

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 84 (1993)

Heft: 22

Artikel: Vorgehen beim Aufbau eines Sensitivitätsmodells : 2. Teil

Autor: Schlange, Lutz Erik

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-902750>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Im ersten Teil des Aufsatzes wurden zentrale Probleme der schweizerischen Stromwirtschaft und die daraus resultierenden Zukunftsperspektiven aus der vernetzten Sicht eines Sensitivitätsmodells dargestellt. Dabei haben inhaltliche Fragen im Vordergrund gestanden, während die methodischen Fragen am Rande behandelt wurden. Gleiches gilt für die Kernfrage, wie derartige Erkenntnisse in Entscheidungen umgesetzt werden und welche Unterstützung sie im unternehmerischen Alltag leisten können. In diesem zweiten Teil des Aufsatzes sollen deshalb das Vorgehen beim Aufbau eines solchen realitätsgerechten Modells skizziert und die resultierenden Implikationen für praktisches Handeln dargestellt werden.

Vorgehen beim Aufbau eines Sensitivitätsmodells

2. Teil

■ Lutz Erik Schlange

Die Führungskräfte der Stromwirtschaft sehen sich bei der Vorbereitung von Entscheidungen mit langfristigen Auswirkungen bekanntlich vor eine schwierige Aufgabe gestellt: Sie werden ständig mit einer kaum überschaubaren und nicht enden wollenden Fülle von Informationen zu den Entwicklungen in ihrem Umfeld überflutet. Diese Informationen müssen sie so aufbereiten, dass sie den charakteristischen Wirkungszusammenhängen, die für das langfristige Überleben ihrer Unternehmung oder ihrer Branche von Bedeutung sind, sinnvoll zugeordnet werden können.

Dies bedeutet jedoch nichts anderes, als dass die Entscheidungsträger einerseits ein zwar unscharfes, jedoch möglichst vollständiges Bild dieser Zusammenhänge vor Augen haben müssen. Zum anderen ist aber auch die Kenntnis der Annahmen unabdingbar, die den verwendeten Informationen zugrunde liegen. Deshalb sind Verfahren wie das biokybernetische «Sensitivitätsmodell» nach Prof. Vester, die gerade diese Aufgaben unterstützen können, überaus wünschenswert. Im folgenden wollen wir das «Sensitivitätsmodell» in seiner besonderen Eignung als ein derartiges Hilfsmittel in seinen Grundzügen darstellen.

Das Sensitivitätsmodell

Das Sensitivitätsmodell wurde von Frederic Vester in den 70er Jahren für den Bereich der Regionalplanung entwickelt und bereits in vielen Fällen auf verschiedenste Realitätsbereiche angewendet¹. Sein Ziel besteht darin, der immensen methodischen Vielfalt, die die Wirklichkeit aus fachbezogenen Sichtweisen zu erfassen sucht, ein an der Idee eines konsequent interdisziplinären Vorgehens orientiertes Verfahren gegenüberzustellen. Seine Philosophie gründet auf dem Prinzip der «Muster-Erkennung», das bereits im ersten Teil dieses Aufsatzes am Beispiel eines Computer-Bilds von Abraham Lincoln ausführlich erläutert wurde.

Wie geht man nun in anderen Bereichen der Realität bei der Erkennung eines solchen Musters vor, das in der Regel noch viel komplexer ist als das Gesicht des Staatsmanns? Hier weist das Sensitivitätsmodell als umfassende methodische Handlungsanweisung den Weg: ein solches biokybernetisches Modell entsteht im Zusammenspiel der vernetzten Bestandteile dieser Methodik im ständigen Feedback mit der Realität. Sein schematischer, rekursiver Ablauf orientiert

¹ Vgl. die Originalquelle Vester, F.; Hesler, A.v.: Sensitivitätsmodell, Umlandverband Frankfurt am Main 1980, sowie die vielfältigen Anwendungen, die in Vester, F., Ballungsgebiete in der Krise, 2. Aufl., München 1991 zusammenfassend erwähnt sind. Eine umfassende Darstellung einer Anwendung findet sich in Vester, F., Ausfahrt Zukunft – Strategien für den Verkehr von morgen, 4. Aufl., München 1992.

Adresse des Autors:

Dr. Lutz E. Schlange,
St.Galler Zentrum für Zukunftsforschung AG,
Dufourstrasse 30, 9000 St.Gallen.

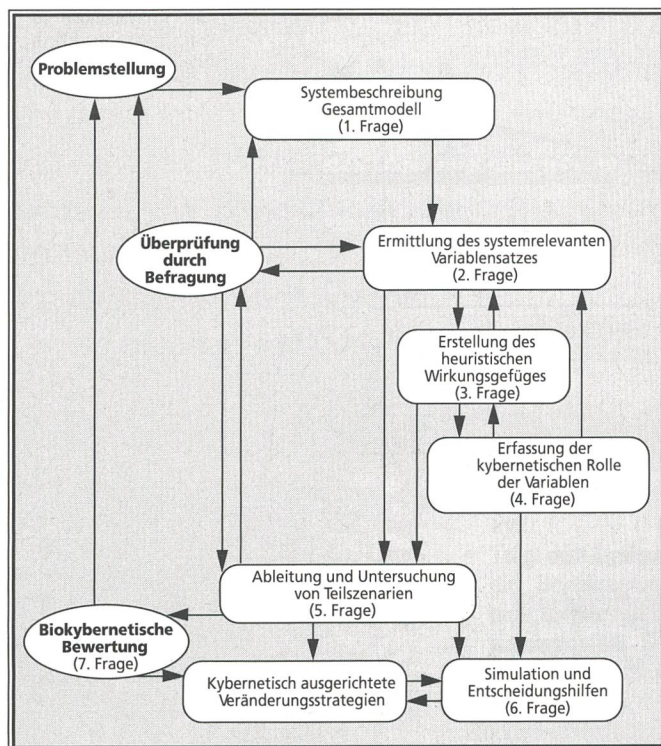


Bild 1 Das Sensitivitätsmodell als vernetzte, rekursive Methode

sich an nachfolgenden Fragestellungen, die auch in der obenstehenden Übersicht zusammengefasst sind (Bild 1)²:

Die Übersicht zeigt das methodische Vorgehen beim Aufbau eines Sensitivitätsmodells als einen vernetzten Ablauf, in dem die einzelnen Schritte mehrfach durchlaufen werden, während man ständig neues Daten- und Faktenwissen über den fokussierten Realitätsbereich gewinnt. Beginnend mit der Systembeschreibung, die stets bei einer konkreten Problemstellung ansetzt, führt der Weg über die Zusammenstellung eines Variablensatzes (Definition der Einflussgrößen) zu einer Entwicklung des heuristischen Wirkungsgefüges (Abbildung der Vernetzung). Im Anschluss daran klassifiziert man die Variablen mit Hilfe des Papiercomputers (Zuordnung der kybernetischen Rollenverteilung). Schliesslich werden die Untersuchungsinhalte durch vertiefte Analysen mit Hilfe computergestützter Simulation der Teilszenarien zu einer Grundlage für systemgerechte Denk- und Entscheidungshilfen weiterentwickelt und gesamthaft aus biokybernetischer Sicht bewertet. Alle Schritte stehen in Rückkoppelungsbeziehungen miteinander, so dass einseitige Sichtweisen auf alle Fälle vermieden werden.

Ein systematisches Abbild von dem «Ganzen» eines Realitätsbereichs wird über sieben

Hauptschritte entwickelt, die sich hinsichtlich ihrer methodischen und inhaltlichen Schwerpunkte unterscheiden, ohne jedoch völlig getrennt voneinander behandelt zu werden. Sie bauen vielmehr derart aufeinander auf, dass sich die mit ihrer Hilfe gewonnenen Erkenntnisse Schritt für Schritt zu einem im Detail wie auch im Ganzen deutlichen Gesamtbild ergänzen³. Jeder dieser Schritte beinhaltet also eine gesonderte Sichtweise des betrachteten Realitätsbereichs, so dass jeweils spezifische Aufschlüsse über seine Beschaffenheit erlangt werden können. Auf diese Weise wird durch einen immer wiederkehrenden Wechsel der Betrachtungsperspektiven das Bild – ähnlich wie bei der Blende einer Kamera – schrittweise schärfer gestellt. Im folgenden werden wir die einzelnen Fragen der Reihe nach besprechen.

1. Welches vorläufige Gesamtbild haben wir von dem Realitätsbereich?

Zunächst beschreiben wir das gesamte betrachtete System mit Hilfe begrifflicher und bildhafter Skizzen des betroffenen Realitätsbereichs. Hierzu werden in einem Workshop die verschiedenen beteiligten Interessenvertreter eingebunden, die ganz im Sinne eines Brainstormings ohne vorab festgelegte Einschränkung alle diejenigen Aspekte einbringen

können, die sie für themenrelevant halten.

So können die zur Systemmodellierung benötigten Variablen zunächst überhaupt einmal erfasst werden. Unter Variablen verstehen wir veränderliche Größen, welche die Substanz einer Anzahl von Fakten, Daten und Meinungen zu einzelnen Aspekten zusammenfassen, die für das behandelte Thema als bedeutungsvoll erkannt wurden. Ebenfalls liegen einige Beziehungen zwischen einzelnen Variablen bereits an diesem Punkt offen zu Tage, weil unter den Beteiligten sofort Konsens darüber besteht, dass sie auch in der Realität wirksam sind. Sie werden direkt in die vorliegende bildhafte Skizze eingefügt, so dass bereits ein erstes Wirkungsgefüge in Form eines Netzwerkdiagramms entsteht. Dieses hat natürlich zunächst nur «heuristischen», das heisst vorläufigen und dem aktuellen Stand der gefundenen Erkenntnisse entsprechenden Charakter (Bild 2). Erkennt man, dass einzelne Variablen neu definiert werden müssen, um die abgebildeten Sachverhalte besser zu beschreiben, passt man sie vor dem Hintergrund der Wirkungsbeziehungen entsprechend an.

Es kommt darauf an, dass durch die bildhaften Skizzen möglichst kreative Beiträge zur ersten Beschreibung des Systems angeregt werden. Dies sichert das umfassende Abdecken aller relevanten Aspekte – auch solcher, die normalerweise (etwa durch fachbezogene Sichtweisen oder Voreinstellungen gegenüber dem Thema) ausgeklammert bleiben.

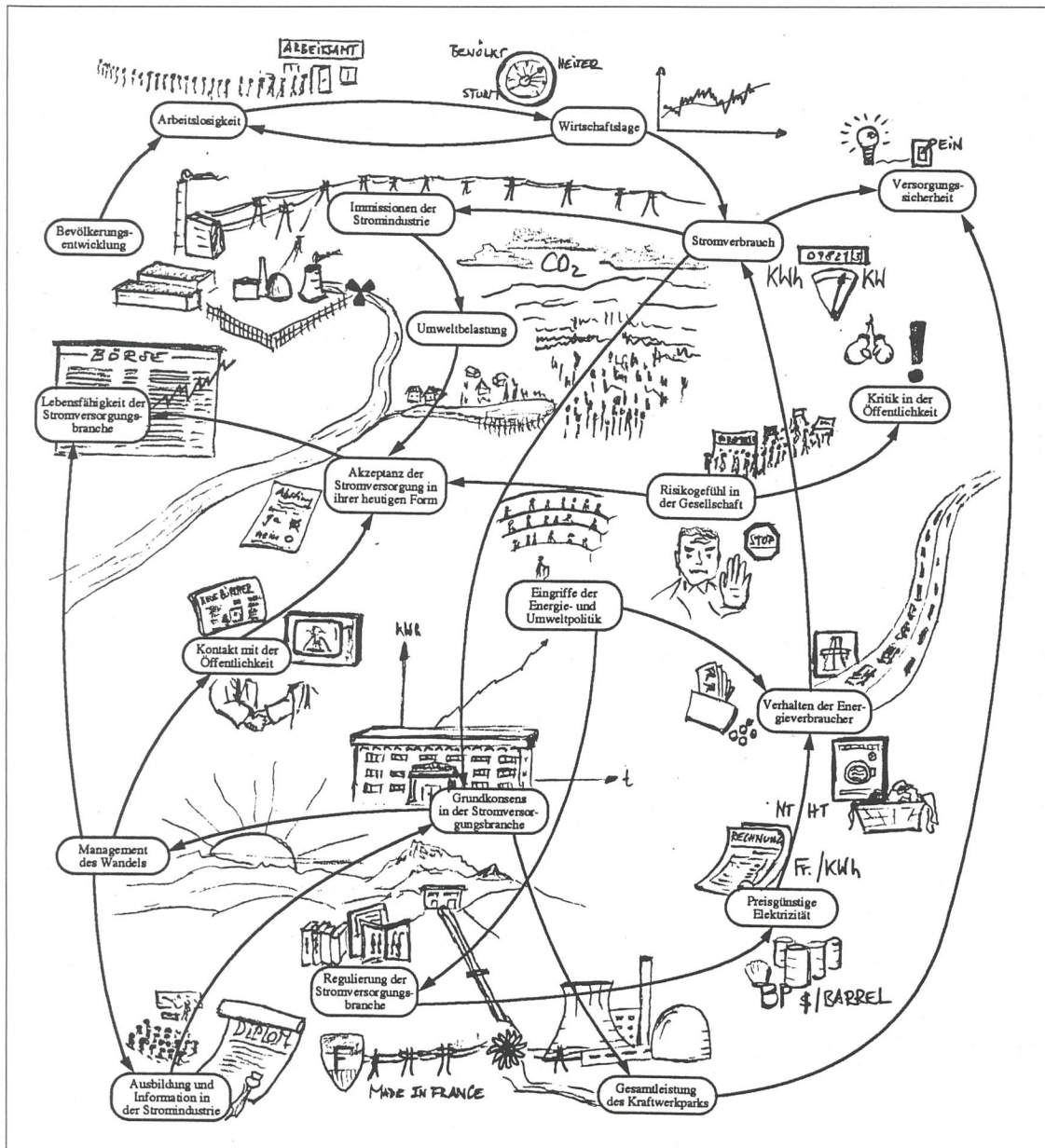
2. Welche Einflussgrößen müssen zu einer richtigen Erfassung des betrachteten Realitätsbereichs unbedingt berücksichtigt werden?

Die erfassten Variablen werden nun näher untersucht, um eine systemrelevante Auswahl zu ermitteln. Der Leitgedanke dieses Schritts besteht in der Notwendigkeit, die zu Anfang noch recht umfangreiche und redundante Variablensammlung so zu verdichten, dass eine vollständige Abbildung des betrachteten Systems mit einer möglichst geringen Zahl von Einflussgrößen gelingt. Dabei wird besonderer Wert darauf gelegt, dass die Zusammenstellung möglichst umfassend und keinesfalls einseitig erfolgt, so dass man sich letztlich auf die eigentlichen Schlüsselgrößen beschränken kann. Das Vorgehen besteht hierbei weniger im Aussondern von Details, als vielmehr in einer pragmatischen Zusammenfassung (im Sinne einer Aggregation) derselben unter passenden Oberbegriffen. So werden etwa die als relevant erkannten Details «Bevölkerungsdynamik, -struktur, Migration, Geburten- und Sterberate»

² Unsere Darstellung des Ablaufs einer Sensitivitätsanalyse wird dem komplexen Charakter der Methodik nur bedingt gerecht. Zur Vertiefung sei auf die genannte Literatur verwiesen sowie auf Schlang, L.E., Zukunftsforschung und Unternehmungspolitik, Bern (Haupt) 1993.

³ Vgl. in diesem Zusammenhang die Ausführungen zur Muster-Erkennung im ersten Teil dieses Aufsatzes.

**Bild 2 Systembild
und erstes, heuristisches
Wirkungsgefüge**



sinnvollerweise in der Variablen «Bevölkerungsentwicklung» zusammengefasst und bilden nun gewissermassen die Indikatoren, die uns über die Beschaffenheit der Variablen Auskunft geben.

Dieses Vorgehen allein stellt aber noch nicht sicher, dass man die Anzahl der Variablen auf ein handhabbares Mass reduziert. Zu diesem Zweck verfügen wir über mehrere übergeordnete Kriterien, die uns zeigen, ob das betrachtete System in der Tat in seinen wesentlichen Merkmalen erfasst ist, das heisst ob alle relevanten, charakteristischen Züge abgebildet werden. A. Lincolns Gesicht kann – im übertragenen Sinne – auch nur dann in seinem typischen Muster erfasst werden, wenn man die für seine Beschreibung erforderlichen Bereiche Haut, Sinnesorgane, Skelett, Blutversorgung, Gehirn und Nervenbahnen zwar nicht unbedingt im Detail exakt und vollständig, sondern vielmehr zugleich unscharf und gleichmässig abgedeckt hat.

Als Kriterien für diese Überprüfung haben sich bei realen Systemen folgende Fragen bewährt:

- **Wer ist alles da?** (Lebensbereich «Bevölkerung»)
- **Was machen die?** (Lebensbereich «Wirtschaft»)
- **Wo passiert was?** (Lebensbereich «Flächennutzung»)
- **Wie fühlen die sich dabei?** (Lebensbereich «Humanökologie»)
- **Wie funktioniert der Ressourcenhaushalt?** (Lebensbereich «Naturhaushalt»)
- **Über welche Strukturen und Kommunikationswege läuft das Ganze?** (Lebensbereich «Infrastruktur»)
- **Wie ist das geregelt?** (Lebensbereich «Gemeinwesen»)

Neben diesen sieben Lebensbereichen werden zudem physikalische (Materie, Energie, Information) und dynamische Grund-

kategorien (Fluss- oder Strukturgrösse sowie zeitliche und räumliche Dynamik) sowie die Art der Systembeziehungen systematisch abgefragt. Man entfernt nun so lange sukzessive Variablen aus einem vorliegenden Satz, bis die noch verbleibenden um keine weiteren vermindert werden können, ohne dass einzelne der Kriterien nurmehr lückenhaft berücksichtigt sind. Eine «Kriterienmatrix» unterstützt diese Aufgabe auf effektive Weise.

Auch dieser Arbeitsschritt wird immer wieder durchlaufen, wenn der Variablensatz verändert wird. Diese Aufgabe des Redefinierens von Variablen ist, wenn sie von Hand durchgeführt wird, ein sehr zeitintensives Unterfangen. Da sie aber unerlässlich ist, wenn man den Prozess der Konsensbildung anhand des entstehenden Systemmodells in seiner Dynamik richtig unterstützen will, bietet sich hier der Einsatz von computergestützten Hilfsmitteln an, die den Untersuchungs-

prozess entlasten können. Die eigens hierzu entwickelten «SM-Tools» leisten diese Aufgabe in vollem Umfang, indem sie zu diesem Zweck eine relationale Datenbank zur Verfügung stellen. Mit ihrer Hilfe kann der sich im engen Feedback mit der Realität ergebende Wissenszuwachs jederzeit und an jedem beliebigen Punkt des Prozesses sofort in das bereits erarbeitete Modell integriert werden⁴.

Nun stellt sich allerdings die Frage, wie die Beziehungen zwischen den Variablen erfasst werden sollen.

3. Welche Wirkungsbeziehungen bestehen zwischen den definierten Einflussgrößen?

Das im ersten Schritt erarbeitete Systembild ist die Grundlage, auf der nun die Beziehungen zwischen den resultierenden Variablen im Rahmen von Workshops auf Basis der inzwischen vor Ort durchgeführten Befragungen und Materialauswertungen überprüft und ergänzt werden. Hier dient eine Liste von Wirkungsbeziehungen als geeignetes Hilfsmittel, die rasch unübersichtlich werdende Anzahl der bereits erfassten Einflüsse zu systematisieren. Dabei überarbeiten wir das erste, heuristische Wirkungsgefüge, so dass die Vernetzung auf inhaltlich präzierte, aber immer noch als vorläufig anzusehende Weise abgebildet wird. Auch dieses Abbild wird in den nachfolgenden Schritten immer wieder verändert, wenn wir neue Kenntnisse über das System erlangen.

Dieses ermöglicht jedoch zum einen bereits erste Einsichten in das Systemverhalten – und zwar sowohl hinsichtlich einzelner Wirkungsbeziehungen als auch der möglichen Aus- und Rückwirkungen, die als Folge von Eingriffen zu erwarten sind. Zum anderen tritt der Charakter einzelner Variablen hervor, indem zum Beispiel deutlich wird, dass einzelne von ihnen gar keinen Einflüssen von innerhalb des Systems unterliegen, sie also im weiteren als externe Störgrößen behandelt werden müssen. Ferner lässt sich hierbei erkennen, ob möglicherweise wichtige Variablen noch fehlen oder Redundanzen bestehen, was schliesslich auch zu einer Wiederholung des vorangegangenen Schritts führt (Bild 3).

Das vorläufige, heuristische Wirkungsgefüge zeigt erstmals in übersichtlicher Weise die umfassende Vernetzung derjenigen Variablen, die über Rückkoppelungen in das System eingebunden sind, während externe Einflussgrößen bereits ausgesondert wurden.

Eine noch umfassendere Kenntnis der Zusammenhänge ergibt sich jedoch im nächsten Schritt.

⁴ Nähere Auskünfte über die «SM-Tools» sind beim Verfasser erhältlich.

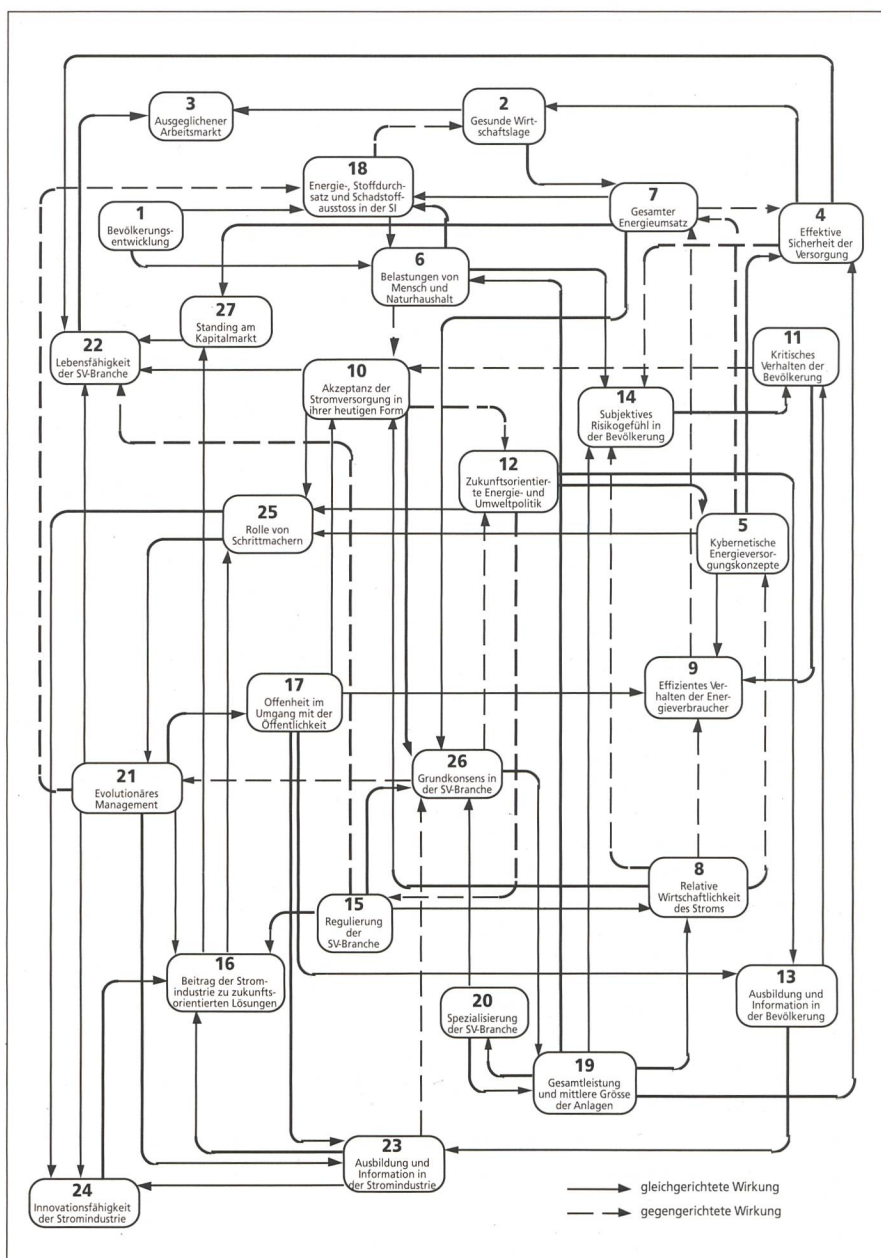


Bild 3 Wirkungsgefüge der schweizerischen Stromversorgung (vorläufige Version)

4. Mit welcher Stärke wirken die einzelnen Einflussgrößen aufeinander ein?

Nun können wir die kybernetischen Rollen der Variablen untersuchen. Es ist leicht einzusehen, dass es einen wichtigen Unterschied ausmacht, ob eine Variable viele oder wenige Wirkungsbeziehungen bzw. mehr Aus- als Eingänge (oder umgekehrt) aufweist und somit eher andere beeinflusst oder selbst beeinflusst wird. Da sich die kybernetische Rolle einer Variablen niemals aus der Variablen selbst ergibt – man kann sie noch so genau studieren und analysieren –, sondern ausschliesslich aus ihren Wechselbeziehungen mit den übrigen Grössen, müssen in einem ersten Schritt zur Beschreibung dieser

Rolle die Einflüsse von jeder Variablen auf jede andere abgeschätzt werden. Diese intensitätsmässigen Unterschiede erfassen wir mit Hilfe der Einflussmatrix, in der die Stärken der direkten Wirkungsbeziehungen zwischen allen definierten Variablen im Sinne einer «Cross-Impact-Analyse» systematisch aufgezeichnet werden (Bild 4). Die Frage lautet dann: Wenn ich Variable 1 verändere, wie stark verändert sich dann Variable 2, 3 usw.

Dieser sogenannte «Papiercomputer» ist ein weiteres heuristisches Instrument, mit dem wir weniger eine quantitative Exaktheit im Detail verfolgen. Vielmehr werden hierbei zum einen die Variablen ein weiteres Mal auf ihre inhaltliche Plausibilität und Stimmigkeit hin überprüft, weshalb zweckmässigerweise mehrere getrennt voneinander ar-

beitende Gruppen diese Matrizen ausfüllen. Beim Vergleich der ausgefüllten Matrizen treten dann – über viele Übereinstimmungen hinaus – auch eine Reihe von abweichenden Bewertungen hervor, die um zwei oder drei Punkte differieren. Hier setzt nun eine neuerliche Diskussion ein, bei der man rasch feststellt, dass sich praktisch nie eine unterschiedliche Bewertung bei einer Wirkung als solcher ergibt, sondern immer nur bei Unterschieden in der Interpretation der beteiligten Variablen. In solchen Fällen müssen die betreffenden Beschreibungen dann wiederum überarbeitet und angepasst werden.

Zum anderen streben wir mit diesem Schritt eine zwar grobe, aber doch in ihren Relationen korrekte Abbildung der kybernetischen Einflüsse innerhalb des Systems an, da sie dazu zwingt, jede nur denkbare direkte Beziehung zwischen allen definierten Variablen systematisch zu beurteilen. Auf diese Weise wird man angehalten, sich Fragen zu stellen, die sonst überhaupt nicht oder zumindest nicht in der gleichen Weise aufgeworfen würden. Dies eröffnet ein für das Verständnis des empfindlichen kybernetischen Wechselspiels in einem System so wichtiges Einfühlungsvermögen in seine fluktuierenden Zusammenhänge. Die Matrix verdeutlicht damit auf einfache und direkt nachvollziehbare Weise die Vernetzung und erlaubt, ein Wirkungsbild der verschiedenen Kräfte und Gegenkräfte zu zeichnen, aus dem sich herauschält, wo die Stabilisatoren und wo die Schwachpunkte des Systems liegen.

Somit trägt der Papiercomputer entscheidend dazu bei, das lebendige, in vor- und rückgekoppelten Kreisprozessen verlaufende Systemverhalten zu erkennen und den betrachteten Variablen ihre spezifische Rolle in bezug auf das Gesamtsystem zuzuordnen. Zu diesem Zweck können wir die rechnerischen Ergebnisse der Einflussmatrix – nach mehrfachem Hinterfragen in verschiedenen Arbeitsgruppen und Erarbeiten einer Konsensmatrix – in einer normierten Darstellung abbilden (Bild 5).

Aktive Variablen beeinflussen die übrigen stark, werden jedoch selbst kaum beeinflusst. Reaktive werden hingegen stärker beeinflusst, als sie andere Variablen beeinflussen. Kritische Variablen beeinflussen stark und werden zugleich selbst stark beeinflusst, während Puffernde weder stark beeinflussen noch beeinflusst werden⁵.

Diese Aussagen über die Beschaffenheit des betrachteten Systems fließen in eine ge-

⁵ Die Produkte (P-Wert) und Quotienten (Q-Wert) der Zeilen- und Spaltensummen jeder einzelnen Variablen weisen dieser eine individuelle Position zwischen den Polen «Kritisch» und «Puffernd» sowie «Aktiv» und «Reaktiv» zu. Zur Interpretation der Lage von Variablen in diesem Spannungsfeld am Beispiel der schweizerischen Stromwirtschaft vgl. Teil I dieses Aufsatzes.

Wirkung von ↓ auf →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aktiv-Summe	AS x PS
1 Wirtschaftslage	X	1	0	3	1	1	2	1	0	9	45
2 Umweltbelastung	1	X	3	0	0	0	1	0	0	5	50
3 Akzeptanz der Stromversorgung	0	1	X	1	0	0	2	0	2	6	72
4 Stromverbrauch	1	2	0	X	3	0	3	1	2	13	182
5 Immissionen in der Stromindustrie	0	2	2	1	X	0	1	0	0	6	78
6 Verhalten der Energieverbraucher	0	1	1	2	1	X	2	0	1	8	32
7 Management des Wandels	0	1	2	2	3	1	X	2	2	13	156
8 Preisgünstige Elektrizität	2	0	2	3	1	2	0	X	1	11	66
9 Gesamtleistung des Kraftwerkparks	1	2	2	2	3	0	2	2	X	14	126
Passiv-Summe (PS)	5	10	12	14	13	4	12	6	9		
AS / PS	180	50	50	93	46	200	108	183	156		

Die direkten Einflussbeziehungen zwischen den Variablen werden systematisch auf ihre Stärke überprüft. Die Skala 0 = keine, 1 = schwache, 2 = mittlere und 3 = starke Auswirkung hat sich in vielen Anwendungen als zweckmässig herausgestellt. Es steht weniger die genaue Bestimmung des numerischen Werts im Mittelpunkt als das systematische Hinterfragen der Variablen Definitionen.

Bild 4 Einflussmatrix des Sensitivitätsmodells Strombranche Schweiz (mit beispielhaft reduziertem vorläufigem Variablensatz)

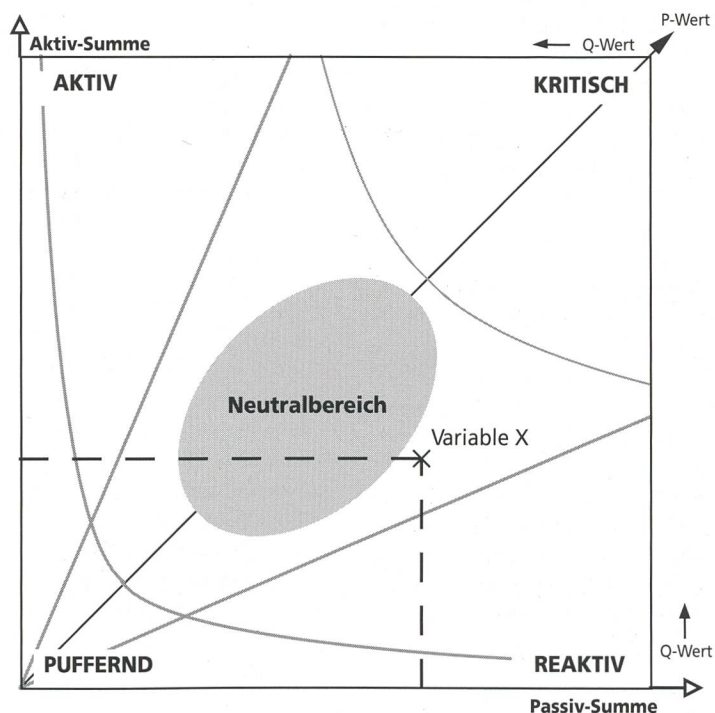


Bild 5 Die Rollenverteilung der Variablen

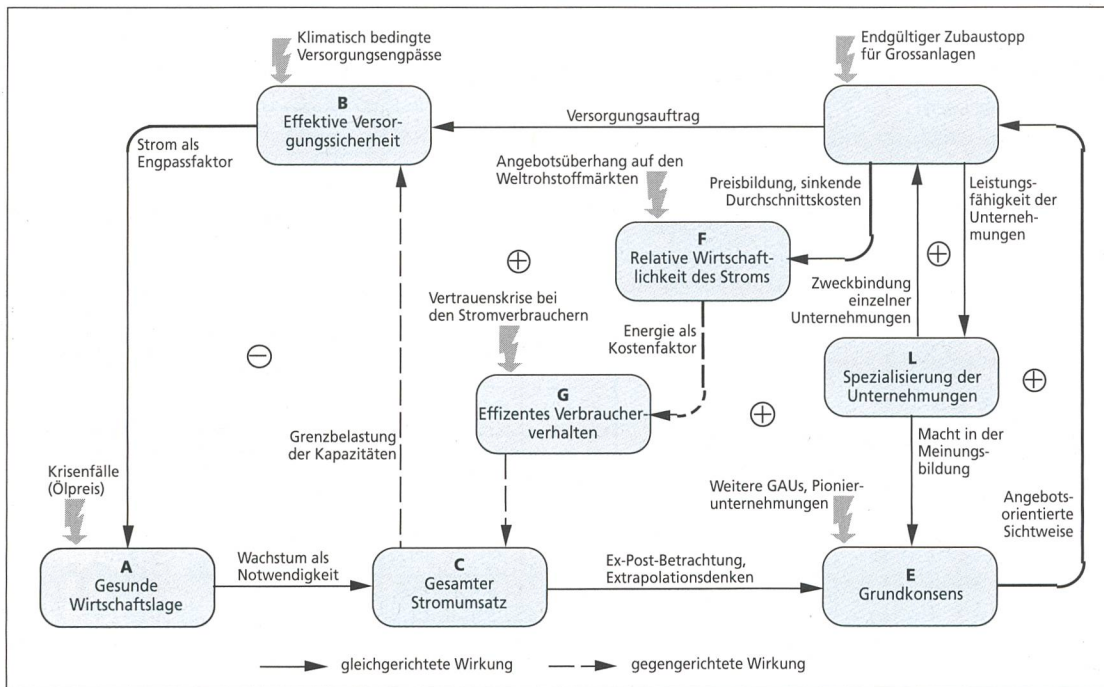


Bild 6 Teilszenario aus dem Branchenmodell der Schweizerischen Stromversorgung

nerelle Diagnose ein, welche wir nun durch vertiefte Analysen von Teilproblemen ergänzen wollen.

5. Welche Aufschlüsse können uns Teilausschnitte aus dem Gesamtbild über das Systemverhalten geben?

Nachdem wir bislang stets die Gesamtheit des betrachteten Realitätsbereichs untersucht haben, wollen wir nun einzelne konkrete Fragestellungen erörtern, die sich auf dem Hintergrund des modellierten Gesamtsystems unter Berücksichtigung der bestehenden Vernetzungen behandeln lassen. Zu diesem Zweck fokussiert man Teilausschnitte des Wirkungsgefüges präziser und greift einzelne Bereiche im Sinne sogenannter Teilszenarien heraus, die es erlauben, das kybernetische Verhalten einer weniger umfangreichen Anzahl von Variablen – konzentriert auf die gewählte Problemstellung – genauer zu untersuchen.

Die Teilszenarien tragen somit zunächst dazu bei, dass noch eine weitere Überprüfung und Korrektur des erstellten Modells des Realitätsbereichs – jetzt allerdings mehr im Detail – erfolgt. Ihre viel wichtigere Funktion liegt jedoch darin, dass sie die kybernetische Interpretation einzelner Teile des Wirkungsgefüges ermöglichen, indem nun anhand einiger weniger Variablen das vorliegende Kräftespiel eingehender analysiert werden kann. Auf diese Weise wird ein Verständnis für das lebendige Geschehen innerhalb des Systems erreicht, das sich in solcher Eindringlichkeit ansonsten kaum erfassen liesse. Die folgende Abbildung zeigt ein solches Teilszenario, in dem die spezifischen kyber-

netischen Mechanismen abgebildet werden können (Bild 6).

Das Teilszenario bietet Aufschluss über das komplexe Ursachengefüge für das fortgesetzte Wachstum des Stromverbrauchs (vgl. auch Teil I des Aufsatzes). Der grössere Zusammenhang im Gesamtwirkungsgefüge geht hierbei nicht verloren und relativiert die abgeleiteten Aussagen durch die Kenntnis der weiteren Vernetzung.

Beim Aufbau solcher Teilszenarien können wir durch die mündliche Befragung sogenannter «Insider» (d.h. Personen, die mit den behaupteten Zusammenhängen über den modellierten Realitätsbereich durch ihre Lebensumstände oder durch ihre berufliche Qualifikation ständig konfrontiert sind) sicherstellen, dass das Modell fortlaufend an der Wirklichkeit überprüft wird. Bei der genaueren Untersuchung solcher Teilmodelle ergeben sich auch ganz automatisch erste Impulse für neue Denkansätze mit Blick auf konkrete Handlungsanweisungen und bisher vielleicht noch nicht erkannte Problemlösungen, die aus dem Systemverständnis heraus auf einmal sinnvoll erscheinen. Dies ist allerdings bereits ein Schritt über die Systemerfassung hinaus in Richtung auf die Gestaltung von Veränderungsstrategien, die auf Basis kybernetischer Einsichten in konkrete Entscheidungshilfen umgesetzt werden.

6. Wie gelangen wir zu systemgerechten Eingriffen in das Systemgeschehen?

Da die Kenntnis des Zeitverhaltens der kybernetischen Kreisläufe für die Beurtei-

lung von Eingriffen unabdingbar ist, kann ein solches Teilgefüge nun mit Hilfe einer computergestützten Simulations-Software, einem Bestandteil der «SM-Tools», direkt am Bildschirm dynamisiert werden. So können wir zum einen die Bandbreite denkbarer Ausprägungen einzelner Variablen in die Simulation einbeziehen und die Wirkungsbeziehungen, die ja bisher nur in qualitativer Form vorliegen, auch quantitativ erfassen. Hier können jetzt auch zum einen bereits vorhandene empirische Daten zu einzelnen Zusammenhängen direkt in das Modell einfließen und im Sinne von «Wenn-Dann-Szenarien» praktisch durchgespielt werden. Zum anderen können Prognoseresultate, die mittels anderer Modelle erarbeitet wurden, auf ihre Plausibilität im Systemzusammenhang überprüft werden bzw. als Vorgaben für Simulationsabläufe dienen.

Die Software erlaubt es dabei, die kybernetischen Abläufe Schritt für Schritt und Runde um Runde zu beobachten und schliesslich mittels Ergebniskurven in ihrer ganzen Dynamik zu erfassen. Tests von Einzelmassnahmen oder Massnahmenpaketen werden so auch in dynamischer Hinsicht veranschaulicht und man kann sich zum Beispiel vergewissern, dass zunächst gut gemeinte Eingriffe nicht zu einem viel späteren Zeitpunkt vielleicht völlig unerwartete negative Folgewirkungen nach sich ziehen könnten.

Alle Massnahmen, die hierbei diskutiert werden, müssen übergeordneten Kriterien genügen, die ihre Verträglichkeit im Systemzusammenhang sicherstellen, so dass die vorgeschlagenen Eingriffe auch tatsächlich Veränderungen zum Besseren bewirken und nicht etwa in das Gegenteil umschlagen.

7. Wie können die gewonnenen Einblicke in das Systemverhalten beurteilt werden?

Das Gesamtbild der Systembeschaffenheit – ohne und mit den vorgeschlagenen Lösungsansätzen – beurteilen wir zu diesem Zweck aus dem Blickwinkel der Überlebensregeln einer Firma, die seit 4 Milliarden Jahren nicht bankrott gemacht hat. Gemeint damit ist die Natur selbst, die uns eine Bewertungsinstanz verschafft, die allein deshalb besondere Beachtung verdient. Acht biokybernetische Grundregeln, welche die Quintessenz der Erkenntnisse aus einer Studie der erfolgreichen Organisationsformen in der lebenden Natur zusammenfassen, dienen hierbei als Massstab⁶ (Bild 7).

Fazit

Das angestrebte umfassende Modell des betrachteten Realitätsbereichs wird also nach dem Prinzip «vom Ganzen zum Detail» entwickelt, indem man zunächst in mehreren Schritten ein Gesamtbild des Systems entwirft, um auf dieser Grundlage anschließend spezifische Problemstellungen vertieft behandeln zu können. Man setzt also mit der Erkennung des Musters beim Ganzen an, bevor man sich dann auf einzelne Teilausschnitte zu seiner Vertiefung konzentriert. So ist stets sichergestellt, dass bei der Behandlung wesentlicher Einzelfragen zu keinem Zeitpunkt der Blick für den grösseren Zusammenhang verloren geht.

Wie wir gezeigt haben, bietet der Aufbau eines Sensitivitätsmodells für Organisationen die wertvolle Chance, aus systemischer Sicht ein Selbstbild der eigenen Lage unter Erfassung der charakteristischen Merkmale und Eigenschaften zu erarbeiten. Dadurch können sie zu einem umfassenderen Verständnis der eigenen Rolle im übergeordneten Zusammenhang gelangen – weil die ganz reale und für jedermann erkennbare Vernetzung konsequent beachtet wird. Folgerichtig wird es für sie auf dieser Grundlage dann auch endlich machbar, prognostische Information, die sie über die voraussichtlichen Entwicklungen in ihrem Umfeld erhalten, auf ihre Bedeutung für das eigene Verhalten zu überprüfen und in die eigenen Handlungskonzepte umzusetzen. Das Erkennen der eigenen Stärken bei Kenntnis der Anfälligkeit für Einflüsse von aussen erlaubt es somit, die spezifische Sensitivität des eigenen Systems rasch zu erfassen und die erforderlichen Konsequenzen daraus abzuleiten.

⁶ Vgl. Vester, F., Ballungsgebiete in der Krise, aktualisierte Neuausgabe, München 1991.

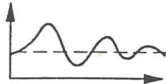
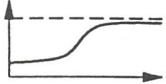
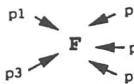


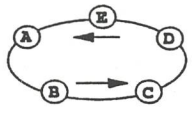


Symbol	Aussage	Wirkung
	1 Negative Rückkopplung muß über positive Rückkopplung dominieren.	Positive Rückkopplung bringt die Dinge durch Selbstverstärkung zum Laufen. Negative Rückkopplung sorgt dann für Stabilität gegen Störungen und Grenzwertüberschreitungen.
	2 Die Systemfunktion muß unabhängig vom quantitativen Wachstum sein.	Der Durchfluß an Energie und Materie ist langfristig konstant. Das verringert den Einfluß von Irreversibilitäten und das unkontrollierte Überschreiten von Grenzwerten.
	3 Das System muß funktionsorientiert und nicht produktorientiert arbeiten.	Entsprechende Austauschbarkeit erhöht Flexibilität und Anpassung. Das System überlebt auch bei veränderten Angeboten.
	4 Nutzung vorhandener Kräfte nach dem Jiu-Jitsu-Prinzip statt Bekämpfung nach der Boxer-Methode.	Fremdenergie wird genutzt (Energiekaskaden, Energieketten), während eigene Energie vorwiegend als Steuerenergie dient. Profitiert von vorliegenden Konstellationen, fördert die Selbstregulation.
	5 Mehrfachnutzung von Produkten, Funktionen und Organisationsstrukturen.	Reduziert den Durchsatz. Erhöht den Vernetzungsgrad, verringert den Energie-, Material- und Informationsaufwand.
	6 Recycling. Nutzung von Kreisprozessen zur Abfall- und Abwasserverwertung.	Ausgangs- und Endprodukte verschmelzen. Materielle Flüsse laufen gleichförmig. Irreversibilitäten und Abhängigkeiten werden gemildert.
	7 Symbiose. Gegenseitige Nutzung von Verschiedenartigkeit durch Kopplung und Austausch.	Begünstigt kleine Abläufe und kurze Transportwege. Verringert Durchsatz und externe Dependenz, erhöht interne Dependenz. Verringert den Energieverbrauch.
	8 Biologisches Design von Produkten, Verfahren und Organisationsformen durch Feedback-Planung.	Berücksichtigt endogene und exogene Rhythmen. Nutzt Resonanz und funktionelle Plattformen. Harmonisiert die Systemdynamik. Ermöglicht organische Integration neuer Elemente nach den acht Grundregeln.

Bild 7 Die biokybernetischen Grundregeln

Marche à suivre lors de la construction d'un modèle de sensibilité

2^e partie

La première partie de l'article a présenté certains problèmes centraux de l'économie électrique suisse et les perspectives correspondantes vus sous l'angle d'un modèle de sensibilité. Elle a traité essentiellement des questions de contenu et accessoirement des questions méthodiques. Il en est de même en ce qui concerne la question de savoir comment de telles connaissances peuvent être mises en pratique, question du reste essentielle. La deuxième partie de l'article décrit la marche à suivre lors de la construction d'un tel modèle conforme à la réalité et les implications en résultant pour une mise en pratique.