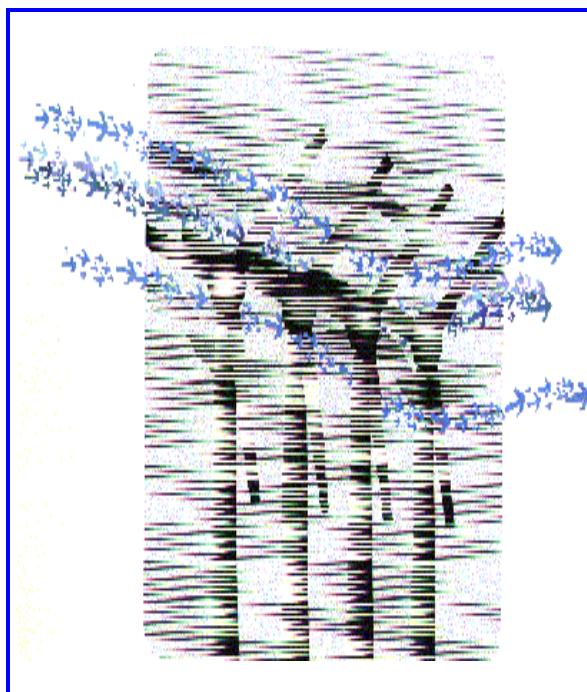


**Institut für
Energiewirtschaft
und Rationelle
Energieanwendung**



Tätigkeitsbericht

1998/99

**Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung (IER)
Universität Stuttgart**

Pfaffenwaldring 31, 70550 Stuttgart (Vaihingen)
Telefon 0711 / 685-7574, Fax 0711 / 685-7567

Außenstelle:
Heißbrühlstr. 49 und 49a, 70565 Stuttgart (Vaihingen)
Telefon 0711 / 78061-0, Fax 0711 / 780-3953

Homepage: <http://www.ier.uni-stuttgart.de>
E-Mail: ier@ier.uni-stuttgart.de

Entwurf:
Andrea Vögele

Redaktion:
Ulrich Seidel

**Institut für
Energiewirtschaft
und Rationelle
Energieanwendung**

Tätigkeitsbericht

1998/99

Inhalt

1. IER - Das Institut

Organigramm	2
Organisation und Mitarbeiter	3
Arbeitsschwerpunkte	3
Wissenschaftliche Arbeiten	4
Lehre	4
Personalentwicklung	4
Finanzielle Entwicklung	5
Ausstattung und Einrichtungen	7
Das Transfer- und Gründerzentrum "Energiesystem- und Umweltanalysen" - TG EUsys	8

2. Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen (ESA)

Forschungsinteresse, Forschungsgebiete	11
Abgeschlossene Projekte 1998/99	13
Ausgewählte Projekte	14

3. Technikfolgenabschätzung und Umwelt (TFU)

Forschungsinteresse, Forschungsgebiete	19
Abgeschlossene Projekte 1998/99	21
Ausgewählte Projekte	22

4. Neue Energietechnologien und Technikanalyse (NET)

Forschungsinteresse, Forschungsgebiete	27
Abgeschlossene Projekte 1998/99	29
Ausgewählte Projekte	30

5. Rationelle Energieanwendung (REA)

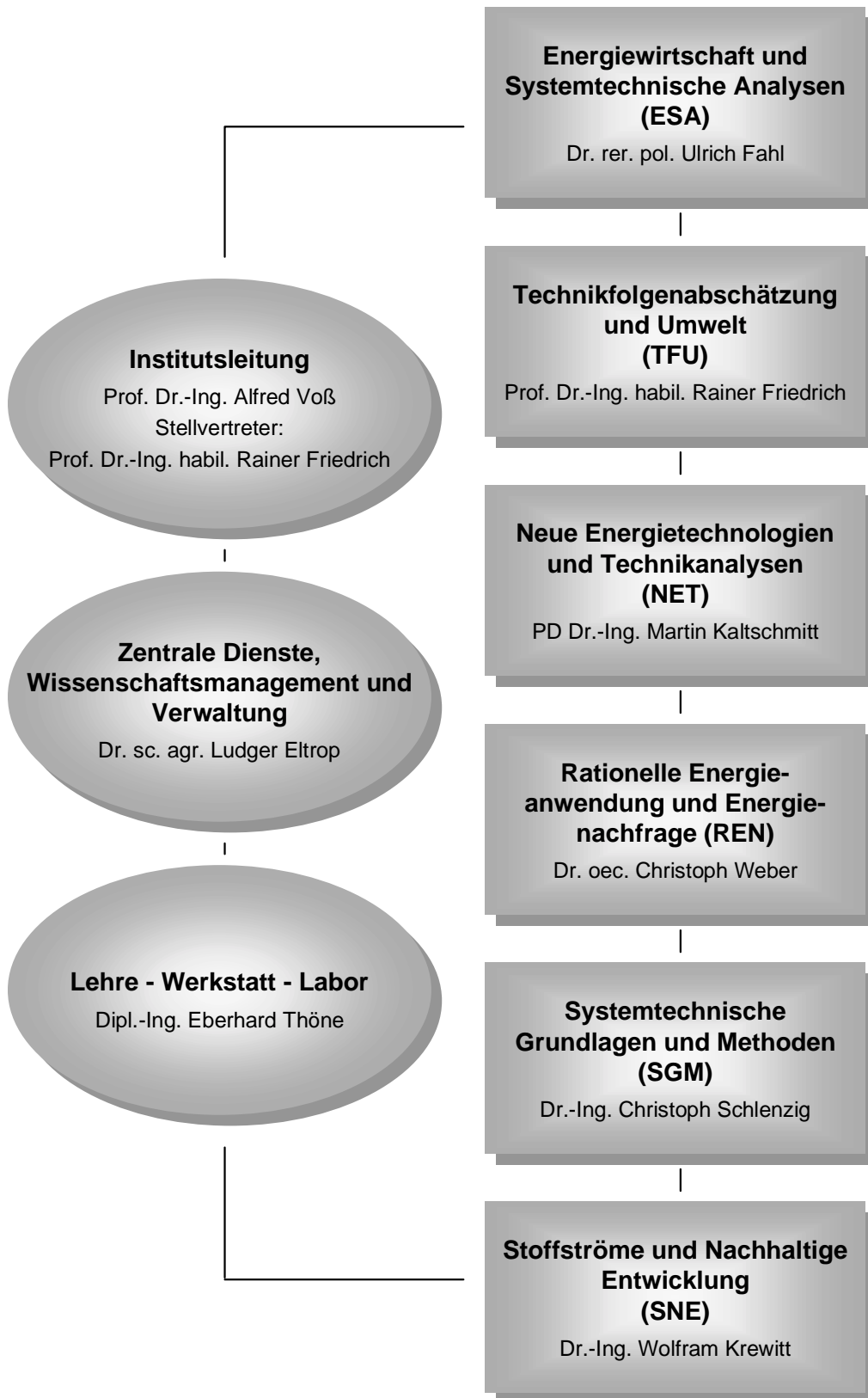
Forschungsinteresse, Forschungsgebiete	35
Abgeschlossene Projekte 1998/99	37
Ausgewählte Projekte	38

6. Systemtechnische Grundlagen und Methoden (SGM)

Forschungsinteresse, Forschungsgebiete	43
Abgeschlossene Projekte 1998/99	45
Ausgewählte Projekte	46

7. Lehre am IER	50
------------------------	----

8. Veröffentlichungen und Vorträge 1998/99	53
---	----



1. IER - Das Institut

Das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) wurde am 1. Januar 1990 gegründet. Das IER ist eine Lehr- und Forschungseinrichtung der Universität Stuttgart und ist in die Fakultät 5 - Energietechnik eingegliedert. Die Institutsgründung geht auf eine Initiative der Landesregierung von Baden-Württemberg zurück, die damit die interdisziplinäre Forschung und Lehre auf den Gebieten Energiewirtschaft, systemare Energie- und Umweltanalysen und rationelle Energieanwendung fördern wollte. Die Institutsleitung übernahm Prof. Dr.-Ing. Alfred Voß.

Organisation und Mitarbeiter

Am IER arbeiten annähernd 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, knapp 70 davon im wissenschaftlichen Dienst. Die interdisziplinäre Ausrichtung spiegelt sich in der Qualifikation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IER wider, die aus den Ingenieur-, Natur-, Wirtschafts- Agrar-, Geo- und Sozialwissenschaften kommen.

Das IER gliedert sich in sechs wissenschaftliche Abteilungen (vgl. nebenstehendes Organigramm):

- Systemtechnische Grundlagen und Methoden (SGM), Leitung: Dr.-Ing. Christoph Schlenzig
- Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen (ESA), Leitung: Dr. rer. pol. Ulrich Fahl
- Technikfolgenabschätzung und Umwelt (TFU), Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Friedrich
- Neue Energietechnologien und Technikanalyse (NET), Leitung: PD Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt
- Rationelle Energieanwendung und Energienachfrage (REN), Leitung: Dr. oec. Christoph Weber
- Stoffströme und Nachhaltige Entwicklung (SNE; seit 1. Juli 2000), Leitung Dr.-Ing. Wolfram Krewitt

Die sechs wissenschaftlichen Abteilungen werden ergänzt um die Querschnittsbereiche "Lehre - Werkstatt - Labor" (Leitung: Dipl.-Ing. Eberhard Thöne) und "Zentrale Dienste, Wissenschaftsmanagement und Verwaltung" (Leitung: Dr. sc. agr. Ludger Eltrop).

Arbeitsschwerpunkte

Die Arbeitsschwerpunkte des IER in Forschung und Lehre liegen in den Bereichen:

- **Analyse und Bewertung neuer Energietechniken und Energiesysteme**
 - Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen: Potentiale, Kosten, Umwelteffekte, Integration
 - Systemvergleiche: KWK, dezentrale Energietechniken, Wärmepumpe
 - alternative Kraftstoffe und Antriebe für den Verkehr
 - ganzheitliche Bilanzierung von Energietechniken bzw. Energiebereitstellungsketten
- **Technikfolgenabschätzung und Umweltanalysen**
 - Luftschadstoffemissionen / Emissionskataster
 - Emissions- und Immissionsminderungsstrategien
 - vergleichende Risikoanalyse
- **Entwicklung von Modellen und entscheidungsunterstützenden Instrumenten für die Energiewirtschaft und Energiepolitik**
 - Entwicklung von Planungssoftware (MESAP – **M**odulare **E**nergiesystem**a**nalyse und **P**lanung)
 - Energiesystem- und Energiewirtschaftsmodelle
 - Instrumente für das operative Management und die strategische Planung für EVU
 - Lastprognose und Strompreismodelle
 - Energie- und Umweltinformationssysteme
- **Energiewirtschaftliche Systemanalysen**
 - Bestimmungsfaktoren und Projektionen der Energienachfrage
 - Liberalisierung, Wettbewerb und Energieversorgungsstrukturen der Zukunft
 - Analyse energiewirtschaftlicher Entwicklungen und von Treibhausgasminderungsstrategien
 - Instrumente der Energie- und Umweltpolitik
 - Energieanalysen und –planung in Entwicklungsländern
 - Nachhaltige Energieversorgung und nachhaltiger Konsum

IER - Das Institut

Rationelle Energieanwendung

- Rationelle Energieanwendung in Industrie und Gewerbe
- Optimierung betrieblicher Energieversorgung
- Methoden und Tools für das betriebliche Energie- und Umweltmanagement
- Energie- und umweltrelevantes Konsumentenverhalten

Wissenschaftliche Arbeiten

Das IER betrachtet es als eine seiner wichtigsten Aufgaben, den wissenschaftlichen Nachwuchs heranzubilden. Dazu erhält eine beträchtliche Anzahl von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am Institut die Gelegenheit, die Promotion bzw. Habilitation vorzubereiten. Im Berichtszeitraum 1998/99 wurden am IER 14 Dissertationen erstellt, die überwiegend in der institutseigenen Forschungsberichtsreihe herausgegeben wurden. Darüber hinaus bereitet ein Mitarbeiter seine Habilitation vor.

Das IER ist in seinen Forschungsaktivitäten in vielfältige nationale und internationale Kooperationen, teils als Koordinator eingebunden. Hierin arbeitet es eng mit Energie- und Umweltforschungsinstitutionen und Wirtschaftsunternehmen in aller Welt zusammen. Zwischen dem IER und dem Korea Institute of Energy Research besteht ein Kooperationsabkommen zur technischen Zusammenarbeit. Ein weiteres Abkommen zur Zusammenarbeit in Forschung und Lehre mit der Universität von Kapstadt, Südafrika, wurde im Herbst 2000 abgeschlossen. Am IER arbeiten darüber hinaus ständig Gastwissenschaftler aus dem Ausland, die über die Forschungsarbeiten auf das IER aufmerksam geworden sind.

Ergebnisse aus den am IER durchgeführten Forschungsvorhaben wurden im Berichtszeitraum in 46 Forschungs- und Projektberichten veröffentlicht. In Fachzeitschriften und Zeitungen wurden 45 Artikel publiziert. Hinzu kommen rund 100 Vorträge, die vor interessiertem Publikum innerhalb und außerhalb der Fachwelt auf Tagungen, Konferenzen und Symposien national und international gehalten wurden (vgl. Abschnitt 8).

Die enge Verflechtung von Forschung und Lehre am IER manifestieren sich in der Zahl der am IER betreuten Studien- und Diplomarbeiten. In den Jahren 1998 und 1999 wurden 21 Studien- und 18 Diplomarbeiten angefertigt, die sich auf die Arbeitsschwerpunkte des Instituts konzentrierten.

Diese Zahlen belegen die Bedeutung des IER und das Vertrauen, das Wissenschaft und Öffentlichkeit in die Lösungskompetenz des IER für diese Fragen haben.

Lehre

Das IER ist in der Lehre in vielfältigen Veranstaltungen engagiert (vgl. Abschnitt 7). Es beteiligt sich mit Vorlesungen, Seminaren und Kolloquien in den Studiengängen Maschinenwesen, Umweltschutztechnik, Verfahrenstechnik, Energie- und Anlagentechnik, Betriebswirtschaft (technisch orientiert), Informatik und Technische Kybernetik.

Darüber hinaus ist das IER an verschiedenen Angeboten zum integrierten Auslandsstudium (u.a. Auckland - Neuseeland, Kapstadt - Südafrika) beteiligt.

In das Lehrangebot des IER sind externe Lehrbeauftragte aus Industrie und Wirtschaft eingebunden, um Impulse aus der Berufspraxis in das Lehrangebot des IER zu integrieren.

Personalentwicklung

Ausgehend von 21 Mitarbeitern bei der Gründung des IER hat sich die Mitarbeiteranzahl nach einem starken Wachstum in den letzten Jahren bei knapp unter 80 stabilisiert (vgl. Abbildung 1). In den Mitarbeiterstellen sind auch Teilzeitstellen enthalten. Umgerechnet auf ganze Stellen ergibt sich für 1999 eine Gesamtzahl von 51 Stellen. Darüber hinaus arbeiteten auch 9 Stipendiaten und eine Vielzahl von wiss. Hilfskräften am IER. 35 Doktoranden bereiteten 1999 ihre Promotion vor.

Nach wie vor arbeitet der Grossteil der Mitarbeiter auf befristeten Stellen. Dem IER stehen lediglich fünf Stellen im wissenschaftlichen und zwei Stellen im nichtwissenschaftlichen Bereich unbefristet zur Verfügung.

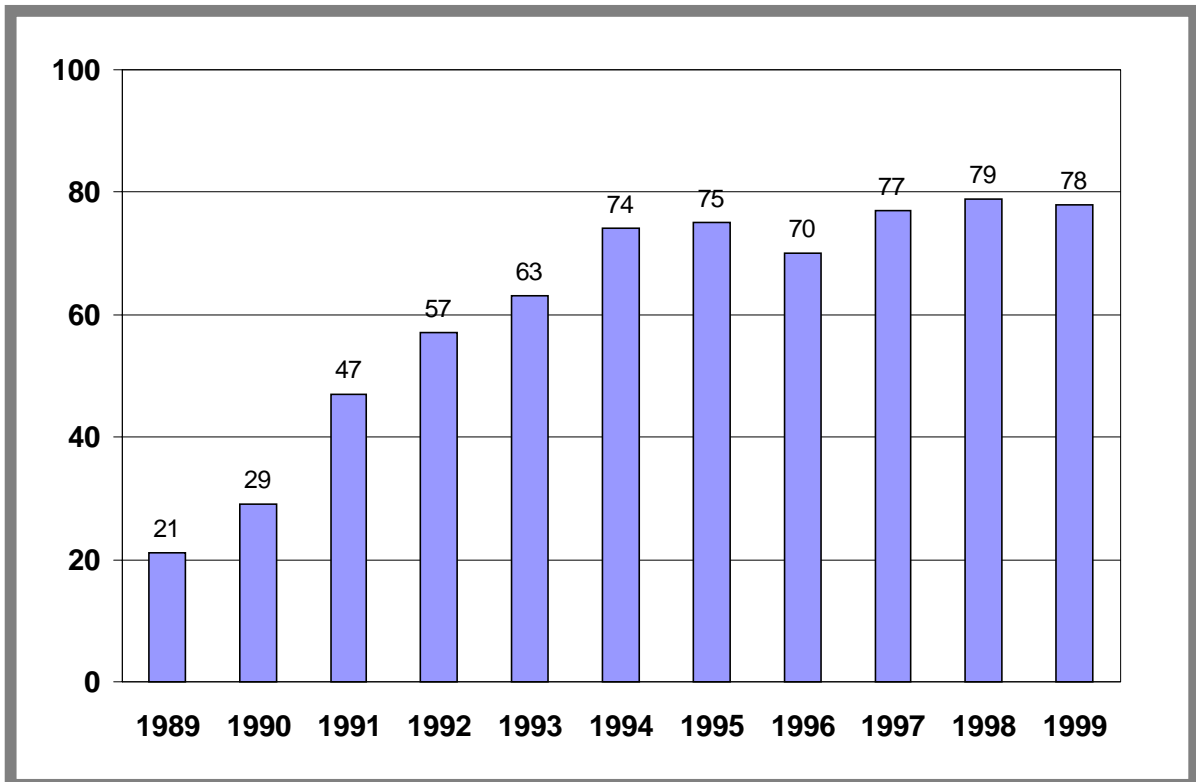


Abbildung 1: Personalentwicklung am IER seit Gründung

Finanzielle Entwicklung

Das IER wird als Einrichtung der Universität Stuttgart vom Land Baden-Württemberg durch eine Grundausrüstung an Personalstellen und Finanzmitteln in seiner Arbeit unterstützt. Die intensive Akquisitionsleistung und der überdurchschnittliche Erfolg des IER bei der Mitteleinwerbung haben dazu geführt, dass das Drittmittelaufkommen von überdurchschnittlicher Bedeutung ist. Die Finanzmittel aus Drittmittelvorhaben fließen dem Institut im wesentlichen nach dem Zusatzkostenprinzip zu, so dass eine Komplementärfinanzierung aus der Grundausrüstung erforderlich ist.

Der Mittelzufluss aus Drittmittelvorhaben hat sich seit 1997 auf einem Niveau deutlich über der Fünf-Millionengrenze stabilisiert und im Jahr 1999 fast 6 Millionen DM erreicht (vgl. Abbildung 2).

Als Koordinator von Forschungsprojekten hat das IER 1999 zudem über 2,5 Mio. DM für die Mitwirkung von Projektpartnern an andere Forschungseinrichtungen weitergeleitet.

Durch die Umstellung auf das 5. Rahmenprogramm hat sich die EU-Projektfinanzierung seit 1998 leicht erniedrigt. Diese Mindereinnahmen wurden durch einen erhöhten Mittelzufluss im Bereich der vom Bund finanzierten Projekte ausgeglichen.

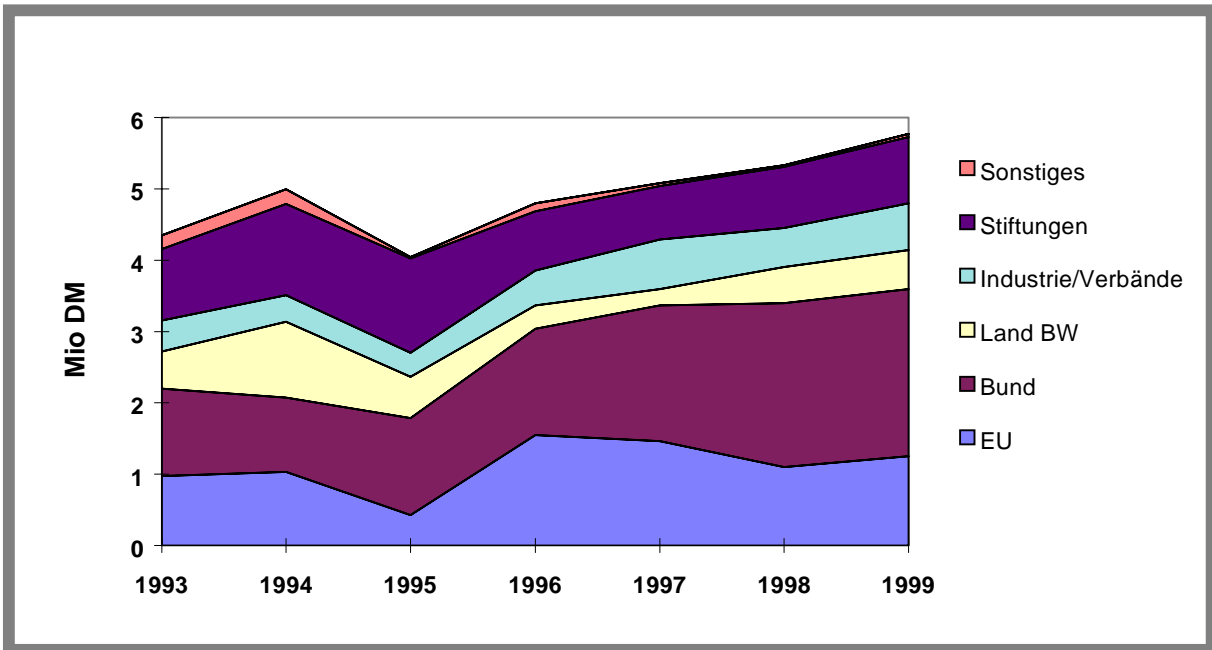


Abbildung 2: Haushalt des IER - Entwicklung der Drittmittel nach Geldgebern 1993 - 1999

Im Bereich der Drittmittel war 1999 der Bund mit ca. 38% der Mittel (1998: 45%) der wichtigste Mittelgeber (vgl. Abbildung 3). Gelder von Stiftungen, z.B. der Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg – SEF oder der Deutschen Bundesstiftung Umwelt – DBU folgen in der Bedeutung mit 22% (16%). 20% (18%) der gesamten Drittmittel

stammten aus Projekten, die durch die EU – im wesentlichen aus den Programmen THERMIE/JOULE und SAVE - gefördert wurden. Projektfinanzierungen aus Industrie und Verbänden trugen mit 11% und aus Landesmitteln (z.B. vom Projektträger BWPlus) zu 8% (9%) zum Drittmittel-aufkommen des IER bei.

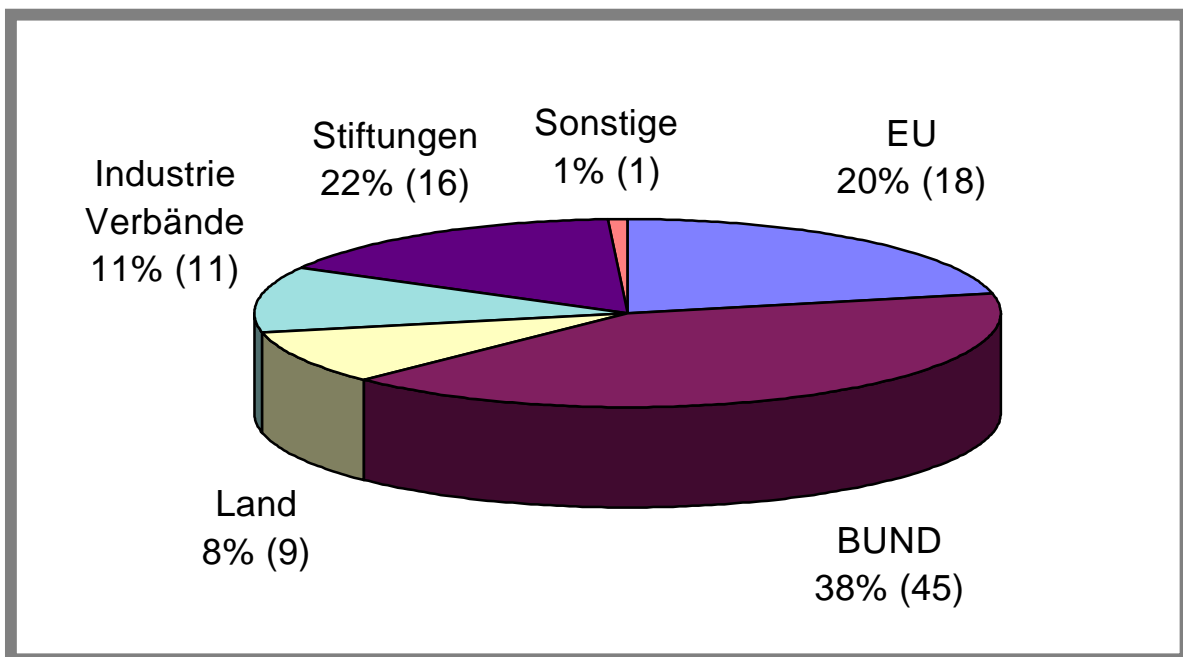


Abbildung 3: Herkunft der Drittmittel 1999 (1998) nach Drittmittelgebern

Ausstattung und Einrichtungen

Rechnernetz

Die EDV-Ausstattung des IER wird den wachsenden technischen Anforderungen und Projekterfordernissen ständig angepasst. Hard- und Software entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. So können auch anspruchsvolle Projektarbeiten auf hohem technischen Niveau problemlos durchgeführt werden.

Den Mitarbeitern stehen über 100 Pentium-PC, mit größtenteils hochwertiger Ausstattung an Speicher- und Rechenkapazität zur Verfügung. Für rechenintensive Anwendungen z.B. Simulations- und Modellrechnungen oder die Nutzung geographischer Informationssysteme – GIS (Arc-Info) stehen am IER fünf Workstations, ein Datenbankserver (Oracle) und Multi-Prozessor Systeme unter Linux zur Verfügung.

Sämtliche PC sind über ein Windows NT 4.0 - Netzwerk miteinander verbunden. Ein direkter Zugang zum Höchstleistungsrechenzentrum (RUS) der Universität ist von jedem Rechner aus möglich ebenso der Zugang zum Internet und zu E-Mail. Über ein Intranet wird die interne Kommunikation am IER abgewickelt und Informationen für alle Mitarbeiter zur Verfügung gestellt. Im externen Bereich präsentiert sich das IER im Internet dem interessierten Fachpublikum und der Öffentlichkeit (<http://www.ier.uni-stuttgart.de>). Die Zusammenarbeit mit Projektpartnern im In- und Ausland wird über spezielle Projektseiten sichergestellt, deren Zugang über Passwörter kontrolliert und gesichert werden kann.

Bibliothek

Die Bibliothek ist die zweitgrößte Institutsbibliothek an der Universität Stuttgart. Sie verfügt über einen Bestand von über 10.000 Medieneinheiten und über 80 Zeitschriftentiteln. Jährlich werden etwa 25.000 DM für Neubeschaffungen aufgewendet. Die Präsenzbibliothek steht insbesondere den Institutsmitarbeitern sowie Studierenden der Universität Stuttgart offen. Der Bestand ist aber auch komplett über die zentrale Universitätsbibliothek erfasst. Er kann so auch von externen Nutzern über Internet z.B. über den Online-Katalog der Universitätsbibliothek Stuttgart, den Stuttgarter Online-Katalog (StOPAC) oder die Verbunddatenbank des Südwestdeutschen Bibliotheksverbundes (SWB) eingesehen werden.

Zunehmend werden Veröffentlichungen des IER auch online abrufbar zur Verfügung gestellt. Diese Publikationen sind sowohl über die IER-eigene Homepage, als auch über den Online Publikationsverbund der Universität Stuttgart (OPUS) downloadbar (<http://elib.uni-stuttgart.de/opus/>). Sie finden so auch Eingang in übergeordnete Volltext-Recherchemöglichkeiten, wie beispielsweise des Karlsruher Virtuellen Volltextkatalogs (KVVK) - <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/kvkk.html>.

Werkstatt und Messlabor

Das IER verfügt für den Einsatz in Forschung und Lehre über eine gut ausgestattete Werkstatt und ein Messlabor. Hier können mit moderner Messtechnik energetisch relevante Parameter erfasst und ausgewertet, sowie Apparaturen für Messeinsätze erstellt werden. Mit dem Einsatz der Technik werden folgende Ziele verfolgt:

- Laborprüfung von Apparaten, Komponenten und Systemen
- Erhebung von Energiebedarfsdaten von Anlagen, Prozessen oder Versorgungseinheiten als Grundlage für Energieberatung und Gutachten
- Überprüfung von energietechnischen Anlagen im Feldversuch
- Ermittlung von Energieeinsparungspotentialen beispielsweise durch Änderung der Technik unter Beibehaltung der Produktionsparameter oder durch Vergleichsverfahren sowie
- Durchführung von Laborversuchen (Praktika) im Bereich der Lehre

Messungen des elektrischen und thermischen Energiebedarfs können sowohl im Labor als auch im Feld durchgeführt werden. Daneben können auch andere Größen wie beispielweise Druck, Volumenstrom, Schall, Licht, Windgeschwindigkeit oder Luftschadstoffkonzentrationen in Abgasen erfasst und gemessen werden, die bei energietechnischen Anlagen zu berücksichtigen sind. Im telematischen Einsatz können mit Hilfe von Datenloggern und PC-Messtechnik Kurz- und Langzeitmessungen in verschiedenen zeitlichen Auflösungen durchgeführt werden. Abhängig vom Einsatzgebiet und Genauigkeitsanspruch werden industrielle Messtechnik oder Präzisionsmesstechnik eingesetzt. Die Mehrzahl der eingesetzten Messtechnik wird am IER mittels eigener Präzisionsreferenzen selbst kalibriert und ständig auf volle Funk-

IER - Das Institut

tionsfähigkeit überprüft. In der Werkstatt können darüber hinaus eine Reihe von feinmechanischen und elektrischen Arbeiten durchgeführt werden.

Mit Unterstützung des Messlabors und der Werkstatt kann das IER auf eine inzwischen zehnjährige Erfahrung im Bereich der Energieberatung für große und mittelständische Betriebe zurückgreifen. Zu den Abnehmern dieser Leistungen gehören u.a. Daimler-Chrysler und SEL Alcatel.

Das Transfer- und Gründerzentrum "Energiesystem- und Umweltanalysen" - TGZ EUsys

Das Transfer- und Gründerzentrum "Energiesystem- und Umweltanalysen - TGZ EUsys" ist eine dem IER angeschlossene Einrichtung der Technologie-Transfer-Initiative - TTI GmbH der Universität Stuttgart. Das TGZ EUsys wurde im April 1999 mit dem Ziel gegründet, Forschungsergebnisse am IER im Sinne eines Technologietransfers besser zur Marktreife zu bringen und Existenzgründungen marktnah vorbereiten zu können. So werden hier Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Energie- und Umweltbereich bearbeitet, die einen hohen Praxisbezug aufweisen und aus denen marktfähige Produkte und Dienstleistungen hervorgehen sollen. Das TGZ EUsys ist über ein Kooperationsabkommen mit der Universität Stuttgart verbunden und arbeitet eng mit dem IER und mit nationalen und internationalen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen zusammen.

Das TGZ EUsys wird ebenfalls von Prof. Dr.-Ing. A. Voß geleitet.

Die Schwerpunkte der im TGZ EUsys bearbeiteten Aufträge liegen in den Bereichen:

- Planung und Engineering von Software-Instrumenten und Informationssystemen für die Energie- und Umweltplanung
- Analyse und Technikfolgenabschätzung von Entwicklungen in der Energiewirtschaft und im Verkehr
- Beratung und Informationsbereitstellung zu energie- und umweltpolitischen Instrumenten (Steuern, Zertifikate, Selbstverpflichtungen etc.) für Politik, Interessenverbände und Öffentlichkeit
- Energiebedarfsanalyse, strategische, kundenorientierte Analysen für Energieversorgungsunternehmen; Entwicklung von EDV-Tools zur Energieberatung und Energie- und Umweltmanagement

Das TGZ EUsys bietet bei der Auftragsabwicklung alle üblichen Dienstleistungen von der Planung und Entwicklung maßgeschneiderter Systemlösungen bis hin zur Durchführung Installation, Schulung und Moderation von Entscheidungsprozessen.

Leistungsübersicht TGZ EUsys

Das TGZ EUsys hat seit seiner Gründung durch die Durchführung mehrerer Vorhaben im Auftrag von Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen z.B. zur Nutzung von Brennstoffzellen im ÖPNV oder zur Analyse von Emissionsminderungsmaßnahmen seine Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt. Am TGZ EUsys wurden bisher folgende Projekte erfolgreich durchgeführt bzw. befinden sich in Bearbeitung:

Tabelle 1: Am TGZ EUsys durchgeführte oder derzeit in Bearbeitung befindliche Projekte

Vorhabensbeschreibung	Auftraggeber
Perspektiven von Wasserstoff als Kraftstoff im öffentlichen Personennahverkehr	Daimler/Chrysler AG Projekthaus Brennstoffzelle und EnBW Karlsruhe
Informationsnetzwerk "Sachdialog Energie, Umwelt und Gesellschaft"	div. Mittelgeber, u.a. IZE- Frankfurt, RWE Essen; u.a.
Errichtung einer ENIS (E nergie- I nformations S ystem) – Datenbank	Rheinbraun AG, Köln
UMPLIS-Vorhaben DECOR: Entwicklung der Module Point Source, Datenpool Verteilungsparameter, Gridding Tool	Umweltbundesamt – UBA Berlin
Development and support for the FORATOM extranet system.	FORATOM, Brüssel
Development of the "EcoSense"-software for emission modelling in Finland	EKONO Energy Ltd. Espoo, Finnland
Adaptation of the "EcoSense"-software to be used in Brazil	Int. Atomic Energy Agency IAEA, Wien, Österreich
Environmental impacts and external costs from energy supply options in China.	Paul Scherrer Institut, Villingen, Schweiz
Consultancy for services for the study on acid rain in Hong Kong	Applied Technology Center, Hong Kong University of Science and Technology
Aufbau einer Info-Datenbank mit der MESAP-Software; Kraftwerksdatenbank Deutschland / Europa	EnBW Service GmbH, Karlsruhe

Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen (ESA)

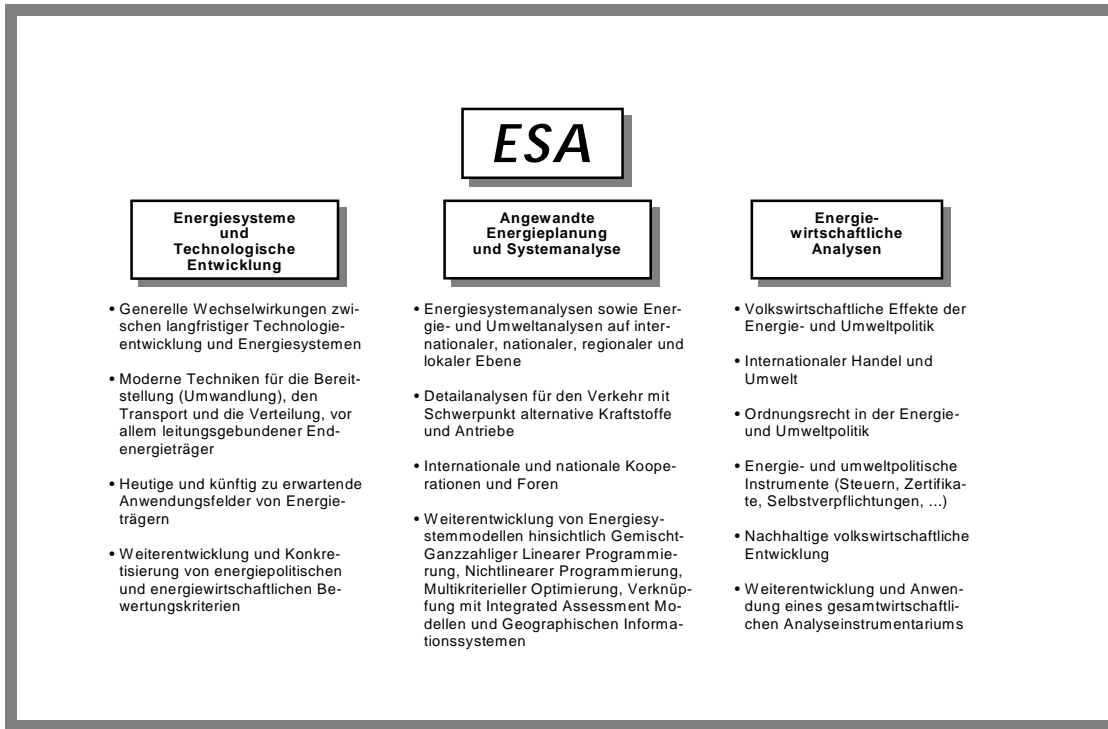


Abbildung 1: Arbeitsschwerpunkte der Abteilung Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen

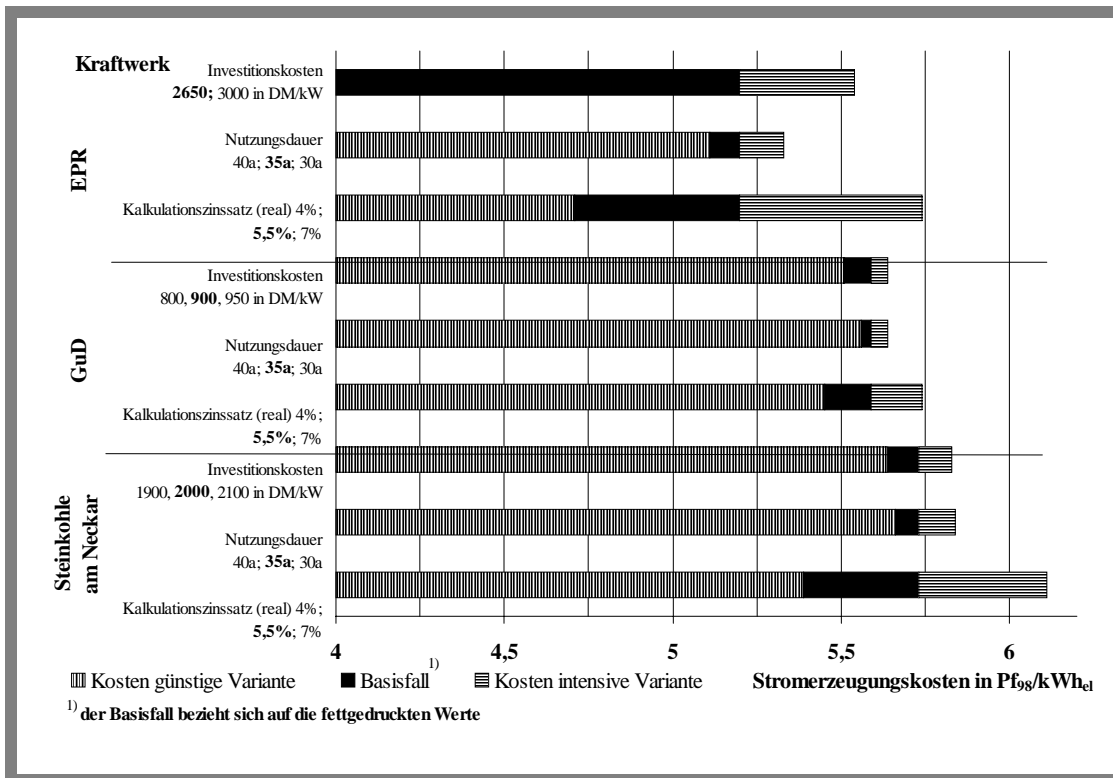


Abbildung 2: Stromerzeugungskosten bei Variation von realem Kalkulationszinssatz, Nutzungsdauer und Investitionen bei 7500 h/a und konstanten Brennstoffpreisen

2. Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen

Forschungsinteresse

Ziel der Forschungsaktivitäten der Abteilung ESA des IER ist die Entscheidungsunterstützung für die Energiewirtschaft und -politik. Zur Entscheidungsunterstützung dienen die Analyse und Bewertung von Energietechniken und Energiesystemen sowie der Entwurf von energiepolitischen Maßnahmen und Strategien für eine bedarfsgerechte, preisgünstige und umweltverträgliche Bereitstellung und Nutzung von Energie. Die Forschungsschwerpunkte umfassen im einzelnen:

- die Analyse und Bewertung von Energietechniken im Rahmen von Versorgungsaufgaben,
- die Integration von Techniken in Energiesysteme,
- die Bewertung der Energiewirtschaft aus gesamtwirtschaftlicher und partialanalytischer Sicht nach Kriterien der Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit.

Forschungsgebiete

Die thematischen Schwerpunkte der Abteilung sind die Forschungsgebiete (vgl. Abbildung 1) "Energiesysteme und Technologische Entwicklung", "Angewandte Energieplanung und Systemanalyse" sowie "Energiewirtschaftliche Analysen" bearbeitet.

Im Forschungsbereich "Energiesysteme und Technologische Entwicklung" wird untersucht, welchen Einfluß der technologische Fortschritt bei Energieversorgungstechniken auf die Struktur der Energieversorgung hat. Wichtige Arbeitsschwerpunkte umfassen die Analyse und Bewertung von modernen Techniken für die Bereitstellung (Umwandlung), den Transport und die Verteilung von leitungsgebundenen Energieträgern, der Wechselwirkungen zwischen langfristiger Technologieentwicklung und dem Energiesystem, der Anwendungsfeldern von Energieträgern sowie von energiepolitischen und -wirtschaftlichen Bewertungskriterien. Für systemanalytische Untersuchungen der Energieversorgungsstruktur (z. B. hinsichtlich der Zentralisierung der Energieversorgung) werden computergestützte Instrumente, wie die IKARUS-Technik-Datenbank, eingesetzt und aktualisiert.

Im Forschungsgebiet "Angewandte Energieplanung und Systemanalyse" werden die im Rahmen der Systemtechnik entwickelten Theorien der Analyse, Planung, Realisierung, Simulation und Optimierung komplexer Energiesysteme weiterentwickelt und in konkreten Fallstudien angewandt. Als Analyseinstrumente werden computergestützte Modelle der (nicht-)line-

aren Optimierung und Simulation eingesetzt. Die Mitwirkung in internationalen und nationalen Arbeitsgruppen der Energiesystemmodellierung gewährleistet eine Einbettung in überregionale Forschungsaktivitäten. Wichtige Arbeitsschwerpunkte umfassen die Weiterentwicklung von Verfahren und Modellen zur Energiesystemanalyse, wie z. B. Dekompositionsalgorithmen, die Gemischt-Ganzzahlige Lineare Programmierung, die Separable Optimierung, die Nichtlineare Programmierung und die Multikriterielle Optimierung, die Verknüpfung mit Impact Assessment Modellen und Geographischen Informationssystemen und die Simulation, insbesondere mit Schwerpunkt für den Verkehr, sowie die Anwendung der Planungsmethoden und -modelle. Dabei stehen die Auswirkungen von international gleichgerichtetem Handeln (Activities Implemented Jointly), die Veränderungen in Zentral- und Osteuropa und deren Konsequenzen auf die zukünftige Energie- und Umweltsituation in diesen Ländern, nationale Energie-, Klimaschutz- und Emissionsminderungsstrategien für Deutschland, regionale Systemanalysen bzw. Klimaschutzkonzepte (z. B. für Baden-Württemberg bzw. Bayern oder die Region Neckar-Alb) und lokale Systemanalysen bzw. Energie- und Umweltkonzepte (z. B. für Heilbronn, Rottweil, Endingen oder Deckenpfronn) im Mittelpunkt.

Im Forschungsbereich "Energiewirtschaftliche Analysen" werden die gesamtwirtschaftlichen und umweltseitigen Effekte von energie- und umweltpolitischen Maßnahmen untersucht. Thematische Schwerpunkte liegen zum einen bei den volkswirtschaftlichen Auswirkungen nationaler energie- sowie umweltpolitischer Instrumente, wie Umweltsteuern oder Zertifikate, und zum anderen bei den internationalen Implikationen von energie- und umweltpolitischen Strategien, wie z. B. die Umsetzung des Kyoto-Protokolls. EDV-gestützte Energiewirtschaftsmodelle mit hoher Flexibilität hinsichtlich der sektoralen, regionalen sowie zeitlichen Auflösung erlauben eine konsistente und wissenschaftlich fundierte Bearbeitung dieser Problemfelder. Damit wird auf der Grundlage der angewandten ökonomischen Analyse ein Beitrag zur wirtschaftspolitischen Entscheidungsfindung geleistet. Des Weiteren werden aus der Perspektive der Energieversorgungsunternehmen Investitions- und Kooperationsstrategien im liberalisierten Energiemarkt identifiziert, die eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit auf nationaler und internationaler Ebene unter Berücksichtigung der unterschiedlichen regionalen energie- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen sicherstellen.

Energiewirtschaft und Systemtechnische Analysen

Die Abteilungsarbeit 1998/99

Die Tätigkeit der Abteilung ESA des IER war in den Jahren 1998/99 durch die (Weiter-)Entwicklung und Anwendung von unterschiedlichen Modellen zur Entscheidungsunterstützung gekennzeichnet:

- *INCA* - Modell zur dynamischen Investitionsrechnung für einen ökonomischen Vergleich von technischen Systemen (vgl. Abbildung 2),
- *STREETS* - Energie- und Emissionsmodell für den Straßenverkehr einschließlich der Bilanzierung der Kraftstoffbereitstellung,
- E^3m^2 - Flächenmodell zur Bestimmung des kostenoptimalen Einsatzes und Ausbaus leitungsgebundener Energieträger,
- E^3Net und *TIMES* - Optimierende Energiesystemmodelle zur Analyse von lokalen, regionalen, nationalen und internationalen Energiesystemen und den Optionen der Gemischt-Ganzzahligen Linearen Programmierung und Nichtlinearen Programmierung,
- *NEWAGE* - Instrumentarium zur Analyse der gesamtwirtschaftlichen und umweltseitigen Effekte energie- und umweltpolitischer Maßnahmen in unterschiedlicher regionaler (Welt, Europa, Deutschland) und zeitlicher (statisch, dynamisch, intergenerational) Auflösung mit Darstellung der Produktionsmöglichkeiten auf sektoraler Ebene entweder durch aggregierte substitutionale Produktionsfunktionen oder durch konkrete Technologieoptionen im Rahmen einer linearen Aktivitätsanalyse,
- *LEMI* - Modellansatz zur Analyse des strategischen Verhaltens von Unternehmen in Wettbewerbsmärkten mit spieltheoretischer Komponente.

Methodisch sind dabei unter anderem Fragen der separablen Optimierung, der Dekomposition und verteilten Berechnung großer Optimierungsprobleme, der Berücksichtigung von Technological Learning und der Einbeziehung von vorgelagerten, indirekten Effekten bei der Technikbewertung behandelt worden.

Das Instrumentarium wurde im Berichtszeitraum für die wissenschaftliche Analyse zahlreicher energiewirtschaftlicher Fragestellungen eingesetzt, wie z.B.

- die Analyse der Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie (siehe Projektdatenblatt),
- die Untersuchung der Perspektiven von alternativen Kraftstoffen und Antrieben (siehe Projektdatenblatt),
- die Analyse der ökonomischen Folgen von Ozonminderungsstrategien für Europa,

- die Untersuchung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Kyoto-Protokolls für unterschiedliche Weltregionen,
- die Analyse der Auswirkungen von Umweltsteuern im internationalen Wettbewerb.

Auf internationaler Ebene arbeitet das IER seit 1996 als nationaler Vertreter Deutschlands im ENERGY TECHNOLOGY SYSTEMS ANALYSIS PROGRAMME (ETSAP) der Internationalen Energieagentur (IEA) mit. Ziel ist hier unter anderem die Entwicklung eines neuen Energiesystemmodells – *TIMES* –, das die Stärken bestehender Modelle vereinigen und die z. T. vorhandenen Beschränkungen in den existierenden Modellansätzen beseitigen soll. Ebenso ist am IER seit 1998 das Sekretariat des FORUM FÜR ENERGIEMODELLE UND ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE SYSTEMANALYSEN IN DEUTSCHLAND eingerichtet. Das FORUM hat sich im Rahmen seines ersten Modellexperimentes mit der Themenstellung "*Strukturelle und gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimaschutzes: Die nationale Perspektive*" befaßt. In dem gegenwärtig laufenden zweiten Modellexperiment werden Analysen zum Thema "*Kernenergieausstieg: Effekte und Wirkungen eines sofortigen oder schrittweisen Verzichts auf Strom aus Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland*" durchgeführt.

Forschungsschwerpunkte der Abteilung ESA des IER für die kommenden Jahre sind:

- die Analyse der Bedeutung der Fern- und Nahwärme und der Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung,
- Untersuchungen zur Konkurrenzfähigkeit unterschiedlicher Kraftwerke,
- die Einbeziehung von Technological Learning in Modelluntersuchungen,
- mögliche Politikmaßnahmen zum Klimaschutz,
- die Analyse der regionalen Verteilungswirkungen von globalen Emissionsminderungsstrategien (burden sharing, Kyoto-Mechanismen),
- Möglichkeiten zur Behandlung von Unsicherheiten in der Energiesystemanalyse,
- die Anwendung von Integrated Assessment Ansätzen für den Klimaschutz,
- Fragen der intergenerationalen Gerechtigkeit von energie- und umweltpolitischen Strategien (sustainable development),
- die Beurteilung von Förderinstrumenten für erneuerbare Energiequellen und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen im liberalisierten Markt,
- die Untersuchung der Auswirkungen wettbewerblicher Strommärkte auf die internationale und nationale Struktur der Elektrizitätsversorgung.

Abgeschlossene Projekte 1998/99

- | | |
|--|---|
| • Ökosteuerstudien – ein kritischer Vergleich
Projektleitung: C. Böhringer | Auftraggeber: Ruhrgas
abgeschlossen 3/1998 |
| • Contribution to the EU-Priority Study "Data Harmonization and Data Management Tools"
Projektleitung: C. Böhringer | Auftraggeber: RIVM
abgeschlossen 3/1998 |
| • Strategien zur Senkung der Feinstaub- und anderer Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg durch einen verstärkten Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen
Projektleitung: R. Krüger | Auftraggeber: AfTA
abgeschlossen 9/1998 |
| • Handlungsmöglichkeiten Baden-Württembergs im Bereich Klimaschutz
Projektleitung: U. Fahl | Auftraggeber: AfTA
abgeschlossen 11/1998 |
| • IKARUS-Anwendung, Teilvorhaben 4 "Umwandlung"
Projektleitung: D. Herrmann | Auftraggeber: BMBF
abgeschlossen 12/1998 |
| • Entwicklungen in der Energiewirtschaft in den neuen Bundesländern – Wechselwirkungen zwischen Markt und Technik
Projektleitung: P. Schaumann | Auftraggeber: VEAG
abgeschlossen 12/1998 |
| • Strukturelle und gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimaschutzes: Die nationale Perspektive – Modellexperiment I des FORUM FÜR ENERGIE-MODELLE UND ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE SYSTEMANALYSEN IN DEUTSCHLAND
Projektleitung: E. Läge | Auftraggeber: BMBF
abgeschlossen 6/1999 |
| • European emission mitigation policy and technological evolution: economic evaluation with the GEM-E3-EG model – GEM-E3-ELITE
Projektleitung: C. Kemfert | Auftraggeber: EU-DG XII
abgeschlossen 7/1999 |
| • Bedeutung der Kernenergie für die Energiewirtschaft in Baden-Württemberg – Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs
Projektleitung: U. Fahl | Auftraggeber: WM
abgeschlossen 9/1999 |
| • Strategy for GHG mitigation from electric power sector in Slovenia
Projektleitung: A. Zafiriou | Auftraggeber: IJS
abgeschlossen 9/1999 |
| • Dynamische Modellanalysen mit E ³ Net
Projektleitung: U. Remme | Auftraggeber: BMBF
abgeschlossen 11/1999 |
| • Perspektiven von Wasserstoff als Kraftstoff im öffentlichen Straßenpersonentransport von Ballungsgebieten und von Baden-Württemberg
Projektleitung: R. Krüger | Auftraggeber: TGZ/EnBW
abgeschlossen 11/1999 |
| • Aufarbeitung und vergleichende Analyse bereits vorliegender Studien zum Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie
Projektleitung: A. Zafiriou | Auftraggeber: TAB
abgeschlossen 12/1999 |
| • The Shared Analysis Project – Economic Foundations for Energy Policy
Projektleitung: C. Kemfert | Auftraggeber: EU-DG XVII
abgeschlossen 12/1999 |
| • Energieverbrauchsprognose für Bayern
Projektleitung: U. Fahl | Auftraggeber: StMWVT
abgeschlossen 12/1999 |

Strategien zur Senkung der Feinstaub- und anderer Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg durch einen verstärkten Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen (Teilprojekt des "Umweltplan Baden-Württemberg")

Auftraggeber: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg

Bearbeiter: R. Krüger (Leiter), U. Fahl, A. Obermeier, A. Voß

Laufzeit: 11.12.1997 - 30.09.1998

Aufgabenstellung

Seit einiger Zeit gelangen neben den CO₂-Emissionen und der damit verbundenen Klimaproblematik zunehmend auch die Feinstaub- bzw. Partikelemissionen in den Mittelpunkt des Interesses. Laut Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) trägt gerade der Straßenverkehr mit den kanzerogenen Stoffen Dieselruß, PAH und Benzol maßgeblich (zu mehr als 80 %) zum immissionsbedingten kanzerogenen Risiko bei. Dabei ist laut LAI das aus der Immissionsbelastung resultierende Krebsrisiko in Ballungsgebieten mehr als fünf mal größer als in ländlichen Gebieten.

Aufgrund erwarteter steigender Gesamtfahrleistungen des Straßenverkehrs, insbesondere des Nutzfahrzeugverkehrs, sowie der Tatsache, daß es nach

Einführung verschärfter Emissionsstandards einige Jahre dauert, bis deren Marktdurchdringung ein Niveau erreicht hat, welches signifikante Schadstoffminderungen bezogen auf die gesamte Fahrzeugflotte nach sich zieht (vgl. /Krüger u. a., 1997/), ist bzgl. der Partikelemissionen nicht damit zu rechnen, daß die vom LAI gesteckten Ziele (90 %-ige Minderung kurzfristig bzw. 99 %-ige Minderung langfristig) erreicht werden können.

Das Projekt

Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieser Untersuchung mittels der *Systematischen Zukunftsanalyse* (siehe /Krüger u. a., 1997/) über Szenariorechnungen Strategien zur Minderung der Feinstaub- und weiterer Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg durch den Einsatz von Erdgas- und von

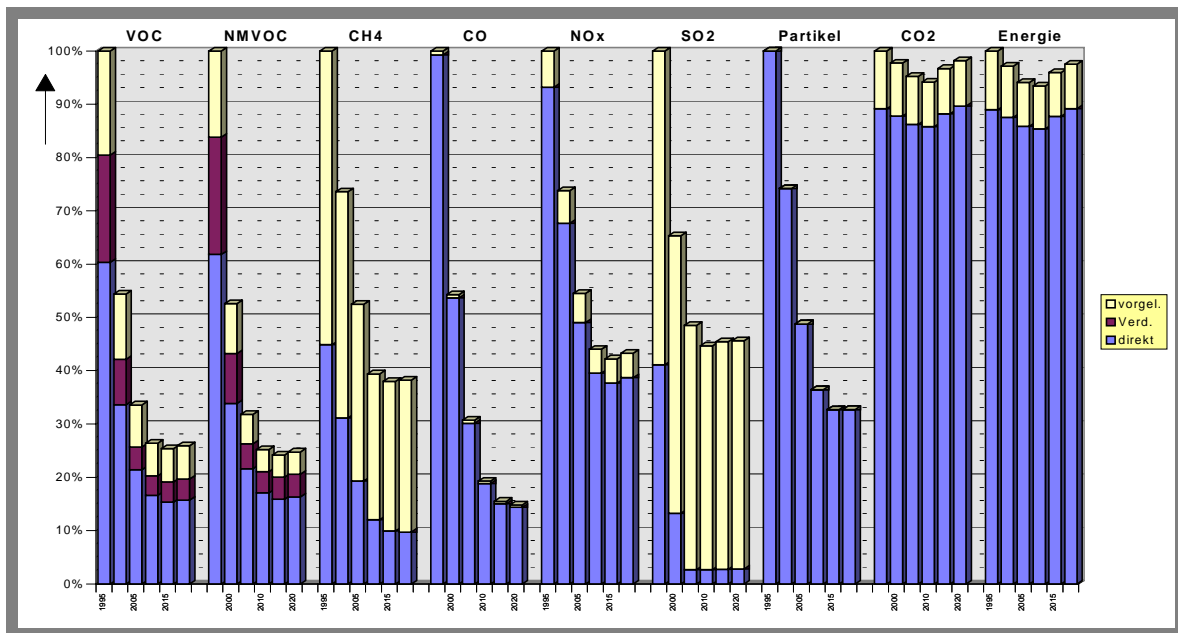


Abbildung 3: Referenzentwicklung der direkten und vorgelagerten Emissionen sowie Energieverbräuche des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg von 1995 bis 2020

Brennstoffzellenfahrzeugen bis in das Jahr 2020 abzuleiten. Die Abschätzung der Emissionsminderungspotentiale erfolgt sowohl unter Berücksichtigung der Minderungsmöglichkeiten durch eine Fortentwicklung konventioneller Fahrzeugkonzepte mit Benzin bzw. Dieselöl als Kraftstoff als auch unter Berücksichtigung verbesserter Kraftstoffqualitäten. Neben den direkt am Fahrzeug entstehenden Emissionen wird auch der indirekte, im Zusammenhang mit der Kraftstoffbereitstellung entstehende Schadstoffausstoß bestimmt.

Neben einer *Referenzentwicklung*, welche als Meßlatte für die *Alternativszenarien* dient (vgl. Abbildung 3), werden für drei Untersuchungsräume unterschiedlicher Dimension (*Baden-Württemberg, Stadt Stuttgart, Stuttgarter Landhausstraße*) jeweils unterschiedliche *Szenarien* eines verstärkten Einsatzes von Erdgas- und/oder Brennstoffzellenfahrzeugen im Straßenverkehr bis zum Jahr 2020 betrachtet. Die verkehrlichen Rahmendaten der Analyse basieren auf dem Generalverkehrsplan Baden-Württemberg sowie auf in dieser Untersuchung durchgeführten Potentialabschätzungen für Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeuge.

Für die Durchführung der Szenarienanalysen wird im Rahmen dieser Untersuchung ein Instrumentarium entwickelt, welches auf dem am IER bereits bestehenden Verkehrs-Emissionsmodell **STREET**S (**STR**ategic **E**nergy-**E**nvironment-**T**ransport **S**imulation Model; vgl. /Krüger u. a., 1997/) aufbaut, und dieses erweitert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der *Systematischen Zukunftsanalyse* zeigen, daß sich bis zum Jahr 2020 die straßenverkehrsbedingten Feinstaubemissionen unter den

angenommenen Substitutionspotentialen für Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeuge um 11 % bis 35 %, je nach Szenario und Untersuchungsraum, gegenüber der entsprechenden *Referenzentwicklung* reduzieren lassen. Bei Betrachtung des zeitlichen Verlaufes möglicher Feinstaub-Minderungspotentiale ist festzustellen, daß die kurzfristig (d. h. bis zum Jahr 2005) durch die Einführung von Erdgasfahrzeugen bzw. den kombinierten Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen erzielbare Minderung straßenverkehrsbedingter Feinstaubemissionen etwa um den Faktor 4 kleiner ist als die mittelfristig (d. h. bis zum Jahr 2020) erreichbare Reduzierung (vgl. Abbildung 4).

Hinsichtlich der direkten Effekte lassen sich durch einen Einsatz von Erdgas- und/oder Brennstoffzellenfahrzeugen hauptsächlich die straßenverkehrsbedingten NO_x- (bis zu 45 % Minderung) und SO₂-Emissionen (bis zu 36 % Minderung) reduzieren. Etwas geringere Minderungen, mit maximal 30 % bis 32 % aber noch immer signifikante Reduktionsraten, ergeben sich für die CO- und NMVOC-Emissionen.

Bezüglich der Schadstoffe VOC und CH₄, des Klimagases CO₂ sowie des Energieverbrauchs sind durch den Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen bei Berücksichtigung der Energiebereitstellungspfade kurz- bis mittelfristig keine sehr großen Minderungen zu erwarten.

Die eindeutig höchsten Minderungspotentiale treten - unabhängig vom Schadstoff - im Untersuchungsraum *Landhausstraße*, die geringsten im Untersuchungsraum *Baden-Württemberg* auf. Im Fall der hier durchgeführten Analysen ist dies insbesondere auf die in der *Stuttgarter Landhausstraße* hohen Substitutionsraten der Alternativkonzepte im Busverkehr zurückzuführen. Setzt man diese Aussagen ins Verhältnis zu den abgeleiteten Substitutionspotentialen, so ist abschließend festzuhalten, daß ein Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen insbesondere in Bereichen sinnvoll sein kann, in denen ein besonders hohes Substitutionspotential zu erwarten ist und auch realisiert werden kann.

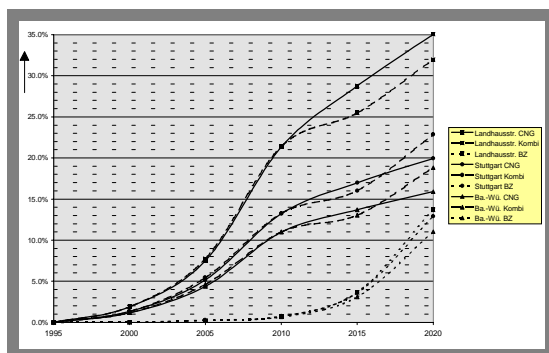


Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung der Feinstaub-Minderungspotentiale durch einen Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen

Veröffentlichungen (Auswahl)

Krüger, R.; Liebscher, P.; Fahl, U.: Alternative Kraftstoffe - Möglichkeiten zur Minderung der VOC-Emissionen im Straßenpersonenverkehr von Baden-Württemberg, ecomed, Reihe Umweltforschung in Baden-Württemberg, Landsberg/Lech, 1997

Bedeutung der Kernenergie für die Energiewirtschaft in Baden-Württemberg - Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs

Auftraggeber: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg

Bearbeiter: M. Blesl, U. Fahl (Leiter), D. Herrmann, C. Kemfert, U. Remme, H. Specht, A. Voß

Laufzeit: 01.02.1999 - 15.09.1999

Aufgabenstellung

In 1997 entfiel in Baden-Württemberg rd. 59 % der Bruttostromerzeugung auf die 5 betriebenen Kernkraftwerke. Die neue Bundesregierung will "alles unternehmen, die Nutzung der Atomkraft so schnell wie möglich zu beenden", gleichzeitig will sie die Anstrengungen zum Schutz des Klimas verstärken und "sie bekräftigt das Ziel, insbesondere die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005 gegenüber 1990 um 25 % zu reduzieren". Ziel der Untersuchung ist, die energie-, kosten- und umweltseitigen sowie wichtige gesamtwirtschaftliche Effekte eines Kernenergieausstiegs für Baden-Württemberg zu ermitteln.

Das Projekt

Die grundsätzliche Vorgehensweise besteht darin, die Folgewirkungen eines Kernenergieverzichts in Bezug auf eine Referenzentwicklung mit Einsatz der Kernenergie zu bestimmen. Mittels modellgestützter Szenarioanalysen lassen sich so die Ausstiegseffekte quantitativ ermitteln, aber auch die Zielkonflikte bei alternativen Ersatzstrategien verdeutlichen.

Als Ausstiegsvarianten werden eine Begrenzung der Betriebsdauer der Kernkraftwerke auf 35 und 25 Zeitjahre sowie ein Ausstieg bis zum Jahr 2005 betrachtet. Die Effekte der Ausstiegsvarianten werden gegenüber einer Referenzentwicklung abgeschätzt, in der die Betriebsdauer der Kernkraftwerke auf 40 Zeitjahre begrenzt ist und keine neuen Kernkraftwerke errichtet werden. Die Folgen einer Ausdehnung der Betriebsdauer der Kernkraftwerke auf 40 Vollastjahre werden auch betrachtet. Um den Unsicherheiten der Energiepreisentwicklung Rechnung zu tragen, werden 2 Preisvarianten analysiert. Die erste geht von langfristig um etwa 1 %/a steigenden Erdgaspreisen aus. Für die Steinkohle liegen aufgrund der Reservensituation die Preissteigerungen mit 0,4 %/a deutlich niedriger. Die zweite Variante unterstellt ab dem Jahr 2000 real konstante Preise für die fossilen Energieträger. Ein Verzicht auf die Kernenergie bedeutet einen Verzicht auf eine im Prinzip

CO₂-freie Energiequelle. Der sich daraus ergebende Konflikt mit den Klimaschutzziele wird in weiteren Szenariovarianten thematisiert.

Ein vermehrter Stromimport wird in den Ausstiegsanalysen nicht unterstellt. Dies liegt darin begründet, daß zum einen Importmöglichkeiten, die mit der Stromerzeugung aus neuen fossilen Kraftwerken in Baden-Württemberg wirtschaftlich konkurrieren können, wohl nur aus Frankreich möglich sind (Kernenergiestromimport). Zum anderen ist es Ziel der Landesregierung, eine leistungsfähige Elektrizitätserzeugung und damit verbundene Wertschöpfung und Beschäftigung im Lande zu erhalten.

Ergebnisse

Die Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs hängen neben den Ausstiegsfristen auch von der Ersatzstrategie ab. Sollen die Kosten einer vorzeitigen Stilllegung der Kernkraftwerke, und damit die energiewirtschaftlichen Effekte minimiert werden, und bleiben die Umweltwirkungen zunächst außen vor, so wäre die Leistung und die Erzeugung der Kernkraftwerke nahezu vollständig durch Steinkohlekraftwerke zu ersetzen, wenn davon auszugehen ist, daß die Erdgas- und Erdölpreise stärker zunehmen als die Kohlepreise. Für den Fall konstanter Energieträgerpreise wäre die Stromerzeugung in Erdgas-GuD-Kraftwerken der wirtschaftlichste Ersatz. Strom aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung kann im Rahmen einer Minimierung der Ausstiegskosten nur geringe zusätzliche Beiträge leisten.

Proportional zur Ausstiegsgeschwindigkeit steigt in den Ausstiegsvarianten der Verbrauch an Steinkohle bzw. Erdgas. Im Szenario Ausstieg 2005 würden in 2005 Steinkohle und Erdgas mit mehr als 50 % zum Primärenergieverbrauch beitragen. Zum Ende des Betrachtungszeitraums gleichen sich die Verbrauchsstrukturen unter vergleichbaren Bedingungen an.

Die kostenseitigen Konsequenzen eines Kernenergieverzichts lassen sich aus einem Vergleich der Gesamtkosten unterschiedlicher Ausstiegsszenarien mit der Referenzentwicklung ermitteln. Diese über den

Zeitraum bis 2030 kumulierten Mehrkosten sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Ein Kernenergieausstieg ohne zusätzliche Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen führt zu erhöhten Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen in den verschiedenen Szenarien. Je früher die Kernkraftwerke außer Betrieb genommen werden, um so eher beginnt der Anstieg der Emissionen. Am Ende des Betrachtungszeitraumes gleichen sich die Emissionsniveaus der Ausstiegsfälle der Referenzentwicklung an, weil auch dort definitionsgemäß die Nutzung der Kernkraftwerke nach 40 Zeitjahren ausläuft und Kernkraftwerke nicht zugebaut werden.

Sollen die Treibhausgasemissionen im Falle eines Kernenergieausstiegs gegenüber der Referenzentwicklung nicht steigen, so sind in den Ausstiegsfällen Minderungsmaßnahmen erforderlich, die sinnvollerweise nicht nur die Stromerzeugung sondern alle Energiesektoren betreffen, um die Minderungskosten möglichst gering zu halten. Die kumulierten Mehrkosten gegenüber der Referenzentwicklung mit Kernenergieersatz durch Steinkohle- und Erdgaskraftwerke und steigenden Energiepreisen steigen im Szenario Ausstieg 2005 auf 52,4, im Szenario Ausstieg nach 25 Zeitjahren auf 43,7 und im Szenario Ausstieg mit 35 Zeitjahren auf 24,7 Mrd. DM₉₈.

Der Zielkonflikt zwischen Kernenergieausstieg und Klimaschutz wird noch deutlicher, wenn die energiebedingten CO₂-Emissionen in Zukunft reduziert werden sollen. Unterstellt man, daß in 2005 in Baden-Württemberg wieder das Emissionsniveau von 1990 (ca. 75 Mio. t CO₂) erreicht und danach die CO₂-Emissionen bis 2030 auf 50 Mio. t zurückgeführt werden sollen, dann lassen sich diese Ziele zwar im Fall eines Kernenergieausstiegs erreichen, aber mit noch einmal zunehmenden Kosten. Die kumulierten Mehrkosten der Ausstiegsfälle steigen auf ca. 84 (Ausstieg 2005), rund 77 (Ausstieg 25 Zeitjahre) bzw. ca. 61 Mrd. DM₉₈ (Ausstieg 35 Zeitjahre). In einer Strategie, die eine weitere Nutzung bzw. auch einen Zubau neuer Kernkraftwerke zuläßt, würde sich die CO₂-Reduktion bei Kosten erreichen lassen, die für den Zeitraum bis 2030 mit ca. 20 Mrd. DM₉₈ unter der Referenzentwicklung liegen.

Die mit einer vorzeitigen Stilllegung der Kernkraftwerke verbundene Umstrukturierung des Kraftwerksparks und die daraus resultierenden Kosteneffekte führen aufgrund der engen Verflechtung der Elektrizitätswirtschaft mit den anderen Bereichen der Volkswirtschaft zu Belastungen, die von allen Wirtschaftssubjekten zu tragen sind. Die für die einzelnen Bereiche und Sektoren der Volkswirtschaft durchaus unterschiedlichen Effekte lassen sich zusammenfassend als Auswirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt und die Beschäftigung darstellen. Sie werden im Rahmen der Untersuchung für Gesamtdeutschland abgeschätzt und über entsprechende Schlüssel auf Baden-Württemberg übertragen.

Die sich in den Ausstiegsszenarien ergebenden Verluste beim Bruttoinlandsprodukt (BIP) sind dabei um rund den Faktor zwei höher, als die jeweiligen Mehrkosten, die sich für den Bereich der Energieversorgung ergeben. Im Fall eines Kernenergieausstiegs bis zum Jahr 2005 ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen liegen sie für Baden-Württemberg in der Größenordnung von rund 1,5 Mrd. DM₉₈/a, kumuliert bis zum Jahr 2030 bei gut 45 Mrd. DM₉₈. Mit Zunahme der Ausstiegsfrist reduzieren sich die gesamtwirtschaftlichen Verluste. Sollen in den Ausstiegsfällen die Treibhausgasemissionen nicht über die des Referenzfalles steigen, so führt dies wieder zu erhöhten BIP-Verlusten. Die sich im Rückgang des BIP widerspiegelnden sektoralen Produktionsrückgänge in Folge eines Kernenergieausstiegs bleiben nicht ohne Auswirkungen auf die Beschäftigungssituation. Die Folgen liegen für Baden-Württemberg beim Ausstieg 2005 in der Größenordnung von 10000 Arbeitsplätzen. Sie sind geringer bei einer längeren Ausstiegsfrist und würden mit der Realisierung von Treibhausgasminderungen im nationalen Alleingang deutlich steigen.

Veröffentlichung

Fahl, U., Blesl, M., Herrmann, D., Kemfert, C., Remme, U., Specht, H., Voß, A.: Bedeutung der Kernenergie für die Energiewirtschaft in Baden-Württemberg – Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs, IER-Forschungsbericht Band 62, Stuttgart 1999

Tabelle 1: Kostenkonsequenzen eines Kernenergieausstiegs in Baden-Württemberg

Ausstiegspfad	Kumulierte Mehrkosten in [Mrd. DM ₉₈]	Durchschnittliche jährliche Mehrkosten in [Mrd. DM ₉₈ /a]
Ausstieg 2005	19,5 bis 23,5	0,63 bis 0,76
25 Zeitjahre	14,9 bis 19,7	0,48 bis 0,63
35 Zeitjahre	2,8 bis 6,4	0,09 bis 0,21
40 Vollastjahre	-4,9 bis -7,8	-0,16 bis -0,25

Technikfolgenabschätzung und Umwelt (TFU)

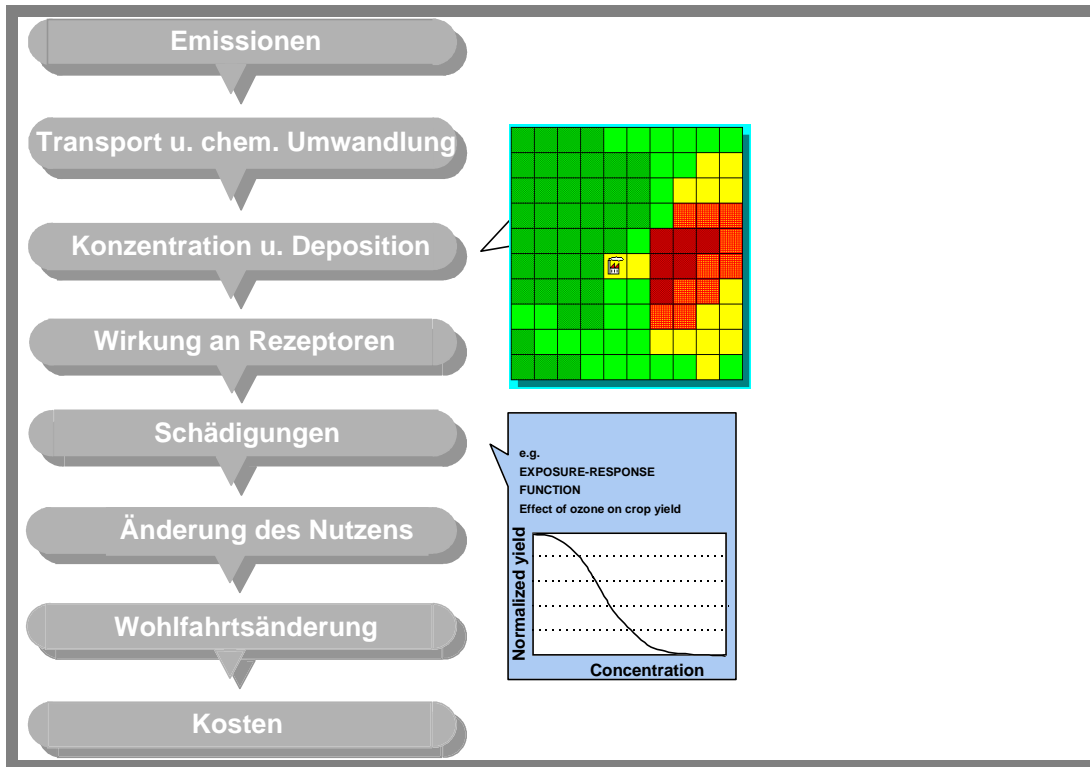


Abbildung 1: Abschätzung von Umweltschäden mit Hilfe der Wirkungspfadanalyse

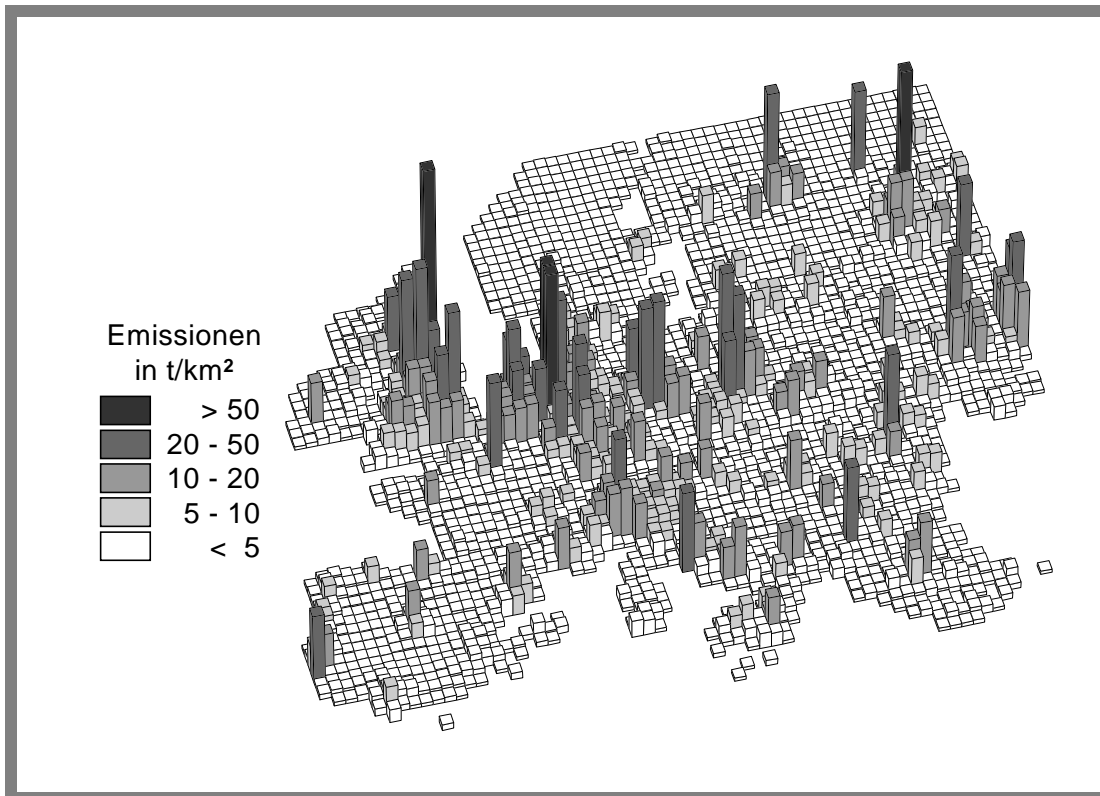


Abbildung 2: Jährliche NOx-Emissionen in Europa 1994, angegeben in t NOx/km² für quadratische Rasterelemente mit 54 km Kantenlänge (Daten: CORINAIR, LOTOS, IER-Berechnungen)

3. Technikfolgenabschätzung und Umwelt

Forschungsinteresse

Die Umweltbelastung durch anthropogene Aktivitäten ist eines der großen Probleme unserer Zeit. Die Erkenntnis wächst, daß steigende Umweltbeeinträchtigungen, verursacht durch immer intensiveres menschliches Wirtschaften, die natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen gefährden. Erkenntnisse über Umweltprobleme wie neuartige Waldschäden, hohe Ozonbelastungen, saurer Regen, Ozonloch und Treibhauseffekte wachsen. Forschung und Entwicklung sind daher in der heutigen Zeit verstärkt gefordert, ihren Beitrag zur Lösung der erkannten Umweltprobleme zu leisten.

Die Abteilung TFU des IER will dazu vor allem durch die *Untersuchung und Quantifizierung der Einwirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt* und die *Bewertung von Möglichkeiten zur Verringerung von Umweltbeeinträchtigungen* beitragen. Ziel der Abteilung TFU ist die Entwicklung und Anwendung systemanalytischer Methoden zur Abschätzung und Bewertung der Auswirkungen anthropogener Aktivitäten auf Mensch und Umwelt und die Ableitung von Empfehlungen zur Gestaltung eines rationalen und effizienten Umwelt- und Gesundheitsschutzes.

Forschungsgebiete

Die Abteilung ist in die beiden Fachgruppen Luftreinhaltung und Technikbewertung gegliedert.

Fachgruppe Luftreinhaltung

Den Schwerpunkt der Arbeiten der Fachgruppe Luftreinhaltung bildet die *Entscheidungsunterstützung bei Fragen der Luftreinhaltung*.

Eine Voraussetzung für die Identifizierung von *Luftreinhaltestrategien* ist die genaue Kenntnis der Luftschadstoffemissionen. Es werden daher Methoden und Modelle entwickelt, mit denen die Qualität, Vollständigkeit und Genauigkeit von berechneten Emissionsdaten (Emissionskatastern) verbessert werden kann. Dabei werden unter anderem die Schadstoffe SO₂, NO_x, CO, NH₃ und Feinstaub betrachtet. Besonderes Augenmerk wird auch auf die Erfassung der *Emissionen der flüchtigen organischen Stoffe (VOC)* gelegt. Dies umfaßt eine Vielzahl von unterschiedlichen Emissionsquellen wie Oberflächenbeschichtung, Metallentfettung, Druck, Klebstoffanwendung, Mineralölumschlag usw. Wegen der heterogenen Eigenschaften der verschiedenen organischen Stoffe müssen VOC-Emissionen zudem getrennt nach Einzelstoffen und Stoffgruppen erfaßt werden.

Die Frage, wie sich die Luftverschmutzung in Zukunft entwickeln wird, erfordert die Erstellung von *Szenarien zukünftiger Emissionen*. Diese werden ausgehend von Annahmen über die zukünftige Entwicklung der emissionsbestimmenden Parameter erarbeitet. Die beschriebenen Emissionsberechnungen werden mit dem Softwareinstrumentarium CAREAIR durchgeführt. Die Zusammenhänge zwischen Emission, Konzentration (Immission) und Deposition von Schadstoffen werden mit verschiedenen atmosphärischen Modellen untersucht, die den Transport und die chemische Umwandlung der Schadstoffe in der Atmosphäre abbilden. Die Frage, wo, wann und wieviel Emissionen gemindert werden müssen, um Überschreitungen von Konzentrations- und Depositionsgrenzwerten zu vermeiden, ist wegen der meist nicht linearen Beziehung zwischen Emission, Konzentration und Deposition nur durch den Einsatz komplexer Chemie/Transportmodelle zu beantworten. Diese müssen mit hoher Orts- und Zeitauflösung arbeiten, benötigen daher als Eingabe *Emissionsdaten in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung*. Um diese Daten zu erstellen, werden in der Fachgruppe aus Indikatoren für die zeitliche und räumliche Entwicklung (z. B. Temperatur, Arbeitszeiten, Landnutzungsdaten) entsprechende Emissionsdaten ermittelt.

Die Analyse der Schadstoffkonzentrationen und -depositionen weist aus, daß ein erheblicher Bedarf an zusätzlicher Emissionsminderung besteht. Hohe Konzentrationen von troposphärischem Ozon, von Benzol und anderen kanzerogenen Stoffen, die Überschreitung von Belastungsgrenzwerten (critical levels) durch Versauerung von und Stickstoffeintrag in Böden und Gewässern und hohe Feinstaubkonzentrationen sind nur einige der noch zu lösenden Probleme. Je höher allerdings die Luftreinhalteziele gesteckt werden, um so mehr Aufwand bzw. Kosten entstehen auch. Es kommt also darauf an, die erforderliche Emissionsminderung möglichst effizient durchzuführen, d.h. das Luftreinhalteziel mit möglichst geringem Aufwand zu erreichen. Dazu werden zunächst die Möglichkeiten zur Minderung von Emissionen detailliert untersucht. Potentiale, Kosten und sonstige Vor- und Nachteile von *Emissionsminderungsmaßnahmen* werden ermittelt. Daraus werden *Kostenkurven der Emissionsminderung* erstellt, die die minimalen Kosten zur Erreichung verschiedener Minderungsziele angeben; dadurch lassen sich effiziente Maßnahmenbündel zur Erreichung beliebiger Emissionsreduktionsziele ermitteln. Diese

Technikfolgenabschätzung und Umwelt

Kostenkurven können - in Verbindung mit atmosphärischen Modellen - dazu verwendet werden, um *effiziente Immissionsminderungsstrategien* zu erarbeiten. Derzeit werden insbesondere Ozonminderungsstrategien untersucht. Zur Umsetzung effizienter Luftreinhaltestrategien stehen verschiedene *umweltpolitische Instrumente* zur Verfügung, z. B. Steuern, Abgaben, Auflagen oder Zertifikate. Die Eignung dieser Instrumente zur Luftreinhaltung wird geprüft und bewertet. Die beschriebenen Forschungsarbeiten werden für verschiedene räumliche Skalen, von Städten über Regionen und Bundesländer bis hin zu ganz Europa, durchgeführt.

Fachgruppe Technikbewertung

In der Fachgruppe Technikbewertung werden u.a. *Technikfolgenabschätzungen für die Bereiche Energieversorgung und Verkehr* durchgeführt. Dabei wird insbesondere die *Wirkungspfadanalyse* eingesetzt. Ausgehend von den Emissionen der betrachteten Systeme wird die Ausbreitung und chemische Umwandlung der Schadstoffe in der Luft modelliert. Anschließend werden mit Hilfe von Expositions-Wirkungs-Beziehungen die Auswirkungen bzw. Schäden, die durch die Einwirkung der resultierenden Schadstoffkonzentrationen und -depositionen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Materialien entstehen, abgeschätzt.

In einem weiteren Schritt erfolgt eine Bewertung der entstehenden Schäden und Risiken. Dazu werden verschiedene Methoden eingesetzt. Eine Methode ist die Monetarisierung der Schäden. Als Maßstab dient dabei die Zahlungsbereitschaft der Betroffenen. Die sich ergebenden monetären Werte werden als *externe Kosten* bezeichnet. Die externen Kosten werden insbesondere für Techniken der Energieversorgung und des Verkehrs ermittelt. Die Ergebnisse liefern Hinweise auf die Berücksichtigung von Umweltschäden und Gesundheitsrisiken und für die Ausgestaltung von *Ökosteuern*, die an den verursachten Schäden orientiert sind. Wesentlich ist, daß externe Kosten nicht nur von der Technik, sondern auch vom Standort eines Techniksystems abhängen.

Bei einer weiteren Bewertungsmethode werden die entstehenden Auswirkungen mit kritischen Belastungswerten (*critical levels/loads*), die aus der Forderung nach *nachhaltiger Entwicklung* abgeleitet sind, verglichen. Dies erfordert die Ableitung von operationalen Kriterien zur Überprüfung der nachhaltigen Entwicklung und die Ermittlung von Nachhaltigkeitsindikatoren.

Da die Naturräume unterschiedlich empfindlich gegenüber Belastungen sind, ist auch hier eine räumlich differenzierte Analyse erforderlich. Bei der Bewertung sind nicht nur die Auswirkungen der zu bewertenden Technik selbst, sondern auch die der vor- und nachgelagerten Prozesse (z. B. Rohstoffgewinnung, Energieträgerumwandlung und -transport, Bau und Abriß von Anlagen, Deponierung bzw. Nutzung der Abfallstoffe usw.) zu betrachten. Dies führt zur *ganzheitlichen Bilanzierung* bzw. *Ökobilanz* von Techniken oder Produkten.

Umweltschutz kostet Geld. Mit Hilfe von *Kosten-Nutzen-Analysen* kann gezeigt werden, ob der Nutzen von Umweltschutzmaßnahmen die Kosten rechtfertigt. Der Nutzen einer Umweltschutzmaßnahme oder -strategie kann dabei durch Monetarisierung der vermiedenen Umweltschäden direkt den Kosten gegenübergestellt werden. Neben den Schäden und Risiken ist auch der Verzehr erschöpfbarer Ressourcen in Entscheidungen einzubeziehen. Eine Bewertung erfordert Kenntnisse über die Ressourcenmenge und die Extraktionskosten und erfolgt mit Hilfe von Methoden der *Ressourcenökonomie*.

Die Änderung des Bruttoinlandsprodukts als Maß für Wirtschaftswachstum ist als Meßgröße für Wohlfahrtsgewinne nur schlecht geeignet, weil es wichtige Parameter für die Wohlfahrt wie etwa die Umweltqualität nicht enthält. Daher wird untersucht, inwieweit im Rahmen der Erstellung eines *Ökoinlandprodukts* Umweltqualität und Gesundheitsrisiken quantitativ mit berücksichtigt werden können.

Insgesamt sollen die Arbeiten im Fachgebiet Technikbewertung dazu dienen, Entscheidungen über Technikalternativen unter Einbeziehung von Umweltbelastungen und Gesundheitsrisiken transparent, nachvollziehbar und konsistent zu gestalten.

Abgeschlossene Projekte 1998/99

- Strategien zur Minderung von VOC-Emissionen ausgewählter Emittentengruppen in Baden-Württemberg
Auftraggeber: PEF
abgeschlossen 4/1996
- Simulation und Bewertung von Emissionsminderungsmaßnahmen für Ozonvorläufersubstanzen im südlichen Oberrheingraben
Auftraggeber: PEF
abgeschlossen 11/1996
- Economic Evaluation of the Draft Incineration Directive
Auftraggeber: EU-DG XI
abgeschlossen 12/1996
- Coordinated Research Programme on Health and Environmental Risks of Nuclear and other Energy Systems
Auftraggeber: IAEA
abgeschlossen 3/1997
- ExternE - External Costs of Energy
Maintenance, Improvement, Extension and Application of the ExternE Accounting Framework
Auftraggeber: EU-DG XII
abgeschlossen 10/1997
- ExternE - External Costs of Energy
The National Implementation in the EU of the ExternE Accounting Framework
Auftraggeber: EU-DG XII
abgeschlossen 10/1997
- ExternE - External Costs of Energy
External Costs of Transport
Auftraggeber: EU-DG XII
abgeschlossen 10/1997
- Entwicklung und vergleichende Bewertung eines rechnergestützten Instrumentariums zur Ermittlung und vergleichenden Bewertung der Gesundheits- und Umweltauswirkungen und der daraus resultierenden externen Kosten der Stromerzeugung
Auftraggeber: VDEW
abgeschlossen 12/1997
- Vergleich der externen Effekte einer gekoppelten und getrennten Erzeugung von Strom und Wasser
Auftraggeber: VDEW
abgeschlossen 12/1997
- Economic Evaluation of Air Quality Targets for CO and Benzene
Auftraggeber: EU-DG XI
abgeschlossen 12/1997
- Erstellung eines Emissionskatasters für Feuerungsanlagen in Haushalt und Kleinverbrauch
Auftraggeber: UBA
abgeschlossen 12/1997
- Experimentelle Überprüfung der Genauigkeit von Emissionsdaten für den Kraftfahrzeugverkehr auf Autobahnen
Teilvorhaben: Verkehrserfassung und Emissionsberechnung
Auftraggeber: IMK
abgeschlossen 12/1997

Effiziente Ozonminderungsstrategien in Europa

Auftraggeber: Europäische Kommission, DG XII

Bearbeiter: R. Friedrich, S. Reis, C. Kemfert in Zusammenarbeit mit: CSERGE, University College London; DNMI, Oslo; LHTT, Universität Thessaloniki; JRC, Sevilla

Laufzeit: 01.05.1996 - 30.04.1999

Aufgabenstellung

Hohe Konzentrationen von Ozon in der Troposphäre während sonniger Sommerepisoden sind eines der noch ungelösten Probleme in Europa. Um eine Überschreitung der etwa von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen Grenzwerte zukünftig vermeiden zu können, müssen die Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen, insbesondere der Stickstoffoxide (NO_x) und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), in Europa weiter reduziert werden. Um die ökonomischen Auswirkungen dieser Minderung möglichst gering zu halten, kommt es dabei darauf an, dasjenige Maßnahmenbündel zur Emissionsreduzierung zu identifizieren, das die Erfüllung der Luftreinhalteziele mit möglichst geringen Kosten ermöglicht. Im Rahmen des Vorhabens wurden daher Instru-

mente zur Identifizierung effizienter Luftreinhaltestrategien entwickelt und zur Untersuchung der Ozonminderung in Europa angewandt.

Da Kosten (*direkte und indirekte Kosten der Emissionsminderung*) und Nutzen (*verminderte Schadenskosten aufgrund niedrigerer Ozonkonzentrationen*) einer im Hinblick auf die Ozonminderung wirkungsvollen Strategie nicht gleich zwischen einzelnen EU Ländern verteilt sind, wurden überdies Möglichkeiten zur fairen Verteilung der Lasten einer umfassenden europäischen Strategie zur Reduzierung troposphärischer Ozonkonzentrationen untersucht.

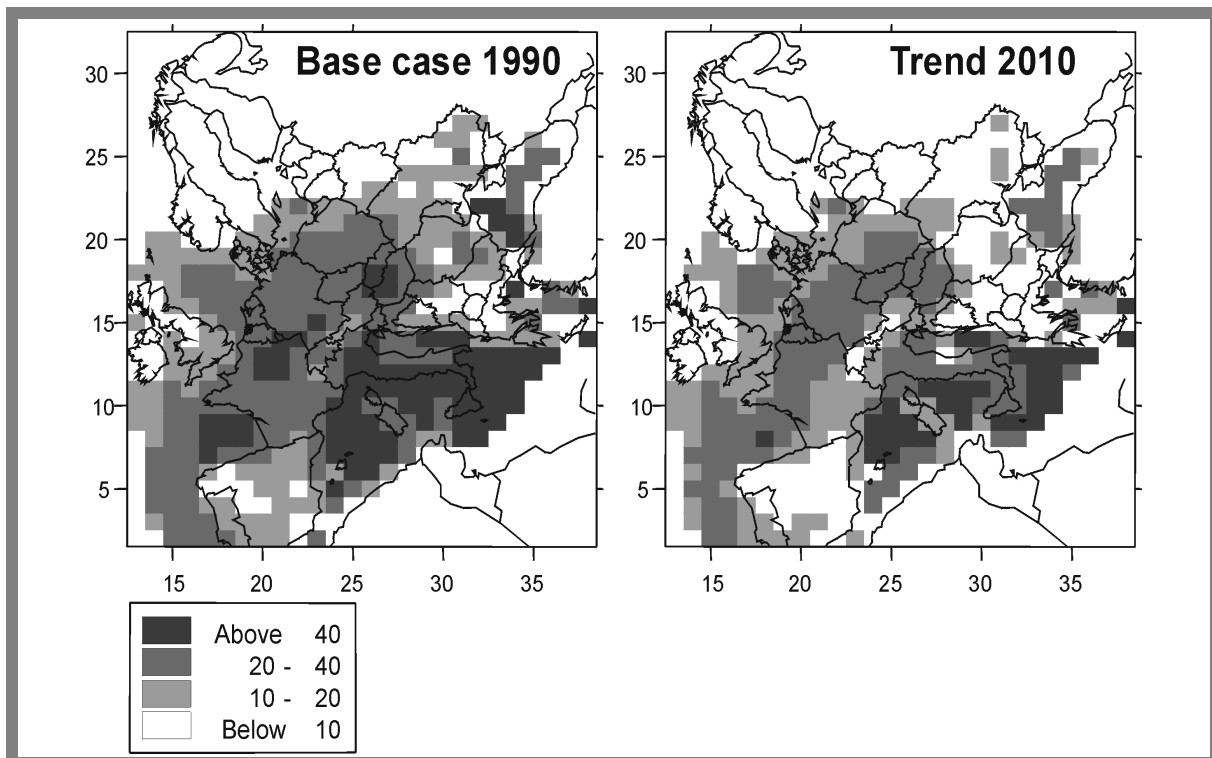


Abbildung 3: Anzahl der Tage, an denen der Grenzwert der Ozon-Tochterrichtlinie der Europäischen Kommission von 60 ppb ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Modellrechnungen für das Basisjahr 1990 und ein Trend-Szenario für 2010 überschritten wird

Das Projekt

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

Simulation realistischer Szenarien zur Reduzierung von Ozonvorläufer-substanzen in europäischen Ländern und Regionen: Neben einem Referenzfall für das Jahr 1990 wurden ein Trend-Szenario (business-as-usual) und verschiedene Minderungsszenarien für das Jahr 2010 entwickelt.

Entwicklung eines Modells (OMEGA) zur Identifizierung optimaler Ozonminderungsstrategien: Ausgehend von Beziehungen zwischen Änderungen der Emissionen und Änderungen der Ozonkonzentrationen, die mit Hilfe des EMEP-Modells errechnet wurden, wird der komplexe Zusammenhang zwischen Emissionen und Ozonkonzentrationen in OMEGA in parametrisierter Form abgebildet.

Identifizierung von Maßnahmen zur Emissionsminderung, die zur Reduktion troposphärischer Ozonkonzentrationen beitragen und so Schadenskosten durch Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit und der Vegetation reduzieren: Auf der Basis einer Maßnahmen-Datenbank wurden Minderungskostenkurven für jedes EU-Mitgliedsland berechnet; mit Hilfe dieser Kostenkurven werden kostenoptimale europäische Minderungsstrategien identifiziert. Anschließend wurden die makroökonomischen Auswirkungen dieser Strategien abgeschätzt.

Ableitung von "Burden-sharing-rules": Verschiedene Möglichkeiten zur Verteilung der Minderungskosten werden untersucht.

Ergebnisse

Durch die geplanten und verabschiedeten Maßnahmen zur Minderung von Ozonvorläufer-substanzen werden in den EU-Staaten die NO_x-Emissionen von 1990 bis 2000 um ca. 30%, die anthropogenen NMVOC-Emissionen um ca. 36 % gemindert. Dennoch wird es auch dann noch zu erheblichen Überschreitungen der Grenzwerte der geplanten Ozon-Tochterrichtlinie der Europäischen Kommission kommen. Die betrachteten optimierten Minderungsszenarien für verschiedene Ziele bringen eine weitere Verbesserung. Eine vollständige Erfüllung der festgesetzten Grenzwerte (z. B. 60 ppb als 8-Stunden-

Mittelwert) erscheint jedoch auch bei vollständiger Vermeidung aller anthropogener Emissionen kaum möglich; auch wenn ca. 20 Überschreitungstage erlaubt werden, so sind dennoch erheblich weitergehende Minderungen von NMVOC und NO_x über die bereits beschlossenen Minderungen hinaus erforderlich.

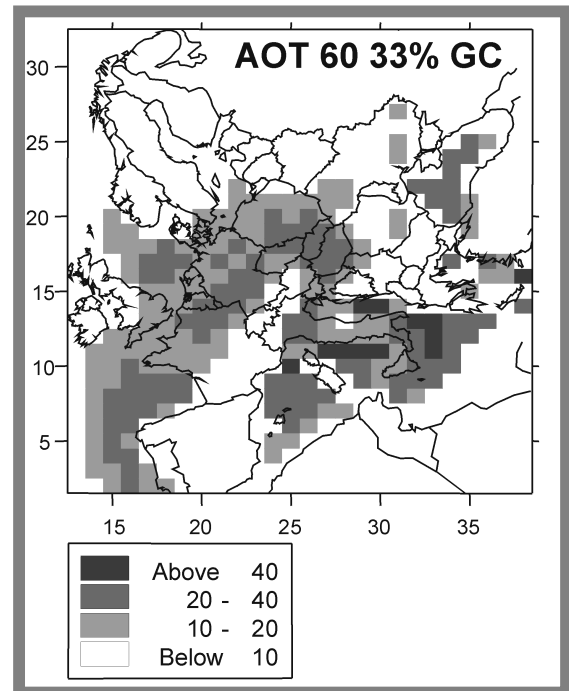


Abbildung 4: Anzahl der Tage, an denen der Grenzwert der Ozon-Tochterrichtlinie in einem optimierten Minderungsszenario für AOT60 (33% Gap Closure) überschritten wird

Veröffentlichung

Friedrich R, Reis S (eds.): Tropospheric Ozone Abatement – Developing Efficient Strategies for the Reduction of Ozone Precursor Emissions in Europe. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2000.

Friedrich R, Reis S, Simpson D: Minderungsstrategien für Troposphärisches Ozon in Europa, Tagungsband zur VDI/KRdL Konferenz "Troposphärisches Ozon", Braunschweig 2000, *in Vorbereitung*

Ganzheitliche Bilanzierung der Energie- und Stoffströme von Energieversorgungstechniken

Auftraggeber: Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg (SEF)

Bearbeiter: T. Marheineke, R. Friedrich, D. Hartmann, W. Krewitt

Laufzeit: 01.01.1995 - 31.12.1999

Aufgabenstellung

Bei der Beurteilung von Techniken zur Nutzenergiebereitstellung sollten neben konventionellen Kriterien wie betriebswirtschaftlichen Kosten und Versorgungssicherheit auch Aspekte der Gesundheitsgefährdung und Umweltbelastung einbezogen werden. Eine wesentliche Quelle der vielfältigen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sind Energie- und Stoffströme, die nicht durch den Betrieb von Energiewandlungsanlagen selbst, sondern durch vor- und nachgelagerte Prozesse wie den Bau der Anlage, Brennstoffförderung und Brennstofftransport usw. verursacht werden. Eine Bewertung von Energiesystemen muss daher eine ganzheitliche Bilanzierung, die vor- und nachgelagerte Pro-

zesse umfasst, beinhalten. Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung und Anwendung eines Instrumentariums der ganzheitlichen Bilanzierung, mit dem sich die direkten und indirekten Energie- und Stoffströme über den ganzen Lebensweg eines Energiesystems ermitteln und die von ihnen verursachten Wirkungen auf Mensch und Umwelt beurteilen lassen.

Das Projekt

Zunächst wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, die Stoff- und Energieströme eines kompletten Lebensweges ohne die Definition von Systemgrenzen zu ermitteln. Dazu wurde das im allgemeinen verwendete Verfahren der Prozess

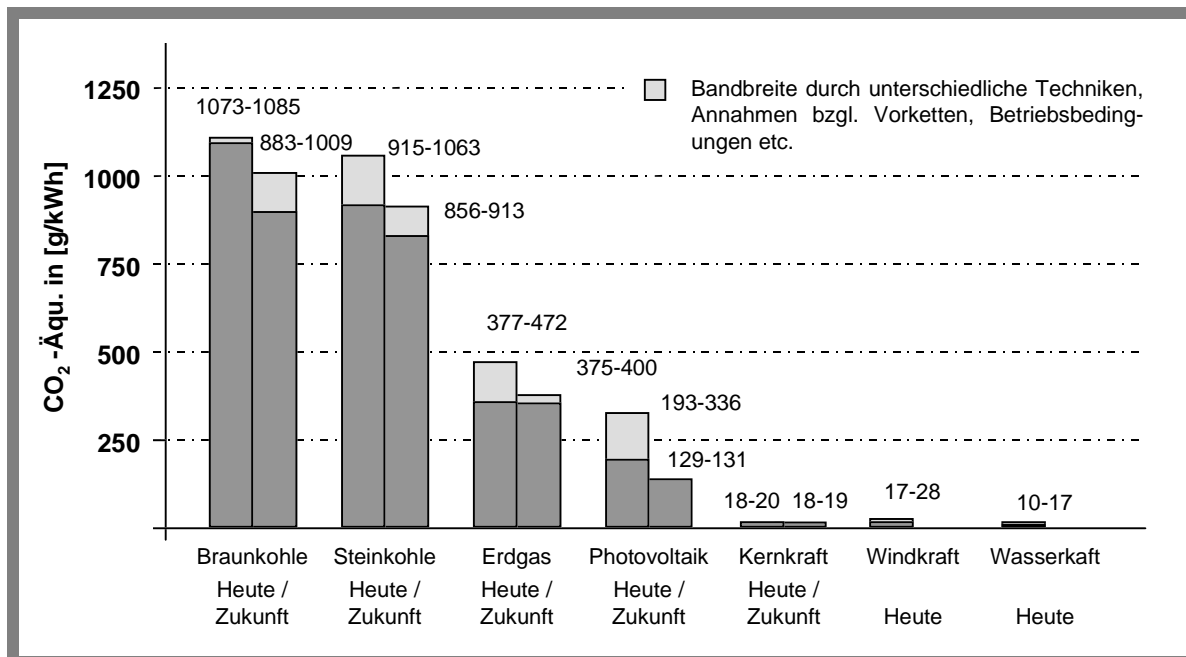


Abbildung 5: Treibhausgasemissionen verschiedener Stromerzeugungssysteme

kettenanalyse um eine sektorale Analyse (Input-Output-Analyse) ergänzt, mit der die Umwelteinwirkungen der nicht in der Prozesskette erfassten Aktivitäten abgeschätzt werden können.

Dieser Ansatz wurde in dem eigens entwickelten EDV-Programm *BALANCE* umgesetzt, das auch eine Datenbank mit relevanten Prozesskettendaten sowie volkswirtschaftlichen Daten für die Input-Output-Analyse bereitstellt und so eine effektive Durchführung von Lebensweganalysen einschließlich der Schritte Wirkungsabschätzung und Auswertung ermöglicht.

Im Rahmen des Projektes wurden für verschiedene Techniken zur Stromerzeugung und Nutzwärmebereitstellung ganzheitliche Bilanzen erstellt und Sensitivitätsanalysen für ergebnisrelevante Parameter wie beispielsweise die Brennstoffbereitstellung durchgeführt. Zur Abschätzung der von den Stoffströmen ausgehenden Wirkungen auf Mensch und Umwelt wurden Emissionen mit ähnlicher Wirkung zu Wirkungspotentialen zusammengefasst sowie zusätzlich, soweit möglich, die Berechnung von Schäden mit dem Wirkungspfadansatz durchgeführt.

Ergebnisse

Abbildung 5 zeigt beispielhaft die kumulierten Treibhausgasemissionen für verschiedene Techniken der Stromerzeugung. Sowohl bei den heute als auch bei den zukünftig um das Jahr 2010 verfügbaren Techniken weist eine Stromerzeugung auf Basis von Braunkohle die höchsten Treibhausgasemissionen auf, gefolgt von der Stromerzeugung aus Steinkohle und Erdgas. Bei den Techniken zur Nutzung fossiler Energieträger werden die kumulierten Treibhausgasemissionen weitgehend durch die direkten Emissionen des Kraftwerksbetriebes bestimmt. Aber auch vorgelagerte Emissionen wie beispielsweise die Methanemissionen aus der Kohleförderung können einen nicht unerheblichen Anteil ausmachen. Die kumulierten Treibhausgasemissionen der solaren Stromerzeugung liegen aufgrund der hohen energetischen Aufwendungen bei der Herstellung von Photovoltaikanlagen deutlich über denen der Stromerzeugung aus Kernkraft sowie der anderen regenerativen Energieträger Wind- und Wasserkraft.

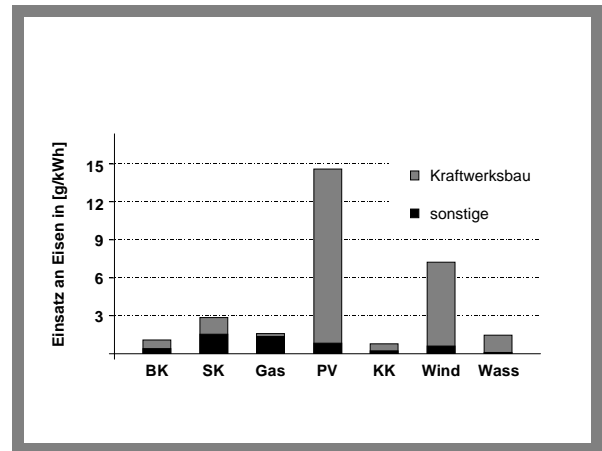


Abbildung 6: Ressourcenbedarf der Stromerzeugung am Beispiel von Eisen

Die kumulierten Materialaufwendungen - in Abbildung 6 am Beispiel des Einsatzes von Eisen dokumentiert - resultieren zum überwiegenden Teil aus dem Bau der Anlagen zur Stromerzeugung. Ausnahmen sind die Stromerzeugung aus Steinkohle und Erdgas. Hier verursacht auch die Brennstoffbereitstellung bedingt durch den Stahleinsatz bei der Kohleförderung untertage bzw. beim Pipelinebau Aufwendungen, die in der Größenordnung der Aufwendungen für den Bau der Kraftwerke oder sogar darüber liegen.

Veröffentlichungen

Marheineke, T., Krewitt, W., Friedrich, R.: Ganzheitliche Bilanzierung von Stromversorgungstechniken nach heutigem und zukünftigem Stand der Technik mit geografischem Bezug Deutschland. VDI-Bericht 1495, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1999

Marheineke, T., Krewitt, W., Neubarth, J., Friedrich, R., Voß, A.: Ganzheitliche Bilanzierung der Energie- und Stoffströme von Energieversorgungstechniken. IER-Forschungsbericht Band 74, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Stuttgart 2000

Marheineke, T., Friedrich, R., Krewitt, W.: Application of a Hybrid-Approach to the Life Cycle Inventory Analysis of a Freight Transport Task. In: SAE 1998 Transactions - Journal of Passenger Cars, Section 6 - Volume 107. Society of Automotive Engineers (SAE), Warrendale PA, U.S.A. 1998

Neue Energietechnologien und Technikanalyse (NET)

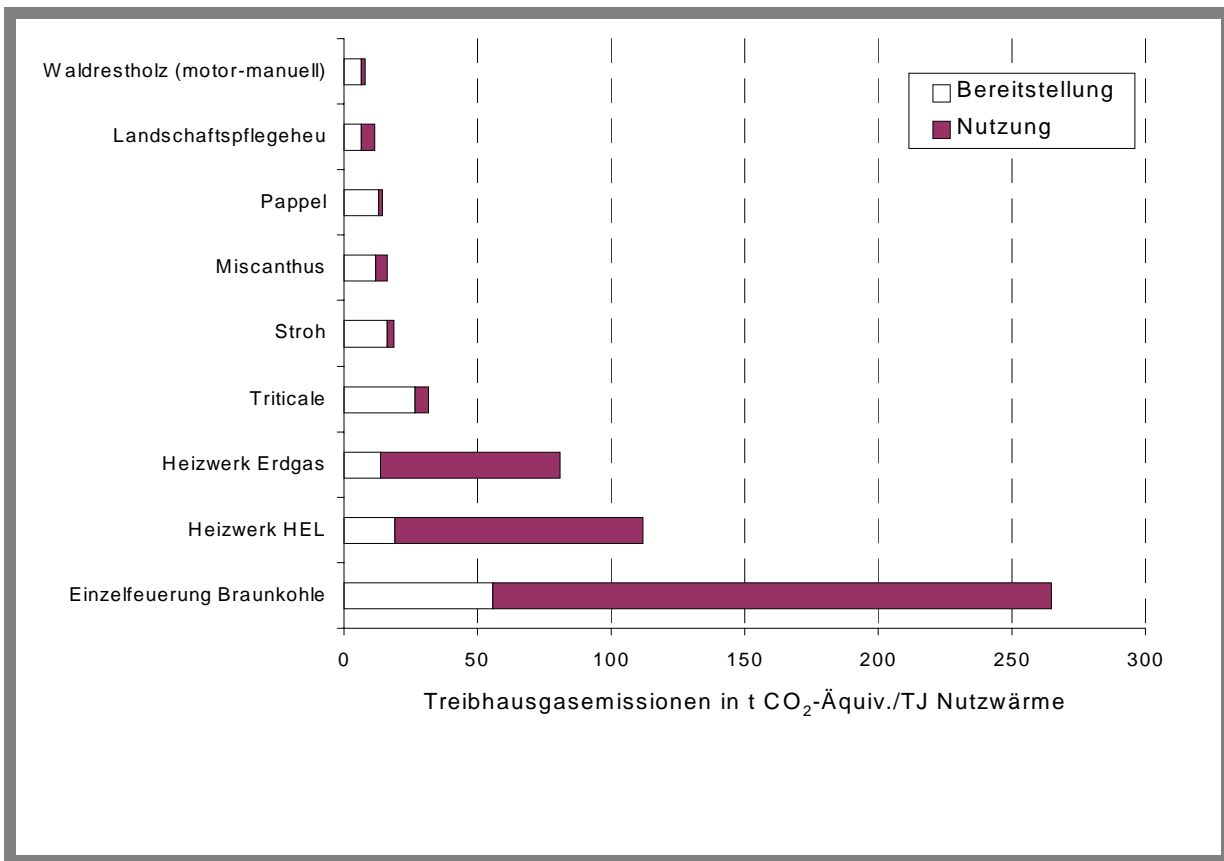


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten für die Nutzwärmebereitstellung mit ausgewählten fossilen und biogenen Brennstoffen

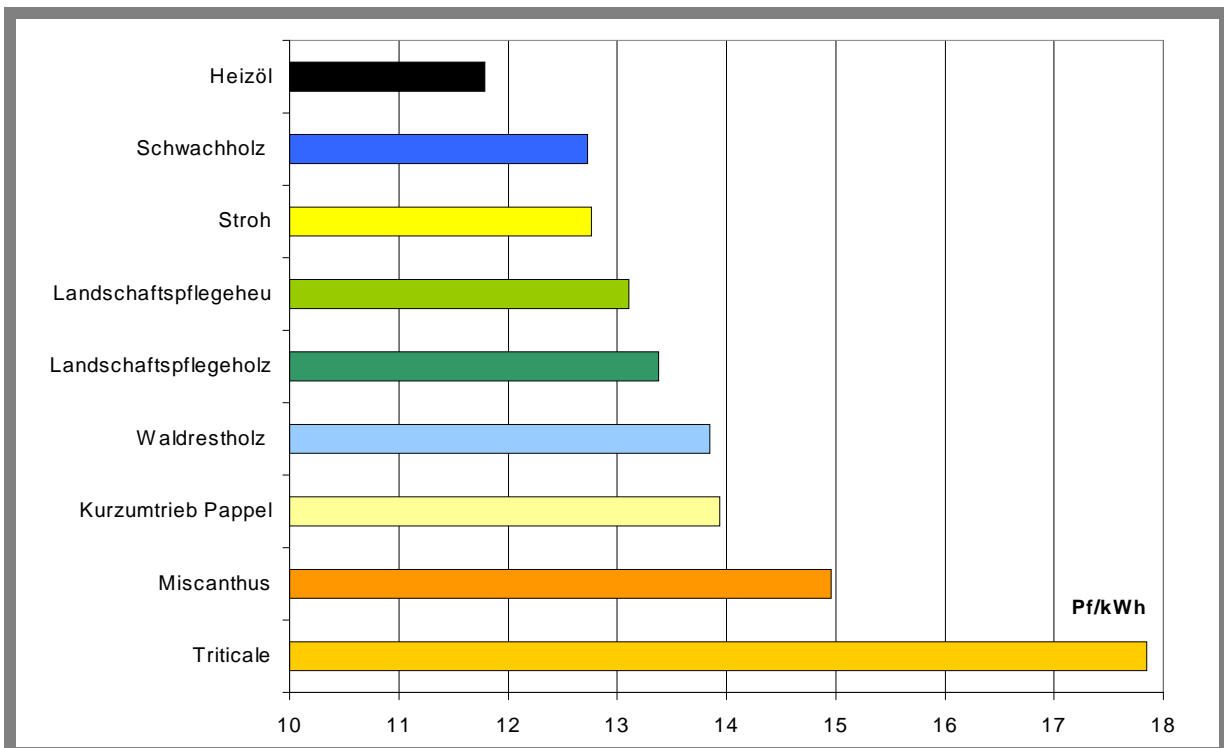


Abbildung 2: Vergleich der Wärmegestehungskosten (frei Hausübergabestation) ausgewählter Nahwärmeversorgungssysteme

4. Neue Energietechnologien und Technikanalyse

Forschungsinteresse

Bei energiewirtschaftlichen und -politischen Diskussionen über eine zukünftig umweltfreundlichere, klimaverträglichere sowie ressourcenschonendere und sozialverträglichere Struktur der Energieversorgung gewinnen Fragestellungen im Zusammenhang mit weiterentwickelten bzw. neuen Energietechnologien sowie deren Analyse und Bewertung im Kontext der existierenden bzw. möglicher zukünftiger Energiesysteme immer mehr an Bedeutung. Mit der Untersuchung der in diesem Spannungsfeld zwischen Technik, Ökonomie und Ökologie angesiedelten Aufgabenstellungen will die Abteilung NET des IER zu einer Versachlichung dieser Diskussionen beitragen.

Forschungsgebiete

Die Arbeitsschwerpunkte der Abteilung NET liegen dabei in der Analyse der theoretischen, der technischen, der wirtschaftlichen sowie der erschließbaren Potentiale der erneuerbaren Energien in hoher örtlicher Auflösung, der Erstellung von Energie- und Emissionsbilanzen von regenerativen und konventionellen Energietechniken und -systemen von der Quelle bis zur Senke und der Analyse der energetischen Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse (Abbildungen 1 und 2), Erdwärme und Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie) sowie in der Kraftwerkseinsatzplanung (Abbildung 3) ohne und mit Integration einer Stromerzeugung aus regenerativen Energien und/oder nachfrageseitigen Maßnahmen.

Das Ziel der Aktivitäten im Bereich der Technikanalyse des regenerativen Energieangebots ist es, die verschiedenen in Deutschland gegebenen Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien vergleichend gegenüberzustellen hinsichtlich der verfügbaren Potentiale, der korrespondierenden Stromgestehungs- bzw. Energieträgerbereitstellungs- und Wärmekosten, der Emissionen u. a. an klimawirksamen, versauernd sowie human- und ökotoxisch wirkenden Gasen einschließlich der in den vorgelagerten Prozessen freigesetzten Stoffe, des Energieaufwandes für die Energiebereitstellung und anderer kennzeichnender Größen (u. a. Flächenverbrauch, Materialaufwand).

Auf dem Gebiet der Ökobilanzierung liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten auf der Bestimmung der Energieströme und der Stofffreisetzungen im Verlauf der gesamten Lebenskette für eine Wärme- und Strombe-

reitstellung aus nachwachsenden Energieträgern, einer Nutzung von Erdwärme und den verschiedenen Möglichkeiten einer Strombereitstellung aus regenerativen Energien im Vergleich zu den jeweils substituierbaren fossilen Energieträgern. Dabei wird beispielsweise bei der Biomassenutzung unterschieden zwischen einer Nutzung von Rückständen und Nebenprodukten (d. h. Stroh, Waldrestholz, Pflegenutzung) sowie einem Energiepflanzenanbau zur Festbrennstoffherstellung (d. h. Getreideganzpflanzen, mehrjährige Gräser, schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb) und zur Flüssigenergieerzeugung (d. h. Pflanzenölgewinnung aus Raps und Alkoholgewinnung aus Zuckerrüben, Winterweizen oder Kartoffeln). Abbildung 1 zeigt beispielhaft die anzurechnenden Treibhausgasemissionen verschiedener Möglichkeiten einer Wärmebereitstellung mit Biomasse und den substituierbaren fossilen Energieträgern. Bei der Analyse der Stoff- und Energieströme einer Stromerzeugung aus regenerativen Energien werden Ökobilanzen einer wind- und wassertechnischen sowie einer photovoltaischen Stromerzeugung im Vergleich zu einer Elektrizitätsgewinnung aus Kernkraft, Steinkohle und Erdgas erarbeitet. Zusätzlich werden vergleichbare Untersuchungen für eine geothermische Wärmegewinnung im Vergleich zu der substituierbaren Wärmebereitstellung aus leichtem Heizöl und Erdgas erstellt. Ein europäisches Verbundprojekt, das vom IER koordiniert wird, befasst sich mit der Freisetzung von biogenen Treibhausgasen durch die Landwirtschaft.

Die weiteren Aktivitäten auf dem Gebiet der Biomasse konzentrieren sich auf eine Erfassung und Auswertung des gegenwärtigen Standes und die zukünftigen Perspektiven einer Nutzung von Stroh und Holz im Energiesystem Deutschland. Auch werden die Perspektiven und Grenzen einer Vergasung von Biomasse für die Energieversorgung in Europa untersucht. Weitere Vorhaben beschäftigen sich mit der gesamtwirtschaftlichen Bewertung einer verstärkten energetischen Biomassenutzung (d. h. einschl. der externen Kosten) und der Bestimmung von Kriterien für eine nachhaltige Produktion und Nutzung nachwachsender Energieträger. Aktuell zu bearbeitende Themenschwerpunkte beschäftigen sich mit Fragen der Normierung von Biobrennstoffen auf nationaler und internationaler Ebene, einer ökonomischen Optimierung der Biomassebereitstellungskette und der vertieften Analyse "neuer" Biomassenutzungsmöglichkeiten (z. B. Feuchtgutkette). Mittlerweile abgeschlossen ist die Erarbeitung eines Leitfadens für die

Abgeschlossene Projekte 1998/99

- Systemtechnische Analyse der Auswirkungen einer windtechnischen Stromerzeugung auf den konventionellen Kraftwerkspark
Projektleitung: R. Lux
Auftraggeber: BMBF
abgeschlossen Mai 1999
- Anbau, Bereitstellung und energetische Nutzung holzartiger Biomasse von Kurzumtriebsflächen aus ökologischer und ökonomischer Sicht
Projektleitung: Ch. Rösch
Auftraggeber: FNR / BML
abgeschlossen Dezember 1999
- Perspektiven einer energetischen Nutzung organischer Ernte- und Produktionsrückstände in Entwicklungsländern
Projektleitung: M. Kaltschmitt
Auftraggeber: TAB beim Deutschen Bundestag
abgeschlossen Februar 1999
- Energetische Nutzung hydrothormaler Erdwärmevorkommen in Deutschland – Eine energiewirtschaftliche Analyse
Projektleitung: M. Kayser
Auftraggeber: BMBF
abgeschlossen Februar 1999
- Energiegewinnung aus Erdwärme - Ein systemtechnischer Vergleich
Projektleitung: M. Kaltschmitt
Auftraggeber: selbst
abgeschlossen Juli 1999
- Leitfaden Biomasse
Projektleitung: M. Kaltschmitt
Auftraggeber: FNR/BML
abgeschlossen März 1999
- Datensammlung Biomasse
Projektleitung: S. Deimling
Auftraggeber: FNR/BML
abgeschlossen April 1999
- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft im Spannungsfeld zwischen Ökologie, Ökonomie und Sozialwissenschaften
Projektleitung: M. Härdtlein
Auftraggeber: DBU
abgeschlossen November 1999
- Systemtechnischer Vergleich der Feucht- und Trockengutlinie
Projektleitung: A. Heinz
Auftraggeber: DBU
abgeschlossen Mai 1999
- European Energy Crops Internetwork
Projektleitung: A. Heinz
Auftraggeber: EU / DG XII
abgeschlossen Juli 1999
- Energiepotentiale fester Bioenergieträger
Projektleitung: A. Heinz
Auftraggeber: Industrie
abgeschlossen Juni 1998
- Biomass Gasification in Europe
Projektleitung: M. Kaltschmitt
Auftraggeber: EU / DG XII
abgeschlossen Oktober 1998
- Lastprognose mit neuronalen Netzen
Projektleitung: K. Hufendiek
Auftraggeber: Industrie
abgeschlossen Dezember 1999
- Umweltbilanzen einer Stromerzeugung aus regenerativen Energien
Projektleitung: D. Hartmann
Auftraggeber: Stiftung Energieforschung
abgeschlossen Dezember 1999

Nachhaltige Produktion und Nutzung nachwachsender Energieträger

Auftraggeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Bearbeiter: M. Härdtlein, M. Kaltschmitt (Leitung), A. Trukenmüller, R. Vandr 

Laufzeit: 01.10.1997 - 30.09.2000

Aufgabenstellung

Die Nachhaltigkeit ist zum wesentlichen Leitbild für eine sozial, ökonomisch und ökologisch langfristig tragfähige Entwicklung geworden. So umfassend jedoch die Ziele dieses Leitbildes sind, so vielschichtig und oft auch widersprüchlich sind die vielen Aspekte, die im Einzelfall bei der Umsetzung in die Praxis berücksichtigt werden müssen. Aufgabe des vorliegenden Projektes ist die Erarbeitung wissenschaftlich fundierter, zugleich aber in der Anwendung pragmatischer Instrumente zur Entscheidungsunterstützung vor dem Hintergrund des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung.

Das Projekt

Gegenstand des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes "Nachhaltige

Produktion und Nutzung nachwachsender Energieträger" ist der ökologische Aspekt der Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung ökonomischer Implikationen. Das Projekt zielt auf die Entwicklung einer Methode zur Abschätzung der Nachhaltigkeit von Energiepflanzenproduktion und -nutzung. Diese Methode soll sowohl theoretische Grundlagen als auch Vorgehensweisen für eine Umsetzung des Leitbildes durch Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stellen. Die Grundidee ist, das System der Produktion und Nutzung über Produktions- und Wirkungsindikatoren zu den tangierten Ökosystemen in Beziehung zu setzen (Abbildung 4). Vor diesem Hintergrund wird die Beeinflussung von Ökosystem-Funktionen des Agrar-Ökosystems selbst oder Funktionen anderer betroffener Ökosysteme (z. B. Wälder, Gewässer) als Kriterium für die

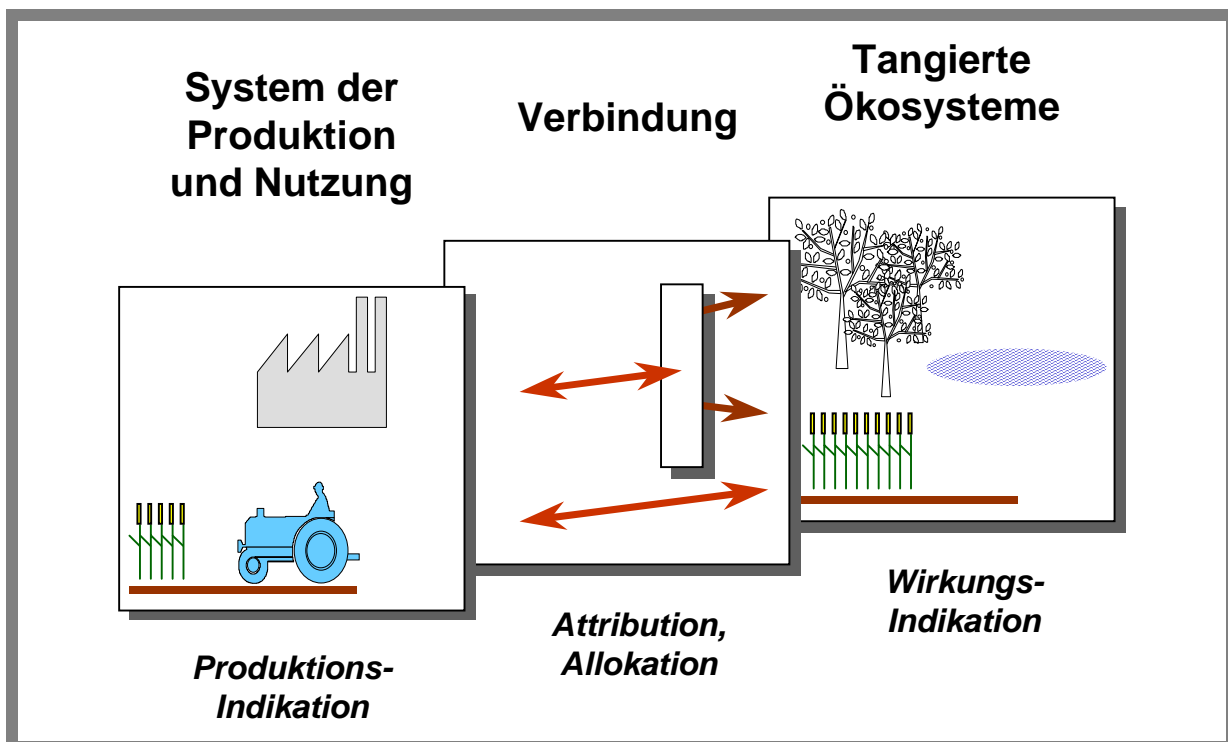


Abbildung 4: Verknüpfung der Produktion und Nutzung von Energiepflanzen mit den hiervon tangierten Ökosystemen

Nachhaltigkeit angesehen. Daraus ergeben sich folgende Hauptaufgaben für dieses Projekt:

Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkomplexe der Energiepflanzenproduktion und -nutzung müssen im Hinblick auf stoffliche und physische Freisetzungen charakterisiert werden (z.B. Stickstoff-Emissionen). Hierfür werden Systeme des Anbaus, der Bereitstellung und Verbrennung ausgewählter Energiepflanzen bezüglich dieser Freisetzungen beschrieben.

Geeignete Wirkungsindikatoren müssen im Rahmen einer Ökosystemanalyse, die die aktuelle Ökosystemtheorie mit den Belangen einer Nachhaltigkeits-Bewertung verbindet, identifiziert werden. Je nach Art der verschiedenen möglichen ökosystemaren Schutzziele wird angestrebt, spezifische Referenzwerte einer tolerierbaren Belastung zu den obigen Freisetzungen in Beziehung zu setzen.

Eine Analyse der Transport- und Transformationsprozesse der Freisetzungen dient dazu, das System der Produktion und Nutzung mit den Ökosystemen zu "verbinden". Möglichkeiten, aber auch prinzipielle Grenzen der Modellierung dieser Prozesse werden dazu evaluiert. Da in vielen Fällen keine kausale Verknüpfung durch Analyse und Modellierung gelingt, werden qualitative und quantitative Bewertungshilfsmittel eingesetzt, die die ansonsten unüberbrückbaren Lücken in den Kausalketten argumentativ überspannen.

Schließlich wird die Beziehung zwischen der Energiepflanzenproduktion und -nutzung einerseits und den kritischen Ökosystem-Effekten andererseits in geeignete Begriffe für ein System der Entscheidungshilfe übertragen.

An diesem interdisziplinären Projekt sind beteiligt: das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, das Institut für Pflanzenbau und Grünland (340), das Institut für Bodenkunde und Standortslehre (310) und das Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (320) der Universität Hohenheim.

Ergebnisse

Die Möglichkeiten, aber auch prinzipiellen Begrenzungen der argumentativen Verknüpfung von Belastungsquellen und Ökosystemen wurden herausgearbeitet. Der notwendige Rückbezug auf gesellschaftlich vereinbarte ökosystemare Schutzziele einerseits, und das nicht-deterministische Transportverhalten der Stoffe in der Landschaft andererseits machen eine ausschließlich naturwissenschaftliche Verknüpfung von Ursache (Belastungsquelle) und Wirkung (ökosystemarer Schaden) unmöglich. Deshalb wurden Instrumente zur Abschätzung der Belastungspotenziale, zur Schutzzieldefinition, zur Wirkungs-Indikation und zur skalenübergreifenden Bewertung der Belastungsquellen in Bezug auf die tangierten Ökosysteme erarbeitet. Derzeit werden diese Einzel-Instrumente zu einer allgemeinen Vorgehensweise zusammengeführt.

Veröffentlichungen (Auswahl)

Härdtlein, M., Kaltschmitt, M. et al. (1998a): Nachhaltigkeit in der Pflanzenproduktion. Teil I: Begriffsbestimmung als Grundlage für die Operationalisierung der Nachhaltigkeit. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 10(3): 135-140.

Härdtlein, M., Kaltschmitt, M. et al. (1998b): Nachhaltigkeit in der Pflanzenproduktion. Teil II: Methodischer Ansatz zur Erfassung und Umsetzung der Nachhaltigkeit. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 10(4): 221-229.

Kaltschmitt, M., Reinhardt, G. et al. (1997): Life Cycle Analysis of Biofuels under Different Environmental Aspects. Biomass and Bioenergy 12(2): 121-134.

Lewandowski, I.; Kaltschmitt, M.: Voraussetzungen und Aspekte einer nachhaltigen Biomasseproduktion; Tagung "Biomasse - Umweltschonender Energieträger und Werkstofflieferant der Zukunft?", Mannheim, März 1998, Tagungsband

Lewandowski, I.; Härdtlein, M.; Kaltschmitt, M.: Sustainable Crop Production: Definition and Methodological Approach for Assessing and Implementing Sustainability; Crop Science 39(1999), 1, S. 184 - 193

Wissenschaftliche Begleitung der Betriebsphase der mit Rapsölmethylester befeuerten Energieversorgungsanlage des Deutschen Bundestages, Berlin

Auftraggeber: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Bearbeiter: A. Heinz, M. Kaltschmitt (Leiter)

Laufzeit: 01.01.1997 - 31.03.2001

Aufgabenstellung

Der Berliner Reichstag als Sitz des Deutschen Bundestages sowie weitere Liegenschaften des Deutschen Bundestages im Spreebogen werden durch ein vor Ort installiertes Motor-Heizkraftwerk (MHKW) mit Strom, Wärme und Kälte versorgt. Das MHKW wird mit Rapsmethylester (RME, "Bio-Diesel") befeuert und in Verbindung mit einem Wärme- und einem Kälte-Erdspeicher betrieben. Die Anlage dient als Demonstrationsobjekt, da in Deutschland bisher erst wenige RME-gefeuerte Anlagen betrieben werden, von denen zudem keine über einen Erdspeicher verfügt.

Der grundsätzliche Vorteil einer MHKW-Anlage liegt in der gegenüber der getrennten Bereitstellung von Strom und Wärme hohen Brennstoffausnutzung

sowie den - je nach Vergleichssystem – relativ geringen Emissionen. Durch den Einsatz von Biomasse kann vor allem hinsichtlich der Emissionen des Treibhausgases CO₂ im Vergleich zu fossilen Brennstoffen eine Verminderung erzielt werden.

Das Projekt

Das Ziel der wissenschaftlichen Begleitung ist die Analyse und Bewertung der Auswirkungen des RME-Einsatzes in der Energieversorgungsanlage des Deutschen Bundestages in Berlin unter betriebstechnischen, energetischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten.

Die wesentlichen Komponenten sowie die Brennstoff- und Energieflüsse der gesamten Energieversorgungsanlage sind in Abb. 5 schematisch dargestellt.

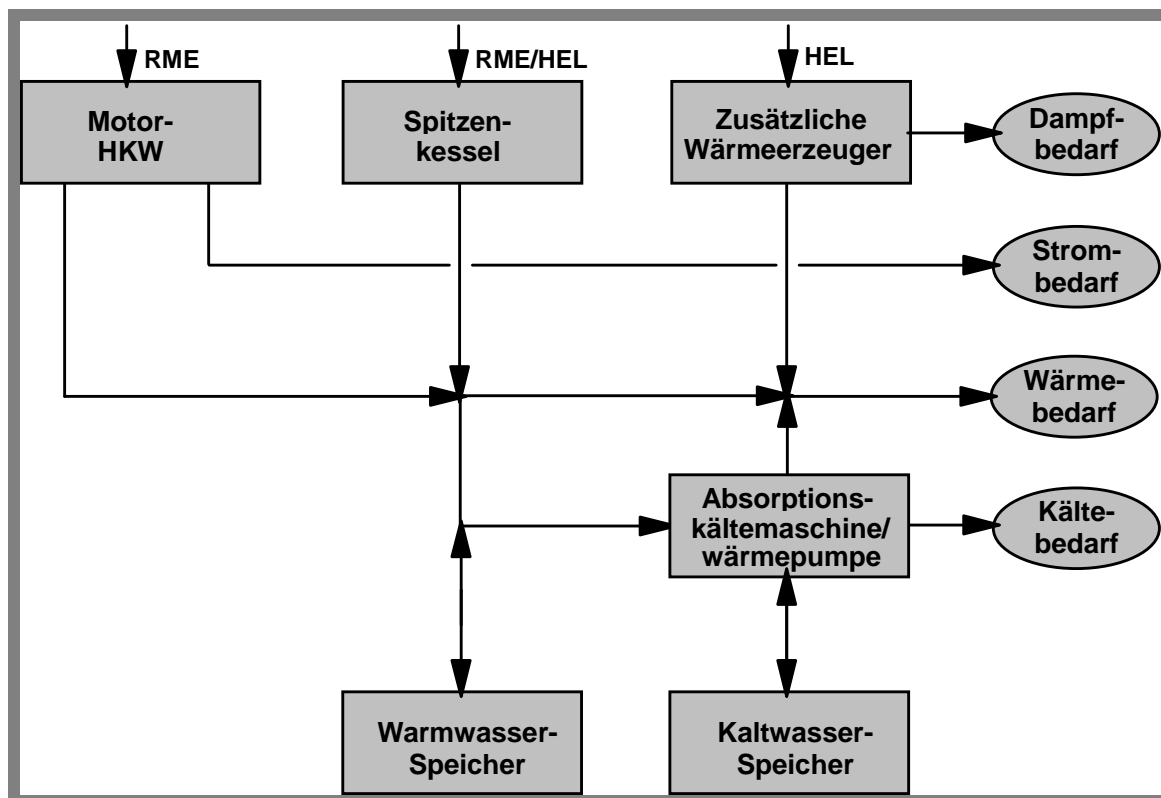


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Anlagenkomponenten sowie der Brennstoff-, Strom-, Wärme- und Kälteflüsse

Technische Aspekte

In der technischen Analyse liegt der Schwerpunkt auf einer Bewertung des Betriebsverhaltens und der Zuverlässigkeit der Anlage und ihrer Komponenten. Die technische Zuverlässigkeit wird – sofern möglich – nach vom RME-Einsatz abhängigen und vom RME-Einsatz unabhängigen Auswirkungen aufgeschlüsselt analysiert. Dazu werden u. a. Häufigkeit und zeitliche Verteilung von Warnungen, Fehlfunktionen, Störungsmeldungen und Ausfälle untersucht und statistisch ausgewertet. Die Ausfallhäufigkeiten, -zeiten und -ursachen werden klassifiziert und in der Gegenüberstellung mit vergleichbaren Brennstoffen bzw. Anlagen bewertet. Durch die Auswertung der Meßwerte und Angaben können Tendenzen im Anlagenbetrieb hinsichtlich Brennstoffbeschaffenheit, Anlagenverschleiß und -instandhaltung erkannt werden. Ausgehend von den Ergebnissen werden Aussagen gemacht, an welchen Stellen des Systems / der Anlage ggf. welche technischen Optimierungsmöglichkeiten bezüglich des Einsatzes von RME als Brennstoff gegeben sind und wie sie umgesetzt werden können.

Energetische Aspekte

Untersucht werden die energetischen Betriebsergebnisse der Anlage und ihrer Komponenten (d. h. die Strom-, Wärme- und Kältebereitstellung) in Form von räumlich und zeitlich disaggregierten Energiebilanzen, welche die Angabe von Nutzungsgraden sowie Verlusten und deren Quellen beinhalten. Dies wird für unterschiedliche Zeitperioden (Stunden, Tage, Monate, Jahr) und unterschiedliche Betriebszustände (Sommer, Winter, Übergangszeit) realisiert. Die Energieflüsse und Energiebilanzen werden mit denen alternativer Brennstoffe (Erdgas, leichtes Heizöl) und einer getrennten Bereitstellung von Wärme und Kälte bzw. elektrischer Energie verglichen. Daraus lassen sich Aussagen über die Vorteilhaftigkeit und das Kosten-Nutzen-Verhältnis des RME-Einsatzes im Vergleich zu alternativen Brennstoffen einerseits und zu einer getrennten Deckung der am Standort gegebenen Energienachfrage andererseits machen.

Ökologische Aspekte

Im Rahmen der durchzuführenden Umweltanalysen wird das Emissionsverhalten von RME mit dem von leichtem Heizöl und Erdgas verglichen. Hier werden Stofffreisetzungen mit Wirkungen auf das Klima (d. h. CO₂, CH₄, N₂O), auf die stratosphärische Ozonschicht (d. h. im wesentlichen N₂O) und die Versauerung von Böden und Gewässern (d. h. NO_x, SO₂, HCl, NH₃)

sowie human- und ökotoxische Emissionen betrachtet.

Ökonomische Aspekte

Die ökonomische Betrachtung untersucht einerseits die Vor- und Nachteile des Einsatzes von RME im Vergleich zu leichtem Heizöl und Erdgas in MHKW-Anlagen und andererseits im Vergleich zu einer getrennten Bereitstellung von Wärme, Kälte und Strom. Dies umfaßt die Kosten des jeweils eingekauften Brennstoffs, Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie ggf. Instandsetzung, Personalkosten, Kosten für sonstige Betriebsmittel sowie sonstige Kosten (Verwaltung, Versicherung, Steuern). Die Ergebnisse werden bewertet, Möglichkeiten für Kostensenkungen identifiziert, soweit möglich quantitativ abgeschätzt und Empfehlungen für die Umsetzung gegeben.

Ergebnisse

Die ermittelten technischen, energetischen, emissionsseitigen und ökonomischen Kennzahlen werden bewertet und jeweils den Werten alternativer Brennstoffe (leichtes Heizöl, Erdgas) und Versorgungssysteme (getrennte Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte) gegenübergestellt. Aus den Ergebnissen werden nach Projektabschluß zum einen Maßnahmen für die optimale Verwertung des Brennstoffs in der Anlage und Empfehlungen für deren gezielte Umsetzung dargestellt. Zum anderen werden Empfehlungen für Konzeption, Planung, Bau, Betrieb und Betriebsüberwachung vergleichbarer zukünftiger RME-gefeuerter Anlagen formuliert. Dabei werden die absehbaren Grenzen des RME-Einsatzes ebenso genannt wie zukünftige und zusätzliche Einsatzpotenziale dieses Brennstoffs.

.....

Veröffentlichungen (Auswahl)

Kaltschmitt, M.: Energiegewinnung aus Biomasse im Vergleich zur Nutzung anderer regenerativer Energien - Eine energiewirtschaftliche Analyse. Tagungsband 5. Internationale Sommerakademie, St. Marienthal, Juli 1999

Stelzer, T.: Biokraftstoffe im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen - Lebensweganalysen von Umweltwirkungen, IER-Forschungsbericht Band 57, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität stuttgart, Stuttgart 1999

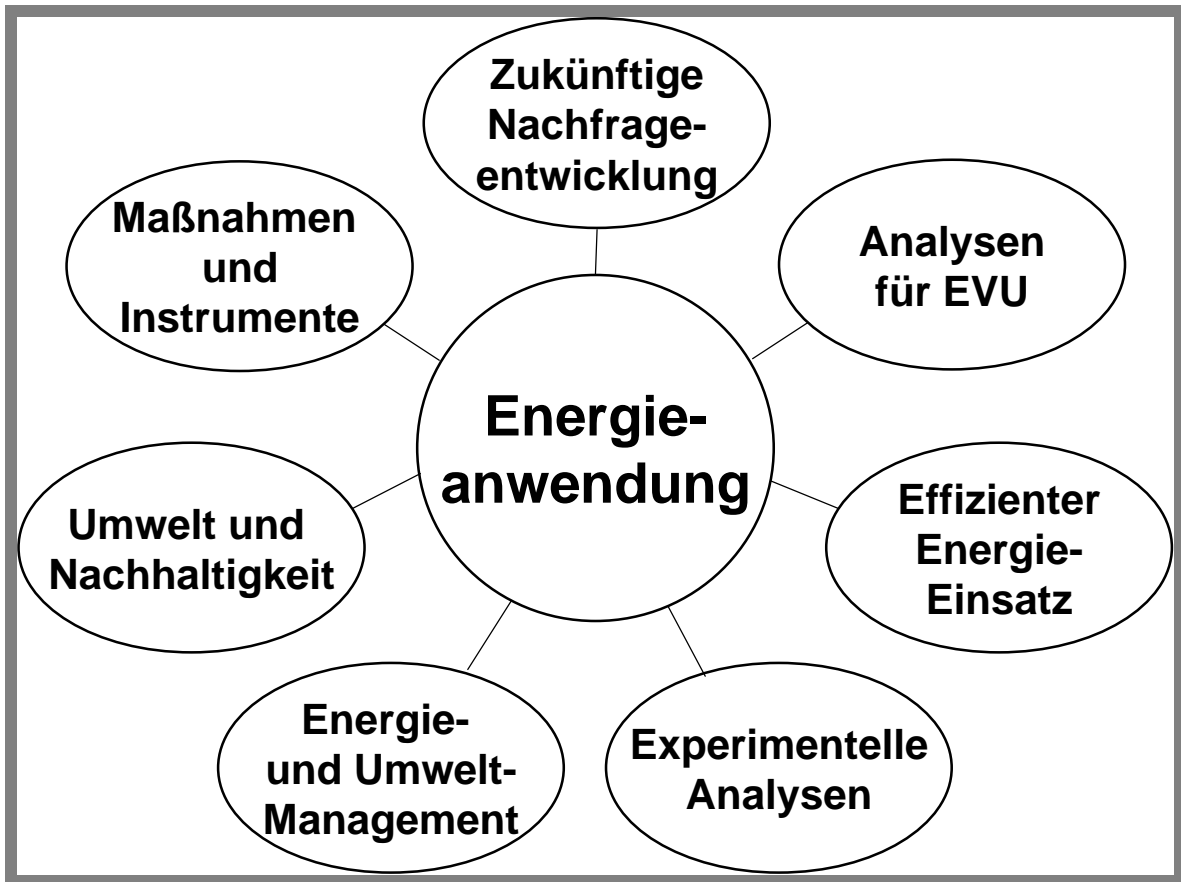


Abbildung 1: Forschungsinteressen der Abteilung REN

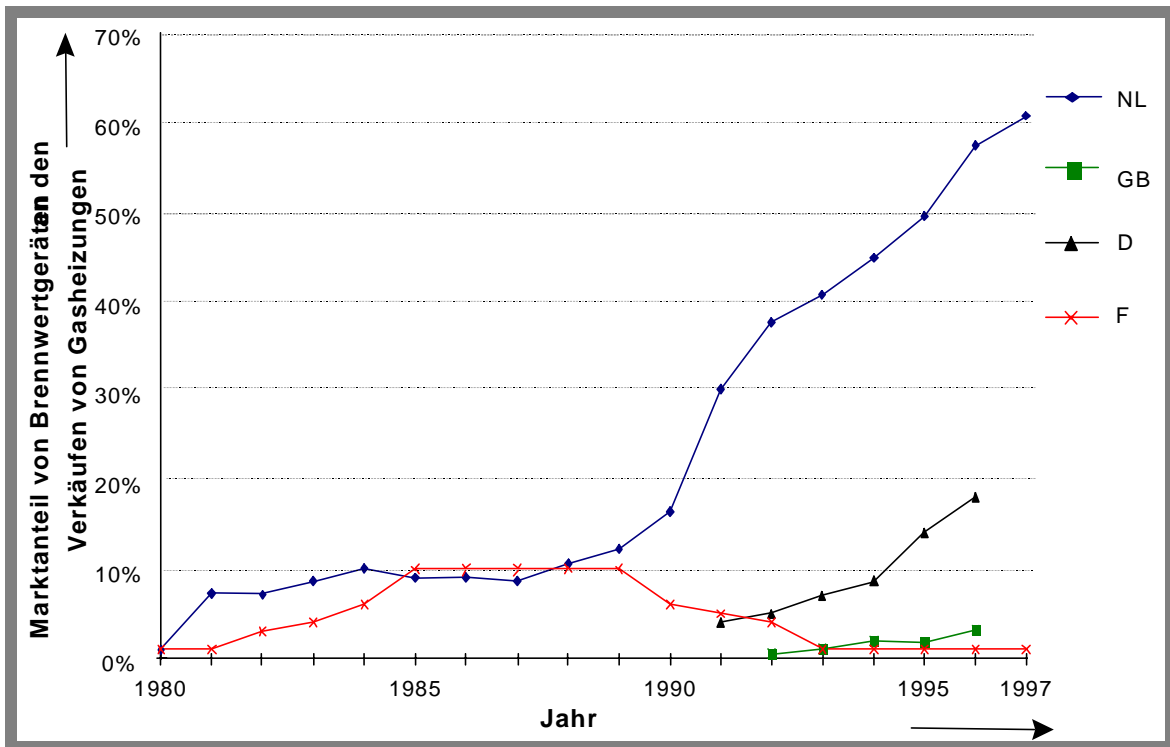


Abbildung 2: Entwicklung des Anteils von Gas-Brennvorgeräten an den gesamten jährlichen Verkäufen von Gasheizungen in verschiedenen europäischen Ländern

5. Rationelle Energieanwendung und Energienachfrage

Forschungsinteresse

Die aktuellen umweltpolitischen Zielsetzungen, insbesondere die Reduktion von Treibhausgasemissionen, erfordern neben umweltverträglichen Energieversorgungstechnologien auch verstärkte Anstrengungen zur effizienten Energienutzung. Auch für die Unternehmen ist die Senkung von Energieverbrauch und –kosten von Interesse. Weiterhin ist die Kenntnis der Energienachfrage und ihrer Bestimmungsfaktoren für die Anbieter im liberalisierten Strommarkt sowie die längerfristige Planung der Energieversorgungsstrukturen von großer Bedeutung. Durch empirisch und interdisziplinär ausgerichtete Arbeiten will die Abteilung REN hier einen Beitrag leisten und Möglichkeiten zur verbesserten Energienutzung aufzeigen.

Forschungsgebiete

Die Forschungsaktivitäten der Abteilung im Bereich Energieanwendung lassen sich folgenden Forschungsschwerpunkten zuordnen:

- Energiebedarfsanalyse und kundenorientierte Analysen für EVU,
- Nachhaltigkeit von Konsummustern und Instrumente zur Beeinflussung der Energienachfrage,
- Rationelle Energieanwendung sowie Energie- und Umweltmanagement in Betrieben,
- Experimentelle Analysen von Energietechniken.

Energiebedarfsanalyse und kundenorientierte Analysen für Energieversorgungsunternehmen

Ziel der Aktivitäten zur Energiebedarfsanalyse ist ein verbessertes Verständnis der Bestimmungsgründe des Energiebedarfs und die Abschätzung der zukünftigen Energienachfrage unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Faktoren. Solche Projektionen wurden bislang für die Bundesrepublik, für Baden-Württemberg und Bayern sowie einzelne Energieversorgungsunternehmen durchgeführt.

Die Analyse der Energienachfrage ist im Zusammenhang mit Energiesystemanalysen und der Analyse energie- und umweltpolitischer Maßnahmen von Interesse. Insbesondere sind aber auch die Energieversorgungsunternehmen im Wettbewerb daran interessiert, möglichst umfangreiche Kenntnisse über ihre Kunden zu erhalten und ihr Angebot

auf die Kundenwünsche und -bedürfnisse abzustimmen. Daher steht derzeit die Analyse von Kundendaten, insbesondere von Lastgangdaten, im Mittelpunkt des Interesses mit dem Ziel der Marktsegmentierung und differenzierten Produktbereitstellung.

Nachhaltigkeit von Konsummustern und Instrumente zur Beeinflussung der Energienachfrage

In diesem Forschungsschwerpunkt wird der Beitrag von innovativen Technologien und innovativen Verhaltensweisen bei den Konsumenten zu einer nachhaltigen Entwicklung analysiert. Der Schwerpunkt liegt wie bei den übrigen Bereichen auf der Energienutzung, aber die Analyse berücksichtigt auch andere Nachhaltigkeitsaspekte. "Nachhaltiger Konsum" wird hier somit als Oberbegriff für die Analysen verwendet, die speziell die Haushalte zum Gegenstand haben.

Weiterhin umfaßt dieser Schwerpunkt die Evaluierung von Instrumenten und Maßnahmen zur Rationellen Energieanwendung, Energieeffizienzverbesserung o. ä. Dabei liegt der Schwerpunkt auf sektoralen bzw. technologiespezifischen Maßnahmen auf der Energienachfrageseite. Zum Beispiel wurde die Wirksamkeit von Förderprogrammen für Gasbrennwertgeräte im europäischen Vergleich analysiert (vgl. Abbildung 2). Auch die Effektivität unterschiedlicher politischer Instrumente wie Wärmeschutzverordnung oder Energie-/Emissionssteuern zur Verbesserung der Energieeffizienz im Bereich Raumwärme wurde empirisch untersucht.

Rationelle Energieanwendung und Energie- und Umweltmanagement in Betrieben

Die Analyse des Energieeinsatzes in Unternehmen und Möglichkeiten zu seiner Verbesserung stehen im Mittelpunkt dieses Forschungsschwerpunkts. Dazu werden Energieanalysen in einzelnen Unternehmen durchgeführt mit dem Ziel, Maßnahmen zur effizienteren Energienutzung zu identifizieren und umzusetzen. Auch werden die Strukturen des Energieeinsatzes in ganzen Branchen analysiert, um Potentiale für die rationelle Energieanwendung zu ermitteln. Beispielsweise wurden die Energieverbrauchsstrukturen von Gaststätten, Hotels, Supermärkten und Kfz-Werkstätten untersucht und Software-tools für das Energiebenchmarking und die

Rationelle Energieanwendung und Energienachfrage

Energieberatung entwickelt.

Weiterhin werden EDV-Instrumente zur Analyse und Optimierung von Energieanwendungen sowie zum Energie- und Umweltmanagement entwickelt. Dazu gehören Tools für die Einsatzanalyse von BHKW und die Abwärmenutzung (vgl. Abbildung 3). Daneben werden auch organisatorische und regulatorische Maßnahmen zur Unterstützung des Energie- und Umweltmanagements betrachtet, insbesondere die Rolle von Umweltmanagementsystemen wie ISO 14000ff oder Öko-Audits, aber auch von Öko-Labels für Produkte und Dienstleistungen, z. B. in der Hotellerie.

Experimentelle Analysen von Energietechniken

Dieser Forschungsschwerpunkt umfaßt die Nutzung der Labor- und Werkstatteinrichtung des IER zur Durchführung von experimentellen Analysen an innovativen Energietechnologien sowie gegebenenfalls die Eigenentwicklung von Komponenten. So wurde am IER der Prototyp einer bedarfsgerechten Einzelraumregelung für die Heizung entwickelt. Auch verschiedene Meßinstrumente zur Bestimmung von Mengen- und Energieströmen werden am IER weiterentwickelt und bei Messungen in Betrieben vielfältig eingesetzt.

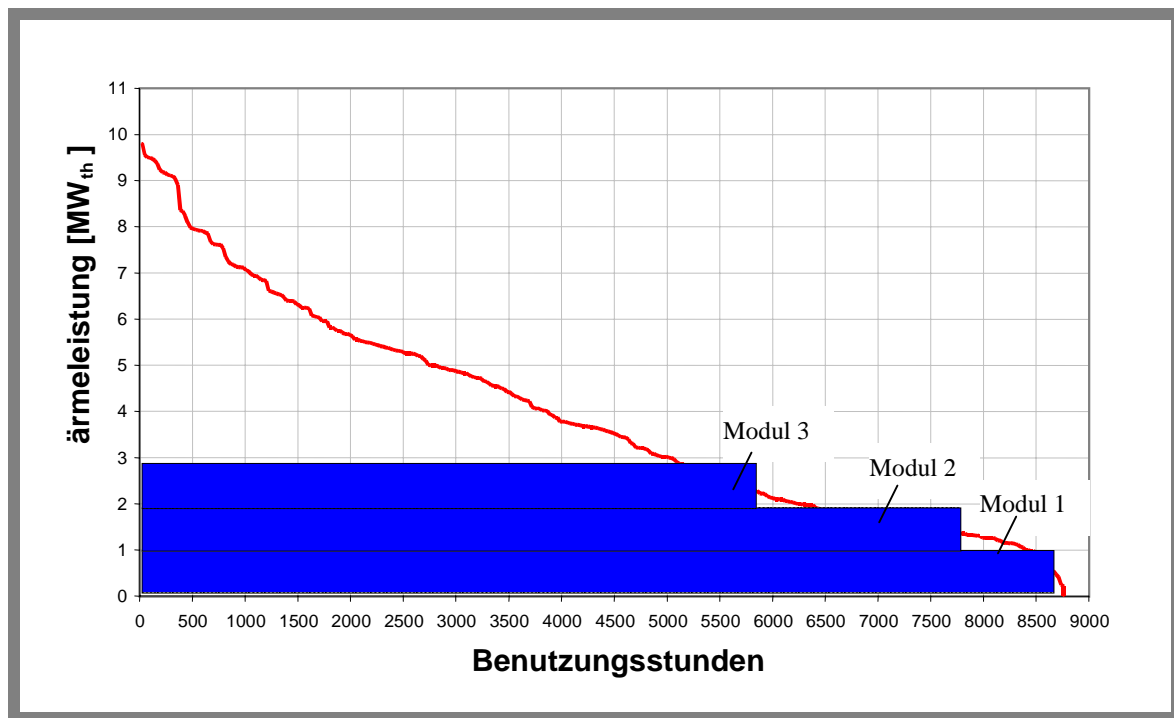


Abbildung 3: Auslegungsvariante für eine KWK-Anlage in einem Industriebetrieb

Abgeschlossene Projekte 1998/99

- Analyse des Regelverhaltens eines industriellen Heizwerkes
Projektleitung: B. Biffar
Auftraggeber: Alcatel SEL AG
abgeschlossen 3/1998
- Evaluation and Comparison of Utility's and Governmental
DSM-Programmes for the Promotion of Condensing Boilers
Projektleitung: J. Haug / C. Weber
Auftraggeber: EU, DG XVII
abgeschlossen 6/1998
- Evaluierung einer solarthermischen Unterstützung der
Prozeßwärmeversorgung einer Kantine
Projektleitung: B. Biffar
Auftraggeber: Alcatel SEL AG
abgeschlossen 9/1998
- Evaluierung dezentraler Systeme zur
Warmwasser-Bereitstellung
Projektleitung: K. Sander
Auftraggeber: Alcatel SEL AG
abgeschlossen 11/1998
- Verbesserungsmöglichkeiten und Einsparpotentiale
beim Betrieb einer Raumluftklimaanlage
Projektleitung: B. Biffar, K. Sander
Auftraggeber: Alcatel SEL AG
abgeschlossen 3/1999
- Modelling the Employment Effects of Energy Efficiency
Investments for Germany and France within the
SAVE Employment study
Auftraggeber: EU, DG XVII / ECN
abgeschlossen 6/1999
- Entwicklung eines Instrumentariums für die
Integrierte Ressourcenplanung in der Elektrizitäts-,
Gas und Fernwärmewirtschaft
Projektleitung: C. Weber
Auftraggeber: SEF
abgeschlossen 6/1999
- Energiesparservice für Gaststätten und Großküchen -
Erstellung und Einführung einer Beratungssoftware
Projektleitung: G. Kühner
Auftraggeber: Bayernwerk
abgeschlossen 7/1999
- Prozeßmodellierung einer Wasserlackstraße zur
Untersuchung von Optimierungsmöglichkeiten
Projektleitung: R. Schelle
Auftraggeber: Daimler-Chrysler
abgeschlossen 8/1999
- Analyse einer zentralen Druckluftversorgung
Projektleitung: K. Sander
Auftraggeber: Alcatel SEL AG
abgeschlossen 12/1999
- Erstellung eines Fragebogens und eines
Pflichtenheftes für eine PC-Software für die Energie
beratung von Kfz-Werkstätten
Projektleitung: B. Leven
Auftraggeber: Bayernwerk
abgeschlossen 12/1999
- Effective policy instruments for energy efficiency
in residential space heating - an international
empirical analysis (EPISODE)
Projektleitung: C. Schaefer
Auftraggeber: EU, DG XII
abgeschlossen 12/1999

Effective policy instruments for energy efficiency in residential space heating - an international empirical analysis (EPISODE)

Auftraggeber: Europäische Kommission DG XII

Bearbeiter: C. Schaefer (Leiter), A. Schuler, H. Voss-Uhlenbrock, C. Weber

Laufzeit: 01.01.1998 - 31.12.1999

Aufgabenstellung

In den nord- und mitteleuropäischen Ländern entfällt der größte Anteil des Energieverbrauchs der Haushalte auf die Bereitstellung von Raumwärme. In diesem Feld wurden große Potentiale für Energieeinsparung und Emissionsminderung identifiziert. Dementsprechend haben die europäischen Länder eine Vielzahl von Instrumenten zur Realisierung dieser Potentiale implementiert – Normen zum gebäudlichen Wärmeschutz, Steuern, Förderprogramme usw. Eine weitere Intensivierung dieser Maßnahmen ist jedoch angezeigt, um die nationalen und europäischen Klimaschutzziele zu erreichen.

Bis heute ist allerdings der tatsächliche Effekt von Effizienznormen, Förderprogrammen und Steuern oftmals nicht bekannt oder wurde nur ungefähr abgeschätzt. Zudem beeinträchtigt die Vielfalt der poli-

tischen Instrumente das Funktionieren des europäischen Binnenmarktes: Produzenten von Isolierstoffen, Heizungsanlagen etc., Baufirmen und Architekten müssen unterschiedliche Gesetzgebungen in den Mitgliedsstaaten berücksichtigen. Daher hat das Projekt eine detaillierte Analyse der Bestimmungsfaktoren für die gebäudliche Energieeffizienz und der Wirksamkeit von politischen Maßnahmen zum Ziel im Hinblick auf die Entwicklung harmonisierter Regelungen.

Das Projekt

In dem Projekt sind neben dem IER als Koordinator Partner aus Frankreich, Dänemark, Schweden und den Niederlanden beteiligt. Die Projektbearbeitung umfasst drei Teile:

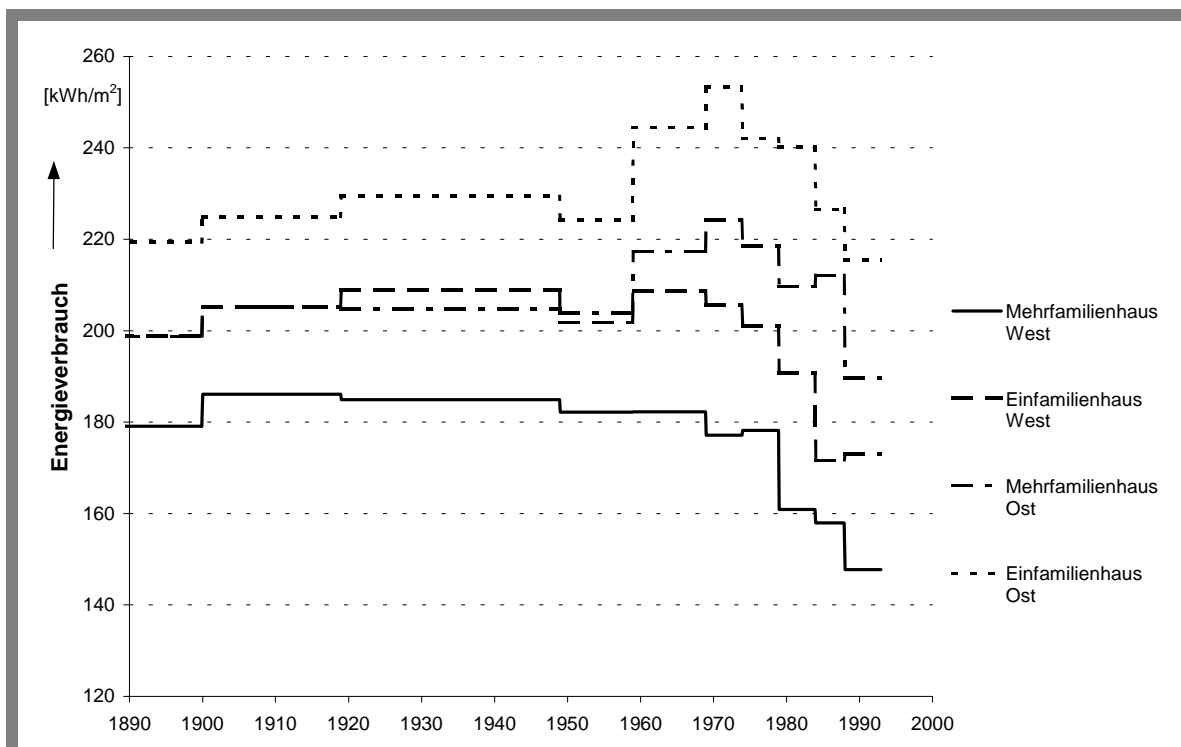


Abbildung 4: Empirisch beobachtete Abhängigkeit des Heizenergieverbrauchs von Wohngebäuden in Deutschland 1993 von Gebäudetyp und Gebäudealter

In einem ersten Schwerpunkt werden die existierenden politischen Maßnahmen in den europäischen Ländern zusammengestellt und miteinander verglichen. Dabei werden die Ziele, der Anwendungsbereich und die Ausgestaltung der eingesetzten Instrumente gegenübergestellt.

Den zweiten Arbeitsschwerpunkt bildet die empirische Analyse des Heizungsenergieverbrauchs in den fünf beteiligten Ländern. Dazu wird ein theoretisches Modell entwickelt, und es werden Mikrodaten aus verschiedenen, nationalen Quellen für die Untersuchung herangezogen. Anhand dieser wird der Einfluß von gebäudlichen Wärmeschutznormen, Modernisierungsmaßnahmen, Energiepreisen/ Steuern, Förderprogrammen, Haushaltsverhalten und Klima ermittelt.

Im abschließenden dritten Arbeitsschwerpunkt werden aus den empirischen Ergebnissen und theoretischen Überlegungen Empfehlungen für zukünftige, möglicherweise EU-weite Politik-Maßnahmen erarbeitet.

Ergebnisse

Die empirischen Analysen zeigen, daß mit der Einführung der Normen zum gebäudlichen Wärmeschutz ab den siebziger Jahren eine deutliche Verringerung des Energieverbrauchs in den westdeutschen Gebäuden einher ging (vgl. Abbildung 4).

Allerdings liegen die beobachteten Reduktionen des Energieverbrauchs deutlich unter den in technischen Simulationen berechneten. Auch im internationalen Vergleich waren die Verordnungen bislang unterdurchschnittlich effektiv. Für die Effektivität nachträglich durchgeführter Modernisierungsmaßnahmen wurden die in Abbildung 5 gezeigten Werte ermittelt. Demnach sind deutliche Verbrauchsminderungen durch Dämmmaßnahmen an Außenwänden und Dach beobachtbar. Hingegen haben Maßnahmen an Fenstern und Kellerdecke zu keinen signifikanten Verbrauchsminderungen geführt. Energiepreise und Steuern beeinflussen den Energiebedarf für Raumwärme kurzfristig nur gering oder gar nicht. Langfristig können Steuern jedoch die Wahl eines Heizungssystems bzw. eines Energieträgers oder die Entscheidung zugunsten von Modernisierungsmaßnahmen positiv beeinflussen.

Veröffentlichungen (Auswahl)

Voss-Uhlenbrock, H.; Weber, C.; Fahl U.: International comparison of policy instruments for energy efficiency in residential space heating. In: Proceedings of the 1999 ECEEE Summer Study. Paris 1999

Schaefer, C. et al.: Effective Policy Instruments for Energy Efficiency in Residential Space Heating - an International Empirical Analysis (EPISODE). IER-Forschungsbericht Band 71, Stuttgart 2000

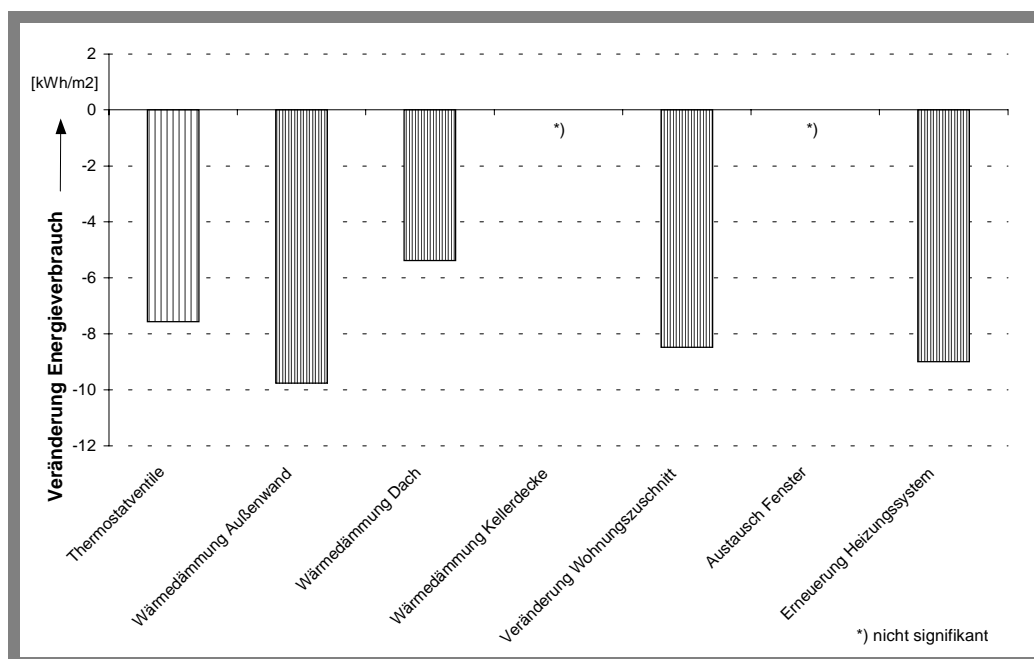


Abbildung 5: Empirisch beobachtete Auswirkungen von Modernisierungsmaßnahmen auf den Heizenergieverbrauch

Energetische Optimierung des Betriebs einer Lackierstraße

Auftraggeber: Automobilhersteller
Bearbeiter: R. Schelle (Leiter), B. Leven, K. Sander
Laufzeit: 01.02.1997 - 30.09.1999

Aufgabenstellung

Bei der Automobilherstellung verursacht der Betrieb von Lackierstraßen einen wesentlichen Anteil des gesamten Energieverbrauchs bzw. der gesamten Energiekosten. Über 95 % des Energieverbrauchs der Lackierstraßen wird für die Zuluftkonditionierung, Abluftführung, Abluftreinigung und in den Trocknern verwendet. Hohe Anforderungen hinsichtlich der Toleranzbereiche von Temperatur, relativer Feuchte und Strömung in den Lackierkabinen setzen eine aufwendige Regelungstechnik voraus. Die Lackierung gilt als kritischer Bereich in der Automobilproduktion, da die Zahl der erforderlichen Nachbearbeitungen direkten Einfluß auf den weiteren Produktionsablauf und damit die Produktionskosten hat. Aus diesem Grund wurde der Energieverbrauch von Lackierstraßen bisher als zweitrangig betrachtet.

In den letzten Jahren stieg jedoch das Interesse an einer energetischen Optimierung dieses Bereichs. Hohe Luftvolumenströme und die damit verbundene Leistung der Ventilatoren sowie der Heiz- bzw. Kühlbedarf lassen auf deutliche Einsparpotentiale schließen. Aus diesem Grund sollte für drei Lackierstraßen zur Serienlackierung von Automobilkarossen eine Analyse des Energieverbrauchs durchgeführt werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen sollten Maßnahmen zur Reduzierung von Energieverbrauch und -kosten vorgeschlagen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und technischen Machbarkeit bewertet werden.

Das Projekt

Das Projekt gliedert sich in die Bestandsaufnahme, den Vorschlag und die Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen sowie die Erstellung eines Simulationsmodells für eine der Anlagen.

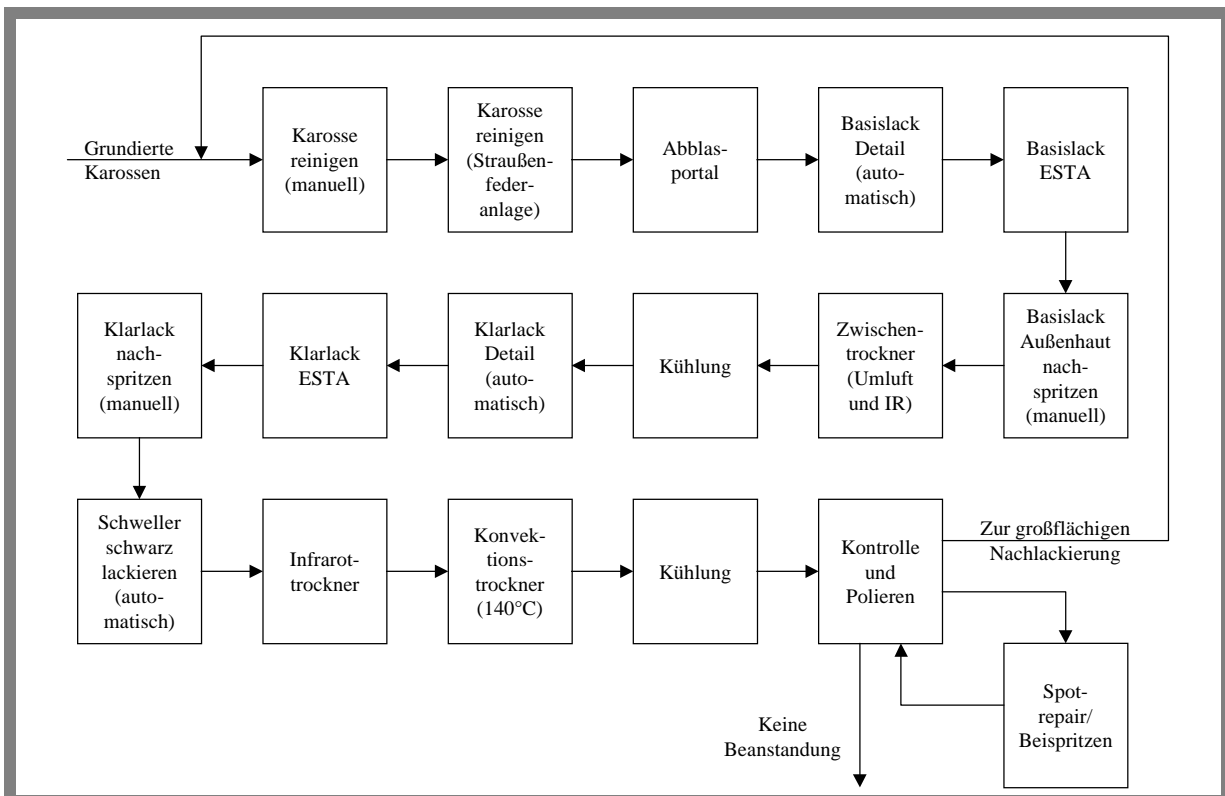


Abbildung 6: Untersuchte Verfahrensschritte der Lackierstraßen

Projekt - Rationelle Energieanwendung und Energienachfrage

Die untersuchten Verfahrensschritte der Lackierstraßen sind in Abbildung 6 dargestellt. Sie wurden aufgrund der räumlichen Abgrenzung vorgenommen. Nach der Reinigung der vorbehandelten Karossen erfolgt in mehreren Schritten die Basislackierung mit Lacken auf Wasserbasis. Vor dem Auftrag des Klarlacks erfolgt eine Zwischentrocknung und Kühlung der Karosserie. Anschließend wird der Schweller lackiert und der Lack getrocknet.

Die Analyse des Energieverbrauchs der einzelnen Anlagenteile erfolgte durch Ablesen der installierten Zähler und durch eigene Berechnungen aufgrund der Nenndaten. Da nicht für alle Anlagenteile Meßwerte vorlagen bzw. weitere Verbraucher an den vorhandenen Zählern angeschlossen waren, konnte kein detailliertes Energieflußbild erstellt werden. Aus diesem Grund wurde die Installation weiterer Zähler vorgeschlagen, so daß deren Meßwerte über eine einmalige Analyse hinaus eine kontinuierliche Überwachung der Anlage ermöglichen.

Aufgrund der unzureichenden Datenlage und der kostenintensiven Nachrüstung von Zählern wurde ein Simulationsmodell zur Darstellung der einzelnen Verfahrensschritte entwickelt. Hiermit werden einzelne Anlagenteile thermodynamisch abgebildet und können so hinsichtlich ihres Anteils am gesamten Energieverbrauch bewertet werden.

Auf Basis dieser Bestandsaufnahme wurde ein Maßnahmenkatalog zur Reduzierung des Energieverbrauchs erstellt. Die Maßnahmen wurden hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und technischen Machbarkeit bewertet und werden zur Zeit unter Beteiligung des IER sukzessive umgesetzt.

Ergebnisse

Die Untersuchung ergibt, daß deutliche Einsparpotentiale beim Energieverbrauch der Lackierstraßen vorhanden sind. Ansatzpunkte hierfür liegen in folgenden Bereichen:

- Reduzierung der Beanstandungen und damit der Mehrfachlackierungen,
- Reduzierung des Luftvolumenstroms einzelner Zu- und Abluftanlagen,
- Optimierung der Luftbefeuchtungsanlagen
- Bedarfsführung der Infrarotstrahler bei Reparaturlackierungen und
- die kontinuierliche Überwachung des Energieverbrauchs zur Aufdeckung von Abweichungen vom Normalbetrieb.

Darüber hinaus zeigt sich ein deutlicher Nutzereinfluß auf den Energieverbrauch der Anlagen. Der Vergleich von zwei baugleichen Anlagen mit gleichem Output bei unterschiedlichem Energieverbrauch zeigt Optimierungsmöglichkeiten, die den Lackierprozeß beeinflussen. Dies ist beim Stromverbrauch der Zu- und Abluftanlagen besonders deutlich.

Die Umsetzung der ausgewählten Maßnahmen löst teilweise Befürchtungen der Prozeßverantwortlichen aus, da durch diese Maßnahmen Betriebsstörungen und damit hohe Kosten entstehen können. In diesem Zusammenhang ist eine frühzeitige Einbeziehung der Mitarbeiter notwendig und eine Budgetverantwortung für den Energieverbrauch einzelner Anlagen hilfreich.

Für zukünftige Untersuchungen steht ein thermodynamisches Simulationsmodell zur Verfügung, daß auch auf andere Lackierstraßen übertragbar ist. Einzelne Anlagenbereiche können so simuliert und die Auswirkungen von Veränderungen bewertet werden.

Veröffentlichungen

Schelle, R.: Energieversorgung Gebäude 44 West - Dokumentation und Wege zur Optimierung. Stuttgart 1997

Roth, A.: Erstellen eines Prozeßmodells für die Lackieranlage Wasserlack 3, Diplomarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten Band 0325, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

REN
.....

Systemtechnische Grundlagen und Methoden (SGM)

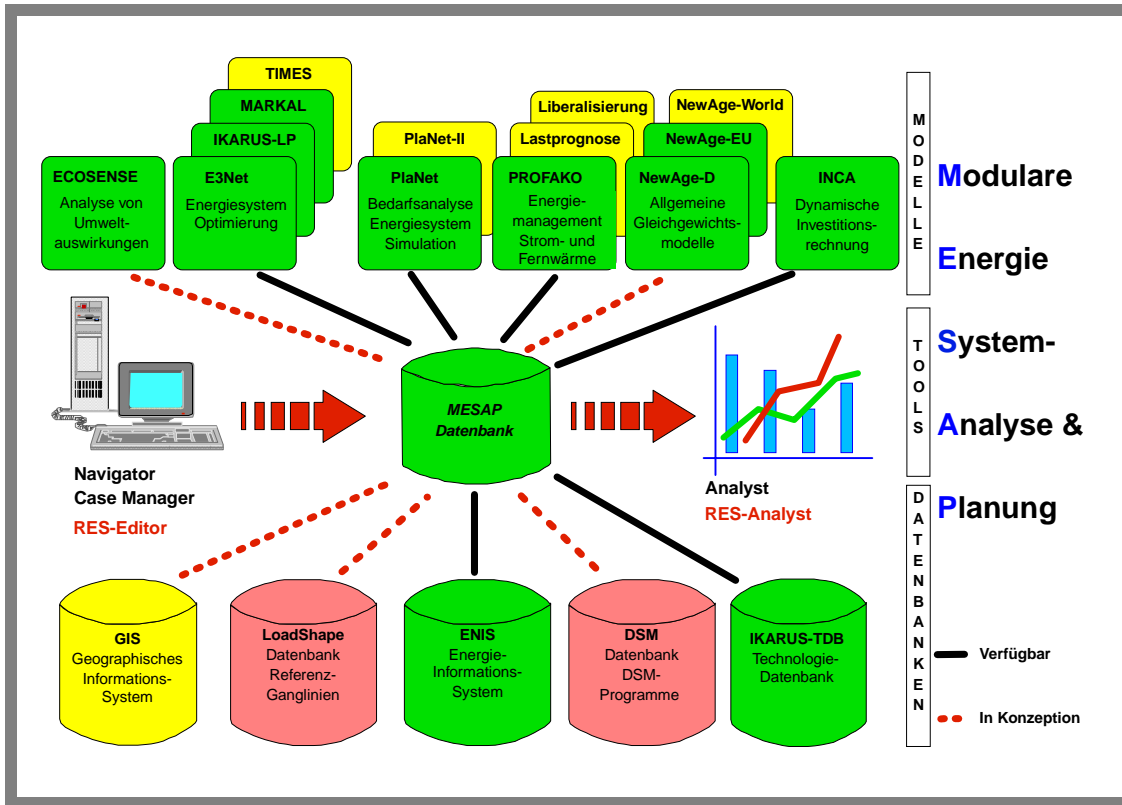


Abbildung 1: Architektur des modularen Energieplanungssystems MESAP

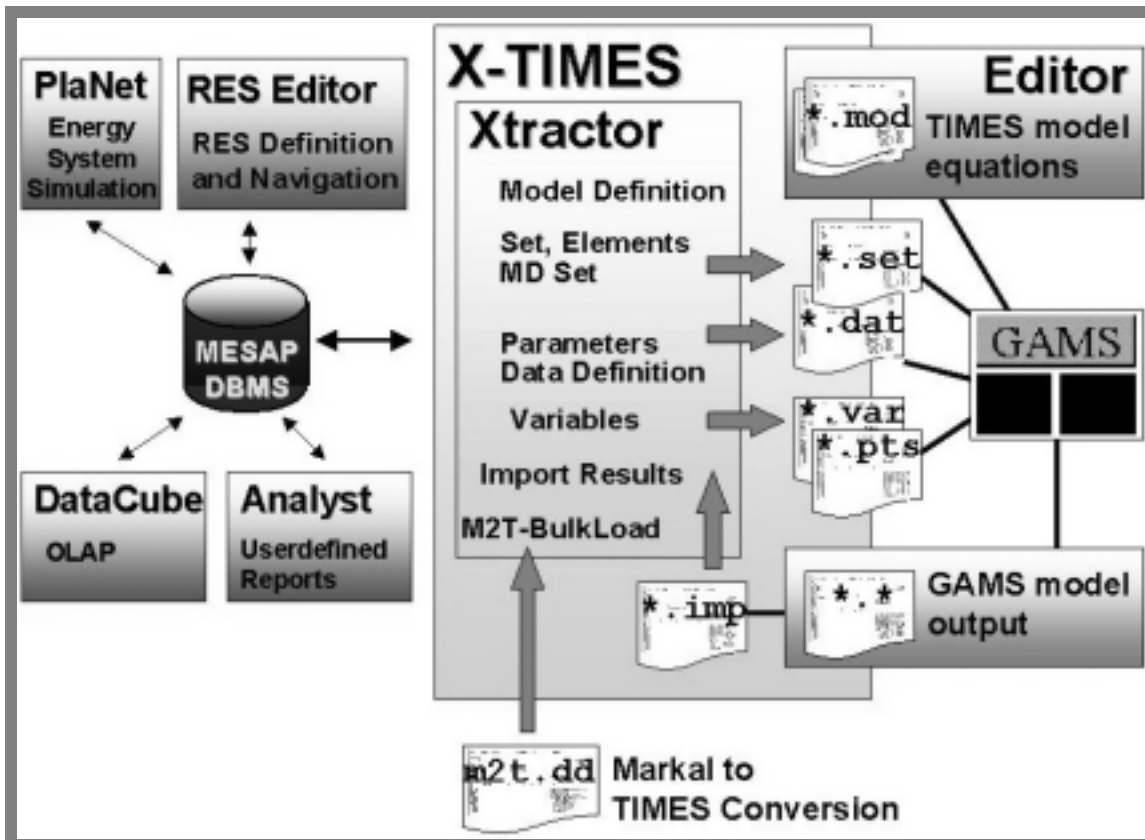


Abbildung 2: Integration des Optimierungsmodells Markal/TIMES (IEA/ETSAP) in MESAP

6. Systemtechnische Grundlagen und Methoden

Energiewirtschaftliche Entscheidungen sind eingebettet in ein komplexes Spannungsfeld von wirtschaftlichen und politischen Interessen sowie technischen und ökologischen Randbedingungen. Mathematische Modelle der realen Energiesysteme dienen dazu, die zukünftigen Energie-, Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialsysteme gedanklich zu gestalten und faktische Zusammenhänge quantitativ aufzuzeigen. Ziel dieser Modelle ist es, die Auswirkungen von energiepolitischen Strategien auf das Systemverhalten zu ermitteln und zu interpretieren, um die bestmögliche Gestaltung des Energiesystems zu finden. In der Praxis werden Modellrechnungen mit computergestützten Planungsinstrumenten durchgeführt. Neuartige Fragestellungen im dynamischen Bereich der Energie- und Umweltanalyse fordern neue methodische Ansätze und immer leistungsfähigere Instrumente für diese komplexen, systemaren Analysen.

Die Abteilung Systemtechnische Grundlagen und Methoden (SGM) entwickelt systemtechnische Planungsmethoden, entscheidungsunterstützende EDV-Instrumente und Informationssysteme für die Analyse und die Modellierung von Energie- und Umweltsystemen. Primäres Ziel dieser Instrumente ist es, eine teamorientierte, interdisziplinäre Arbeitsweise zu ermöglichen und die Planungsaufgabe in allen Phasen des Entscheidungsprozesses zu unterstützen - von der Problemdefinition bis zu Umsetzung und Monitoring der Maßnahmen.

Arbeitsschwerpunkte der SGM sind:

- Entwicklung der Planungssoftware MESAP für die integrierte Energie- und Umweltplanung,
- Erweiterung methodischer Grundlagen für die Energiemodellierung,
- Aufbau von Energieinformationssystemen,
- Lokale Energieplanung, Agenda 21
- Know-How-Transfer in der Energieplanung für Entwicklungsländer durch Begleitung von Fallstudien und Durchführung von Schulungen.

Das Planungsinstrument MESAP

Im Zentrum der SGM-Aktivitäten steht die Weiterentwicklung des Planungsinstruments *MESAP* (**M**odular **E**nergy **S**ystems **A**nalysis and **P**lanning Environment, www.mesap.de), dessen Entwicklung 1984 begonnen wurde. *MESAP* wird für nationale, regionale und kommunale Energie- und Umweltplanung eingesetzt sowie für ganzheitliche Bilanzierung, Technikkettenanalyse und für das betriebliche Energie- und Umweltcontrolling (Stoffstrommanagement). Zusätzlich

bietet *MESAP* die Möglichkeit, Energie- und Umweltinformationssysteme aufzubauen.

MESAP ist modular aufgebaut und vereinigt unter einer einheitlichen Bedienoberfläche verschiedene Operations Research Methoden und eine standardisierte Datenbank. *MESAP* beruht dabei auf dem systemtechnischen Modellbildungskonzept des "Referenzenergiesystems" (RES), welches das Energiesystem als Netzwerk von Gütern und Prozessen abbildet (vgl. Abbildung 3).

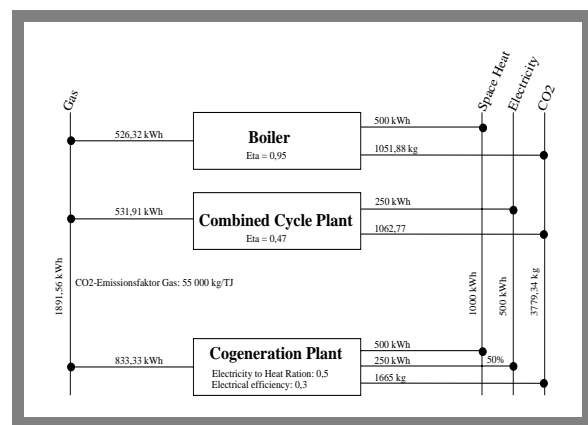


Abbildung 3: Beispiel für ein Referenzenergiesystem

Wie in Abbildung 1 dargestellt, werden in *MESAP* drei Ebenen unterschieden:

Die mittlere Ebene umfaßt die fallstudienorientierte *MESAP* Datenbank, sowie komfortable, grafische Tools zur Dateneingabe und Ergebnisanalyse. Die *MESAP* Datenbank vereinfacht und vereinheitlicht den Datenaustausch zwischen den Planungsmodulen. In ihr werden sowohl die Struktur des RES als auch alle Daten und Szenarien für des zu planenden Systems gespeichert. Eine detaillierte Dokumentation der Daten und Szenarien durch Quellenangaben ist möglich. Das integrierte Maßeinheitenhandling ermöglicht die automatische Umrechnung der Daten. Auf der oberen Ebene bietet *MESAP* vielfältige Modelle für unterschiedliche Fragestellungen, die von der Krafwerkseinsatzplanung bis zur Analyse von Umweltauswirkungen reichen, an (vgl. Abb. 1). Die untere Ebene von *MESAP* bietet Schnittstellen zu zentralen Informationssystemen wie zu der IKARUS-Technologie-datenbank für technische und ökonomische Kennzahlen von Energiewandlungstechnologien in Deutschland oder zu dem am IER entwickelten Energie- und Umweltinformationssystem ENIS sowie zu geographischen Informationssystemen.

Das Energieinformationssystem ENIS

ENIS, das Energieinformationssystem von MESAP, erlaubt es, spezielle und fachübergreifende Zeitreihen zur Energiewirtschaft systematisch zu speichern und zugänglich zu machen. ENIS bietet eine bedienerfreundliche Oberfläche mit vielseitigen und flexiblen Retrievalfunktionen. ENIS enthält volkswirtschaftliche Rahmendaten, Energiedaten, Technikdaten, Umweltdaten, Verkehrsdaten, etc. Vielfältige Datenanalysen lassen sich durchführen und als Berichte und Grafiken darstellen. Vorgefertigte Auswertungen zu allgemeinen Fragestellungen der Energiewirtschaft stehen zur Verfügung. Über die MESAP-Datenbank können Daten aus ENIS auch für Modellrechnungen verwendet werden. Bisher verfügbare ENIS-Datenbanken:

- BMWI Energiedaten Deutschland,
- Energiebilanzen Deutschland der AGE,
- OECD Energiebilanzen,
- Eurostat Energiebilanzen.

Im Rahmen eines Projektes mit Eurelectric, dem europäischen Verband der Elektrizitätswirtschaft, wurde eine ENIS-Internet-Oberfläche entwickelt, mit der die Mitglieder über einen Internet-Browser Daten selektieren, anzeigen und zu Grafiken verarbeiten können. Die Datenerhebung erfolgt ab jetzt ebenfalls über Internet, da berechnete Mitglieder ihre Daten direkt in die Datenbank eintragen können. Der ENIS-Internet-Server ergänzt die bisher üblichen Publikationsformen und ermöglicht eine gesteigerte Aktualität der statistischen Daten (www.eurelectric.org).

TIMES Integration in MESAP

In der Vergangenheit wurden mehrere Energiesystemmodelle (E³Net, EFOM, MARKAL, MESSAGE) entwickelt. Trotz ihrer weiten Verbreitung besitzen diese Modelle jedoch Beschränkungen hinsichtlich ihrer zeitlichen und regionalen Auflösung. Daneben erschwert ein Mangel an Flexibilität die Einbindung neuer Modellansätze. Daher entstand die Idee, mit TIMES (The Integrated Markal-Efom System) ein Modell zu schaffen, daß die Stärken bestehender Modelle vereinigt und die Beschränkungen in den existierenden Modellansätzen beseitigt. TIMES ist ein dynamisches Optimierungsmodell, das von einer internationalen Arbeitsgruppe des Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP, www.ecn.nl.unit_bs/etsap) der IEA (International Energy Agency) in der Modellierungsumgebung GAMS (General Algebraic Modelling System) entwickelt wurde. Mit TIMES lassen sich systematische Zukunftsanalysen im Hinblick auf die Umsetzung energie- oder umweltpolitischer Ziele durchführen.

Durch Anbindung von TIMES an MESAP können die Vorteile der graphischen Benutzeroberfläche (GUI) und der multidimensionalen Datenbank mit Internetfähigkeit auch für TIMES genutzt werden. Die Anbindung wurde mit dem MESAP Modul Xtractor realisiert, das die Modelltopologie und -daten aus der Datenbank direkt in GAMS-Eingabedateien umwandelt und das Rückspeichern der Optimierungsergebnisse ermöglicht. Abb. 2 zeigt den Stand der Integration.

PROFAKO für die neuen Herausforderungen im liberalisierten Energiemarkt

Die deutsche Energiewirtschaft steht aufgrund der Liberalisierung der Energiemärkte vor weitreichenden strukturellen Veränderungen. Die neue Wettbewerbssituation für leitungsgebundene Energieträger betrifft auch regionale und kommunale Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Querverbund von Gas, Strom und Fernwärme. Diese haben jetzt deutlich größere Wahlmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Vorlieferanten und können an Energiebörsen handeln. Das in MESAP integrierte Modell PROFAKO bietet Unterstützung von der klassischen Kraftwerkseinsatzplanung über die Lastprognose, die Angebotskalkulation bis hin zur Bewertung von einzelnen Handelsgeschäften. Kernstück von PROFAKO ist ein mit GAMS implementiertes GGLP-Modell, welches ebenfalls über den Xtractor an MESAP angebunden ist.

Systemtechnische Planungsmethoden

In den Bereich der Weiterentwicklung der systemtechnischen Planungsmethoden fällt u.a. die Integration von Typtagen und Lastganglinien sowie die Berücksichtigung des Stromtransport in Energiesystemmodellen sowie Dekompositionsansätze zur schnellen Lösung komplexer Optimierungsmodelle auf Parallelrechnern. Ein neuartiges Computerserverkonzept soll die Realtime-Simulation von Energiesystemen auch über Internet ermöglichen.

Energieplanung in Entwicklungsländern

Für die Entwicklungsländer ist die nachhaltige Nutzung vorhandener Ressourcen und die zuverlässige Energiebereitstellung eine große Herausforderung. In Zusammenarbeit mit Partnern vor Ort unterstützt das IER die energiepolitische Entscheidungsfindung durch vielfältige Studien. Aktuell werden u.a. Potentiale für die nachhaltige Holzkohlegewinnung, netzgebundene und dezentrale Optionen für die ländliche Stromversorgung, Umsetzungsmöglichkeiten von Clean-Development-Mechanism-Projekten sowie Vorteile einer grenzübergreifenden Elektrizitätsplanung untersucht.

Abgeschlossene Projekte 1998/99

- | | |
|--|---|
| • Creation of a Matrix/Observatory for Energy for the EXPO '98
Projektleitung: J. Bagemihl | Auftraggeber: EU, Thermie
abgeschlossen 01/1998 |
| • Etude du Schéma Globale d'Approvisionnement
Énergétique du RIF (Maroc)
Projektleitung: J. Bagemihl | Auftraggeber: EU, DG I
abgeschlossen 05/1998 |
| • Planung erneuerbarer Energieträger in Marokko
Projektleitung: J. Baur | Auftraggeber: GTZ
abgeschlossen 07/1998 |
| • Aufbau einer Datenbank und eines Modells zur Analyse
Des Holzenergiesystems im Senegal
Projektleitung: J. Baur | Auftraggeber: GTZ
abgeschlossen 12/1998 |
| • Energy Technology Dynamics and
Advanced Energy System Modelling
Projektleitung: C. Schlenzig | Auftraggeber: EU, DG XVII/JOULE III
abgeschlossen 06/1999 |
| • Development of an Internet based Statistical
Information system on the Electricity Industry
Projektleitung: C. Schlenzig | Auftraggeber: Eurelectric
abgeschlossen 07/1999 |
| • Errichtung eines statistischen Informationssystems
für die Verwaltung von Braunkohlestatistiken
Projektleitung: T. Steidle | Auftraggeber: Rheinbraun GmbH
abgeschlossen 07/1999 |
| • Introduction to Systems Analysis with MESAP and
Identification of ist Application in Zimbabwe
Projektleitung: J. Baur | Auftraggeber: GTZ
abgeschlossen 09/1999 |
| • IEA Annex 33: Advanced Local Energy Planning
Advanced Energy System Modelling.
Projektleitung: T. Steidle | Auftraggeber: BMBF, MVV
abgeschlossen 12/1999 |
| • Erarbeitung von Grundlagen für die Weiterentwicklung
Von Energiesystemmodellen.
Projektleitung: C. Schlenzig | Auftraggeber: BMBF
abgeschlossen 12/1999 |
| • Bestimmung optimaler Versorgungsstrukturen für die
Elektrifizierung ländlicher Gebiete in Entwicklungsländern
Dissertation J. Baur | Dissertation
abgeschlossen 12/1999 |
| • Perspektiven von Wasserstoff als Kraftstoff im Öffentlichen
Straßenpersonenverkehr von Ballungsgebieten und von
Baden-Württemberg (in Zusammenarbeit mit Abteilung ESA)
Projektleitung: R. Krüger | Auftraggeber: EnBW, DaimlerChrysler
abgeschlossen 03/2000 |
| • Energieverbrauchsprognose für Bayern
(in Zusammenarbeit mit Abteilung ESA)
Projektleitung: U. Fahl | Auftraggeber: Staatsministerium Bayern
abgeschlossen 03/2000 |
| • Entwicklung standardisierter und automatisierter Berechnungs-
verfahren für die zeitnahe Emissionsberichterstattung
Projektleitung: C. Schlenzig | Auftraggeber: Umweltbundesamt
abgeschlossen 04/2000 |
| • Aufbau eines Energiemanagementsystems für die
Stadtwerke Hamm
Projektleitung: J. Bagemihl | Auftraggeber: Stadtwerke Hamm
abgeschlossen 07/2000 |

IEA Annex 33: "Advanced Local Energy Planning"

Auftraggeber: BMBF, MVV (nur für Deutsches Projekt)

Bearbeiter: R. Jank (KEA, Operating Agent), T. Kilhau (MVV, Leiter), W. Krüger (IC-Consult), S. Rath-Nagel (IC-Consult), C. Schlenzig (IER), T. Steidle (IER)

Laufzeit: 01.01.1997 - 31.12.1999

Aufgabenstellung

Die Energieplanung hat in der Diskussion um die Erreichung der Klimaschutzziele einen neuen Stellenwert erlangt. Insbesondere den Kommunen wird eine aktive Rolle zugewiesen, durch geeignete Planungsvorgaben und Beratungsaktivitäten Haushalte, Industrie und Energieversorger bei der Gestaltung einer sicheren, wirtschaftlichen und nachhaltigen kommunalen Energieversorgung zu unterstützen. Im Rahmen von IEA Annex 22, "Energy Efficient Communities", wurde ein internationaler Methodenvergleich der kommunalen Energieplanung durchgeführt. Der verstärkte Einsatz systemanalytischer Methoden und Modelle soll die festgestellten Schwächen herkömmlicher Energiekonzepte überwinden.

Das Projekt

Im IEA Annex 33, "Advanced Local Energy Planning", wurde in Fallstudien für Göteborg, Mannheim, Turin, Aostatal, Delfland und Basilicata die praktische Anwendungen von systemanalytischen Methoden und Energiesystemmodellen für die kommunale Energieplanung durchgeführt und ein "Leitfaden für die fortgeschrittene örtliche Energieplanung" ausgearbeitet. Die einzelnen Fallstudien wurden von nationalen Teams in enger Kooperation durchgeführt.

Die Erfahrungen und Ergebnisse wurden auf mehreren Workshops intensiv ausgetauscht und im Leitfaden dokumentiert. Als Analysetool für die langfristige Planung wurde das Energiesystemmodell MARKAL in allen Fallstudien eingesetzt. In den einzelnen Fallstudien wurden weitere Modelle für andere Fragestellungen eingesetzt, z. B. MESAP-PlaNet in Mannheim für die Bedarfsanalyse und MARTES in Göteborg für die Auslegung der Fernwärmesysteme.

Ergebnisse

Für die kommunale Energieplanung wurden vier Grundprinzipien aufgestellt:

- Der strukturierte Analyse- und Planungsprozess kombiniert mit einem Kommunikations- und Lernprozess steigert Motivation und Akzeptanz und hilft, Konflikte schon im Frühstadium zu lösen.
- Systemanalytische Methoden und computergestützte Energiesystemmodelle schaffen eine ganzheitliche Bewertungsgrundlage.
- Die strategische Planung wird mit bestehenden Einzelprojekten kombiniert und koordiniert.
- Ein Monitoring der realisierten Projekte ermöglicht einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess.

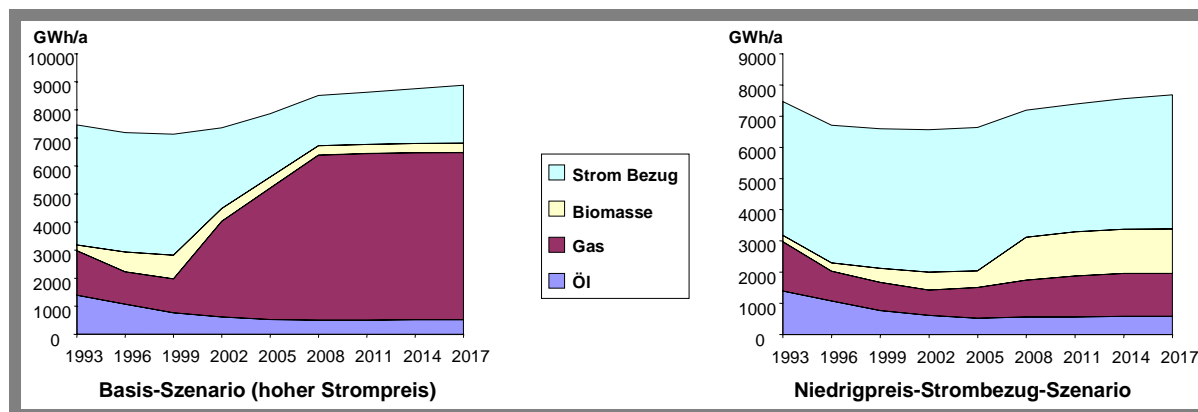


Abbildung 4: Modellergebnisse Erzeugungsstruktur

Der Einsatz von Modellen hat sich in allen Fallstudien bewährt. Abbildung 4 zeigt Modellergebnisse von MARKAL für zwei exemplarische Rechenläufe aus Göteborg. Im Basisszenario ist der Aufbau einer KWK-Anlage auf Gas-Basis ökonomisch sinnvoll. Die erzeugte Fernwärme ist durch den erzielbaren hohen Strompreis am Markt konkurrenzfähig. Im Niedrigpreis-Strombezug-Szenario ist die KWK-Anlage nicht wirtschaftlich. Dieses prinzipielle Ergebnis der Modellläufe kann nun verfeinert werden um festzustellen, wo z. B. die Preisschwelle liegt und welche Konsequenzen die Entscheidung auf die CO₂-Emissionen hat. Erst aufgrund vieler solcher Untersuchungen, die noch andere Parameter gleichzeitig berücksichtigen, läßt sich eine fundierte Entscheidung – hier bezüglich des Aufbaus einer KWK-Anlage - ableiten.

Das Hauptziel der Fallstudie Mannheim war die Überprüfung und Weiterentwicklung des langfristigen Energiekonzepts zur optimalen Gestaltung der Fernwärme- und Gas-Vorzugsgebiete. Abbildung 5 zeigt Ergebnisse des Simulationsmodells MESAP-PlaNet. Anhand einer detaillierten Gebäudetypologie wurde die Nachfrageentwicklung im Wärmemarkt für verschiedene Sanierungsstrategien untersucht. Betrachtet wurde der gesamte Renovierungszyklus über 50 Jahre.

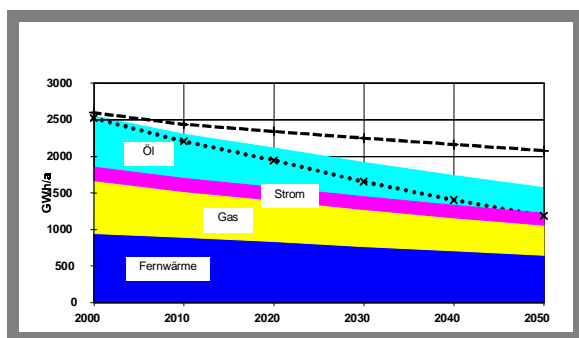


Abbildung 5: Raumwärme- und Warmwassernachfrage

Dargestellt ist eine Sanierungsstrategie, in der 50% des technisch möglichen Potentials erreicht wird. Die Sanierung ist nur bei wenigen Gebäudetypen wirtschaftlich. Die obere gestrichelte Linie gibt die Referenzentwicklung an. Die untere gepunktete Linie stellt das technische Potential dar. Aufgrund des hohen Anteils der Industrie am Energieverbrauch konnte trotz hoher Sanierungsrate bei steigendem Stromverbrauch (0,8%/a; Steinkohlekraftwerk) keine CO₂-Minderung für Mannheim insgesamt erreicht werden.

Abbildung 6 zeigt die Konkurrenzsituation zwischen Fernwärme und Gas im Wärmemarkt bei großen

Mehrfamilienhäusern, wobei jeweils nur zwei extreme Kostenentwicklungen (Vollkosten aus Erzeugung + Verteilung + Hausstation) dargestellt sind. Die Berechnung basiert auf Preisprognosen für Steinkohle (Fernwärmeerzeugung) und Gas, und berücksichtigt die unterschiedlichen Verhältnisse von fixen und variablen Kosten bei Gas- und Fernwärmeverteilung inklusive geringerer Auslastung durch Gebäudesanierung. Trotz einer langfristig höheren Preissteigerung von Gas aufgrund der Weltmarktentwicklung (2%/a gegenüber 1%/a bei Steinkohle) behält Gas seinen Kostenvorteil (ca. 8%) in den nächsten Jahren. Aufgrund verbesserter Gaskessel wird Gas zunächst kostengünstiger.

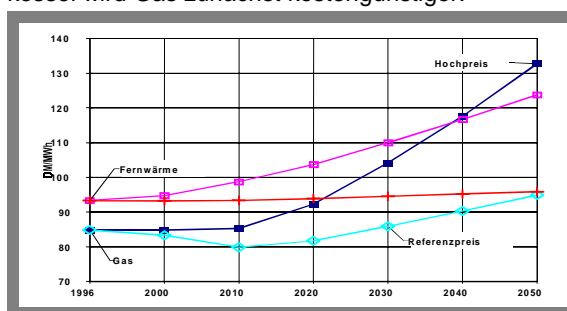


Abbildung 6: Konkurrenzsituation im Wärmemarkt

In die globale Fragestellung in Mannheim wurde eine zunächst unabhängig als Einzelprojekt geplante Ersatzinvestition für ein neues GuD eingebunden. Es konnte nachgewiesen werden, daß diese Investition sehr stark von der Absatzentwicklung im sich (damals) gerade entwickelnden liberalisierten Strommarkt abhängt. Die von MARKAL ausgewiesenen Grenzkosten der Stromerzeugung haben sich hier für die Analyse bewährt.

Als Fazit der Fallstudien kann festgestellt werden, daß der Einsatz der strukturierten Analyse und Planung zusammen mit Energiesystemmodellen für die kommunale Energie- und Klimaschutzplanung erfolgversprechend ist. Die Bedienoberfläche der Software-Werkzeuge muß jedoch noch weiter verbessert werden. Methodische Erweiterungen, um betriebswirtschaftliche Auswirkungen für EVU zu ermitteln, sollen den Nutzen und die Akzeptanz in der Versorgungswirtschaft erhöhen.

Veröffentlichungen (Auswahl)

MVV Energie AG, IC-Consult, IER: "Lokale Energieplanung – Fallstudie Mannheim", Mannheim, August 1999.

IEA: "Advanced Local Energy Planning – a Guidebook", Draft Oktober 1999

Grenzübergreifende integrierte Elektrizitätsplanung im südlichen Afrika

Auftraggeber: Internes Projekt in Kooperation mit dem Energy and Development Research Centre, Universität Kapstadt

Bearbeiter: B. Graeber

Laufzeit: 01.06.1997 - 31.12.1999

Problemstellung

Wegen des Konflikts zwischen Südafrika und seinen Nachbarstaaten war mehr als 40 Jahre lang nur ein sehr eingeschränkter Handel zwischen den Staaten im südlichen Afrika möglich. Das wesentliche Ziel der Energieplanung war der Aufbau einer autarken Energieversorgung. Mit der Demokratisierung und dem wirtschaftlichen Anpassungsprozeß in den Staaten im südlichen Afrika hat sich die politische Situation in den letzten Jahren geändert, und zunehmend ist Handel möglich geworden. Die sich ergänzenden Energieressourcen (Wasserkraft im Norden und fossile Energieträger im Süden) lassen eine wachsende Zusammenarbeit im Energiesektor besonders interessant erscheinen. Insbesondere Elektrizität kann relativ einfach durch bestehende oder neue Verbindungsleitungen zwischen den nationalen Elektrizitätsnetzen in der Region ausgetauscht werden. Weitere Argumente für eine verstärkte Zusammenarbeit im Elektrizitätssektor sind eine Verringerung der zur Sicherung der Versorgung notwendigen Reserveleistung und gegeneinander verschobene Spitzenverbrauchszeiten in einzelnen Ländern.

Grundlegende Fragestellung dieses Projekts war es, wie ein Elektrizitätssystem langfristig grenzübergreifend unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Interessen geplant werden kann.

Modellierung

Ausgehend von dieser Fragestellung wurde ein gemischt-ganzzahliges lineares Optimierungsmodell aufgestellt, das eine grenzübergreifende kombinierte Kraftwerks- und Netzausbauplanung ermöglicht. Nationale Sicherheitsaspekte können ebenso Berücksichtigung finden wie quantifizierbare externe Effekte (z.B. CO₂-Emissionen).

Das Modell umfaßt die zwölf SADC-Staaten Angola, Botswana, Demokratische Republik Kongo, Lesotho, Malawi, Mosambik, Namibia, Sambia, Simbabwe, Südafrika, Swasiland und Tansania auf dem afrikanischen Festland. Die geographische Modellstruktur

wird durch 16 Knoten gebildet, welche durch 25 existierende oder neue Übertragungsleitungen verknüpft sind. Die Elektrizitätsnachfrage wird durch je eine Nachfragegruppe pro Knoten beschrieben und die Erzeugungsseite durch über hundert modellierte Kraftwerke. Als Modellierungszeitraum wurden die Jahre 1999 bis 2018 gewählt.

Mehrere Szenarien für das Nachfragewachstum, für den Grad der grenzübergreifenden Zusammenarbeit und für verschiedene Möglichkeiten zur Berücksichtigung der CO₂-Emissionen bei der Optimierung wurden aufgestellt.

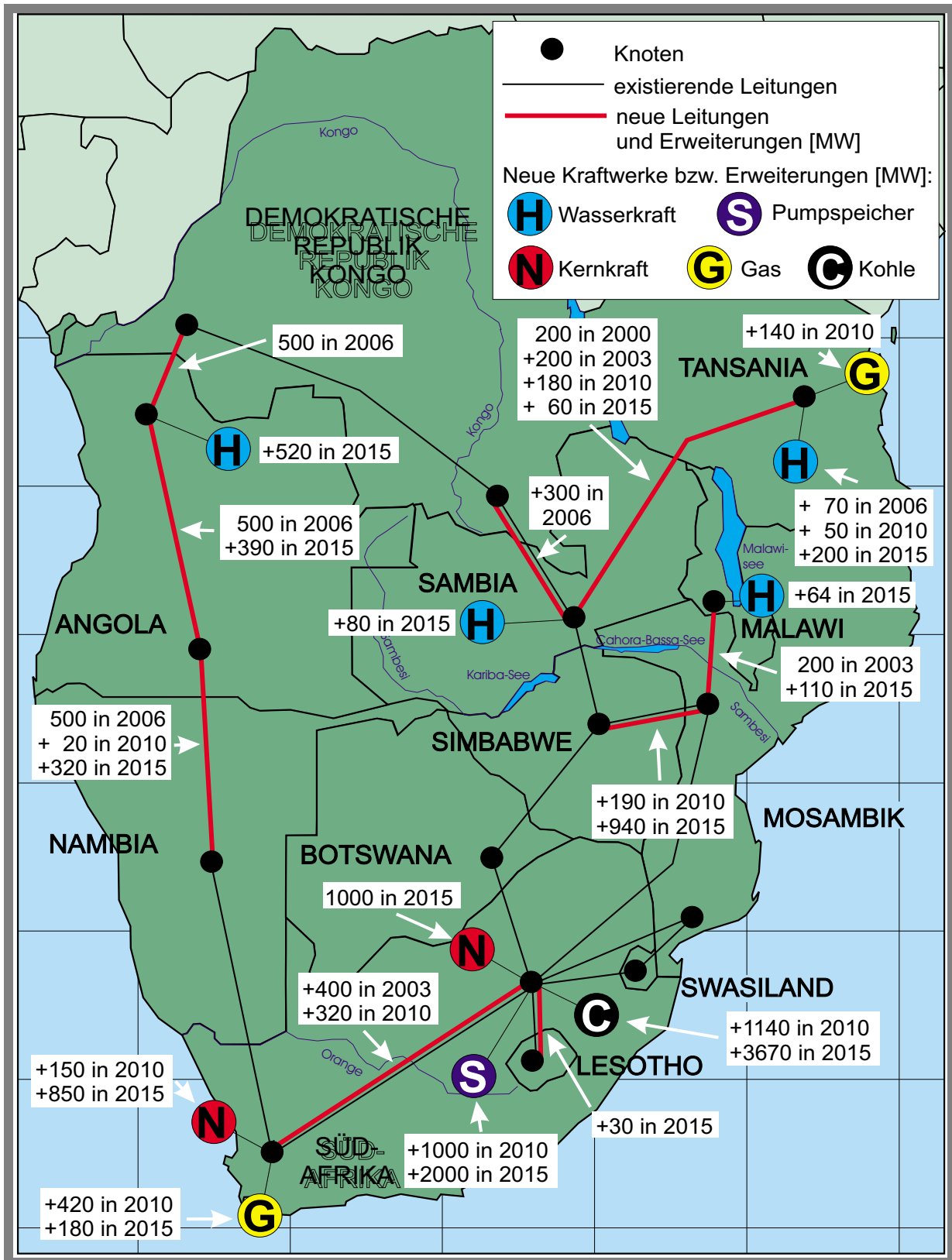
Ergebnisse

Für jedes Szenario wurde die optimale Ausbaustrategie ermittelt. Exemplarisch ist das Ergebnis für mittleres Nachfragewachstum in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Das Einsparungspotential durch grenzübergreifende Zusammenarbeit beläuft sich auf ca. 2 Mrd. US\$ (oder 5 % der Gesamtkosten) für den 20-jährigen Planungszeitraum im Vergleich zu einer weitgehend unabhängigen Planung, die bisher im südlichen Afrika die Praxis ist. Dabei wurden weder nationale Sicherheitsreserven noch Handelsbeschränkungen berücksichtigt. Werden CO₂-Emissionen mit externen Kosten in Höhe von 4 bis 15 US\$/t CO₂ belegt, so werden verstärkt Wasserkraftwerke gebaut und die CO₂-Emissionen reduzieren sich um 22 bis 55 % in den letzten Jahren der Modellierungsperiode.

Veröffentlichungen

Fecher, R.; Graeber, B.: What is Regional Integrated Resource Planning? In: Energy and the Environment, Vol. 6, S. 15-33. Carl Duisburg Gesellschaft, Berlin, 1998.

Graeber, B.: Generation and transmission expansion planning in Southern Africa. In: IEEE Africon 1999, 28.9.-1.10.99, Vol. 2, S. 983-988. Cape Technicon, Kapstadt, 1999.



SGM
.....

Abbildung 7: Optimale Ausbaustrategie bei mittlerem Nachfragewachstum

Lehre am IER

7. Lehre am IER

Ausgehend von der aus den Forschungsgebieten des IER abgeleiteten Kernkompetenz "Interdisziplinäre und ganzheitliche Bearbeitung von Problemstellungen aus der Energietechnik und –wirtschaft unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte mit systemanalytischen Methoden" liegt der Schwerpunkt des Lehrangebots auf der Vermittlung der dazu notwendigen Methoden und Wissensgrundlagen für ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen. Einen Überblick über die vom IER angebotenen Fachkombinationen und ihren Umfang in den einzelnen Studienrichtungen bietet Tabelle 1. Basis ist die Einbindung in die Ingenieur fakultät Energietechnik und die dort schwerpunktmäßig angesiedelte Ausbildung für energietechnische Fächer in den

Studiengängen Maschinenwesen und Energie- und Anlagentechnik. Für Studierende der Informatik und der Technischen Kybernetik wird Energietechnik aus systemarer Sicht als Nebenfach oder Anwendungsfach angeboten. Die aus den Forschungs- und Ausbildungszielen des IER resultierende Anforderung nach Interdisziplinarität findet in der Lehre besonders ihren Ausdruck im Lehrangebot für den inter fakultativen Studiengang Umweltschutztechnik und der für die Universität Stuttgart spezifischen Ausbildungsmöglichkeit zum technisch orientierten Diplomkaufmann. Das Lehrangebot für Umweltschutztechnik bietet Studierenden eine breitgefächerte Vertiefungsmöglichkeit im Themenkomplex Energie und Umwelt. Im Studiengang der technisch orientierten Betriebswirtschaftslehre besteht für Stu-

Tabelle 1: Angebotene Fächer in den einzelnen Studienrichtungen

Studienrichtung	Fach	Umfang SWS*)
Maschinenwesen (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtfach Energiesysteme I • Hauptfach Energiesysteme 	4 10
Energie- und Anlagentechnik (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Vordiplom Einführung in die Energietechnik (Ringvorlesung) • Pflichtfach Energiesysteme • Hauptfach Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung 	4 13
Technisch orientierte BWL (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Technisches Schwerpunktfach Energietechnik • Wahlpflichtfach Energiewirtschaft 	16 12
Informatik (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Nebenfach Energietechnik 	28
Technische Kybernetik (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsfach Energietechnik 	12
Umweltschutztechnik (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Pflichtfach Umweltökonomie und Technikbewertung • Grundfach Energie und Umwelt I • Vertiefungsfach Energie und Umwelt II 	2 8 9
Verfahrenstechnik (Diplom)	<ul style="list-style-type: none"> • Wahlpflichtfach 	4

*) Semesterwochenstunden: Vorlesungsumfang je Woche in der Vorlesungszeit

dierende neben der Möglichkeit einer technischen Vertiefung im Bereich Energietechnik noch zusätzlich das Angebot, sich in einem Wahlfach im Rahmen einer speziellen Betriebswirtschaftslehre mit den Inhalten und Besonderheiten der Energiewirtschaft vertraut zu machen. Die Lehrangebote des IER können im Studiengang Verfahrenstechnik als Wahlpflichtfach gehört werden.

Die Lehrangebote des IER beziehen sich grundsätzlich auf das jeweilige Hauptstudium bzw. den zweiten Studienabschnitt.

Um zeitnahe, realistische Impulse aus der Berufspraxis in die akademische Ausbildung zu integrieren, sind vier externe Lehrbeauftragte aus Wirtschaft und Industrie in das Lehrangebot eingebunden. Zusätzliche Möglichkeiten für eine rechtzeitige Praxisorientierung während des Studiums bestehen durch eine Teilnahme an punktuell angebotenen Exkursionen, Planspielen und den vom IER veranstalteten überregionalen Tagungen aus allen Bereichen der Energiewirtschaft. Art und Umfang der einzelnen IER-Lehrveranstaltungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: IER-Lehrveranstaltungen

Dozent	Titel der Lehrveranstaltung	Vorlesung SWS*)	Übung SWS*)
Voß	Energiesysteme I: Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung	4	-
Voß	Energiesysteme II: Energieanlagen und Rationelle Energieanwendung	2	1
Voß	Systemtechnische Planungsmethoden in der Energiewirtschaft	2	1
Nonnenmacher	Fernwärmeversorgung	2	-
Friedrich	Energie und Umwelt	2	-
Kaltschmitt	Regenerative Energieträger zur Stromerzeugung I + II	2/1	-
Elsässer	Energie- und Wärmeversorgungssysteme in der Industrie	1	-
Friedrich	Umweltökonomie und Technikbewertung	2	-
Mattis	Strategische Unternehmensplanung in der leitungsgebundenen Energiewirtschaft	1	-
Stützle	Entsorgung von Stoffen aus energietechnischen Anlagen	2	-
Voß, Thöne	IER-Kolloquium zu aktuellen Fragen der Energiewirtschaft	2	
Friedrich, Thöne	Workshop: Derzeitige und zukünftige Energieversorgung und Umweltbelastung in der BRD		2
Voß, Thöne, Fahl	Betriebswirtschaftliches Seminar zu aktuellen Fragen der Energiewirtschaft		2
Voß, Thöne	Sechs Praktikumsversuche Energiesysteme, Umweltschutztechnik		4
Voß, Thöne	Exkursionen		2

*) Semesterwochenstunden: Vorlesungsumfang je Woche in der Vorlesungszeit

Lehre am IER

Das übergeordnete Ziel der Lehre am IER ist:

- Die Vermittlung der notwendigen technisch-physikalisch-chemischen Kenntnisse und Zusammenhänge für Systeme zur Wandlung von Energie.
- Die Darstellung und Erläuterung aller bestehenden und innovativen Energietechniken und ihre Einbindung in Gesamtsysteme.
- Die Vermittlung der wirtschaftlichen Einzelaspekte und gesamtwirtschaftlichen Implikationen der Energietechnik und -versorgung.
- Das Aufzeigen der wechselseitigen Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen Energieversorgung, Wirtschaft und Umwelt.
- Die Vermittlung systemanalytischer Methoden, Verfahren und Modelle für Berufsfelder im Spannungsfeld Energie – Wirtschaft – Umwelt, die sich mit Planung, Betrieb sowie ökonomischer und ökologischer Bewertung von Energieanlagen und -dienstleistungen befassen.

Um die steigenden Globalisierungstendenzen in Ausbildung und Beruf auch zukünftig erfolgreich berücksichtigen zu können, wird das IER sich an strukturell geeigneten Masterstudiengängen, die derzeit an der Universität Stuttgart entwickelt werden, mit neuen Lehrangeboten in Englisch beteiligen.

Darüber hinaus besteht eine Kooperation mit der privaten Universität Stuttgart Institute of Management and Technology (SIMT), mit dem Ziel ein Advanced Technology Lehrmodul mit dem Titel Resources, Energy and Environment im Masterstudiengang International Management ab WS 00/01 anzubieten.

Integriertes Auslandsstudium

Für Interessenten eines integrierten Auslandsstudiums bestehen derzeit drei Angebote, Teile des Studiums im Ausland zu absolvieren.

1. *University of Cape Town, Südafrika*

An der Faculty of Engineering and the Built Environment können Vorlesungen im Bereich des klassischen Maschinenbaus sowie der Energietechnik und -wirtschaft belegt werden.

Studienarbeiten können am Energy and Development Research Centre (EDRC) und dem Energy Research Institute (ERI) angefertigt werden, die sich z.B. mit Themen im Bereich der Energieversorgung und der regenerativen Energien befassen.

2. *University of Auckland, Neuseeland*

Am Department of Mechanical Engineering der University of Auckland in Neuseeland können Vorlesungen besucht und eine Studienarbeit im Bereich energietechnischer und energiewirtschaftlicher Fragestellungen angefertigt werden.

Das Austauschprogramm wird vom Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) gefördert mit einem Stipendium von ca. 700 DM/Monat sowie einer Reisekostenpauschale von ca. 3.000 DM. Das akademische Jahr in Auckland dauert etwa von Februar bis Ende Oktober.

3. *Chalmers University of Technology Göteborg, Schweden*

Stipendiengeber: EU-Programm ERASMUS
Inhalt: Besuch von Vorlesungen, Studienarbeit
Dauer: 6 Monate

Voraussetzungen:

- Abgeschlossenes Vordiplom
- Studienschwerpunkte Energietechnik
- Gute Studienleistungen

8. Veröffentlichungen und Vorträge 1998/99

Forschungsberichte und Projektberichte

Anshelm, F.; Gauger, T.; Köble, R.; Mayerhofer, P.; Droste-Franke, B.; Friedrich, R.:

Kartierung von Toleranzgrenzwerten der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Materialien in Deutschland, Endbericht zum Forschungsvorhaben FKZ 108 07 034 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Institut für Navigation; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Anshelm, F.; Gauger, T.; Köble, R.; Mayerhofer, P.; Droste-Franke, B.; Friedrich, R.:

Kartierung von Toleranzgrenzwerten der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Materialien in Deutschland - Kartenband, Endbericht zum Forschungsvorhaben FKZ 108 07 034 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Institut für Navigation; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Baumhögger, F.; Baumhögger, J.; Baur, J.; Kühner, R.; Schellmann, U.; Schlenzig, C.; Schweiker, A.; Steidle, T.:

Mesap Manual, Version 3.1, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Baumhögger, J.; Baur, J.; Schlenzig, C.:

Mesap - User's Guide, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Baur, Jörg:

MESAP - Methodological Concept of PlaNet, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Becher, Stefan:

Biogene Festbrennstoffe als Substitut für fossile Brennstoffe - Energie- und Emissionsbilanzen. IER-Forschungsbericht Band 50, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Biffar, B.; Thöne, E.:

Reinraumklimaanlage Alcatel SEL AG, Stuttgart-Zuffenhausen, Bau 80: Analyse des Anlagenbetriebs und Untersuchung von Verbesserungsmöglichkeiten. Projektbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Biffar, Bernd

Messung und Synthese von Wärmelastgängen in der Energieanalyse. IER-Forschungsbericht Band 55, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Blesl, M.; Schweiker, A.; Schlenzig, C.:

Erweiterung der Analysemöglichkeiten von Network - Der Netzwerkkeditor. IER-Forschungsbericht Band 51, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Deutscher, P.; Elsberger, M.; Rouvel, L.:

Daten zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf im Freistaat Bayern. Energieverbrauchsprognose für Bayern – Materialien 5, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Dreiseidler, A.; Baumbach, G.; Pregger, T.; Obermeier, A.:

Studie zur Korngrößenverteilung (< PM₁₀ und < PM_{2,5}) von Staubemissionen, Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Droste-Franke, B.; Heck, T.; Krewitt, W.; Malthan, D.; Mayerhofer, P.; Pattermann, F.; Trukenmüller, A.; Ungermann, R.; Friedrich, R.:

EcoSense Brazil/Latin America, Version 1.0. User's Manual, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Fahl, U.; Blesl, M.; Herrmann, D.; Kemfert, C.; Remme, U.; Specht, H.; Voß, A.:

Bedeutung der Kernenergie für die Energiewirtschaft in Baden-Württemberg – Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs. IER-Forschungsbericht Band 62, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Fahl, U.; Schaumann, P.; Böhringer, C.; Voß, A.:

Handlungsmöglichkeiten Baden-Württembergs im Bereich Klimaschutz, Endbericht des Projektes "Umweltplan Baden-Württemberg", Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Fleißner, Edgar:

Statistische Methoden der Energiebedarfsanalyse im Kleinverbrauchersektor. IER-Forschungsbericht Band 54, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Freibauer, A.; Kaltschmitt, M. (Hrsg.):

Approaches to Greenhouse Gas Inventories of Biogenic Sources in Agriculture. IER-Forschungsbericht Band 53, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Friedrich, R.; Bickel, P.; Krewitt, W. (Hrsg.):

External Costs of Transport. IER-Forschungsbericht Band 46, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Greßmann, A.; Sawillion, M.; Krewitt, W.; Friedrich, R.:

Vergleich der externen Effekte von KWK-Anlagen mit Anlagen zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme. IER-Forschungsbericht Band 61, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Haug, J.; Gebhardt, B.; Weber, C.; van Wees, M.; Fahl, U.; Adnot, J.; Cauret, L.; Pierru, A.; Lantz, F.; Bode, J.-W.; Vis, J.; van Wijk, A.; Stanciaszek, D.; Zavody, Z.:

Evaluation and Comparison of Utility's and Governmental DSM-Programmes for the Promotion of Condensing Boilers. IER-Forschungsbericht Band 52, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Heck, T.; Krewitt, W.; Malthan, D.; Mayerhofer, P.; Pattermann, F.; Trukenmüller, A.; Ungermann, R.; Friedrich, R.:

EcoSense 2.0. User's Manual. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Heinz, A.; Stülpnagel, R.; Kaltschmitt, M.; Scheffer, K.; Jezierska, D.:

Feucht- und Trockengutlinien zur Energiegewinnung aus biogenen Festbrennstoffen. Vergleich anhand von Energie- und Emissionsbilanzen sowie anhand der Kosten. IER-Forschungsbericht Band 63, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Hermes, H.-D.; Thöne, E.; Voß, A.; Desprez, H.; Weimann, G.; Kamelander, G.; Ureta, C.:

Tools for the Dissemination and Realization of Rational Use of Energy in Small and Medium Sized Enterprises. IER-Forschungsbericht Band 45, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Hufendiek, K.; Kaltschmitt, M.:

Datenanalyse für die systematische Erstellung von Lastprognosesystemen auf der Basis künstlicher neuronaler Netze. Projektbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (Hrsg.):

Tätigkeitsbericht 1996/97, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Jeeninga, H.; Weber, C.; Mäenpää, I.; Rivero García, F.; Wiltshire, V.; Wade, J.:

Employment Impacts of Energy Conservation Schemes in the Residential Sector. Calculation of direct and indirect employment effects using a dedicated input/output simulation approach. A contribution to the SAVE Employment project. SAVE contract XVII/4.1031/D97-032. Projektbericht, hrsg. v. Netherlands Energy Research Foundation (ECN), Petten 1999

John, Christian:

Emissionen von Luftverunreinigungen aus dem Straßenverkehr in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung - Untersuchung von Emissionsszenarien am Beispiel Baden-Württembergs. IER-Forschungsbericht Band 58, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Kaltschmitt, M.; Rösch, C.; Dinkelbach, L. (Hrsg.): **Biomass Gasification in Europe**, European Commission Studies (AIR-CT-94-2284), Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Kaltschmitt, M.; Bauen, A.; Heinz, A.: **Perspektiven einer energetischen Nutzung organischer Ernte- und Produktionsrückstände in Entwicklungsländern**. Wissenschaftliches Gutachten für den Ausschuß Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Kayser, Martin: **Energetische Nutzung hydrothermalen Erdwärmevorkommen in Deutschland - Eine energiewirtschaftliche Analyse**. IER-Forschungsbericht Band 59, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Kemfert, C.; Ellersdorfer, I.; Specht, H.: **Wettbewerb und Energieversorgungsstrukturen der Zukunft: Analyse der Auswirkungen wettbewerblicher Strommärkte auf die Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg**. Projektbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Kemfert, C.; Schmidt, G.; Böhringer, Ch.; Schumann, P.; Läge, E.; Schlenzig, C. et al.: **Economic Foundations for Energy Policy**. The Shared Analysis Project. Energy in Europe. Special Issue, Dezember 1999, hrsg. v. European Commission, Brüssel 1999

Krüger, R.; Fahl, U.; Obermeier, A.; Voß, A.: **Strategien zur Senkung der Feinstaub- und anderer Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg durch einen verstärkten Einsatz von Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeugen, Projektbericht**, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Krüger, R.; Krewitt, W.: **STEEDS-LCM/EIM – Reference Guide - Reference Guide for Life-Cycle Assessment and Environmental Impact Assessment**, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Krüger, R.; Krewitt, W.: **STEEDS-LCM/EIM – Model Guide – Model Guide for Life-Cycle Assessment and Environmental Impact Assessment**, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Kühlwein, J.; Friedrich, R.; Obermeier, A.; Theloke, J.: **Abschätzung und Bewertung der Unsicherheiten hochaufgelöster NO_x- und NMVOC-Emissionsdaten**, Forschungsbericht FZKA-BWPLUS 30, hrsg. v. Horsch, F. et al., Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe, 1999 – Internet: <http://bwplus.fzk.de/berichte/Ber/PEF296002SBer.pdf>

Kühner, R.; Schellmann, U.: **MESAP - Training Course**, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Lux, Rainer: **Auswirkungen fluktuierender Einspeisung auf die Stromerzeugung konventioneller Kraftwerkssysteme**. IER-Forschungsbericht Band 60, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Lux, R.; Sontow, J.; Voß, A.: **Systemtechnische Analyse der Auswirkungen einer windtechnischen Stromerzeugung auf den konventionellen Kraftwerkspark**. IER-Forschungsbericht Band 56, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Moussiopoulos, N.; Sahm, P.; Turlou, P. M.; Friedrich, R.; Wickert, B.; Reis, S.; Simpson, D.: **Technical Expertise in the Context of the Commission's Communication on an Ozone Strategy**. Final report to European Commission DGXI, Thessaloniki, Greece 1998

Poltermann, G.; Berret, S.: **ISO 14001ff und Öko-Audit - Methodik und Umsetzung**. IER-Forschungsbericht Band 48, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Rath-Nagel, Stefan: **Strom- und Gasimportmöglichkeiten nach Deutschland mit besonderem Blick auf Bayern. Energieverbrauchsprognose für Bayern – Materialien 6**, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Schaumann, P.; Blesl, M.; Böhringer, C.; Fahl, U.; Kühner, R.; Läge, E.; Molt, S.; Schlenzig, C.; Stuible, A.; Voß, A. :

Einbindung des ECOLOG-Modells E³Net und Integration neuer methodischer Ansätze in das IKARUS-Instrumentarium (ECOLOG II). IER-Forschungsbericht Band 49, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Schlenzig, Christoph:

MESAP: An Information and Decision Support System for Energy Planning and Environmental Management, Overview Brochure, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Schlenzig, Christoph:

PlaNet: Ein entscheidungsunterstützendes System für die Energie- und Umweltplanung. IER-Forschungsbericht Band 47, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Schlenzig, C.; Stuible, A.:

Entwicklung eines Simulationsansatzes für Energiesystemmodelle: das entscheidungsunterstützende System PlaNet. Projektbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Schmid, S.; Droste-Franke, B.; Heck, T.; Krewitt, W.; Malthan, D.; Mayerhofer, P.; Pattermann, F.; Trukenmüller, A.; Ungermann, R.:

EcoSense – Transport, Version 3.03 T. User's Manual, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Schweiker, A.; Schlenzig, C.; Baumhögger, F.:

Getting Started with Mesap: Using Network and Planet, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Stelzer, Thomas:

Biokraftstoffe im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen - Lebensweganalysen von Umweltwirkungen. IER-Forschungsbericht Band 57, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

Voß, A.; Fahl, U.; Krewitt, W.:

Nachhaltigkeit und Energieversorgung. Energieverbrauchsprognose für Bayern – Materialien 2, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1999

.....
Bücher und Buchbeiträge

Canz, Tobias:

Entscheidungsunterstützung und Behandlung von Unsicherheiten in Energiesystemmodellen mittels Fuzzy Linearer Programmierung. D 93 (Diss. Universität Stuttgart). Shaker Verlag, Aachen 1999

Ebel, A.; Friedrich, R.; Rodhe, H. (Hrsg.):

Tropospheric Modelling and Emission Estimation. Chemical Transport and Emission Modelling on Regional, Global and Urban Scales (Transport and Chemical Transformation of Pollutants in the Troposphere, Volume 7), Berlin [u.a.] 1998

Friedrich, R.; Schwarz, U.:

Emission Inventories, in: Urban Air Pollution – European Aspects, hrsg. v. Fenger, J.; Hertel, O.; Palmgren, F., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht [u.a.] , 1998, S. 93 - 106

Friedrich, R.; Obermeier, A.:

Anthropogenic Emissions of Volatile Organic Compounds, in: Reactive Hydrocarbons in the Atmosphere, hrsg. v. Hewitt, C. N., Academic Press, 1999, S. 1 - 39

Gressmann, Alexander:

Critical Review of Practical Risk Aversion Approaches in External Cost Studies, in: Improvement of the Assessment of the External Costs of Severe Nuclear Accidents, hrsg. v. Markandaya, A.; Dale, N.; Schneider, Th., CEPN, Fontenay aux Roses, 1998, Report Nr. 260, S. 2-1-1 - 2-1-18

Herrmann, D.; Fahl, U.; Voß, A.:

Energieumwandlungstechniken als Elemente in Minderungsstrategien energiebedingter Klimagasemissionen, in: Das IKARUS-Projekt: Klimaschutz in Deutschland – Strategien für 2000 - 2020, hrsg. v. Stein, G.; Wagner, H.-F., Springer-Verlag, 1999, S. 63 - 83

Jonson, J.E.; Simpson, D.; Mylona, S.; Reis, S.:

Emissions for modelling purposes, in: Transboundary Photo-oxidants in Europe. EMEP Summary Report 2/1999, hrsg. v. EMEP (Cooperative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe), Oslo 1999, S. 5 – 10

Jonson, J.E.; Simpson, D.; Reis, S.; Sundet, J.K.; Tarrasón, L.:

Model calculations for the year 2010, in: Transboundary Photo-oxidants in Europe. EMEP Summary Report 2/1999, hrsg. v. EMEP (Cooperative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe), Oslo 1999, S. 11 – 18

Krewitt, W.; Trukenmüller, A.; Gressmann, A.; Friedrich, R.:

Berechnung der aggregierten externen Kosten durch die Strom- und Wärmeerzeugung aus fossilen Energieträgern in Österreich, hrsg. v. Verband der Elektrizitätswerke Österreich (VEÖ), Wien 1999

Marheineke, T.; Friedrich, R.; Krewitt, W.:

Application of a Hybrid-Approach to the Life Cycle Inventory Analysis of a Freight Transport Task, in: SAE 1998 Transactions – Journal of Passenger Cars, hrsg. v. Society of Automotive Engineers (SAE), Warrendale PA, USA, 1999

Poltermann, Gabriele:

Vergleich von EDV-Systemen zur Unterstützung des betrieblichen Umweltmanagements, in: Umweltmanagementsysteme zwischen Anspruch und Wirklichkeit - Eine interdisziplinäre Auseinandersetzung mit der EG-Öko-Audit-Verordnung und der DIN EN ISO 14001, hrsg. v. Doktoranden-Netzwerk Öko-Audit e.V., Springer-Verlag, Berlin [u.a.] 1998, S. 143 - 151

Poltermann, Gabriele:

Erste Erfahrungen mit der Anwendung der DIN ISO 14001 - eine empirische Untersuchung, in: Umweltmanagementsysteme zwischen Anspruch und Wirklichkeit - Eine interdisziplinäre Auseinandersetzung mit der EG-Öko-Audit-Verordnung und der DIN EN ISO 14001, hrsg. v. Doktoranden-Netzwerk Öko-Audit e.V., Springer-Verlag, Berlin [u.a.] 1998, S. 287 - 311

Sander, Kai:

Emissionen und Wirkungsgradbilanzen, in: Brennstoffzellen, VIK-Berichte Nr. 214 November 1999, hrsg. v. VIK – Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e. V., Essen 1999, S. 63 – 75

Seier, Jochen:

Luftschadstoffemissionen aus Feuerungsanlagen, hrsg. v. Forschungszentrum Karlsruhe. Technik und Umwelt. Wissenschaftliche Berichte FZKA 6062, Karlsruhe 1998

Voß, Alfred:

Rationelle Energiewirtschaft – Perspektiven für den Klimaschutz, in: Seminarband der Zentralen Informationsstelle Umweltberatung Bayern "Global und Lokal – Klimaschutz für das 21. Jahrhundert", GSF-Bericht 9/99, hrsg. v. GSF – Forschungszentrum für Umwelt + Gesundheit GmbH, S. 81 – 95

Weber, Christoph:

Zerlegung kumulierter Energieaufwendungen als Instrument der umweltorientierten Verflechtungsanalyse, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik Bd. 217/3, hrsg. v. Wagner, A.; Strecker, H., Lucius & Lucius, Stuttgart 1998, S. 273 - 291

Weinmann, Jürgen:

Entwicklung eines parallelen Algorithmus zur diskreten Simulation von Energiesystemen. D 93 (Diss. Universität Stuttgart). Verlag Grauer, Stuttgart 1999

.....

Zeitschriftenartikel

Birkhofer, A.; Grawe, J.; Popp, M.; Voß, A.; Wegener, D.:

Memorandum zur Kernenergie, in: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, 12. Jg. (1999) Heft 4, S. 563 - 565

Böhringer, Christoph:

The Synthesis of Bottom-up and Top-down in Energy Policy Modeling, in: Energy Economics 20 (1998), S. 233 - 248

Böhringer, C.; Fahl, U.; Voß, A.:

Die grüne Dividende wird nur einmal ausgeschüttet, in: Handelsblatt vom 11.11.1998, S. 49

Böhringer, C.; Pahlke, A.; Vöhringer, F.; Fahl, U.; Voß, A.:

Ökosteuerstudien - ein kritischer Vergleich, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 48. Jg. (1998) Heft 3, S. 167 - 172

Böhringer, C.; Voß, A.; Kühner, R.; Reuter, A.; Kolp, P.; Messner, S.; Strubegger, M.:

Das "Toronto-Technologie-Programm": Eine kritische Bewertung, in: VEO Journal 12 (1998), S. 28 - 31

Deimling, S.; Kaltschmitt, M.:

Biogene Festbrennstoffe – besser als ihr Ruf!, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 49. Jg. (1999) Heft 10, S. 686 - 691

Freibauer, A.; Kaltschmitt, M.:

Gasförmige Stickstoffemissionen im Lebensweg von Getreide zur Energiebereitstellung, in: Umweltwissenschaften und Schadstoffforschung. Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 10 (6)1998, S. 353 - 365

Friedrich, R.; Reis, S.; Voehringer, F.; Simpson, D.; Moussiopoulos, N.; Sahn, P.; Turlou, P.M.; Salmons, R.; Papameletiou, D.; Maqueda, J.M.:

Assessment of Policy Instruments for Efficient Ozone Abatement Strategies in Europe, in: ESPR-Environmental Science & Pollution Research, 5. Jg. (1998) Heft 3, S. 125 - 126

Friedrich, R.; Krewitt, W.:

Externe Kosten der Stromerzeugung, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 48. Jg. (1998) Heft 12, S. 789 - 794

Härdtlein, M.; Kaltschmitt, M.; Lewandowski, I.:

Nachhaltigkeit in der Pflanzenproduktion. Teil I: Begriffsbestimmung als Grundlage für die Operationalisierung der Nachhaltigkeit, in: UWSF - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, 10. Jg. (1998) Nr. 3, S. 135 - 140

Härdtlein, M.; Kaltschmitt, M.; Lewandowski, I.:

Nachhaltigkeit in der Pflanzenproduktion. Teil II: Methodischer Ansatz zur Erfassung und Umsetzung der Nachhaltigkeit, in: UWSF - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, 10. Jg. (1998) Nr. 4, S. 221 - 230

Heck, T.; Heinl, T.; Droste-Franke, B.; Schmid, S.; Wickert, B.; Krewitt, W.; Friedrich, R.:

GIS-Einsatz in der Umweltforschung, in: BI. - Benutzerinformation des Rechenzentrums (hrsg. v. Rechenzentrum Universität Stuttgart (RUS)), 9 - 12/1998, S. 23 - 26; Internet-Adresse: <http://www.uni-stuttgart.de/RUS/BI/1998/12/file1.html#HDR> 116

De Haes, H.; Jolliet, O.; Finnveden, G.; Hauschild, M.; Krewitt, W.; Müller-Wenk, R. (Hrsg.):

Best available practice regarding impact categories and category indicators in Life Cycle Impact Assessment. Background Document for the Second Working Group on Life Cycle Impact Assessment of SETAC-Europe (WIA-2), in: International Journal for Life Cycle Assessment Vol. 4 (2), 1999, S. 66 - 74

Hartmann, D.; Kaltschmitt, M.:

Electricity generation from solid biomass via co-combustion with coal - Energy and emission balances from a German case study, in: Biomass & Energy, Vol. 16 (1999), S. 397 - 406

John, C.; Friedrich, R.; Staehelin, J.; Schläpfer, K.; Stahel, W.:

Comparison of emission factors for road traffic from a tunnel study (Gubrist tunnel, Switzerland) and from emission modeling, in: Atmospheric Environment, Vol. 33 (1999), S. 3367 - 3376

Kaltschmitt, Martin:

Brennholz und Stroh gegen den Treibhauseffekt. Biokraftstoffe sind nur für Nischen wie Wasserschutzgebiete bedeutsam - Umstellung auf Biosprit im Moment zu teuer, in: Stuttgarter Zeitung, Nr. 19 vom 24. Januar 1998

Krewitt, W.; Mayerhofer, P.; Trukenmüller, A.; Friedrich, R.:

Application of the Impact Pathway Analysis in the Context of LCA - The Long Way from Burden to Impact, in: The International Journal of Life Cycle Analysis, Vol 3. (1998) Nr. 2, S. 86 - 94

Krewitt, W.; Friedrich, R.; Heck, T.; Mayerhofer, P.:

Assessment of environmental and health benefits from the implementation of the UN-ECE protocols on long range transboundary air pollution, in: Journal of Hazardous Materials, 61 (1998) , S. 239 - 247

Krewitt, W.; Heck, T.; Trukenmüller, A.; Friedrich, R.:

Environmental damage costs from fossil electricity generation in Germany and Europe, in: Energy Policy, Vol. 61 (1999) , S. 173 - 183

Krewitt, W.; Hurley, F.; Trukenmüller, A.; Friedrich, R.:

Health Risks of Energy Systems, in: Risk Analysis, Vol. 18 (1998) Nr. 4, S. 377 - 383

Krewitt, W.; Holland, M.; Trukenmüller, A.; Heck, T.; Friedrich, R.:

Comparing Costs and Environmental Benefits of Strategies to Combat Acidification and Ozone in Europe, in: Environmental Economics and Policy Studies (1999) 2, S. 249 - 266

Krüger, R.; Fahl, U.; Voß, A.:

Alternative Kraftstoffe und Antriebe - ein Weg zur Minderung der Kohlenwasserstoffemissionen, in: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 100, (1998) Nr. 1, S. 26 - 33

- Kühner, G.; Berret, S.:
Zertifikat für Internationalität, in: UmweltMagazin, 27. Jg. (1998) September, S. 28 - 29
- Laing, R.; Wickert, B.; Friedrich, R.:
CAREAIR: A Computer Aided Modelling Toolbox to Generate and Analyze Emission Data in High Temporal and Spatial Resolution, in: Journal of the Air & Waste Management Association, Vol. 48 (1998) - Dezember, S. 1175 – 1182
- Lewandowski, I.; Härdtlein, M.; Kaltschmitt, M.:
Sustainable Crop Production: Definition and Methodological Approach for Assessing and Implementing Sustainability, in: Crop Science, Vol. 39 (1999), S. 184 – 193
- Lux, R.; Sawillion, M.; Thöne, E.:
Brennstoffzellen im CO₂ - Vergleich, in: BWK Bd. 50 (1998), Nr. 3 - März, S. 48 - 55
- Lux, R.; Kaltschmitt, M.:
Regenerative Energien zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme - Vergleichende energiewirtschaftliche Analyse, in: Erdöl Erdgas Kohle 1/98, S. 31 - 37
- Lux, R.; Sontow, J.; Voß, A.; Kaltschmitt, M.:
Windstrom im Kraftwerksverbund, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 49. Jg. (1999) Heft 8, S. 534 - 539
- Rösch, C.; Kaltschmitt, M.:
Energy from biomass – do non-technical barriers prevent an increased use?, in: Biomass & Bioenergie 16 (1999), S. 347 - 356
- Sawillion, M.; Hufendiek, K.; Thöne, E.; Baur, J.:
Unabhängige Analyse: Controlling für industrielle Energieversorgungskonzepte, in: Betrieb & Energie 3/98, S. 16 - 17
- Schlenzig, Christoph:
Energy planning and environmental management with the information and decision support system MESAP, in: Special Issue on Knowledge. Infrastructures and Decision Support Systems for Integrated Modelling, hrsg. v. Georghe, Adrian, V. (Guest Editor); International Journal of Global Energy Issues, Vol. 12; Nos. 1 - 6 (1999); S. 81 - 91
- Sontow, J.; Kaltschmitt, M.:
Kapazitätseffekte einer Windstromerzeugung. Quantifizierung und ökonomische Bewertung, in: BWK Bd. 51 (1999) Nr. 11/12 – November/Dezember, S. 68 - 73
- Thöne, E.; Fahl, U.:
Energiewirtschaftliche Gesamtsituation, in: BWK Bd. 50 (1998) Nr. 4, S. 26 - 38
- Thöne, E.; Fahl, U.:
Energiewirtschaftliche Gesamtsituation, in: BWK Bd. 51 (1999) Nr. 4, S. 27 - 34
- Voß, A.; Greßmann, A.:
Leitbild "Nachhaltige Entwicklung"- Bedeutung für die Energieversorgung, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 48. Jg. (1998) Heft 8, S. 486 - 491
- Voß, Alfred:
Nachhaltigkeit in der Energieversorgung – Relevante Stromerzeugungstechniken auf dem Prüfstand, in: VGB KraftwerksTechnik, Nr. 1 (1999), S. 25 - 29
- Voß, Alfred:
Sustainability in the Energy Supply – Relevant Power Generation Processes on the Test Rig, in: VGB PowerTech, Nr. 1 (1999), S. 21 - 25
- Voß, Alfred:
Quo vadis Energiepolitik?, in: Magazin. Das Kundenmagazin der Neckarwerke Stuttgart AG, Nr. 2 (1999), S. 3
- Voß, Alfred:
Nachhaltigkeit – ein Leitbild macht Karriere. Eine diskursive Betrachtung, in: atw 44. Jg. (1999) Heft 3, S. 165 - 172
- Voß, Alfred:
Den hehren Anspruch verfehlt?, in: Zeitung für Kommunale Wirtschaft (ZfK); Mai 1999, S. 9
- Voß, Alfred:
Energiepolitik – Der Einstieg in eine nicht zukunftsfähige Energieversorgung, in: Zeitschrift zur politischen Bildung 36 Jg. (1999) Nr. 3, S. 53 - 57
- Weber, C.; Schnabl, H.:
Environmentally Important Intersectoral Flows: Insights from Main Contributions Identification and Minimal Flow Analysis, in: Economic Systems Research, Vol. 10, (1998) No. 4, S. 337 - 356
- Weber, Christoph:
New job opportunities and training needs in restructured energy markets – a German perspective, in: Training on Energy and Environment (TOE), Oktober 1998, S. 11

Weber, Christoph:

Szenarien zu Konsumentenverhalten und Umweltverbrauch in den Bereichen Energienutzung und Emissionen, in: Hauswirtschaft und Wissenschaft (HuW), Heft 3, 1999, S. 101 - 115

Weinrebe, G.; Schmitz-Goeb, M.:

Solarturmkraftwerke als Alternative, in: Sonnenenergie, 23. Jg. (1998) Heft 3, S. 48 - 52

Wickert, B.; Friedrich, R.; Merten, D.:

Luftschadstoffemissionen in den Neuen Bundesländern, in: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 58 (1998) Nr.1/2, S. 51 – 55

.....

Beiträge in Tagungsbänden

Bagemihl, J.; Schlenzig, C.; Lux, R.:

MESAP/PROFAKO – Ein Instrument für die operative und taktische Unternehmensplanung im liberalisierten Energiemarkt, in: Optimierung in der Energieversorgung – Planungsaufgaben in Liberalisierten Energiemärkten, Tagung Heidelberg, 14.-15.10.1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1508, Düsseldorf 1999, S. 103 - 114

Blank, P.; Friedrich, R.; John, C.; Obermeier, A.; Wickert, B.:

Calculation and Assessment of Emission Data for Urban Areas, in: Proceedings of EUROTRAC Symposium '98, Garmisch-Partenkirchen, 23. – 27.03.1998, hrsg. v. Borrell, P.M.; Borell, P., WIT Press, Southampton 1999, S. 737 - 740

Böhringer, Christoph:

The Synthesis of Bottom-Up and Top-Down in Energy Policy Modeling, in: Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions. Proceedings des Joint FORUM/ETSAP-Workshop "Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions", Berlin, 04./05.05.1998, hrsg. v. Läge, E.; Schaumann, P., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998, S. 113 – 131

Böhringer, Christoph:

Zur Verteilung der Kyoto-Reduktionspflichten in der EU, in: Proceedings des IKARUS-Workshop am 27.05.1998, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg. Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Umwelt/Environment Band 14, Jülich 1999, S. 87 - 95

Böhringer, C.; Pahlke, A.; Vöhringer, F.; Fahl, U.; Voß, A.:

Empirical Studies on Ecological Tax Reforms - a Critical Survey, in: Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions. Proceedings des Joint FORUM/ETSAP-Workshop "Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions", Berlin, 04./05.05.1998, hrsg. v. Läge, E.; Schaumann, P., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998, S.167 - 183

Freibauer, A.; Kaltschmitt, M. (Hrsg.):

Biogenic emissions of greenhouse gases caused by arable and animal culture - measurement technologies and emission factors, Workshop at ECN Petten, The Netherlands, October 23/24 1997 in behalf of the EU Concerted Action FAIR3 CT96-1877 financed by EU DG VI, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Freibauer, A.; Montanarella, L.:

Nitrous Oxide Emissions from Agricultural Mineral Soils in Europe, in: Programme and Abstracts of the 10th Nitrogen Workshop Vol. 1, August 23 - 26, 1999 held at The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, hrsg. v. Riso; KVL; BIATEX-2, Denmark 1999

Friedrich, R.; Droste-Franke, B.; Krewitt, W.:

The Impact Pathway Approach as Methodology for the Impact Assessment within a Green Accounting Framework, in: From Research to Implementation - Policy-Driven Methods for Evaluating Macro-Economic Environmental Performance, Proceedings from a workshop, Luxemburg, 28. - 29.09. 1998, EU RTD in Human Dimensions of Environmental Change, Report Series 1999/1, hrsg. v. European Commission Directorate General XII, Brussels 1999

Friedrich, R.; Obermeier, A.:

Emissionen von Ozonvorläufersubstanzen in Baden-Württemberg und Möglichkeiten zu ihrer Minderung, in: Ergebniskolloquium in Ettlingen am 17.02.1998, hrsg. v. Forschungszentrum Karlsruhe, Baden-Württemberg Projektträgerschaft Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung BWPLUS, FZKA - BWPLUS 1, 1998 - Internet: <http://bwplus.fzk.de/ettlingen/friedrich/friedrich.htm>

Friedrich, R.; Reis, S.; Voehringer, F.; Simpson, D.; Moussiopoulos, N.; Sahm, P.; Turlou, P.M.; Salmons, R.; Papameletiou, D.; Maqueda, J.M.:

Assessment of Policy Instruments for Efficient Ozone Abatement Strategies in Europe: The INFOS Project, in: Proceedings of EUROTRAC Symposium '98, Garmisch-Partenkirchen, 23. – 27.03.1998, hrsg. v. Borrell, P.M.; Borell, P., WIT Press, Southampton 1999, S. 784 - 787

Graeber, B.; Schlenzig, C.:

MESAP - Advanced Decision Support for Demand Management and IRP, in: Proceedings of the Fifth Conference on Domestic Use of Electrical Energy, 06.04.- 08.04.1998, hrsg. v. Cape Technikon, Kapstadt/Südafrika 1998, S. 11 - 16

Graeber, B.; Fecher, R.:

What is regional integrated resource planning?, in: Energy and the Environment. Integrated Resource Planning - Tools and Methods - Proceedings of a workshop held in Cape Town, South Africa, 11.05. - 15.05.1998, hrsg. von Praetorius, B.; B. und R. Fecher, Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin 1998, S. 15 - 33

Graeber, Bernhard:

Generation and Transmission Expansion Planning in Southern Africa, in: africon '99: Electro-technological Services for Africa - Proceedings of the 5th Africon Conference in Africa, Cape Town, South Africa, 28.09. – 01.10.1999, hrsg. v. Cape Technikon, Cape Town, South Africa 1999, S. 983 – 988

Graeber, B.; Bagemihl, J.; Schlenzig, C.:

Operation and Strategic Planning in a liberalised Electricity Market with MESAP/PROFAKO, in: Domestic Use of Electrical Energy - Proceedings of a workshop held in Cape Town, South Africa, 30.03. - 01.04.1999, hrsg. v. Cape Technikon, Kapstadt, Südafrika, S. 99 - 104

Hartmann, D.; Kaltschmitt, M.:

Inanspruchnahme von Flächen im Vergleich unterschiedlicher Strombereitstellungsoptionen, in: Energie und Landschaft, 30. Hohenheimer Umwelttagung, 30.01.1998, hrsg. v. R. Böcker, Verlag Günter Heimbach, Hohenheim 1998, S. 63 - 76

Heinz, A.; Kaltschmitt, M.; Scheffer, K.; Stülpnagel, R.:

Energiegewinnung aus biogenen Festbrennstoffen – Vergleich von Feucht- und Trockengutlinien anhand ökologischer und ökonomischer Aspekte, in: Fortschrittliche Energiewandlung und -anwendung, Tagung München, 16./17.03.1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1457, Düsseldorf 1999, S. 343 - 358

Hirschberg, S.; Voß, A.:

Nachhaltigkeit und Energie: Anforderungen der Umwelt, in: Proceedings der Fachtagung Nachhaltigkeit und Energie, Hotel-Intercontinental, Zürich, 25./26 November 1998, veranstaltet von Energieforum Schweiz. PSI Proceedings 99-01 (Mai 1999), hrsg. v. Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen/Schweiz 1999, S. 63 - 86

Hufendiek, K.; Lux, R.:

Systematische Erstellung von Modellen zur Lastprognose auf Basis künstlicher neuronaler Netze, in: Optimierung in der Energieversorgung, Tagung Heidelberg, 14./15.10 1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1508, Düsseldorf 1999, S. 193 - 205

Kaltschmitt, M.; Hartmann, D.:

Regenerative Energien in Deutschland - Ein Markt mit Zukunft, in: Regenerative Energieanlagen erfolgreich planen und betreiben '98, Tagung Potsdam, 23./24.06 1998, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1406, Düsseldorf 1998, S. 17 - 53

Kaltschmitt, M.; Kwant, K.W. (eds.):

Biomass Market Introduction. How to Overcome the Non-technical Barriers for a wider Use of Biomass Gasification in Europe. Proceedings of a Workshop, Utrecht, 28 November 1997, hrsg. v. NOVEM, Utrecht; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Kaltschmitt, M.; Rösch, C.:

Non-technical Barriers – An Important Challenge for Bioenergy Projects?, in: Biomass Market Introduction. How to Overcome the Non-technical Barriers for a wider Use of Biomass Gasification in Europe. Proceedings of a Workshop, Utrecht, 28 November 1997, hrsg. v. Kaltschmitt, M.; Kwant, K.W.; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung; NOVEM, Stuttgart und Utrecht 1998

Kramer, N.; Hufendiek, K.:

Preisprognose im liberalisierten Strommarkt, in: Optimierung in der Energieversorgung, Tagung Heidelberg, 14./15.10.1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1508, Düsseldorf 1999, S. 219 - 227

Krewitt, W.; Bachmann, T.; Weinrebe, G.; Friedrich, R.:

LCA of fossil fuels and biofuels for electricity generation, space heating, and transportation, in: Proceedings of the 7th LCA Case Study Symposium, Brüssel, 02.12.1999, veranstaltet von SETAC Europe, Brüssel 1999, S.71 - 74

Krewitt, W.; Friedrich, R.:

Monetäre Bewertung von Umweltschäden – Erfahrungen aus dem ExterneE-Projekt, in: Ansätze zum Vergleich von Umweltschäden, Nachbearbeitung des 9. Diskussionsforums Ökobilanzen vom 04. Dezember 1998, hrsg. v. Hofstetter, P.; Mettler, T.; Tietje, O., ETH Zürich 1999, S. 44 – 57

Krewitt, W.; Marheineke, T.; Friedrich, R.; Voß, A.:

Stoff- und Energiebilanzen verschiedener Stromerzeugungssysteme, in: Neue Entwicklungen im Brennstoffkreislauf, SVA-Vertiefungskurs, Winterthur, 20. – 22.10.1999, hrsg. v. Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (SVA), Bern 1999, S. 1.4-1 – 1.4-12

Krewitt, Wolfram:

Assessment of Environmental Damage Costs using the EcoSense Model as an instrument of an Environmental Impact Analysis for Fossil Electricity Generation, in: Uso Racional de la Energía en Centrales Termoeléctricas – Avances Tecnológicos a un paso del 2000, Actas del 1er. Encuentro Internacional de Difusión de Experiencias, Mendoza, Argentina, 24. – 26.11.1999, hrsg. v. Grupo CLIOPE de Optimización de Centrales Eléctricas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Mendoza 1999, S. 47 – 56

Kühlwein, J.; John, C.; Friedrich, R.; Obermeier, A.:

Abschätzung und Bewertung der Unsicherheiten hochaufgelöster NO_x- und NMVOC-Emissionsdaten, in: F. Horsch et. al. (Hrsg.). Diskussionskreise "Maßnahmen zur Luftreinhaltung" (PEF beim Statusseminar 1998), Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA – BWPLUS 3, Karlsruhe 1999 - Internet: <http://bwplus.fzk.de/berichte/ZBerPEF296002.pdf> (09.02.2000)

Kühner, Gabriele:

Ein neues Verfahren für ein kostenoptimiertes betriebliches Energie- und Umweltmanagement, in: "Betriebliches Energiemanagement", VDI-Tagung Cottbus, 30./ 31.03.1999 hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1462, Düsseldorf 1999, S. 185 - 194

Kühner, Gabriele:

First experiences in the German industry with ISO 14 001, in: The 1998 ECO-Management and Auditing Conference - Conference Proceedings, Sheffield, 02./03 Juli 1998, hrsg. v. ERP Environment, Shipley, Oxfordshire 1998, S. 110 - 115

Kühner, Gabriele:

ISO 14001 im Praxistest - Ergebnisse einer empirischen Analyse. Beitrag zur Internet-Tagung "Umwelt `98", 01.09. - 31.12.1998, http://www.tu-harburg.de/UMWELT98/papers/sector_b/kuehner/text.html

Läge, E.; Molt, S.; Voß, A.:

Klimaschutzstrategien für Deutschland nach Kyoto, in: Proceedings des IKARUS-Workshop, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg, 27.05.1998 Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Umwelt/Environment Band 14, Jülich 1999, S. 55 - 68

Läge, E.; Schaumann, P.:

Forum für Energiemodelle und energiewirtschaftliche Systemanalysen in Deutschland, in: Proceedings des IKARUS-Workshop am 27.05.1998, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg. Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Umwelt/Environment Band 14, Jülich 1999, S. 1 - 6

Läge, E.; Schaumann, P. (Hrsg.):

Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions. Proceedings des Joint FORUM/ETSAP-Workshop "Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions", Berlin, 04./05.05.1998, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998

Läge, E.; Schaumann, P.; Fahl, U. (Hrsg.):

Treibhausgasminderung in Deutschland zwischen nationalen Zielen und internationalen Verpflichtungen. Proceedings des IKARUS-Workshop am 27.05.1998, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg. Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Umwelt/Environment Band 14, Jülich 1999

Lewandowski, I.; Kaltschmitt, M.:

Voraussetzungen und Aspekte einer nachhaltigen Biomasseproduktion, in: Biomasse: Umweltschonender Energie- und Wertstofflieferant der Zukunft. Ökologische Konzepte und Praxis bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe, hrsg. v. Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Band 27, Stuttgart 1998, S. 19 - 39

Lux, Rainer:

Energiemanagement im liberalisierten Energiemarkt – das Planungssystem PROFAKO, in: Tagungsunterlagen des Workshop "Anwendungen und Perspektiven energiewirtschaftlicher Planungsinstrumente der Systemanalyse für Stadtwerke", Karlsruhe, 08. Februar 1999, hrsg. v. Stadtwerke Karlsruhe, Karlsruhe 1999

Lux, R.; Kaltschmitt, M.:

Auswirkungen einer windtechnischen Stromerzeugung auf den konventionellen Kraftwerkspark, in: Tagungsband DEWEK'98, 4. Deutsche Windenergie-Konferenz, Wilhelmshaven, 21./22. Oktober 1998, hrsg. v. DEWI Deutsches Windenergie-Institut, 1998, S. 344 - 347

Lux, R.; Schlenzig, C.; Bagemihl, J.:

PROFAKO – ein Instrument für die betriebliche Bezugsoptimierung im liberalisierten Energiemarkt, in: "Betriebliches Energiemanagement", VDI-Tagung Cottbus, 30./ 31.03.1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1462, Düsseldorf 1999, S. 215 - 226

Marheineke, T.; Krewitt, W.; Friedrich, R.:

Total Greenhouse Gas Emissions from Electricity Generating Systems based on Fossil Fuels with geographic reference to Germany, in: Assessment of Greenhouse Gas Emissions from the Full Energy Chain of Fossil Fuel Based Electricity Generating Systems. Working Material. Papers presented at an Advisory Group Meeting, Vienna, June 2-5, 1998, hrsg. v. International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien 1998

Marheineke, T.; Friedrich, R.; Krewitt, W.:

Application of a Hybrid-Approach to the Life Cycle Inventory Analysis of a Freight Transport Task, in: Proceedings of the "1998 Total Life Cycle Conference", Graz, 01. – 03.12.1998, hrsg. v. Society of Automotive Engineers (SAE), Warrendale PA, USA 1998, S. 291 - 298

Marheineke, T.; Krewitt, W.; Friedrich, R.:

Ganzheitliche Bilanzierung von Stromversorgungstechniken nach heutigem und zukünftigem Stand der Technik mit geographischem Bezug Deutschland, in: Entwicklungslinien in der Energie- und Kraftwerkstechnik, VDI-GET-Fachtagung Essen, 22./23.09 1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1495, Düsseldorf 1999, S. 401 - 425

Mayerhofer, P.; Droste-Franke, B.; Krewitt, W.; Heck, T.; Friedrich, R.

Assessment of Material Damage Costs caused by Air Pollution – A Case Study for Germany, in: Proceedings of the UN/ECE Workshop on Quantification of Effects of Air Pollutants on Materials, Berlin, 24. – 27.05.1999, hrsg. v. Fitz, S., Umweltbundesamt Berlin, Berlin 1999, S. 213 - 225

Memmesheimer, M.; Jakobs, H. J.; Tippke, J.; Ebel, A.; Piekorz, G.; Weber, M.; Geiss, H.; Jansen, S.; Wickert, B.; Friedrich, R.; Schwarz, U.; Smiatek, G.:

Simulation of a Summer-Smog Episode in July 1994 on the European and Urban Scale with Special Emphasis on the Photo-Oxidant Plume of Berlin, in: Proceedings of EUROTRAC Symposium '98, Garmisch-Partenkirchen, 23. – 27.03.1998, hrsg. v. Borrell, P.M.; Borell, P., WIT Press, Southampton 1999, S. 590 – 596

Molt, Stephan:

Decomposition and Distributed Calculation of Linear Energy Models, in: Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions. Proceedings des Joint FORUM/ETSAP-Workshop "Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions", Berlin, 04.05. - 05.05.1998, hrsg. v. Läge, E.; Schaumann, P., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998, S. 203 - 211

Obermeier, A.; Friedrich, R.:

Emissionen von Luftverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe in Baden-Württemberg, in: Jahresbericht 1998 "Luftreinhaltung in Baden-Württemberg. Abluftreinigung in Industrie und Gewerbe", hrsg. v. Arbeitsgruppe Luftreinhaltung der Universität Stuttgart - ALS, Stuttgart 1998, S. 27 - 35

Remme, Uwe:

Nuclear phase-out in Germany - Consequences from an Engineering-Economic Perspective, in: Proceedings of the International Energy Agency - Energy Technology Systems Analysis Programme/Annex VII 1st Workshop; Washington, 30.04. – 04.05. 1999, hrsg. v. IEA-ETSAP, Washington 1999

Remme, U.; Kemfert, C.; Weber, Ch.:

Verfahren zur strategischen Planung bei Unsicherheit, in: Optimierung in der Energieversorgung - Planungsaufgaben in Liberalisierten Energiemärkten, Tagung Heidelberg, 14./15.10.1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1508, Düsseldorf 1999, S. 231 - 245

Remme, U.; Schwarz, A.; Schaumann, P.:

Leistungsmerkmale des Energiesystem-Optimierungsmodell "TIMES", in: Fortschrittliche Energiewandlung und -anwendung, Tagung München, 16. - 17.03.1999, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1457, Düsseldorf 1999, S. 459 - 468

Reis, S.; Simpson, D.; Friedrich, R.; Jonson, J.E.; Unger, S.; Obermeier, A.:

Road Traffic Emissions – Predictions of Future Contributions to Regional Ozone Levels in Europe, in: Proceedings of the 8th International Symposium "Transport and Air Pollution"; Graz, 31.05. - 02.06.1999, hrsg. v. TU Graz

Rösch, C.; Kaltschmitt, M.:

Vergleich von Systemen zur Stromerzeugung mit Integrierter Biomassevergasung, in: Beiträge zur DGKM-Fachbereichstagung "Energetische und stoffliche Nutzung von Abfällen und nachwachsenden Rohstoffen"; Velen/Westf. 20.04. - 22.04.1998, hrsg. v. Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., DGKM Tagungsbericht Nr. 9802, Hamburg 1998, S. 209 - 217

Rösch, C.; Kaltschmitt, M.; Kwant, K.W.:

Non-technical Barriers for Biomass Gasification Projects – Identification, Analysis, Solutions, in: Biomass Market Introduction. How to Overcome the Non-technical Barriers for a wider Use of Biomass Gasification in Europe. Proceedings of a Workshop, Utrecht, 28 November 1997, hrsg. v. Kaltschmitt, M.; Kwant, K.W.; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung; NOVEM, Stuttgart und Utrecht 1998

Sander, Kai:

Optimierung installierter Klimaanlage, in: "Betriebliches Energiemanagement", VDI-Tagung Cottbus, 30./ 31.03.1999 hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Berichte Nr. 1462, Düsseldorf 1999, S. 367 - 374

Sawillion, M.; Thöne, E.:

EVU-Aktivitäten in der Energieberatung für Industrieunternehmen und Kleinverbraucher - Ergebnisse einer Umfrage; Tagung Dortmund 03./04.03.1998, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Berichte Nr. 1385, Düsseldorf 1998, S. 121 - 135

Schaumann, P.; Voß, A.:

Modeling Tools to Assess Greenhouse Gas Mitigation Options in the Energy Conversion Sector, Proceedings of the 1998 Seoul Conference on Energy Use in Manufacturing: Energy Savings and CO₂ Mitigation Policy Analysis, 19./20. Mai 1998, hrsg. v. Park, H.; Jeong-Shik, S., POSCO Center, Seoul 1998, S. 7 - 17

Schellmann, Ulrich:

The Xtractor - A tool for managing GAMS Sets, Parameters and Variables, in: Proceedings of the International Energy Agency - Energy Technology Systems Analysis Programme/Annex VII 1st Workshop; Washington, 30.04. - 04.05. 1999, hrsg. v. IEA-ETSAP, Petten 1999

Schellmann, Ulrich:

Status of TIMES Integration into MESAP, in: Proceedings of the International Energy Agency - Energy Technology Systems Analysis Programme/Annex VII 2nd Workshop; Bergen, 01.11. - 04.11. 1999, hrsg. v. IEA-ETSAP, Petten 1999

Schlenzig, C.; Canz, T.:

The Application of Fuzzy Linear Programming for Decision Support in Energy System Analysis, in: Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions. Proceedings des Joint FORUM/ETSAP-Workshop "Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions", Berlin, 04./05.05.1998, hrsg. v. Läge, E.; Schaumann, P., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998, S. 191 - 203

Schlenzig, Christoph:

Análise e planeamento energético em espaços urbanos - a utilização do MESAP no GENICEU (Energy analysis and planning in urban spaces - the use of MESAP within GENICEU), in: Gestão de Energia e Ambiente no Contexto Urbano Pós EXPO '98 (Energy and Environmental Management in the Post EXPO '98 Context). Livro de Comunicações. Proceedings des Workshop "Energy and Environmental Management in the Post-Expo '98 World Exhibition Urban Context", Lissabon, 10./ 11.12.1998, hrsg. v. Center for Energy Conservation (CCE), Lissabon 1998, S. 49ff.

Schlenzig, Christoph:

Systemanalytische Modelle als integrierte Planungsinstrumente – Stand und Perspektiven, in: Tagungsunterlagen des Workshop "Anwendungen und Perspektiven energiewirtschaftlicher Planungsinstrumente der Systemanalyse für Stadtwerke", Karlsruhe, 08. Februar 1999, hrsg. v. Stadtwerke Karlsruhe, Karlsruhe 1999

Schlenzig, Christoph:

MESAP - Latest MESAP Developments, in: Proceedings of the International Energy Agency - Energy Technology Systems Analysis Programme/Annex VII 1st Workshop; Washington, 30.04. – 04.05. 1999, hrsg. v. IEA-ETSAP, Washington 1999

Schmid, G.; Schaumann, P:

Burden Sharing in a European Framework - Carbon Reduction Strategies for 13 European Countries, in: Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions. Proceedings des Joint FORUM/ETSAP-Workshop "Energy Models for Decision Support - New Challenges and Possible Solutions", Berlin, 04./ 05.05.1998, hrsg. v. Läge, E.; Schaumann, P., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998, S. 63 - 73

Schmid, G.; Schaumann, P:

Burden Sharing in a European Framework - Carbon Reduction Strategies for 13 European Countries, in: Eliasson, B.; Riemer, P.; Wokaun, A. (Hrsg.): Greenhouse Gas Control Technologies. Proceedings of the 4th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Interlaken, Schweiz, 30. August – 02. September 1998, hrsg. v. Pergamon Verlag, Amsterdam [u.a.] 1999, S. 535 - 540

Schmid, V.; Wacker, M.; Kürbis, I.; Friedrich, R.:

Bilanzierung konkreter Fahrten im Personen- und Güterverkehr hinsichtlich ihrer umweltrelevanten Einflüsse, in: "Bahnen und Umwelt", Konferenz München, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Berichte Nr. 1488, Düsseldorf 1999

Schwarz, U.; Wickert, B.; Obermeier, A.; Friedrich, R.:

Generation of Atmospheric Emission Inventories in Europe with High Spatial and Temporal Resolution, in: Proceedings of EUROTRAC Symposium '98, Garmisch-Partenkirchen, 23. – 27.03.1998, hrsg. v. Borrell, P. M.; Borell, P., WIT Press, Southampton 1999, S. 261 - 265

Sontow, J.; Kaltschmitt, M.:

Analyse der Kapazitätseffekte einer Windstromerzeugung, in: Tagungsband DEWEK'98, 4. Deutsche Windenergie-Konferenz, Wilhelmshaven, 21./22. Oktober. 1998, hrsg. v. DEWI Deutsches Windenergie Institut, Wilhelmshaven 1998, S. 348 - 351

Steidle, Thomas:

The Xtractor - A tool for managing GAMS Sets and Parameters, in: Proceedings of the Joint Meeting of IEA-Annex 33 "Advanced Local Energy Planning" and IEA-ETSAP and the International Energy Agency - Energy Technology Systems Analysis Programme Annex VI; 6th Workshop, Antalya, Turkey, 26.10. - 29.10.1998, hrsg. v. IEA-Annex 33 und IEA-ETSAP, Antalya 1998

Theloke, J.; Eisele, F.; Obermeier, A.; Friedrich, R.:

Ermittlung der VOC-Emissionen aus Lösemittelanwendungen in Deutschland für das Bezugsjahr 1994, Umwelttagung 1998 "Umwelt und Chemie - Innovationen und Produktdesign", Karlsruhe, 27. - 30. September 1998, hrsg. v. Gesellschaft Deutscher Chemiker, Karlsruhe 1998

Theloke, J.; Obermeier, A.; Friedrich, R.:

Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Anwendung von Lösemitteln, Bunsentagung "Physikalische Chemie der Atmosphäre", Dortmund, 13. - 15. Mai 1999, hrsg. v. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie e.V., Frankfurt/Main 1999, S. P 61

Vossiniotis, G.; Schmid, S.; Assimacopoulos, D.; Friedrich, R.:

Integration of a geographic information system in transport externalities assessment tool, in: Proceedings of the 6th International Conference on Environmental Science and Technology, Pythagorion, Samos, Greece, 30. August – 02. September 1999, hrsg. v. Dept. of Environmental Studies, University of the Aegean, Pythagorion 1999

Voss-Uhlenbrock, H.; Weber, C.; Fahl, U.:

International comparison of policy instruments for energy efficiency in residential space heating, in: Energy Efficiency and CO2 Reduction: The Dimensions of the Social Challenge; Panel IV. Proceedings of the 1999 ECEE Summer Study, Mandelieu, France, May 31 – June 4 1999, hrsg. v. ADEME Editions, Paris 1999

Voß, A.; Schmid, G.:

Energiesystemanalyse und Planung: Der Beitrag der Forschung, in: 1. Internationales Energiesystem Symposium, Ossiach, 24. - 26.09.1997, hrsg. v. Österreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft. Schriftenreihe der Forschung im Verbund Band 36, Wien 1998, S. 23 - 30

Voß Alfred:

Wettbewerbsorientierte strategische Unternehmensplanung großer Stadtwerke und kommunale Klimaschutzpolitik, in: Tagungsunterlagen des Workshop "Anwendungen und Perspektiven energiewirtschaftlicher Planungsinstrumente der Systemanalyse für Stadtwerke", Karlsruhe, 08.02.1999, hrsg. v. Stadtwerke Karlsruhe, Karlsruhe 1999

Voß Alfred:

Nachhaltige Entwicklung ohne Kernenergie?, in: Kernenergie – der Schritt ins nächste Jahrtausend, Berichte der Wintertagung 1999 des Deutschen Atomforums e. V., Bonn, 26./27.01.1999, hrsg. v. Deutsches Atomforum e. V., Bonn, S. 133 - 146

Weber, C.; Fahl, U.:

Energie und Freizeit, in: Tagungsband zur Fachtagung "Energiewirtschaft nach 2000", Schliersee, 29 – 30 April 1999, hrsg. v. Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München, FfE-Schriftenreihe, Band 23, Energie & Management Verlag, Herrsching 1999

Weber, C.; Gebhardt, B.; Fahl, U.; Voss, A.:

Evaluation and Comparison of Utility's and Governmental DSM-Programmes for the Promotion of Condensing Boilers, Proceedings of the SAVE II Contractors' meeting on Demand Side Management, Integrated Resource Planning and related topics, Brussels, 28 – 29 January 1999, hrsg. v. European Commission Directorate General XVII, Brussels 1999

Weber, C.; Gebhardt, B.; Haug, J.; van Wees, M.; Fahl, U.:

Design and Implementation of Customer Programmes – The Case of Condensing Boilers, in: Proceedings of DistribuTech Europe, London, 27. – 29.10.1998; CD-ROM; hrsg. v. Pennwell Global Energy Group, The Netherlands 1998

Weber, C.; Kasemir, B.:

Lifestyles, Participation and Environment, Proceedings des DG XII Workshop "Human Dimensions of Environmental Change", Brüssel, 16./17.03.1998, hrsg. v. Europäische Kommission, Brüssel 1998

Weber, C.; Niestroj, M.; Gebhardt, B.; Fahl, U.:

Mögliche Beiträge von Verkehrsvermeidung und –verlagerung zu einem umweltgerechten Verkehr in Baden-Württemberg – eine empirische Analyse der Bestimmungsfaktoren von Haushaltsentscheidungen, in: Vorträge zum BWPLUS-Statusseminar 1999; Bereiche: "Verfahren und Strategien zur Luftreinhaltung Umweltorientierung in Wirtschaft und Gesellschaft", 09.03.1999, hrsg. v. Forschungszentrum Karlsruhe, Projektträger BWPLUS, Karlsruhe 1999

Weber, Christoph:

Economic and socio-psychological models of consumer behaviour: Can "limited rationality" bridge the gap?, in: Energy Efficiency and CO2 Reduction: The Dimensions of the Social Challenge; Panel III. Proceedings of the 1999 ECEE Summer Study, Mandelieu, France, May 31 – June 4 1999, hrsg. v. ADEME Editions, Paris 1999

Weinrebe, G.; Böhnke, M.:

Life Cycle Assessment of an 80 MW SEGS Plant and a 30 MW Phoebus Power Tower, in: Proceedings of the International Solar Energy Conference "Solar Engineering 1998", 14. – 17.06.1998, hrsg. v. American Society of Mechanical Engineers (ASME), New York 1999

Weinrebe, Gerhard:

Greenhouse Gas Mitigation with Solar Thermal Power Plants, in: Proceedings of POWER-GEN '99 EUROPE in conjunction with Renewable Energy Europe '99, Frankfurt, 01. – 03.06.1999; CD-ROM; hrsg. v. Pennwell Global Energy Group, The Netherlands 1999

Wickert, B.; Schwarz, U.; Blank, P.; John, C.; Kühlwein, J.; Obermeier, A.; Friedrich, R.:

Generation of an Emission Data Base for Europe 1994, in: Proceedings of EUROTRAC Symposium '98, Garmisch-Partenkirchen, 23. – 27.03.1998, hrsg. v. Borrell, P.M.; Borell, P., WIT Press, Southampton 1999, S. 255 - 260

.....

Vorträge

Fahl, Ulrich:

Nachhaltige Entwicklung ohne Kernenergie?, Vortrag gehalten anlässlich Sitzung des Umweltausschusses des Wirtschaftsrates der CDU e.V., Bonn, 25.03.1999, veranstaltet von Wirtschaftsrat der CDU e.V., Bonn

Fahl, U.; Zafiriou, A.:

Rückblick auf das Modellexperiment I: Strukturelle und gesamtwirtschaftliche Effekte des Klimaschutzes: Die nationale Perspektive, Vortrag gehalten anlässlich Kick-off Meeting zum Modellexperiment II, Stuttgart, 20.05.1999, veranstaltet von Forum für Energiemodelle und Energiewirtschaftliche Systemanalysen in Deutschland, Stuttgart

Fahl, Ulrich:

Treibhausgasminderungsanalysen für Baden-Württemberg: Ergebnisse und Defizite, Vortrag gehalten anlässlich Sitzung des BWPLUS-Arbeitskreises "Regionale Klimaschutzstrategien", Karlsruhe, 25.06.1999, veranstaltet von Projektträger-schaft Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS), Karlsruhe

Fahl, U.; Hoeck, C.; Remme, U.; Stuble, A.:

Zwischenpräsentation zur Energieverbrauchsprognose für Bayern, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, München, 10.08.1999, veranstaltet von Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, München

Fahl, Ulrich:

Gesamtwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung in Baden-Württemberg, Vortrag gehalten anlässlich Abteilungsinterne Fortbildung der Abteilung 7 des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart, 21.09.1999, veranstaltet von Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart

Fahl, Ulrich:

Auswirkungen des Ausstiegs aus der Kernenergie (volks-, energiewirtschaftliche und Umwelt-Gesichtspunkte), Vortrag gehalten anlässlich Sitzung des VIK-Ausschusses "Grundsatzfragen und Zukunftskonzepte – GuZ", Stuttgart, 11.11.1999, veranstaltet von Vereinigung Industrielle Kraftwirtschaft (VIK), Essen

Fahl, Ulrich:

Ökologische und ökonomische Auswirkungen eines Kernenergie - Ausstiegs, Vortrag gehalten anlässlich Kolloquium "Probleme der Kernenergienutzung", Jülich, 15.12.1999, veranstaltet von Fachhochschule Aachen/Jülich

Fahl, U.; Blesl, M.:

Beitrag der KWK/Fernwärme zum Klimaschutz, Vortrag gehalten anlässlich Vorstandssitzung zur AGFW/BMWI-Studie "Pluralistische Wärmeversorgung", Frankfurt/Main, 08.12.1999, veranstaltet von Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e. V. (AGFW), Frankfurt

Friedrich, R.; Obermeier A.:

Emissionen von Ozonvorläufer-substanzen in Baden-Württemberg und Möglichkeiten zu ihrer Minderung, Vortrag gehalten anlässlich Ergebniskolloquium aus Projekten der vom Land Baden-Württemberg geförderten Umweltforschung, Ettlingen, 17.02.1998, veranstaltet von Forschungszentrum Karlsruhe

Friedrich, Rainer:

Emissions of Air Pollutants, Vortrag gehalten anlässlich NATO Advanced Study Institute "Pollutants from Combustion Formation and Impact on Atmosphere", Acquafredda di Maratea, 13. - 26.09.1998, veranstaltet von LCSR, Orleans

Friedrich, Rainer:

Modelling of emissions, concentrations, deposition and damage with ECOSENSE, Vortrag gehalten anlässlich Joint workshop of DG XI, DG XII and EUROSTAT in co-operation with the EEA: "From research to implementation: policy-driven methods for evaluating macro-economic environmental performance", Luxemburg, 28. - 29.09.1998, veranstaltet von EUROSTAT, Luxemburg

Friedrich, Rainer:

Emission Data Modelling - Methods, Results and Uncertainties, Vortrag gehalten anlässlich International Conference on Air Pollution Modelling and Simulation - APMS '98, Champs-sur-Marne, 26. - 29.10.1998, veranstaltet von INRIA, Le Chesnay, Frankreich

Friedrich, Rainer:

Uncertainties of Emission Data, Vortrag gehalten anlässlich Workshop des EUROTRAC Subprojekts GENEMIS: "Generation and Evaluation of Emission Data", Budapest, 02. - 04.11.1998, veranstaltet von Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart

Friedrich, Rainer:

Anthropogene Emissionen, Vortrag gehalten anlässlich 2. Statusseminar des Förderschwerpunktes Troposphärenforschung, Mainz, 02.12.1998, veranstaltet von BMBF, Bonn

Friedrich, R.; Bickel, P.; Schmid, S.:

Environmental External Costs of Transport – the ExternE Methodology and Preliminary Results, Vortrag gehalten anlässlich Seminar "Evaluation of Environmental Externalities in Transport", Luxemburg, 08.10.1999, veranstaltet von European Investment Bank

Friedrich, Rainer:

Assessment of Policy Instruments for Efficient Ozone Abatement Strategies in Europe, Vortrag gehalten anlässlich Conference ENVECO – Meeting of the working group on environmental economics, Brüssel, 18.10.1999, veranstaltet von European Commission, DGXI, Brüssel

Friedrich, Rainer:

Sources of man-made NMVOC Emissions, Vortrag gehalten anlässlich First International Symposium on Atmospheric Reactive Substances, Bayreuth, 14. – 16. April 1999, veranstaltet von Joint Expert Group on Atmospheric Chemistry of the German Chemical Society (GDCh), DECHEMA and German Bunsen-Society (DBG)

Friedrich, Rainer u.a.:

Sources of Particulate Matter, Vortrag gehalten anlässlich Konferenz "Particulate Matter-Science, Sources & Solutions", Brüssel, 20. – 21.10.1999, veranstaltet von European Commission DGXI; ACEA (The European Automobile Manufacturers Association); EUROPIA (European Petroleum Industry Association); HEI (Health Effects Institute), JRC (Joint Research Centre)

Gebhardt, B., Weber, C.; Schuler, A.:

The importance of economic, technological and lifestyle factors for households' environmental behaviour, Vortrag gehalten anlässlich Workshop "Lifestyles, Participation and Environment", Brüssel, 16.03.1998, veranstaltet von Europäische Kommission, DG XII, Brüssel

Graeber, Bernhard:

MESAP - Advanced Decision Support for Demand Management and IRP, Vortrag gehalten anlässlich Konferenz: "Domestic Use of Electrical Energy", Kapstadt, 06. - 08.04.1998, veranstaltet von The Cape Technikon, Kapstadt/Südafrika

Graeber, Bernhard u. a.:

Local Energy and Environmental Planning based on Systems Analysis, Vortrag gehalten anlässlich 3rd International Symposium: "Urban Planning and Environmental Management", Pretoria, 05. - 09.04.1999, veranstaltet von International Urban Planning & Environmental Association (IUPEA)

Greßmann, A.; Friedrich R.; Krewitt, W.:

External environmental costs of electricity - Do they change the assessment of power projects? Vortrag gehalten anlässlich des Abschlusses der für die Europäische Investitionsbank (EIB) durchgeführten Studie, Luxemburg, 18.03.1998, veranstaltet von Europäische Investitionsbank (EIB), Luxemburg

Hermes, Hans-Dieter u.a.:

Tools for Energy Efficiency in the Trade and Service Industry, Vortrag gehalten anlässlich European Conference "Energy Efficiency in Industry and Business - 'Success Stories'", Wien, 08.-10.07.1998, veranstaltet von Energieverwertungsagentur, Wien

Hermes, Hans-Dieter:

Eficiencia Energética en la Industria: Aire comprimido, ventilación y aire acondicionado, Vortrag gehalten anlässlich Primer Curso sobre Uso Racional de Energía en las PYMES, Lima 13.-17.07.1998, veranstaltet von Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin und Ministerio de Energía y Minas, Lima

Hermes, Hans-Dieter:

Método de Análisis Empresarial Energético, Vortrag gehalten anlässlich Primer Curso sobre Uso Racional de Energía en las PYMES, Lima 13.-17.07.1998, veranstaltet von Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin und Ministerio de Energía y Minas, Lima

Hermes, Hans-Dieter:

Barreras e impedimentos al implementar URE en la industria, Vortrag gehalten anlässlich Primer Curso sobre Uso Racional de Energía en las PYMES, Lima 13.-17.07.1998, veranstaltet von Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin und Ministerio de Energía y Minas, Lima

Hermes, Hans-Dieter:

Barreras para el Uso Racional de Energía en las Pequeñas y Medianas Empresas, Vortrag gehalten anlässlich Curso de Postgrado en Eficiencia Energética para la Pequeña y Mediana Industria, Lima 08.09.1998, veranstaltet von Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin und Ministerio de Energía y Minas, Lima

Hermes, Hans-Dieter:

Technologías intersectoriales en la industria, Vortrag gehalten anlässlich Curso de Postgrado en Eficiencia Energética para la Pequeña y Mediana Industria, Lima 09.09.1998, veranstaltet von Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin und Ministerio de Energía y Minas, Lima

Hermes, Hans-Dieter:

Método del análisis empresarial, Vortrag gehalten anlässlich Curso de Postgrado en Eficiencia Energética para la Pequeña y Mediana Industria, Lima 10.09.1998, veranstaltet von Carl Duisberg Gesellschaft e.V., Berlin und Ministerio de Energía y Minas, Lima

Herrmann, Dieter:

Möglichkeiten und Chancen einer CO₂-Entsorgung bei der Nutzung fossiler Brennstoffe, Vortrag gehalten anlässlich 63. Physikertagung, Heidelberg, 15.03.1999, veranstaltet von Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V., Bad Honnef

Herrmann, D.; Fahl, U.; Dzenus, T.; Blesl, M.; Voß, A.:

Energieumwandlungstechniken als Elemente in Minderungsstrategien energiebedingter Klimagasemissionen, Vortrag gehalten anlässlich IKARUS-Workshop; Abschlußpräsentation des Vorhabens "IKARUS-Anwendungen", Bonn, 18.03.1999, veranstaltet von Forschungszentrum Jülich GmbH; Programmgruppe TFF, Jülich

Kemfert, Claudia:

Macroeconomic Analysis of Global Carbon Abatement Strategies using NEWAGE, Vortrag gehalten anlässlich Shared Analysis Projekt Meeting, Brüssel, 21.01.1999, veranstaltet von Europäische Kommission, Brüssel

Kemfert, Claudia:

Die Liberalisierung des Energie-Marktes – Stand und Perspektiven, Vortrag gehalten anlässlich Workshop "Liberalisierung des Elektrizitätssektors", München, 15.06.1999, veranstaltet von Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart

Kemfert, Claudia:

Economic Implications of the Kyoto Protocol – Perspectives of newest climate change policy options, Vortrag gehalten anlässlich Energy Modelling Forum, Paris, 16.07.1999, veranstaltet von Energy Modelling Forum, Stanford

Kemfert, Claudia:

Economic Implications of the Kyoto Protocol – Perspectives of newest climate change policy options, Vortrag gehalten anlässlich Konferenz "A new Era for Energy?", Oxford, 20. – 21.09.1999, veranstaltet von BIEE, England

Kemfert, Claudia:

Liberalisation of the German Electricity Market – Strategies and Opportunities, Vortrag gehalten anlässlich Seminar, Amsterdam, 24.09.1999, veranstaltet von IVM, Amsterdam

Kemfert, Claudia:

Mixed Complementary Problems (MCP) – Problemstellung und Anwendung, Vortrag gehalten anlässlich Optimierungsforum, Stuttgart, 18.10.1999, veranstaltet von Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart

Krewitt, Wolfram u.a.:

EcoSense - an integrated tool for environmental impact assessment, Vortrag gehalten anlässlich Audit and Training in Environmental Management in Thermal Power Plants. Training Course, PHARE Energy Framework Contract, Bukarest, 08. – 20.06.1998, veranstaltet von RENEL - Romanian Electricity Authority, Bukarest

Krewitt, Wolfram u.a.:

Environmental Impacts from Electricity Generation, Vortrag gehalten anlässlich Audit and Training in Environmental Management in Thermal Power Plants. Training Course, PHARE Energy Framework Contract, Bukarest, 08. - 20.06.1998, veranstaltet von RENEL - Romanian Electricity Authority, Bukarest

Krewitt, Wolfram u.a.:

External Costs of Electricity Generation, Vortrag gehalten anlässlich Regional Training Course on Comparative Assessment of Nuclear Power and other Energy Sources in Support of Sustainable Developments, Taejon, Korea, 17.06.1998, veranstaltet von International Atomic Energy Agency, Wien

Krewitt, Wolfram u.a.:

Comparative Assessment of Severe Accidents in the Power Sector, Vortrag gehalten anlässlich Regional Training Course on Comparative Assessment of Nuclear Power and other Energy Sources in Support of Sustainable Developments, Taejon, Korea, 18.06.1998, veranstaltet von International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien

Krewitt, Wolfram u.a.:

Comparing Costs and Environmental Benefits of an Acidification Strategy for the European Union, Vortrag gehalten anlässlich World Congress of Environmental and Resource Economists, Venedig, 25. - 27.06.1998

Krewitt, Wolfram :

The Pathway Methodology for the Estimation of External Costs - The EcoSense Model, Vortrag gehalten anlässlich Advisory Group Meeting to Develop, Maintain and Update Software Packages for an Integrated Approach to Comparative Assessment of Different Energy and Electricity Supply Options, Wien, 14. - 16.07.1998, veranstaltet von International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien

Krewitt, Wolfram :

Extending the Framework - From Planet Level Analysis towards the Assessment of the Power Sector, Vortrag gehalten anlässlich IAEA Research Coordination Meeting on Comparative Health and Environmental Risks of Nuclear and other Energy Systems, Wien, 19. - 23.10.1998, veranstaltet von International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien

Krewitt, Wolfram :

Environmental Impacts from Transport Systems, Vortrag gehalten anlässlich CHAINET Workshop "European Network on Chain Analysis for Environmental Decision Support", Noordwijkerhout, Niederlande, 28. - 30.10.1998, veranstaltet von CML, Leiden, Niederlande

Krewitt, Wolfram u.a.:

Die Monetarisierung von Umweltschäden - Erfahrungen aus dem Projekt ExternE, Vortrag gehalten anlässlich 9. Diskussionsforum an der ETH-Zürich: "Ansätze zum Vergleich von Umweltschäden - Der Bewertungsschritt in Ökobilanzen", Zürich, 04.12.1998, veranstaltet von ETH-Zürich

Krewitt, Wolfram:

External costs as an instrument for considering environmental aspects in energy planning, Vortrag gehalten anlässlich Workshop on Exchange of Experience in Enhanced Electricity Planning, Incorporating Comparative Assessment into Decision Support Studies, Rio de Janeiro, 13. - 24.09.1999, veranstaltet von International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien

Krewitt, Wolfram u.a.:

Stoff- und Energiebilanzen verschiedener Stromerzeugungssysteme, Vortrag gehalten anlässlich SVA-Vertiefungskurs "Neue Entwicklungen im Brennstoffkreislauf", Winterthur, Schweiz, 20. - 22.10.1999, veranstaltet von Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (SVA), Bern

Krewitt, Wolfram u.a.:

Environmental Impacts and Externalities of Energy Systems, Vortrag gehalten anlässlich IAEA Regional Training Course on Comparative Assessment of Nuclear Power and other Options and Strategies for Electricity Generation in Support of Sustainable Energy Development, Trieste, 18 Oktober - 10 Dezember 1999, veranstaltet von International Atomic Energy Agency, (IAEA), Wien

Kühner, Gabriele:

First experiences in German industry with ISO 14001, Vortrag gehalten anlässlich Eco-management and auditing conference, Sheffield, 02. - 03.07.1998, veranstaltet von University of Sheffield, UK

Kühner, Gabriele:

Ein neues Verfahren für ein kostenoptimiertes betriebliches Energie- und Umweltmanagement, Vortrag gehalten anlässlich VDI-Tagung "Betriebliches Energiemanagement", Cottbus, 30. - 31.03.1999, veranstaltet von Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf

Leven, Bernd:

Benchmarking in der betrieblichen Energiewirtschaft - Weit mehr als nur ein Vergleich von (Energie-) Kennwerten, Vortrag gehalten anlässlich Treffen des VDI-Arbeitskreises Energieanwendung (Arbeitsgruppe 3), München, 26.11.1999, veranstaltet von Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf

Marheineke, Torsten u.a.:

Application of a Hybrid-Approach to the Life Cycle Inventory Analysis of a Freight Transport Task, Vortrag gehalten anlässlich Tagung "1998 Total Life Cycle Conference & Exposition", Graz, 01. - 03.12.1998, veranstaltet von Society of Automotive Engineers (SAE) und Österreichischer Ingenieur- und Architektenverband (OIAV)

Schlenzig, Christoph:

Das Energie-Informationssystem ENIS als Basis für ein betriebliches Management-Informationssystem, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Berlin, 18.03.1998, veranstaltet von Vereinigte Energiewerke (VEAG), Berlin

Schlenzig, Christoph:

ENIS - ein statistisches Informationssystem - Einsatzmöglichkeiten am DIW, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Berlin, 19.03.1998, veranstaltet von Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

Schlenzig, Christoph:

Das Planungsinstrument MESAP und das Energie-Informationssystem ENIS, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Berlin, 20.03.1998, veranstaltet von InnoTec Systemanalyse GmbH, Berlin

Schlenzig, Christoph:

ENIS - ein statistisches Informationssystem. Einsatzmöglichkeiten am UBA, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Berlin, 20.03.1998, veranstaltet von Umweltbundesamt, Berlin

Schlenzig, Christoph:

Realisierungsvorschlag für ein Energieinformationssystem Österreich, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Wien, 09.04.1998, veranstaltet von Verband der Elektrizitätswerke Österreich (VEO), Wien

Schlenzig, Christoph:

MESAP - Latest Developments and Future Enhancements, Vortrag gehalten anlässlich ETSAP 5th Workshop, Berlin, 06.05.1998, veranstaltet von International Energy Agency /Energy Technology Systems Analysis Programme, Petten

Schlenzig, Christoph:

ENIS - The Energy Information System. Potentials for Unipede/Eurelectric, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Brüssel, 18.05.1998, veranstaltet von Unipede/Eurelectric, Brüssel

Schlenzig, Christoph:

ENIS - A statistical Information System for Energy, Economy and Environment, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Brüssel, 19.05.1998, veranstaltet von Europäische Union, Directorate General Energy DG XVII, Brüssel

Schlenzig, Christoph:

ENIS - ein Informationssystem für die Energiestatistik, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation, Bonn, 09.09.1998, veranstaltet von BMWI, Bonn

Schlenzig, Christoph:

Systemanalytische Modelle als integrierte Planungsinstrumente – Stand und Perspektiven, Vortrag gehalten anlässlich Workshop "Moderne energiewirtschaftliche Planungsinstrumente für Stadtwerke – Anwendungen und Perspektiven", Karlsruhe, 08.02.1999, veranstaltet von Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA), Karlsruhe

Schlenzig, Christoph:

Entwicklung eines Zentralen Systems Emissionen ZSE, Vortrag gehalten anlässlich Seminar "Automatisierte Emissionsberichterstattung", Berlin, 09.09.1999, veranstaltet von Umweltbundesamt, Berlin

Schlenzig, Christoph:

Energy Statistics in the Internet Age – The new Information System at Unipede/ Eurelectric, Vortrag gehalten anlässlich Statistics Workshop "Which Information for the Future?", Brüssel, 07. – 08.10.1999, veranstaltet von Unipede/Eurelectric, Brüssel

Schlenzig, Christoph u.a.:

Modélisation du Sous-Secteur Combustibles Domestiques au Sénégal, Vortrag gehalten anlässlich Présentation du Projet Sénégal-Allemand Combustibles Domestiques (PSACD), Dakar, 10.07.1998, veranstaltet von Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Industrie, Dakar

Schlenzig, Christoph u.a.:

MESAP - Ein Instrument für die strategische Unternehmensplanung, Vortrag gehalten anlässlich VWEW-Kompaktseminar "Instrumente zur Unternehmensplanung", Düsseldorf, 06.10.1998, veranstaltet von VWEW, Frankfurt

Schlenzig, Christoph u.a.:

Modélisation du Sous-Secteur Combustibles Domestiques au Sénégal, Vortrag gehalten anlässlich Seminar "Forum sur les Acquis et les Perspectives du Sous-Secteur des Combustibles Domestiques", Dakar, 21. - 23.10.1998, veranstaltet von Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Industrie, Dakar, Senegal

Schlenzig, Christoph u.a.:

Energy Analysis and Planning in Urban Spaces: the use of MESAP within GINECEU, Vortrag gehalten anlässlich Workshop "Energy and Environmental Management in the Post-EXPO '98 World Exhibition Urban Context", Lissabon, 10. - 11.12.1998, veranstaltet von Center for Energy Conservation (CCE), Lissabon

Schlenzig, Christoph u.a.:

MESAP/PROFAKO - Ein Instrument für die operative und taktische Unternehmensplanung im liberalisierten Energiemarkt, Vortrag gehalten anlässlich 2. Internationales Energiesymposium "Neue Welten", Ossiach, 22. - 24.09.1999, veranstaltet von Verbundplan Klagenfurt

Schlenzig, C.; Steidle, T.:

ENIS - ein statistisches Energie-Informationssystem. Einsatzmöglichkeiten für den VDEW, Vortrag gehalten anlässlich Projektpräsentation Informationssysteme, Frankfurt, 06.03.1998, veranstaltet von Verband der Deutschen Elektrizitätswerke VDEW, Frankfurt am Main

Schwarz, Uwe:

GENEMIS - a EUROTRAC 2 subproject, Vortrag gehalten anlässlich UNECE Task Force on Emission Inventories - Annual Meeting, Wismar, 02. - 03.06.1998, veranstaltet von AEA Technology, Oxfordshire, UK

Voß, Alfred:

Perspektiven der Regenerativen Energien in Baden-Württemberg - Bilanz und Ausblick, Vortrag gehalten anlässlich Tagung Regenerative Energien - ihre Rolle in einer zukünftigen Energieversorgung, Stuttgart, 14.01.1998, veranstaltet von Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit Institut für Technische Thermodynamik der DLR Stuttgart

Voß, Alfred:

Energiewirtschaft - Herausforderungen und Perspektiven, Vortrag gehalten anlässlich 4. Tag der Technik "Technik und Zukunft", Nürnberg, 13.05.1998, veranstaltet von VDI/VDE in Bayern

Voß, Alfred:

Klimaschutzstrategien für Deutschland und Kyoto, Vortrag gehalten anlässlich IKARUS - Workshop "Treibhausgasminderung in Deutschland zwischen nationalen Zielen und internationalen Verpflichtungen", Bonn, 27.05.1998, veranstaltet von BMBF, Bonn; IER, Stuttgart; STE, Jülich

Voß, Alfred:

Erneuerbare Energien - Königsweg einer nachhaltigen klimaverträglichen Entwicklung, Vortrag gehalten anlässlich Kraftwerksgespräch, Neckarwestheim, 02.10.1998, veranstaltet von GKN, Neckarwestheim

Voß, Alfred:

Nachhaltigkeit in der Energieversorgung - Relevante Stromerzeugungstechniken auf dem Prüfstand, Vortrag gehalten anlässlich VGB Kongreß, Straßburg, 13. - 15.10.1998, veranstaltet von Technische Vereinigung der Großkraftwerkbetriebe e.V. (VGB), Straßburg

Voß, Alfred:

Zukunftsfähige Energieversorgung, Vortrag gehalten anlässlich Symposium Energie Innovativ, Nürnberg, 22.10.1998, veranstaltet von Bayern Innovativ, Nürnberg

Voß, Alfred:

The Role of Nuclear for Cost-Effective CO₂-Mitigation Strategies in the Energy Sector, Vortrag gehalten anlässlich Konferenz ENC '98: World Nuclear Congress, Nizza, 25. - 28.10.1998, veranstaltet von European Nuclear Society, Zürich

Voß, Alfred:

Kernenergie und nachhaltige Entwicklung, Vortrag gehalten anlässlich Forum im Pressehaus, Bonn, 29.10.1998, veranstaltet von Informationskreis Kernenergie, Bonn

Voß, Alfred:

Die externen Kosten der Energieerzeugung - Stand der Forschung, Vortrag gehalten anlässlich Seminar des Bundesamtes für Strahlenschutz, Salzgitter, 12.11.1998, veranstaltet von Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

Voß, Alfred:

Energie und Umwelt- eine Herausforderung für uns und unsere Kinder, Vortrag gehalten anlässlich Symposium Energie und Umwelt, Klagenfurt, 13.11.1998, veranstaltet von Landesregierung Kärnten, Klagenfurt

Voß, Alfred:

Rationelle Energiewirtschaft - Perspektiven für den Klimaschutz, Vortrag gehalten anlässlich Seminar "Global und lokal - Klimaschutz für das 21. Jahrhundert", München, 10.12.1998, veranstaltet von GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, München

Voß, Alfred:

Nachhaltige Entwicklung ohne Kernenergie, Vortrag gehalten anlässlich DATF Wintertagung, Bonn, 26. - 27.01.1999, veranstaltet von Deutsches Atomforum, Bonn

Voß, Alfred:

Neue Energiepolitik und Wettbewerb. - Der Weg zur nachhaltigen Energiewirtschaft?, Vortrag gehalten anlässlich Tagung "Stromhandel: Die Neuordnung der Stromwirtschaft - Technische und wirtschaftliche Fragen des Stromhandels", Berlin, 15. - 16.04.1999, veranstaltet von VDI-Forum, Düsseldorf/Heidelberg

Voß, Alfred:

Nutzen der Kernenergie für eine nachhaltige Entwicklung, Vortrag gehalten anlässlich Jahrestagung Kerntechnik '99, Karlsruhe, 18. - 20.05.1999, veranstaltet von DATF, Bonn

Voß, Alfred:

Atomausstieg macht den Klimaschutz teuer, Vortrag gehalten anlässlich Physikalisches Kolloquium, Würzburg, 31.05.1999, veranstaltet von Fakultät für Physik und Astronomie, Universität Würzburg

Voß, Alfred:

Zukunftsfähige Energieversorgung: Rolle der verschiedenen Energieträger, Vortrag gehalten anlässlich Vortragsveranstaltung, Stuttgart, 07.06.1999, veranstaltet von VDI-Arbeitskreise Technikgeschichte und Energietechnik

Voß, Alfred:

Energieversorgungsoptionen und Nachhaltige Entwicklung: Ganzheitliche Betrachtungen zur Ökonomie und Ökologie, Vortrag gehalten anlässlich Symposium "Zur Ökonomie und Ökologie künftiger Stromversorgung", München, 28. - 29.06.1999, veranstaltet von Bayrische Akademie der Wissenschaften, München

Voß, Alfred:

Die Hauptsätze der Thermodynamik und ihre Bedeutung für die Nachhaltigkeit, Vortrag gehalten anlässlich 2. Internationales Energiesymposium "Neue Welten", Ossiach, 22. - 24.09.1999, veranstaltet von Verbundplan, Klagenfurt

Voß, Alfred:

Kernenergie - Element einer nachhaltigen Entwicklung, Vortrag gehalten anlässlich VDI-Tagung "Ist der Ausstieg aus der Kernenergie verantwortbar?", Berlin, 28. - 29.09.1999, veranstaltet von Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf

Voß, Alfred:

Contribution of Nuclear Power in Mitigating Air Pollution including Greenhouse Gas Emissions - The Case of Germany, Vortrag gehalten anlässlich Advisory Group Meeting, Wien, 06. - 08.10.1999, veranstaltet von International Atomic Energy Agency, (IAEA), Wien

Voß, Alfred:

Chancen und Realität der regenerativen Energien, Vortrag gehalten anlässlich Energie-Forum, Eifershausen, 12.10.1999, veranstaltet von Christlich-Soziale Union in Bayern, Bad Kissingen

Voß, Alfred:

Energiesysteme und das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung, Vortrag gehalten anlässlich 4. Symposium der deutschen Akademien der Wissenschaften "Energie und Umwelt - Wo liegen optimale Lösungen?", Stuttgart, 20. - 21.10.1999, veranstaltet von Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Heidelberg

Voß, Alfred:

Erneuerbare Energien - Der Königsweg zu einer nachhaltigen Energieversorgung?, Vortrag gehalten anlässlich HIT '99: 1. Heilbronner Industrietag "Energiewirtschaft und Umwelt", Heilbronn, 27.10.1999, veranstaltet von Wirtschaftsförderung Heilbronn

Voß, Alfred:

Wirtschaftlichkeit: Was kostet der Atomstrom wirklich?, Vortrag gehalten anlässlich Tagung "Die Zukunft der Atomenergie", Zürich, 29.10.1999, veranstaltet von Forum Wissenschaft und Energie, Zürich

Voß, Alfred:

Perspektiven nachhaltiger Energieversorgung im liberalisierten Markt, Vortrag gehalten anlässlich Tagung "Energieversorgung und Klimaschutz", München, 19.11.1999, veranstaltet von TÜV Akademie GmbH, München

Weber, C.; Fahl, U.; Voß, A.:

Consumers' Lifestyles and Pollutant Emissions - an integrated approach for analysing household-environment links, Vortrag gehalten anlässlich Workshop "Lifestyles, Participation and Environment", Brüssel, 16.03.1998, veranstaltet von Europäische Kommission DG XII, Brüssel

Weber, Christoph:

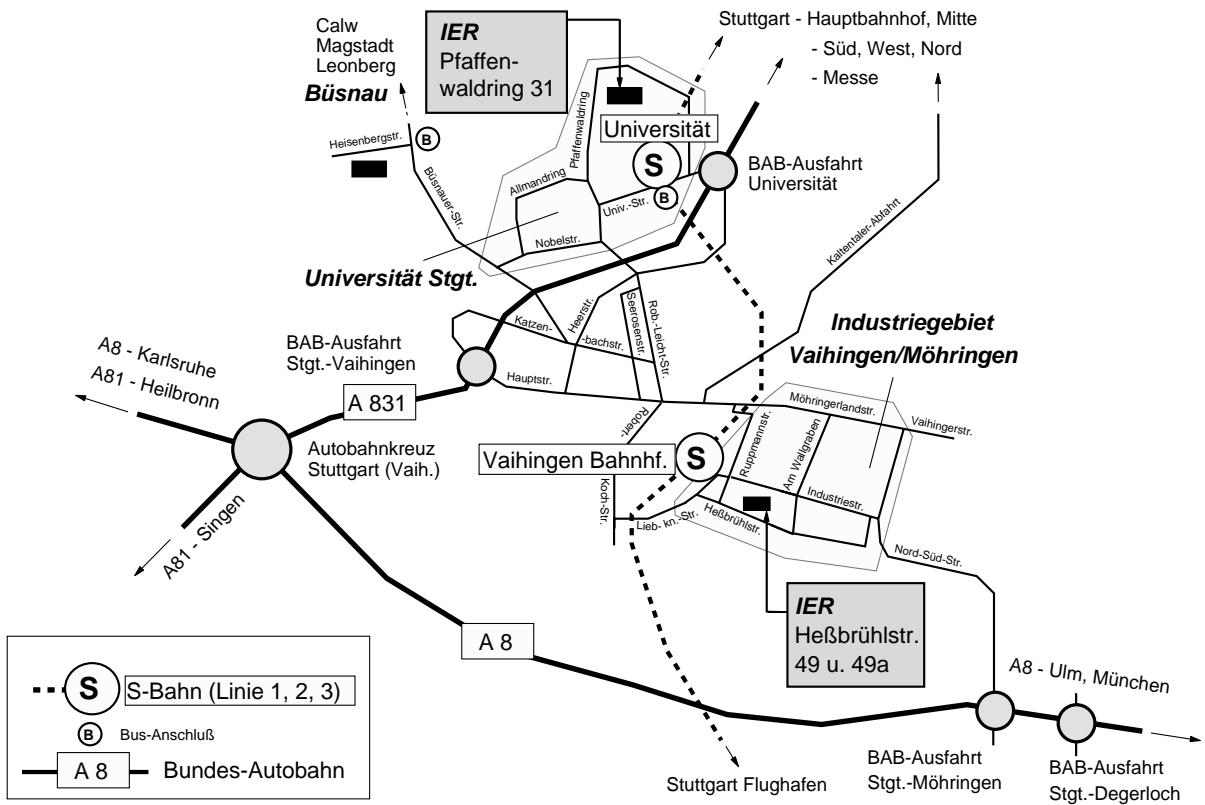
Limited rationality and environmentally relevant consumption, Vortrag gehalten anlässlich 2nd International Conference of the European Society for Ecological Economics (ESEE), Genf, 05.03.1998, veranstaltet von ESEE, Paris

Weber, Christoph:

Input-Output-Modelling for Germany and France, Vortrag gehalten anlässlich Workshop "National and local employment impacts of energy efficiency investment programmes", Wien, 01.12.1998, veranstaltet von Oberösterreichischer Energiesparverbund, Linz

Weber, Christoph:

Konsumentenverhalten und Nachhaltigkeit: Konzeptionelle Überlegungen zur Berücksichtigung "eingeschränkter Rationalität" und empirische Analysen, Vortrag gehalten anlässlich ZEW-Seminar, Mannheim, 11.02.1999, veranstaltet von ZEW, Mannheim



IER
Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung

Universität Stuttgart
 Pfaffenwaldring 31
 D-70550 Stuttgart

Telefon + 49 711 - 685 7574
 Telefax + 49 711 - 685 7567

E-Mail ier@ier.uni-stuttgart.de
 Homepage <http://www.ier.uni-stuttgart.de>