

| | |
|---------------------|---|
| 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: | 65 (1974) |
| Heft: | 25 |
| Artikel: | Ein Planspiel für Elektrizitätswerke |
| Autor: | Steiger, F. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-915482 |

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: 13.01.2026

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

Ein Planspiel für Elektrizitätswerke

Von F. Steiger

Die Bernischen Kraftwerke AG haben ein computergestütztes Planspiel für die Elektrizitätswirtschaft ausgearbeitet, nachdem Abklärungen gezeigt haben, dass heute ein derartiges Ausbildungsinstrument für die Elektrizitätswerke fehlt. Die nachfolgende Zusammenfassung gibt einen Einblick in den Modellaufbau und zeigt die Zielsetzungen, welche der Entwicklung des Modells zugrunde gelegt und welche schliesslich erreicht wurden.

1. Einführende Bemerkungen

Aus Anlass der am 19. Dezember 1973 gefeierten 75 Jahre Bernische Kraftwerke AG wurde die Entwicklung eines computergestützten Planspiels für die Elektrizitätswirtschaft an die Hand genommen, nachdem Abklärungen gezeigt haben, dass den Elektrizitätsversorgungsunternehmen ein derartiges Ausbildungsinstrument fehlt, um firmeneigene wie auch Mitarbeiter affilierter oder mit der Branche verbundener Firmen und sogar Politiker, die an der Gesamtenergiekonzeption arbeiten, zu schulen. Wir stellten einen wachsenden Mangel an Verständnis für die komplexen Entscheidungsprobleme fest, die sich den Werken bei den grossen Investitionen in Kernkraftwerke ergeben. Dies gilt um so

Les Forces Motrices Bernoises SA ont élaboré à l'intention de l'économie électrique un exercice de décisions simulées pour ordinateur, constatation faite que pareil instrument didactique manque aujourd'hui dans les entreprises d'électricité. Le résumé suivant donne un aperçu de la construction du modèle et montre le but que s'était assigné son développement.

mehr, als dieser neue Typus von Produktionsanlage wesentlich erhöhte Ausfallrisiken und gegenüber Wasserkraftwerken eine rund viermal kürzere Lebensdauer aufweist. Es waren u. a. solche Probleme und deren Niederschlag in zukünftigen Unternehmungsrechnungen, die die Bernische Kraftwerke AG veranlassten, die Initianten des Projektes durch Übernahme der Beraterkosten zu unterstützen. Herrn Prof. Dr. K. Weber, Justus-Liebig-Universität, Giessen, Westdeutschland, als Berater verdanken wir viele wertvolle Ratschläge bei der Ausarbeitung des Computermodells. Von Anfang an war beabsichtigt, das Planspiel schliesslich der Elektrizitätswirtschaft als wissenschaftlichen Beitrag zum 75-Jahr-Jubiläum der BKW zu überlassen.

Es ist nicht die Meinung, in diesem UNIPEDE-Bericht das computergestützte Planspiel in allen Einzelheiten vorzustellen. Für eine intensive Auseinandersetzung mit dem Modell wird die Anfang 1975 als Universitätstaschenbuch in der UTB-Reihe erscheinende Veröffentlichung Gelegenheit bringen [1]. Wenn wir hier die wesentlichsten Punkte des Projektes zusammenfassen, so in der Absicht, einen genügenden Einblick in den Modellaufbau zu gewähren, und um zu zeigen, welche Zielsetzungen der Entwicklung zugrunde gelegt und welche schliesslich erreicht wurden. In Fig. 1 sind die verschiedenen Phasen ersichtlich, die bei der Modellentwicklung zu durchlaufen waren. Im vorliegenden Bericht können die vier ersten Phasen eingehender behandelt werden.

2. Festlegung der Zielsetzungen an ein computergestütztes Planspiel

Absichtlich wurde der Zweck des Planspiels auf die rein schulische Aufgabe beschränkt. In der Entwicklung wurde jedoch bereits beachtet, dass ein derartiges Modell in einem späteren Schritt zum Instrument für die langfristige Planung ausgebaut werden kann. Grösse und Struktur der Bernischen Kraftwerke AG wurden so gut wie möglich abgebildet, solange die für die schulische Aufgabe benötigte Verallgemeinerung dadurch nicht gestört ist und das Planspiel als allgemeines Modell eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens Gültigkeit behielt.

Die Elektrizitätsversorgung geschieht bis zu einem gewissen Grad monopolartig. Eine Unternehmung ist Konzessionärin für den Energieverkauf in einem abgegrenzten Gebiete. Der kompetitive Verkaufscharakter beim Stromverbraucher fehlt somit; das im Gegensatz zu fast allen markt-orientierten Managementspielen. Das Planspiel Elektrizitätswirtschaft ist daher interaktiv. Sogar die Definition eines Spiels, die etwa lauten kann: «Ein Wettkampf zwischen mindestens 2 Spielergruppen», beweist, dass diese für die Elektrizitätswirtschaft nicht zutrifft. Daher musste ein

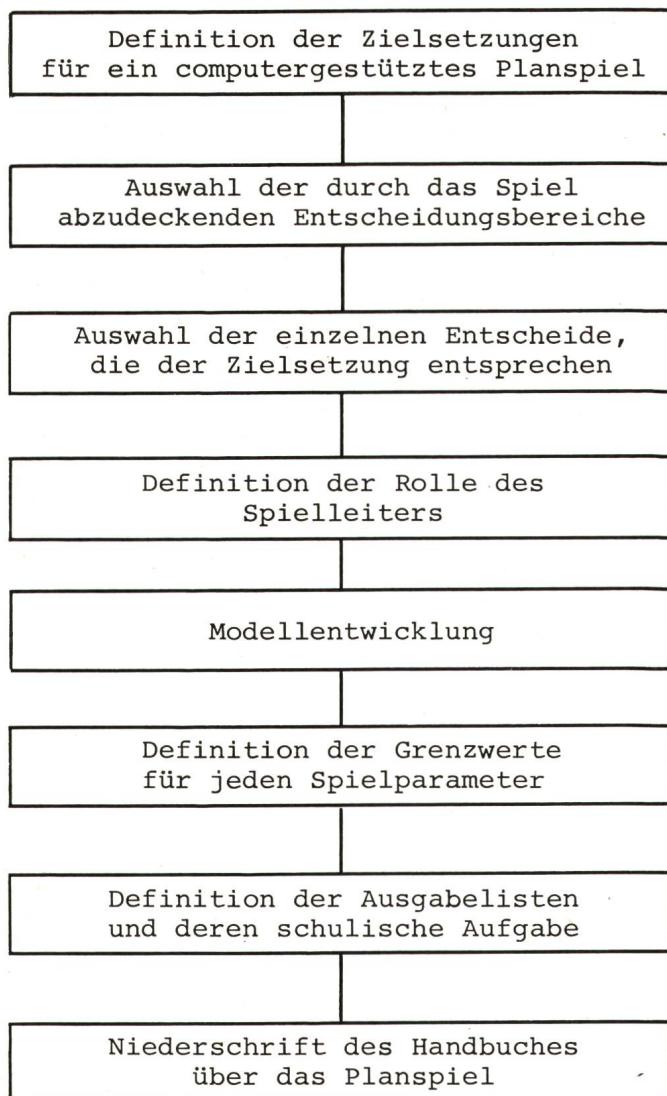


Fig. 1 Phasen der Modellentwicklung

Planspiel für ein Einzelteam entwickelt werden, ein sogenanntes nicht interaktives Spiel, in welchem die Spieler als Gruppe eine optimale Leistung im Entscheidungsprozess innerhalb einer gegebenen begrenzten Umwelt anzustreben haben. Normalerweise führen aber gerade die Interaktionen zwischen Spielteams zum wesentlichsten Erlebnis in der Spielsituation. Es war daher nötig, den gruppodynamischen Aspekten innerhalb eines Teams grosses Gewicht beizumessen und durch einen hohen Grad von Realität und Vollständigkeit einen wirklichkeitsnahen Entscheidungsprozess herauszuarbeiten. Der Einfachheit halber wurde die Geschäftstätigkeit der Unternehmung auf den Elektrizitätsverkauf beschränkt. Es wird angenommen, dass technische Mitarbeiter wohl einen Teil der Unternehmung bilden, dass jedoch deren Arbeiten nur auf interne Bedürfnisse beschränkt bleiben und in wirtschaftlicher Hinsicht von unbedeutendem Einfluss auf die gesamunternehmerische Ertragslage sind. Es fehlen daher diesbezügliche Entscheide im Modell.

Anderteils weisen die gegenwärtigen Engpässe in der Elektrizitätsversorgung darauf hin, dass Entscheide über Grösse und Zeitpunkt von Investitionen in neue Kraftwerkseinlagen und der Weg zu deren Finanzierung Schlüsselprobleme des Managements darstellen. Daraus wurde die Wichtigkeit des Dialogs zwischen Energie- und Finanzwirtschaft abgeleitet. So wurde absichtlich der Schulungsschwerpunkt im Modell auf diese beiden Hauptgebiete gelegt, d. h.

- auf den Ausgleich des Energieabsatzes und der Energiebeschaffung und
- auf die Aufgabe, mögliche Finanzierungen zu planen und durchzuspielen.

Der Einsatz des Planspiels als Ausbildungsinstrument hat zu weiteren Auflagen geführt. So war es nötig, das Modell derart einfach zu halten, dass innerhalb eines 3-Tage-Seminars genügend Entscheidungsrunden gespielt werden können, um zu einer echten Beurteilung der Teamleistung zu kommen. Daraus wurde die maximale Anzahl von 16 Spielrunden abgeleitet, wobei die wichtigen Entscheide innerhalb der 10 ersten Spielrunden auftreten müssen. Im Hinblick auf das Schwergewicht bei der langfristigen Planung und der Investitionstätigkeit wurde das Kalenderjahr als Periodenlänge gewählt. Ein 3-Tage-Seminar bringt somit 5 Spielrunden je vollen Arbeitstag durch ein aus mindestens 3 Personen zusammengesetztes Spielerteam, wobei eine 80minütige Vorbereitung je Spielrunde angenommen ist. Bei einer Durchschnittszeit von 2 Minuten Vorbereitung je Entscheid war daher auch die pro Spielrunde maximale Anzahl Entscheide gegeben, nämlich 40. Schliesslich wurden 38 Entscheide im Modell abgebildet, wobei das Spielerteam nicht unbedingt alle in jeder Spielrunde treffen muss.

Im folgenden seien einige Bemerkungen zu den EDV-spezifischen Problemen der Modellentwicklung gestattet. Da für jede Spielrunde trotz der grossen Zahl von Entscheidungsvariablen eine kurze Antwortzeit vorausgesetzt werden muss, ist ausgeschlossen worden, dass der Spielleiter nach Spiel der ersten Runde die Spielparameter noch beeinflussen kann. Die Rolle des Spielleiters als Störfaktor beschränkt sich somit auf die Eingabe der Startparameter. Dadurch konnte eine sehr entscheidende Trennung im Modell erreicht werden, und zwar ablauftechnisch eine solche in die Spielinitialisierungs- und in die Entscheidungsphase.

Die Phase der *Spielinitialisierung* ist derart konzipiert, dass sämtliche Eingabedaten der Startparameter vorgängig irgendwelcher Entscheide eingegeben werden müssen. Eine ausführliche Plausibilitätskontrolle dieser Eingabegrössen stellt sicher, dass der Anfangszustand des Modells innerhalb bestimmter vorgeschriebener Grenzwerte bleibt. Anhand ausgedehnter Sensitivitätsanalysen wurden die vorgegebenen Grenzwerte auf extrem zulässige Startsituationen getestet, um sicherzustellen, dass bei zukünftigen Spielleitern, die nicht geschult sind, alle Parametergrössen für die Startphase zu überblicken, keine extrem ungünstigen Werte eingegeben werden, die unvernünftige Ausgangslagen erzeugen.

Für die Programmierung galt die Aufteilung der Anfangswerte, die zur Erstellung der Startsituation benötigt werden, als wesentlicher Schritt, und zwar

- in Anfangswerte, deren Festsetzung dem Spielleiter überlassen bleiben;
- in Anfangswerte, die programmintern durch Initialisierungsbefehle, die sogenannten DATA-Befehle im FORTRAN-Code, gesetzt werden und deren Werte ohne Programmkenntnisse abgeändert werden können;
- in Anfangswerte, die programmintern fest im Modell eingebaut sind und die ihren Wert beim Durchlaufen des entsprechenden Programmschrittes erhalten. Ein Ändern dieser Anfangswerte setzt detaillierte Programmkenntnisse voraus.

In der *Entscheidungsphase* des Spiels ist die Art und Weise, wie das Modell im Ausbildungsablauf benutzt wird, von Bedeutung. Da interne Schulungskurse auch dezentral durchgeführt werden können, sollte wenigstens eine Fernschreibverbindung für die Datenfernverarbeitung mit einem Rechenzentrum zur Verfügung stehen. Die einzugebenden Entscheidungsdaten entsprechen den Anforderungen des Telexnetzes, wie auch die periodischen Auswertungen der einzelnen Spielrunden. Einzig die Initialisierungsphase wird sinnvollerweise direkt im Rechenzentrum abgewickelt. Die Datenfernverarbeitung erschien uns als ein wesentliches Mittel, um eine rasche Verarbeitung der Entscheidungsdaten und eine kurze Antwortzeit zu ermöglichen. So sollte eine solche Antwortzeit 10 Minuten nicht übersteigen, um dem Spielteam ein wirkungsvolles Arbeiten zu ermöglichen. Es ist durchaus möglich, mehrere Teams gleichzeitig spielen zu lassen, wobei deren Identifikation und die Absicherung der einzelnen Teamdaten durch die Betriebssysteme der Rechenanlage und durch entsprechende Vorkehrungen in der Seminarorganisation erfolgen müssen. Obwohl grundsätzlich kein Bedürfnis nach einem Vorhandensein von Daten vorangegangener Spielperioden besteht, wurde trotzdem vorgesehen, alle wesentlichen Daten jeder Spielrunde zu speichern, um dem Spielleiter bei Bedarf spätere Spielanalysen zu ermöglichen. Das Programm speichert für alle 16 Spielrunden 2968 Einzelwerte.

Zur Wahl der Programmiersprache sei noch bemerkt, dass via Satellitenstation IBM 1130 eine Fernverarbeitung auf der vielseitigen UNIVAC 1110 der Real-Time Center AG verfügbar war, weshalb die Verwendung des UNIVAC-FORTRAN-IV-Codes mit allen Spezifikationen der Serie 1100 gegeben war. Die zusätzliche Benützung des INCLUDE-Befehls von FORTRAN V brachte eine rationellere Programmierung. Die spezifischen mathematischen Funktio-

nen und der Einsatz des Serie-1100-Zufallszahlengenerators schränken die Allgemeingültigkeit der Programme soweit ein, als dass bei Benützung anderer Computersysteme entsprechende Änderungen nötig werden.

3. Die Wahl der Entscheidungsbereiche

Wie bereits erwähnt wurde, ist das Modell auf zwei Hauptfunktionen von Elektrizitätsversorgungsunternehmen beschränkt, nämlich

- Absatz- und Beschaffung, kurz Energiewirtschaft genannt, und
- Finanz- und Rechnungswesen, kurz Finanzwirtschaft genannt.

Die Verantwortlichen beider Funktionen sollen gemeinsam die dritte Art von Entscheiden behandeln, die sogenannten Investitionsentscheide.

3.1 Energiewirtschaft

Charakteristisch für die Elektrizitätswirtschaft ist, dass sich für eine Unternehmung der Energieabsatz, d. h. Verkauf und Netzverluste, und die Energiebeschaffung, d. h. Produktion und Kauf, ausgleichen müssen. Dieser Energiemengenausgleich stellt denn auch die wichtigste Planungsanstrengung des Energiewirtschafters dar. Es wird daher auch im Planspiel die erste Aufgabe sein, dieses Energiemengenausgleich zwischen Absatz und Beschaffung für jede Spielrunde zu finden.

Die *Energiebeschaffung* beruht

- a) auf der Eigenproduktion aus vier möglichen Kraftwerkformen: Wasserkraftwerke, Speicherkraftwerke, Kernkraftwerke und Gasturbinenkraftwerke;
- b) auf der Energieproduktion aus Partnerkraftwerken, und zwar aus partnerschaftlich geführten Speicherkraftwerken;
- c) auf der Energieproduktion aus Nutzungsrechten, und zwar aus Wasserkraftwerken, die Dritten gehören, jedoch die Wasserkonzessionsrechte teilen;
- d) auf einer beschränkten Anzahl von Verträgen für Energiekäufe von andern Gesellschaften;
- e) auf geplanten Energiekäufen als Mitglied des Hochspannungs-Verbundnetzes.

Der *Energieabsatz* beruht

- a) auf 4 Kategorien von Verbrauchern: Detailabnehmer, Wiederverkäufer, Dauerbezüger und Industrieabnehmer;
- b) auf Abgabeverträgen an andere Gesellschaften über das Hochspannungs-Transportnetz;
- c) auf geplanten Energieverkäufen als Mitglied des Verbundnetzes.

Zusätzlich wird der Netzverlust berechnet. Der Ausgleich zwischen Beschaffung und Absatz wird durch ungeplante Käufe oder Verkäufe im Verbundnetz erzwungen. Der Energiewirtschafter wurde absichtlich in seiner Planungsaufgabe auf den Energiemengenhaushalt beschränkt. Die Leistungsprobleme sind absichtlich weggelassen worden. Die Energiemengen stellen jährliche Größen dar. Die täglichen, wöchentlichen und monatlichen Schwankungen in den Verbrauchergewohnheiten konnten somit weggelassen werden.

Die Energiebilanz kann daher auch nicht in Zusammenhang mit Lastflussüberlegungen gebracht werden. Schliesslich sind einige Hinweise auf die Vertragsarten nötig. Je Spielrunde können maximal 3 Vertragsentscheide getroffen werden, und zwar sowohl im Kauf wie im Verkauf. Preise und Vertragsmengen werden vom Spielleiter vorgegeben. Bei Verkaufsverträgen wird nur über die Spielrunde entschieden, ab welcher der Vertrag aktiv wird. Beim Kauf entscheidet ein Spieler über die Spielrunde und auch über die Ankaufsmenge, und zwar letztere als Vielfache von 20 GWh. Zusätzlich ist in jeder Spielrunde ein Mengentscheid über Kauf und/oder Verkauf im Verbundnetz möglich.

Eine Bereicherung stellt der einmalige Entscheid dar, mit dem ein Lokalnetz erworben werden kann, um die Zahl der Detailabnehmer zu vergrössern. Daneben sind die Entscheide über den Wasserhaushalt von Speicherkraftwerken wichtig. Der Energiewirtschafter hat die Prozentzahl einzugeben, bis zu welcher der Stauinhalt als Reserve dienen soll. In einem zweiten Entscheid legt er dann fest, ob diese Reserve zum Energiemengenausgleich verwendet werden soll oder nicht.

Es bleibt auch im Verantwortungsbereich des Energiewirtschafters, die Tarife der vier Abnehmerkategorien anzupassen sowie Kernbrennstoff für die Kernkraftwerke und Öl für den Gasturbinenbetrieb zu beschaffen. Im gesamten liegen 17 Entscheide im Verantwortungsbereich der Energiewirtschaft.

3.2 Finanzwirtschaft

Die Mittelbereitstellung ist ein Schlüsselproblem des Finanzwirtschafters. 6 Entscheide betreffen die Kapitalverwaltung, nämlich die Investitionstätigkeit in Beteiligungen an Partnertgesellschaften von Kraftwerken und von Hochspannungs-Transportsystemen. Bei derartigen kurzfristig verfügbaren Anlagen ist zu beachten, dass ein Aktienkauf als Investition einen Mittelabfluss, der Aktienverkauf als Desinvestition dagegen einen Mittelzufluss darstellt. Solche Beteiligungsentscheide werden sofort in der Spielrunde realisiert, in der der Spieler diesen abgibt. Analog sind auch Entscheide für den Kauf oder Verkauf von sonstigen finanziellen Beteiligungen zu treffen, wobei diese jedoch ohne Einfluss auf Energiebeschaffung oder -versorgung für die Energiewirtschaft bleiben, sondern reine Kapitalanlagen darstellen.

Die zweite Kategorie von finanzwirtschaftlichen Entscheiden behandelt die Kapitalbeschaffung. Darlehen, Obligationenanleihen und Aktienkapital können aufgenommen werden. Vom Spielleiter wird jedoch für jede Spielrunde eine obere Grenze bezüglich Anleihenaufnahme gesetzt, um die Belastbarkeit des Kapitalmarktes ins Modell hineinzubringen. Das Verhältnis der langfristigen Schulden zum Eigenkapital darf 4 zu 1 nicht übersteigen. Diese Kontrolle geschieht für jede Spielrunde. Ist das Verhältnis gestört, wird das Aktienkapital automatisch angepasst, wobei dem Spielteam hohe Kapitalbeschaffungskosten überbunden werden.

Die Gewinnverteilung stellt die dritte Kategorie von finanzwirtschaftlichen Entscheiden dar. Anhand der Bilanz und Erfolgsrechnung, erstere vor der Gewinnverteilung, hat der Finanzwirtschafter in der darauffolgenden Spielrunde über die Dividendenzahlung an die Aktionäre und über die Reservenzuweisung zu befinden. Diese Entscheide beeinflussen die Kapitalflussrechnung. Gesamthaft erarbeitet der Fi-

nanzwirtschaftschafter 11 Entscheide. Pro Spielrunde erhält er die Kapitalflussrechnung, die Erfolgsrechnung, die Bilanz vor Gewinnverteilung, die Verteilung des Gewinnes der vorangegangenen Spielrunde und 13 betriebswirtschaftliche Kennzahlen.

3.3 Investitionsentscheide

Es wurde bereits betont, dass die Investitionstätigkeit in Sachanlagen, so vor allem in Produktionsanlagen und ins Verteil- und Transportnetz, grosse Bedeutung haben, weshalb ein gemeinsames Ausarbeiten dieser Entscheide durch den Energie- und Finanzwirtschaftschafter zu suchen ist. Diese Investitionsentscheide beeinflussen einsteils die Energiebeschaffung oder den Netzerlust und andernteils den Finanzhaushalt.

Gesamthaft sind 10 Entscheide auszuarbeiten. 6 Entscheide betreffen die Wahl von zusätzlichen Produktionsanlagen. Sie sind von der Ja/Nein-Form. Man kann über den Bau eines Wasserkraftwerkes, über den Bau eines Speicherkraftwerkes, über den Bau eines zweiten Kernkraftwerkes und über den Bau eines Gasturbinenkraftwerkes mehrmals entscheiden. Zusätzlich muss über den Umbau des Wasserkraftwerkes innerhalb einer bestimmten Anzahl von Spielrunden entschieden werden, sonst reduziert sich dessen Produktion. Wird für die Sanierung entschieden, vergrößert sich die Produktion um eine feste, vom Spielleiter eingegebene Grösse. Der Entscheid zum Bau des zweiten Kernkraftwerkes wird vom Entscheid über die Art des Baues gefolgt. Zwei Alternativen stehen zur Auswahl. Entweder wählt der Spieler die risikolose Bauweise, indem er die Bau- und Projektverantwortung einem Konsortium unter Führung einer Ingenieurunternehmung überträgt, das Baukosten und -zeit gemäss Eingaben des Spielleiters garantiert, oder der Spieler wählt zum Bau einen Generalunternehmer und übernimmt selber die Projektverantwortung. Dieser zweite Weg reduziert die Baukosten um 15 %, ist jedoch punkto Bauzeit risikoreicher. Diese Unsicherheit der Inbetriebnahme ist derart im Modell eingebaut, dass in 3 von 10 Fällen die Anlage eine Spielrunde später, in 5 von 10 Fällen zwei Spielrunden und nur in 2 von 10 Fällen nach der vom Spielleiter vorgegebenen Bauzeit in Betrieb genommen werden kann.

Die nächsten drei Entscheide betreffen das Transport- und Verteilnetz. Der Spieler hat genügend grosse Investitionen ins Hochspannungs-Transportnetz, ins Mittelspannungs- und Niederspannungs-Verteilnetz zu tätigen. Die nötig werdenden Investitionssummen stehen in Beziehung zur Verbrauchszunahme entsprechender Abnehmerkategorien. Ungenügende Investitionen führen zu vermehrten Verlusten im Netz. Diese sind eine Folge des ungenügenden technischen Zustandes der Leitungen und Verteilanlagen.

Schliesslich ist als zehnter Entscheid über die Investition in die übrigen Sachanlagen zu befinden. Wenn diese Investitionssumme einen vorgegebenen Prozentsatz der gesamten Sachanlagenentstehungswerte nicht erreicht, wird die Erfolgsrechnung durch zusätzliche Kosten belastet.

Dem Schulungsprozess in der Investitionstätigkeit kam beim Aufbau des Planspiels grosse Bedeutung zu. Die Investitionssummen werden jedoch vorwiegend durch Startparameter des Spielleiters vorgegeben. Daher trägt der Spielleiter für den sinnvollen Einsatz des Spiels eine grosse Verantwortung.

4. Die Rolle des Spielleiters

Die Rolle des Spielleiters wird durch die über 200 Parameterwerte demonstriert, die dieser in der Spielinitialisierungsphase festzulegen hat. Dank dieser Vielseitigkeit in der Eingabe kann eine sehr realistische Ausgangslage für die Entscheidungsphase geschaffen werden. Der Spielleiter wird nun hauptsächlich für das Erzielen eines optimalen Lehrerfolges verantwortlich sein, wobei dies wesentlich durch das richtige gruppodynamische Verhalten der Teilnehmer innerhalb des Teams erreicht wird. Je realistischer daher die Startparameter im Hinblick auf vorgefasste Lehrziele gesetzt werden, desto erfolgreicher wird ein Spielleiter in seiner Rolle sein. Er wird zweckmässigerweise seine Ausbildungsziele durch das Vorgeben von quantifizierbaren Unternehmungszielen noch konkretisieren. Es wurde daher beim Aufbau des Modells bewusst davon abgesehen, dem Spiel ein einziges berechenbares Unternehmungsziel überzuordnen. Der jeder Plausieldurchführung innewohnende zielsuchende Prozess wurde bewusst dem Spielleiter zur freien Gestaltung überlassen. Er muss Ausdruck des Schulungsprogramms bleiben, in dessen Rahmen das Modell eingesetzt wird.

Der Spielleiter hat vier verschiedene Arten von Startparametern einzugeben: allgemeine; anlagenbezogene Anfangswerte; übrige Eingangsbilanzwerte; absatz- und beschaffungsbezogene Anfangswerte.

Die *allgemeinen Anfangswerte* umfassen: einen Code, der die Wahl zwischen programminternen oder durch den Spiel-

Gewinnverteilung/Verlustabdeckung

Tabelle I

| GEWINNVERTEILUNG/VERLUSTABDECKUNG | | VERWENDUNG | BREITSTELLUNG |
|-----------------------------------|---------|---------------------------|---------------|
| VERFÜGBARER GEWINN | | | 25.38 |
| VERLUSTVORTRAG | | .00 | |
| RÜCKLAGEN | | | |
| GESETZLICHE | | .25 | .00 |
| FREIE | | .00 | 5.38 |
| DIVIDENDEN | | 30.50 | |
| VERPLIEBENDER VORTRAG | | .00 | .00 |
| ERFOLGSRECHNUNG | | | |
| IN MIO FRANKEN | | AUFWENDUNGEN | ERTRÄGE |
| ENERGIEUMSATZERLÖSE | | | 455.230 |
| AKTIVIERTE EIGENLEISTUNGEN | | | 11.618 |
| ERTRÄG AUS FINANZANLAGEN | | | .846 |
| FREMDENERGIEKAUF | | 77.537 | |
| KAPITALAUFWAND | | 84.350 | |
| KERNFREIENSTOFFABBRAND | | 16.000 | |
| HEIZOLAUFWAND | | .000 | |
| PERSONALAUFWAND | | 44.477 | |
| WERTRECHTIGUNGEN | | | |
| KRAFTWELKE | 36.500 | | |
| TRANSPORT-+VERTEILSYSTEM | 14.000 | | |
| UEHRIGE SACHANLAGEN | 4.500 | | |
| NUTZUNGSRECHTE | 2.500 | | 57.500 |
| UEBRIGE AUFWENDUNGEN | | | |
| FREMDZINSAUFWAND | 64.144 | | |
| STEUERN | 12.754 | | |
| NUTZUNGSRECHTSAUFWAND | 2.500 | | |
| VERSICHERUNGSAUFWAND | 3.000 | | |
| SOMSTIGE AUFWENDUNGEN | 12.580 | | |
| TOTAL | 374.850 | | 467.696 |
| JAHRESPÜHLERHCUSS | | | 92.846 |
| GEWINN- UND VERLUSTVORTRAG | .000 | | .000 |
| VERTEILHARER GEWINN | | | 92.846 |
| KENNZAHLEN | | | |
| FINANZWIRTSCHAFT | | ENERGIEWIRTSCHAFT | |
| EIGENKAPITALRENTABILITÄT | .13 | SELBSTVERSORGUNGSGRAD | .80 |
| ROH | .06 | SPEZ.ENERGIEKOSTEN RP/KWH | 6.89 |
| GFS. KAPITALRENTABILITÄT | .09 | SPEZ. ANL.K. VERKE FR/KWH | .24 |
| KAPITALSTRUKTUR | .43 | SPEZ. ANL.K. TOTAL FR/KWH | .36 |
| FINANZIERUNGSVERHÄLTNIS | .77 | SPEZ. JAHRESERLÖS RP/KWH | 8.60 |
| ANLAGENDECKUNG | 2.43 | | |
| LIQUIDITÄT | 2.71 | | |

leiter einzugebenden Konjunkturwerten erlaubt; die Eingabe von Kreditbeschränkungswerten; einen Code, der die Wahl zwischen selbsteinzugebenden oder Standardtarifen erlaubt; die Aktionsparameter, die Länge und Zeitpunkt des Ausfalls des Kernkraftwerkes vorgeben; den Kaufbetrag und die Verbrauchszunahme für den Netzkaufentscheid.

Die *anlagenbezogenen Anfangswerte* umfassen: die Daten über Sachanlagen in Laufkraftwerke, in Speicherwerkwerke, in Kernkraftwerke, in Gasturbinenkraftwerke, ins Hochspannungs-Transportsystem, ins Mittelspannungs- und Niederspannungs-Verteilsystem und in übrige Sachanlagen; je Anlagenkategorie die Daten über Anlagebuchwert, Abschreibungen, Anlagen im Bau, Abschreibungssätze, Unterhaltsaufwand, Betriebsaufwand wie auch für die beiden letzten deren prozentualer Personalkostenanteil; je Produktionskategorie die Daten für Offertbetrag einer Zusatzeinheit, Bauzeit, Produktionskapazität und Soll-Betriebsstundenzahl.

Die *übrigen Eingangsbilanzwerte* umfassen: weitere Startparameter, die unmittelbar zur Erstellung der Eingangsbilanz bei Spielbeginn oder mittelbar zur Berechnung weiterer Bilanzgrößen benötigt werden, so etwa im Umlaufvermögen die Lagerwerte für das Material, den Kernbrennstoff und das Öl; zusätzliche Daten zur Lagerbewirtschaftung, und zwar in Form von charakteristischen Verbrauchskenngrößen.

Finanzflussrechnung

Tabelle II

| FINANZFLUSSRECHNUNG | | |
|-------------------------------------|------------------------|---------|
| | IN MIO FRANKEN ZUFLUSS | ABFLUSS |
| DIVIDENDENZAHLUNG | | 30.500 |
| BETRIEBSMITTELFLUSS | | |
| ENERGIEUMSATZERLOESE | 455.230 | |
| ERTRAG AUS FINANZANLAGEN | .848 | |
| FREMDENERGIEKAUF | 77.537 | |
| NUTZUNGSRECHTE | 2.500 | |
| MATERIALAUFWAND | 84.350 | |
| PERSONALAUFWAND | 44.477 | |
| FREMDZINSAUFWAND | 64.144 | |
| STEUERN | 12.754 | |
| VERSICHERUNGSAUFWAND | 3.006 | |
| SONSTIGE AUFWENDUNGEN | 12.580 | |
| INVESTITIONEN UND DESINVESTITIONEN | | |
| LKW | 38.062 | |
| SKW | 30.000 | |
| KKW | .000 | |
| GKW | 29.300 | |
| HST | 27.000 | |
| MSV | 16.500 | |
| NSV | 11.500 | |
| UED SACHANLAGEN | 9.500 | |
| RET PARTNERKW | .000 | |
| RET PARTNERHST | .000 | 10.000 |
| FINANZANLAGEN | .000 | 3.000 |
| KERNBRENNSTOFF | | 8.000 |
| HEIZOELL | | 7.000 |
| EIGENLEISTUNGEN | 11.618 | |
| RESTANDESVERÄNDERUNGEN | | |
| MATERIALVORRÄTE | 8.093 | |
| FALL | -1.999 | |
| GKPS | .080 | |
| GSVE | .000 | |
| ARAP | .160 | |
| VALL | .021 | |
| VSON | .014 | |
| PRAP | .285 | |
| FINANZIERUNGEN | | |
| DARLEHENSAUFAHME | 8.000 | |
| ANLEIHENSAUFAHME | 20.000 | |
| AKTIENKAPITALERHÖHUNG | .000 | |
| TOTAL ZU- / ABFLÜSSE | 496.016 | 528.846 |
| FINANZIERUNGSMANKO | 32.829 | |
| VERÄNDERUNGEN FORD.U. VERPFLICHTGEN | -8.397 | 24.433 |

Die *absatz- und beschaffungsbezogenen Anfangswerte* betreffen die Tarifstruktur und den vertraglichen Energiehandel. Für jede der 4 Abnehmerkategorien kann der zu Beginn gültige Tarif (Preis je kWh), die durchschnittliche Zuwachsrate, der prozentuale Anteil am Gesamtabsatz und ein Streufaktor zur Berechnung der normalverteilten Absatzstreuung festgelegt werden.

Gesamthaft sieht das Spiel im Energiehandel 10 Abgabe- und 8 Kaufverträge vor, wobei pro Spielrunde je höchstens 3 Verträge abgeschlossen werden können. Energiemenge und Vertragsdauer werden vom Spielleiter verlangt.

Für eine detailliertere Auseinandersetzung mit den Startparametern, die ein Spielleiter in der Spielinitialisierung zu bearbeiten hat, wird auf die Referenz [1] verwiesen.

5. Schlussfolgerungen

In den Tabellen I bis V sind abschliessend alle Computerlisten abgebildet, die pro Spielrunde ausgegeben werden. Der Finanzwirtschafter erhält

- eine Gewinnverteilung/Verlustabdeckung,
- die Erfolgsrechnung,
- die Kennzahlen Finanzwirtschaft,
- die Finanzflussrechnung und
- die Bilanz.

Energiewirtschaft

Tabelle III

| ENERGIEWIRTSCHAFT | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|---|-------|------|
| ABSATZPERIODE | ABGABE GWH | PREIS RP/KWH | RP/KWH | TARIFERH GUELTIG BIS PER | | |
| DETAILABNEHMER | 1476.26 | 12.6 | 5.0 | | | |
| WIEDERVERKÄUFER | 1151.47 | 10.5 | 5.0 | | | |
| DAUERPZUEGER | 959.20 | 7.5 | 7.0 | | | |
| INDUSTRIEABNEHMER | 1314.70 | 5.4 | 8.0 | | | |
| ABGARFERTHAEGE | 115.00 | 3.9 | | | | |
| VERTRAG 1 | 20.00 | 4.0 | | | 2 | Y |
| VERTRAG 2 | 40.00 | 4.1 | | | 10 | Y |
| VERTRAG 3 | 20.00 | 3.0 | | | 6 | Y |
| VERTRAG 4 | 35.00 | 3.6 | | | 4 | Y |
| VERTRAG 5 | 50.00 | .00 | | | 5 | N |
| VERTRAG 6 | 10.00 | 3.3 | | | 1 | N |
| VERTRAG 7 | 35.00 | 3.9 | | | 3 | N |
| VERTRAG 8 | 30.00 | 4.1 | | | 10 | N |
| VERTRAG 9 | 30.00 | 3.9 | | | 5 | N |
| VERTRAG 10 | 30.00 | 3.6 | | | 3 | N |
| VERTRAG 11 | 20.00 | 5.0 | | | | |
| GEPLANT | 20.00 | 5.0 | | | | |
| UNGEPLANT | .00 | .0 | | | | |
| VERLUSTE | 402.93 | | | | | |
| JAHRESTOTAL | 5439.55 | | | ZUWACHS DETAILABNEHMER ALS FOLGE NETZKAUF .00 GWH | | |
| BESCHAFFUNGSBEREICH | | | | | | |
| PRODUKTIONSKAPAZITAET | EFFEKTIVE GWH | AUFWAND | ABSCHREIBUNG | B-STD | | |
| | GWH | GWH | UNTERHALT RETRIEB | BUNG | | |
| LKW | 800.00 | 632.00 | 6.75 | 6.14 | 5.50 | 8760 |
| SKW | 1100.00 | MINIMALE LAUFWASSERPRODUKTION | | | | |
| SKW | 1000.00 | 1849.02 | 11.98 | 11.98 | 11.50 | 4352 |
| KKW | 2000.00 | 1600.00 | 32.64 | 25.39 | 19.50 | |
| GKW | .00 | .00 | .00 | .00 | .00 | 3677 |
| PAKETKRAFTWERKE | 111.64 | | 5.96 | | | |
| NUTZUNGSRECHTE | 143.64 | | 2.50 | | | |
| VERTRAGSKAUF | 180.00 | | 7.62 | | | |
| KAUF | GWH | PREIS PR/KWH | GUELTIG BIS PER | | | |
| VERTRAG 1 | 60.00 | 60.00 | 4.0 | | 2 | Y |
| VERTRAG 2 | 20.00 | 20.00 | 3.6 | | 2 | Y |
| VERTRAG 3 | 80.00 | 30.00 | 4.6 | | 10 | Y |
| VERTRAG 4 | 20.00 | 20.00 | 4.1 | | 4 | Y |
| VERTRAG 5 | 60.00 | .00 | 4.2 | | 6 | N |
| VERTRAG 6 | 120.00 | .00 | 3.9 | | 3 | N |
| VERTRAG 7 | 80.00 | .00 | 3.2 | | 1 | N |
| VERTRAG 8 | 120.00 | .00 | 3.9 | | 4 | N |
| VERBUNDKAUFE | 923.25 | | 6.9 | | | |
| GEPLANT | 15.00 | | 2.5 | | | |
| UNGEPLANT | 908.25 | | 7.0 | | | |
| JAHRESTOTAL | 5439.55 | | | | | |
| HYDRAULIZITAET DER PERIODE | | | | | | |
| PRODUKTIONSKAPAZITAET | KERNKRAFTWERKE | R-STD | EFF GEPLANT | OLGEGEPR | | |
| | KKW 1 | 5200 | 6500 | | | |
| | KKW 2 | 0 | 0 | | | |
| TRANSPORT- U. VERTEILSYSTEM | | | | | | |
| | | AUFWAND | ABSCHREIBUNG | | | |
| | | UNTERHALT RETRIEB | BUNG | | | |
| HST | | 2.09 | 2.37 | 6.00 | | |
| MSV | | 1.58 | 1.67 | 4.00 | | |
| NSV | | 1.58 | 1.67 | 4.00 | | |
| UER SACHANLAGEN | | 2.79 | 4.19 | 4.50 | | |
| MITTLERER ANLEIHENSZINS | 7.3 PROZENT | KONJUNKTURINDEX | | | | |

Bilanz (Aktiven)

Tabelle IV

| BILANZ (MIO FRANKEN) PER 31. DEZEMBER | | | |
|---|--------|---------|--|
| AKTIVEN | | | |
| 1. ANLAGENVERMOEGEN | | | |
| A. SACHANLAGEN UND IMMATERIELLE ANLAGENWERTE | | | |
| KRAFTWERKE | | | |
| LAUFKRAFTWERKE | 220.00 | | |
| SPEICHERKRAFTWERKE | 530.00 | | |
| KERNKRAFTWERKE | 390.00 | | |
| GASTURBINENKRAFTWERKE | 21.00 | 1161.00 | |
| TRANSPORT- UND VERTEILSYSTEM | | | |
| HOCHSPANNUNGS-TRANSPORTSYSTEM | 185.00 | | |
| MITTELSPANNUNGS-VERTEILSYSTEM | 117.50 | | |
| NIEDERSPANNUNGS-VERTEILSYSTEM | 110.50 | 413.00 | |
| UEBRIGE SACHANLAGEN | | 70.50 | |
| ANLAGEN IM BAU UND ANZAHLUNGEN AUF ANLAGEN | | | |
| KRAFTWERKE | | | |
| LAUFKRAFTWERKE | 38.06 | | |
| SPEICHERKRAFTWERKE | 60.00 | | |
| KERNKRAFTWERKE | .00 | | |
| GASTURBINENKRAFTWERKE | 38.30 | 136.36 | |
| TRANSPORT- UND VERTEILSYSTEM | | | |
| HOCHSPANNUNGS-TRANSPORTSYSTEM | 42.00 | | |
| MITTELSPANNUNGS-VERTEILSYSTEM | 24.00 | | |
| NIEDERSPANNUNGS-VERTEILSYSTEM | 16.00 | 82.00 | |
| UEBRIGE SACHANLAGEN | | 14.00 | |
| NUTZUNGSRECHTE | | 50.00 | |
| B. FINANZANLAGEN | | | |
| BETEILIGUNGEN AN PARTNERKRAFTWERKEN | 44.00 | | |
| FETEILIGUNGEN AM HOCHSPANNUNGS-TRANSPORTSYSTEM | 26.00 | | |
| UEBRIGE FINANZANLAGEN | 33.00 | | |
| 2. UMLAUFVERMOEGEN | | | |
| A. VORRAETE | | | |
| KERNBRENNSTOFF | 36.00 | | |
| SCHWERES HEIZOLEL GASTURBINE | 13.00 | | |
| VORRAETE ROH-/HILFSSTOFFE U.UEBRIGE MATERIALIEN | 94.34 | | |
| B. ANDERE GEGENSTÄNDE DES UMLAUFVERMOEGENS | | | |
| ANZAHLUNGEN KERNBRENNSTOFF | 12.67 | | |
| FORDERUNGEN AUS LIEFERUNGEN U. LEISTUNGEN | 8.00 | | |
| GUTHAEBEN BEI KREDITINSTITUTEN | 3.60 | | |
| KASSENBESTAND, POSTCHECKGUTHAEBEN, SICHTGUTHAEBEN | 8.08 | | |
| SONSTIGE VERMOEGENSGEGENSTAENDE | 4.80 | | |
| 3. AKTIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN | | | |
| 4. VERLUSTVORTRAG | | | |
| HILANZSUMME | | 2226. | |

Bilanz (Passiven)

Tabelle V

| BILANZ (MIO FRANKEN) PER 31. DEZEMBER | | |
|---|--------|--------|
| PASSIVEN | | |
| 1. GRUNDKAPITAL | | |
| | | 610.00 |
| 2. OFFENE RUECKLAGEN | | |
| GESETZLICHE RUECKLAGEN | 51.25 | |
| FREIE RUECKLAGEN | 59.62 | 110.88 |
| 3. WERTBERichtigungen | | |
| A. SACHANLAGEN UND IMMATERIELLE ANLAGENWERTE | | |
| KRAFTWERKE | | |
| LAUFKRAFTWERKE | 80.50 | |
| SPEICHERKRAFTWERKE | 111.50 | |
| KERNKRAFTWERKE | 49.50 | |
| GASTURBINENKRAFTWERKE | .00 | 241.50 |
| TRANSPORT- UND VERTEILSYSTEME | | |
| HOCHSPANNUNGS-TRANSPORTSYSTEM | 66.00 | |
| MITTELSPANNUNGS-VERTEILSYSTEM | 44.00 | |
| NIEDERSPANNUNGS-VERTEILSYSTEM | 44.00 | 154.00 |
| UEBRIGE SACHANLAGEN | | 28.50 |
| NUTZUNGSRECHTE | | 17.50 |
| B. FINANZANLAGEN | | |
| 4. VERPINDLICHKEITEN | | |
| ANLEIHEN | | 925.00 |
| VERBUNDLICHKEITEN AUS LIEFERUNGEN UND LEISTUNGEN | 2.16 | |
| VERBUNDLICHKEITEN GEGENUEBER KREDITINSTITUTIONEN | 40.97 | |
| SONSTIGE VERBUNDLICHKEITEN | 1.44 | |
| 5. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN | | |
| 6. GEWINNVOETRAG | | |
| HILANZSUMME | | 92.85 |
| | | 2226. |

Der Energiewirtschafter erhält

- die Kennzahlen Energiewirtschaft und
- die energiewirtschaftlichen Angaben über den Energieverbrauchshaushalt.

Sämtliche Angaben erlauben ein vollständiges Beurteilen in finanz- und energiewirtschaftlicher Hinsicht der Unternehmung, gestatten ein Urteil über die Teamleistung und sollten den Spielern ermöglichen, den Entscheidungsprozess der nächsten Spielrunde erfolgreich zu bewältigen.

Zum Schluss mag noch eine Bemerkung über den Einsatz der Zufallszahlengeneratoren interessieren. Trotz vielen Aufrufen der Erzeugerfunktionen wird keine allzu grosse Belastung der zentralen Recheneinheit (CPU) der UNIVAC 1110 festgestellt, denn das Durchrechnen aller 38 Ent-

scheide je Spielrunde braucht nur 0,8 Sekunden CPU-Zeit. Die Einsatzart der Zufallszahlengeneratoren sei dahin präzisiert, dass diskrete gleichverteilte und normalverteilte Zufallszahlen aus einem Zahlenbereich erzeugt werden, wobei für letztere der Bereich symmetrisch oder asymmetrisch begrenzt sein kann.

Literatur:

- [1] Dr. H. Lienhard, F. Steiger und Prof. Dr. K. Weber: Planspiel Elektroenergiemanagement. Uni-Taschenbücher, Band 374, 184 Seiten Text und 22 Zeichnungen, dazu 46 Seiten Computerausdrucke; erscheint Anfang 1975.

Adresse des Autors:

F. Steiger, dipl. Ing. ETHZ, Bernische Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, Postfach, 3000 Bern 25.