erfüllung aller von externen, aber auch internen Kunden geforderten Leistungsmerkmale ebenso einschließt wie die Qualität der Kommunikation des Unternehmens im internen Bereich und mit den Kunden. TQM erfordert qualitätsbewusstes Handeln bei allen Aktivitäten von Anbietern. Diesem Ansatz entspricht das Streben nach ständiger, systematischer und schrittweiser Verbesserung (Kaizen). Dabei geht es um die permanente Identifizierung und Vermeidung von Fehlern und Ineffizienzen.³² Eine Konsequenz des Kaizen-Gedankens ist der Ausbau des *betrieblichen Vorschlagswesens* mit dem Ziel, Anregungen der Mitarbeiter schnellstmöglich aufzunehmen und umzusetzen. Es wäre sicher zweckmäßig, wenn auch der Staat in seiner Energiewendepolitik ein systematisches Vorschlagswesen aufbaut. Derzeit ist nicht erkennbar, dass Hinweise auf Schwächen erwünscht sind.

11 Interdependenz der Steuerungsfelder

Eine Vielzahl von Aktivitäten dient der Steuerung und Unterstützung des Managements großer Projekte. Abbildung 6 zeigt die Steuerungsfelder auf, mit denen projekt- und prozessübergreifend die Effektivität und Effizienz der Maßnahmen beeinflusst werden können. Im Einzelnen wird darauf nicht eingegangen.³³ Es wird lediglich auf einige Aspekte hingewiesen.

Hauptaufgabe ist die Etablierung einer funktionsfähigen *Projektprogrammplanung*. Nur mit einem „Integrierten Projektprogrammplan“ ist ein konsistentes strategisches Gesamtkonzept zu verwirklichen. Bei der Energiewende gibt es für die Stromversorgung bisher keinen überzeugenden, widerspruchsfreien, koordinierten, technisch realisierbaren Projektprogrammplan. Ohne einen solchen Plan wird die Energiewende im Strombereich scheitern.

³² Vgl. Imai, M. (1993), S. 24.

³³ Vgl. Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), 53-55.



Abb. 6: Steuerungsfelder der F&E
 Quelle: Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002), S. 53

In Abbildung 6 ist zu erkennen, dass sich die Steuerungsfelder gegenseitig beeinflussen. Dies verdeutlicht erneut die hohe Komplexität der Managementaufgaben bei Großprojekten wie der Energiewende. Daher ist es unerlässlich, sich intensiv mit den dargestellten Teilgebieten des Managements auseinanderzusetzen. Ob dies in bürokratisch organisierten Strukturen gelingt, ist fraglich. Wichtig ist nicht nur die Einzeloptimierung der verschiedenen Aspekte, sondern die ganzheitliche Betrachtung aller Komponenten. Erst eine derartige Vorgehensweise ermöglicht die effektive und effiziente Gestaltung der Energiewende und deren Schnittstellen zu ihren ökologischen, ökonomischen, sozialen und technischen Umfeldern.

Im Blick auf die Energiewende fehlen derzeit einige Bausteine aus dem Bereich der Projekt-Steuerungsfelder. So wäre z.B. dringend ein Informationssystem aufzubauen, das allen Akteuren einen aktuellen Überblick über den Stand der Energiewende in allen Bereichen und ein schnelles Reagieren auf neue Informationen erlaubt.

11 Plädoyer für eine nachhaltige Energiewende

Bereits heute ist absehbar, dass die EEG-Reform misslingt, weil zentrale Fragen der Energiewende nicht oder widersprüchlich beantwortet werden. Diese Reform führt in eine Sackgasse. Absehbar sind weitere Reformen der Reform. Eine umfassend nachhaltige Stromversorgung ist nicht in Sicht. Fundamentale Kritik von Experten aus dem Bereich der Stromversorgung führte nur zu marginalen Veränderungen an der bisherigen Politik; Reformunfähigkeit deutet sich an. Offenbar sind die bisher getroffenen Entscheidungen eine fast unüberwindbare Hürde. Die Energiewende ist ein Musterbeispiel dafür, wie schwer es ist, Subventionen und ähnliche Vorteilsgewährungen zurück zu fahren.

Zwingend ist die Kooperation über nationale Grenzen hinaus. Diese Zusammenarbeit ist bisher nicht zufriedenstellend geregelt. Die Nachbarn Deutschlands werden nicht bereit sein, die Fehler der Energiewende in Deutschland auf Dauer zu dulden, weil auch sie nicht nur Vorteile, sondern auch gravierende Nachteile haben werden. Unaufschiebbar ist die Klärung der Frage, welche Reserven zur Überbrückung der Volatilität von Photovoltaik- und Windstrom nach 2022 zur Verfügung stehen werden. Ein weiteres Abwarten ist wegen der langen Zeiträume für die Planung und Realisierung moderner, geeigneter Kraftwerke kaum zu

verantworten, obwohl im Augenblick Reserven in ausreichendem Umfang verfügbar zu sein scheinen.

Nach wie vor gilt: Was Deutschland an Emissionen durch Ökostrom einspart, führt zur Verlagerung der Emissionen und/oder der Arbeitsplätze in andere Länder. Der Klimaeffekt der erneuerbaren Energien in Deutschland ist bei gigantischen Kosten im besten Falle unwirksam. Mit ca. 1% der Weltbevölkerung und ca. 5% der Wirtschaftsleistung der Welt hat Deutschland keinen nennenswerten Einfluss auf das Weltklima. Eine weltweite Klimapolitik ist wegen unterschiedlicher Interessen in absehbarer Zeit nicht realisierbar! Dies gilt trotz erster Ansätze einer Klimapolitik in China und den USA. Es ist zudem eine Illusion zu glauben, dass ein Land mit extrem teurer, unwirksamer Ökostrompolitik „Vorreiter“ in der Welt sein kann.

Ein Scheitern ist heute wahrscheinlicher als ein Gelingen. Nur wenn die Ziele einer Energiewende in der Stromversorgung in Deutschland umfassend gesehen, neu und machbar formuliert werden, wenn die Anreize für die Marktteilnehmer richtig gesetzt werden, wenn im Rahmen eines ganzheitlichen Managements des Projektprogramms die Maßnahmen abgestimmt und sachlich-zeitlich geplant und realisiert werden, und wenn ein Neustart der Politik zur Energiewende gewagt wird, dann ist ein Gelingen der Energiewende zumindest teilweise denkbar.

Literaturverzeichnis

- Ahlborn, D. (2014a): Korrelation der Einspeisung aus Windkraftanlagen macht Grundlastfähigkeit in Deutschland unmöglich, Denkschrift, <http://www.vernunftekraft.de/windkraft-versus-wuerfeln/>
- Ahlborn, D. (2014b): Zur Effizienz der Energiewandlung beim Power To Gas Verfahren, ohne Orts- und Jahresangabe, erscheint in: [vernunftekraft.de](http://www.vernunftekraft.de)
- Alt, Helmut: Energiewende: Zwischen Wunsch und Wirklichkeit, Vortrag bei der EIKE Klima- und Energiekonferenz Hamburg am 14.05.2013.
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Pressedienst, Nr. 8, 2013.
- Arthur D. Little (Hrsg., 1990): Management der Hochleistungsorganisation; Wiesbaden 1990.
- Bardt, H. (2009): Grundzüge einer effizienten Klimapolitik, IW-Positionen Nr. 42, Institut der Deutschen Wirtschaft, Köln 2009.
- Bendixen, P. (1980): Teamorientierte Organisationsformen; in: Grochla, E. (Hrsg.), Handwörterbuch der Organisation, 2. Aufl., Stuttgart 1980, Sp. 2227-2236.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Eckpunkte der Reform des EEG, 21.01.14.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Zweiter Monitoringbericht „Energie der Zukunft“, <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=634268.html>.
- Bundesregierung, Presse- und Informationsamt: Energie für Deutschland, Broschüre, Redaktionsschluss 24.08.2012, S. 3.
- Dörner, D. (1990): Die Logik des Misslingens, Reinbek bei Hamburg 1990.
- Feyerabend, P. (1976): Wider den Methodenzwang, Skizze einer anarchistischen Erkenntnistheorie, Frankfurt 1976.
- Fraunhofer ISE/Fraunhofer AST/VKP Partner (2009): Stand und Entwicklungspotential der Speichertechniken für Elektroenergie, Abschlussbericht, Auftragsstudie 08/28 für das

- Bundesministerium für Wirtschaft, 30.06.2009.
- Fraunhofer Fokus (2014): http://www.fokus.fraunhofer.de/de/fokus/publikationen/presse/mitteilungen/20140212_PI_VHPready_e-world.html
- Fraunhofer IWES (2013): Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) an der Universität Kassel: Presstext zu einer Studie zu Kombikraftwerken, Kassel am 30.10.2013.
- Geiger, Th. (1968): *Ideologie und Wahrheit*, 2. Aufl., Neuwied und Berlin 1968.
- Harting, D. (1992): *Führen mit strategischen Unternehmensplänen*; Stuttgart 1992.
- Hundt, Matthias u.a. (2009): *Verträglichkeit von erneuerbaren Energien und Kernenergie im Erzeugungsportfolio, Technische und ökonomische Aspekte*, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, IER, Universität Stuttgart, 2009.
- Imai, M. (1993): *Kaizen*; Berlin, Frankfurt/Main 1993.
- Jossen, A. (2011): *Wieviel Speicher braucht das Stromnetz? Und wie können wir derartige Speicher realisieren?*, Vortrag in Vaterstetten am 27.07.2011.
- Keller, F. (2014): *Windenergie- und Photovoltaikanlagen als Träger der deutschen Energiewende*, Denkschrift 2014; Vgl. <http://www.vernunftkraft.de/keller/10.06.2014>.
- Kern, W. (1992 a): *Das Problem aus theoretischer Sicht*; in: Hanssen, R.A. / Kern, W. (Hrsg.), *Integrationsmanagement für neue Produkte*, Düsseldorf, Frankfurt/Main 1992, S. 19-24.
- Kern, W. (1992 b): *Funktionsbereichsübergreifende Integration – Aufgaben und Probleme*; in: Hanssen, R.A. / Kern, W. (Hrsg.), *Integrationsmanagement für neue Produkte*, Düsseldorf, Frankfurt/Main 1992, S. 54-62.
- Koalitionsvertrag vom 27. 11.2013, S. 49.
- Krubasik, E. (1982): *Technologie – Strategische Waffe*; in: *Wirtschaftswoche*, 1982, Nr. 25, S. 28-32.
- Kruck, Chr. / Eltrop, L. (2007): *Perspektiven der Stromerzeugung aus Solar- und Windenergienutzung für eine nachhaltige Energieversorgung in Deutschland*, FKZ A204/04, *Endbericht*, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, IER, Universität Stuttgart 2007.
- Kuhn, Th. S. (1967): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt 1967.
- Lindinger, M. (2013): *Es geht immer noch ein wenig grüner*, in: *FAZ*, 21.08.2013, Nr. 193, S. N1.
- Lomborg, B. (2009): *Cool it! Warum wir trotz Klimawandels einen kühlen Kopf bewahren sollten*, München 2009.
- Michel, K. (1990): *Technologie im strategischen Management*; 2. Aufl., Berlin 1990.
- Ohne Verf. (2010): *Klimapolitik – eine Frage der Effizienz*, in: *IWD*, Jg. 36, Nr. 6, 11.02.2010, S. 7.
- Prahalad, C. K. / Hamel, G. (1990): *The Core Competence of the Corporation*; in: *Harvard Business Review*, (1990)3, S. 79-91.
- Seidenschwarz, W. (1993): *Target Costing: marktorientierte Zielkostenmanagement*; München 1993.
- Sinn, H.-W. (2013): *Energiewende ins Nichts*, Vortrag an der Ludwig-Maximilians-Universität in München am 16.12.2013.
- Sinn, H.-W. (2008): *Das grüne Paradoxon, Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik*, Berlin 2008.
- Sommerlatte T. / Deschamps, J.-P. (1985): *Der strategische Einsatz von Technologien – Konzepte und Methoden zur Einbeziehung von Technologien in die Strategieentwicklung des Unternehmens*; in: Arthur D. Little, *Management im Zeitalter strategischer Führung*, Wiesbaden 1985, S. 9-78.

- Specht, G., verschiedene Vorträge zur Ökostrompolitik, Vgl. www.vernunftkraft.de
- Specht, G./Beckmann, Chr./Amelingmeyer, J. (2002): F&E-Management, Kompetenz im Innovationsmanagement, 2. Aufl., Stuttgart 2002.
- Spinner, H. (1974): Pluralismus als Erkenntnismodell, Frankfurt 1974.
- Stock, W. (2013): Welt online 14.12.13 aus VIK-Mitteilungen 4/12
- Vahrenholdt, F. / Lüning, S. (2012): Die Kalte Sonne, Warum die Klimakatastrophe nicht stattfindet, 2. Aufl., Hamburg 2012.
- Voß, A. (2008): Nachhaltige Energieversorgung – Rolle und Bedeutung verschiedener Energietechniken und Energieoptionen, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, IER, Universität Stuttgart, Vortrag an der Universität Dresden am 15. Januar 2008.
- Wagner, E. (2013): über E-Mail zugeschickte Grafik, Bensheim 2013.
- Wagner, U. (2004): CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen, Technische Universität München, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, Abschlussbericht, München 2004.
- Weimann, J. (2009): Die Klimapolitikkatastrophe, Deutschland im Dunkel der Energiesparlampe, 2. Aufl., Marburg 2009.
- Weimann, J. (2014), Der verschwiegene Politik-Skandal, in: FAZ, 02.06.2014, Nr. 126, S. 16.
- WirtschaftsWoche/ A.T. Kearney (2013): <http://www.wiwo.de/unternehmen/energie/monitoring-der-wiwo-wie-die-energiewende-noch-gelingen-kann/8379402.html>.