

# GEMIS: wie weiter?

Uwe Fritsche

Das Öko-Institut bearbeitete zusammen mit der Forschungsgruppe Umweltsystemanalyse der GH Kassel das Projekt Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (kurz GEMIS), bei dem Umweltaspekte verschiedenster Energiesysteme analysiert und in einem Computermodell verglichen werden. Zwei Beiträge in den Öko-Mitteilungen (2/87 und 2/89) gingen auf Grundlagen umweltbezogener Vergleiche ein und stellten Konzeption und Ergebnisse vor. Im folgenden werden Anwendung sowie Weiterentwicklungen skizziert.

## Anwendungen des GEMIS-Programms

GEMIS ist ein für die Umwelt-Simulation entwickeltes Computerprogramm, das für vielfältige Anwendungen im Energiebereich konzipiert wurde. Einzelheiten hierzu finden sich im Endbericht, der seit

Januar 1990 zu beziehen ist<sup>1</sup>. Das EDV-Programm zur Umweltanalyse kann Interessierten zur Nutzung überlassen werden<sup>2</sup>.

Im einfachsten Fall werden mit GEMIS Heiz- oder Stromsysteme verglichen, die Bezugsgröße ist eine Einheit bereitgestellter Nutzenergie (z.B. 1 MWh). Interessanter ist die Anwendung bei Energiekonzepten oder der Energieplanung. So können z.B. die Anteile einzelner Heizsysteme (z.B. Öl-, Elektroheizung) an der Wärmeversorgung einer Kommune bestimmt und die daraus folgenden Umweltbelastungen berechnet werden. Die in Zukunft möglichen Änderungen dieser Wärmeversorgung (z.B. Nahwärme, Ersatz der Elektroheizung, Solarenergie-Einsatz) können in einem zweiten Szenario erfaßt und der heutigen Situation gegenübergestellt werden. Weiterhin lassen sich umweltbezogene »Schwachstellen« eines Szenarios ermitteln und durch Variation, z.B. durch beste Emissionsminderungstechnik, ausbessern.

Das GEMIS-Programm kann auch bei der **Energieberatung** als Instrument zur Information und Entscheidungsunterstützung der Beratenen eingesetzt werden. Liegen spezielle Informationen vor, kann die nutzerspezifische Datenanpassung während der Beratung im Dialog erfolgen und so eine konkrete Aussage gegeben werden. Nachdem Vorschläge zur Sanierung oder Neuplanung hinsichtlich Energieeinsparung und Kostenwirkung betrachtet wurden, erfolgt durch GEMIS auch eine Aussage zu den Umweltaspekten.

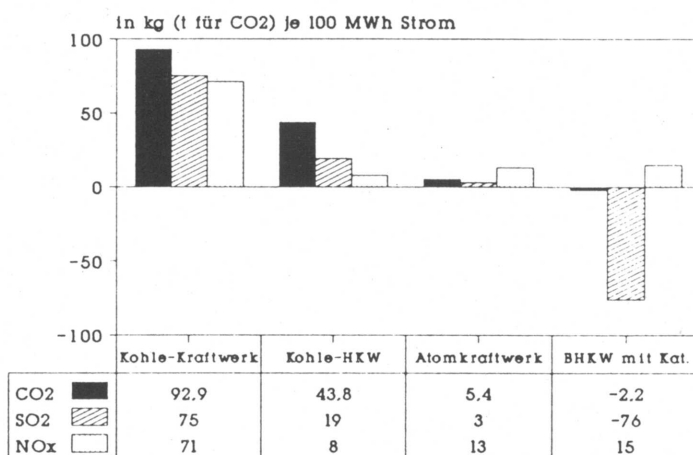
Der Einsatz des EDV-Instruments ist geeignet, auf kommunaler und regionaler Ebene solche **Energieszenarien und Anlagenkonzepte** zu bestimmen, die einem politischen Umweltziel genügen, z.B. der mittelfristigen Reduktion regionaler CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 %. Durch den Einsatz bei der Beratung unterstützt GEMIS auch die Umsetzung solcher Szenarien. Wichtig ist, daß GEMIS den volkswirtschaftlichen Wert vermiedener Umweltbelastungen bestimmt. So werden externe Umwelteffekte größenordnungsmäßig in ökonomischer Hinsicht bewertbar<sup>3</sup>, womit sich z.B. eine Förderung für erneuerbare Energien und Stromeinspar-Programme begründen läßt.

1990 werden wir versuchen, eine breite GEMIS-Anwendung in der kommunalen Energiepolitik zu initiieren, wobei wir eine besondere Resonanz bei den Mitgliedsstädten des Öko-Instituts erwarten. Weiterhin soll GEMIS zusammen mit Energie- und Umweltausschüssen für die Argumentation vor Ort angewendet werden, wozu es schon Erfahrungen gibt<sup>4</sup>. Neben dem direkten Einsatz in Energiekonzepten wird GEMIS in Projekten zum Least-cost Planing<sup>5</sup> Anwendung finden, um Energieplanung nach energie- und umweltpolitischen sowie volkswirtschaftlichen Zielen zu optimieren.

Der Einsatz von GEMIS muß dabei nicht auf die kommunale Ebene beschränkt bleiben. Im Zuge einer **Studie für die Enquete-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«** wurde mit GEMIS eine Datenbasis zu klimarelevanten Spurengasen erstellt<sup>6</sup>, die nicht nur die bei der Verbrennung von Energieträgern freiwerdenden Emissionen enthält, sondern von der Primärenergiegewinnung bis zur Endenergienutzung alle Emissionen berücksichtigt. Dabei zeigte sich, daß vor allem Methan (CH<sub>4</sub>) in größerem Umfang bei vorgelagerten Prozessen (Kohlebergbau, Gaspipelines etc.) frei wird als bei der Verbrennung selbst — ein wichtiges Resultat für Strategien zur Begrenzung dieser Emissionen.

Mit GEMIS wurde auch gezeigt, daß Atomstrom keineswegs so »CO<sub>2</sub>-frei« ist

Emissionsvergleich von Stromsystemen auf der Basis des GEMIS-Projekts



(c) 1989 by ÖKO-Institut

wie gerne behauptet wird, und daß Gas-Heizkraftwerke mehr klimarelevante Emissionen ersparen als Atomstrom (siehe Kasten).

## Internationale Bedeutung

Umweltverschmutzung ist grenzenlos — siehe globale Klimagefahr. Daher wurden im GEMIS-Projekt auch Informationen aus dem Ausland (vor allem USA) einbezogen. Die meist nicht deutschsprechenden KollegInnen, die hierzu beitrugen, fragten eine englische Kurzfassung an, die mittlerweile vorliegt<sup>7</sup>. Für die Emissionsmatrix klimarelevanter Schadstoffe gibt es mittlerweile ebenfalls eine englische Version, die vom Office of Technology Assessment in Washington erstellt wurde<sup>8</sup>.

Unsere Gesprächspartner bei verschiedenen Umweltgruppen, Forschungseinrichtungen, Stromversorgern, Aufsichtsbehörden und Ministerien der USA haben großes Interesse an einer englischen Version des GEMIS-Programms bekundet. Derzeit laufen Verhandlungen über die Erstellung einer solchen »US-Version« mit dem US-Energieministerium sowie mit Umweltverbänden.

Die im GEMIS-Projekt begonnene Kooperation mit der Energy Systems Research Group (ESRG), einem gemeinnützigen Forschungsinstitut in Boston, wird GEMIS-Daten in einer neuen Version des ESRG-Energiemodells einbeziehen. Im Gegenzug kann das Öko-Institut über das Computerinstrument der ESRG-KollegInnen verfügen. Damit lassen sich nationale und globale Energieszenarien erstellen, die auf der Endenergieebene ansetzen und daher auch Energieeinsparung in allen Verbrauchsbereichen als Energiequelle berücksichtigen können. Solche integrierten Energie- und Umweltmodelle sind für die internationale Diskussion über energiepolitische Handlungsspielräume zur Senkung der Klimagefahr sowie des Ausstiegs aus der Atomenergie von großer Bedeutung. Hier wird das Institut in der nächsten Zeit verstärkt aktiv werden müssen.

Neben diesen Aktivitäten planen wir, eine in mehrfacher Hinsicht ergänzte und erweiterte Version von GEMIS zu erstellen. Die hierzu erforderlichen umfangreichen Arbeiten formuliert ein Forschungsantrag, der unter dem Arbeitstitel »**Umwelt-Belastungs- und Analyse-Modell (UBA-MOD)**« beim Umweltbundesamt gestellt werden soll. Wird dieses Projekt genehmigt, könnte in zwei Jahren ein EDV-Instrument zur Umweltanalyse nicht nur für den Energiebereich, sondern für

alle Produktions- und Umwandlungssektoren industrieller Gesellschaften zur Verfügung stehen.

Mit Hilfe von UBA-MOD könnten Umweltverträglichkeitsprüfungen von Industrieanlagen und Produktlinienanalysen durchgeführt werden, wobei das Modell auch in europäischen Nachbarländern oder der Sowjetunion beim ökologischen Umbau Anwendung finden könnte. Noch ist das Zukunftsmusik — aber die 90er Jahre erfordern neues Denken.

### Autor

**Uwe Fritsche**, seit 1982 Mitarbeiter im Energiebereich (Büro Darmstadt), Projektleiter für GEMIS, Schwerpunkte: Umweltaspekte und (Energie) Modellfragen

### Anmerkungen

1. »Umweltanalyse von Energiesystemen: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS)«, U. Fritsche/L. Rausch/K.-H. Simon, Öko-Institut/GH Kassel, i.A. des Hessischen Ministers für Wirtschaft und Technik, Darmstadt/Kassel, August 1989. Bezug bei: Hessischer Minister für Wirtschaft und Technik (HMWT), G. Purper, Postfach, 6200 Wiesbaden
2. Informationen bei: G. Purper, HMWT, T: 06121—8172445
3. vgl. zur Einbeziehung externer Umwelteffekte im Energiebereich näher: Monetäre und nichtmonetäre Konzepte zur Internalisierung von Umweltaspekten im Energiebereich, Fritsche, U./Leprich, U., i.A. der Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«, Darmstadt/Freiburg, November 1989 (erscheint in der Werkstattreihe des Öko-Instituts im Frühjahr 1990)
4. vgl. Beitrag des EWK Rüsselsheim im EWEKO-Tagungsreader 1989 sowie den Artikel des EWK Freiburg im Energiewende-Info Nr. 10/1989 (Bezug: Öko-Institut)
5. vgl. Beitrag von U. Leprich zu Least-cost Planning in diesem Heft
6. »Emissionsmatrix für klimarelevante Schadstoffe in der BRD«, U. Fritsche, i.A. der Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«, Darmstadt, August 1989 (erscheint in der Werkstattreihe des Öko-Instituts im Frühjahr 1990)
7. Environmental Analysis of Energy Systems: The Total-Emission-Model for Integrated Systems, U. Fritsche/L. Rausch/K.-H. Simon, Öko-Institut, Darmstadt/Kassel, September 1989 (Bezug für 5 DM in Briefmarken, Öko-Institut, Büro Darmstadt)
8. »Emission Matrix for Climate-Relevant Pollutants in the FRG«, Übersetzung durch Congressional Research Service, Library of Congress, Washington D.C. (Bezug für 5 DM in Briefmarken, Öko-Institut, Büro Darmstadt)

## GEMIS: Atomkraft erzeugt CO<sub>2</sub>

Eine wichtige Fragestellung im GEMIS-Projekt war, wie Strombereitstellungssysteme unter Umweltsichtspunkten zu beurteilen sind. Hier wurden auch regenerative Energieträger und Heizkraftwerke (HKW) berücksichtigt. Die Einbeziehung der HKW ist deshalb bedeutsam, da die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme über ein Nah- oder Fernwärmenetz zur Beheizung genutzt wird. Bei den HKW interessiert also die stromseitige »Netto«-Bilanz und nicht die Emissionsbilanz der ausgekoppelten Wärme:

- GEMIS rechnet die gesamten Emissionen des KWK-Systems der Stromerzeugung zu
- für die parallel bereitgestellte Wärme werden die Emissionen einer Ölheizung gutgeschrieben, da dieses Heizsystem durch Nah-/Fernwärme ersetzt wird

Die Grafik zeigt die Ergebnisse des Vergleichs. Besonders interessant ist, daß Strom aus Gas-Blockheizkraftwerken netto geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweist als Atomstrom. BHKW sparen durch den Ersatz von Heizungen mehr CO<sub>2</sub> ein, als sie insgesamt emittieren! Bei AKW resultieren CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der vorgelegten Uran-Mine und der Anreicherung, deren Emissionen auf der Basis des deutschen Grundlast-Kraftwerksparks berechnet wurden. Beachtenswert sind auch die extrem niedrigen Emissionen der Stromsysteme mit regenerativen Energien, die um eine Größenordnung unter Atomstrom bzw. zwei Größenordnungen unter reinem Kohlestrom liegen. Es bleibt festzuhalten, daß die umweltfreundlichste Energieoption in der »Einspar-Energie« liegt: die mit der Herstellung von Spartechnik verbundenen Emissionen sind noch kleiner als die bei regenerativen Energien.

Fazit für die Klimagefahr und ihre häufig postulierten Lösung: Strom aus AKW ist mit größeren CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden als Strom aus Gas-BHKW oder aus regenerativen Energiequellen. Und: Kohle-Heizkraftwerke emittieren netto gegenüber reinen Kohle-Kraftwerken nur rund die Hälfte — CO<sub>2</sub>-Fernwärmenutzung ist daher klimafreundlicher als die Schließung einiger Kohlezechen!