



Albrecht L. Reuter
Verbundplan GmbH, Österreich

Gesellschaftliche Leitbilder und politische Realitäten in der Energiewirtschaft

Kurzfassung

Die gesellschaftliche Leitbilder, die unsere idealisierten Wertvorstellungen und Visionen widerspiegeln, bestimmen mehr als die technische Machbarkeit die Entscheidungen über die zukünftige Gestaltung unserer Energiesysteme. Das gegenwärtige Energiesystem basiert zu etwa 80% auf fossilen Energieträgern. Daran wird sich nach menschlichem Ermessen in den nächsten 20 Jahren nichts ändern, da weder revolutionäre Innovationen bekannt sind noch ein grundlegendes Umdenken über den Einsatz von Energie in Sicht ist. Der absolute Primärenergieverbrauch wird sich erhöhen. Geopolitisch ist eine Migration in die Städte zu beobachten.

Ein denkbare Energiesystem des nächsten Jahrhunderts könnte auf fossilen, erneuerbaren oder nuklearen Energieträgern basieren. Die weltweiten Energieressourcen sind ausreichend auch eine wachsende Bevölkerung mit Energie zu versorgen. Die konfliktären Ziele der Entscheidungsträger im Energiesektor lassen die Gegensätze der Energieverfügbarkeit, des nachhaltigen Wirtschaftens, des Burden Sharing und der Wettbewerbsfolgen weiter auseinanderdriften.

System Engineering ist ein Ansatz, der Systemtechnik und Technologie- Know-How verknüpft und mit dem realistische und optimale Energiesysteme entwickelt werden können. Mit Hilfe des System Engineering Ansatzes werden bei Verbundplan komplexe Energieanlagen, insbesondere Wasserkraftwerke, geplant und gebaut, Entscheidungen im Energie- und Umweltbereich systemisch und systematisch evaluiert und die Investitionen und die Betriebsführung im Systemkontext optimiert.

Abstract

Social values, which represent our visions, determine the decisions made in the energy sector more than their technical feasibility. The present energy system is based on 80% fossil fuels. This situation will continue at least for the coming 20 years, since there are no innovations and no radical change of lifestyle to be expected within this time frame. The absolute level of energy consumption will raise. The rural – urban migration will continue.

Scenarios of feasible energy developments may be characterised by fossil-, renewable and nuclear driven energy technologies. The worldwide energy resources are plentiful available and are sufficient even for a growing population. The conflicting objectives of the decision makers in the energy sector drive the energy dichotomies, the sustainability, and the effects of energy competition to an even more severe situation.

System Engineering is an approach, which combines systems analysis and technology know-how and by which realistic and optimal energy solutions may be developed. Verbundplan uses System Engineering to plan and erect complex power systems, especially hydro power plants, to evaluate decisions in the energy and environmental field and to optimise investments and the operation of energy systems.

1 Leitbilder in der Energie – Gesellschaft

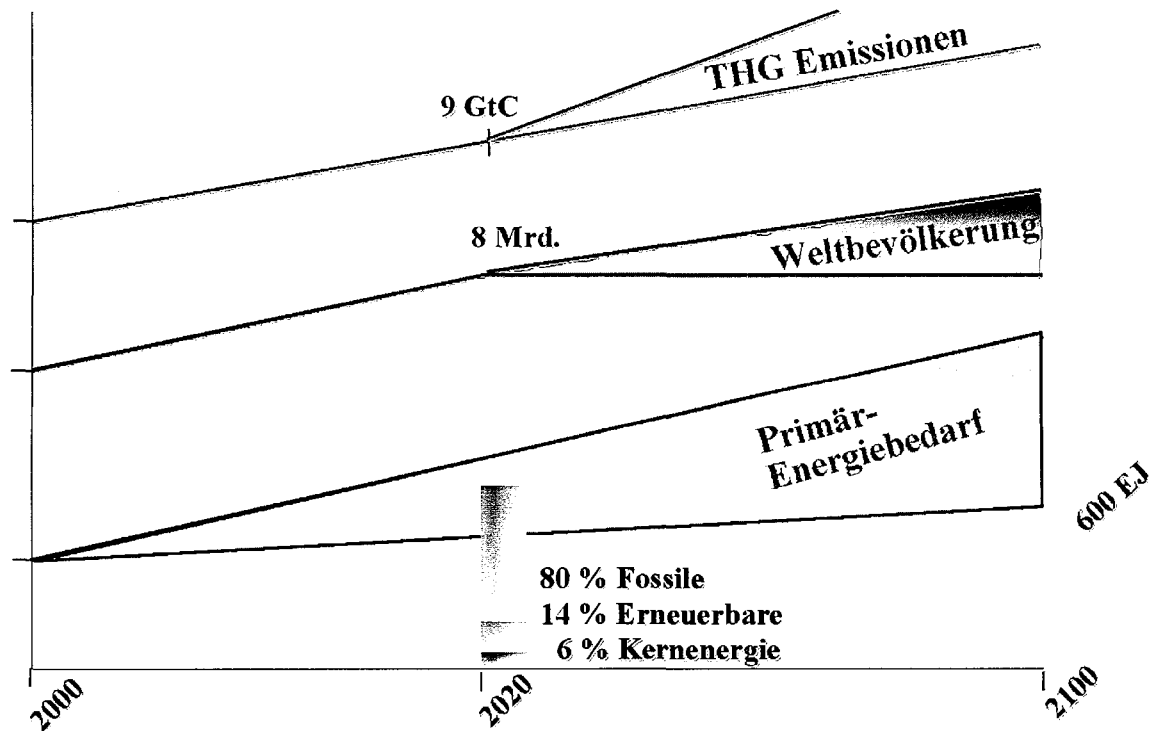
Energie ist elementare Voraussetzung für unsere Zukunftsgestaltung; daher sind unsere grundlegenden Leitbilder energierelevant. Unter einem Leitbild verstehen wir hier die idealisierten Wertvorstellungen und Visionen über unsere Lebenssituation und Lebensgestaltung. Leitbilder stellen dabei einen allgemeinen Konsens über einen breiten Bevölkerungsquerschnitt dar; sie haben Aufforderungscharakter. Energieplanung ist längst keine technisch/ökonomische Angelegenheit mehr. Seit die Realisierung von Kernkraftwerken, Staudammprojekten und Kohlekraftwerken mehr und mehr von anderen als ökonomischen Kriterien bestimmt wird ist die Bedeutung der gesellschaftlichen Leitbilder klar geworden.

Kapitel 1 beschreibt die Faktengrundlage und gesicherte Trends bezüglich der Entwicklung unserer Energiesysteme für die nächsten 20 bis 100 Jahre. In Kapitel 2 werden einige gesellschaftliche, energierelevante Leitbilder erläutert und mit der politischen Realität verglichen. In Kapitel 3 wird der System Engineering Ansatz vorgestellt, der uns unterstützt Gegensätze zu überbrücken, rationale Entscheidungen zu treffen, konsensfähige Lösungen zu finden und die Energiesysteme zu optimieren.

1.1 Energiefacts und Trends der nächsten 20 Jahre

Energie ist für unsere Lebensgestaltung von elementarer Bedeutung; sie ist Motor und Voraussetzung für die industrielle Entwicklung und damit für unseren Lebensstandard. Energie steht allerdings nicht allen in gleichem Umfang zur Verfügung; sie ist in vielfältiger Hinsicht ungleich verteilt.

Die Weltbevölkerung als einer der derzeit wichtigsten Determinanten des globalen Energieverbrauchs wird in den nächsten 20 Jahren aufgrund der existierenden demographischen Struktur von heute 6 auf etwa 8 Milliarden Menschen anwachsen (siehe Abb. 1). Dies wird auch erhebliche geopolitische Verschiebungen mit sich bringen. Die Migration in die Städte wird ungebrochen zunehmen, und die Zahl der Megacities wird sich drastisch erhöhen. Von den 10 Megacities, die heute bereits über 15 Millionen Einwohner haben, befinden sich nur Tokio und New York in Industrieländern; das Gros der Riesenstädte konzentriert sich auf Regionen in Entwicklungsländern. Dies verändert die Versorgungsstruktur, da in den Städten im allgemeinen nicht mit frei verfügbarer, nicht-kommerzieller Biomasse, sondern mit kommerziellen, meist fossilen Energieträgern gearbeitet wird. Die Zahl derer, die keinen oder unzureichenden Zugang zu Energie haben, wird zunehmen; sie werden Tür an Tür mit den Nutzern komfortabler Energiedienstleistungen leben. Es wird eine massive Energiekonzentration auf kleinem Raum erforderlich sein. Die Verwundbarkeit der Riesenstädte wurde uns am 11. September durch die Flugzeugattacke auf das World Trade Center dramatisch vor Augen geführt. Das gesellschaftliche Risikopotenzial nimmt auch in Hinblick auf die Energieversorgung und die Verteilungsgerechtigkeit zu.



Determinanten der zukünftigen Energieentwicklung

Der Anstieg des Weltenergiebedarfs wird, wie in Abb. Xxx dargestellt, ausgehend von heute 350 EJ auf mindestens 550 EJ in 20 Jahren geschätzt. Die Expertenmeinungen gehen auseinander, was die Höhe der Energieverbrauchssteigerung angeht. Es gehen jedoch alle Energiewirtschaftler davon aus, dass grundsätzlich mit einer Steigerung des weltweiten Primärenergieverbrauchs zu rechnen ist. Der Energieverbrauch steigt derzeit mit etwa 2%/a; dies ergibt eine Verdoppelung in etwa 37 Jahren, wobei die Zuwächse fast ausschließlich in den Entwicklungsländern stattfinden werden, wo sich im Jahr 2020 etwa 85% der Weltbevölkerung konzentrieren. In den Industrieländern wird der Mehrverbrauch weitgehend durch Effizienzsteigerungen wettgemacht.

Die Energieversorgungsstruktur wird sich in den nächsten 20 Jahren global gesehen nicht grundlegend verändern, da weder ein signifikanter Technologiedurchbruch in Sicht ist, noch eine radikale Veränderung menschlicher Verhaltensweisen. Die Verbrennung der zusätzlichen fossilen Energieträger wird unausweichlich zu einer Steigerung des CO₂-Ausstoßes und zu einer Erhöhung der Treibhausgase insgesamt führen.

1.2 Hoffnungsträger gegen Mitte des Jahrhunderts

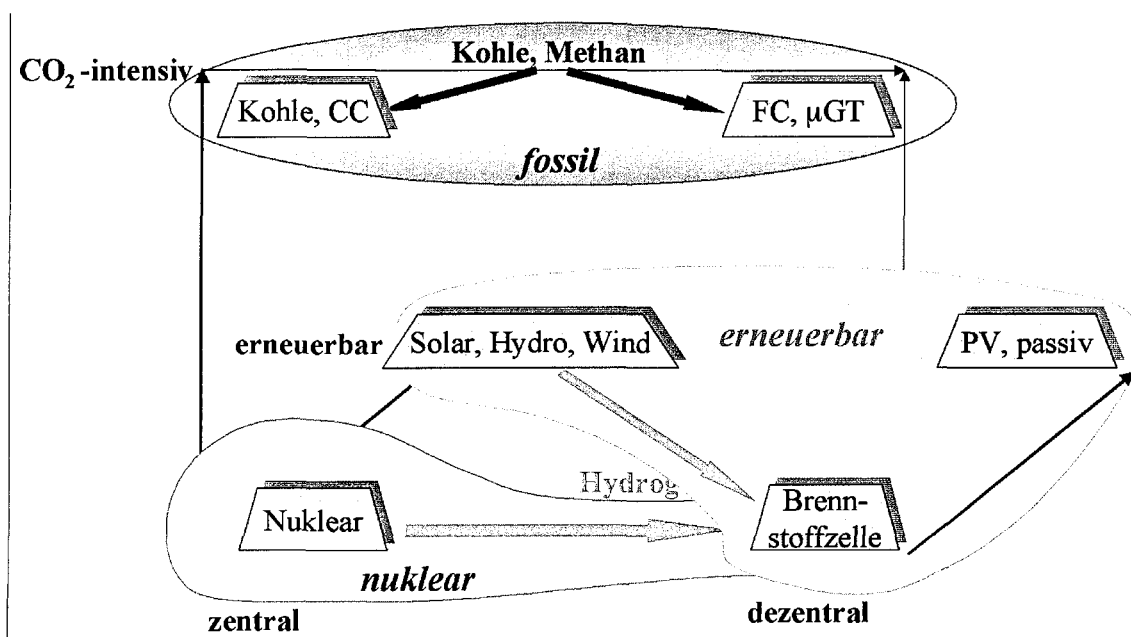
Das Bevölkerungswachstum ist einer der derzeit wichtigsten Einflussgrößen für den steigenden Energieverbrauch. Nach aktuellen Forschungsarbeiten wird das Bevölkerungswachstum gegen Mitte des Jahrhunderts abnehmen oder gar zum Stillstand kommen. Trotzdem muss mit einem Energieverbrauch auf hohem Niveau gerechnet werden.

1) Im Großen Brockhaus wird Leitbild als "idealhafte, richtungweisende Vorstellung" charakterisiert.

In dem laufenden EU - Projekt VLEEM entwickelt Verbundplan zusammen mit 4 europäischen Partnern die Perspektiven unterschiedlicher Energieszenarien, die in Abb. 2 zusammengestellt sind. Der Planungshorizont für diese Überlegungen erstreckt sich über die nächsten 100 Jahre. Diese Szenarien stellen keine Prognosen dar, sondern spannen einen Planungsraum für denkbare zukünftige Entwicklungen auf, die durch unsere Entscheidungen strategisch gelenkt werden. Die Szenarien werden von den gesellschaftlichen Leitbildern wesentlich geprägt. Es kristallisieren sich im wesentlichen drei Szenariowelten heraus:

- Das fossile Szenario geht davon aus, dass die Methan Ressourcen, die im Meeresboden der Festlandssockeln vermutet werden und die ein Volumen von etwa 10 Peta Kubikmetern ($10 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$) haben, für die Strom- und auch für die Wärmeerzeugung in großem Stil genutzt werden. Im fossilen Szenario wird den Ängsten, die in Zusammenhang mit dem sogenannten Treibhausgaseneffekt gebracht werden, wenig Raum zugemessen.
- Das erneuerbare Szenario wird vom Leitbild der Nachhaltigkeit getragen und baut konsequent auf Technologien auf, die erneuerbare Energien nutzen und entsprechend effizient in Energiedienstleistungen umsetzen.
- Das Kernenergie Szenario verknüpft zentrale Großtechnologien der neuen Kernreaktoren mit dezentralen Brennstoffzellen.

Allen Szenarien gemeinsam ist die große Bedeutung der Brennstoffzellen Technologie sowie die Erkenntnis, dass zukünftige Energiesysteme mehr und mehr aus einem vielfältigen Mix von zentralen und dezentralen Erzeugungstechnologien zusammengesetzt sein wird. Dies stellt hohe Anforderungen an die Systemtechnik und an das Energiemanagement. Die damit verbundenen Vorteile werden also nur denen zuteil werden, die sich derart komplexe Systemtechnik leisten können und die über die infrastrukturellen Voraussetzungen verfügen. Die Kluft zwischen denen, die auf einfache, unvernetzte Energietechnik angewiesen sind und denen, die im High-Tech Verbund Energiedienste in Anspruch nehmen können, wird sich weiter vergrößern.



Szenarien der Energiezukunft

1.3 Grenzen der Energienutzung

Die Potenziale der Energieressourcen sind limitiert. Diese Beschränkung gilt für die Energieversorgung in mehrerer Hinsicht:

- **Räumlich:** die Erdöl- und Gasressourcen sind mehr oder weniger um das Kaspische Meer und den Persischen Golf konzentriert. Die Energiebedarfszentren und die Lagerstätten der Energieressourcen bzw. die energetischen Nutzungsmöglichkeiten sind meist sehr weit voneinander entfernt. Das räumliche Verteilungsproblem stellte bereits bei viele Konfliktpotenziale dar. "Energie für Alle" ist ein allgemein anerkanntes Leitbild.
- **Zeitlich:** die statische Reichweite der Erdölreserven beträgt bekanntlich keine 50 Jahre mehr, die von Gas etwa 70 Jahre und die Kohle wird bei Zugrundelegung des aktuellen Verbrauchs und heutiger Technologie noch etwa 450 Jahre reichen. Das Prinzip der Nachhaltigkeit, das die Chancen der kommenden Generationen berücksichtigt und unsere Verantwortung gegenüber unseren Kindern beinhaltet, wird von allen gesellschaftlichen Gruppen vertreten.

2) VLEEM...Very Long Term Energy and Environmental Modelling

3) U.S. Department of Energy: Methane Hydrates: www.fe.doe.gov/oil_gas/methanehydrates

- **Gesellschaftspolitisch:** nur etwa 2 der 6 Milliarden Menschen haben Zugang zu kommerzieller Energie. Etwa 20% der Weltbevölkerung in den Industrieländern, also 1,2 Milliarden Menschen, nutzen 60% des Weltenergieverbrauchs. Dem Gros der Menschheit in den Entwicklungsländern (80%) verbleiben 40% der Energieressourcen. Dieser Trend verschärft sich rasch. Generell betrachtet billigen wir allen Menschen gleiches Recht auf die limitierten Ressourcen und unumschränktes Recht auf die Nutzung der Allmenderessourcen zu. Im zur Zeit vorherrschenden Verständnis erfolgt diese Ressourcenzuteilung am besten im freien Wettbewerb.
- **Umweltbezogen:** über die Tragfähigkeit und Belastbarkeit der Erde ist sich die Wissenschaft nicht einig. Weitgehender Konsens besteht allerdings insoweit, dass Präventivmassnahmen zum Schutz der Erdatmosphäre gesetzt werden sollen. Unter dem Schlagwort "Burden Sharing" sollen die negativen Wirkungen der Energienutzung unter den Nutzniessern der Energiedienste gerecht verteilt werden.

Leitbilder entwickeln sich da, wo Grenzen sichtbar werden und Gegensätze aufeinanderprallen. Es gilt, im Sinne einer menschenorientierten Energiesystemgestaltung, die Grenzen zu erkennen und die Gegensätze zu überbrücken.

1.4 Perspektiven der Energiepolitik

Die Energiesysteme unserer Zeit sind hochgradig vernetzt und sehr komplex. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die Bestimmungsgrößen für unsere Energiezukunft aus den unterschiedlichen Perspektiven der Entscheidungsträger gegensätzlich beurteilt werden müssen. Die marktwirtschaftlich ausgerichtete Industrie ist aufgerufen, die Gewinne zu maximieren; die ROI müssen innerhalb weniger Jahre erwirtschaftet werden. Der demokratisch gewählte Politiker strebt verständlicherweise seine Wiederwahl an. Die Wahlperioden sind, verglichen mit den Lebensdauern der klassischen Energieanlagen, wie thermische Kraftwerke (30 Jahre) oder gar Wasserkraftwerke (ca. 100 Jahre), sehr kurz. Es sind sowohl die Rahmenbedingungen für Investitionen im Energiesektor als auch die Handlungen der Energieindustrie sind auf kurzfristige Erfolge ausgerichtet. Ökonomisch gesprochen, werden die Diskontraten für die Investitionsanalysen hoch angesetzt. Die Bewahrung der Schöpfung und der energetischen Umsetzung in Form von nachhaltigen Energiesystemen ist ein verbindendes Element der Weltreligionen.

Die konfliktären Ziele der Entscheidungsträger im Energiesektor verschärfen die Gegensätze bei der Energiebereitstellung. Die realen Entwicklungen waren noch nie so weit von den Leitbildern entfernt wie heute.

2 Leitbilder und Realitäten

2.1 "Energie für Alle"

"Es ist nicht dein Gut, mit dem du dich gegen den Armen großzügig erweist. Du gibst ihm nur zurück, was nicht ihm gehört, denn du hast dir nur herausgenommen, was zu gemeinsamer Nutzung gegeben ist."

Das Ausmaß der Energienutzung ist unausgewogen. Ein Nordamerikaner verbraucht heute fast 10 Mal so viel Energie wie ein Afrikaner. Während 2 Mrd. Menschen ohne Zugang zu kommerzieller Energie sind, werden in den Industrieländern die Energiedienste immer weiter entwickelt. Nach einer Schätzung des Bundesgremiums des Fachverbandes Fahrzeughandel verfügen beispielsweise bereits 60-70% der neu zugelassenen PKW über eine Klimaanlage. Ebenso nimmt die Mobilität sowie die pro Person bewohnte Fläche rapide zu. Auf der anderen Seite verzeichnen die Entwicklungsländer, bedingt durch den Bevölkerungszuwachs, die höchsten Steigerungsraten des Energieverbrauchs.

Auf der anderen Seite ist festzustellen, dass sowohl die fossilen Ressourcen, als auch die Potenziale der Erneuerbaren oder die Kernenergie ausreichen, auch eine wachsende Weltbevölkerung mit Energie zu versorgen.

2.2 "Burden Sharing"

"All energy sources will need to be used in ways that respect the atmosphere, human health and the environment as a whole."

Seit der Toronto Konferenz im Jahr 1988 ist "burden sharing" wird die gerechte Verteilung der Kosten für eine präventive Einschränkung der Treibhausgasemissionen in diskutiert. Mit "flexiblen Instrumenten" will man versuchen, die hohen spezifischen Emissionsminderungskosten bei hoch technisierten Energiesystemen auf andere Länder zu verlagern, in welchen durch einfachere Maßnahmen mehr erreicht werden kann. Länder wie Österreich, deren Energieversorgung zum einen auf einem sehr hohen technischen Niveau erfolgt und die zum andern bereits in einem hohen Ausmaß erneuerbare Energieträger, wie die Wasserkraft und Biomasse nutzen, werden ihre THG - Minderungsverpflichtungen aus heutiger Sicht nicht ohne flexible Instrumente einlösen können.

2.3 "Nachhaltigkeit"

Development by which societies today meet their need, without compromising the ability of future generations to meet their own needs ("intergenerational responsibility")

Nach Björn Ludwig geht es um die Effizienz- oder die Suffizienzrevolution. Unter Effizienzrevolution wird der Einsatz neuer, sparsamer Technologien verstanden, die die gewünschten ökonomischen Leistungen in Zukunft mit einem Minimum an Rohstoffen, Energie und Umweltbelastungen erzeugen sollen. Die Suffizienzrevolution wirbt für einen weniger güterintensiven Lebensstil; eine befriedigende Lebensqualität kann auch bei geringem Energieverbrauch durch eine entsprechende Geisteshaltung erreicht werden.

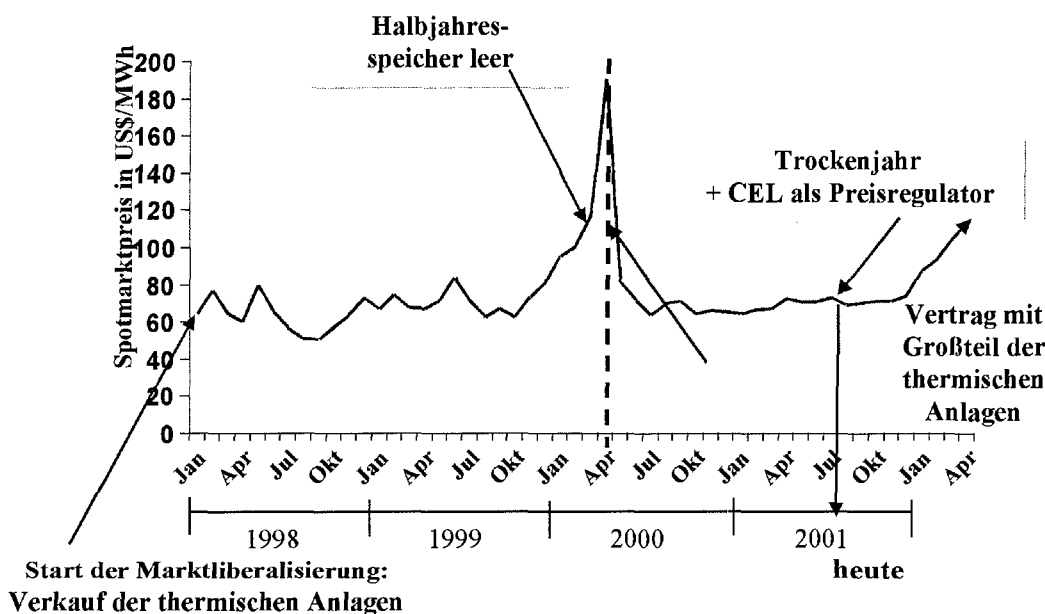
4) Statische Reichweite, 5) World Energy Assessment, UNDP, UN, WEC, 2000, 6) ROI... return on investment

7) Ambrosius, Kirchenlehrer und Heiliger, 339-397, 8) United Nations Agenda 21, Chapter 9, 9) Brundtland Report 1987

Nachhaltigkeit wird von den verschiedenen Entscheidungsträgern des Energiesektors unterschiedlich interpretiert. Für den Buchhalter bedeutet nachhaltiges Wirtschaften, nicht mehr zu konsumieren, als geschaffen wurde. Die Konsequenz lautet, weniger Energie zu verbrauchen. Die Ingenieure neigen dazu, den kommenden Generation das selbe Niveau an Energiedienstleistungen zuzubilligen, wie uns selbst und verweisen auf die steigenden Wirkungsgrade und die technologischen Innovationen. Die Ökonomen wollen für unsere Kinder die selbe Wohlfahrtsfunktion wie für uns beanspruchen. Sie rufen auf, den Lebensstil diesem Prinzip anzupassen und zukünftige Investitionen mit einer niedrigeren Diskontrate zu bewerten. Die Investoren letztendlich beharren auf kurzen Amortisationszeiten, die dem offenen Wettbewerb standhalten müssen. Dies bedeutet, dass mit hohen Diskonraten gerechnet wird, dass kurze Amortisationszeiten erreicht werden müssen und dass alle nicht-betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte von untergeordneter Bedeutung sind. Insbesondere die Erneuerbaren haben hier schlechte Chancen.

2.4 "Wettbewerb"

In El Salvador, wo Verbundplan den größten Energieversorger CEL in einem aktuellen Projekt berät, seine Rolle im offenen Energiemarkt zu spielen, hat die Liberalisierung zunächst nicht die erhoffte Preisreduktion von 30%, sondern eine Preiserhöhung von 300% gebracht. Der Strommarkt ist, gemessen an europäischen Verhältnissen, klein und wird von nur 3 Erzeugern beherrscht: CEL, der Wasserkrafterzeuger, GESAL, ein geothermischer Produzent und DUKE, Eigentümer von mehreren thermischen Einheiten. Aufgrund dieser Konstellation kann der thermische Erzeuger DUKE in Niedrigwasser-Situationen oder bei Lastbedarfsspitzen den Börsenpreis quasi alleine bestimmen. Dies gipfelte im April 2000, also beim Tiefstand der saisonalen Wasserspeicher, in einem Spitzenpreis von 180 \$/MWh, was etwa dem 4-fachen des durchschnittlichen Preises entspricht. Ein Aufruhr derer, die sich diesen Preis nicht leisten konnten, veranlasste die Regierung zu einer Reihe von einschneidenden regulierenden Maßnahmen, wie Preisstützung, Kostenerlass und vertragliche Regulierung von Teilen der thermischen Erzeugung. Die Vielzahl der politischen Einschränkungen lassen damit den deregulierten Markt überreguliert erscheinen, jedenfalls solange der Staat noch Eigentümer von CEL ist und über genügend Marktvolumen verfügt.



Marktliberalisierung in El Salvador

3 System Engineering Ansatz

System Engineering ist ein Ansatz, der Systemtechnik und Technologie Know-How verknüpft. Mit Hilfe der Systemtechnik werden die Wirkungsmechanismen und die Einflüsse der Rahmenbedingungen systemisch (also das System mit seinen vielfältigen Wechselwirkungen betreffend) und systematisch (also logisch konsequent und wissenschaftlich wertfrei) analysiert und in Hinblick auf eine optimale Zielerreichung gestaltet. Das Technologie Know-How ist essentielle Basis jedes System Engineering Ansatzes und gewährleistet die technisch/ökonomisch korrekte Abbildung der Technologien.

System Engineering soll in diesem Zusammenhang Entscheidungshilfen für die Planung und Gestaltung eines menschenorientierten Energiesystems bereitstellen, die dazu geeignet sind die Gegensätze zu überbrücken, konsensuale Zielvorstellungen zu formulieren und gemeinsame Maßnahmen zu verabschieden.

Für den System Engineering Ansatz wurden eine Reihe computergestützter Handwerkszeuge entwickelt, die im Kern den Systemgegenstand in Form eines mathematischen Modells mit seinen technischen und ökonomischen Eigenschaften abbilden. Mit Hilfe dieser Modelle kann das System sowohl aus der Innensicht als auch von außen analysiert werden. Die Innensicht entspricht meist dem betriebswirtschaftlichen Gewinnmaximierungsgedanken während die Außensicht durch die volkswirtschaftliche Wohlfahrtsfunktion oder die Kostenminimierung abgebildet wird. Dieses System ist, richtig angewandt, ein mächtiges Instrumentarium, das sowohl für die Momentanoptimierung des Betriebs und des Handels, für strategische Entscheidungsfindung und als Argumentationslinie für die Politikberatung fungiert.

System Engineering stellt inzwischen den zentralen Beratungsansatz bei Verbundplan dar. Der Systemgedanke zieht sich wie ein roter Faden durch alle Geschäftsfelder, sei es bei der Planung schlüsselfertiger Kraftwerksanlagen oder bei der Bereitstellung aller Dienstleistungen, die über den Lebenszyklus einer Großanlage benötigt werden – von der Prefeasibility Studie über die Planung und Errichtung bis zur Betriebsführung.