

**Fachhochschule
Braunschweig/Wolfenbüttel**

Rainer Elsner

Ökologie in Lehre und Forschung

Hochschulreihe Band X

Alle Rechte vorbehalten

© Rainer Elsner 1994

Vervielfältigung für nicht kommerzielle Zwecke mit Quellenangabe gestattet

Herausgeber: Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Technologietransfer-Kontaktstelle
Salzdahlumer Straße 46/48
38302 Wolfenbüttel

1. Auflage

Wolfenbüttel, im September 1994

Diese Veröffentlichung entstand mit finanzieller Unterstützung des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur

ISBN 3-925884-10-6

VORWORT DES REKTORS ZU BAND X DER HOCHSCHULREIHE

Mit dieser Veröffentlichung erscheint Band X der Hochschulreihe. In dieser Reihe werden in loser Folge zu jeweils speziellen Themen Ergebnisse und Tätigkeiten aus Forschung und Lehre vorgestellt, für die ein besonderes öffentliches Interesse angenommen werden darf.

Mit diesem Band der Hochschulreihe wird in mehrfacher Hinsicht Neuland betreten. Das Thema *Ökologie* betrifft heute alle gesellschaftlichen Bereiche, also auch die Hochschulen. Wenn in diesem Zusammenhang nach den Möglichkeiten ökologisch verträglicher Arbeit an einer Hochschule gesucht wird, so erscheint dies in einer fachübergreifenden und interdisziplinären Form am sinnvollsten. Eine solche Vorgehensweise hat an dieser Hochschule erstmals Herr Elsner in seiner Diplomarbeit gewählt. Um der Interdisziplinarität dieser Arbeit in einem technischen Fachbereich gerecht zu werden, wurde sie jeweils von einem Hochschullehrer aus einem technischen Fachbereich und dem Fachbereich Sozialwesen begutachtet. Herr Elsner bezweckt nach eigener Aussage mit seiner Arbeit, daß eine Diskussion über mögliche Änderungen von Struktur, Arbeitsformen und Zielsetzungen der Fachhochschule neu belebt wird. Eine solche Diskussion ist ausdrücklich erwünscht, wobei die Ausarbeitungen von Herrn Elsner als erste Diskussionsbeiträge verstanden werden sollen.

Herr Elsner hat in seiner recht umfassenden Arbeit für die genannte Diskussion zahlreiche interessante Fakten und überlegenswerte Ideen zusammengetragen und mit eigenen kritischen Gedanken versehen. Bei der Lektüre dieses zehnten Bandes der Hochschulreihe wünsche ich viel Vergnügen.

Wolfenbüttel, im September 1994

Prof. Dr. Wolf R. Umbach
- Rektor -

VORWORT DES VERFASSERS ZU BAND X DER HOCHSCHULREIHE

Grundlage dieser Veröffentlichung ist meine Diplomarbeit, die ich im Januar 1994 im Fachbereich Versorgungstechnik Herrn Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz und Herrn Prof. Dr. jur. Bernd Klees (Fb. Sozialwesen) vorgelegt habe. Die hier abgedruckte Fassung wurde von mir für diese Veröffentlichung überarbeitet; Abweichungen vom Wortlaut des Originals gibt es dabei aber nur an wenigen Stellen.

Als Band X der Hochschulreihe ist meine Diplomarbeit nun einem weiteren Kreis von Leserinnen und Lesern zugänglich. Es wäre schön, wenn damit eine Diskussion über das ökologische Selbstverständnis der Hochschule angeregt wird. Im ersten Kapitel habe ich versucht, für diese Arbeit ein Grundverständnis der Begriffe *Ökologie* und *ökologisch* herauszuarbeiten. Im Anschluß folgt eine Dokumentation von Arbeiten aus Lehre und Forschung, die einen Bezug zur Ökologie haben. Im dritten Kapitel unterbreite ich dann für die o.g. Diskussion - im Anschluß an eine kritische Betrachtung gegenwärtiger Arbeits- und Denkweisen - einige Vorschläge für neue, vernetzte Arbeitsformen in Lehre und Forschung.

Mit etwas Abstand zu dieser Arbeit und nach einer ersten kritischen Prüfung derselben ist mir bewußt, daß viele Themen einer differenzierteren und eingehenderen Betrachtung bedürfen, und daß auch manches unklar geblieben ist. Ausführlichere Betrachtungen hätten indes den Rahmen einer Diplomarbeit gesprengt und meine bisher rein technische Ausbildung wohl auch überfordert. Für die Eröffnung der genannten Diskussion erscheint mir eine Veröffentlichung dennoch als sinnvoll.

Der Originaltitel der Diplomarbeit lautet: *Ansatzpunkte ökologisch verträglicher Arbeit in Lehre und Forschung - erörtert am Beispiel der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel*. Für den Umschlag dieser Veröffentlichung wurde der kürzere Titel *Ökologie in Lehre und Forschung* gewählt, wobei in beiden Fällen ein sehr weit greifender Ökologiebegriff zugrunde liegt, was sich aus den im ersten Kapitel erörterten Begebenheiten ergibt.

Ich wünsche nun viel Freude beim Lesen! Kritische Überlegungen zu dieser Arbeit vernehme ich jederzeit gerne.

Wolfenbüttel, im September 1994

Rainer Elsner

*Ihr folget falscher Spur,
Denkt nicht, wir scherzen!
Ist nicht der Kern der Natur
Menschen im Herzen?*

Johann Wolfgang von Goethe

VORREDE

„Daß ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält“, dieser Gedanke (von Goethes Faust) treibt den Menschen - wenn auch in anderen Zeiten anders formuliert - mindestens ebenso lange, wie er sich mit Philosophie und Wissenschaft befaßt. Die Ursprünge von Philosophie und Wissenschaft sind wohl schon dort zu finden, wo sich der Mensch das erste Mal seiner selbst bewußt wurde; wo er erkannte, daß ihm sein Denken die Freiheit des eigenen Willens gibt. Der Mensch *weiß* im Gegensatz zu allen Pflanzen und den meisten Tieren (nach bisheriger wissenschaftlicher Erkenntnis) darum, daß er existiert; genauer - er kann sich selbst denken. Und deshalb ist er hier wohl auch das einzige Wesen, was nicht nur sein eigenes Sein in Frage stellen kann, sondern was damit auch sein Handeln und dessen Folgen - sein künftiges Sein sozusagen, in Frage stellen kann. Menschen besitzen die Fähigkeit, ihre Zukunft denken zu können. Sie können also ihre Tätigkeiten planen und mögliche Folgen erwägen; sie müssen nicht einzig ihren Trieben und äußeren Reizen folgen, sondern sie können sich selbst folgen. Die Freiheit des eigenen Willens befähigt den Menschen dazu, unabhängig von den von der Natur gegebenen (tierischen) Verhaltensmustern zu handeln; er hat damit die *Macht*, alles Leben auf dieser Erde zu zerstören oder das Leben - und damit auch sein eigenes - vor dieser Zerstörung zu schützen. Diese Macht aber gibt dem Menschen etwas, was ihm eigen zu sein scheint, sie gibt ihm *Verantwortung* für sein Handeln.

Gleichfalls aus der vorgenannten Fähigkeit des Menschen ergibt sich die *Würde* des Menschen und somit auch die *Menschlichkeit*. Da der Mensch einen eigenen, freien Willen besitzt, muß er sich auch immer fragen, ob er das, was er zu tun plant, auch als Mensch wollen kann. Dabei gilt für die Menschen untereinander: Jeder Mensch hat das Recht auf Achtung durch alle anderen Menschen; das beinhaltet die körperliche und die seelische Unverletzlichkeit jedes Menschen. - Dies als Hinweis, was gemeint ist, wenn ich im weiteren von *menschlichem* Verhalten oder von der *Menschlichkeit* spreche. - Das Herausstellen der Menschenwürde bedeutet aber nicht, daß Tiere und Pflanzen keine Achtung durch den Menschen verdienen. Die Menschlichkeit hat ihre Wurzel in der Verbundenheit mit allem Leben oder eigentlich sogar mit allem Seienden.

Nun bewegen wir uns ungeachtet der vorstehenden Feststellungen in eine verhängnisvoll anmutende Zukunft, trotz oder gerade weil wir unablässig tätig

sind. Etwas machen wir also vermutlich grundsätzlich falsch. Weshalb die o.g. Fähigkeit, die zunächst nur Möglichkeit war, spätestens in unserem Jahrhundert zur Notwendigkeit geworden ist. Der einzelne Mensch ist aufgerufen, mit Herz und Verstand, also vernünftig, sein Denken und Handeln ständig zu prüfen und ggf. zu ändern.

Mit den Erkenntnissen vor allem der vergangenen 500 Jahre hat die Menschheit bis heute Wissen über die Welt zusammengetragen und damit Möglichkeiten geschaffen, die von einem einzelnen Menschen wohl kaum noch im Detail überschaut werden können und welche bisher gekanntes weit übersteigen.

Ungeachtet dessen sind Menschen unablässig dabei, gerade erlangtes Wissen und gerade erlangte Fertigkeiten (Technik) sofort in ihr Handeln einzusetzen. Es gibt fast nichts, was Menschen nicht als *machbar* denken. Ihre Fähigkeiten aber *vernünftig* im Ganzen zu nutzen, das scheint ihnen unmöglich. In ihrem unablässigen Handeln laufen die(se) Menschen mehr und mehr sich selbst hinterher. Denn wann immer sie eine unbedachte Wirkung der von ihnen gesetzten Ursachen erkennen, werden mit dem darauf folgenden Versuch, diese Wirkung (selten die Ursache) zu beseitigen, weitere Ursachen für weitere Wirkungen gesetzt.

Diese zuvor beschriebene Begebenheit ist - wie es scheint - in zweierlei Hinsicht verhängnisvoll. Zum einen werden also nur selten Ursachen für unbedachte Wirkungen beseitigt - die Wirkungen werden also bestenfalls verschoben. Und zum anderen kommen ständig neue Ursachen für neue unbedachte Wirkungen hinzu, die die Situation zunehmend unüberschaubarer machen. Dies alles weist nach meinem Empfinden eindeutig darauf hin, daß diese Welt in starkem Maße vernetzt ist, und es weist zugleich darauf hin, daß wir Menschen diese Vernetzung bisher stark vernachlässigt haben.

Deshalb lassen sich die unbedachten Wirkungen auch unter dem Begriff *ökologische Krise* zusammenfassen. Denn zu der ökologischen Krise sind ökologische und soziale Mißstände (global und lokal) zu zählen, die als Summe teils aber auch schon als 'einzelnes' Phänomen in einer Entwicklung stehen, die (soweit sich dies voraussagen läßt) die Existenz der uns bekannten Lebenswelt und somit auch der Menschheit bedroht.

In dem Gefühl, etwas tun zu müssen, und als vernunftbegabtes - wohl aber noch lange nicht durchweg vernünftiges - Wesen, als Mensch also, habe ich dies vor einigen Jahren begonnen zu erkennen. Das Ausmaß und die Zusammenhänge der Krise waren mir nicht im entferntesten bekannt, aber ich

wollte nicht tatenlos zusehen. Das Studium an dieser Fachhochschule begann ich (wie viele andere ebenfalls), weil ich etwas für die praktische Arbeit im Umweltschutz lernen wollte.

In dieser Zeit des Studiums konnte ich nach und nach erkennen, daß sich die Welt nur unzureichend in einzelne Bereiche trennen läßt. Beispielsweise die gesellschaftlichen Bereiche Politik, Wissenschaft und privates Leben, in die ich alle einen mehr oder weniger tiefen Einblick wagen durfte, sind auf vielfältige Weise miteinander verbunden. Der Mensch z.B., der in der Wissenschaft tätig ist, hat auch eine politische Meinung (wenn auch manche vorgeben, keine zu haben) und privates Glück und Not. Und dies zu jeder Zeit und an jedem Ort, wenn er seine Gedanken auch zu verschiedenen Zeiten auf verschiedenes konzentriert. Und hier bemerkte ich dann auch, daß die in der Wissenschaft heute so viel gepriesene Objektivität nur selten solche ist, denn objektives Wissen beschränkt sich eben auf einzelne Objekte, die für jeden gleich erscheinen. Um aber die ganze Wirklichkeit zu erfassen, muß ich mich von einzelnen Objekten lösen, da die Realität vernetzt ist. Und in dieses Netz ist auch der Beobachter - das Subjekt - eingeflochten, weshalb 'objektive' Beurteilungen einer Situation kaum möglich sind.

Weiter bin ich dann zu dem Schluß gekommen, daß es viel weniger an Menschen mangelt, die anwenden (d.h. hier: praktischen Umweltschutz betreiben), als vielmehr an Menschen, die reflektieren, ob und wie angewendet werden sollte. Dies resultiert aus dem einige Absätze zuvor beschriebenen Wirkungskreis, in dem der Mensch (wie in einem Teufelskreis) sich selbst hinterher läuft. Kaum ein Mensch nimmt sich heute im täglichen Leben die Zeit, darüber nachzudenken, was wir tun und welche Folgen das hat. - Das wiederum, weil 'alle' Menschen dem unbändigen Drang zu erliegen scheinen, ständig handeln zu müssen. Jedes neue Wissen muß sofort in die Tat umgesetzt werden - da bleibt keine Zeit für lästige Fragen.

Die Zeitspanne scheint nun nicht mehr all zu lang zu sein, die uns verbleibt, um die Weichen stellen zu können und dem Zug noch eine andere Richtung zu geben, auf dem wir uns befinden und der in die 'falsche' Richtung zu fahren scheint. Aber, so paradox das klingen mag, wir müssen - so denke ich - uns endlich die Zeit nehmen, die zum kritischen Bedenken notwendig ist, um unser Tun in der Gegenwart und damit auch noch in der Zukunft verantworten zu können. Das heißt wir sollten die Fahrt endlich verlangsamen (und vielleicht auch einmal anhalten), damit die Wirkungen unserer Ursachen nicht bald so

schnell wieder bei uns sind, daß wir keine Zeit mehr haben, um vernünftig und vernetzt auf diese Wirkungen reagieren und diese beseitigen zu können.

Die vorstehenden Worte umschreiben kurz, in welcher Situation diese Arbeit (aus meiner Sicht) geschrieben wurde. In den nachstehenden Kapiteln habe ich versucht, mit meinen bisher erworbenen Erkenntnissen und denen, die ich mir für diese Arbeit noch aneignete, für die Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel herauszufinden, was für ökologisch verträglicheres und weitsichtigeres Handeln bedeutsam erscheint (ich beschränke mich auf die Bereiche Lehre und Forschung, die aber natürlich mit dem 'Tagesbetrieb' der Hochschule und anderen Bereichen vernetzt sind).

Der erste Anstoß für diese Arbeit war die Erfassung des *ökologischen Potentials* der Fachhochschule, allerdings bereits verbunden mit der Frage nach einer Definition der Bezeichnung *ökologisch* bzw. des Begriffs *Ökologie*. Daraus resultierend stellte sich der für diese Arbeit wichtige Bereich als (was vorauszusehen war) sehr umfangreich heraus, weshalb ich mein Konzept auch einige Male änderte. Das Thema verknüpft eine Vielzahl von Wissensgebieten und nötigt zu einer Betrachtung von sehr unterschiedlichen Erkenntnissen und Gegebenheiten. Angesichts dessen gab es zwei Möglichkeiten (oder die dritte: Aufgeben). Entweder ich bleibe bei der vornehmlich technischen Sicht meiner Ingenieurausbildung und lasse damit zwangsläufig wichtige Aspekte unberührt; oder ich versuche ein möglichst umfassendes Bild des *Ganzen* zu zeichnen, was unweigerlich den technischen Rahmen verläßt. Ich habe mich für den zweiten Weg entschieden. Ein anderer schien mir auch nicht möglich - aus Gründen, die ich zuvor schon angesprochen habe und die die Arbeit selbst noch weiter zeigen wird. Denn nur so sind nach meiner Auffassung vielleicht noch Wege aus der Krise heraus zu finden. Eine ausführliche Behandlung einzelner Themen wurde dabei allerdings erschwert. So habe ich z.B. auf eine eingehende Beschreibung der Mißstände in den einzelnen Bereichen unserer Mitwelt verzichtet, da dies auch schon in zahlreichen Schriften ausführlich behandelt wurde und wird. Für eine tiefergehendere Beschäftigung mit den von mir angesprochenen Themen verweise ich deshalb ausdrücklich auf das relativ umfangreiche Schrifttum. Aus dem gleichen Grund meine ich, daß dieser Arbeit weiteres folgen sollte - worauf ich am Ende der Arbeit noch genauer eingehe.

INHALT

| | |
|---|------|
| Vorwort des Rektors zu Band X der Hochschulreihe..... | III |
| Vorwort des Verfassers zu Band X der Hochschulreihe | V |
| Vorrede | IX |
| Inhalt..... | XIII |
| Abbildungen | XV |
| Tabellen | XVII |
| Abkürzungen | XIX |
| Einleitung | 1 |
| I. Ökologie..... | 9 |
| 1. Die biologische Teildisziplin | 10 |
| 2. Historische Entwicklung | 13 |
| 3. Ökologie in der Diskussion | 17 |
| 4. Ökologie, ökologisch, ökologisches Potential | 31 |
| II. Dokumentation | 39 |
| 1. Lehre | 39 |
| 1.1 Fachbereich Elektrotechnik | 40 |
| 1.2 Fachbereich Informatik..... | 49 |
| 1.3 Fachbereich Maschinenbau | 51 |
| 1.4 Fachbereich Sozialwesen..... | 67 |
| 1.5 Fachbereich Transport- und Verkehrswesen..... | 79 |
| 1.6 Fachbereich Versorgungstechnik | 82 |
| 1.7 Fachbereich Wirtschaft | 98 |
| 1.8 Fachbereichsübergreifende Lehrangebote..... | 102 |
| 2. Forschung und Entwicklung..... | 104 |
| 2.1 Fachbereich Elektrotechnik | 104 |
| 2.2 Fachbereich Informatik..... | 111 |
| 2.3 Fachbereich Maschinenbau | 112 |
| 2.4 Fachbereich Sozialwesen..... | 126 |
| 2.5 Fachbereich Transport- und Verkehrswesen..... | 132 |
| 2.6 Fachbereich Versorgungstechnik | 133 |
| 2.7 Fachbereich Wirtschaft..... | 168 |
| 2.8 Fachbereichsübergreifende FuE | 169 |

| | |
|--|---|
| III. Kritische Betrachtungen..... | 171 |
| 1. Informationen zur Umfrage | 171 |
| 2. Andere Hochschulen | 173 |
| 3. Vernetzung von Hochschule und Wissenschaft..... | 176 |
| 4. Das ökologische Potential | 193 |
| 4.1 Lehre | 194 |
| 4.2 Forschung und Entwicklung..... | 200 |
| Schlußbemerkungen | 221 |
| Zusammenfassung | 227 |
| Danksagung..... | 231 |
| Anhang I | 233 |
| Schrifttum..... | 235 |
| Anhang II. | gesondert geheftet (nicht veröffentlicht) |

ABBILDUNGEN

| | |
|--|-----|
| Abb. 1: Die Komplexitätsebenen des Lebens | 12 |
| Abb. 2: Das Wachstum der Menschheit | 19 |
| Abb. 3: Anteil der Personen in der Umfrage mit Antworten und Anteil ohne Antworten..... | 172 |
| Abb. 4: Anteil der Befragten mit Bezug zu Ökologie in der Lehre gegenüber dem Anteil, der keine Bezüge sieht bzw. der nicht geantwortet hat..... | 172 |
| Abb. 5: wie Abbildung 4, aber in Forschung und Entwicklung..... | 173 |
| Abb. 6: Bilanzkreis um eine Hochschule..... | 192 |
| Abb. 7: Die vernetzte Struktur problemorientierter Arbeit | 205 |
| Abb. 8: Energiefluß in der BRD (alte Bundesländer) im Jahr 1987 | 207 |

TABELLEN

| | |
|--|-----|
| Tab. 1: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Elektrotechnik | 48 |
| Tab. 2: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Maschinenbau | 65 |
| Tab. 3: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Sozialwesen..... | 77 |
| Tab. 4: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Versorgungstechnik | 96 |
| Tab. 5: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Wirtschaft..... | 101 |
| Tab. 6: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungs- arbeiten im Fachbereich Elektrotechnik | 110 |
| Tab. 7: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungs- arbeiten im Fachbereich Maschinenbau | 125 |
| Tab. 8: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungs- arbeiten im Fachbereich Sozialwesen..... | 131 |
| Tab. 9: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungs- arbeiten im Fachbereich Versorgungstechnik | 166 |
| Tab. 10: Fachübergreifende Lehrinhalte für die FH Braun- schweig/Wolfenbüttel | 198 |

ABKÜRZUNGEN

| | | |
|------------------|---|---|
| A | = | Automatisierungstechnik (Sg. im Fb. M) |
| AbwAG | = | Abwasserabgabengesetz |
| A/D-Wandler | = | Analog/Digital-Wandler |
| AGIP | = | Arbeitsgruppe innovativer Projekte an niedersächsischen Fachhochschulen |
| AOX | = | Adsorbierbare organische Halogenverbindungen |
| AStA | = | Allgemeiner StudentInnenausschuß |
| AT | = | Automatisierungstechnik (Studienrichtung im Fb. E) |
| BAT | = | Biologische Arbeitsplatz-Toleranz-Werte |
| BGA | = | Bundesgesundheitsamt |
| BHKW | = | Blockheizkraftwerk |
| BImSchG | = | Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| BImSchV | = | Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes |
| BMFT | = | Bundesministerium für Forschung und Technologie |
| BRAM | = | Brennstoff aus Müll |
| BSB ₅ | = | Biologischer Sauerstoffbedarf (nach fünf Tagen) |
| BSeuchG | = | Bundes-Seuchengesetz |
| BV | = | Betriebswirtschaftslehre mit der Studienrichtung Bank- und Versicherungswirtschaft (Sg. im Fb. W) |
| CAD | = | Computer Aided Design |
| CAE | = | Computer Aided Engineering |
| CAM | = | Computer Aided Manufacturing |
| CASE | = | Computer Aided Software Engineering |
| CSB | = | Chemischer Sauerstoffbedarf |
| CVT | = | Continuously Variable Transmission |
| DAT | = | Digital Audio Tape |
| DDC | = | Direct Digital Control |
| E | = | Fb. Elektrotechnik |
| EA | = | Elektrische Anlagentechnik (Studienrichtung im Fb. E) |
| EDU | = | Energiedienstleistungsunternehmen |
| EMS | = | Energiemanagement-Systeme |
| EVU | = | Energieversorgungsunternehmen |
| F | = | Fahrzeugbau (Sg. im Fb. M) |
| FAL | = | Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft |

| | | |
|------------|---|---|
| Fb. | = | Fachbereich |
| FCKW | = | Fluorchlorkohlenwasserstoff |
| FEM | = | Finite-Elemente-Methode |
| FKS | = | Freie Konferenz der StudentInnenenschaften an Fachhochschulen |
| FKW | = | Fluorkohlenwasserstoff |
| FuE | = | Forschung und Entwicklung |
| GLT | = | Gebäudeleittechnik |
| GuD | = | Gas- und Dampfturbinen |
| HBK | = | Hochschule für bildende Künste (in Braunschweig) |
| I | = | Fb. Informatik |
| IFBW | = | Institut für Fahrzeugbau Wolfsburg |
| K | = | Konstruktion und Entwicklung (Sg. im Fb. M) |
| KT | = | Krankenhausbetriebstechnik (Studienrichtung in TG) |
| KWK | = | Kraft-Wärme-Kopplung |
| M | = | Fb. Maschinenbau |
| MAK | = | Maximale Arbeitsplatzkonzentration |
| MVA | = | Müllverbrennungsanlage |
| MWK | = | Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur |
| Nds. MBl. | = | Niedersächsisches Ministerialblatt |
| NÜ | = | Nachrichtenübertragung (Studienrichtung im Fb. E) |
| NV | = | Nachrichtenverarbeitung (Studienrichtung im Fb. E) |
| ÖPNV | = | Öffentlicher Personennahverkehr |
| P | = | Produktion und Logistik (Sg. im Fb. M) |
| PCB | = | Polychlorierte Biphenyle |
| PF | = | Pflichtfach |
| R | = | Recycling (Sg. im Fb. V) |
| RAM | = | Random Access Memory |
| RLT-Anlage | = | Raumlufttechnische Anlage |
| R 134 a | = | Code für einen FKW (FCKW-Ersatzstoff) |
| S | = | Fb. Sozialwesen |
| SERO | = | Kombinat Sekundärrohstoffeffassung (ehemalige DDR) |
| Sg. | = | Studiengang |
| SKE | = | Steinkohleneinheit |
| T | = | Fb. Transport- und Verkehrswesen |
| TA Abfall | = | Technische Anleitung Abfall |
| TA Luft | = | Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft |

| | | |
|-----|---|--|
| TB | = | Technische Betriebswirtschaftslehre (Sg. im Fb. W) |
| TG | = | Technisches Gesundheitswesen (Sg. im Fb. V) |
| TNV | = | Thermische Nachverbrennung |
| TRK | = | Technische Richtkonzentrationen für krebserzeugende Stoffe |
| UBA | = | Umweltbundesamt |
| UH | = | Umwelt- und Hygienetechnik (Studienrichtung in TG) |
| V | = | Fb. Versorgungstechnik |
| VCD | = | Verkehrsclub Deutschland |
| VDI | = | Verein Deutscher Ingenieure |
| VE | = | Ver- und Entsorgungstechnik (Sg. im Fb. V) |
| VG | = | Versorgungstechnik - Technische Gebäudeausrüstung (Sg. im Fb. V) |
| VO | = | Verordnung |
| W | = | Fb. Wirtschaft |
| WA | = | Wahlfach |
| WE | = | Wirtschaftswissenschaften mit dem Schwerpunkt Technisches Absatz- und Beschaffungswesen (Sg. im Fb. W) |
| WHG | = | Wasserhaushaltsgesetz |
| WP | = | Wahlpflichtfach |

EINLEITUNG

Ökologie und Umweltschutz, zwei Begriffe, die heute in aller Munde sind. In keinem Bereich der Gesellschaft ist heute von diesen Begriffen nicht die Rede. Dies geschieht selbstverständlich nicht ohne Grund: der Bestand der Biosphäre - der Bereich unseres Planeten, in dem das Leben stattfindet - ist ernsthaft bedroht. Zwei der augenfälligsten Phänomene sind mit den Worten *Treibhauseffekt* und *Ozonloch* verbunden. Die Zunahme von Kohlendioxid und anderen Gasen, die den Treibhauseffekt fördern, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Erwärmung der Atmosphäre führen, die Folgen dieser globalen Klimaveränderung sind unabsehbar. Gleichzeitig wird von zum Teil den gleichen Gasen die überlebenswichtige Ozonschicht in der Stratosphäre zerstört. Diese Schicht hält die ultravioletten Strahlen des Sonnenlichts von der Erdoberfläche fern¹. Die Strahlen verursachen Hautkrebs, lassen Tiere und Menschen erblinden und geben Pflanzen der Zerstörung anheim.

Diese beiden Phänomene - die ich hier stellvertretend für den ganzen Bereich der ökologischen Belastungen der Biosphäre kurz beleuchte - haben ihre Ursachen im Handeln des Menschen. An erster Stelle bei den 'führenden' Treibhausgasen ist das Kohlendioxid (CO₂) anzuführen; diese 'Spitzenposition' hat CO₂ vor allem durch seine vom Menschen freigesetzte große Menge. Es entsteht grundsätzlich bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Dies ist einer der Gründe, warum es dringend geboten ist, den weltweiten 'Verbrauch' von Energie drastisch zu senken. Die Bundesregierung hat sich denn auch auf der Umweltkonferenz von Rio (1992) verpflichtet, bis zum Jahr 2005 die bundesdeutsche CO₂-Emission um 25 bis 30 Prozent zu verringern. Dieses Ziel ist aber nur zu erreichen, wenn es sowohl bei jedem einzelnen Menschen als auch bei jeder einzelnen gesellschaftlich relevanten Gruppe eine Bereitschaft zum Umdenken und Handeln gibt.

Wer allen Menschen dieses Planete - wenn diese es wünschen - das Recht auf einen ähnlichen Lebensstandard zugesteht (was die Menschlichkeit gebietet), der wird schnell einsehen, daß gerade wir in der westlichen Welt unseren

¹ In der Ozonschicht wird die kurzwellige, besonders schädliche UV-C-Strahlung absorbiert und die in höherer Intensität schädliche UV-B-Strahlung wird dort stark abgeschwächt, die UV-A-Strahlung gelangt weitgehend ungehindert bis zur Erdoberfläche.

Lebensstil ändern müssen. Zum Vergleich sollen hier die jährlichen Energieverbrauchsdaten eines Menschen in den USA (11 Tonnen SKE), in der BRD (6 Tonnen SKE) und eines Menschen in der 'Dritten Welt' (0,5 Tonnen SKE) aus der Mitte der achtziger Jahre dienen². Diese Zahlen lassen ahnen, was geschehen mag, wenn jeder Mensch dieses Planeten dem westlichen Lebensstil folgt.

Weitere das Klima beeinflussende Gase sind neben anderen hauptsächlich: Methan (CH₄) aus Viehzucht, Reisanbau und Erdgaslecks, Lachgas (N₂O) aus der Düngung und der Verbrennung organischer Materialien und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs) wie auch einige ihrer Ersatzstoffe (vor allem FKWs), die als Treib- und Kühlmittel Verwendung finden. Eine Vielzahl der zuletzt genannten Stoffe (FCKWs) ist zugleich in unterschiedlicher Intensität am Abbau des stratosphärischen Ozons (Ozonloch) beteiligt. Im Bereich der ozonzerstörenden Gase sind (wohl erstmalig in der Geschichte der globalen Umweltpolitik) mittlerweile internationale Abkommen zustande gekommen, die bis zum Jahr 2000 die Herstellung der meisten relevanten Stoffe verbieten. Allerdings ist dies noch kein Grund für eine Entwarnung, da die Gase eine Aufstiegszeit in die Stratosphäre von etwa zehn Jahren aufweisen und dort eine Verweilzeit besitzen, die zu großen Teilen bei hundert Jahren und mehr liegt. Die heute gemessene Ausdünnung der Ozonschicht ist also (genau genommen) ein Geschehnis der Vergangenheit und nicht der Gegenwart, denn die Ursache dieser Wirkung liegt (unbeeinflussbar) zeitlich mehr als zehn Jahre zurück.

Neben diesen beiden Phänomenen - an denen die Vernetzung in räumlicher wie auch zeitlicher Dimension schon sichtbar wird - gibt es im Geflecht der Biosphäre unzählige weitere vom Menschen geschaffene Einflüsse, welche bedrohliche Folgen haben. Der Mensch setzt unzählige giftige Stoffe beabsichtigt (z.B. Pestizide) oder als Folge bzw. Nebeneffekt (z.B. Schwermetalle, radioaktive Stoffe oder Stickoxide (NO_x)) in der Biosphäre frei oder vernichtet beispielsweise mit seinen Verkehrswegen natürliche Landschaften, was nicht nur für das übrige Leben sondern (logischerweise) auch für den Menschen selbst existenzbedrohend ist. Als Folge kann beispielsweise in Deutschland zunehmend weniger Wasser - das wichtigste Lebensmittel - ohne vorhergehende, technisch aufwendige Aufbereitung getrunken werden, sterben die sauerstoffspendenden Wälder unverändert (auch

² Zahlen der Vereinten Nationen aus: Dieter Seilfried, *Gute Argumente: Energie*, 2., durchges. Aufl. (München: Beck, 1988), S. 12. - 1 t SKE (Steinkohleneinheiten) = 29,3 MJ.

wenn andere Phänomene derzeit die Schlagzeilen füllen), ist die Zahl von Erkrankungen anwachsend, die auf Umwelteinflüsse wie Lärm oder Gifte zurückzuführen sind, drohen wir in unseren Abfällen zu ersticken.

Dabei liegen die Ursachen für diese Fehlentwicklungen nicht in den bisher verwendeten Technologien oder gar in deren Produkten (sie alle sind nur Folgen); die Ursachen sind vielmehr im Menschen selbst zu suchen, der diese Technologien entwickelt und anwendet. Deshalb richtet sich vernünftige Technikkritik nicht gegen Technik an sich - Technik gehört zur belebten Natur³ -, sondern sie zeigt auf die unvernünftige Entwicklung und Anwendung von Technologien. Kritikern⁴ z.B. der Kernenergienutzung wird gerne vorgeworfen, sie wollen 'zurück in die Steinzeit'. Aber, nicht der Ausstieg aus solchen wenig durchdachten Technologien wird zurück in die Steinzeit führen (wenn die Menschheit nicht ganz verschwindet) sondern viel eher das Festhalten an den bisherigen technokratischen Denkweisen. Der Anspruch der Ingenieure, Probleme lösen zu können kann bei den gegenwärtigen Problemen vielleicht erfüllt werden - allerdings nur, wenn wir von separaten Lösungsansätzen zu ganzheitlichen Modellen wechseln.

Auch wenn wir nun in Anbetracht der zuvor genannten Probleme zunächst nur auf den Menschen gerichtet nach Lösungen suchen, müssen wir lernen, in unseren Handlungen Rücksicht auf die gesamte Lebenswelt zu nehmen. Denn auch der Mensch ist unentrinnbarer Teil des großen Lebenssystems, was wir als Biosphäre bezeichnen, und somit letztlich auch der Natur, d.h. des Universums (Naturgesetze 'gelten' nicht nur in unserem Sonnensystem). Daß wir uns also endlich als untrennbarer Teil der Natur begreifen, ist die Notwendigkeit der Gegenwart. Hier scheint es dann oftmals auch sinnvoller, von *Mitwelt* statt von *Umwelt* zu reden⁵. Im Selbstverständnis, Teil der Natur zu sein wird es uns auch nicht mehr - nur aus reiner Bequemlichkeit - schwer fallen, im Einklang mit derselben zu handeln.

³ Vgl. Frederic Vester, Neuland des Denkens: Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter, 7. Aufl. (München: dtv, 1991), S. 218 ff.

⁴ In der deutschen Sprache ist in fast allen Bereichen die männliche Form dominant; diese Tatsache spiegelt zum Teil auch gesellschaftliche Strukturen wieder, die durchaus auch mit der ökologischen Krise im Zusammenhang stehen. Dies hier aufzuarbeiten (ein kurzer Exkurs findet statt) würde allerdings den Rahmen der Arbeit weit überschreiten, weshalb ich aber an dieser Stelle deutlich darauf hinweise. Wenn ich im folgenden mitunter nur die männliche Form gebrauche, dann sind damit - in der Regel - ausdrücklich *alle* Menschen gemeint (das Problem beginnt ja schon damit, das es *der* Mensch heißt). Im übrigen habe ich versucht, eine neutrale Sprache zu verwenden, denn diese hemmt nicht den Lesefluß und wirkt dabei auch nicht diskriminierend.

⁵ An Stellen, wo es auf diese Unterscheidung ankommt, werde ich in dieser Arbeit den Begriff *Mitwelt* verwenden. Im übrigen werde ich aber zum besseren allgemeinen Verständnis das Wort *Umwelt* beibehalten.

Eingriffe des Menschen in die Natur mit gravierenden ökologischen Konsequenzen sind nicht erst aus der Neuzeit bekannt, schon die Phönizier haben für ihren Schiffbau (also Verkehr) ganze Wälder abgeholzt und somit ganze Landschaften verändert. Der Unterschied in der Gegenwart liegt darin, daß die Folgen, die uns drohen, viel umfassender und weitreichender sind, und daß wir wissen sollten, was wir tun - oder besser daß wir nur das tun sollten, von dem wir auch wissen, was es ist. Es könnte durchaus das Wachstumsstreben und Profitdenken endlich einem ökologisch verträglichen Verhalten weichen. Dies ist seit nunmehr über zwanzig Jahren im Gespräch, denn spätestens seit dem Bericht an den »Club of Rome«, *Die Grenzen des Wachstums*, der 1972 veröffentlicht wurde⁶, ist der Weg, auf dem wir uns nach wie vor befinden, in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft offenbar. Dessen ungeachtet scheint die Mehrheit der 'Verantwortungsträger' kurzsichtigen, egoistischen Profitinteressen den Vorrang zu geben. Das betriebswirtschaftliche Denken, was nur die stetige Profitsteigerung für die jeweils eigene Interessensphäre kennt und somit auf Kosten der (scheinbar) übrigen Welt arbeitet, beherrscht unverändert viele Politiker und Wirtschaftler. Investitionen im Umweltschutz gelten hier als Luxus für wirtschaftlich 'gute' Zeiten - dabei könnten gerade sie oftmals der Schlüssel auch für das wirtschaftliche Überleben eines Unternehmens in nicht all zu ferner Zukunft sein.

Bei genauerer Betrachtung des zuletzt genannten Phänomens geschehen diese Handlungen in Wirtschaft und Politik allerdings im Einvernehmen mit der Mehrheit der Menschen in den reichen Ländern dieses Planeten in einem Netz von Zusammenhängen und 'Verstrickungen', die das Hinwenden zu verantwortungsvollerem Handeln so sehr erschweren. Das 'betriebswirtschaftliche Denken' (Wachstum und Profit) ist in unser aller Köpfen anzutreffen, weshalb das Umdenken also in allen Köpfen stattfinden muß. Und dann ist es außerdem

vom Erkennen zum Handeln oft noch ein schwerer Schritt.⁷

⁶ Dennis L. Meadows [u.a.], *Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit* (Stuttgart: DVA, 1972).

⁷ Bundespräsident von Weizsäcker beschrieb diese 'Verstrickungen' in folgendem Absatz: „Es ist eine Art von Vorteilsaufteilung zwischen Politik und Gesellschaft. In der Gesellschaft steht die Erhaltung materieller Vorteile im Vordergrund. Im politischen System dominiert die Kunst des Parteikampfs untereinander. Es geht ... um

Die apokalyptische Drohung, die sich immer deutlicher am Horizont unserer Zeit abzeichnet, hat ihre Ursachen zu großen Teilen wohl auch im mechanistischen, ausschließlich auf zweckorientiertem Denken basierenden Weltbild der Neuzeit. Dieses einseitige, monokausale Denken herrscht in der analytischen, exakten Wissenschaft, in der nur gilt, was 'beweisbar' ist. Intuition und Gefühle - ebenso Teile des Denkens der Menschen wie die Logik - erscheinen oft im Widerspruch zu zweckorientiertem Denken und Handeln; u.a. deshalb werden sie gern vernachlässigt und abgewertet. Folgendes scheint der Grund dafür zu sein: Für das logische Denken ist einzig entscheidend, ob etwas folgerichtig ist und ohne Widersprüche in seinen Ursache-Wirkung-Ketten. Dies ist mit dem Verstand jederzeit nachprüfbar. Die Gefühle hingegen prüfen (u.a.), ob ich etwas auch als Mensch *wollen* kann. Das aber ist abhängig von der Menschlichkeit (so es sie gibt) und läßt sich nur schwer verallgemeinern. Die Gentechnik beispielsweise eröffnet rein logisch betrachtet und an Zwecken orientiert zunächst ungeahnte Möglichkeiten. Aber weder der Eintritt des versprochenen Heils noch die tatsächliche Richtung der verfolgten Wege, ist mit verlässlicher Sicherheit vorauszusagen. Auch wenn die Katastrophe noch nicht eingetreten ist, offenbaren sich bei Betrachtungen einer gentechnischen Zukunft beängstigende Gefühle. Vernünftig besehen erscheint der derzeit leichtfertige Umgang mit der Gentechnik kaum verantwortbar.

Mit dem Wachstum und der Verbreitung der modernen Wissenschaft wuchs auch die übermäßige Ausbreitung von Technik bzw. von Technologien als Folge und Anwendung der Wissenschaft. Diese Technik - die im übrigen in ständiger Wechselwirkung mit der Wissenschaft steht - bietet dem Menschen bisher nicht gekannte Möglichkeiten. In Ermangelung vernünftiger Weitsicht hat der Mensch mit dieser Technik schon so manches unwiederbringlich vernichtet, was die Natur in ihrer Vielfalt hervorbrachte. Nun, da sich die Menschen ihrer verantwortungslosen Handlungen bewußt werden könnten und sollten, wird es Zeit, auf derartige Handlungen zu verzichten.

Dabei ist unbestritten, daß es uns Wissenschaft und Technik überhaupt erst ermöglicht haben, Zusammenhänge in dieser Welt zu erkennen und uns z.B. auch die hier niedergeschriebenen Gedanken zu machen. So möchte auch ich auf viele Möglichkeiten der Technik, die uns vieles erleichtern, nicht mehr

Wohlstandserhaltung gegen Machterhaltung. Dabei unterliegen beide Seiten der ständigen Versuchung auf Kosten der Zukunft zu leben, um sich die Gegenwart zu erleichtern.“ (R. v. Weizsäcker [u.a.], *Richard von Weizsäcker im Gespräch mit Gunter Hofmann und Werner A. Perger* (Frankfurt a. M.: Eichborn, 1992), S. 167).

verzichten. Beispielsweise hat die Erfindung der Schrift es dem Menschen ermöglicht, Gedanken festzuhalten und für viele andere Menschen zugänglich zu machen. Mit der Hilfe moderner Drucktechniken und moderner Elektronik ist so heute (zumindest in den westlichen Ländern) fast allen Menschen eine Fülle von Wissen zugänglich. Wie so oft ist natürlich auch mit dieser Entwicklung bedenkliches verbunden: die Menge der Informationen ist kaum noch zu verarbeiten und birgt die Gefahr von Unwahrheiten und Beeinflussungen. Aber Anwendung und Einsatz von Wissen und Technik haben ihren Antrieb im Menschen und nicht in sich selbst. Je mehr der Mensch sein Handeln und Denken nach seiner Menschlichkeit richtet - sofern er diese für sich als gegeben sieht -, desto weniger werden die zweifelhaften Begleiterscheinungen von Wissenschaft und Technik vorhanden sein.

Die Ansprüche (z.B. der Besitz und Gebrauch eines eigenen, jederzeit verfügbaren Kraftwagens) müssen (wie es scheint) unausweichlich überprüft und eingeschränkt werden, um die - von manchem schon als unabwendbar bezeichnete - Apokalypse doch noch abzuwenden. Die Befürchtungen vieler Menschen, wenn sie von Forderungen nach Änderungen im Denken und Handeln hören: sie müßten fortan ein entbehrensreiches Leben führen, werden allerdings viel eher Wirklichkeit, wenn wir am bestehenden Weltbild festhalten. Behagliches Wohnen, ausreichende und vielfältige Nahrung, Kontakt mit vielen Menschen und ähnliches mehr sind grundsätzlich Teil eines ökologisch verträglichen Lebens. Es ist aber insgesamt ein Nachdenken über die Stellung des Menschen im Ganzen der Natur erforderlich. Die Zusammenhänge dieses Ganzen, die oft unter dem Oberbegriff *Ökologie* genannt werden, sollten künftig auch in der gesamten Wissenschaft Berücksichtigung finden. Das heißt Natur-, Ingenieur-, Geistes- und Sozialwissenschaften sollten über ihre jeweilige Stellung im Geflecht der Wechselwirkungen der Natur und über ihre Einflüsse auf diese Wechselwirkungen nachdenken. Die ökologischen Probleme verdeutlichen, daß die fragmentierte Erfassung und Betrachtung der Wirklichkeit nicht mehr länger hilfreich ist. Das Wissen um Details ist nach wie vor wichtig, es allein vermag aber weder die Wirklichkeit als Ganzes zu erklären noch die Probleme zu lösen. Das Phänomen des Treibhauseffekts zeigt beispielhaft, wie komplex und verflochten Ursachen und Wirkungen in der Natur sind, und wie wichtig es deshalb auch ist, diese Wechselwirkungen zu kennen. Ein auch weiterhin zu verantwortendes Handeln der Menschen bedarf

dringend einer fächerübergreifenden und *philosophischen* Diskussion der Menschen in der Weltgesellschaft, zu der u.a. die Wissenschaft führen kann.

Mit dem Wunsch diese Diskussion zu verstärken und zu nähren, wird auf den nächsten Seiten der Begriff *Ökologie* umschrieben und für *diese* Arbeit definiert, denn die ökologischen Erkenntnisse haben ‘Licht’ auf die Verflechtungen in der Welt ‘geworfen’. Ebenfalls für *diese* Arbeit definiert⁸ wird dabei, was mit der Beschreibung *ökologisch* in meinem Verständnis gemeint ist. Für das Auffinden von Ansatzpunkten für ein ökologisch verträglicheres Arbeiten und für eine kritische Betrachtung dessen, was bisher in diesem Zusammenhang geschieht, ist dies zuvor notwendig. Entsprechend versuche ich am Ende der Arbeit eine ‘ökologische’ Kritik der dokumentierten Tätigkeiten gepaart mit Ideen für mögliche Wege in Lehre und Forschung.

⁸ Die genannten Definitionen sollten aber besser als Um- oder Beschreibungen verstanden werden, denn sie können keine eingegrenzten und feststehenden Definitionen sein. Dies erfordert die Dynamik der sich ständig wandelnden Natur und die fortwährende Unvollkommenheit unserer Erkenntnisse.

I. ÖKOLOGIE

Der Begriff Ökologie wurde in der Mitte des vorherigen Jahrhunderts geprägt. Die *Brockhaus Enzyklopädie* gibt zunächst folgende Definition:

„Ökologie (zu griech. oikos >Haus< und >logos< Lehre) *die*, -, nach Definition von E. Haeckel (1866) eine Wissenschaft, die sich mit den Wechselbeziehungen der Organismen und ihrer unbelebten (abiot. Faktoren wie Klima, Boden) und belebten (andere Organismen, Biozönosen) Umwelt befaßt sowie mit dem Stoff- und Energiehaushalt der Biosphäre und ihrer Untereinheiten (z.B. Ökosysteme).“⁹

Vom Namen her ist die Ökologie denn auch ursprünglich ‘lediglich’ eine Teildisziplin der Biologie. Heute steht der Begriff Ökologie allerdings für weit mehr und findet sich in allen Lebensbereichen. Ökologie steht nicht mehr nur für eine Wissenschaft bzw. wissenschaftliche Teildisziplin sondern ist zu einem gesellschaftspolitischen Begriff geworden. Mit ihr verbinden sich die Hoffnungen auf eine Auflösung der apokalyptischen Bedrohungen.

Die Entwicklung der Wissenschaft Ökologie hat - vor allem durch das Entstehen der Humanökologie - dazu geführt, daß sie sich immer mehr zu anderen Wissenschaftsdisziplinen öffnet. Heute sind die Grenzen zu anderen Bereichen der Wissenschaft wie Physik, Chemie, Sozialwissenschaften, Rechtswissenschaften, Philosophie, um nur einige zu nennen, fließend. Im Gegenzug finden auch immer mehr ökologische Erkenntnisse Einzug in andere Disziplinen, so z.B. auch in die Ingenieurwissenschaften. Diese Entwicklung - in deren Verlauf der Mensch auch begonnen hat zu lernen, daß er nicht als Beobachter außerhalb der Natur steht sondern ein Teil von ihr ist - kann durchaus als logisch (folgerichtig) angesehen werden, denn die Ökologie beschäftigt sich schließlich mit den Wechselwirkungen in der Lebenswelt. Und deshalb ist es auch die Ökologie, die der Wissenschaft insgesamt (bzw. natürlich immer den wissenschaftlich tätigen Menschen) die bestehenden Zusammenhänge verdeutlicht. Die Betrachtung der Zusammenhänge war ursprünglich eine Aufgabe der Philosophie - der ‘Mutter’ der Wissenschaft

⁹ *Brockhaus Enzyklopädie*, “Ökologie”, Band 16, 19., völlig neubearb. Aufl. (Mannheim: Brockhaus, 1991), S. 148 f. (Hervorhebungen im Original).

sozusagen. Denn Philosophie ist das Ursprüngliche, ist das Fragen danach, wie die Welt ist. Philosophie fragt, was ich überhaupt wissen kann und sieht deshalb die Grenzen meines Erkenntnisvermögens. In der auf das logische Denken reduzierten und fragmentierten Wissenschaft (von uns als rational bezeichnet) hat die Philosophie zunehmend an Einfluß und Gewicht verloren, was sich aber mehr und mehr als fahrlässig herausstellt.

Somit bietet die Ökologie (in ihrer umfassendsten Bedeutung) die Möglichkeit zur Besinnung auf den jeweils wohl ursprünglichen Sinn von Wissenschaft und Technik: Wissenschaft hat als eigentliche Begründung - das sagt schon der Name - das Schaffen von neuem Wissen, getragen vom Drang des Menschen nach Erkenntnis davon, wie die Welt ist. Und Sinn hat diese Erkenntnis nur, wenn sie der Menschheit insgesamt zugänglich ist. Die Technik findet ihre Begründung in der Befriedigung von Bedürfnissen der Menschen bzw. in der Hilfe zur Erlangung von für die Bedürfnisbefriedigung notwendigen Mitteln (z.B. Nahrung). Hier findet sich auch die in der Einleitung genannte Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Technik, denn auf der einen Seite verhilft neues Wissen über Vorgänge in der Natur auch zu neuen Techniken (z.B. biologische Klärstufen), und auf der anderen Seite verhilft neue Technik auch wieder zu neuem Wissen (ein Beispiel ist das Mikroskop); denn auch der Drang zu neuen Erkenntnissen (neuem Wissen) scheint ein Bedürfnis des Menschen zu sein.

Auf dieses Thema werde ich an anderen Stellen dieser Arbeit noch zurückkommen. Auf den folgenden Seiten soll zunächst der Begriff Ökologie noch eingehender erörtert werden. Vor der Betrachtung der historischen Entwicklung folgt eine kurze Beschreibung der biologischen Teildisziplin Ökologie.

1. Die biologische Teildisziplin

Als Teil einer wissenschaftlichen Disziplin beschäftigt sich die Ökologie also mit den Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt, d.h. mit den Wechselwirkungen zwischen einzelnen oder mehreren Organismen und ihren sämtlichen äußeren Einflußgrößen. Der Biologe Kinzelbach stellt heraus, daß sich die Ökologie *nur* mit diesen Wechselbeziehungen beschäftigt und nicht

etwa mit einzelnen Organismen oder der Umwelt als solcher¹⁰. Allerdings wird nicht überall so eindeutig definiert, da die Ökologie in ihrer geschichtlichen Entwicklung vielfältigen Einflüssen ausgesetzt war, und weil die komplex vernetzte Struktur der Welt eindeutige Grenzziehungen erschwert.

Im allgemeinen gibt es aber in der Biologie eine „klassische Dreiteilung“ der Ökologie, die der Hierarchie der Biosysteme folgt:

„*Autökologie*: Ökologie des Einzelorganismus, physiologische Ökologie des Einzelorganismus, physiologische Ökologie. Bei autökologischer Betrachtung wird eine einzelne Art in ihren Beziehungen zu den einzelnen Umweltfaktoren in den Mittelpunkt gestellt. Gegensatz: Synökologie. (...)

Populationsökologie, Demökologie: Lehre von den Bevölkerungen, ihren Struktur- und Funktionsmerkmalen und ihrer Dynamik. Sie wird von manchen Autoren gleichrangig zwischen Autökologie und Synökologie gestellt, von anderen in letztere einbezogen. (...)

Synökologie: Ökologie der Biozöosen und Ökosysteme. Bei synökologischer Betrachtungsweise muß der ganze Lebensraum berücksichtigt werden, dessen Bewohner in mannigfacher Weise direkt oder indirekt verknüpft sind, voneinander abhängen, sich gegenseitig hemmen oder fördern, auf ihre Umgebung wirken und umgekehrt von dieser wieder beeinflußt werden. ...“¹¹

Gleichsam eine Weiterentwicklung der Synökologie ist die relativ neue *Systemökologie*. Diese versucht eine möglichst umfassende Betrachtung der Lebenswelt, wobei neben den vorherrschenden synökologischen Gesichtspunkten auch die anderen beiden o.g. Betrachtungsebenen mit einbezogen werden. Die Systemökologie übergreift bzw. vernetzt gewissermaßen die „klassische Dreiteilung“.

Ein *Ökosystem* ist nach einer Definition aus den *Wörterbüchern für Biologie* ein „Beziehungsgefüge der Lebewesen untereinander und mit ihrem Lebensraum. Jedes [Ökosystem] besitzt besondere Strukturen und Funktionen.

¹⁰ Vgl. Ragnar K. Kinzelbach, *Ökologie, Naturschutz, Umweltschutz* (Darmstadt: Wiss. Buchges., 1989), S. 2.

¹¹ Matthias Schaefer u. Wolfgang Tischler, *Ökologie*, Wörterbücher der Biologie, 2., überarb. u. erw. Aufl. (Stuttgart: Fischer, 1983), S. 33, S. 213 u. S. 268.

... Die Hauptfunktion eines [Ökosystems] liegt im Kreislauf der Stoffe und dem damit verbundenen Energiefluß ..., ferner in den Beziehungen zwischen Aktion ..., Reaktion ... und Interaktion ...¹².

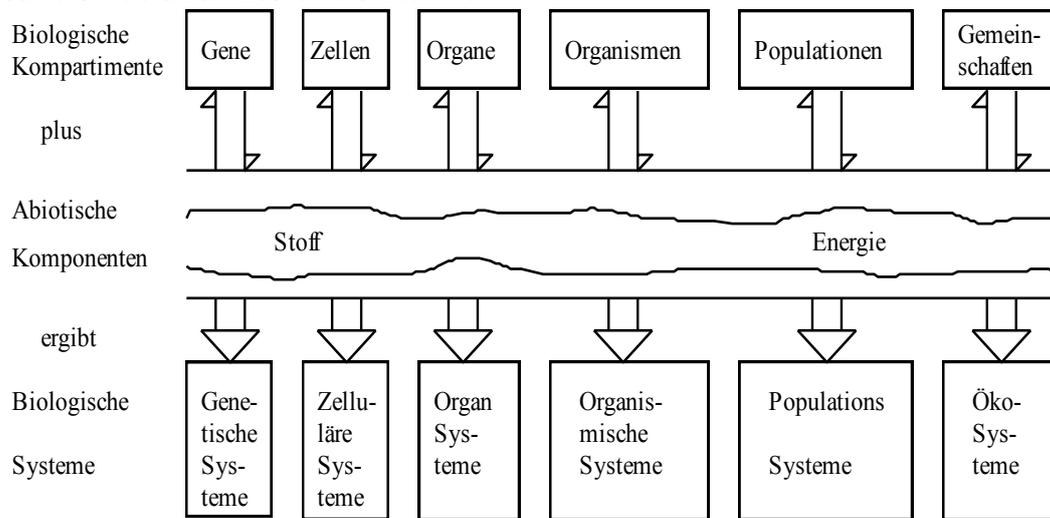


Abb. 1: Die Komplexitätsebenen des Lebens.¹³

Zu Abb. 1: Die Abbildung zeigt, in steigender Reihenfolge die Komplexitätsebenen des Lebens. Die verschiedenen Komplexitätsebenen bilden sich dabei durch eine Zergliederung der Lebenswelt und auch durch die Betrachtung der Natur. Die im Text genannten drei Komplexitätsebenen der Ökologie sind in der rechten Hälfte der Abbildung zu sehen. Davon die erste Komplexitätsebene ist die organismische Stufe, in der einzelne Individuen oder eine einzelne Art betrachtet werden (> Autökologie). Die zweite Stufe ist die Populationsstufe, auf der die Wechselwirkungen zwischen den Individuen oder Gruppen einer einzelnen Art betrachtet werden (> Demökologie). Und die dritte Stufe, die Stufe der zwischenartlichen Beziehungen, umfaßt das Verhältnis von Art zu Art und zwischen allen Arten (> Syn- bzw. Systemökologie). - Diese Fragmentierung vernachlässigt dabei logischerweise ein Stück weit immer auch bestehende Wechselwirkungen.

Für eine zweckmäßige Darstellung und Einteilung werden in der Ökologie drei Komplexitätsebenen gebildet, die sich aus der Betrachtung der Natur ergeben; diese Einteilung beschreibt aufeinander aufbauende Bereiche in der Biosphäre. Diese vorstehend abgebildete Systematik (Abb. 1) veranschaulicht die ineinander verschachtelten, hierarchisch angeordneten und mit der übrigen Umgebung in Verbindung stehenden Teilsysteme der Biosphäre. Die Hierarchie ist dabei mehr die Beschreibung eines Verbundes kleinerer Systeme zu jeweils nächst größeren Systemen mit Rückkoppelungen zwischen den Systemen (also

¹² Ebd., S. 187 f.

¹³ Nach Kinzelbach, S. 15 (dort verändert nach Odum).

Befehle in beiden Richtungen) als die Darstellung einer ‘natürlichen’ Befehlshierarchie oder Rangfolge vergleichbar mit unserer gesellschaftlichen Hierarchie (also eine Befehlsgewalt von oben nach unten)¹⁴. So bilden z.B. viele Zellen zusammen Organe und auf der nächst höheren Stufe dann Organismen. Diese sind ihrerseits in Populations- und Ökosysteme eingebunden, welche Teilsysteme der Biosphäre sind. Diese wiederum ist Teil der Erde, welche zu einem Sonnensystem gehört (usw.). Zwischen diesen ganzen Systemen und Teilsystemen gibt es einen ständigen Informationsaustausch und daraus resultierende Prozesse.

Die nachfolgende Betrachtung der historischen Entwicklung der Ökologie läßt sich in den verschiedenen Zeiträumen unterschiedlich stark ausgeprägt in zwei Hauptströmungen zusammenfassen. Die eine Strömung versucht entsprechend den heute vorherrschenden Methoden der analytischen, exakten Wissenschaft, durch Zergliederung grundlegende, mathematisch ausgedrückte Gesetzmäßigkeiten zu gewinnen. Und in der anderen Strömung wird versucht, in einer mehr holistischen (ganzheitlichen) Betrachtungsweise, Erkenntnisse ausgehend von der Untersuchung größerer Gesamtsysteme zu gewinnen. Diese Trennung ist allerdings eine starke Vereinfachung; die Gliederung der Biosphäre in Ökosysteme ist heute in der Ökologie allgemein üblich. Diese Beschreibung der Lebenswelt in vernetzten Ökosystemen trägt eindeutig holistische Züge. Andererseits werden in eben diesen Ökosystemen die Wechselbeziehungen meist auf physikalisch und somit mathematisch beschreibbare Vorgänge (Austausch von Stoffen, Energiegehalt, Veränderung von Längen und Formen) reduziert. Dies sind eindeutig Methoden der analytischen, exakten Wissenschaft.¹⁵

2. Historische Entwicklung

Die Ökologie, die vereinfacht auch als Wissenschaft von der Vernetzung (in der belebten Natur) bezeichnet werden kann, war in ihrer geschichtlichen Entwicklung dementsprechend auch vielfältigen Einflüssen ausgesetzt. Deshalb sind in diesem Streifzug durch die Geschichte auch immer wieder andere Wissen-

¹⁴ Vgl. Vester, *Neuland des Denkens*, S. 230 f.

¹⁵ Vgl. Ludwig Trepl, *Geschichte der Ökologie: Vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart* (Frankfurt a. M.: Athenäum, 1987), S. 183 ff.

schaftsdisziplinen anzutreffen. Auf den nächsten Seiten habe ich versucht, die entscheidenden Einflüsse grob darzustellen.

Historisch sind die Ursprünge der Ökologie sicherlich älter als der Begriff, weshalb historische Untersuchungen auch weiter zurück gehen. Ökologische Gedanken, d.h. Gedanken über Beziehungen in der belebten Natur, sind schon bei den Philosophen des Altertums zu finden und auch im Mittelalter; jede Epoche hat auch Vertreter einer ganzheitlichen Philosophie. Im mittelalterlichen Weltbild hatte die Erde noch etwas von einer nahrungspendenden Mutter, eines Organismus, wie Carolyn Merchant es beschreibt¹⁶. Die Menschen konnten sich in dieser Zeit viele Phänomene noch nicht erklären, die Wissenschaft steckte erst in ihren Kinderschuhen. Zur Natur waren die Beziehungen mystisch und mit vielen Mythen belegt; das Gleichgewicht mit ihr war aber auch noch nicht so gestört, wie es heute der Fall ist. Der Bruch mit der Natur liegt allerdings schon einige tausend Jahre zurück; mit der Selbsthaftwerdung vor schätzungsweise etwa 10.000 Jahren begann der Mensch sich (im Denken) aus der Natur zu lösen. Daß mit diesem Bruch auch einiges an 'ökologischem' Wissen verloren ging, zeigen einige heute noch im Gleichgewicht mit der Natur lebende Völker, wie die Indianer in den tropischen Regenwäldern Südamerikas¹⁷.

Wenn das Weltbild bis ins 15. Jahrhundert noch mehr ein organisches war, so trat dies mit dem Beginn der Neuzeit zurück und wich einem mechanischen Weltbild, welches in großen Teilen der Gesellschaft bis heute noch 'Gültigkeit' beansprucht. Mit Kopernikus (1473 - 1543) und Galilei (1564 - 1642) bildete sich dieses neue Weltbild und von Francis Bacon (1561 - 1626) und René Descartes (1596 - 1650) waren die Grundsteine für die moderne Naturwissenschaft gelegt worden; dies alles bekam von Isaac Newton (1643 - 1727) schließlich eine zusammenhängende und eindeutige Gestalt. In dieser Zeit wurzelt auch die Ökologie, allerdings mehr außerhalb der Naturwissenschaft. Trepl sieht sie in der damaligen *Naturgeschichte*, einer beschreibenden Wissenschaft, die im Gegensatz zu den exakten, experimentellen Wissenschaften (aus denen sich Physik und moderne Naturwissenschaften herleiten) steht¹⁸.

¹⁶ Vgl. Carolyn Merchant, *Der Tod der Natur: Ökologie, Frauen und neuzeitliche Naturwissenschaft* (München: Beck, 1987), S. 18 ff.

¹⁷ Vgl. Josef H. Reichholf, *Der unersetzbare Dschungel: Leben, Gefährdung und Rettung des tropischen Regenwaldes* (München [usw.]: BLV, 1990), S. 154 u. S. 177.

¹⁸ Vgl. Trepl, S. 18 u. S. 41 ff.

Diese Naturgeschichte war zunächst eine einfache Tatsachensammlung ohne Verallgemeinerungen. In ihr wurde die Natur beschrieben, wie der Mensch sie vorfand, ohne eine Suche nach zugrundeliegenden Gesetzen. Mit der Erforschung neuer Kontinente nahm die Zahl neu entdeckter Pflanzen- und Tierarten zu, was eine systematische und theoretische Entwicklung zur Folge hatte. Jedoch blieben zunächst weiter die konkreten Dinge im Blickfeld, weiterhin ohne allgemein gültige Erklärungen, wie sie in der theoretischen Wissenschaft üblich sind.

Im 18. Jahrhundert sind dann erste Anzeichen ökologischer Betrachtungen zu finden; die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt rückten zunehmend in den Vordergrund der Forschung. Die Zeit um die Jahrhundertwende vom 18. auf das 19. Jahrhundert hatte in der gesamten Breite der Gesellschaft (also auch in der Wissenschaft) eine bis auf den heutigen Tag prägende Wirkung. In dieser Zeit sind auch die eigentlichen Anfänge der Ökologie als Wissenschaft anzusiedeln, auch wenn noch einige Jahrzehnte vergehen bis der Begriff *Ökologie* erscheint und bis sich eine eigenständige Wissenschaftsdisziplin mit diesem Namen bildet. Eng verbunden mit diesen Anfängen der Ökologie ist u.a. Alexander von Humboldt (1769 - 1859), der in seinen Arbeiten auch auf Zusammenhänge der belebten Natur eingeht¹⁹. Ein weiterer Gelehrter dieser Zeit, der sich nicht direkt mit Naturbeobachtungen beschäftigte, ist für die Entwicklung der Ökologie ebenso von Bedeutung. 1798 äußerte der engl. Nationalökonom und Sozialphilosoph Thomas Robert Malthus (1766 - 1834) kritische (und z.T. bedenkliche) Gedanken zum Bevölkerungswachstum und verwendete dabei bereits zwei der fünf grundlegenden Parameter des *Weltmodells* von Forrester: Bevölkerungswachstum und Nahrungsmittelproduktion.²⁰

Im Verlauf des 19. Jahrhunderts entwickelte sich die Ökologie unter zahlreichen Einflüssen weiter, bis sie dann um die Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert ein eigenständiges Gebiet der Wissenschaft wurde. Starke Bedeutung für die Entwicklung der Ökologie hatte die *Geographie*, die in der aufstrebenden

¹⁹ Vgl. Brockhaus, "Ökologie", S. 149; u. Hans Joachim Störig, *Weltgeschichte der Wissenschaft*, Band 2, Lizenzausg. (Augsburg: Weltbild, 1992), S. 140 ff.

²⁰ Vgl. Heinz-Ulrich Nennen, *Ökologie im Diskurs: Zu Grundfragen der Anthropologie und Ökologie und zur Ethik der Wissenschaften* (Opladen: Westdeutscher Verl., 1991), S. 70; u. Störig, *Wissenschaft*, S. 44 f. - Die o.g. fünf Parameter des den *Grenzen des Wachstums* zugrunde liegenden Weltmodells von Jay W. Forrester sind: Wachstum der Bevölkerung, der Nahrungsmittelproduktion, der Industrialisierung, der Umweltverschmutzung und der Ausbeutung von Rohstoffen (Meadows [u.a.], S. 18).

Industriegesellschaft für eine bestandsaufnehmende Erkundung der Welt wichtig wurde; andere Einflüsse kamen aus neuen anwendungsbezogenen Erkenntnissen der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft (das Bevölkerungswachstum erforderte höhere Erträge). Das Werk von Charles Darwin (der sich durch Malthus angeregt sah), *The origin of species* (1859), beeinflusste wesentlich den zu Beginn des Kapitels genannten Ernst Haeckel, der erstmals 1866 den Begriff Ökologie verwendet. Die Wissenschaft Ökologie hat drei Wurzeln (oder auch Teilgebiete): die Tier- und die Pflanzenökologie sowie die Hydrobiologie, die um die Jahrhundertwende zur Ökologie zusammenwuchsen. In diese Zeit fällt auch die Einführung der wichtigen Begriffe *Biozönose* (Lebensgemeinschaft; Möbius, 1877) und *Biotop* (Lebensraum; Dahl, 1908).²¹

In den ersten Jahrzehnten diesen Jahrhunderts beschäftigte sich die ökologische Wissenschaft mit der Frage: gibt es Lebensgemeinschaften wirklich oder sind sie nur Konstruktionen der Wissenschaft? Untersuchungen hierzu nahmen einen breiten Raum ein und führten auch zur Sukzessionslehre, die erforscht ob Pflanzengemeinschaften einander ersetzen, und ob es eine Fortentwicklung hin zur am besten angepaßten Pflanzengemeinschaft gibt. In dieser Phase entwickelten sich die Grundlagen für die moderne Ökologie, die Begriffe *Umwelt* (1921), *ökologische Nische* (1927) und schließlich *Ökosystem* (1935) wurden eingeführt. Eine holistische, synthetisch das Ganze der Natur suchende Strömung, die eine *Superorganismus-Theorie* entwickelte, ist in dieser Zeit ebenfalls zu finden. Der Holismus in der Ökologie, der sich mit der entsprechenden Philosophie austauschte, verstand sich als Gegenströmung zum analytischen Geist der exakten, theoretischen Wissenschaft.²²

Nach dem Zweiten Weltkrieg kam es mit der *New Ecology* in der Ökologie auf breiter Ebene zu einer 'Verwissenschaftlichung', d.h. zur Einführung von Methoden der analytischen Wissenschaft nach dem Vorbild der Physik. Daran stark beteiligt war die Mathematisierung der Ökologie, die ihren Ursprung allerdings zu großen Teilen auch in naturhistorischen Quellen hatte. Teile der Mathematisierung kamen auch von 'außerhalb' aus den Systemwissenschaften. In diesem Zusammenhang kam Anfang der fünfziger Jahre der eigentliche Durchbruch für den Ökosystemansatz; die *Fundamentals of Ecology* (1953) von

²¹ Vgl. u.a. Trepl, S. 89 ff. u. S. 101 f.; u. Hans Joachim Müller (Hg.), *Ökologie*, 2., überarb. Aufl. (Jena: Gustav Fischer, 1991), S. 18 f.

²² Vgl. Trepl, S. 140 ff. u. S. 183 ff.

E. P. Odum sind eines der populärsten Werke. Es wurde ein Modell gebildet, was auch für die Entstehung der Ökologiebewegung von grundlegender Bedeutung sein sollte. Zwei wichtige Aspekte sind an dieser Stelle hervorzuheben:²³

1. Energie wird als allgemeingültiger, alles verbindender Faktor der belebten und unbelebten Natur herausgestellt.
2. Die Arbeitsweise ist vom Ganzen zu den Teilen gehend (was auch den holistischen Ansatz weiter 'leben' läßt).

Seit dieser Zeit ist die Ökologie vorwiegend bestimmt durch die Ökosystemforschung. Den Aufgaben der Systemforschung kam die Computertechnik zur Hilfe, die sich ebenfalls rasch fortentwickelte. Bei den immer komplexeren Fragestellungen erscheint diese Technologie unverzichtbar. Die Geschwindigkeit der jüngsten Entwicklung in der Ökologie wurde nicht zuletzt durch den Druck der Umweltkrise und der Ökologiebewegung beschleunigt. Die sich hier stellenden praktisch-technischen Fragen haben zu mehr Praxisorientierung und somit auch hin zur Ökosystemforschung geführt, was auch den Einzug von biologischen und ökologischen Fächern in andere Disziplinen (z.B. in die Ingenieurwissenschaften) zur Folge hatte. Daß dies das technokratische Denken eher noch unterstützt hat und welche Fragen sich deshalb für die weitere Entwicklung der Ökologie stellen, soll in dem politische und philosophische Fragen hervorhebenden nächsten Abschnitt erörtert werden.

3. Ökologie in der Diskussion

Wie die vorhergehenden Seiten gezeigt haben, gab es in der Ökologie ständig Einflüsse aus anderen Wissenschaften und von der gesellschaftlichen Entwicklung überhaupt. Die Entwicklung der Ökologie selbst spielte außerhalb derselben hingegen lange Zeit kaum eine Rolle oder trat zumindest nicht namentlich in Erscheinung. Dies begann sich spätestens in den sechziger Jahren mit dem Buch *Silent Spring* (1962)²⁴ von Rachel Carson zu ändern, und 1972

²³ Vgl. ebd., S. 177 - 204.

²⁴ Rachel Carson, *Silent Spring* (Boston: 1962); dt.: *Der stumme Frühling* (München: Biederstein, 1962).

kam es endgültig zur „ökologischen Wende“ (Nennen) mit dem Bericht des Club of Rome. Dieser Bericht wurde zum Medienereignis und sorgte für einen Schub im weltweiten Umweltbewußtsein.

Seit mehr als zwanzig Jahren ist nun die Ökologie zusammen mit Fragen von Natur- und Umweltschutz (und durch eben diese) Bestandteil öffentlicher Diskussionen. Die in internationaler Zusammenarbeit erstellte Studie der MIT-Wissenschaftler wird in der einschlägigen Literatur fast durchweg als markantes Ereignis gedeutet. Wenn auch zuweilen kritisiert wird, „individuell beunruhigte Ingenieure und Wissenschaftler“ würden „am Weltmodell drehen und ... den Weltgleichgewichtszustand herbeiführen [; was] ... an der Realität von Kapitalinteressen und an den Bedürfnissen und Zwängen der Entwicklungsländer vorbei [geht].“²⁵

In der Tat erfordern die Verhältnisse in den Entwicklungsländern eine andere Betrachtungsweise, als dies beschränkt auf die Industrienationen der Fall wäre. Aber ungeachtet der Berechtigung dieser Kritik haben der erste Bericht des Club of Rome und seine Folgeberichte die internationale Diskussion belebt und zu zahlreichen Aktivitäten in Politik, Gesellschaft und Wissenschaft geführt. Es wurden mit einem umfassenden Computerprogramm beängstigende Entwicklungstendenzen aufgezeigt, die sich in den mittlerweile vergangenen zwanzig Jahren prinzipiell bestätigt haben und die auch weiter erkennbar bleiben²⁶.

Diesem „Donnerschlag“ (E. U. v. Weizsäcker) folgten zahlreiche Studien zu der Lage der Welt: Die im Auftrag des damaligen US-Präsidenten Jimmy Carter erstellte Studie *Global 2000* (1980), die seit 1984 jährlich erscheinenden Berichte des »Worldwatch-Institutes« *Zur Lage der Welt* oder auch das vom Standpunkt der Entwicklungsländer aus erarbeitete *Bariloche-Modell* (1977), womit nur einige genannt sind.²⁷ So unterschiedlich die Bewertungen und Zukunftsmodelle der einzelnen Berichte teilweise auch sein mögen, allen

²⁵ Günter Altner, „Fünf Minuten nach zwölf: Eine kritische Bilanz des Zustandes unserer Welt“ in: Gerd Michelsen u. Öko-Institut Freiburg/Br. (Hg.), *Der Fischer Öko-Almanach 91/92: Daten, Fakten, Trends der Umweltdiskussion*, fischer alternativ (Frankfurt a. M.: Fischer, 1991), S. 17. - MIT = Massachusetts Institute for Technology in Cambridge (USA).

²⁶ Vgl. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows u. Jørgen Randers, *Die neuen Grenzen des Wachstums: Die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen* (Stuttgart: DVA, 1992). - Der Titel des amerikanischen Originals lautet wörtlich übersetzt treffender *Jenseits der Grenzen (Beyond the limits)*.

²⁷ *The Global 2000 Report to the President ...* (Harmondsworth: Penguin, 1980); dt.: *Global 2000* (Frankfurt a. M.: Zweitausendeins, 1980). - Lester R. Brown [u.a.], *State of the World ...*, (New York: W. W. Norton, [jhr.]); dt.: *Zur Lage der Welt ...* (Frankfurt a. M.: Fischer, [jhr.]). - Amilcar O. Herrera [u.a.], *Grenzen des Elends: Das Bariloche-Modell ...* (Frankfurt a. M.: Fischer, 1977).

gemeinsam ist die Feststellung, daß ein dringender Handlungsbedarf besteht. Die Systembetrachtungen der vergangenen Jahrzehnte identifizieren vor allem eine „treibende Kraft“ (Meadows) hinter den Hauptursachen der Krise: eine mathematische Beziehung, die als *exponentielles Wachstum* bezeichnet wird. Diese Relation hatte schon Malthus beim Bevölkerungswachstum erkannt. Wie die nachfolgend abgebildete Wachstumskurve der Menschheit (Abb. 2) veranschaulicht, führt quantitatives Wachstum ins unendliche und ist somit auf Dauer unrealistisch.

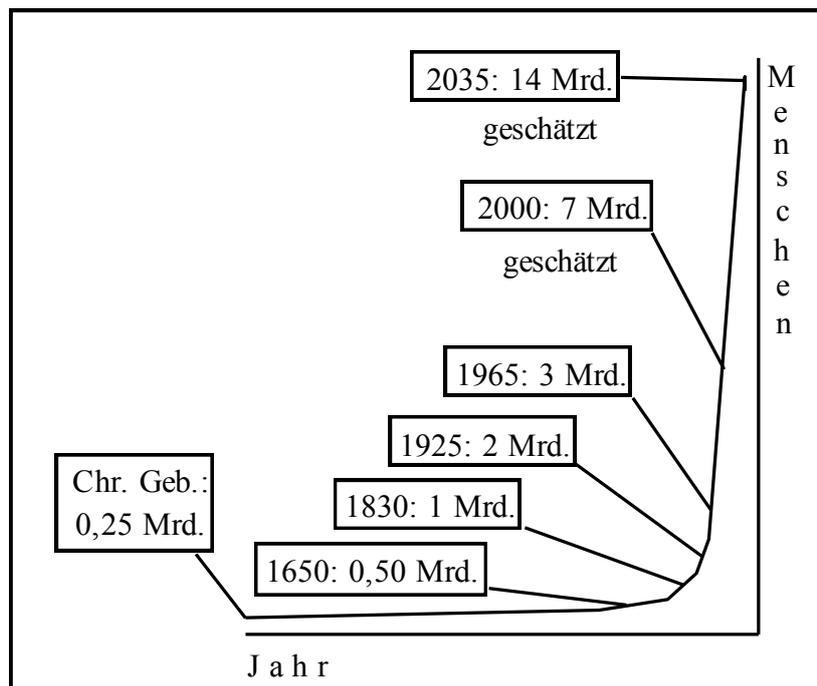


Abb. 2: Das Wachstum der Menschheit (qualitativ).²⁸

Spätestens an diesem Punkt der ‘Ökologiedebatte’ - die sich schon lange nicht mehr auf die Wissenschaft *Ökologie* beschränkt, sondern die gesamte Wissenschaft und Gesellschaft mit einbezieht und aller Orten in philosophischen Fragen mündet - wird das bestehende, ohnehin schon wankende Weltbild (Relativitätstheorie, Quantentheorie) grundsätzlich in Frage gestellt. Die Ursachenforschung ergreift ebenso sämtliche gesellschaftlichen

²⁸ Nach Kinzelbach, S. 89 (dort nach Nachtsheim).

Bereiche wie das Angebot von Lösungsstrategien. Der Physiker Fritjof Capra spricht in seinem umfangreichen, gleichnamigen Werk verheißungsvoll von einer *Wendezeit* (1982) mit mehreren erschütternden Übergangsbewegungen innerhalb der Gesellschaft des Menschen: Zu Erschütterungen kommt es in dem Glauben an ein unbegrenztes wirtschaftliches und technologisches Wachstum, einen zwingenden Übergang gibt es von einem Zeitalter der fossilen Brennstoffe zu einem „Solarzeitalter“, und, was ebenso bemerkenswert ist, es kommt zu einem Ende des *Patriarchats*, d.h. zu einem Ende der *Vorherrschaft der Männer*.²⁹ Carolyn Merchant, die wie Capra in Berkeley (Kalifornien) lehrt und forscht, kommt in ihrem in Amerika bereits 1980 erschienen Buch zu ähnlich weitgreifenden Aussagen und folgendem Urteil:

„Die Frauenbewegung wie die Ökologiebewegung protestieren mit aller Schärfe gegen die Kosten, die uns aus dem Konkurrenzprinzip, dem Aggressions- und Dominanzstreben des marktwirtschaftlichen Operierens in Natur und Gesellschaft erwachsen. Die Ökologie ist eine subversive Wissenschaft; sie übt Kritik an den Folgen jenes unkontrollierten Wachstums, das mit Kapitalismus, Technologie und Fortschritt verbunden ist - Konzepte, die in den letzten zweihundert Jahren in der westlichen Kultur in höchstem Ansehen standen.“³⁰

Wenn sich wohl auch viele Ökologen gegen den Ausdruck *subversiv* entschieden zur Wehr setzen würden (und Merchants Ökologie eben auch über die reine Biologie hinaus reicht), so sind die zugrunde liegenden Gedanken und Gefühle durchaus nachvollziehbar. Auch der Biologe Trepl läßt ähnliche Gesellschaftskritik kurz anklingen, wenn er sich mit der Subjektivität auseinandersetzt und die Herrschaft über die Natur mit der Unterdrückung der Frauen gleichsetzt³¹. In der feministischen Literatur ist die Umweltzerstörung denn auch ein wichtiges Thema, und die dort genannten Ursachen lassen sich (bei entsprechender Offenheit) nicht so einfach von der Hand weisen. Der GAU von Tschernobyl soll eine Zeit der „Zäsur“ für die Frauenbewegung begründet haben, in der sie sich veranlaßt sah, sich wesentlichen Themen neu zu stellen:

²⁹ Vgl. Fritjof Capra, *Wendezeit: Bausteine für ein neues Weltbild*, Aktual. Ausg. (München: dtv, 1991), S. 24 ff.

³⁰ Merchant, *Tod der Natur*, S. 12.

³¹ Vgl. Trepl, S. 256.

„Die Geschichte von Wissenschaft und Technologie, die Ausgrenzung der Frauen aus Forschung und Politik wurde zum absoluten prägenden Element des Weiblichen an sich erklärt. ... Die Männer an sich, die an sich schlechte Technik, eine an sich männliche Rationalität wurden in der Diskussion zum Grundübel der gesellschaftlichen Wirklichkeit erklärt.“³²

Wie auch diese Autorin weiter feststellt, war dies eine Vereinfachung, die die Frauen zunächst völlig aus der Verantwortung nahm. Jeder Mensch trägt aber für sein *Tun* oder *Nicht-Tun* selbst die Verantwortung; folglich sind auch ‘die’ Frauen an der Misere unserer Zeit beteiligt. Allerdings muß ich auch gleich wieder einschränken: das bestimmende Moment in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft (also auch Wissenschaft) waren seit Jahrtausenden und sind noch immer ‘die’ Männer³³. Mit anderen Worten: es sind ‘männliche’ Verhaltensweisen, die wir in den Hierarchien der modernen Industriegesellschaft finden.

Diese Auseinandersetzung mit den Forderungen nach Gleichberechtigung von Frauen und Männern und die Untersuchung des Verhältnisses zwischen Männern und Frauen weist auf ein grundsätzliches Phänomen in der Gesellschaft. Ich habe einleitend schon angedeutet, daß die ökologische Krise allem Anschein nach eine zutiefst im Menschen liegende Dimension besitzt. Genauer ausgedrückt - und das erscheint mir logisch - hat diese Krise ihre Ursache im Menschen (wo sonst?). Und Menschen sind Männer und Frauen - ohne Unterschied! Frauen gelingt es oft (aus welchen Gründen auch immer) anscheinend besser, in ihrem Denken das Ganze einer Situation zu erfassen. Von ‘männlicher’ Seite wird ihnen deshalb oft unlogisches Denken oder ähnliches vorgeworfen. Dabei haben Frauen es vielleicht im allgemeinen nur weniger verlernt, *alle* Sinne für eine Urteilsfindung zu benutzen - also auch die

³² Beate von Devivere, “Frauen und die ökologische Frage - Einige Anmerkungen” in: Michelsen u. Öko-Institut, S. 404.

³³ Als Beispiel für die Wissenschaft kann die Professorenschaft der Fachhochschule dienen. Zum Zeitpunkt der Umfrage waren an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel 110 Professuren vergeben, ganze sechs davon an Frauen. Die sechs Professorinnen arbeiten zudem alle im Fachbereich Sozialwesen, die technischen Fachbereiche beschäftigen bis heute keine Professorin (bei den Lehrbeauftragten sieht dies etwas anders aus).

Gefühle.³⁴ Gefühle scheinen im Erleben einer Situation mehr die gesamte Vernetzung zu erfassen und nicht nur monokausale Zusammenhänge, wie es meist der reine Verstand tut. Mit den Gefühlen spüre ich die Verbundenheit mit allem Leben, und die Gefühle erinnern mich ständig an das eigentlich Menschliche. Im heute vorherrschenden monokausalen, analytischen und 'objektiven' Denken sind Gefühle meist völlig ausgegrenzt, weshalb ich ihnen oftmals aber gerade hilflos 'ausgesetzt' bin. - Die Gefühle dürfen bei der Betrachtung und Beurteilung der 'Wirklichkeit' eben nicht völlig außer acht gelassen werden, denn sie sind sowohl Teil der Wahrnehmung als auch wirkend auf das Wahrgenommene³⁵.

Die widernatürlich übertriebene Abgrenzung des 'männlichen' *Ich* von der *anderen* Natur wurde von Frauen wohl nicht in gleicher Weise vollzogen. - Wie weit diese Unterscheidung wirklich zutrifft und worin sie ihre Ursachen hat, kann ich *hier* nicht erörtern. - Aber solange Männer und Frauen einander nicht einfach als *Menschen* betrachten - ohne diskriminierende Unterscheidungen -, so lange werden wir auch kaum Rassismus überwinden können, und so lange werden wir auch weiter unsere Mitwelt zerstören. Also läßt sich die Trennung zwischen Mann und Frau, zwischen (logischem) Denken und Fühlen, zwischen Mensch und Natur allem Anschein nach auf den gleichen Prozeß im Denken des Menschen zurückführen - auf die Herauslösung des Ich aus dem Ganzen der Natur. Dieser Prozeß soll nun ein wenig zurückverfolgt werden.

In der Einleitung hatte ich schon angesprochen, daß das Fühlen ebenfalls dem Denken zuzuordnen ist. Zumindest erfahre ich das Fühlen über das Denken, bzw. es wird mir über das Denken bewußt. Das Denken wird im allgemeinen dem Kopf (Gehirn) zugeordnet, das Fühlen mehr dem Körper. Hier finden sich also Schwierigkeiten, denn das Fühlen läßt sich innerhalb des Körpers scheinbar nicht lokalisieren. Begrifflich wird das Denken der Psyche zugeordnet - wie genau genommen aber auch das Fühlen, denn Psyche ist der griechische Ausdruck für die Seele. Zwar wird mitunter der denkende (genauer eben der logisch denkende) Teil als *Geist* abgespalten, aber letztlich ist diese nicht neue Diskussion nach wie vor unvollendet. Immanuel Kant hat sowohl

³⁴ Vgl. Erika Wisselinck, *Frauen denken anders: Zur feministischen Diskussion: Als Einführung und zum Weiterdenken*, Erw. u. überarb. Lizenzausg., 3. Aufl. (Frankfurt a. M.: Zweitausendeins, 1992), S. 101 ff.

³⁵ Vgl. Werner Heisenberg, "Ordnung der Wirklichkeit", in: Hans-Peter Dürr (Hg.), *Physik und Transzendenz: Die großen Physiker unseres Jahrhunderts über ihre Begegnung mit dem Wunderbaren*, 5. Aufl. der Sonderausg. (Bern; München; Wien: Scherz, 1991), S. 323 ff.

(logisches) Denken als auch Fühlen der Seele zugeordnet und dieser als Raum den ganzen Körper³⁶. Kant war sich also (wie es scheint) bewußt, daß zum einen das Mensch-Sein mehr ist als nur das logische Denken - eben auch das Fühlen - und zum anderen, daß sich das Ganze - die Seele - nur schwer lokalisieren läßt und auch kaum vom lebenden Körper zu trennen ist.

Diese Trennung aber hatte Descartes vollzogen, was für den Wandel im Denken des Abendlandes durchaus von Bedeutung war. Wenn wir logisches Denken und Fühlen im Denken an sich vereint sehen, dann hatte Descartes mit seiner viel zitierten Aussage: „Ich denke, also bin ich!“ durchaus recht. Er kam zu dieser Aussage, weil er zunächst alles in Zweifel zog und dabei folgendes feststellte:

„... Alles, was ich von außen wahrnehme, könnte Täuschung sein, alles, was ich denken mag, könnte falsch sein - aber im Zweifel werde ich jedenfalls meiner selbst als eines denkenden Wesens gewiß.“³⁷

Was den Menschen zum Menschen macht ist also das Denken (genauer aber das *freie* Denken), denn es befähigt ihn, sich seiner selbst bewußt zu werden, zum Zweifeln und zum unabhängigen Planen und Handeln. Descartes sah deshalb aber die ganze Welt einschließlich des Lebens und des eigenen (tierischen) Körpers bloß als Maschinen, die mechanischen Gesetzen gehorchen und getrennt sind vom denkenden Geist.

Für den Fortschritt in der Wissenschaft und für das Selbstbewußtsein des Menschen war das in dieser Zeit ‘aufstrebende’ logische Denken (und auch die ‘Trennung’ von der Natur) durchaus wichtig. Denn mit der Hilfe des logisch denkenden Verstandes konnte sich der Mensch von Irr- und Aberglauben befreien, was auch das Ziel der zuvor angeführten Schrift von Kant war; und die ‘Trennung’ erleichterte es dem Menschen, die Begebenheiten in der Natur zu untersuchen.

Letztlich war beides aber auch fatal, da die Gefühle (die oft zunehmend dem Körper zugerechnet wurden) aus dem Denken ebenso ausgeschlossen wurden, wie es meist verdrängt wurde, daß der Mensch nach wie vor untrennbar mit der

³⁶ Vgl. Immanuel Kant, *Träume eines Geistersehers, Der Unterschied der Gegenden im Raume* (Hamburg: Meiner, 1975), S. 11 ff.

³⁷ René Descartes, zitiert nach: Hans Joachim Störig, *Kleine Weltgeschichte der Philosophie*, Erw. Neuausg. (Frankfurt a. M.: Fischer, 1993), S. 316.

Natur verbunden ist. Die Ursachen für unsere gegenwärtigen ökologischen Probleme sind aber nicht nur in diesem Wandel von Denken und Weltbild zu finden. Eine große Zahl heute wissenschaftlich tätiger Menschen folgt einem materialistischen Denken, welches nur physische (somit physikalisch-chemische) Erklärungen zuläßt. Damit ist Descartes aber auch sozusagen relativiert worden, denn er hatte ja den denkenden Geist vom materiellen Körper getrennt. Die Materialisten sehen auch das Denken rein in physischen Dimensionen ablaufen - wobei aber auch diese Sichtweise ein Resultat des vor etwa vierhundert Jahren entstandenen mechanischen Weltbildes ist. Über die materialistischen Erklärungen der Welt herrscht in der Wissenschaft allerdings auch heute noch keine Einigkeit, denn psychische Selbsterfahrungen lassen zumindest ernsthafte Zweifel an einem rein materialistischen Weltmodell aufkommen. Demnach wären nämlich meine Gedanken bloß die Folge chemisch-physikalischer Reaktionsketten ohne direkten Einfluß auf eben diese und somit letztlich überflüssig. Auch diese Diskussion kann hier nicht weiter geführt werden; was aber diese mit anderen Diskussionen verbindet, zeigt sich gleich.³⁸

In der Evolution wird eine weitere Ursache für unsere ökologischen Probleme vermutet; das vermutlich im Menschen vorhandene Aggressions- und Dominanzstreben war vor einigen Jahrtausenden, als die Menschen sesshaft wurden, anscheinend ein Vorteil und führte deshalb auch zu einem „Vermehrungserfolg“ dieser Eigenschaft. In der dicht besiedelten Welt der Gegenwart ist diese damals vielleicht sinnvolle Eigenschaft allerdings unsinnig und gefährlich geworden.³⁹ Es liegt nahe, daß es diese Veranlagung im Menschen gibt. Aber sofern es sich dabei um einen Trieb oder ein angeborenes Verhaltensmuster handelt, ist das noch die tierische Entwicklungsstufe. Die Freiheit des Willens, die der Mensch in seinem Denken hat, gibt ihm damit aber auch die Möglichkeit, solchen Trieben nachzugeben oder sie zu zügeln und in vernünftige Bahnen zu leiten. Eben diese Freiheit, sein Handeln eigenverantwortlich bedenken und steuern zu können, macht den Menschen eigentlich zum Menschen, und damit unterscheidet er sich erst vom Tier.⁴⁰

³⁸ Vgl. Hoimar von Ditfurth, *So laßt uns denn ein Apfelbäumchen pflanzen: Es ist soweit*, Vollst. Taschenbuchausg., Lizenzausg. (München: Knauer, 1988), S. 342 ff.

³⁹ Vgl. Ditfurth, S. 319 ff.

⁴⁰ Diese Unterscheidung bedeutet nicht, daß Tiere (und Pflanzen) damit weniger Achtung verdienen. Alles Leben verdient gleichermaßen Achtung! Die genannte Freiheit gibt aber gerade dem Menschen eben auch Verantwortung für sein Handeln.

Ihre Verbindung finden alle diese Diskussionen darin, daß wir die Welt wohl auch heute noch nur unzureichend kennen. Dafür sprechen viele 'neue' Erkenntnisse der Wissenschaft, angefangen mit der *Relativitätstheorie* und der *Quantentheorie*, die der klassischen Mechanik ihre uneingeschränkte Gültigkeit nahmen. Das Universum konnte nun nicht mehr als ein starren Gesetzen gehorchendes 'Getriebe' verstanden werden, dessen zukünftige Bewegungen sich deshalb auch (grundsätzlich) vorhersagen lassen. Diese und nachfolgende Erkenntnisse bestätigen etwas, was die Philosophie schon seit mehr als 2000 Jahren kennt. In seinem *Höhlengleichnis* beschrieb Plato schon die eingeschränkten Wahrnehmungsfähigkeiten des Menschen. Der Mensch sieht also nicht die Welt *an sich* sondern nur ein Abbild derselben in seinem Hirn. Seine Wahrnehmungsorgane (und -fähigkeiten), die ihm die Evolution 'gegeben' hat, sind (waren) ausreichend für das Überleben auf dieser Erde - zur Erklärung der Welt scheinen sie ungeeignet. Das heißt auch unsere Erklärungen der Welt bis hin zu den Naturgesetzen (diese sind ja auch vom Menschen formuliert worden und nicht 'vom Himmel gefallen') stimmen mit der 'Wirklichkeit' zumindest nicht absolut überein. Was gerne vergessen wird, ist die Tatsache, daß jedes Weltbild nur eine Theorie also eine Sicht der Welt (von Menschen) ist, die diese bis zu einem bestimmten Grad verständlich beschreibt. Wie aber die Relativierung der Newtonschen Theorie zeigt, hat keine Theorie den Anspruch der letzten Wahrheit. Deshalb ist es meiner Ansicht nach wichtig, daß die in der Wissenschaft (aber auch außerhalb) tätigen Menschen im Bewußtsein behalten, daß sie immer nur ein Bild (einen Schatten) der Wahrheit sehen werden, wohl niemals aber die Wahrheit selbst. Und dies bedeutet, daß die Menschen ihr Handeln nicht nach einem Wissen richten sollten, was sie mit der unterstellten Sicherheit nicht haben.⁴¹

Ungeachtet der Erkenntnisse, die im vorhergehenden Exkurs angesprochen wurden, ist bei vielen Wissenschaftlern ein ganz anderes Denken anzutreffen. Sie operieren in ihrer Fachwissenschaft und ihrem Spezialgebiet und glauben, weil sie dort so viel 'wissen', immer noch, sie könnten die Natur quasi von außen steuern. Und dieser Glaube an die *Machbarkeit* von allem Gedachten mit der Hilfe von Wissenschaft und Technik hat in weiten Teilen der Gesellschaft scheinbar den von Kant bekämpften Aberglauben ersetzt. Der Philosoph Karl

⁴¹ Vgl. hierzu den 3. Teil in: Ditfurth, S. 285 - 367; oder auch Teil 5 in: Vester, *Neuland des Denkens*, S. 445 - 489.

Jaspers hat dieses anthropozentrische (den Menschen in den Mittelpunkt setzende) Denken mit folgenden Worten umschrieben:

„Auf Grund der wissenschaftlichen Erfolge der neuesten Jahrhunderte ist ein Wissenschaftsaber Glaube erwachsen, man ist in ein grenzenloses Machenwollen verfallen, man erwartet von der Wissenschaft und ihrer Folge, der Technik, schlechthin alles. Man neigt dazu, den Menschen, da nichts mehr über ihm ist, an die Stelle Gottes zu setzen, die Geschichte statt der Gottheit für die höchste Instanz zu halten.“⁴²

Im übrigen stellt Jaspers die Notwendigkeit der Wissenschaft klar heraus. Er betont, daß die Philosophie die Wissenschaft unbedingt braucht - allerdings nicht aus dem bloßen Wissenwollen oder einem Machtwillen heraus, sondern aus dem „Willen zur Wahrheit“, welcher weiter reicht als alles Wissen. Jaspers hat dies an anderer Stelle folgendermaßen verdeutlicht:

„Die Art der in der Philosophie zu gewinnenden Gewißheit ist nicht die wissenschaftliche, nämlich die gleiche für jeden Verstand, sondern ist eine Vergewisserung, bei deren Gelingen das ganze Wesen des Menschen mitspricht. Während wissenschaftliche Erkenntnisse auf je einzelne Gegenstände gehen, von denen zu wissen keineswegs für jedermann notwendig ist, handelt es sich in der Philosophie um das ganze des Seins, das den Menschen als Menschen angeht, um Wahrheit, die, wo sie aufleuchtet, tiefer ergreift als jede wissenschaftliche Erkenntnis.

Ausgearbeitete Philosophie ist zwar an die Wissenschaften gebunden. Sie setzt die Wissenschaften in dem fortgeschrittenen Zustand voraus, den sie in dem jeweiligen Zeitalter erreicht haben. Aber der Sinn der Philosophie hat einen anderen Ursprung. Vor aller Wissenschaft tritt sie auf, wo Menschen wach werden.“⁴³

⁴² Karl Jaspers, *Vernunft und Widervernunft in unserer Zeit: Drei Vorlesungen*, Serie Piper Band 1199, 3. Aufl., Neuausg., 1. Aufl. (München: Piper, 1990), S. 17.

⁴³ Karl Jaspers, *Einführung in die Philosophie: Zwölf Radiovorträge*, Serie Piper Band 13, 30. Aufl., Neuausg., 18. Aufl. (München: Piper, 1992), S. 9 f.

Das zuvor genannte anthropozentrische Denken ist aber heute unverändert in der Wissenschaft anzutreffen, und der Glaube, die Natur ‘managen’ zu können hat sich hinzugesellt. Daran sind die im vorherigen Abschnitt genannten Ökosystemwissenschaften nicht unbeteiligt, denn sie vermitteln den Eindruck (oder den Wunsch), die Prozesse in der Natur sozusagen von außen steuern zu können. Dies äußert sich dann in ‘Schlachtrufen’ wie: „Auf ins *Anthropozoikum*.“⁴⁴, die meiner Auffassung nach u.a. die Dimension des Ungewußten stark unterschätzen. Argumentativ gerechtfertigt wird solches Denken dann auch mit der Evolutionstheorie von Darwin, die auf dem Überleben des Stärkeren (eigentlich des am besten Angepaßten) basiert. Von so etwas kann aber wohl kaum noch gesprochen werden, wenn in der Tier- und Pflanzenwelt ein regelrechtes Massenaussterben herrscht: der Entwaldung im tropischen Regenwald fallen jährlich mindestens 50.000 Arten von Wirbellosen und täglich mindestens eine Vogel-, Säuger- oder Pflanzenart zum Opfer⁴⁵. „Wenn nur 25 Jahre benötigt wurden, um die Hälfte des tropischen Regenwaldes zu zerstören, dann übersteigt dies alle Anpassungs- und Einstellungsmöglichkeiten der Natur.“⁴⁶

Der Wunsch des Menschen nach absoluter Herrschaft über die Natur scheint seine Ursache wirklich in dem o.g. frühgeschichtlich vielleicht sinnvollen Machtstreben zu haben. Wenn wir aber ohne Unterbrechung weiter *machen*, dann steht ernsthaft in Frage, ob zukünftig noch ein Leben, wie wir es kennen, überhaupt möglich ist. Der Blick in die Zukunft ist uns auch heute noch nicht möglich, aber mit Hilfe von angestrenzter Verstandestätigkeit und mit der Hilfe von dynamischen Computermodellen lassen sich durchaus tendenziell mögliche und wahrscheinliche Wege vorausberechnen. Die Ergebnisse solcher Modellrechnungen sind beängstigend genug, so daß eigentlich kaum noch etwas gegen ein möglichst rasches Umdenken und ein anderes Handeln gesagt werden kann.⁴⁷

Ob wir unser Handeln angesichts der unabweisbar sichtbaren Bedrohungen ändern sollen oder nicht, ist eine ethische und letztlich eine menschliche Frage.

⁴⁴ Kinzelbach, S. 85 (Hervorhebungen im Original). - Das Wort *Anthropozoikum* steht für: Zeitalter des Menschen. Der Mensch dominiert alles andere, und die Welt ist nach seinen Bedürfnissen auszurichten und ggf. zu verändern.

⁴⁵ John C. Ryan, “Schutz der Biologischen Vielfalt” in: Lester R. Brown [u.a.], *Zur Lage der Welt 1992: Daten für das Überleben unseres Planeten*, hg. Worldwatch Institut (Frankfurt a. M.: Fischer, 1992), S. 18.

⁴⁶ Reichholf, *Der unersetzbare Dschungel*, S. 158.

⁴⁷ Vgl. Meadows [u.a.], *Die neuen Grenzen des Wachstums*, S. 198 ff.

Denn was ich tun soll, hängt nicht zuletzt auch davon ab, was mir das Leben anderer Menschen und anderes Leben insgesamt wert ist - wie weit ich mich mit anderem verbunden fühle. Auch die Ethik gehört in die Philosophie. Nur in der Philosophie kann ich versuchen, Regeln zu finden, an denen ich mein Handeln ausrichten kann, denn vernünftige Philosophie ist vorsichtig mit letzten, absoluten Wahrheiten. Deshalb ist eine Ethik in Form eines ethischen Regelwerkes aus meiner Sicht auch nur sehr eingeschränkt formulierbar, denn einen wichtigen Wert des Menschen sehe ich in seiner Freiheit und Individualität (so sehr diese in Wirklichkeit auch eingeschränkt sein mögen) - und zumindest ein starres Regelwerk setzt ein kaum erreichbares absolutes Wissen voraus. Ethische Regelwerke verkommen (wie auch andere Regelwerke), selbst wenn diese anfangs nicht so gedacht waren, meist schon bald zu inflexiblen, feststehenden Lehren, die keine philosophischen Prüfungen mehr zulassen. Viele Religionen, in denen die Menschlichkeit (zumindest in der Praxis) oft kaum zu finden ist, bestätigen solche Befürchtungen.

Der *Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation* von dem kürzlich verstorbenen Hans Jonas ist aus der Ökologiediskussion nicht wegzudenken. Das 1979 unter dem Titel *Das Prinzip Verantwortung* veröffentlichte Werk ist hernach bis heute der Stoff für zahlreiche Diskussionen geworden. Es wird dort eine ausführliche philosophische Diskussion geführt und nach Möglichkeiten gesucht, wie die Menschheit mit der Hilfe einer neuen Ethik einen Weg zum Überleben finden kann. Jonas stellt fest, daß das mögliche Können der Menschheit alle bisher gewußten Dimensionen weit übertrifft. Und dies Können verleiht dem Menschen *Macht*, welche dem Menschen sogleich auch *Verantwortung* gibt - und zwar nicht für bereits geschehene Taten sondern für zukünftig mögliche. „Das »wofür« liegt außer mir, aber im Wirkungsbereich meiner Macht, auf sie angewiesen oder von ihr bedroht. ... Die Sache wird meine, weil die Macht meine ist und einen ursächlichen Bezug zu eben dieser Sache hat.“⁴⁸

Für eine Übergangszeit zieht Jonas auch eine „wohlwollende Tyrannis“ in Erwägung, in der „eine Elite“ (ein Rat der Weisen sozusagen) die Macht über-

⁴⁸ Hans Jonas, *Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Bibliothek Suhrkamp Bd. 1005, 1. Aufl. (Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1989), S. 175 (Hervorhebungen im Original).

nimmt und auch mit Hilfe „der Massentäuschung“ die Geschicke in die ‘richtigen’ Bahnen lenkt.⁴⁹

Das Werk ist ein wichtiger Beitrag zur Ökologiediskussion, es birgt in seinen Lösungsansätzen aus meiner Sicht aber eben auch Ideen, die nicht vertretbar und wohl auch schwer durchführbar sind. Das beschriebene System verletzt die Freiheit des einzelnen Menschen in ihrer Substanz, verstößt somit gegen die Menschlichkeit und verspricht eher weiteren Despoten den Weg zu ebnen als ‘die Welt zu retten’ (wer entscheidet denn z.B., daß der Rat der Weisen wirklich ‘weise’ ist?). Der Mensch hat das Recht, die Wahrheit zu wissen, denn es ist aus meiner Sicht immer würdiger, mit dem Wissen um die wahren Ursachen zugrunde zu gehen als mit einer Lüge zu sterben.

Den einzigen vertretbaren und wenn überhaupt dann auch erfolgversprechenden Weg sehe ich in der Besinnung auf die Menschlichkeit - weshalb eben auch die Gefühle nicht vernachlässigt werden dürfen. Und Entscheidungen können nur mit Hilfe der Vernunft getroffen werden, die ständig prüft, ob mein Denken und Handeln menschlich ist und meinen Zielen wirklich dient. Deshalb ist die innerhalb der Wissenschaft im Verlauf der Ökologiediskussion aufgekommene Frage, ob die Ökologie zu einer Leitwissenschaft werden soll, nach meiner Beurteilung zu verneinen. Der Gefahr, falsche Wege zu beschreiten und unumkehrbare Fehler zu machen, kann ich allenfalls durch philosophisches Nachdenken begegnen. Der Ökologie kam und kommt auch weiterhin bei der Bewältigung der anstehenden Probleme eine wichtige Rolle zu, weil sie die vernetzte Struktur der Welt aufdeckt. Die Disziplinen der Wissenschaft wieder zusammenführen und vernetzen kann aber nur die Philosophie, denn sie stellt auch immer wieder grundsätzliche Fragen. Die in diesem Abschnitt aufgeführten Gedanken zeigen meiner Ansicht nach, daß solche grundsätzlichen Fragen wichtig sind und daß die gesamtgesellschaftliche Diskussion ohnehin immer wieder in philosophischen Fragen mündet (die meines Erachtens oft fälschlich auf den Begriff Ökologie reduziert werden).

Ein letzter Ausflug führt zu der sogenannten *Chaostheorie*, die ein namentlich sehr junges wissenschaftliches Arbeitsfeld umfaßt. Diese Theorie kann sozusagen als Dritte im Bunde mit den beiden schon genannten Theorien (Quanten- u. Relativitätstheorie) gesehen werden. Dieser ‘Bund’ hat begonnen die Newtonsche Theorie zu ‘ersetzen’, da mit dieser nicht mehr alle Fragen beantwortet werden können. Raum und Zeit können nicht mehr als absolut

⁴⁹ Vgl. Jonas, S. 262 ff.

angesehen werden, das Beobachtete ist nicht mehr grundsätzlich unabhängig vom Beobachter und nun ist auch noch das Chaos an die Stelle der Ordnung getreten. Diese noch junge Theorie ist bei weitem noch nicht überall bekannt geschweige denn anerkannt. Dennoch möchte ich hier ein kleines Beispiel anführen, welches in ihrem Zusammenhang steht; denn die Chaostheorie zeigt, daß Prozesse durchaus *völlig* anders ablaufen können als vermutet. Dieser Ausflug in die Chaostheorie ist auch eine gute Überleitung in den letzten Abschnitt, in dem ich klären möchte, was denn *ökologisch* ist, da in dieser Theorie auch die Vernetzung eine Rolle spielt. Ein bedeutender Bestandteil der Chaostheorie sind nichtlineare Gleichungen und Rückkoppelungen. Die nichtlinearen Gleichungen haben wir schon beim Wachstum (vgl. Abb. 2) sehen können. Was dabei herauskommt, wenn einzelne Terme solcher Gleichungen wiederholt mit sich selbst multipliziert werden (also eine eingebaute Rückkoppelung), zeigt vielleicht das Beispiel im folgenden Absatz. - Solche Gleichungen werden z.B. auch zur Beschreibung von Erdbeben verwendet.

Das Wetter ist ein gutes Beispiel für chaotische Verhältnisse, denn es ist letztlich nach wie vor kaum vorhersagbar. „1960 benutzte [ein Meteorologe vom MIT] seinen Computer, um einige nichtlineare Gleichungen zu lösen, die die Erdatmosphäre modellieren sollten. Als er die Details einer Wettervorhersage nachprüfen wollte, gab er noch einmal die gleichen Daten ... ein wie zuvor, rundete dabei aber die Ziffern auf drei Dezimalstellen ab, anstatt wie zuvor auf sechs. Nun ließ er den Computer an der Gleichung kauen und ging ... hinaus. Als er zurückkehrte, traf ihn ein Schock. Das neue Ergebnis, das er auf seinem Bildschirm sah, lag nicht etwa nahe bei seiner früheren Vorhersage. Es war völlig davon verschieden. Der zum Lösungsverfahren der Gleichung gehörige Iterationsprozeß hatte die kleine Diskrepanz in der vierten Stelle hinter dem Komma ungeheuerlich vergrößert. Er stand vor den Bildern zweier ganz verschiedener Wettersysteme.“⁵⁰

So kann also eine kleine Ungenauigkeit große Unterschiede bewirken, Phänomene dieser oder ähnlicher Art finden sich in den unterschiedlichsten Bereichen der Welt. Die Chaostheorie ist voll mit erstaunlichen Erscheinungen,

⁵⁰ John Briggs u. F. David Peat, *Die Entdeckung des Chaos: Eine Reise durch die Chaos-Theorie*, Ungek. Ausg. (München: dtv, 1993), S. 96. - Der vielfach genannte *Schmetterlingseffekt* hat seinen Ursprung in diesem Ereignis. - Wie weit einzelne Phänomene der Chaostheorie z.T. auf Unzulänglichkeiten der Computer zurückzuführen sind, bleibt aber auch zu fragen (vgl. Peter Brügge, „Der Kult um das Chaos: Spiegel-Autor Peter Brügge über Ausbreitung und Mißbrauch einer Welterklärung (II)“, *Der Spiegel* Nr. 40 (1993), S. 232 f.).

die oft nur ahnen lassen, wie sehr diese Welt vernetzt ist. Schon kleine Unterschiede in den Anfangsbedingungen können zu völlig verschiedenen Abfolgen von Ereignissen führen. - Aber die Chaostheorie steckt noch in ihren Anfängen und findet sich deshalb mitunter auch in einer mystischen Umgebung, in der sie leicht mißbraucht werden kann.

Am Schluß dieses Abschnitts möchte ich noch kurz die Intuition anführen (die ich bisher vernachlässigt habe); Intuition ist auch ein Vorgang im Menschen, dem oft zu wenig Wert beigemessen wird. Dabei hat so mancher Wissenschaftler durch solche Vorgänge seine 'zündenden' Ideen bekommen. Intuition scheint denn auch ein Denkvorgang zu sein, der - mehr im Unbewußten - miteinander nicht direkt (bewußt) verbundene Bereiche oder „Bezugssysteme“ miteinander verbindet und somit neue Lösungsmöglichkeiten findet. Intuition bringt also keinesfalls unlogische Ergebnisse und ist auch keine Zauberei.⁵¹

4. Ökologie, ökologisch, ökologisches Potential

Nach den zahlreichen Ausflügen in viele Bereiche von Wissenschaft und Gesellschaft kann festgehalten werden, daß im Zusammenhang mit der Ökologie einige sehr alte Probleme des Mensch-Seins nun endlich ins 'Licht' gerückt wurden (bzw. werden). Denn das, was wir heute mit der ökologischen Krise verbinden können, ist nichts, was nur eine einzelne Wissenschaft und auch nicht die ganze Wissenschaft allein betrifft, sondern es ist etwas, was alle Menschen betrifft. Es ist die uralte Frage nach Erkenntnis von der Welt, und es ist die Frage nach der Menschlichkeit.

Die Ökologie hat als Wissenschaft von den Wechselbeziehungen der belebten Natur diese Fragen 'nur' ins Bewußtsein gerückt, da die Menschheit mit ihrem fehlgeleiteten Handeln mittlerweile so ziemlich alle Bereiche der Biosphäre erreicht hat. Und durch diese 'Fackelträgerfunktion' hat der Begriff Ökologie auch diese übergreifende Bedeutung gewonnen - schließlich zeigt die Ökologie ja auch die Vernetzung in der Natur. Um es aber nochmals zu betonen, auf die o.g. Fragen kann nur in der Philosophie - die vor aller Wissenschaft da ist - nach Antworten gesucht werden. Aber nicht als

⁵¹ Vgl. Briggs u. Peat, S. 293 ff.

Fakultätsphilosophie getrennt von allem anderen, sondern als Teil in allen Bereichen der Weltgesellschaft. Und d.h. auch in allen Bereichen der Wissenschaft.

Vielleicht müssen wir als erstes endlich lernen, daß die Welt nicht fragmentiert ist, sondern daß sie ein Ganzes ist, in dem wir uns die 'Teile' vernetzt denken müssen. Das dies von uns bisher nicht so gesehen wurde, mag seine Ursache darin haben, was der Physiker David Bohm folgendermaßen formuliert hat:

„Was es, zunächst einmal im Bereich der wissenschaftlichen Forschung und später in einem umfassenden Zusammenhang, zu betonen gilt, ist der Umstand, daß die Fragmentierung fortwährend durch die fast jedermann eigene Gewohnheit herbeigeführt wird, den Inhalt unseres Denkens für »eine Beschreibung der Welt, wie sie ist«, zu halten. Oder wir könnten sagen, daß dieser Gewohnheit zufolge unser Denken als unmittelbar mit der objektiven Realität übereinstimmend angenommen wird. Da unser Denken sich stets in Absetzungen und Unterscheidungen bewegt, so verführt uns infolgedessen solch eine Gewohnheit dazu, diese als wirkliche Teilungen anzusehen, so daß die Welt dann tatsächlich in Stücke zerbrochen erscheint und erfahren wird.“⁵²

Was ist nun aber *ökologisch*? Die *Wörterbücher für Biologie* sagen: „auf die Ökologie bezüglich“⁵³. Diese Aussage reicht aber kaum aus - erst recht nicht, wenn wir bedenken, daß der Begriff Ökologie heute (und in dieser Arbeit) weiter greift als die biologische Teildisziplin. Deshalb versuche ich auf den nachfolgenden Seiten zu beschreiben, was ich in dieser Arbeit mit dem Wort *ökologisch* (oft auch mit *umweltverträglich* gleichgesetzt) meine. Da wir nicht in einer statischen Welt leben, sondern in einer sich dynamisch verändernden, kann der hier gefundene Maßstab keine allgemeine Gültigkeit haben. Vielmehr müssen Beurteilungen, ob etwas ökologisch verträglich und sinnvoll ist, unser Handeln ständig begleiten und ständig neu in Frage gestellt werden.

⁵² David Bohm, "Fragmentierung und Ganzheit", in: Dürr, *Physik und Transzendenz*, S. 266 (Hervorhebungen im Original).

⁵³ Schaefer u. Tischler, S. 183.

Zunächst möchte ich noch ein einfaches Beispiel für die Vernetzung anführen, was diese aber natürlich nur andeuten kann: Schon ein einfaches Wohnhaus steht in einem komplizierten Netzwerk. Das benötigte Trinkwasser, das Raumklima (Temperatur, Feuchte), die Lichtverhältnisse und ähnliches beeinflussen physisches und psychisches Wohlbefinden (Gesundheit) der Bewohner. Von diesen gehen wieder Wirkungen auf Mitmenschen z.B. am Arbeitsplatz aus, was sich dort auf die Arbeitsergebnisse auswirken kann. Das Trinkwasser wird aus einem nahen oder entfernten Ökosystem herantransportiert, wo der Abzug des Wassers Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen haben kann. Die Heizungsanlage des Gebäudes wird mit Energie versorgt, deren Bereitstellung Auswirkungen in der Umwelt (vom Nachbargrundstück bis unter Umständen hin zur kanadischen Uranerzgrube) hat. Gas oder Heizöl müssen in Leitungen oder mit Fahrzeugen zum Haus transportiert werden, deren Verbrennung erzeugt Abgase usw. - Damit sind nur Bruchstücke dieses Netzwerkes dokumentiert, aber es zeigt schon, daß eine Trennung immer Teile vernachlässigt.

Da ich zuvor schon deutlich darauf hingewiesen habe, daß die ökologische Krise (als Synonym für zahlreiche Krisen) ihre Ursachen im Menschen hat, beginne ich hier auch mit dem Menschen. Ein ökologisch verträgliches Verhalten fängt nach meiner Sicht der Dinge beim Umgang der Menschen mit sich selbst und mit ihren Mitmenschen an, gefolgt vom Umgang mit der Mitwelt insgesamt.

An erster Stelle ist dann unser Verhältnis zur Zeit zu nennen. Wenn die Auslastung mit Arbeitsanforderungen (oder besser der Zeitdruck; also etwa der Wechsel der Arbeitsinhalte und zeitliche Vorgaben an die Fertigstellung einer Arbeit) sich auf einer Kurve, die die vergangenen Jahrhunderte zeigt, auftragen läßt, dann würde wahrscheinlich eine ähnliche Wachstumskurve wie bei dem Bevölkerungswachstum erscheinen. Vielleicht hatten die Menschen vor zwei- oder dreihundert Jahren weniger 'Freizeit' als wir, aber ihr Zeitablauf war mit Sicherheit bei weitem nicht so hektisch. Der unserer Zeit eigentümliche Streß hat meines Erachtens seine Ursachen ebenfalls in der einige Seiten zuvor schon angesprochenen „treibenden Kraft“, dem exponentiellen Wachstum. Genauer formuliert 'raubt' uns unser eigenes Wachstumsstreben und unser ständiges *Machenwollen* die Zeit, die wir für ein streßfreies (ökologisches) Leben benötigen.

Das Wachstumsdenken im alles beherrschenden wirtschaftlichen Bereich fordert in immer kürzerer Zeit immer höhere Gewinne. Das ist nur mit immer mehr Arbeitsleistung in immer kürzerer Zeit und mit einem zunehmenden Verbrauch an Rohstoffen zu schaffen. Und die Beseitigung unserer Umweltprobleme fordert gleichfalls (das glauben viele) ein ständiges Handeln - aus dem gleichen Denken heraus. Kaum ist eine neue Möglichkeit (Technik) zum Handeln 'entdeckt' worden, schon 'muß' diese Technik angewendet werden. Dies gilt eben auch für die 'Bekämpfung' der Umweltzerstörung. Kaum ist ein Problem erkannt, schon wird fieberhaft an der Lösung gearbeitet. Bei all diesen Tätigkeiten fragt kaum jemand nach dem Sinn oder gar nach den Folgen

Und das ist meiner Meinung nach unser eigentliches Problem.⁵⁴

Unabhängig davon, was ich in dieser Arbeit noch an Lösungswegen vorschlage und an Beurteilungsmaßstäben zur Diskussion stelle, ist es wichtig, daß wir vor jeder Entscheidung genügend Bedenken (uns also die Zeit nehmen), was unsere Ziele sind und was für Folgen möglich sind. Eine Arbeit kann nur dann Sinn haben (und als ökologisch bezeichnet werden), wenn ich mit allen mir möglichen Mittel überprüft habe, daß sie weder in der Gegenwart noch in der Zukunft unbedachte (Neben-) Wirkungen hat.

Im sozialen Bereich (nach bisheriger Fragmentierung) ist ein rücksichtsvollerer Umgang mit sich selbst und mit den Mitmenschen als ökologisch zu bezeichnen. Auch sollte darauf geachtet werden, daß Körper und Seele (Geist) miteinander vernetzt sind, daß also seelische (geistige) Belastungen auch ihre Wirkungen im Körper haben (und umgekehrt). Und wie Menschen mit anderen umgehen, hat Wirkungen auf Gesundheit und soziales Verhalten der anderen und erzeugt gleichfalls Rückkoppelungen. Dies alles steht dann auch in Verbindung mit der 'restlichen' Mitwelt, denn ob ich die Natur als Mitwelt (als zu mir gehörend) begreife, und wie ich in dieser Natur mit anderem umgehe, ist auch von zahlreichen sozialen Faktoren wie z.B. Erziehung oder Arbeitsbedingungen abhängig.

⁵⁴ Die Hauptperson eines in diesem Zusammenhang lesenswerten Romans sagt folgendes: „»Ich nehme mir Zeit, bevor ich einen Fehler mache«, entgegnete Franklin freundlich. (...) (...) Mochte auch der Tod bevorstehen, das war kein Grund, eine Überlegung vorzeitig zu beenden.“ (Stan Nadolny, *Die Entdeckung der Langsamkeit*, Serie Piper Band 700, 26. Aufl., Neuausg., 18. Aufl. (München: Piper, 1992), S. 199).

Wie schon mehrmals gesagt, ist die Wirklichkeit kein statisches System, sondern sie 'besteht' aus unzähligen, vernetzt miteinander in Wechselwirkungen stehenden offenen Teilsystemen. Jedes System besteht aus Teilsystemen und ist Teilsystem eines größeren (z.B. der Brenner in einer Heizungsanlage, diese in einem Haus, usw.); alle Systeme sind einer ständigen Dynamik und ihr Wachstum einer bestimmten Obergrenze unterworfen.⁵⁵ Überlebensfähig sind in dieser Welt nur Systeme, die dies berücksichtigen und den offenen Austausch mit anderen Systemen zulassen. Diese an sich einfache Gesetzmäßigkeit bestätigt die tägliche Erfahrung und ist auch im zweiten Hauptsatz der Thermodynamik zusammengefaßt: *Alle natürlichen Prozesse sind irreversibel*. Der Ausgangszustand kann in einem System (i.d.R.) nur wieder erreicht werden, wenn von außen 'eingegriffen' wird. Und dies läßt Veränderungen in der Umgebung zurück (in o.g. Netzwerk).

Für die Technik bedeutet dies: Ziel anwendungsbezogener Forschung, wie sie z.B. an der Fachhochschule betrieben wird, müssen Technologien sein, die wenig in die Wechselwirkungen der Natur eingreifen bzw. sich diesen anpassen. Produktionsprozesse müssen einem wirklichen Kreislauf unterliegen, die Abfälle finden also in der Produktion wieder Verwendung. Energie sollte auf möglichst schonende Art verfügbar gemacht werden, was eindeutig zu den regenerativen Energiequellen wie Sonne, Wind und Wasser weist. Und auch sollten Rohstoffe vornehmlich aus Quellen beschafft werden, die sich in überschaubaren Zeiträumen regenerieren. Insgesamt sollte zukünftige Technologie nicht gegen die Natur arbeiten, sondern sich an dieser orientieren (*Bionik*)⁵⁶. Die Natur bietet mit ihrem in Jahrmillionen bewährten und eindrucksvollen 'Ingenieurwesen' genügend Grundlagen für neue Techniken. Für solch integrierte Planungs- und Handlungsweisen hat Professor Vester, Biochemiker und Fachmann für Umweltfragen, acht kybernetische Grundregeln aufgelistet:

„1. Negative Rückkopplung muß über positive Rückkopplung dominieren.

Positive Rückkopplung bringt die Dinge durch Selbstverstärkung zum Laufen. Negative Rückkopplung sorgt dann für Stabilität gegen Störungen und Grenzwertüberschreitungen.

2. Die Systemfunktion muß unabhängig vom quantitativen Wachstum sein.

⁵⁵ Vgl. Frederic Vester, *Unsere Welt - ein vernetztes System*, 7. Aufl. (München: dtv, 1991), S. 21 ff.

⁵⁶ Bionik ist eine Wortschöpfung aus den Begriffen Biologie und Technik. Ausführliches hierzu findet sich in: Vester, *Neuland des Denkens*, S. 217 ff.

Der Durchfluß an Energie und Materie ist langfristig konstant. Das verringert den Einfluß von Irreversibilitäten und das unkontrollierte Überschreiten von Grenzwerten.

3. Das System muß funktionsorientiert und nicht produktorientiert arbeiten.

Entsprechende Austauschbarkeit erhöht Flexibilität und Anpassung. Das System überlebt auch bei veränderten Angeboten.

4. Nutzung vorhandener Kräfte nach dem Jiu-Jitsu-Prinzip statt Bekämpfung nach der Boxer-Methode.

Fremdenergie wird genutzt (Energiekaskaden, Energieketten), während eigene Energie vorwiegend als Steuerenergie dient. Profitiert von vorliegenden Konstellationen, fördert die Selbstregulation.

5. Mehrfachnutzung von Produkten, Funktionen und Organisationsstrukturen.

Reduziert den Durchsatz. Erhöht den Vernetzungsgrad, verringert den Energie-, Material- und Informationsaufwand.

6. Recycling. Nutzung von Kreisprozessen zur Abfall- und Abwasserwertung.

Ausgangs- und Endprodukte verschmelzen. Materielle Flüsse laufen gleichförmig. Irreversibilitäten und Abhängigkeiten werden gemildert.

7. Symbiose. Gegenseitige Nutzung von Verschiedenartigkeit durch Koppelung und Austausch.

Begünstigt kleine Abläufe und kurze Transportwege. Verringert Durchsatz und externe Dependenz, erhöht interne Dependenz. Verringert den Energieverbrauch.

8. Biologisches Design von Produkten, Verfahren und Organisationsformen durch Feedback-Planung.

Berücksichtigt endogene und exogene Rhythmen. Nutzt Resonanz und funktionelle Paßformen. Harmonisiert die Systematik. Ermöglicht organische Integration neuer Elemente nach den acht Grundregeln.⁵⁷

Auf den vorstehenden Seiten habe ich versucht, den Begriff Ökologie von möglichst vielen Seiten zu beleuchten, so daß ein Urteil möglich wird, zu sagen: eine Tätigkeit ist *ökologisch* oder eben nicht. Daß ein solches Urteil auch mit dem hier angesammelten Wissen noch immer ein subjektives Urteil sein wird, ist in meinen Augen nichts ungewöhnliches. Denn die Auswahl von

⁵⁷ Frederic Vester, *Ausfahrt Zukunft: Strategien für den Verkehr von morgen : Eine Systemuntersuchung*, 2., korr. Aufl. (München: Heyne, 1990), S. 43.

Informationen hat letztlich immer einen subjektiven Charakter - auch wenn zugrunde liegende Zahlen und Fakten in mathematisch exakten Berechnungen und in genau rekonstruierbaren Experimenten gewonnen wurden. Zudem können diese Informationen auch immer unterschiedlich interpretiert und in ihrer Gültigkeit eingeschätzt werden. Allgemein kann aber als ökologisch bezeichnet werden, was sich an die vernetzte Struktur der Natur anpaßt.

Mir scheint ein vernetztes System mit offenen Teilsystemen (vgl. Vester) derzeit die zutreffendste Umschreibung der Wirklichkeit zu sein. Die Welt ist mit einem dynamischen Fließgleichgewicht, das im *ganzen* zusammenhängt, denke ich besser beschrieben als mit einem statisch, mechanischen Modell. Da sich die gegenwärtigen Handlungen in Wissenschaft und Gesellschaft in der weit überwiegenden Zahl noch nicht an den Abläufen und Regeln offener Systeme mit vernetzten Strukturen orientieren, komme ich zu einer differenzierten, zeitlich befristeten Einteilung von *Ökologischem*:

1. *Kurzfristig ökologisch* sind all die Tätigkeiten, die versuchen, die umweltschädigende Wirkung von bestehenden Techniken und Praktiken durch Nachbesserungen zu verringern - z.B. der Abgaskatalysator in der Pkw-Abgasanlage.
2. *Mittelfristig ökologisch* sind Tätigkeiten, welche bei vornehmlich bestehenden Techniken und Praktiken - die voraussichtlich erst mittelfristig ersetzt werden können - umweltschädigende Wirkungen durch den Einsatz umfassender Verbesserungen auf ein Mindestmaß reduzieren - z.B. ein grundsätzlich neues Antriebs- und Motorkonzept beim Pkw.
3. *Langfristig ökologisch* sind schließlich Tätigkeiten, die Techniken und Praktiken entwickeln und Umsetzen, welche sich an fächerübergreifenden Erkenntnissen und an den Wechselwirkungen innerhalb vernetzter, offener Systeme orientieren - z.B. die Entwicklung und Umsetzung eines grundlegend neuen Verkehrssystems (vgl. Grundregeln S. 35).

Daß alle diese Tätigkeiten möglichst dem Stand von Wissenschaft und Technik folgen ist Voraussetzung. Was die Länge der zeitlichen Befristungen betrifft, so meint der Begriff kurzfristig nur wenige Jahre (auf keinen Fall zweistellig), mittelfristig ist mit wenigen Jahrzehnten (kaum mehr als zwanzig Jahre) gleichzusetzen und langfristig umfaßt Zeiträume, die über die nächsten

zwei Jahrzehnte hinausgehen; dabei orientiere ich mich an den Schlußfolgerungen und Aussagen von Meadows (u.a.).⁵⁸ Die o.g. Einteilung ist aus einer vornehmlich technischen Sicht geschehen. Im Hinblick auf die ursprüngliche Ökologie und vor allem im Bereich der Lehre wie z.T. auch speziell im Fachbereich Sozialwesen ist deshalb noch eine zweite Einteilung geboten:

- (a) *Ökologisch* im engeren Sinne sind Tätigkeiten, die sich an der biologischen Teildisziplin Ökologie orientieren - z.B. Untersuchungen der Auswirkungen von Kraftfahrzeugen in bestehenden Ökosystemen.
- (b) *Ökologisch* im weiteren Sinne sind Tätigkeiten, welche die Sensibilität und Kritikfähigkeit im Zusammenhang mit den ökologischen Problemen der Gegenwart und Zukunft (ökologische Krise) fördern - z.B. Untersuchungen sozialer Auswirkungen von Verkehrssystemen.

Die nachfolgend dokumentierten Arbeiten in Forschung, Entwicklung und Lehre der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel werden im Anschluß an die Dokumentation mit Hilfe der gerade genannten Ansichten und Einteilungen betrachtet und kritisiert. Diese kritische Betrachtung kann aber nur vorläufig und nicht umfassend geschehen; denn für eine tiefergehende Kritik, die den einzelnen Arbeiten und den gegebenen Tatsachen gerecht wird, sind Untersuchungen im jeweiligen Beziehungsgeflecht der Arbeiten und die Erstellung von umfassenden Bilanzen notwendig sowie eine Diskussion unter Einbeziehung unterschiedlicher Sichtweisen. Dies kann diese Arbeit nicht leisten, war aber auch nicht ihre Aufgabe. Vielmehr hoffe ich, daß diese Arbeit die Mitglieder dieser Hochschule auf die Grundlegenden Probleme unserer Zeit aufmerksam macht und zu neuen Gedanken anregt.

⁵⁸ Vgl. Meadows [u.a.], *Die neuen Grenzen des Wachstums*, S. 13, S. 21 ff. u. S. 238 ff.

II. DOKUMENTATION

Auf den nachfolgenden Seiten ist der Kern dieser Arbeit niedergeschrieben, die Dokumentation von Arbeiten in der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel vornehmlich zum Thema Umweltschutz und Ökologie. Diese Dokumentation ist möglichst umfassend gehalten, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es werden Inhalte aus dem Bereich der Lehre kurz aufgelistet, die einen Bezug zu Ökologie und Umweltschutz besitzen; und es wird eine Vielzahl von Arbeiten vorgestellt, die sich in jüngster Vergangenheit oder gegenwärtig mit ökologischen Themen beschäftigen. Dies soll einen Überblick verschaffen, was im Bereich *Lehre* und im Bereich *Forschung und Entwicklung* derzeit unter ökologischen Zielsetzungen anzutreffen ist. Lehre und Forschung sind die klassischen Aufgabengebiete der Hochschulen, in denen sie der Allgemeinheit ihre Dienstleistungen anbieten. Im FuE-Bereich wird dabei z.T. auch kurz auf Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit hingewiesen - allerdings vornehmlich im Hinblick auf verwandte Themen.

Grundlage dieser Dokumentation sind von Professorinnen, Professoren und Lehrbeauftragten ausgefüllte Fragebögen (s. Anhang), die zuvor an diese versendet wurden. Außerdem wurden Studienführer und Vorlesungsverzeichnisse gesichtet, Diplomarbeiten, Veröffentlichungen und ähnliches mehr gelesen und diverse Gespräche geführt. Trotz allem ist es nicht ausgeschlossen, daß einzelne Arbeiten, die es verdient hätten erwähnt zu werden, nicht berücksichtigt wurden. Dies ist bei der Größe der Hochschule und den auseinander liegenden Standorten nicht ganz zu vermeiden gewesen, beeinflußt die Gesamtaussage aber nicht wesentlich.

1. Lehre

Die Darstellung der ökologischen Inhalte der Lehre stellt ein schwieriges Feld dar, sie basiert in der Hauptsache auf den Beschreibungen in den Vorlesungsverzeichnissen und den Aussagen der Dozierenden, sofern diese sich dazu geäußert haben.

Dabei liegt ein unterschiedlicher Ökologiebezug zugrunde, wie es schon die Einteilungen am Ende des vorhergehenden Abschnitts andeuteten. Es gibt Veranstaltungen, die sich mit biologischen Fragen (ökologisch im ursprünglichen Sinne) beschäftigen; einige Vorlesungen und Seminare behandeln die Bewältigung von gegenwärtigen Umweltproblemen und andere gehen auf ökologische Fragen am Rande ein. Da ökologische Fragen letztlich alle Bereiche des Lebens ansprechen, sind von solchen Fragen auch keine Fachgebiete der Wissenschaft auszunehmen. Ob und wie sie in einzelnen Lehrveranstaltungen behandelt werden, hängt jedoch noch sehr von den jeweiligen Dozentinnen und Dozenten ab. In einem Fach wie Mathematik sind solche Themen außerdem wahrscheinlich schwieriger einzubauen als z.B. in dem Fach Werkstoffkunde.

Neben den Fächern, die sich vornehmlich mit ökologischen Fragen beschäftigen werden in dieser Dokumentation also auch solche Lehrveranstaltungen aufgeführt, die ökologische Fragen am Rande behandeln. Dies, damit diese Fragen in der Zukunft mehr Beachtung finden, und weil *Ökologisches* eben nicht in einer Pflichtübung abgehandelt werden kann sondern in allen Bereichen ständig präsent sein sollte.

1.1 Fachbereich Elektrotechnik

Der Fachbereich Elektrotechnik gliedert sich in zwei Studiengänge, die sich wiederum in zwei Studienrichtungen teilen. Zum einen gibt es den Studiengang ELEKTRISCHE ANLAGEN- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK mit den Studienrichtungen ELEKTRISCHE ANLAGENTECHNIK und AUTOMATISIERUNGSTECHNIK; zum anderen gibt es den Studiengang NACHRICHTENTECHNIK mit den Studienrichtungen NACHRICHTENÜBERTRAGUNG und NACHRICHTENVERARBEITUNG.⁵⁹

Mit dem Sommersemester 1993 wurde aus den vormals zum Fachbereich Elektrotechnik gehörenden Studiengängen *Technische Informatik* und *Fertigungsinformatik im Praxisverbund* ein selbständiger Fachbereich *Informatik* gebildet. Bei den Vorlesungen, insbesondere bei den Wahlpflicht- und Wahlfächern, gibt es deshalb noch einige Überschneidungen.

⁵⁹ Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel (Hg.), *Studienführer 1992/93* (Wolfenbüttel: 1992), S. 27. Sämtliche Beschreibungen von Lehrinhalten im Abschnitt II.1 berufen sich, wenn nicht anders angemerkt, auf diesen Studienführer.

Der direkte Bezug zu ökologischen Fragen ist im Fachbereich Elektrotechnik vor allem im Zusammenhang mit Energietechnologien und im Bereich von Meß- und Regelungstechniken zu sehen.

Elektrische Anlagen- und Automatisierungstechnik

Im Grundstudium (die ersten drei theoretischen Semester) haben beide Studienrichtungen die gleichen Vorlesungen.

Grundstudium:

Physik

>drei Vorlesungen und ein Praktikum<

Die Physik ist seit einigen Jahrhunderten die grundlegende Naturwissenschaft, als solche liefert sie gerade für die Ingenieurwissenschaften die unbedingt notwendigen Grundlagen. Da Physik sich mit ‘Naturforschung’⁶⁰ beschäftigt, werden notgedrungen auch ökologisch relevante Themen angesprochen. Deshalb gehört sie ebenfalls in die Auflistung ökologisch relevanter Vorlesungen, auch wenn die Hinweise auf ökologische Relevanz stark vom jeweiligen Dozenten abhängen. Die Vorlesungen beinhalten (kurz) folgende Themen:

Physik I: Kinematik und Dynamik der geradlinigen und der Drehbewegungen, Impulse, Drehimpulse, Arbeit, Energie, Leistung, harmonische Schwingungen, relativistische Mechanik, Statik und Dynamik von Flüssigkeiten und Gasen.

Physik II: Gravitation, Wärmelehre, Schwingungen und Wellen.

Physik III: Akustik, Optik, Atom-, Kern- und Festkörperphysik.

⁶⁰ „Physik ... Lehre von den unbelebten Dingen der Natur, ihrem Aufbau u. ihrer Bewegung sowie von den Strahlungen u. Kraftfeldern (<lat. *physica* »Naturlehre« <grch. *physike* (*theoria*) »Naturforschung«; zu grch. *physis* »Natur«)“ (Gerhard Wahrig [u.a.], *Wahrig: Deutsches Wörterbuch*, Neuausg. (Gütersloh; München: Bertelsmann, 1991), S. 991 (Hervorhebungen im Original)).

Von den Professoren wird auch berichtet, daß sie am Rande auf ökologische Inhalte eingehen, wie z.B. Energiequellen, Lärm, Strahlenschutz.⁶¹

Werkstofftechnologie

>zwei Vorlesungen, als Teil von Technologien und Festigkeit<

Dieses Fach behandelt chemische Grundlagen, Eigenschaften von Werkstoffen, Arbeitsweisen in der Fertigungstechnik und ähnliches mehr. Gerade im Hinblick auf Gesundheitsgefährdung von eingesetzten Stoffen und im Hinblick auf die Wiederverwertbarkeit (Recycling) ist dieses Fach von Bedeutung. Der zuständige Dozent bestätigt auch, daß ökologische Inhalte immer wieder in die Vorlesungen eingeflochten werden. Hiervon eine kurze Auflistung:

- Toxizität von Additiven u.a. FCKW, Weichmacher in Kunststoffen,
- Recycling der Kunststoffe,
- PCB⁶² als früherer Isolierstoff der E-Technik,
- „Sanfte“ Technik bei der Gewinnung von Aluminium und anderen Werkstoffen,
- Substitution (Austausch) von Kadmiumverbindungen (in Kontaktwerkstoffen und als Additiv in Kunststoffen),
- Energiesparende Verfahren; Nutzung der Abwärme von Kunststoffverarbeitungsmaschinen.⁶³

Professor Fraatz bemerkt, daß „Vorlesungsinhalte - an passender Stelle - zu Ökologie und Umweltschutz ... immer wieder mit großem Interesse aufgenommen [werden] ...“. In den Fächern Werkstoffkunde und Fertigungstechnik, in welchen Stoffumwandlungen und der ‘Verbrauch’ von

⁶¹ Vgl. Anhang II, Antworten auf die Umfrage unter Professoren und Lehrbeauftragten, Antwort von Professor Dr. rer. nat. Hans-Joachim Drewitz und Professor Dr. rer. nat. Manfred Steinmeier, beide Fachbereich Elektrotechnik. - Die Antworten auf die Umfrage sind sämtlichst in einem externen Anhang II abgeheftet; deshalb wird auf den Anhang II bei den Antworten im weiteren nicht wieder hingewiesen.

⁶² PCB = Polychlorierte Biphenyle. Sie sind den umwelt- und humantoxikologisch relevanten Industriechemikalien zuzuordnen. Dabei hängt die Giftigkeit im Einzelfall vom Chlorierungsgrad des Biphenylgrundkörpers ab. PCBs haben eine ausgeprägte Anreicherungstendenz und sind in nahezu allen Strukturen der Hydro-, Pedo-, Atmosphäre und Biosphäre zu finden. Neben gesundheitsschädigenden Wirkungen auf Organe und zentrales Nervensystem stehen PCBs auch im Verdacht der Krebserzeugung (vgl. Rainer Koch, *Umweltchemikalien: Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten*, Lizenzausg. (Weinheim: VCH, 1989), S. 320 ff.).

⁶³ Professor Dipl.-Ing. Dieter Fraatz, bis zu seiner Pensionierung Professor im Fachbereich Elektrotechnik und derzeit Lehrbeauftragter in den Fachbereichen Elektrotechnik und Maschinenbau.

Energie Schwerpunkte bilden, sind solche Inhalte nach seiner Auffassung notwendig.⁶⁴

Elektrische Anlagentechnik (EA)

Diese Studienrichtung (Vertiefung im Hauptstudium) beschäftigt sich mit den Grundlagen und Einsatzgebieten der elektrischen Energietechnik mit Erzeugung, Verteilung, Übertragung und 'Verbrauch' elektrischer Energie.

Hauptstudium:

Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik

Die verschiedenen Vorlesungen, die sich unter dieser Überschrift zusammenfassen lassen, sind durchaus zu den ökologisch relevanten Veranstaltungen zu zählen. Für einen umweltverträglicheren Einsatz von Technik und für die Umweltüberwachung sind sie von Bedeutung. Da aber nicht zu erkennen ist - und von den Dozenten dieses Fachbereiches auch nicht angeführt wurde -, daß hier ökologische Fragestellungen besonders behandelt werden, wird hier nicht jede einzelne Vorlesung aufgeführt.

Elektromagnetische Verträglichkeit

>eine Vorlesung, gehört zum Fächerblock *Elektrische Energieanlagen*⁶⁵<

In dieser Vorlesung wird auf den sogenannten *Elektrosmog* eingegangen. Die Vorlesung beinhaltet Hinweise auf die Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf Bioorganismen. Auch wird darauf hingewiesen, daß technologisch bedingte Felder als Umweltfaktor zu betrachten sind.⁶⁶ Am Rande wird dieses Thema auch in der Vorlesung *Hochspannungstechnik* behandelt.

⁶⁴ Antw. Prof. Fraatz (Hervorhebungen im Original).

⁶⁵ Energie spielt in den technischen Fachbereichen eine wichtige Rolle und ist bei vielen Zerstörungen und Verschmutzungen der Umwelt von maßgeblicher Bedeutung. Zum ökologischen Potential werden hier nur die Vorlesungen gezählt, in denen gesondert Energieeinsparung oder alternative Energien behandelt werden. Wo weder Studienführer noch Umfrage dies ergeben haben, wird auf die Vorlesungen nicht näher eingegangen.

⁶⁶ Antw. Professor Dr.-Ing. Manfred Weniger, Fb. Elektrotechnik.

Betriebswirtschaftslehre

>eine Vorlesung<

Im allgemeinen wird der Umweltschutz aus betriebswirtschaftlicher Sicht meist noch als Hemmnis angesehen. Das heißt durch Umweltschutzmaßnahmen entstehen zusätzliche Kosten, die das Produkt 'unnötig' verteuern. Da diese Kosten deshalb auf andere Bereiche verlagert werden, z.B. auf den Staat als Ganzes und eben auf zukünftige Generationen, verdient die Notwendigkeit von Umweltschutzmaßnahmen zukünftig mehr Aufmerksamkeit.

Als inhaltlicher Bezug zu ökologischen Fragen wird „Marktorientiertes Umweltmanagement“ genannt.⁶⁷

Wahlpflichtfächer:

Rechtskunde

>eine Vorlesung<

Unser Recht ist noch „wenig auf die Ökologie ausgerichtet“, deshalb gibt es nur wenige Bezüge zu Ökologie und Umweltschutz. Allerdings werden, wenn immer möglich, ökologische Bezüge aufgezeigt, z.B. „Grundrecht Umweltschutz“.⁶⁸

Moderne Energiegewinnung

>eine Vorlesung<

Der Bezug zu ökologischen Fragen ist hier durch die Behandlung sparsamer, umweltverträglicher Energiegewinnung gegeben. In dieser Vorlesung wird auf

⁶⁷ Antw. Dr. Heinfried Rischmüller, Lehrbeauftragter im Fb. Elektrotechnik.

⁶⁸ Antw. Richter Ulrich Vultejus, Lehrbeauftragter in den Fachbereichen Elektrotechnik und Maschinenbau.

die modernen Formen der Energiegewinnung eingegangen und diese werden miteinander verglichen. Dabei finden folgende Punkte Berücksichtigung:

- Physikalische Grundlagen der Kern-, Fusions-, Sonnen- und Windenergie,
- Stand der Technik und Entwicklungsrichtungen,
- Potential dieser Energieträger,
- Anteil am Energieverbrauch und zukünftigen Energiebedarf.
- Energiespeicherung.

Windenergie und Photovoltaik sollen zukünftig mehr Berücksichtigung finden. Professor Drewitz hält die angesetzten zwei Doppelstunden pro Woche für sehr knapp bemessen.⁶⁹

Automatisierungstechnik (AT)

In dieser Studienrichtung (Vertiefung im Hauptstudium) stehen methodische Grundlagen und Anwendungen der Steuerungs- und Automatisierungstechnik im Mittelpunkt. Dies geschieht unter besonderer Berücksichtigung mikroelektronischer Bauelemente und informationstechnischer Verfahren.

Auch das *Hauptstudium* ist weitestgehend identisch mit der Studienrichtung *Elektrische Anlagentechnik* (s. zuvor), aus ökologischer Sicht gibt es keine weiteren Vorlesungen.

Nachrichtentechnik

Dieser Studiengang beschäftigt sich mit der Übertragung und Verarbeitung von Nachrichten. Das *Grundstudium* ist hier ebenfalls für beide Studienrichtungen gleich und zum Studiengang *Elektrische Anlagen- und Automatisierungstechnik* sind die Unterschiede nur geringfügig. Das ökologische Potential ist weitestgehend identisch.

⁶⁹ Antw. Prof. Drewitz; Gespräch mit Prof. Drewitz.

Arbeit, Recht und Betrieb

>eine Vorlesung<

Hier werden (neben anderen) folgende, aus ökologischer Sicht wichtige Themen behandelt:

- Gestaltung der Arbeitsumgebung;
- Anpassung des Menschen an die Arbeit,
Anpassung der Arbeit an den Menschen;
- Fragen der Arbeitssicherheit.

Nachrichtenübertragung (NÜ)

In dieser Studienrichtung werden im wesentlichen die Fachgebiete Optische Nachrichtenübertragung und Digitale Übertragungssysteme vertieft.

Hauptstudium:

Im großen und ganzen sind die Vorlesungen aus ökologischer Sicht mit den vorgenannten Studienrichtungen des Fachbereiches Elektrotechnik identisch (s. vorstehende Abschnitte).

Höchstfrequenztechnik

>drei Vorlesungen<

Hier ist vor allem die Vorlesung *Höchstfrequenztechnik II* interessant, da hier Strahlungseigenschaften von Funk- und Radarsendern behandelt werden. Professor Sehmisch gibt den Hinweis, daß in diesem Zusammenhang die

„Strahlungsleistungen von HF-Sendern“ mehr Beachtung verdienen (z.B. Funkgerät und Wechselwirkungen mit dem menschlichen Organismus).⁷⁰

Wahlpflichtfächer:

Elektroakustik

>eine Vorlesung, ein Labor<

Hier ist der Lärmschutz das aus ökologischer Sicht zentrale Thema. Das Fach umfaßt:

- Grundbegriffe der Elektroakustik,
- Schallsender, -empfänger, -aufzeichnung,
- Raum- und Bauakustik,
- Beschallungsanlagen,
- elektroakustische Meßtechnik.

Nachrichtenverarbeitung (NV)

Diese Studienrichtung (*Hauptstudium*) behandelt eingehend die Videosignalverarbeitung und die Fernsehtechnik. Im Hinblick auf das ökologische Potential gibt es hier keine nennenswerten Unterschiede zur Studienrichtung *Nachrichtenübertragung*.

⁷⁰ Antw. Professor Dr. Heinz-Dieter Sehmisch, Fb. Elektrotechnik.

Tabelle 1: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Elektrotechnik.

| Fach | ökolog. Bezug | Studiengang |
|---------------------------------------|--|---|
| Physik | wichtige naturwissenschaftliche Grundlagen | alle |
| Werkstofftechnologie | Werkstoffe, Giftigkeit, Recycling | alle, unterschiedlicher Umfang |
| Meß-, Steuerungs- u. Regelungstechnik | Umweltüberwachung, Ressourcenschonung | alle, unterschiedlicher Umfang |
| Elektromagnetische Verträglichkeit | Elektrosmog | EA - Pflicht, AT - Wahlpflicht, NÜ u. NV in anderer Vorlesung |
| Betriebswirtschaftslehre | Marktorientiertes Umweltmanagement | alle |
| Rechtskunde | juristische Fragen | EA, AT - Wahlpflichtfach |
| Moderne Energiegewinnung | alternative Energien | EA - Wahlpflichtfach |
| Arbeit, Recht u. Betrieb | Mensch und Arbeit | NU, NV; EA, AT - Wahlpflichtfach |
| Höchstfrequenztechnik | Elektrosmog | NÜ, NV |
| Elektroakustik | Lärm | NÜ, NV |

(EA = Elektrische Anlagentechnik; AT = Automatisierungstechnik; NÜ = Nachrichtenübertragung; NV = Nachrichtenverarbeitung)

1.2 Fachbereich Informatik

Der Fachbereich Informatik besteht erst seit Beginn des Sommersemesters 1993 und ist aus dem Fachbereich Elektrotechnik hervorgegangen. Er bildet sich aus dem Studiengang TECHNISCHE INFORMATIK mit den Studienrichtungen SYSTEMORIENTIERTE INFORMATIK und ANWENDUNGSORIENTIERTE INFORMATIK und dem Studiengang FERTIGUNGSINFORMATIK IM PRAXISVERBUND.

Das Grundstudium des Fachbereiches Informatik ist in weiten Teilen mit dem des Fachbereiches Elektrotechnik identisch, im Hinblick auf das *ökologische Potential* gibt es keine zusätzlich aufzuführenden Fächer. Auch im Hauptstudium finden sich keine aus ökologischer Sicht anzuführenden Fächer, die nicht schon im Abschnitt II.1.1 aufgeführt worden sind. Dies ergeben auch die Antworten der Dozenten des Fachbereiches Informatik, die durchweg keine großen Bezüge zu ökologischen Fragen in ihren Vorlesungen gesehen haben.⁷¹

Das heißt jedoch nicht, daß sich hier nicht Bezüge herstellen ließen. Datenbanken und Computersimulationen sind auch im Umweltschutzbereich einsetzbar bzw. werden dort eingesetzt. Hier ist also ein durchaus ausbaufähiger Bereich.

Es folgt hier nur, abzuleiten aus den vorstehenden Absätzen, eine Vorstellung der Studienrichtungen in wenigen Sätzen.

Technische Informatik

In diesem Studiengang sollen die Studierenden lernen, ingenieurmäßig Rechnerhardware und Rechnersoftware zu entwickeln und anzuwenden.

Systemorientierte Informatik

Diese Studienrichtung (*Hauptstudium*) ist überwiegend hardwaremäßig orientiert, hier werden Rechnerstrukturen und Entwurf und Entwicklung von kundenspezifischen Schaltungen angeboten.

⁷¹ Vgl. Antworten der Dozenten im Fb. Informatik.

Anwendungsorientierte Informatik

In dieser mehr softwaremäßig orientierten Studienrichtung (*Hauptstudium*) werden Programm- und Datenstrukturen verstärkt und Systemprogrammierung, Computer Aided Software Engineering (CASE) und Künstliche Intelligenz angeboten.

Fertigungsformatik im Praxisverbund

In der Fertigungsformatik wird ein breiteres technisches Wissen vermittelt durch Fächer wie Maschinenelemente oder Konstruktionslehre. Absolventen der Fertigungsformatik sollen Fertigungsabläufe projektieren und insbesondere hard- und softwaremäßig führen können.

Im Hauptstudium sollen die Studierenden vom Standort Wolfenbüttel an den Standort Wolfsburg wechseln. In Wolfsburg ist zukünftig eine enge Zusammenarbeit der Studiengänge Fahrzeugbau (Fb. Maschinenbau), Recycling (Fb. Versorgungstechnik) und eben der Fertigungsformatik geplant. Durch die Zusammenarbeit mit dem Studiengang Recycling kann sich die Umweltorientierung sicherlich verstärken.

1.3 Fachbereich Maschinenbau

Der Fachbereich Maschinenbau gliedert sich derzeit in die folgenden vier Studiengänge:

- I. MASCHINENBAU mit der Studienrichtung KONSTRUKTION UND ENTWICKLUNG (K)
- II. MASCHINENBAU mit der Studienrichtung FAHRZEUGBAU (F) (das Hauptstudium erfolgt im *Institut für Fahrzeugbau* in Wolfsburg)
- III. MASCHINENBAU mit der Studienrichtung AUTOMATISIERUNGSTECHNIK (A)
- IV. MASCHINENBAU mit der Studienrichtung PRODUKTION UND LOGISTIK (P)

Ein großes Tätigkeitsfeld des Fachbereiches Maschinenbau ist die Fahrzeugtechnologie. Bezüge zu ökologischen Fragestellungen treten hier also rund um das Automobil und andere technische Lösungen im Bereich des Verkehrs auf. Schadstoffausstoß, Lärm, Energieverbrauch und ähnliches mehr stehen hier im Mittelpunkt ökologischer Betrachtungen.

Maschinenbau mit der Studienrichtung Konstruktion und Entwicklung

Hier wird ein Studium entsprechend den Anforderungen des Allgemeinen Maschinenbaus angeboten. Es werden folglich in erster Linie konstruktive Grundlagen und grundlegende Kenntnisse für die verschiedenen Kraft- und Arbeitsmaschinen vermittelt.

Grundstudium:

Technische Werkstoffkunde / Chemie

>zwei Vorlesungen<

Dieser Vorlesungsblock ist aus ökologischer Sicht mit der *Werkstofftechnologie* im Fachbereich Elektrotechnik vergleichbar. Dies auch, weil Professor Fraatz zu diesem Themengebiet sowohl im Fachbereich Elektrotechnik als auch im Fachbereich Maschinenbau doziert.

Maschinenelemente

>drei Vorlesungen, zwei Übungen<

In der Vorlesung *Maschinenelement I* werden u.a. Themen wie Verbindungen (Schweiß-, usw.), Bewegungsschrauben, Welle-Nabe-Verbindungen und Dichtungen behandelt. In der Vorlesung *Maschinenelemente II* finden u.a. Kupplungen, Lager und Getriebe Berücksichtigung.

Aus ökologischer Sicht von Bedeutung sind hier die Themen Reibung, Schmierung, Verschleiß (Tribologie) und Dichtungen (in Lagern, Getrieben usw.) sowie Lärmentwicklung und -minderung.⁷² Dies im Hinblick auf: längere Lebensdauer, verminderter Energieeinsatz, weniger Lärm.

Hauptstudium:

Werkzeugmaschinen und Fertigung

>drei Vorlesungen<

Thematisiert werden hier u.a. auch spanende Fertigungsverfahren, bei denen Kühlschmierstoffe zum Einsatz kommen. Mit diesen Stoffen sind Fragen der Arbeitsplatzbelastung und der Entsorgung verbunden, die diskutiert werden. Auch hier wird in der Umfrage aufgezeigt, daß ökologische Fragestellungen noch zu kurz kommen. In diesem Fächerblock werden außerdem Recyclingaspekte von Gestellbauteilen berücksichtigt, und es wird allgemein

⁷² Vgl. Antw. Professor Dr.-Ing. Klaus-Dieter Giese, Fb. Maschinenbau. Prof. Giese nennt in diesem Zusammenhang auch die Fächer *Technische Mechanik* und *Festigkeitslehre*. Weiterhin merkt Prof. Giese an, daß ein Vertiefung solcher Themen wünschenswert wäre, dies aus Zeitgründen derzeit aber nicht möglich ist.

auf die Schadstoff- und Lärmemission in der Metallverarbeitung und dortige Schutzmaßnahmen eingegangen.⁷³

Wärmetechnik

>drei Vorlesungen<

Ein Fach, in dem es in der Hauptsache um Energieaustausch und -umsetzung geht. Ein Bezug zu ökologischen Fragen ist denn auch durch folgende Themen gegeben:

- Energie-Erzeugung in thermischen Kraftwerken,
=> Kraft-Wärme-Kopplung
- FCKW-Einsatz in Wärmepumpen und Kältemaschinen,
- Wärmeisolation,
- Solarenergie,
- Verbrennungsrechnung: CO₂ (Treibhauseffekt); CO, SO₂ (Schadstoffe, Smog).⁷⁴

Labor für Meßtechnik

>ein Labor<

Ein Schwerpunkt in diesem Labor ist die Lärmmeßtechnik. Etwa „30% der Versuche befassen sich mit der Lärmmeßtechnik an Maschinen in geschlossenen Räumen [und der] Bestimmung des Schalleistungspegels einer Maschine nach DIN 45635.“⁷⁵

Maschinenbau mit der Studienrichtung Fahrzeugbau

⁷³ Vgl. Antw. Professor Dr.-Ing. Henning Genschow, Fb. Maschinenbau; Antw. Professor Dr.-Ing. Karl-Otto Pfaff, Fb. Maschinenbau und Antw. Dipl.-Ing. Jens Meschke, Lehrbeauftragter im Fb. Maschinenbau.

⁷⁴ Antw. Professor Dr.-Ing. Werner Pechau, bis zu seiner Pensionierung Professor im Fachbereich Maschinenbau und derzeit Lehrbeauftragter im Fb. Maschinenbau.

⁷⁵ Antw. Professor Dr.-Ing. Günther Hauser, Fb. Maschinenbau.

In diesem Studiengang werden vertiefende Kenntnisse insbesondere im Fahrzeugbau vermittelt. Lehre, Praxis und angewandte Forschung sind hier sehr eng verzahnt. Das Grundstudium findet am Standort Wolfenbüttel statt, das Hauptstudium wird am Institut für Fahrzeugbau in Wolfsburg absolviert.

Grundstudium:

Das Grundstudium ist mit dem des Studienganges *Konstruktion und Entwicklung* identisch (s. zuvor).

Hauptstudium:

Fahrzeugtechnik Grundlagen / Fahrdynamik

>eine Vorlesung, Teil des Fächerblocks *Fahrzeugtechnik*<

In dieser Vorlesung wird (laut Studienführer) neben anderen Themen auch die Umweltverträglichkeit von Fahrzeugen behandelt.

Kunststoffbe- und -verarbeitung

>eine Vorlesung, Teil des Fächerblocks *Fertigungstechnologie*<

In dieser Lehrveranstaltung wird auch auf Recyclinggesichtspunkte von Kunststoffen eingegangen.

Logistik

>eine Vorlesung, Teil des Fächerblocks *Betriebsorganisation*<

Hier werden Aufgaben und Funktionen der Logistik, Informations- und Materialfluß, Logistik-Planung, Meßgrößen der Logistik und das Ganze auch an praktischen Beispielen behandelt. Aus ökologischer Sicht interessant ist dabei

das Abwegen von Vor- und Nachteilen z.B. der *Just-in-Time-Produktion* aus volkswirtschaftlicher und ökologischer Sicht.⁷⁶

Qualitätssicherungsverfahren

>eine Vorlesung, Teil des Fächerblocks *Betriebsorganisation*<

Durch Vorlesungsanteile wie z.B. technische Zuverlässigkeit und Schwachstellenanalyse ist ein gewisser Bezug zu ökologischen Fragen gegeben. Auch sind Umweltschutz und Recycling Elemente einer Qualitätsstrategie. Der in diesem Fach tätige Lehrbeauftragte, Herr Sondermann, führt auch folgende Definition von Qualität an: Qualität ist gleichzusetzen mit der „Minimierung der Gesamtverluste, d.h. auch Verluste, die [der] Gesellschaft entstehen.“⁷⁷

Regelungstechnik

Die entsprechenden Vorlesungen werden hier nicht gesondert aufgelistet, als Begründung gilt sinngemäß, was im Abschnitt des Fachbereiches Elektrotechnik zu *Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik* angemerkt wurde.

Maschinendynamik der Fahrzeuge

>eine Vorlesung, Teil des Fächerblocks *Maschinendynamik*<

Die Bezüge zu ökologischen Fragen liegen hier in erster Linie im Bereich von Lärminderung und -messung. Professor Hauser zählt folgende wichtige Bereiche auf:

- Berechnung von Schwingungen und Vibrationen im Bereich des Fahrzeuges,
- Lärmmessungen an Maschinen und Fahrzeugen, Schalleitungsvorgänge in Konstruktionen,

⁷⁶ Vgl. Antw. Professor Dr.-Ing. Joachim Ihme, Fb. Maschinenbau.

⁷⁷ Antw. Dipl.-Ing. Jochen Peter Sondermann, Lehrbeauftragter im Fb. Maschinenbau.

- Außengeräuschuntersuchung am Pkw, Ansaug- und Abgasschalldämpfer.⁷⁸

Maschinenbau mit der Studienrichtung Automatisierungstechnik

In dieser Studienrichtung bildet die Mikroprozessortechnik und ihre maschinenbauliche Anwendung im Bereich der Produktionstechnik den Schwerpunkt.

Grundstudium:

In diesem Bereich gibt es einige Überschneidungen mit dem Grundstudium der beiden vorhergehenden Studiengänge. Aus ökologischer Sicht sind hier keine weiteren Vorlesungen anzuführen.

Hauptstudium:

Auch hier gibt es wieder einige Vorlesungen, die mit Vorlesungen der beiden vorhergehenden Studiengänge vergleichbar oder identisch sind. Deshalb werden diese Fächer hier nicht noch einmal aufgelistet.

Elektrische Antriebe mit Labor

>eine Vorlesung, ein Labor, Teil des Fächerblocks *Antriebstechnik und Maschinendynamik*<

Unter ökologischer Betrachtung ist die Behandlung folgender Themen von Bedeutung: „Oberschwingungen von Frequenzumrichtern und deren Rückwirkung auf das Versorgungsnetz und auf die angetriebenen Maschinen, Wirkungsgradbetrachtung als Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und der Energieeinsparung.“⁷⁹

⁷⁸ Antw. Prof. Hauser.

⁷⁹ Antw. Prof. Hauser.

Mensch und Automatisierung

>eine Vorlesung, Teil des Fächerblocks *Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*<

In dieser Vorlesung werden folgende Themen behandelt:

- Werte und Normen technischen Handelns,
- Mensch-Maschine-System,
- Arbeitsqualifikation und -motivation,
- psychologische Auswirkungen der Automatisierungstechnik,
- Unfallgeschehen,
- soziale Auswirkungen der Automatisierungstechnik.

Maschinenbau mit der Studienrichtung Produktion und Logistik

In diesem Studiengang werden die üblichen Fertigungsverfahren, die dazugehörigen Maschinen und die Fabrikorganisation behandelt.

Grundstudium:

Das Grundstudium ist mit dem Grundstudium des Studienganges *Automatisierungstechnik* identisch.

Hauptstudium:

Hier gilt gleiches, wie es schon bei der *Automatisierungstechnik* angemerkt wurde.

Wahlpflichtfächer

Aus dem Angebot am Standort Wolfenbüttel:

Maschinenakustik

>eine Vorlesung<

Aus dieser Vorlesung sind folgende ökologisch relevanten Punkte aufzuzählen:

- Schallmeßtechnik,
- Einwirkung des Lärms auf den Menschen,
- Lärmeinwirkung in der Nachbarschaft,
- Anleitung zur lärmarmen Konstruktion von Maschinen,
- Lärmmeßtechnik in Fabrikhallen und sekundärer Lärmschutz am Arbeitsplatz.⁸⁰

Lärm ist eine im Zusammenhang mit Technik häufig auftretende Umweltbelastung, deshalb sollte ihr zukünftig schon in der Ausbildung (Lehre) mehr Beachtung geschenkt werden. Professor Hauser vertritt die Auffassung, daß das Fach Maschinenakustik zu einer Pflichtvorlesung werden sollte - schließlich verursachen Maschinen den Lärm.⁸¹

Ingenieurphilosophie I u. II

>zwei Vorlesungen<

Der Bezug zu ökologischen Fragen ist hier „in der mentalen und moralischen Bewußtseinsbildung“⁸² zu sehen. Wie in Kapitel I schon aufgezeigt wurde, werden sich die ökologischen Probleme unserer Zeit nicht allein mit der Technik lösen lassen. Unser Denken und Handeln sollte eine grundlegende Änderung erfahren, weshalb auch nichttechnische Fächer wie Philosophie in die Lehrpläne Einzug halten sollten. An dieser Stelle muß festgestellt werden, daß der Fachbereich Maschinenbau hier eine Vorreiterrolle eingenommen hat. Leider ist der Zuspruch noch nicht so groß, wie es zu wünschen wäre; dies mag auch an unpassenden Zeiten im Stundenplan liegen.

⁸⁰ Antw. Prof. Hauser.

⁸¹ Gespräch mit Prof. Hauser.

⁸² Antw. Dr.-Ing. habil. Günter Drescher, Lehrbeauftragter im Fb. Maschinenbau.

Das zu diesen Fragestellungen durchaus ein Bedarf unter den Studierenden vorhanden ist, zeigt auch das seit zwei Semestern fachübergreifend angebotene Wahlfach *Verantwortung in technischen Berufen* (s. Abschnitt II.1.8).

Hier nun kurz ein Auszug aus dem Themenkatalog der Vorlesung Ingenieurphilosophie:

1) Ethische Bewußtseinsbildung: Ehrfurcht vor dem Leben.

Arbeitstext: Kulturphilosophie von Albert Schweizer:

Teil 1: Verfall und Wiederaufbau der Kultur

Teil 2: Kultur und Ethik

2) Logische Bewußtseinsbildung (begleitend).⁸³

Bei den Folgen, die Technik haben kann und hat, ist eine Auseinandersetzung mit Fragen der Ethik und Moral unerlässlich.

Außerdem können die folgenden ökologisch interessanten Fächer des Fachbereiches Versorgungstechnik gewählt werden (s. Abschn. II.1.6):

- Umweltschutz,
- Arbeitssicherheit,
- Strahlenschutz,
- Immissionsschutz.

Aus dem Angebot am Standort Wolfsburg:

Abgasnachbehandlung

>eine Vorlesung (Fahrzeug und Umwelt I)<

Folgende Themen werden behandelt:

„Ottomotoren
Geschichtliche Entwicklung

⁸³ Antw. Dr. Drescher.

- Motorabstimmung,
- Lufteinblasung,
- Thermoreaktor,
- Katalysator.

Heutige Techniken

- gezielte Maßnahmen für den jeweiligen Abgastest,
- motorische Maßnahmen,
- unterschiedliche Katalysatortechniken,
- bleiresistenter Katalysator usw.

Erfahrungen im Markt

Dieselmotor

Entwicklungsrichtungen

- Rußfilter,
- Katalysator.

Stationäre Anlagen

- Gasmotoren,
- Stickoxidwäsche.⁸⁴

Betriebsstoffe, Tribologie

>eine Vorlesung<

Im Hinblick auf den Umweltschutz wird folgendes behandelt:

Alternative Kraftstoffe als Möglichkeiten zur Verbesserung:
Alkohole, Pflanzen(Raps)öl, Wasserstoff u. a.

Umweltschutzforderungen im Einsatz der Betriebsstoffe:

- bei Herstellung, Transport, Einsatz,
- Gefahren und -schutz
- Folgen für Werkstattbetrieb.⁸⁵

⁸⁴ Antw. Dipl.-Ing. Holger Menrad, Lehrbeauftragter im Fb. Maschinenbau; Anlagen zur Antwort.

⁸⁵ Antw. Dipl.-Ing. Menrad, Anlagen zur Antwort.

Fahrzeug und Umwelt

>eine Vorlesung (Fahrzeug und Umwelt II)<

Folgende Themen werden eingehend behandelt:

- Abgasgesetzgebung (international),
- Lärm,
- Staubemissionen,
- Energieverbrauch.⁸⁶

Automobil und Umwelt

>eine Vorlesung<

Hier werden allgemein interessierende Bereiche der Umweltfragen im Zusammenhang mit dem Automobil behandelt. Im einzelnen sind dies:

„/ Definition der Schadstoffe

- Ursachen und Verursacher,
- Gesundheitliche Auswirkungen,
- Waldsterben,
- Ozonloch,
- Klimaveränderungen

/ Einflüsse auf die Umwelt

- Emissionen und Luftqualität,
- Klima,
- Wirkungsforschung

/ Einflüsse der Fahrzeuge auf die Umwelt

...

/ Geräusch und Lärm

/ Verkehrstechnik

/ Energieverbrauch

/ Produktion, Abfälle, Altfahrzeuge

/ Bewertung der Ursachen, mögliche Abhilfen

⁸⁶ Ebd.

- Aussichten alternativer Techniken
- / Bewertung sinnvoller und nicht sinnvoller Maßnahmen
- ...
- / Entscheidungsfindung und ihre Bedeutung für die Fahrzeughersteller
- / Mögliche Maßnahmen in der Zukunft.“⁸⁷

Schienenfahrzeug-Konstruktion I u. II

>zwei Vorlesungen<

Die Schiene ist im Hinblick auf Energieverbrauch, Flächennutzung und Unfallgefahr sicherlich der Straße vorzuziehen. Deshalb gehört diese Vorlesung auch mit in die Aufzählung ökologisch relevanter Fächer, auch wenn Fragen von Ökologie und Umweltschutz nicht im Mittelpunkt stehen.

Den Bezug zu ökologischen Fragen stellt sich denn auch in einem „Vergleich Straßenverkehr / Schienenverkehr bzgl. Energieverbrauch, Unfälle, Emissionen“⁸⁸ dar.

Motormanagement I u. II

>zwei Vorlesungen<

Die Reduzierung von Schadstoffemissionen bildet hier die Verbindung zu ökologischen Fragen. Behandelt wird hier die „Schadstoff- und Verbrauchsreduzierung durch Verbesserung der Gemischbildung, Ladungsbewegung und Verbrennung.“⁸⁹

⁸⁷ Antw. Dipl.-Ing. Menrad, Anlagen zur Antwort.

⁸⁸ Antw. Prof. Ihme; „Schienenfahrzeugkonstruktion findet wegen des geringen Interesses der Studenten nicht in jedem Semester statt.“ (Ebd.) - Wie diese Bemerkung zeigt, hängt eine *Ökologisierung* der Lehre nicht allein von den Dozenten ab.

⁸⁹ Antw. Dr.-Ing. Tomas Roszas, Lehrbeauftragter im Fb. Maschinenbau.

Recycling im Automobilbau

>eine Vorlesung<

Recycling ist ein Schritt in die Richtung der in Kapitel I.4. genannte Kreislaufführung von Stoffen, die aus ökologischer Sicht angestrebt werden muß. Recycling ist ein Thema, welches generell in den technischen Fachbereichen Einzug halten sollte.

Nutzfahrzeugkonstruktion

>eine Vorlesung<

Der Bezug zu Fragen der Ökologie ist hier im Eingehen auf Energieverbrauch, Lärm und Emissionen des Nutzfahrzeugverkehrs zu sehen.⁹⁰

Fabrikplanung I u. II

>zwei Vorlesungen<

„»Umweltschutz im Rahmen der Fabrikplanung« ist das Thema eines Kapitels der Vorlesung mit der Gliederung:

Einleitung (Wertewandel), Gesetzgebung, Integrierter Umweltschutz, Ablauf von Planungsvorhaben unter bes. Berücksichtigung umweltrelevanter Gesichtspunkte, Genehmigungsverfahren, Altlasten, Gewässerschutz, Luftreinhaltung, Lärmschutz, Abfallwirtschaft, Energiesparmaßnahmen, etc.“⁹¹

Die große Zahl der zuvor aufgeführten Lehrveranstaltungen darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß ökologische Fragen auch im Fachbereich Maschinenbau nur am Rande behandelt werden. Wie es aus einzelnen Antworten auf die

⁹⁰ Vgl. Antw. Prof. Ihme.

⁹¹ Antw. Dr.-Ing. Dietrich Morghen, Lehrbeauftragter in den Fachbereichen Maschinenbau und Wirtschaft (Hervorhebungen im Original).

Umfrage zu entnehmen ist, besteht auch im Fachbereich Maschinenbau der dringende Bedarf, Themen der Bereiche Ökologie und Umweltschutz zukünftig stärker zu berücksichtigen. So wird z.B. der Einbau eines Grundlagenfaches „Umweltschutz“ vorgeschlagen.⁹²

Zwar gibt es im Bereich der Wahlpflichtfächer einige Fächer (vor allem am Standort Wolfsburg), die ökologisch relevante Themen behandeln, aber diese werden nicht immer angeboten, oder sie werden auch nicht immer in wünschenswerter Zahl von den Studierenden angenommen. Dies ergaben die Antworten der Dozenten und eine kurze Befragung des Fachschaftsrates Maschinenbau.⁹³

⁹² „Da wir erklärtermaßen ein Grundlagenstudium anbieten, verbleibt kaum Platz für spezielle Themenstellungen. Eventuell Einbau des Themas »Umwelt« als Grundlagenfach.“ (Antw. Prof. Genschow; Hervorhebung im Original)

⁹³ Anh. II, Antwort des Fachschaftsrates Maschinenbau.

Tabelle 2: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Maschinenbau.

| Fach | ökolog. Bezug | Studiengang |
|--|--|--|
| Technische Werkstoffkunde/ Chemie | Werkstoffe, Giftigkeit, Recycling, wichtige Grundlagen | Konstruktion u. Entw. (K), Fahrzeugbau (F) |
| Maschinenelemente | Verschleiß, Lärm | alle |
| Werkzeugmaschinen und Fertigung | Umweltbelastungen, Recycling | alle, unterschiedlicher Umfang |
| Wärmetechnik | alternative Energien, FCKW, Treibhauseffekt | K |
| Labor für Meßtechnik | Lärm | alle |
| Fahrzeugtechnik Grundlagen / Fahrdynamik | Umweltverträglichkeit von Fahrzeugen | F |
| Kunststoffbe- und -verarbeitung | Recycling | F |
| Logistik | umweltverträgliche Ver- u. Entsorgung | F |
| Qualitätssicherungsverfahren | Langlebigkeit, Recycling | F |
| Regelungstechnik | Ressourcenschonung | alle, unterschiedl. Umfang |
| Maschinendynamik der Fahrzeuge | Lärm | F |
| Elektrische Antriebe | Lärm | Automatisierungstechnik |
| Mensch und Automatisierung | soziale Fragen | dto. |
| Maschinenakustik | Lärm | Wahlpflicht Wolfenbüttel |
| Ingenieurphilosophie | ethische Fragen / Fragen der Verantwortung | dto. |
| Abgasnachbehandlung | Schadstoffe | Wahlpflicht Wolfsburg |
| Betriebsstoffe, Tribologie | alternative Kraftstoffe, Gefahren | dto. |
| Fahrzeug und Umwelt | Abgas, Lärm, Staub, Energie | dto. |

| | | |
|----------------------|------------------------------|------|
| Automobil und Umwelt | umfassende Problemdiskussion | dto. |
|----------------------|------------------------------|------|

Tabelle 2: Fortsetzung

| Fach | ökolog. Bezug | Studiengang |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
| Schienefahrzeugkonstruktion | Alternative zum Straßenverkehr | dto. |
| Motormanagement | Schadstoffreduzierung | dto. |
| Recycling im Automobilbau | Recycling | dto. |
| Nutzfahrzeugkonstruktionen | Energie, Lärm, Schadstoffe | dto. |
| Fabrikplanung | umfassende Diskussion | dto. |

1.4 Fachbereich Sozialwesen

Im Fachbereich Sozialwesen, mit dem Standort Braunschweig, wird das Studium der SOZIALARBEIT/SOZIALPÄDAGOGIK angeboten.⁹⁴ Die Sozialarbeit befaßt sich mit Aufgaben, die das Zusammenleben in der Gemeinschaft (von der Familie bis hin zur Gesellschaft insgesamt) betreffen. Sozialpädagogik ist als Teil der Sozialarbeit zu sehen und umfaßt in erster Linie die außerschulische Erziehung von Kindern und Jugendlichen (Erziehung im Kindergarten, Erziehungsberatung, Bewährungshilfe usw.).⁹⁵

Bei den Sozialwissenschaften ist es noch schwieriger zwischen *Ökologischem* und *Nicht-Ökologischem* zu unterscheiden als in den technischen Fachbereichen. Denn Ökologie befaßt sich eben auch mit den Wechselwirkungen innerhalb der Lebensgemeinschaften, von denen die Gesellschaft der Menschen eine ist (vgl. Kap. I.). Zwischen der inneren Welt des einzelnen Menschen (der Psyche) und der äußeren Welt (der Physis) gibt es ebenso direkte Zusammenhänge. Durch diese Vernetzung kommt den Sozialwissenschaften bei der Bewältigung der ökologischen Krise eine ebenso bedeutende Rolle zu wie den Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Auch hier führe ich im folgenden vornehmlich solche Lehrveranstaltungen auf, die entweder klar ökologische Fragen in den Mittelpunkt stellen oder bei denen die Umfrage ergeben hat, daß Fragen der Ökologie Beachtung finden. Als Besonderheit kommt im Fb. Sozialwesen hinzu, daß einzelne Themen der Seminare und Vorlesungen von Semester zu Semester wechseln.

Grund und Hauptstudium unterteilen sich im wesentlichen in folgende Strukturelemente:

- vier fächerübergreifende Lernbereiche
- Lernbereich 1: Gesellschaftliche Bedingungen sozialer Probleme,
- Lernbereich 2: Institutionen und Organisationen sozialer Arbeit,
- Lernbereich 3: Klienten und Zielgruppen sozialer Arbeit,
- Lernbereich 4: Handlungsstrategien (methodische Verfahren),
Handlungskompetenzen und Handlungslegitimationen sozialer Arbeit;

⁹⁴ Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis Sommersemester 1993* (Braunschweig: 1993), S. 11. Wenn es nicht anders angemerkt ist, berufen sich die Angaben zum Fb. Sozialwesen auf das vorgenannte Vorlesungsverzeichnis.

⁹⁵ Vgl. Wahrig, S. 1195.

- Wahlpflichtfächer;
- das Pflichtfach Recht und Verwaltung;
- das Pflichtfach Medienpädagogik;
- die berufsorientierenden Lehrveranstaltungen.

In das Theoriestudium mit eingeschlossen sind außerdem insgesamt 15 Wochen studienbegleitende Praktika.

Grundstudium:

Lernbereich 1

Hier konnten im Rahmen dieser Arbeit keine ausdrücklich ökologischen Themen gefunden werden.

Lernbereich 2

Grundzüge des kommunalen Haushaltsrechts

>Seminar<

Ökologisches wird am Rande behandelt. Es werden „auch Fallgestaltungen angesprochen, die Bezüge zur Ökologie bzw. Umweltschutz haben. Soweit es mit den Seminarzielen (Vermittlung des geltenden Rechts) vereinbar ist, werden selbstverständlich auch Wertungen und Entwicklungstendenzen zu ökologischen Fragestellungen aufgezeigt, die für die Rechtsentwicklung relevant sind.“⁹⁶

⁹⁶ Antw. Gemeindedirektor Hartmut Marotz, Lehrbeauftragter im Fb. Sozialwesen (Hervorhebungen im Original).

Neue soziale Bewegungen - eine Organisationsform sozialer Arbeit

>Seminar<

Neue Organisationsformen der sozialen Arbeit sollen an konkreten Beispielen (z.B. Frauen, Frieden und Krieg, Ökologie, Alte, Alternativbewegungen usw.) dargestellt werden.

Lernbereich 3

Entwicklungspsychologie II

>Seminar< (exemplarisch)

„Schwerpunktmäßig geht es um die Diskussion der ständigen Identitäts-Suche und möglichen Sinn-Krisen des frühen und späteren Erwachsenenalters.“⁹⁷ Im ökologischen Zusammenhang sind folgende Stichworte zu nennen: „Ethisch bewußtes Handeln, Ökologie und individuelle Lebensformen, Ökologie und Weltanschauungen, Lebensgewohnheiten und Einstellungen“.⁹⁸

Spiel- und Lebensraum Großstadt

>Seminar<

„Stadtkinder sind auf ein differenziertes System von Freiräumen angewiesen, die ihnen Spiel- und Bewegungsmöglichkeiten bieten, in denen sie lernen können, in Gesellschaft zu leben und ihre natürliche Umwelt zu begreifen.

Stadt heißt heute jedoch weitgehend:

- Monofunktionale Räume
- Absolute Nutzungsangebote
- Betonierte unveränderbare Realität

⁹⁷ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis*, S. 26.

⁹⁸ Antw. Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Kinkel, Fb. Sozialwesen. - Dieses Seminar ist beispielhaft (für psychologische Inhalte) zu sehen, der zuständige Dozent hat in seiner Antwort auf die Umfrage die Verbindungen zu ökologischen Fragen aufgezeigt (Ebd.).

- Reduzierte Wahrnehmung von Natur und Umwelt.

Wobei Kinder und Jugendliche zunehmend auf ihren einzigen legitimen Aufenthaltsort im öffentlichen Raum zurückgedrängt werden, dem klassischen Spielplatz.

Das Seminar wird

- allgemeine Wandlungstendenzen von Kindheit aufzeigen
- Veränderungen im städtischen Raum analysieren, die Rückwirkungen auf die kindliche Entwicklung haben
- Perspektiven eröffnen, wie Stadtplanung den Belangen von Kindern gerecht werden kann
- PädagogInnen und PlanerInnen Wege aufzeigen, sich in politische Planungs- und Entscheidungsprozesse einzumischen, die Veränderungen städtischer Umwelt zum Ziel haben.⁹⁹

Grundlagen systemischer Familienberatung

>Seminar<

Im Mittelpunkt dieses Seminars sind folgende Fragen:

„Wie denken systemorientierte Sozialarbeiter/-pädagogen, Psychologen, Sozialwissenschaftler und Philosophen?

Und welche Konsequenzen hat diese »andere« Art zu denken für ihr berufliches Handeln?“¹⁰⁰

Aufgabenstellung ist hier die Beschäftigung mit den Grundlagen systemischer Ansätze und ihrer erkenntnistheoretischen Ursprünge. Dazu dient die Auseinandersetzung mit kybernetischen und konstruktivistischen Modellen. Systemtheorie und Kybernetik bilden hier auch die Verbindung zu ökologischen Fragen. Als Stichworte werden auch „Chaostheorie“ und „Radikaler Konstruktivismus“ genannt.¹⁰¹

⁹⁹ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis*, S. 26.

¹⁰⁰ Ebd., S. 27 (Hervorhebungen im Original).

¹⁰¹ Antw. Dipl.-Soz.päd. Susann Vollmer, Lehrbeauftragte im Fb. Sozialwesen.

Und wenn Bildung dann noch Spaß macht ...

>Seminar<

Kern ist die Frage: „Was und vor allem wie können Bildungsangebote zur Entwicklung geistiger, emotionaler und sozialer Kompetenzen beitragen?“¹⁰² Dabei finden auch ökologische Zusammenhänge Berücksichtigung.

»Ganz entspannt im Hier und Jetzt« - Zur Phänomenologie der Entspannung

>Seminar<

„Das Seminar stellt die wichtigsten klassischen Entspannungsverfahren sowie neue modifizierte Ansätze in ihrer vielfältigen Anwendung zwischen Prävention und Rehabilitation vor.“¹⁰³ Die Verbindung zur Ökologie ergibt sich hier daraus, daß „Gesundheit, insbesondere die ganzheitliche Vorstellung der Gesundheitsförderung“, sehr viel mit Ökologie zu tun hat. Als Stichwort sei hier „psycho-physisches Wohlbefinden“ genannt.¹⁰⁴

Entwicklungsrisiken, Risikoverhalten und positive Gesundheitskonzepte bei Kindern und Jugendlichen

>Seminar<

Kindheit und Jugend sind gegenwärtig durch eine Reihe von Entwicklungsrisiken gekennzeichnet: „Entwicklung als Risiko, in der Risikogesellschaft.“ Das „Erproben von Risiken“ gehört aber zugleich vor allem im Jugendalter zu den notwendigen Entwicklungsschritten. In diesem Seminar werden neuere Ansätze der Entwicklungs- und Gesundheitsförderung im Kindes- und Jugendalter vorgestellt. Das Thema Ökologie findet hier Berücksichtigung, denn „wie es einen ökolog. Gesundheitsbegriff gibt, gibt es auch ein ökolog. Verständnis von Gesundheitsförderung“¹⁰⁵.

¹⁰² Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis*, S. 28.

¹⁰³ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis*, S. 29.

¹⁰⁴ Antw. Dipl.-Päd. Werner Baumgärtel, Fb. Sozialwesen.

¹⁰⁵ Antw. Professor Klaus Prenner, Fb. Sozialwesen.

Lernbereich 4

Gesprächsführung in der Sozialarbeit - Einführungsseminar

>Seminar<

Inhalt dieses Seminars sind theoretische Grundlagen und praktische Erprobung der klientenzentrierten Gesprächsführung nach Rogers unter Einbeziehung der Kommunikationstheorie. „Im Menschenbild von C. R. Rogers geht es um die Beziehung zur inneren Natur und Umwelt insgesamt. Auch in den Kommunikationstheorien läßt sich diese Brücke schlagen: Es geht nicht nur um die soziale Umwelt sondern um die Umwelt im weiteren Sinne, mit der wir im ständigen Austausch stehen.“¹⁰⁶

Allgemeines Verwaltungs- und Sozialrecht I

>eine Vorlesung<

Inhalt ist die Einführung in das Allg. Verwaltungs- und Sozialrecht. Der Bezug zu ökologischen Fragen ist nicht durch „spezialgesetzliche Inhalte wie ... [z.B.] Immissionsschutzrecht [gegeben], sondern [durch] Bezüge zwischen Allgemeinem Verwaltungsrecht und Umweltschutz wie etwa »Drittenschutz«, Nachbarklage, subjektives Recht, Staatsziel »Umwelt« sowie Ausführungen zu Demokratiedefiziten umweltrechtlicher Regelungswerke“¹⁰⁷.

Übungen zu Allg. Verwaltungs- und Sozialrecht

>Fallübungen<

(vgl. zuvor)

¹⁰⁶ Antw. Dipl.-Psych. Cornelia Schmitz, Lehrbeauftragte im Fb. Sozialwesen.

¹⁰⁷ Antw. Professor Dr. jur. Ernst-Wilhelm Luthe, Fb. Sozialwesen (Hervorhebungen im Original).

Staats- und verwaltungsrechtliches Kolloquium

>Kolloquium<

Es werden ausgewählte Themen des Staats-, Verwaltungs- und Sozialrechts diskutiert (vgl. zuvor).

Einführung in Recht und Verwaltung

>eine Vorlesung<

Hier werden folgende Themen behandelt:

- Gesellschaftliche und individuelle Bedeutung des Rechts,
- Schutz der Rechtsposition durch gerichtliche und außergerichtliche Schritte,
- Sozialarbeit und -recht,
- Einführung in Verwaltungslehre und Verwaltungsrecht,
- Arbeits- und Sozialrecht.

Professor Klees berichtet, daß am Rande ökologische Fragen mit einbezogen werden. Als Stichworte sind zu nennen: Arbeitsschutz, MAK-, TRK-, BAT-Werte, Gesundheitsrecht, Technikbewertung, Technikkritik.¹⁰⁸

Supervision und sozialpolitische Verantwortung - Analyse von Gruppenprozessen

>Seminar<

Es kommt hier zur „Verknüpfung von psychologischen, ethischen u. ökologischen Erkenntnissen“¹⁰⁹.

¹⁰⁸ Vgl. Antw. Professor Dr. jur. Bernd Klees, Fb. Sozialwesen. - MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration; TRK = Technische Richtkonzentration für krebserzeugende Stoffe; BAT = Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte. - Die Stichworte Technikbewertung und -kritik sind auch aus fachbereichsübergreifender Sicht von Interesse.

¹⁰⁹ Antw. Pastoralpsych. Hartmut Albath, Lehrbeauftragter im Fb. Sozialwesen.

Weltbild und Lebensform

>Seminar<

Hier wird eine „Diskussion und persönliche Auseinandersetzung (d.h. Selbstorientierung und Identifikation) mit dem eigenen weltanschaulichen Standort [geführt]. Zu allen Zeiten haben Religionen, Ideologien und Gesinnungen das Verhalten des Menschen beeinflusst. Es soll dabei u.a. um die tiefgreifenden moralischen Veränderungen unserer Gegenwart gehen“¹¹⁰. Im ökologischen Zusammenhang sind folgende Punkte zu nennen:

- „- Ethisch bewußtes Handeln,
- Ökologie und individuelle Lebensform,
- Ökologie und Weltanschauung,
- Lebensgewohnheiten und Einstellungen.“¹¹¹

Hauptstudium:

Teilweise sind die Lehrveranstaltungen des Hauptstudiums schon im Grundstudium aufgeführt, in diesem Fall werden sie hier nicht wiederholt.

Lernbereich 1

Sozialökologisches Colloquium

>Seminar<

In diesem Seminar wurde (WS 92/93) gestützt auf aktuelle Literatur die ökologische Krise diskutiert. Zu nennen sind z.B. Anthropozentrik -

¹¹⁰ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis*, S. 42 (Hervorhebungen im Original).

¹¹¹ Antw. Prof. Kinkel.

Ökozentrik, Krisenfelder wie Ozonloch oder Genmanipulation, Tschernobyl, Technikfolgenabschätzung.¹¹²

Lernbereich 3

Sozialarbeit und Dritte Welt am Beispiel Lateinamerika - Ausländersozialarbeit

>Exkursion<

Im Rahmen der Ausländerarbeit fand im Februar '93 eine dreiwöchige Exkursion nach Mittelamerika statt mit Arbeits- und Forschungsaufenthalten in Basisgemeinden. Es wird eine Auswertung und Dokumentation folgen. Da es zwischen den Problemen in den Entwicklungsländern, dem Wohlstand in den Industrieländern und der globalen ökologischen Krise direkte und indirekte Zusammenhänge gibt¹¹³, ist diese Arbeit auch in diese Dokumentation aufzunehmen.

Prävention und Gesundheitsförderung

>Seminar<

„Prävention ist ein Schlagwort in der gegenwärtigen gesundheitspolitischen Diskussion.“ In diesem Seminar werden „Entwicklungen und Modelle der gesundheitspolitischen/gesundheitswissenschaftlichen Diskussion aufgezeigt.“¹¹⁴ Aus 'ökologischer' Sicht sind hier vor allem Fragen der „Verhältnisprävention, die mit Ökologie und Umweltschutz korrelieren (z.B. die morbide Wirkung von toxischen Stoffen, Lärm, Verkehr, fehlenden Spiel- und Grünanlagen)“¹¹⁵ (vgl. auch Grundstudium, Lernbereich 3).

¹¹² Antw. Professor Dipl.-Pol. Hansjörg Motz, Fb. Sozialwesen; Anlage zur Antwort.

¹¹³ Vgl. z.B. Ernst Ulrich von Weizsäcker, *Erdpolitik: Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt*, 3., aktual. Aufl. (Darmstadt: Wiss. Buchges., 1992), S. 111 ff.

¹¹⁴ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *Vorlesungsverzeichnis*, S. 50.

¹¹⁵ Antw. Prof. Prenner (Hervorhebungen im Original).

Lernbereich 4

Projekt Alternative Lebensformen

>Projekt<

Die Absicht dieses Projektes ist es, Ziele und Wege neuer sozialer Arbeit zu suchen und zu praktizieren. Die Auseinandersetzung mit 'alternativen' Ansätzen im sozialen Bereich geschieht in Zusammenarbeit mit Projekten, Gruppen und Institutionen des politischen, ökologischen und sozialen Bereiches. Dieses Projekt läuft seit dem Wintersemester 90/91 an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel im Fachbereich Sozialwesen. Im vergangenen Semester (WS 92/93) liefen die IV. Hochschultage unter dem Motto „Alternativ-Projekte und soziale Arbeit »DENKEN-LEBEN-ARBEITEN«“. ¹¹⁶

Ernährung - Gesundheit - Gesellschaft

>Projekt<

(vgl. die Veranstaltungen zum Thema Gesundheit zuvor)

Auch im Fachbereich Sozialwissenschaften gilt, daß Ökologie meist nur als Randthema behandelt wird. Einzelne Gespräche haben auch den Eindruck erweckt, daß es vielen Lehrenden und Lernenden noch schwer fällt, den aus den Naturwissenschaften stammenden Begriff Ökologie mit dem mehr gesellschaftswissenschaftlich ausgerichteten Fachbereich Sozialwesen zu verbinden. Dies sollte zukünftig verstärkt herausgearbeitet werden.

¹¹⁶ Vgl. Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, *IV. Hochschultage 24./25. Nov. 92: Alternativ-Projekte und soziale Arbeit, DENKEN-LEBEN-ARBEITEN* (Braunschweig: 1992).

Tabelle 3: Ökologisch relevanter Veranstaltungen im Fachbereich Sozialwesen.

| Fach | ökolog. Bezug |
|--|---|
| Grundzüge des kommunalen Haushaltsrechts | rechtliche Fragen |
| Neue soziale Bewegungen - eine Organisationsform sozialer Arbeit | Ökologiebewegung |
| Psychologie | ethische Fragen, Weltanschauungen, Lebensgewohnheiten |
| Spiel- und Lebensraum Großstadt | kinder(menschen)freundliche Lebensräume |
| Grundlagen systemischer Familienberatung | Systemtheorie, Kybernetik |
| Und wenn Bildung dann noch Spaß macht ... | Bildungsangebote |
| »Ganz entspannt im Hier und Jetzt« - Zur Phänomenologie der Entspannung | Gesundheitsförderung |
| Entwicklungsrisiken, Risikoverhalten und positive Gesundheitskonzepte bei Kindern und Jugendlichen | Risikogesellschaft, Gesundheitsförderung |
| Gesprächsführung in der Sozialarbeit - Einführungsseminar | Beziehung zur inneren Natur und Umwelt insgesamt, Kommunikationstheorien |
| Allgemeines Verwaltungs- und Sozialrecht | rechtliche Fragen, z.B. Staatsziel Umwelt |
| Staats- und verwaltungsrechtliches Kolloquium | dto. |
| Einführung in Recht und Verwaltung | Arbeitsschutz, Gesundheitsrecht, Technikbewertung, Technikkritik |
| Supervision und sozialpolitische Verantwortung - Analyse von Gruppenprozessen | Verknüpfung von psychologischen, ethischen und ökologischen Erkenntnissen |
| Weltbild und Lebensform | ethische Fragen, Weltanschauungen, Lebensgewohnheiten |
| Sozialökologisches Colloquium | Diskussion der ökologischen Krise |
| Sozialarbeit und Dritte Welt am Beispiel Lateinamerika - Ausländersozialarbeit | Zusammenhänge der globalen ökologischen Krise - 'Erste'- / 'Dritte'- Welt |

Tabelle 3: Fortsetzung

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Prävention und Gesundheitsförderung | Gesundheitsförderung |
| Projekt Alternative Lebensformen | Ziele und Wege neuer sozialer Arbeit |
| Ernährung - Gesundheit - Gesellschaft | Gesundheitsförderung |

1.5 Fachbereich Transport- und Verkehrswesen

Die Errichtung des Fachbereiches Transport- und Verkehrswesen wurde im Frühjahr 1993 durch das Ministerium für Wissenschaft und Kultur genehmigt. Da dieser Fachbereich also de facto noch nicht existiert (noch kein Lehr- oder FuE-Betrieb), können auch noch keine weitreichenden Aussagen über ein ökologisches Potential gemacht werden. Seinen Lehrbetrieb aufnehmen soll dieser Fachbereich möglichst im Sommersemester 1994, wenn es die Baumaßnahmen am neuen Standort Salzgitter zulassen.

Aus ökologischer Sicht ist zu beobachten, ob und wie in diesem neuen Fachbereich auf die wichtigsten Fragen der Gegenwart und Zukunft eingegangen wird. Welche Studiengänge geplant sind und welche ökologisch relevanten Vorlesungen in diesen zu finden sein werden, wird im folgenden anhand des vorläufigen Lehrplanes kurz dargestellt.¹¹⁷ Der Fachbereich gliedert sich in vier Studiengänge, diese sind:

- VERKEHRSTECHNIK
- VERKEHRSINFORMATIK
- VERKEHRSBETRIEBSWIRTSCHAFTSLEHRE
- TRANSPORTWESEN.

Verkehrstechnik

Neben grundlegenden technischen Kenntnissen sollen dem Studierenden im Studiengang Verkehrstechnik auch ein fundiertes betriebswirtschaftliches und logistisches Grundwissen vermittelt werden. Die Studierenden sollen neben dem technischen Denken auch das Denken in wirtschaftlichen, logistischen und ökologischen Zusammenhängen lernen.

¹¹⁷ Sämtliche den Fachbereich Transport- und Verkehrswesen betreffenden Angaben beziehen sich auf die nachstehende Quelle: Karl Bruns, Fachbereich Transport- und Verkehrswesen: Vorläufiges Konzept der Studiengänge des Fachbereichs, Wolfenbüttel, o.J. [vervielfältigt].

Hauptstudium:¹¹⁸

Verkehrsökologie

>eine Vorlesung<

Über Inhalte ist noch nichts ausgesagt.

Verkehrsinformatik

Dieser Studiengang behandelt u.a. die logistischen Belange des Verkehrs und der Verkehrswirtschaft. Die Studierenden sollen in der Lage sein, praxisbezogene Problemstellungen der Verkehrsinformatik zu lösen.

Verkehrsbetriebswirtschaftslehre

Auf betriebswirtschaftliche Belange der Verkehrswirtschaft wird in diesem Studiengang besonders eingegangen.

Transportwesen

Der Studiengang Transportwesen beinhaltet eine gleichzeitige Ausbildung in den jeweils wichtigen technischen, ökonomischen und rechtlichen Fachgebieten. Die Studierenden bekommen hier eine umfassende Ausbildung.

Verkehrspolitik

¹¹⁸ Da es noch keine aussagekräftigen Unterlagen gibt (z.B. Umfrage), werden in diesem Fachbereich nur die Vorlesungen aufgeführt, die schon vom Namen her auf einen ökologischen Bezug schließen lassen.

>zwei Vorlesungen<

Diese Vorlesung sollte unbedingt ökologische Fragen behandeln, eine genaue Aussage ist aber auch hier noch nicht zu machen.

1.6 Fachbereich Versorgungstechnik

Der Fachbereich Versorgungstechnik gliedert sich derzeit in die Studiengänge VERSORGUNGSTECHNIK - TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG, VER- UND ENT-SORGUNGSTECHNIK, TECHNISCHES GESUNDHEITSWESEN mit den Studienrichtungen KRANKENHAUSBETRIEBSTECHNIK und UMWELT- UND HYGIENETECHNIK und den Studiengang RECYCLING. Sämtliche Tätigkeiten haben einen mehr oder weniger starken Bezug zu Ökologie und Umweltschutz. Arbeitsfelder wie beispielsweise Abwasserbehandlung, Emissionsminderung oder Abfallentsorgung sind 'klassische' Arbeitsfelder des technischen Umweltschutzes. Aus diesem Grund sind in diesem Fachbereich auch schon seit Jahren umweltschutzorientierte Arbeiten zu finden, was wiederum zur Folge hat, daß er das ausgeprägteste *ökologische Potential* der an dieser Hochschule vertretenden Fachbereiche hat.

Das Grundstudium ist für sämtliche Studiengänge und -richtungen identisch, im Hauptstudium kommt es zu einer Aufteilung in gemeinsame „Basisfächer“ und getrennte Lehrveranstaltungen in den „Schwerpunktfächern“.

Versorgungstechnik - Technische Gebäudeausrüstung (VG)

In diesem Studiengang wird das gesamte Gebiet der technischen Gebäudeausrüstung gelehrt. Dies umfaßt die 'klassischen' Bereiche der Versorgung mit Energie, Klima, Gas und Wasser. Aus ökologischer Sicht ist die Beachtung des rationellen Einsatzes von Ressourcen und der dabei entstehenden Entsorgungsprobleme von Bedeutung.

Ver- und Entsorgungstechnik (VE)

Dieser Studiengang wird der Notwendigkeit gerecht, daß Versorgungstechnik-Ingenieure und Ingenieurinnen auch die Erfüllung von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien zum Schutze der Umwelt beachten müssen. Schadstoffe in Gas, Luft und Wasser müssen vermieden oder zumindest verringert werden, und die Medien Energie, Wasser und Luft müssen optimal genutzt werden.

Technisches Gesundheitswesen

Krankenhausbetriebstechnik (KT)

Diese Studienrichtung berücksichtigt die Tatsache, daß in nahezu allen Bereichen, die die Gesundheit des Menschen betreffen (vom Krankenhaus bis Umweltschutz), hochwertige, komplexe technische Einrichtungen zum Einsatz kommen. Die Ingenieure dieser Studienrichtung sollen das medizinisch-naturwissenschaftliche Personal, insbesondere in Krankenhäusern, entlasten.

Umwelt- und Hygienetechnik (UH)

Im Mittelpunkt dieser Studienrichtung steht die Technik, die sich mit der Umwelt und Gesundheit des Menschen beschäftigt. Im Vordergrund stehen die Fragestellungen der Verhinderung von Schadstoffen und Abfall sowie deren Nachweis, Kontrolle (Überwachung), Beseitigung, Verwertung bzw. Entsorgung. Diese Studienrichtung hat den Umweltschutz als Hauptaufgabe, sie kann also von ihren inhaltlichen Zielsetzungen her als ökologisch bezeichnet werden - wobei allerdings noch nichts über die in Kapitel I.1.4 genannte Unterscheidung ausgesagt ist.

Recycling (R)

Der Studiengang Recycling kann von seiner inhaltlichen Zielsetzung ebenso (mit dem gleichen Vorbehalt) wie die zuvor genannte Studienrichtung als ökologisch bezeichnet werden. Die mittlerweile ins Unerträgliche ansteigenden Abfallmassen zwingen zur Vermeidung oder zumindest zu der Wiederverwertung der Abfallstoffe. In diesem Studiengang werden die einschlägigen Kenntnisse zum Wiedereinsatz von Stoffen und Teilen vermittelt. Neben den Aufbereitungstechniken für Abfallstoffe steht der Anspruch im Vordergrund, bei der Konstruktion und Stoffauswahl auf einen einfachen und wirtschaftlichen Wiedereinsatz bei möglichst kleiner Energiezufuhr hinzuarbeiten. Deshalb sollen die Absolventinnen und Absolventen

fachbereichsübergreifend mit anderen Ingenieuren (z.B. Maschinenbau) zusammenarbeiten. Der Studiengang Recycling befindet sich derzeit noch in der Aufbauphase, die Lehrveranstaltungen des Hauptstudiums, das zukünftig in Wolfsburg stattfinden soll, haben gerade erst begonnen. Deshalb kann über die zu weiten Teilen ökologisch ausgerichteten Veranstaltungen noch nicht viel gesagt werden.

Grundstudium:

Chemie I u. II

>zwei Vorlesungen<

In diesen Vorlesungen werden vornehmlich Grundlagen der Chemie vermittelt, diese sind gerade im Hinblick auf Schadstoffe und chemische Vorgänge in der Umwelt aus ökologischer Sicht unbedingt notwendig. Auch wird in Rechenbeispielen z.B. die „Neutralisation von Abwasser“ oder die „Fällung von Schwermetalle“ behandelt. „Wegen des einführenden Charakters in die Thematik »Allgemeine und Analytische Chemie« [sind die] Bezüge zu »Ökologie/Umweltschutz« noch nicht sehr zahlreich.“ Es ist aber geplant, den Anteil von Bezügen mittelfristig zu erweitern.¹¹⁹

Physik

>eine Vorlesung, ein Labor<

Hier werden notwendige physikalische Grundlagen vermittelt. Die Verbindung zu ökologischen Fragen ist durch die Vermittlung von „Prinzipien“ gegeben (s. auch Abschn. II.1.1).

Thermodynamik I u. II

>zwei Vorlesungen, zwei Labore<

¹¹⁹ Antw. Dr.-Ing. Karl-Heinz Ujma, Lehrbeauftragter im Fb. Versorgungstechnik (Hervorhebungen im Original).

Hier werden thermodynamische Grundlagen vermittelt, die in mehrfacher Hinsicht Bezüge zu ökologischen Fragen haben. Insgesamt spielt auch hier Energie eine dominante Rolle, so wird z.B. die Verbrennung eingehend behandelt und auch die physikalischen Vorgänge der Wärmeübertragung. Außerdem werden Kreisprozesse behandelt, die z.B. in der Kältetechnik (FCKW-Einsatz) eine Rolle spielen.

Neben den „Grundlagen der rationellen Energienutzung“ wird auch eine „Bewertung von Energieformen“ behandelt.¹²⁰

Hauptstudium:

Energie- und Kältetechnik I u. II

>zwei Vorlesungen< - (VG, VE, KT)

Hier geht es u.a. zum einen um (E.u.K. I):

- Kältemaschinenkreisprozesse,
- Kältemittel,
- Zweistoffgemische,
- Absorptionskälteanlagen.

Aus ökologischer Sicht ist hier die Behandlung umweltfreundlicher Kältemittel von Interesse.¹²¹

Zum anderen wird z.B. folgendes behandelt (E.u.K. II):

- Kreisprozesse von Wärme- und Verbrennungskraftmaschinen,
- Dampfkraftanlagen,
- Kolbenverdichter,
- Energiewirtschaft.

¹²⁰ Antw. Dr.-Ing. Sönke Bröcker, Lehrbeauftragter im Fb. Versorgungstechnik.

¹²¹ Vgl. Antw. Professor Dr.-Ing. Thomas Diehn, Fb. Versorgungstechnik.

Hier geht es auch um die „Energie-Optimierung bei thermischen Prozessen“¹²². Außerdem ist noch das Stichwort „Totalenergieverbundanlagen“¹²³ zu nennen.

Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik

>drei Vorlesungen, drei Labore<

Hier werden die im Titel genannten Themen eingehend behandelt. Durch eine optimierte Regelung wird der Energieverbrauch minimiert. Gerade für den Bereich der Energieeinsparung aber auch für Aufgaben wie z.B. Abwasserreinigung ist diese Technik unverzichtbar.

Heizungstechnik III

>eine Vorlesung, ein Labor, Teil des Fächerblocks *Heizungstechnik*< (VG, KT, nicht in R)¹²⁴

Ökologisch besonders interessant sind hier:

- Fernheizung einschließlich Kraftwärmekopplung,
- Blockheizkraftwerke,
- Wärmepumpenheizung,
- Wärmespeicherung,
- Regenerative Heiztechniken wie: Solarheizung, Biomasse, Photovoltaik.

Gasversorgungstechnik I

>eine Vorlesungen, ein Labor< (nicht in R)

In diesem Fach ist die Behandlung der Brennwerttechnik (Berechnungsmöglichkeiten) und der Gaswärmepumpe von Bedeutung.¹²⁵

¹²² Antw. Professor Dr.-Ing. Jürgen Krüger, Fb. Versorgungstechnik.

¹²³ Antw. Prof. Diehn.

¹²⁴ Die anderen Studiengänge bzw. Vertiefungen haben ‘nur’ die Vorlesung Heizungstechnik I.

¹²⁵ Vgl. Antw. Professor Dr.-Ing. Hans-Herbert Vogel, Fb. Versorgungstechnik.

Abgasreinigungstechnik

>eine Vorlesung, ein Labor< (VE, UH, R)

Dies ist eine der Vorlesungen, die sich mit Fragen der Umwelttechnik befaßt. Folgende Themen werden hier behandelt:

- Gesetzliche Grundlagen (BImSchG, VOs, TA Luft, usw.)¹²⁶,
- Prozeßtechnische Maßnahmen zur Verminderung von gasförmigen Emissionen,
- Abgasreinigungsverfahren: Adsorption, Absorption, biologische Verfahren, thermische und katalytische Abgasreinigung, mechanische Verfahren,
- technische und wirtschaftliche Verfahren zur Verfahrensauswahl,
- Anwendungsbeispiele.

Vertiefungsprojekt Gas-, Abgastechnik

>Projekt< (VE)

Projektierung entsprechender Anlagen.

Wasserversorgungstechnik I u. II

>zwei Vorlesungen, zwei Labore< (II nur in VE, nicht in R)

In diesen Vorlesungen wird die Versorgung mit und Aufbereitung von Wasser behandelt. Ökologisch von Interesse ist (neben der Tatsache, daß Wasser allgemein eine Lebensgrundlage ist), daß es vornehmlich um Trinkwasser geht.

¹²⁶ BImSchG = Bundes-Immissionsschutzgesetz; VOs = Verordnungen; TA Luft = Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft.

Abwassertechnik I u. II

>zwei Vorlesungen, ein Labor< (VE, UH, R)

Auch diese Vorlesung ist eine der Vorlesungen mit direktem Bezug zu Ökologie und Umweltschutz. In ihr werden behandelt:

- Schadstoffparameter (BSB₅, CSB, AOX, usw.),
- Wasserrecht (WHG, AbwAG, Indirekteinleiter-VO, Ortssatzung),¹²⁷
- Probenahme,
- kommunales Abwasser: Zusammensetzung, mechanische Reinigung, biologische Reinigung, weitergehende Reinigung, Industrieabwasser,
- Besichtigung einer Abwasserreinigungsanlage,
- Anforderungen an Abwasser,
- Entwässerungsentwurf,
- Dimensionierung einer Abwasserreinigung.

Vertiefungsprojekt Wasser-, Abwassertechnik

>Projekt< (VE)

Projektierung entsprechender Anlagen.

Umweltschutz

>eine Vorlesung, ein Labor< (VG)

¹²⁷ BSB₅ = Biochemischer Sauerstoffbedarf (nach 5 Tagen); CSB = Chemischer Sauerstoffbedarf; AOX = Adsorbierbare organische Halogenverbindungen; WHG = Wasserhaushaltsgesetz; AbwAG = Abwasserabgabengesetz.

In dieser Vorlesung werden Luft, Wasser und Boden in natürlichen Zusammenhängen behandelt sowie die Einflüsse des Menschen. In dem dazugehörigen Labor wird der Nachweis von Schadstoffen in Luft, Wasser und Boden geprobt.

Meßverfahren I

>eine Vorlesung< (KT, UH)

Vermittlung von Grundlagen des Messens in Medizin und Umwelt.

Krankenhausbetriebstechnik I u. II

>zwei Vorlesungen, ein Seminar< (KT)

Aus ökologischer Sicht anzuführen sind folgende Themen:

- Hygienevorschriften,
- Ver- und Entsorgung im Krankenhaus:
 - + Speisen-, Wäsche-, Betten-, und Sterilgutversorgung,
 - + Abfallentsorgung,
 - + Energiemanagement.

Strahlenschutz

>eine Vorlesung, ein Labor< (KT, UH)

In dieser Vorlesung des Bereiches Umweltüberwachung werden wichtige Themen wie

Aufbau der Materie; Strahlenarten; Radioaktivität; Röntgenstrahlen; Wechselwirkung Strahlung-Materie; Kernstrahlen-Meßtechnik; Strahlenschutz- und Röntgenverordnung; Biologische Strahlenwirkung; Dosimetrie; Apparativer und baulicher Strahlenschutz; Umgang mit offenen und umschlossenen Strahlen; Lagerung; Abfall

behandelt. In dem Labor werden unterschiedliche Meßmethoden unterschiedlicher Strahlungsformen geprobt.

Biotechnische Grundlagen

>eine Vorlesung< (VE, UH)

Dies ist eine der Vorlesungen, die auch ökologische Anteile im ursprünglich biologischen Sinne hat. In ihr wird Wissen vermittelt, was für das Verstehen der ökologischen Zusammenhänge in Natur und Umwelt notwendig ist. Im einzelnen sind dies die folgenden Bereiche:

- Biochemie: Baustoffe, Biokatalysatoren;
- Toxikologie: Aufnahme, Wirkung und Abgabe von Umweltschadstoffen, Mutagenität, Kanzerogenität, Teratogenität¹²⁸;
- Mikrobiologie: Aufbau und Stoffwechselphysiologie; Bakterien, Pilze, Viren und Parasiten von Ver- und Entsorgungstechnischer Bedeutung;
- Biotechnik: Wachstumsparameter, Wachstumskinetik, statische und kontinuierliche Kultur, Bioreaktoren;
- Hygiene: Trinkwasser-, Badewasser- und Abwasserhygiene.

Abfalltechnik

>eine Vorlesung< (VE, UH, R)

In dieser Vorlesung wird ein 'klassisches' Thema der Umwelttechnik behandelt. Die Vorlesungsinhalte gliedern sich folgendermaßen:

- Abfallaufkommen und -zusammensetzung;
- Abfallrecht: Abfallgesetz, AbfallbestimmungsV, Abfallkatalog, AbfallnachweisV, (TA Abfall) u.a.;

¹²⁸ Mutagenität = Eigenschaft (E.), genetische Informationen zu verändern; Kanzerogenität = E., Krebs zu erzeugen; Teratogenität = E., Embryos zu schädigen.

- Verfahren der Abfallverwertung und -entsorgung: Deponie, Verbrennung, Pyrolyse, BRAM, Kompostierung, Biogas, Stofftrennung, Recycling;
- Umweltbelastung und deren Vermeidung, Akzeptanz und Wirtschaftlichkeit.¹²⁹

Gewässer- und Bodenschutz

>eine Vorlesung< (UH)

Diese Vorlesung ist im großen und ganzen eine im ursprünglichen Sinne ökologische Veranstaltung, in ihr werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- *Gewässerschutz*: Physikalische Verhältnisse im Gewässer, Stoffhaushalt, Lebensgemeinschaften, Trophie, Selbstreinigung und Saprobie,¹³⁰ Qualitätssicherung und Sanierung von Gewässern, Grundwasser und Schutzzonen;
- *Bodenschutz*: Mineralien, Huminstoffe, Bodenwasser, Bodenluft, Adsorption, Austausch, Transport, Aktivitäten;
- + Bodenbelastung durch anorganische und organische Schadstoffe, Pestizide, Abwasserverrieselung, Klärschlammaufbringung, Erosion, Versiegelung;
- + Bodensanierung durch mikrobielle, thermische und chemisch-physikalische Verfahren.

Mikrobiologisches Labor I u. II

>zwei Labore< (VE (nur I), UH)

In diesen Laboren werden praktische Übungen zu den Themen der Vorlesungen *Biotechnische Grundlagen* und *Gewässer- und Bodenschutz* geprobt. So z.B. die Anreicherung, Isolierung und Kultur von Mikroorganismen oder der Nachweis von Bakterien, Pilzen und Viren in Wasser, Boden und Luft (I). Weiterhin werden beispielsweise mikroskopische Untersuchungen von

¹²⁹ Vgl. auch Antw. Dr.-Ing. Wolfgang P. Tritt, Lehrbeauftragter im Fb. Versorgungstechnik. - Dr. Tritt hält eine Erhöhung der Stundenzahl in diesem Themengebiet für notwendig. (Ebd.) - V = Verordnung (VO); TA Abfall = Technische Anleitung Abfall; BRAM = Brennstoff aus Müll.

¹³⁰ Trophie = Nährstoffgehalt; Saprobie = Maß für Gewässergüte.

Oberflächenwasser oder Belebtschlamm und Toxizitätstests an Abwasser- und Abfallproben durchgeführt (II).

Vertiefungsprojekt Biotechnische Entsorgung

>Projekt< (UH)

Zum Beispiel Projektierung von Seensanierungen, Bodensanierungen, Biofiltern u.dgl. mehr.

Meßverfahren II

>eine Vorlesung, ein Labor< (UH)

Behandelt wird hier die Messung umweltrelevanter Größen aller Art, Lärmschutz u.ä.

Immissionsschutz

>eine Vorlesung, ein Labor< (UH)

Hier wird folgendes Wissen vermittelt:

- Chemie und Physik der natürlichen Atmosphäre;
- Gefährdung der Atmosphäre;
- Stickoxide;
- Stäube und Aerosole;
- Maßnahmen zur Luftreinhaltung.

Das Labor vermittelt die praktischen Kenntnisse der Messung der Immissionskonzentrationen von Schadgasen und Partikeln.

Vertiefungsprojekt Umweltüberwachung

>Projekt< (UH)

Projekte im Bereich von Umweltradioaktivität, Immissionsschutz und Überwachungstechnik.

Recyclingtechnik I

>drei Vorlesungen, zwei Labore< (R)

- Mechanische Verfahren
- Energietechnik
- Thermische Verfahren
- Labor Mechanische Verfahren
- Labor Thermische Verfahren.

Recyclingtechnik II

>drei Vorlesungen, zwei Labore< (R)

- Kunststoffchemie
- Kunststoff-Recycling
- Biologische Verfahren
- Kunststofflabor I
- Kunststofflabor II

Produktrecycling

>drei Vorlesungen< (R)

- Konstruktion
- Anlagentechnik
- Bearbeitungstechnik

Umweltverfahrenstechnik-Projekt

>Projekt< (R)

Mechanisch-Thermisches-Projekt

>Projekt< (R)

Biologisch-Chemisches-Projekt

>Projekt< (R)

Wahlpflichtfächer:

A:

Entsorgungstechnik-Vertiefung

>eine Vorlesung, ein Labor<

Hier werden Sonderprobleme aus den Bereichen Abluftreinigung, Abwassertechnik und Müllbeseitigung behandelt. Derzeit liegt der Schwerpunkt bei der Abfallkompostierung.

B:

Sicherheitstechnik I u. II

>zwei Vorlesungen<

Diese Vorlesungen sind zu erwähnen, da sicherheitstechnische Anlagen und Überwachungen auch dem Umweltschutz dienen.

Alternative Energietechnik

>eine Vorlesung<

In dieser Vorlesung werden die Möglichkeiten der Nutzung alternativer Energien behandelt. Das heißt nach einer Diskussion der mit den konventionellen Energieträgern verbundenen ökologischen Probleme werden die verschiedenen Formen regenerativer Energiequellen vorgestellt. Exemplarisch wird die thermische Nutzung der Solarenergie vertiefend behandelt.¹³¹

Tropenhygiene

>eine Vorlesung<

Dies ist nochmals eine Vorlesung mit im 'klassischen' Sinne ökologischen Anteilen. Kurze Stichworte sind:

- Umwelthygiene: Limnologie der Tropen, ...; Desinfektion und Sterilisation;
- Entwesung: Ungeziefer, ...;
- Epidemiologie: Merkmale von Seuchen, ...;
- Spezielle Krankheitserreger und Parasiten der Tropen: Malaria, Schlafkrankheit, ...

Krankenhaushygiene

>eine Vorlesung<

Hier werden Grundbegriffe der Hygiene und Mikrobiologie, Infektionskrankheiten u.ä. mehr behandelt.

Wenn der Fachbereich Versorgungstechnik auch die stärksten Bezüge zu Ökologie und Umweltschutz aufweist, so kann auch hier das Fächerspektrum noch erweitert werden. Gerade auch in den Vertiefungen, die sich direkt mit

¹³¹ Mitschrift der Vorlesung im Wintersemester '91/92.

Umweltschutz beschäftigen sind Vorlesungen z.B. im Bereich Umweltrecht wünschenswert.

Tabelle 4: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Versorgungstechnik.

| Fach | ökolog. Bezug | Studiengang |
|---|--|--|
| Chemie | Grundlagen | alle |
| Physik | dto. | alle |
| Thermodynamik | dto., Ressourcenschonung | alle |
| Energie- u. Kältetechnik | Kältemittel, Energieoptimierung | VG, VE, KT |
| Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Umweltüberwachung, Ressourcenschonung | alle |
| Heizungstechnik III | Regenerative Heiztechniken, BHKW, usw. | VG, KT |
| Gasversorgungstechnik I | Brennwerttechnik | VG, VE, KT, UH |
| Abgasreinigungstechnik | Emissionsminderung | VE, UH, R |
| Vertiefungsprojekt Gas-, Abgastechnik | dto. | VE |
| Wasserversorgungstechnik | Trinkwasser | VG, KT, VE, UH, unterschiedlicher Umfang |
| Abwassertechnik | Abwasserbehandlung | VE, UH, R |
| Vertiefungsprojekt Wasser-, Abwassertechnik | siehe zuvor | VE |
| Umweltschutz | Zusammenhänge, Schadstoffe | VG |
| Meßverfahren | Umweltüberwachung | KT, UH, unterschiedlicher Umfang |
| Krankenhausbetriebstechnik | Hygiene, Entsorgung, Energiemanagement | KT |
| Strahlenschutz | Umweltüberwachung | KT, UH |
| Biotechnische Grundlagen | Biologie, Ökologie | VE, UH |
| Abfalltechnik | Entsorgung | VE, UH, R |
| Gewässer- u. Bodenschutz | Biologie, Ökologie | UH |
| Mikrobiologisches Labor | dto. | VE, UH, unterschiedlicher Umfang |

(VG = Technische Gebäudeausrüstung; VE = Ver- und Entsorgungstechnik; KT = Krankenhausbetriebstechnik; UH = Umwelt- und Hygienetechnik; R = Recycling)

Tabelle 4: Fortsetzung

| Fach | ökolog. Bezug | Studiengang |
|--|---|-----------------|
| Vertiefungsprojekt Bio-technische Entsorgung | dto. | UH |
| Immissionsschutz | Schadstoffe, Luftreinhal- tung | UH |
| Vertiefungsprojekt Um- weltüberwachung | Umweltüberwachung | UH |
| Recyclingtechnik I | mechanische u. thermi- sche Verfahren | R |
| Recyclingtechnik II | biologische u. chemische Verfahren | R |
| Produktrecycling | Konstruktion, Anlagen- u. Bearbeitungstechnik | R |
| Umweltverfahrenstechni- k-Projekt | Projektarbeit | R |
| Mechanisch-Thermi- sches-Projekt | dto. | R |
| Biologisch-Chemisches- Projekt | dto. | R |
| Entsorgungstechnik Ver- tiefung | Entsorgung, Kompostie- rung | Wahlpflichtfach |
| Sicherheitstechnik | Gefahrenabwehr z.B. beim Umgang mit Ge- fahrstoffen | dto. |
| Alternative Energietechni- k | regenerative Energie- technik | dto. |
| Tropenhygiene | Biologie, Ökologie | dto. |
| Krankenhaushygiene | dto. | dto. |

1.7 Fachbereich Wirtschaft

Der Fachbereich Wirtschaft hat seinen Lehrbetrieb im Wintersemester 91/92 am Standort Wolfsburg aufgenommen. Da sich dieser Fachbereich nach wie vor noch in der Aufbauphase befindet, können hier nur sehr wenige Aussagen gemacht werden. Derzeit (Sommersemester 1993) ist erst eine Professorenstelle im Fachbereich Wirtschaft besetzt; ansonsten wird die Lehre durch Dozenten aus anderen Fachbereichen der Hochschule und Lehrbeauftragte wahrgenommen. Der Fachbereich Wirtschaft gliedert sich in die drei Studiengänge TECHNISCHE BETRIEBSWIRTSCHAFTSLEHRE, BETRIEBSWIRTSCHAFTSLEHRE MIT DER STUDIENRICHTUNG BANK- UND VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT und WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN MIT DEM SCHWERPUNKT TECHNISCHES ABSATZ- UND BESCHAFFUNGSWESEN.

Der Bezug zu ökologischen Fragestellungen ist hier - zumindest auf den ersten Blick - nur am Rande gegeben. Da aber viele Problemlösungen im Bereich der Umweltzerstörung oft immer noch am fehlenden Geld scheitern, ist auch in diesem Bereich eine *Ökologisierung* wünschenswert. Das ökonomische Denken, vor allem, wenn es rein betriebswirtschaftlich ausgerichtet ist, läßt die ökologischen Gesichtspunkte oft gänzlich außer acht. Mit ökologisch verträglichem Handeln ist eben nur selten kurzfristiger Gewinn zu erwirtschaften. Im Hinblick auf dieses Denken kann gerade in einem jungen Fachbereich noch einiges geändert werden, denn hier gibt es meist noch keine stark eingefahrenen Wege.

Technische Betriebswirtschaftslehre (TB)

In diesem Studiengang werden grundlegende wirtschaftswissenschaftliche Kenntnisse und ein fundiertes technisches Grundwissen vermittelt. Dies fördert die Befähigung fächerübergreifend zu denken, d.h. nicht nur in ökonomischen Kategorien zu denken, sondern auch technische Zusammenhänge verstehen und begreifen zu können.

Betriebswirtschaftslehre mit der Studienrichtung Bank- und Versicherungswirtschaft (BV)

Das Studium in diesem Studiengang findet in einem sog. Praxisverbund statt, d.h. die Studierenden stehen während der gesamten Studiendauer tageweise in einem Beschäftigungsverhältnis; dieses ist bank- und versicherungskaufmännisch ausgerichtet.

Wirtschaftswissenschaften mit dem Schwerpunkt Technisches Absatz- und Beschaffungswesen (WE)

Dies ist ein sogenannter Ergänzungsstudiengang, die Zugangsvoraussetzung für diesen Studiengang ist ein abgeschlossenes Ingenieur- oder naturwissenschaftliches Studium. Deshalb entfällt hier auch das Grundstudium; das vorhandene fundierte Grundwissen wird in vier Semestern durch wirtschaftswissenschaftliche Lehrinhalte ergänzt.

Da es für diesen Fachbereich noch kein ausformuliertes Vorlesungsverzeichnis gibt, und die Umfrage auch keine deutliche Aussage zuläßt, kann die Darstellung hier nur punktuell sein.

Das Grundstudium ist in den beiden Studiengängen TB und BV in großen Zügen gleich; die größeren Unterschiede gibt es im Hauptstudium.

Grundstudium:

Betriebswirtschaftslehre I

>eine Vorlesung< (auch WE)

Hier wird auch auf die „Darstellung der vielseitigen Beziehungen zwischen Industrie und Umwelt sowie die daraus folgenden Konsequenzen für die Zukunft“¹³² eingegangen.

¹³² Antw. Professor Dr. Horst Ey, Fb. Wirtschaft.

Hauptstudium:

Umweltökonomie

>eine Vorlesung< (WE)

Da es noch keine ausformulierte Vorlesungsbeschreibung gibt kann zu den genauen Inhalten noch keine Aussage gemacht werden. Der Name dieser Vorlesung läßt aber auf ökologische Inhalte schließen.

Wahl- und Wahlpflichtfächer:

Automobil und Umwelt

>eine Vorlesung<

(vgl. Abschn. II.1.3)

Fabrikplanung

(vgl. Abschn. II.1.3)

Tabelle 5: Ökologisch relevante Veranstaltungen im Fachbereich Wirtschaft.

| Fach | ökolog. Bezug | Studiengang |
|----------------------------|------------------------------|-------------|
| Betriebswirtschaftslehre I | Industrie und Umwelt | alle |
| Umweltökonomie | noch nicht definiert | WE |
| Automobil und Umwelt | umfassende Problemdiskussion | Wahlfach |
| Fabrikplanung | dto. | dto. |

1.8 Fachbereichsübergreifende Lehrangebote

Verantwortung in technischen Berufen

>ein Seminar, Wahlfach<

In diesem Seminar werden philosophisch-ethische Fragen der Zukunftsverantwortung diskutiert. „Das Problemfeld »Technik und Ethik« kann nur erschlossen werden, indem ökologische Fragestellungen sowohl in aller Breite als auch im Speziellen (bei konkreten Fragestellungen) behandelt werden. Beispiele: Grenzen des Wachstums, Fragen eines anderen Lebensstiles, ...“¹³³ Nicht zuletzt die globalen ökologischen Probleme machen die Notwendigkeit einer solchen Diskussion deutlich (vgl. Kap. I.). In diesem Seminar wird zum einen an entsprechenden Texten gearbeitet, zum anderen werden konkrete Problem- und Fragestellungen in offenen Gesprächen diskutiert.

Dieses Seminar findet im Rahmen des *Studium Generale* statt, welches seit zwei Semestern Vorlesungen und Seminare fachbereichsübergreifend anbietet. Das Studium Generale ist eine erste Reaktion auf eine Initiative des AStA zur Erhöhung des Anteils fachübergreifender Studienanteile.

Hochschule für Ältere

Im Sommersemester 1993 wurde erstmals öffentliche Vorlesungsreihen angeboten, in der interessierten Nicht-Hochschulmitgliedern aber auch Hochschulmitgliedern Vorlesungen zu bestimmten Themenbereichen angeboten wurden. Zumindest in diesem Sommersemester waren die Schwerpunkte der beiden stattfindenden Vorlesungsreihen im Bereich Ökologie und Umweltschutz angesiedelt.

¹³³ Antw. Dr. theol. Friedrich Heckmann, Lehrbeauftragter im *Studium Generale* (Hervorhebungen im Original).

Vorlesungsreihe I: Fragestellungen zum Umweltschutz

- Die Atmosphäre unserer Erde und ihre Gefährdung I Prof. Dr. Eichmann
- Die Atmosphäre unserer Erde und ihre Gefährdung II Prof. Dr. Eichmann
- Wasser, unser Lebensmittel Nr. 1 Prof. Dr. Hölzel
- Wasseraufbereitung (Verfahren) Prof. Dr. Hölzel
- Abwasserbehandlung (Einführung) Dr. Potemba
- Abwasserbehandlung (Verfahren) Prof. Dr. Zaiß
- Krankheitserreger im Trinkwasser Prof. Dr. Zaiß
- Recycling von Kunststoffen Prof. Fraatz
- Ökologische Vertretbarkeit von Abgasreinigungsmaßnahmen Prof. Dr. Carlowitz
- Wasserstoff für die Gebäudeheizung Prof. Dr. Vogel

Vorlesungsreihe II: Sichere und sparsame Energieverwendung

- Sicherheit in der Gasversorgung Prof. Dr. Cerbe
- Emissionen durch fossile Primärenergieträger Prof. Dr. Carlowitz
- Brennwerttechnik Prof. Dr. Cerbe
- Elektrowärmepumpe Prof. Dr. Wolff
- Gasmotorwärmepumpe Prof. Dr. Cerbe
- Absorptionswärmepumpe - Absorptionskälteanlage Prof. Dr. Diehn
- Blockheizkraftwerke Prof. Dr. Wolff
- Gekoppelte Wärmekraftprozesse (GuD-Prozesse) Prof. Dr. Krüger
- Regelungskonzepte zur sparsamen Energieverwendung I Prof. Dr. Baumgarth
- Regelungskonzepte zur sparsamen Energieverwendung II Prof. Dr. Baumgarth

Außer den zuvor genannten Vorlesungsreihen werden von der Hochschule seit einigen Jahren in regelmäßigen Abständen öffentliche Vorträge angeboten.

Auch unter diesen finden sich immer wieder Vorträge zu ökologisch relevanten Themen.

2. Forschung und Entwicklung

Dieser Teil der Dokumentation ist vornehmlich auf die zu Beginn des Kapitels genannte Umfrage gestützt; hinzu kamen einzelne Gespräche mit Professoren und die Sichtung von Diplomarbeiten, Forschungsberichten, Informationsschriften u.dgl.

2.1 Fachbereich Elektrotechnik

Die Schwerpunkte der ökologisch relevanten Arbeiten liegen in der Meßtechnik und im Bereich der Stromerzeugung.

Mikroprozessor gesteuerte CO₂-Meßgeräte

Die Aufnahme von Meßdaten ist gerade im Bereich des Umweltschutzes von Bedeutung. Bei vielen Tätigkeiten des Menschen werden Gase freigesetzt, die z.T. bedenkliche Wirkungen an Leben und Umwelt hervorrufen. Für die Kontrolle der Freisetzung solcher Gase sind entsprechende Meßgeräte unerläßlich. Kohlendioxid ist eines dieser Gase, welches durch die Klimadebatte mittlerweile in aller Munde ist - gleichzeitig aber auch direkte giftige Wirkung besitzt.

Die zugrundeliegenden Arbeiten¹³⁴ wurden im Rahmen eines AGIP-Forschungsprojektes¹³⁵, geleitet von Professor Frobenius, erstellt. Es wurden Meßgeräte für die CO₂-Messung entwickelt, die nach dem Prinzip der *selektiven Infrarotabsorption*¹³⁶ arbeiten.

Derzeitiger Entwicklungsstand ist ein transportables Meßgerät mit Mikroprozessor und 'speziell entwickelter Meßküvette'. Dieses Gerät kann Meßwerte

¹³⁴ Ulrich Betz u. Karl Illner, *Mikroprozessor gesteuertes CO₂-Meßgerät*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1992 sowie Stefan Brandt u. Lothar Hartung, *Mobiles, Mikroprozessor gesteuertes CO₂-Meßgerät*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1993.

¹³⁵ AGIP = Arbeitsgruppe innovativer Projekte an niedersächsischen Fachhochschulen; Projekt F.A.-Nr. 1991.003.

¹³⁶ Hierbei wird die Fähigkeit verschiedener Gasmoleküle genutzt, infrarote Strahlung einer ganz bestimmten Wellenlänge zu absorbieren.

erfassen und abspeichern, mittels dazugehörigem Anschlußkabel und Software können gespeicherte Daten zur Weiterverarbeitung auf einen PC übertragen werden und die Überschreitung von MAK-Werten kann optisch und akustisch gemeldet werden. Der Bereich für die kontinuierliche Überwachung von Gaskonzentrationen erstreckt sich von (0,4 - 20) % CO₂. Das Gerät bietet folgende Programmmöglichkeiten:

- P1: Dauermessung mit Pumpe; das Gerät mißt kontinuierlich den Gaswert.
- P2: Direkte Anzeige des durch A/D-Wandler umgewandelten Wertes; dient zur Kennlinienaufnahme.
- P3: Messung im 5-Minuten-Takt mit Speicherung der Werte im RAM.
- P4: Dauermessung mit Pumpe und integrierter Alarmschwelle bei 5 Prozent CO₂ (optischer und akustischer Alarm).
- P5: Messung im 15-Minuten-Takt mit Speicherung der Werte im RAM.¹³⁷

Das entwickelte CO₂-Meßgerät ist mit den z.Z. auf dem Markt befindlichen Geräten gleichzusetzen. Durch die Abmessungen und den Batteriebetrieb ist das Gerät gut für den mobilen Einsatz geeignet.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Die Zusammenarbeit ist denkbar im Bereich der Umweltüberwachung, die Bestandteil der Studienrichtung Umwelt- und Hygienetechnik im Fachbereich Versorgungstechnik ist. Aber auch mit anderen Bereichen, in Gaskonzentrationen gemessen werden müssen - z.B. in der Abgasreinigung (Fb. V) oder in der Kfz-Abgastechnik (Fb. M) -, ist ein Zusammenwirken vorstellbar.

Datenübertragung und automatische Steuerung bei Bahnen

In diesen FuE-Arbeiten ist ein Bezug zur Ökologie „im weiteren Sinne“ vorhanden. Am Rande seiner Forschungsarbeiten beschäftigt sich Professor Kraft derzeit mit der Verbesserung des Betriebsablaufes bei Bahnen. Eines der Ziele dabei ist die Einsparung von Energie.¹³⁸

¹³⁷ Brandt u. Hartung, S. 9 f. - RAM = Random Access Memory; A/D-Wandler = Analog/Digital-Wandler.

¹³⁸ Antw. Professor Dr.-Ing. Karl-Heinz Kraft, Fb. Elektrotechnik.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Übergreifende Zusammenarbeit ist hier beispielsweise mit dem Fachbereich Maschinenbau denkbar, in dem u.a. auch an Schienenfahrzeugen gearbeitet wird.

Lautheitsmessung

Die Umweltverschmutzung Lärm bedingt entsprechende Schutzmaßnahmen. Um geeignete Dämmmaßnahmen zu treffen, ist eine Meßtechnik zur Lärmanalyse notwendig, die den subjektiven Hörempfindungen des Menschen gerecht wird.

Im Rahmen einer Diplomarbeit¹³⁹ wurde hier ein Programm zur Berechnung der Lautheit und des Lautheits-Tonheits-Musters (spektrale Verteilung der Lautheit) geschrieben. Mit der sogenannten Lautheit wird versucht, dem Hörempfinden des Menschen gerechter zu werden. In der Regel wird der Schall in logarithmischen Dezibel- (dB) bzw. phon-Skalen (Schallpegel) gemessen und angegeben. Dies ist für Beurteilungen in der Praxis oft aber zu unanschaulich. Ein linearer Zusammenhang zwischen subjektiver Empfindung und Schallpegel ist wünschenswert; dies wird mit der Lautheit erreicht. Die Zunahme des Lautstärkepegels um etwa 10 phon entspricht einer Verdoppelung des Lauteindrucks; die Lautheit N mit der Einheit *son*e entspricht einer Lautstärke von 40 phon. Der doppelt so laut empfundene Schall hat die Lautheit 2 *son*e.¹⁴⁰

Das o.g. Programm soll zusammen mit einem Meßgerät Meßwerte liefern, die der Lautstärkeempfindung des Menschen entsprechen. Dabei nimmt ein externes Meßgerät die Terzpegel auf; die Meßwerte werden anschließend von dem PC-Programm aufgenommen und verarbeitet. Mit den gewonnenen Daten ist dann eine Einordnung von Geräuschen in die Rangfolge ihrer subjektiv wahrgenommenen Lautstärke möglich.¹⁴¹

¹³⁹ Bodo Maas, *Lautheitsberechnung und -verteilung stationärer Schalle ...*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1993.

¹⁴⁰ Manfred Steinmeier, *Elektroakustik*, Vorlesungsmitschrift von B. Maas, Wolfenbüttel, 1991/92, S. 62 [Mitschrift].

¹⁴¹ Vgl. auch DIN 45 631, *Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum: Verfahren nach E. Zwicker* (Berlin: Beuth, 1991).

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Lärm wird in sehr vielen Bereichen der Technik erzeugt, wird aber selten gewünscht. Somit ist eine Zusammenarbeit überall dort denkbar, wo Lautstärkemessungen zur Schallminderung durchgeführt werden. Konkret ist dabei z.B. an die Arbeiten von Professor Hauser im Fachbereich Maschinenbau (s. Abschn. II.2.3) zu denken. Die Lärminderung ist aber auch z.B. in der Klimaanlage-technik im Fachbereich Versorgungstechnik von Bedeutung.

Photovoltaik

Das Thema Energieversorgung und -verbrauch greift in fast alle Bereiche des Lebens und stellt eines der wichtigsten ökologischen Probleme unserer Zeit dar. Seit geraumer Zeit ist deshalb auch die direkte Nutzung der von der Sonne eingestrahlten Energie im Gespräch und wird - wenn auch vergleichsweise wenig - an einigen Stellen auch praktiziert.

Auf dem Dach des Hauptgebäudes der Fachhochschule steht derzeit eine 24-Volt-Solaranlage. Sie besteht aus vier Solarmodulen, zwei Solarakkumulatoren (Batterien) zum Speichern von Überschußenergie und einem 24-Volt-Kühlschrank als Verbraucher. Hinzu kommt entsprechende Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik. Die Solarmodule liefern zusammen eine elektrische Leistung von maximal 180 Watt; sie sind in einem Neigungswinkel von 45° nach Süden ausgerichtet fest installiert. Die Module aus polykristallinen Solarzellen haben einen Wirkungsgrad von 10 Prozent, der Gesamtwirkungsgrad der Anlage beträgt 7,5 Prozent. Die Anlage wurde im Rahmen einer Diplomarbeit erstellt.¹⁴²

Zur Zeit sind mehrere Projekte in Arbeit. An der o.g. Anlage läuft ein Projekt mit dem Schwerpunkt in der Automatisierung der Meßdatenerfassung. Später soll der Schwerpunkt dann in der statistischen Auswertung der Daten liegen. Ein weiteres Projekt ist ein Meßplatz für das Physiklabor mit dem grundlegende Parameter von Photozellen bestimmt werden können: Photostrom als Funktion

¹⁴² M. Bittner u. Th. Weiss, *Entwicklung einer Steuerung und Einrichtung eines Meßplatzes für eine solare Stromversorgung*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1990. - Beim Vergleich der Wirkungsgrade mit konventionellen Energieträgern muß beachtet werden, daß das Sonnenenergieangebot unbegrenzt ist.

- der Wellenlänge,
- des Einfallwinkels,
- der Temperatur,
- der Strahlungsintensität, usw.¹⁴³

Weiterhin soll auf dem Dach des Hauptgebäudes eine größere photovoltaische Anlage installiert werden.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Mit der derzeitigen Technik lassen sich ohne weiteres Elektromotoren oder Meßgeräte antreiben. Denkbar ist in diesem Zusammenhang der Einsatz von Solarmodulen für den Antrieb von elektrischen Pumpen und anderen Elektromotoren z.B. in einer Kläranlage. Hier ist also eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Versorgungstechnik angebracht. Diese Zusammenarbeit kann auch bei dem Betrieb von Meßgeräten in der Umweltüberwachung erfolgen, z.B. wenn Meßgeräte mobil sein sollen oder wenn sie Netzunabhängig arbeiten müssen.

Weiter ist eine Zusammenarbeit mit dem Fb. Versorgungstechnik auch im Hinblick auf die Ermittlung von optimalen Aufstellungsbedingungen für Solaranlagen denkbar.

Windenergie

Gegenwärtig finden zu diesem Thema keine Arbeiten im Fachbereich Elektrotechnik statt. Allerdings gibt es zwei Professoren, Dr. rer. nat. H.-J. Drewitz und Dr.-Ing. W. Vollstedt, die auf diesem Gebiet Erfahrungen gesammelt haben. Fachübergreifend ist hier eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Versorgungstechnik angebracht, der z.Z. eine Wärmepumpenanlage installiert, die mit einem Windrad angetrieben werden soll (vgl. Abschn. II.2.6).

¹⁴³ Antw. Professor Dr. rer. nat. Hans J. Wagner, Fb. Elektrotechnik.

FuE-Tätigkeiten von Lehrbeauftragten¹⁴⁴

Gentechnik

„In welchem Maße darf der Mensch in die Erbstruktur eingreifen.“¹⁴⁵

Integration umweltorientierter Fragestellungen in Lehrpläne und Curricula

Diese Arbeit findet in der Lehrplankommission des Landes Niedersachsen statt.

¹⁴⁴ Die Forschungstätigkeiten von Lehrbeauftragten werden nur schlagwortartig dargestellt, da sie in der Regel nicht an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel ausgeführt werden. Im Gesamtzusammenhang sind sie aber sehr wohl von Bedeutung; sie können deshalb auch zum ökologischen Potential gezählt werden.

¹⁴⁵ Antw. Richter Vultejus.

Tabelle 6: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Fachbereich Elektrotechnik.

| Thema | ökolog. Bezug |
|---|--|
| Mikroprozessor gesteuertes CO ₂ -Meßgerät | Umweltüberwachung, Schadstoffmessung |
| Datenübertragung und automatische Steuerung bei Bahnen | Energieeinsparung |
| Lautheitsmessung | Lärmschutz |
| Photovoltaik | regenerative Energien |
| Windenergie | dto., derzeit nicht bearbeitet |
| Lehrbeauftragte | |
| Gentechnik | ethisch-moralische Fragen (s. auch Fb. Maschinenbau) |
| Integration umweltorientierter Fragestellungen in Lehrpläne und Curricula | Sensibilisierung für ökolog. Probleme |

2.2 Fachbereich Informatik

Aus dem Fachbereich Informatik wurden keine Arbeiten mit Bezug zu Ökologie und Umweltschutz gemeldet. Von seinen Inhalten her ist dieser Fachbereich zunächst auch nicht mit Ökologie in Verbindung zu bringen. Bei genauerer Betrachtung gibt es aber auch hier Einsatzfelder mit ökologischem Bezug. Für Modellrechnungen wie z.B. Zukunftsszenarien (bekanntes Beispiel sind die globalen Klimamodelle) wird entsprechende Hard- und Software benötigt. Ein anderes Einsatzgebiet sind Umweltdatenbanken; die großen Mengen von Informationen benötigen eine entsprechende Verwaltung.

Fertigungsinformatik

„In der Fertigungsinformatik wird der Bezug zu ökonomischem wie auch zu ökologischem Denken stärker werden. Da der Studiengang aber noch im Aufbau begriffen ist, wird dies erst nach und nach zum Tragen kommen.“¹⁴⁶

Die fachübergreifende Zusammenarbeit ist mit allen Fachbereichen möglich, da es überall Probleme oder Aufgaben gibt, die sich mit Hilfe von Computerprogrammen leichter bearbeiten lassen.

¹⁴⁶ Antw. Professor Dr. rer. nat. Klaus Harbusch, Fb. Informatik.

2.3 Fachbereich Maschinenbau

Die Schwerpunkte im Fachbereich Maschinenbau liegen eindeutig im Bereich des Fahrzeugbaus, dies sowohl in Arbeitsfeldern rund um Straßenfahrzeuge als auch in der Schienenfahrzeugtechnologie. Daneben gibt es aber auch Arbeiten auf anderen Gebieten wie z.B. der Fertigungstechnik.

Alternative Antriebe für Straßenfahrzeuge

INSTITUT FÜR FAHRZEUGBAU WOLFSBURG

Die bekannten ökologischen Probleme wie Treibhauseffekt oder zunehmende Verkehrsdichte erfordern u.a. auch neue Antriebskonzepte für Straßenfahrzeuge.

Am Institut für Fahrzeugbau in Wolfsburg (IFBW) wird schon seit einigen Jahren an solchen Konzepten gearbeitet. So existiert dort ein vierrädriges, mit Zellstoff verkleidetes Muskelkraftfahrzeug mit einer selbsttragenden Rahmenkonstruktion, welches im Rahmen von sechs Diplomarbeiten konstruiert und gebaut wurde. Aufgrund der Verwendung von Stahl als Rahmenwerkstoff ist das Fahrzeug noch verhältnismäßig schwer.¹⁴⁷

Derzeit gibt es weitere sinnvolle Forschungsvorhaben am IFBW, die allerdings z.Z. nicht im gewünschten Maße verfolgt werden können, da der 1992 an das MWK gestellte Finanzierungsantrag von diesem abgelehnt wurde. Die Vorhaben sind im einzelnen:

1. Hochgeschwindigkeitszweirad zum Erreichen einer max. Fahrgeschwindigkeit von 110 km/h (derzeitiger Weltrekord für muskelkraftbetriebene Fahrzeuge: 105,33 km/h);
2. Ergonomisch optimiertes Leichtgewichtsfahrrad für den Postdienst;
3. Dreirädriges Straßenfahrzeug für den Innenstadtbereich mit kombiniertem Muskelkraft-/Elektroantrieb;
4. Elektroantrieb für eine Pkw-Karosserie;

¹⁴⁷ Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel (Hg.), *Institut für Fahrzeugbau Wolfsburg: Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung* (Wolfsburg: 1991), S. 11 f.

5. Einbau eines CVT-Getriebes in einen Mittelklassewagen (Dieselmotor, Schwungnutzautomatik).¹⁴⁸

Die Forschungsvorhaben sind geplant in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern der regionalen Wirtschaft und anderen Hochschulen und Forschungsinstituten.

Gerade im Innenstadtbereich ist der sinnvolle Einsatz von Muskelkraft am naheliegendsten, es treten keine Emissionen auf und die Gesundheit wird dabei noch gefördert. Für den möglichst rationellen Umgang mit der menschlichen Arbeit sind für Muskelkraftfahrzeuge extremer Leichtbau, minimaler Rollwiderstand und hervorragende Aerodynamik erforderlich. Erfahrungen mit dieser Technologie sollen bei der Entwicklung des Hochgeschwindigkeitszweirades gewonnen werden und kommen den anderen Projekten zugute, weil mit der Minimierung der erforderlichen Antriebsleistung auch eine Verlustminimierung einhergehen muß.¹⁴⁹

Die zunehmende Tendenz, die Innenstädte nur noch für emissionsfreie oder -arme Fahrzeuge offenzuhalten, liegt diesen Forschungsvorhaben zugrunde. Zur Zeit gibt es neben Fahrrädern und einigen Elektrofahrzeugen noch keine Serienfahrzeuge, die die Voraussetzungen für ein optimales Innenstadtfahrzeug erfüllen. Ziel ist es, für den Bereich „Straßenfahrzeuge mit alternativen Antrieben“ anhand von zu erstellenden Prototypen die Auswirkungen folgender Technologien zu untersuchen:

- extremer Leichtbau,
- minimierter Rollwiderstand,
- optimale Aerodynamik,
- ergonomische Optimierung im Hinblick auf Muskelkrafteinsatz,
- gewichtsoptimierte Elektroantriebe, Regelungen, Batterietechnologie,
- Hybridantrieb Muskelkraft/Elektro,
- Energierückgewinnung beim Bremsen,
- Einsatz CAD/CAM mit Anbindung von Rechenverfahren (z.B. FEM) bei der Prototypentwicklung.¹⁵⁰

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

¹⁴⁸ H.-H. Meiners u. G. Rinne, Praxisnahe Forschung an niedersächsischen Fachhochschulen, Forschungsantrag an das MWK, Wolfsburg, 1992, S. 1. - CVT = Continuously Variable Transmission.

¹⁴⁹ Ebd., S. 3.

¹⁵⁰ Ebd., S. 4. - CAD = Computer Aided Design; CAM = ... Manufacturing; FEM = Finite Elemente Methode.

Bei den Elektromotoren ist vielleicht eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Elektrotechnik möglich. Außerdem ist generell eine Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen denkbar, wo zum Thema Verkehr gearbeitet wird.

Entsorgungslogistik

INSTITUT FÜR FAHRZEUGBAU WOLFSBURG

Die Entsorgungslogistik befaßt sich damit, bei der Produktion von Gütern anfallende Abfallstoffe vom Ort der Entstehung zu entfernen und möglichst einer umweltverträglichen Weiterverwertung zuzuführen. Steigende Entsorgungskosten, steigende Rohstoffpreise und sich ständig verschärfende Umweltauflagen erfordern einen zunehmend bewußteren Umgang mit Abfallstoffen. Um möglichst allen Anforderungen gerecht zu werden, werden umfassende Entsorgungskonzepte erarbeitet. Im hier zugrunde liegenden Beispiel wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein Späneentsorgungskonzept für ein Motorenwerk der Automobilindustrie erarbeitet.¹⁵¹

Produkte und Fertigungsverfahren haben sich im Bereich der Automobilindustrie in vergangener Zeit stark gewandelt. Die Fabrikstrukturen, und so auch das Entsorgungssystem, fanden dabei meist keine Berücksichtigung. Im Rahmen der Entwicklung eines Entsorgungskonzeptes für Metallspäne sollten folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- wirtschaftliche Aufbereitung und Verladung: Unfallgefahren, Wartungs- und Instandsetzungsaufwand und Verunreinigungen der Späne müssen dabei Beachtung finden.
- Berücksichtigung der zukünftigen Umweltauflagen: Entscheidend ist hierbei der Restfeuchtegehalt, speziell der Ölgehalt der Späne. Zur Zeit sind

¹⁵¹ Jörg Keune u. Andreas Timpe, *Späneentsorgungskonzept ...*, Wolfsburg, Diplomarbeit, 1992.

1 - 2 Gewichtsprozent erreichbar, der Grenzwert wird in Zukunft unter 1 Prozent absinken.¹⁵²

- Erfüllung verschärfter Abnahmebedingungen der weiterverarbeitenden Industrie.

Eine Rücksprache mit einigen Firmen hat folgende Abnahmemöglichkeiten ergeben:

- + nur Stahlspäne,
- + nur Gußspäne,
- + ein definiertes, gleichbleibendes Gemisch von Stahl- und Gußspänen. Der Restfeuchtegehalt wird jeweils unter zwei Prozent gefordert.¹⁵³

Weiter wurde der sinnvolle Einsatz der unterschiedlichen Fördersysteme für die Späne untersucht und das Problem des derzeit nicht gleichbleibenden Gemisches von Stahl- und Gußspäne. Für die Aufnahme des Ist-Zustandes wurde ein Spänekataster erstellt. In einem mehrstufigen Entsorgungskonzept sollen Trennung, Verladung und optimierter Spänefluß Berücksichtigung finden. Das Ganze hat eine relativ kurze Amortisationszeit.

Im Rahmen weiterer Arbeiten ist in Zusammenarbeit mit einem anderen Automobilkonzern der Ersatz von Einwegverpackungen für Fahrzeugteile durch Mehrwegverpackungen geplant.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Naheliegender ist hier die zukünftige Zusammenarbeit mit dem *Institut für Recycling*, welches sich ebenfalls in Wolfsburg z.Z. im Aufbau befindet.

Lärm und Schalldämpfung

Derzeit arbeitet Professor Hauser an mehreren Projekten, die alle das Problem der Lärmentstehung und -reduzierung gemeinsam haben. Im Mittelpunkt der

¹⁵² Grund für diese niedrigen Grenzwerte ist das beim Einschmelzen der Späne verbrennende Öl, aus dem dann krebserregende Crack-Produkte entstehen können. Das Austreten der Abgase muß entweder durch aufwendige Filtertechniken vermieden werden, oder besser es treten diese Abgase erst gar nicht auf (vgl. Keune u. Timpe, S. 5).

¹⁵³ Keune u. Timpe, S. 4 ff.

Arbeiten steht das Automobil, von welchem gerade in Städten und Dörfern eine große Lärmbelästigung ausgeht; die Ergebnisse sind aber durchaus auch auf andere Lärmquellen übertragbar.

Die Projekte befassen sich mit der Entwicklung von neuen Meß- und auch Erprobungsverfahren. Die praktische Umsetzung von entwickelten Verfahren gehört ebenfalls dazu. Derzeitig laufende bzw. geplante Projekte sind:

- a) Optimierung einer Simulationsanlage für die Nachbildung des akustischen Abgasverhaltens von Verbrennungsmotoren beliebiger Größe zur energiearmen, abgasfreien (Luft) Erprobung von Schalldämpfern.
- b) Lärm- und Schwingungsmessungen zur Lärmquellendiagnose und Reduzierung des Motorgeräusches.
- c) Entwicklung von neuen Meßverfahren zur Diagnose von Motorgeräuschen und Schwingungen.
- d) Entwicklung eines Meßverfahrens zur Messung der Ventilbewegung im laufenden Motor.
- e) Entwicklung eines berührungslosen Meßverfahrens zur Untersuchung von Riemendehnungen am laufenden Motor.
- f) Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Lästigkeit von Verbrennungsmotorgeräuschen.
- g) Nachbildung der Oberflächenschwingung des Motorblocks mit dem Ziel, ein Beschichtungsmaterial zu entwickeln, das gezielt bestimmte Frequenzbereiche an der Abstrahlung behindert.¹⁵⁴

Im einzelnen geht es in den vorgenannten Arbeiten um folgende Inhalte:

a) Die entsprechende Versuchsanlage besteht schon seit längerem und unterliegt derzeit einer ständigen Optimierung. „Dieses Verfahren wird bei Raumtemperatur angewendet, so daß keine aufwendigen Schweißkonstruktionen von Schalldämpfern erforderlich sind. Durch Beobachtung der Dämpfungswirkung einer Schalldämpferanlage auf dem Bildschirm kann für jede Drehzahl des simulierten Motors durch Verschieben von Kammern und Rohren eine optimale Lärmreduzierung erzeugt werden. Die

¹⁵⁴ Antw. Prof. Hauser, u. Gespräch mit Prof. Hauser.

Einrichtung kann ebenso zur Optimierung von Ansaugschalldämpfern benutzt werden.¹⁵⁵

Bei diesem Verfahren werden wichtige Versuchswerte im Labor aufgenommen und mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren auf Raumtemperatur umgerechnet. Diese Werte werden dann gespeichert und stehen damit zur Verfügung.¹⁵⁶

b) Ein Verbrennungsmotor ist „in einem »schalltoten« Versuchsraum“ installiert, der Motor kann „im Zug- und Schleppbetrieb gefahren werden. Mit 5 Mikrofonen und 10 Beschleunigungssensoren, plaziert an den Kurbelwellenlagern und an ausgewählten Stellen des Motorkörpers, werden zeitsynchrone Beobachtungen in Relation zur Kurbelwellenstellung durchgeführt und im Sinne einer Lärmquellendiagnose ausgewertet“.¹⁵⁷

c) „Es wird ein Diagnoseverfahren entwickelt, daß es ermöglicht, in Anwesenheit z.B. des Verbrennungsgeräusches das kurz vorher stattfindende Schließgeräusch der Ventile ... oder das Kolbenseitenschlaggeräusch“ zu analysieren. „Hierbei wird ein kleines »Kurbelwinkelfenster« in Schritten von 0,1° bei laufendem Motor verschoben und Analysen angefertigt.“¹⁵⁸

d) „Das Meßsystem wird gegenwärtig in Ein- und Auslaßventile eines ... Motors eingebaut. Es werden neue Erkenntnisse am realen Motor erwartet, die das bisherige Wissen, gewonnen an Ventilkopfattrappen, vertieft. Der Einfluß der Gaswechselkräfte auf das Ventilflattern und Ventilspringen konnte bisher noch nicht untersucht werden. Dieser Einfluß hat Auswirkungen auf das Schließgeräusch und die maximale Motordrehzahl.“¹⁵⁹

e) „Die Zahnriemenspannung, insbesondere bei Dieselmotoren, hat u.a. großen Einfluß auf die Lärmemission, ein unangenehm pfeifendes Geräusch. Dieses Meßverfahren soll die lastabhängige Spannung des Riemens unter realen

¹⁵⁵ Antw. Prof. Hauser.

¹⁵⁶ Vgl. Günther Hauser, „Optimierungsverfahren für Abgasschalldämpfer“ in: Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, *Hannover Messe: Industrie 91*, Wolfenbüttel, 1991, S. 5 ff.

¹⁵⁷ Antw. Prof. Hauser (Hervorhebung im Original).

¹⁵⁸ Ebd. (Hervorhebung im Original).

¹⁵⁹ Ebd.

Bedingungen ermitteln, um Parameter für die Auslegung eines lastabhängigen Riemenspanners zu liefern.“¹⁶⁰

f) An dieser Arbeit wird z.Z. nicht gearbeitet, die Idee geht auf ein Forschungsvorhaben an der Universität Hannover zurück, an dem Prof. Hauser beteiligt war. Es konnte damals nicht verwirklicht werden. Bei diesem Vorhaben handelt es sich um ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben zur „Untersuchung der Einflüsse unterschiedlich zusammengesetzter realer und simulierter Motorgeräusche auf die subjektive Beurteilung“.

Notwendig sind für diese Untersuchungen Hörvergleiche realer und simulierter Motorgeräusche. Durch Variation von Betriebsparametern und Variation von synthetischen Geräuschanteilen des simulierten Geräusches sollen diejenigen Geräuschanteile eines Verbrennungsmotors ermittelt werden, die wesentlich für die Lärmbelastung sind. Mit diesen Versuchen können diejenigen Motorbauarten und Betriebsparameter herausgearbeitet werden, die die geringste Lärmbelastung aufweisen. Es gibt nach wie vor einige ungeklärte Fragen im Zusammenhang mit der Lästigkeit von Motorgeräuschen.¹⁶¹

g) Auch an diesem Projekt wird z.Z., außer in Laborversuchen im Rahmen der Lehre, nicht gearbeitet. Eine Versuchseinrichtung ist vorhanden, es handelt sich dabei um ein schallgedämmtes Holzgehäuse, welches oberseitig mit einem Stahlblech schalldicht abgeschlossen ist. Unter der Blechplatte sind in einem Raster elektromagnetisch betriebene Hämmer installiert, die rechnergesteuert die Platte nach einem programmierten Muster zu Körperschallschwingungen anregen. Die schwingende Oberfläche strahlt Schall ab, der als lineare Wechseldruckgröße auf einem DAT-Recorder aufgenommen werden soll.¹⁶²

Mit Hilfe dieser oder einer technisch überarbeiteten Anlage kann unterschiedliches Beschichtungsmaterial untersucht werden.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

In einigen Bereichen bietet sich ggf. eine Zusammenarbeit mit Professor Steinmeier an, der im Fachbereich Elektrotechnik an der Lautheitsmessung arbeitet

¹⁶⁰ Ebd.

¹⁶¹ Vgl. K. Groth, Untersuchungen der Einflüsse unterschiedlich zusammengesetzter realer und simulierter Motorgeräusche auf die subjektive Beurteilung, Forschungsantrag, Hannover, 1976.

¹⁶² Vgl. Günther Hauser, Schallabstrahlung einer Blechoberfläche, Laborunterlagen, Wolfenbüttel, 1991.

(s. Abschn. II.2.1). Für das unter f) genannte Forschungsvorhaben ist ggf. eine Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftlern, Psychologen und Medizinern notwendig. Diese können, zumindest zum Teil, im Fachbereich Sozialwesen gesucht werden. Eine Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen scheint aber geboten.

Das unter a) aufgeführte Verfahren kann bei Bedarf z.B. auch zur Reduzierung von tieffrequenten Schwingungen in Klimaanlage oder von Resonanzschwingungen in Schornsteinen, angeregt von Turbulenzen heißer Brenngase, angewendet werden.¹⁶³ Hier ist also auch eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Versorgungstechnik denkbar.

Ein weiterer Bereich mit großen Aktivitäten im Fachbereich Maschinenbau ist auch die Schienenfahrzeugtechnologie.

Die folgenden zwei Beispiele sind unter der Prämisse „Erhöhung der Attraktivität und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit“ zu sehen; dies um eine akzeptable Alternative zum Straßenverkehr zu finden. Zum einen werden Probleme bearbeitet, die auftreten, um Stadtbahnen ‘niederflurig’ zu bauen, und zum anderen wurde die Eignung von Güterwaggons für den Stückguttransport verbessert.

Gelenkverbindungen bei niederflurigen Stadtbahnen

Die hier folgenden Konzepte wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie gefertigt. Sie entstanden im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten.

Um die Fahrzeuge des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) für die Kunden (Fahrgäste) bequemer zu gestalten, geht der Trend zu sogenannten Niederflurwagen, dies sind Fahrzeuge mit niedriger Einstiegshöhe. In der Fachliteratur wird die Niederflur-Straßenbahn wie folgt definiert:

„Unter einem echten Niederflur-Straßenbahnfahrzeug wird ein Transportmittel verstanden, das eine Fußbodenhöhe von 280 - 350 mm hat und den Fahrgästen mindestens zwei Zugänge zur Verfügung stellt,

¹⁶³ Vgl. Hauser, “Optimierungsverfahren”, S. 13.

wobei im Prinzip direkt - also ohne Zwischenstufe - von der Straßen fahrbahn oder Verkehrsinsel ein- und ausgestiegen werden kann.“¹⁶⁴

Gegenüber herkömmlichen Straßenbahnwagen ist die Fußbodenhöhe also deutlich verringert (der Trendwert liegt eindeutig bei 300 mm Fußbodenhöhe)¹⁶⁵; diese beträgt bei den herkömmlichen Wagen - gemessen von der Schienenoberkante - in der Regel etwa 900 mm. Folge der deutlich niedrigeren Bauweise ist, daß einige Komponenten nur bedingt weiterverwendet werden können. Es wurden neue Elektromotoren, Achsgetriebe und Gelenke entwickelt, wobei allerdings die unterschiedlichsten Lösungen entstanden. In einer Studienarbeit wurde der Stand der Technik im Bereich von Kopplungen und Abstützungen der Wagenkästen bei niederflurigen Straßenbahnwagen recherchiert.¹⁶⁶

Die Entwicklung von Niederflurfahrzeugen hat mit der Verringerung der Raddurchmesser begonnen. Diese kleineren Räder verringern den Abstand zwischen Schienenoberkante und Radsatzwelle, wobei bei einem Raddurchmesser von ungefähr 400 mm eine Fußbodenhöhe von 350 mm erreichbar ist. Die hier vorhandenen Lösungsansätze arbeiten entweder nur mit Kleinrädern oder mit einer Mischung aus Normalrädern und Kleinrädern.

Insgesamt wurden in den bald zehn Jahren des Einsatzes von Kleinradtechnik überwiegend positive Erfahrungen gemacht. Einige Schwachstellen der kleinen Räder sind jedoch aufzuzeigen. So neigen diese z.B. in Kreuzungen mehr zum Entgleisen als Normalräder. Weiterhin wurden folgende Probleme der Kleinradtechnik herausgearbeitet:

- erhöhte Flächenpressung für Radreifen und Schiene am Radaufstandspunkt,
- erhöhter Verschleiß auf der Lauffläche durch stärkere Flächenpressung,

¹⁶⁴ Hondius, *Der Stadtverkehr* Nr. 2 (1989), zitiert nach: Karsten Jacob u. Ulrich Meyer, *Bestandsaufnahme und Bewertung der Gelenkverbindungen und Abstützungen bei niederflurigen Straßenbahnen*, Wolfenbüttel, Studienarbeit, 1992, S. 8. - Die bessere Zugänglichkeit der Wagen kommt besonders Gehbehinderten, Rollstuhlfahrern, älteren Menschen, Eltern mit Kinderwagen und Fahrgästen mit Gepäck zugute. Die Entwicklung ist mittlerweile soweit vorangeschritten, daß praktisch kein Straßenbahnwagen mehr verkauft werden kann, der nicht wenigstens zum Teil niederflurig ist (vgl. ebd.).

¹⁶⁵ Jacob u. Meyer, S. 65.

¹⁶⁶ Jacob u. Meyer.

- erhöhter Verschleiß im Durchmesser durch die Tatsache, daß sich das Rad öfter dreht als ein 'normales' Rad (geringeres Verschleißvolumen),
- erhöhte Reibleistung in den Radlagern.¹⁶⁷

Im Zuge der Weiterentwicklung der Technologie wurden, um die o.g. Rad-satzwellen ganz zu vermeiden, Laufdrehgestelle mit achslosen Losrädern entwickelt. Zwar wird dieser Technik nicht ausnahmslos zugestimmt, der Trend geht jedoch mehr und mehr in diese Richtung.

Weiteres Objekt der Betrachtungen waren die Gelenkverbindungen, die die einzelnen Wagenkästen des Schienenfahrzeuges verbinden. Bei den Gelenkverbindungen gibt es auch unterschiedliche Lösungsansätze. Zum einen 'freie' Gelenkverbindungen, wo die Laufdrehgestelle unter den Wagenkästen und nicht unter den Gelenkverbindungen angeordnet sind, und es gibt die Möglichkeit, die Laufdrehgestelle unter den Gelenkverbindungen anzuordnen. Die letzt genannte Möglichkeit war zunächst Gegenstand einer Untersuchung. Es wurde untersucht, ob sich bei Niederflurstraßenbahnwagen das Wagengelenk über einem Drehgestell anordnen läßt. In zwei Diplomarbeiten wurde dann ein Gesamtkonzept für den „Entwurf einer niederflurigen Gelenkverbindung mit zentrischer Laufdrehgestell-Anlenkung ...“ in Verbindung mit dem „Entwurf eines niederflurigen Laufdrehgestells zur zentrischen Anlenkung an moderne Stadtbahnwagen“ entwickelt.¹⁶⁸

Es wurde eine Gelenkverbindung entworfen und konstruiert, die den Anforderungen, möglichst leicht, konstruktiv einfach, kostengünstig, weitgehend wartungsfrei und modulfähig zu sein, entsprechen sollte; dies ist auch weitgehend gelungen.¹⁶⁹ Passend zu dieser Gelenkverbindung wurde ein Losraddrehgestell entworfen und konstruiert, welches ebenfalls modulfähig sein sollte. Die Modulfähigkeit wird durch eine zentrische Anlenkung des Drehgestells erreicht; das Fahrzeug kann somit nachträglich einfach verlängert werden (Baukastenprinzip).

Im Rahmen der zugrunde liegenden Arbeiten wurden folgende Tendenzen herausgearbeitet:

- allgemeine Akzeptanz von Losrädern,

¹⁶⁷ Ebd., S. 19.

¹⁶⁸ Ulrich Meyer, ... *für moderne Stadtbahnwagen*, Wolfenbüttel, 1992; u. Karsten Jacob, Wolfenbüttel, 1992.

¹⁶⁹ Vgl. Meyer, S. 78.

- Verwendung von Einzelrädern oder Einachs-Lösungen mit Losrädern,
- Verwendung von Einachsdrehgestellen, wodurch sich eine Gewichtseinsparung erzielen läßt.¹⁷⁰

Bei weiteren Entwicklungen sind die nachstehenden Punkte zu berücksichtigen:

- leichte und somit billige Konstruktion,
- schnelles Anfahren, sanftes Bremsen mit weniger Stromverbrauch,
- von allen Fahrgästen sollen die Fahrzeuge als benutzerfreundlich befunden werden,
- Standardisierung und Normung von seiten der Hersteller, um die Herstellungskosten zu senken.¹⁷¹

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeiten:

Auch und gerade in den Innenstädten erfordert die Verkehrsproblematik (wie die meisten gegenwärtigen Umweltprobleme) umfassende Lösungsansätze. Das heißt es müssen Verkehrskonzepte erarbeitet werden, in denen möglichst viele relevante Faktoren Berücksichtigung finden. Hier sind also Arbeiten mit interdisziplinärem Charakter notwendig. Arbeitsgruppen bestehend aus Verkehrsexperten, Logistikern, Sozialwissenschaftlern und Technikern müssen gebildet werden, um kommunale Verkehrskonzepte zu erarbeiten, die die Verkehrsteilnehmer dazu bewegen, auf die öffentlichen Verkehrsmittel umzusteigen (mehr dazu in Abschn. III.4.2).

Güterwagen im Stückgutverkehr

Für die Konkurrenzfähigkeit im gegenwärtigen Verkehrssystem sind im Bereich des Gütertransportes im Schienensektor einige Verbesserungen notwendig, um eine Verlagerung des Gütertransportes von der Straße auf die Schiene zu erreichen. Im Bereich des Stückguttransportes ist eine Vereinfachung der Be- und Endladevorgänge erforderlich. Wenn die Waggons auf der vollen Länge von der Seite her beladen werden können, wird der Ladevorgang merklich verkürzt und somit auch die gesamte Transportzeit verkürzt. Viele Waren bedürfen des Wet-

¹⁷⁰ Jacob u. Meyer, S. 66 f.

¹⁷¹ Ebd.

terschutzes, deshalb müssen die Waggons geschlossen sein. Das hat zur Folge, daß etwa ein Drittel der Seitenwand beim Be- und Entladen mindestens geschlossen bleiben muß (Schiebewände). Wenn für den Wetterschutz Planen aus Kunststoffgewebe - wie bei Lastkraftwagen auf der Straße schon seit langem üblich - Verwendung finden können, wäre die Möglichkeit geschaffen, die Seitenwände ganz zu öffnen.

Bei der Eisenbahn kommen jedoch erhöhte Anforderungen an die Stabilität hinzu, da bei Tunnelfahrten und Zugbegegnungen mit hohen Geschwindigkeiten große Kräfte auf die Waggonaußenseiten wirken. Die relativ geringe Versteifung wie bei Lkw-Planen ist hier also nicht ausreichend. Auch darf ein Verrutschen der Ladung nicht zu Gefährdungen führen.

Die hier zugrunde liegende „Konstruktionsstudie über Dach- und Seitenwandabdeckung bei Güterwagen im Stückgutverkehr“¹⁷² greift an diese Schnittstelle zwischen Transport und Orten der Produktion bzw. Verwendung von Gütern. Es wurde ein Güterwaggonaufbau entworfen und konstruiert, der den geforderten großen Öffnungsgrad ermöglicht. Eine Rollplanenkonstruktion, die sich automatisch (ggf. auch manuell) öffnen und schließen läßt, ist hier entwickelt worden. Bewegliche Spriegel sorgen für die notwendige Versteifung der Seitenwände, und die Wetterempfindlichkeit der relativ aufwendigen Bewegungsmechanik für die Seitenwände fand ebenfalls Berücksichtigung.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Hier ist prinzipiell die gleiche Konzeption anwendbar, wie bei dem vorhergehenden Beispiel. Fragen der Logistik spielen hier außerdem eine Rolle.

FuE-Tätigkeiten von Lehrbeauftragten

Elektro- u. Hybridantrieb

Entwicklung von Fahrzeugen mit Elektro- und Hybridantrieb, dies soll auf der Basis alternativer Energien geschehen.

¹⁷² Rüdiger Rudolph, ..., Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1992.

»Fuel Economy«-Motoren

Entwicklung von Fahrzeugmotoren neuer Generation mit reduziertem Verbrauch und reduzierten Emissionen. Dies geschieht durch eine Verbesserung der Gemischbildung, der Ladungsbewegung und der Verbrennung.

Gasturbinen₂ - Stirling-Motoren₂ - Zwei-Takt Schichtlademotoren₁

Alle Arbeiten dienen der Minderung lokaler und globaler Emissionen.

- 1) eigene Patente des Lehrbeauftragten vorhanden
- 2) Funktionsmustererstellung.

Gentechnik

(s. Abschn. II.2.1, Fb. Elektrotechnik)

Ingenieur-Philosophie

Abfassung eines Skripts zur Ingenieur-Ethik mit der Ergänzung der klassischen Prinzipien durch den von Dr. Drescher sogenannten Anspruchssatz und seiner Begründung. Der Anspruchssatz lautet: „Jeder hat selbst Anspruch auf die Moral, die er in seinen Handlungen, zu tun und/oder zu unterlassen, vorgibt (Leben zu fördern und/oder zu (zer)stören).“¹⁷³

Laufzielbremsung in Rangierbahnhöfen

Energieeinsparung durch optimierten Oberbau der Gleise und durch Laufzielbremsung statt Förderanlagen.

Quality Engineering

Methodengestütztes Quality Engineering, das der Vermeidung von Fehlern und somit der Ressourcenschonung dient.

¹⁷³ Antw. Dr. Drescher (Hervorhebungen im Original).

Tabelle 7: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Fachbereich Maschinenbau.

| Thema | ökolog. Bezug |
|---|---|
| Alternative Antriebe für Straßenfahrzeuge | Ressourcenschonung, Energieeinsparung, Schadstoffemissionen |
| Entsorgungslogistik | Reststoffrecycling, Abfallvermeidung |
| Lärm und Schalldämpfung | Lärmschutz; mehrere Arbeiten vornehmlich am Kfz, sind übertragbar |
| Gelenkverbindungen bei niederflurigen Stadtbahnen | Öffentliche Verkehrsmittel; Attraktivierung, Verkehr allg. |
| Güterwagen im Stückgutverkehr | Verkehrsverlagerung Straße - Schiene |
| Lehrbeauftragte | |
| Elektro- u. Hybridantrieb | Ressourcenschonung, Energieeinsparung, Schadstoffemissionen |
| »Fuel Economy«-Motoren | reduzierter Brennstoffverbrauch, reduzierte Emissionen |
| Gasturbinen, Stirling-Motoren, Zwei-Takt-Schichtlademotor | Ressourcenschonung, Energieeinsparung, Schadstoffemissionen |
| Gentechnik | ethisch-moralische Fragen; s. auch Fb. Elektrotechnik |
| Ingenieur-Philosophie | philosophische Fragen, Ethik u. Moral im Ingenieurberuf |
| Laufzielbremsung in Rangierbahnhöfen | Energieeinsparung |
| Quality Engineering | Ressourcenschonung |

2.4 Fachbereich Sozialwesen

Im Fachbereich Sozialwesen liegen die Schwerpunkte in Bereichen, die nicht minder zu ökologischen Betrachtungen gehören. Hier steht nicht der Umgang des Menschen mit Welt und Natur im Mittelpunkt, sondern hier ist es der Umgang mit sich selbst und mit den Mitmenschen - wenn auch ersteres ebenfalls eine Rolle spielt.

Forschung an Fachhochschulen

Dieses Projekt beschäftigt sich am Rande mit ökologischen Fragestellungen. Es hat hier Aufnahme gefunden, da es zukünftig wichtige Informationen vermitteln kann. Das Projekt ist eine empirische Erhebung zu den Forschungstätigkeiten an Fachbereichen Sozialwesen der norddeutschen Fachhochschulen. Der ökologische Bezug ist dadurch gegeben, daß u.a. auch dokumentiert wird, welche der o.g. Fachbereiche sich mit ökologischen Fragestellungen beschäftigen.¹⁷⁴

Gesundheitsförderung

Zwischen der Umweltzerstörung und dem menschlichen Selbstbewußtsein gibt es direkte Zusammenhänge (vgl. Kap. I.). Die *Arbeitsstelle Gesundheitsförderung* umfaßt mehrere Teilprojekte, von denen zwei ökologische Fragestellungen beinhalten.

Das Projekt „Bewegung, Sport, Gesundheit“ besteht seit August 1991 am Fachbereich Sozialwesen. Das Projekt steht in Zusammenarbeit mit dem Gesunde-Städte-Projekt „Westliches Ringgebiet“ in Braunschweig und arbeitet auch mit anderen lokalen und regionalen Institutionen der Gesundheitsförderung zusammen. Zu den Arbeiten gehören Bewegung und Sport mit Senioren genauso wie die Kooperation mit Sportvereinen. Ein wichtiges Tätigkeitsfeld im Rahmen kommunaler Gesundheitsförderung ist auch die „Gesundheitsförderung im Betrieb“, hier wird gesundheitliche Prävention in Zusammenarbeit mit den Betrieben am Arbeitsplatz unterstützt.

¹⁷⁴ Vgl. Antw. Dr. Andreas Böttger, Fb. Sozialwesen.

Die „Kommunale Gesundheitsförderung als Versuch der Entwicklung von mehr Lebensqualität steht im Problem der Definition von Lebensqualität und im Schußfeld der politischen Brisanz bei der Umsetzung (z.B. verkehrsgerechte Stadt, Verringerung von Abgasen etc.)“.¹⁷⁵

Das andere Projekt ist die Durchführung einer „Spielraumanalyse“ in Braunschweig. Dabei werden Fragen der quantitativen und qualitativen Spielflächengestaltung in städtischen Ballungsgebieten behandelt, welche zunehmend auch unter Gesichtspunkten einer ökologischen Vernetzung und des Umweltschutzes entwickelt werden.

„Für die Zukunft ist eine zunehmende Sensibilisierung und damit eine weitere Öffnung für Fragen der Ökologie und des Umweltschutzes in den Bereichen Sportpädagogik und Gesundheitsförderung zu erwarten.“¹⁷⁶

Genomanalyse

An der Gentechnik wird deutlich, wie sehr Umweltzerstörung und menschliches Selbst-Bewußt-Sein zusammenhängen. Das Forschungsprojekt „Soziale und ethische Konsequenzen der Genomanalyse“ läuft im Rahmen des Assistentenprogramms für besonders qualifizierte FachhochschulabsolventInnen des niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur.

Die Genomanalyse beschäftigt sich mit der Erforschung und Entschlüsselung der (menschlichen) Gene. Die vollständige Kartierung und Sequenzierung des Genoms des Menschen in seinem codierten Bereich dürfte um die Jahrtausendwende erfolgt sein.¹⁷⁷ „Welche Brisanz sich hinter der Erforschung des menschlichen Genoms verbirgt, nämlich die Transparenz des Menschen bis in seine Erbanlagen hinein, wird u.a. auch dadurch ersichtlich, daß es jetzt gesetzlicher Regelungen zum Einsatz der Genomanalyse bedarf.“¹⁷⁸

¹⁷⁵ Antw. Dipl.-Päd. Baumgärtel.

¹⁷⁶ Antw. Prof. Prenner.

¹⁷⁷ Vgl. Bernd Klees, *Der Griff in die Erbanlagen: Verdrängte Probleme der Genom-Analyse* (Braunschweig: Steinweg, 1990), S. 8.

¹⁷⁸ Bernd Klees, Öffentlich-rechtliche Institutionen in Fachhochschulen, Beschlußvorlage für den Senat der Fhs., Braunschweig, 1992, S. 10.

Allerdings sind wesentliche Fragestellungen in den Veröffentlichungen der entsprechenden Arbeitskreise und Kommissionen des BMFT und des Deutschen Bundestages vernachlässigt worden. Somit können sie in künftigen gesetzlichen Regelungen auch keine Berücksichtigung finden. Aspekte dieser Art darzustellen, zu analysieren und die tieferliegenden, zum Teil verborgenen Ursachen und Auswirkungen sichtbar zu machen, ist Zielsetzung des Forschungsprojektes. Auf der einen Seite sind konkrete Fragestellungen bezüglich der gesellschaftlichen Bereiche: Gesundheitswesen, Arbeitswelt, Versicherungen, Justiz und Sozialbereich aufzuwerfen und ansatzweise zu beantworten, auf der anderen Seite sind die tieferliegenden Gründe für eine derartige Entwicklung zu erörtern.¹⁷⁹

Kommunikationsstrukturen und Einstellungsänderungen

Dieses Projekt hat „nur indirekten“ Bezug zur Ökologie, dies z.B. durch „Kommunikationsformen zur Änderung der Ökologieeinstellung“. Wichtig ist dies auch, weil die Art der Kommunikation ein Teil des Umgangs der Menschen miteinander ist und weil manche Probleme oft nur existieren, da es an einer eingehenden Kommunikation zwischen den beteiligten bzw. betroffenen Bereichen mangelt. Im Bereich des Umweltschutzes hängt einiges auch von der Einstellung und der Bereitschaft, Verhalten zu ändern, ab. Deshalb ist es wichtig, zu bedenken, wie und mit welchen Mitteln der jeweilige Adressat am besten erreicht wird und somit zur Verhaltensänderung auch am besten zu bewegen ist.¹⁸⁰

Jugendarbeit

In den Projekten der Jugendarbeit ist ein Bezug zu ökologischen Fragen durch eine „Sensibilisierung für Umweltprobleme“ gegeben. Von Bedeutung ist dies, da eine frühe Sensibilisierung für die Probleme der ökologischen Krise, am meisten verspricht auch ein (verändertes) ökologischeres Verhalten zur Folge zu haben. Das Thema Ökologie ist in anderen Veranstaltungen integriert

¹⁷⁹ Vgl. Klees, Beschlußvorlage Senat, S. 10.

¹⁸⁰ Antw. Prof. Kinkel; u. Telefongespräch mit Prof. Kinkel.

(Stichwort *Erlebnispädagogik*). Erreicht werden soll ein verändertes bzw. verstärktes Naturbewußtsein.¹⁸¹

Juristische Professionalität in Arbeitssituationen der Verwaltung

In dieser Arbeit geht es z.T. um die „»situativen« Bedingungen verwaltungsorganisatorischer Umsetzung von Umweltschutzvorgaben“. Weiterhin geht es auch um die „Entdogmatisierung“ des Rechts im Umweltschutzbereich.

Es handelt sich dabei allerdings „um eine verwaltungswissenschaftliche und rechtssoziologische Analyse, bei der die Umweltproblematik nur als Anschauungsgegenstand einer ansonsten qualifikations- und professionsanalytischen Ausrichtung des Themas fungiert“.¹⁸²

Zentrum für Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung

Ein solches fachbereichsübergreifendes Zentrum hält Prof. Klees für „dringend erforderlich“. Gerade in dem Bereich der Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung „hat sich bereits in der Vergangenheit ein interdisziplinäres wissenschaftliches Arbeiten und Forschen als unabdingbar herausgestellt“. Davon zeugt beispielsweise „das vermehrte Interesse der Industrie an Geistes- und Sozialwissenschaftlern bei Vorhaben zur Technikfolgenabschätzung“ oder auch entsprechende interdisziplinäre Arbeiten im Hochschulbereich.

Um an einer in verschiedene Standorte aufgeteilten Institution wie der Fachhochschule Braunschweig-Wolfenbüttel Interdisziplinarität herzustellen, bedarf es allerdings „einer zusätzlichen organisatorischen Einheit, die verschiedene Fachbereiche in gleicher Weise einbezieht bzw. zentral versorgt“.

Das o.g. Zentrum ist als eine solche Organisationseinheit gedacht. Zusätzlich besitzt es die „Möglichkeit zur Kooperation und Inanspruchnahme von Drittmitteln ..., welche sich wegen der gesellschaftlichen Brisanz der Themen Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung z.B. in der Praxis der Forschung bereits als unverzichtbar herausgestellt haben und weiter zunehmen werden“.¹⁸³

¹⁸¹ Antw. Professor Dipl.-Soz. Hans-Jürgen Nicolai, Fachbereich Sozialwesen; u. Telefongespräch mit Prof. Nicolai.

¹⁸² Antw. Prof. Luthe.

¹⁸³ Klees, Beschlußvorlage Senat, S. 8 (gesamter Abschnitt).

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Hier ist eine Zusammenarbeit mit sämtlichen Fachbereichen naheliegend (weiteres s. Abschn. III.4.2).

FuE-Tätigkeiten von Lehrbeauftragten

Beratung, Therapie, Supervision

Ökologische Ansätze und Psychohygiene, Vermeidung oder Erkennen von Scheinlösungen in Psychologie und Ökologie.

Geschichte der Philosophie

Auseinandersetzung mit dem Physis-Begriff der Antike insbesondere dem des Aristoteles und Konfrontation dieser Bestimmung mit heute modernen ökologischen Forderungen und Vorstellungen.

Tabelle 8: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Fachbereich Sozialwesen.

| Thema | ökolog. Bezug |
|---|---|
| Forschung an Fachhochschulen | am Rande; ökolog. Fragestellungen in Fachbereichen Sozialwesen in Nds. |
| Gesundheitsförderung | gesund leben; gesunde Umwelt |
| Genomanalyse | Eingriff in die Natur; juristische u. soziale Fragen |
| Kommunikationsstrukturen und Einstellungsänderungen | indirekter Bezug; Änderung der Ökologieeinstellung |
| Jugendarbeit | Sensibilisierung |
| Juristische Professionalität in Arbeitssituationen der Verwaltung | verwaltungsrechtliche Fragen; ökologisches allerdings nur als Anschauungsgegenstand |
| Zentrum für Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung | Folgen der Technik; fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit |
| Lehrbeauftragte | |
| Beratung, Therapie, Supervision | Ökologie und Psychologie |
| Geschichte der Philosophie | historisches u. modernes Verständnis von Physis u. Ökologie |

2.5 Fachbereich Transport- und Verkehrswesen

Wie es im Abschnitt Lehre schon gesagt wurde, befindet sich dieser Fachbereich erst in der Gründungsphase. Deshalb findet dort noch kein Lehr- und Forschungsbetrieb statt. In Zukunft ist im Bereich umweltverträglicher Verkehrsplanung ein wichtiger und interessanter Aufgabenbereich zu sehen. Hier ist dann eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Technikern, Wirtschaftswissenschaftlern und Sozialwissenschaftlern notwendig.

2.6 Fachbereich Versorgungstechnik

Der Fachbereich Versorgungstechnik ist, wie schon im Bereich *Lehre* erläutert, auch im Bereich von *Forschung und Entwicklung* am stärksten vertreten. Anfang 1991 wurde in diesem Fachbereich von der Niedersächsischen Ministerin für Wissenschaft und Kultur der *Forschungsschwerpunkt »Ver- und Entsorgungstechnik«* eingerichtet. Die Arbeiten dieses Forschungsschwerpunktes werden nachfolgend ebenso aufgelistet wie eine Vielzahl anderer Tätigkeiten im Bereich Ökologie und Umweltschutz. So sind in den vergangenen zehn Jahren Diplomarbeiten zu den Themen mit folgender Fragestellung erarbeitet worden:

- | | |
|---|---|
| - Abfalltechnik | - Krankenhausabfälle |
| - Abluft- und Abgasreinigung | - Lärmschutz |
| - Abwasserbehandlung | - Luftschadstoffe (innen und außen) |
| - Altlasten | - Meß-, Steuerungs- und Regelungs- technik |
| - Biogaseinsatz | - Strahlenschutz |
| - Blockheizkraftwerke und Kraft- wärmekopplung | - Solare Warmwasserbereitung |
| - Bodenschutz und -sanierung | - Wärmedämmung |
| - Brennwerttechnik | - Wärmepumpen |
| - Energieeinsparung und -kosten | - Wärmerückgewinnung |
| - Energiespeicherung | - Wasserstofftechnik |
| - Fernwärme | - Wasseruntersuchungen |
| - Gastechnik | - Wassertechnik |
| - Hygiene (z.B. Luftkeime) | - Windkraftnutzung |

Forschungsschwerpunkt »Ver- und Entsorgungstechnik«

Der *Forschungsschwerpunkt »Ver- und Entsorgungstechnik«* ist mit seiner Planung für die nächsten zehn Jahre angelegt, um innerhalb dieser Zeit vielfältige Fragestellungen zu bearbeiten. Die Verringerung oder Vermeidung von Schadstoffen in Gas, Luft und Wasser als auch von festen Reststoffen oder Abfällen erfordern die Entwicklung der zugehörigen Technologien in der Versorgungstechnik. So ist bei einer Wärmeerzeugungsanlage mit Feuerung der Energieein-

satz zu optimieren, und die Emissionen sind zu minimieren. Folgende Fragestellungen sollen im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes behandelt werden:

1. Reduzierung des Primärenergie- bzw. Brennstoffeinsatzes
2. Energiemanagementsysteme zur Analyse, Überwachung und Reduzierung des Energieverbrauchs
3. Konzeption neuer Heiz- und Brauchwassersysteme zur anlagentechnischen Anpassung an nicht konventionelle Energiequellen
4. Verbrennung von Wasserstoff in Feuerungen bis ca. 100 kW Feuerungswärmeleistung
5. Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffauswurfes aus Feuerungen durch optimierte Regelungsstrategien
6. Abgasrückführung bei atmosphärischen Feuerstätten
7. Abluftführung bei schadstoffbelasteten Arbeitsplätzen in Labor und Produktion
8. Schadstoffumsetzung und Restschadstoffkonzentrationen bei Abgasreinigung durch katalytische und thermische Oxidation
9. Qualitätskriterien für die analytische Bestimmung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen in Abwässern
10. Charakterisierung von Kondensaten aus Feuerstätten
11. Emissionsanalyse und -minimierung bei biotechnischen Entsorgungsverfahren
12. Emissions- und Immissionsanalytik im Zusammenhang mit Abluft, Abwasser und Abfällen
13. Umweltüberwachung von insbesondere radioaktiven Stoffen und Untersuchung ihrer Anreicherung in Luft- und Flüssigkeitsfiltern.¹⁸⁴

In einer ersten Phase der Arbeiten an diesem Forschungsschwerpunkt sind einige Vorhaben ausgewählt worden, die im folgenden ausführlicher vorgestellt werden.

¹⁸⁴ Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Forschungsschwerpunkt »Ver- und Entsorgungstechnik« im Fachbereich Versorgungstechnik, Forschungsantrag an das MWK, Wolfenbüttel, 1991, S. 5 ff.

Bereich 1: Energieeinsparung/Emissionsminderung

1.1 Reduzierung des Energieverbrauches und der Emissionen größerer Heizungsanlagen

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

Dieses Vorhaben hat zum Ziel die Verbesserung des Betriebs neuer und bestehender Heizungsanlagen mit größerer Feuerungswärmeleistung. Unter dieser Vorgabe befaßt es sich mit der Analyse (Istzustandsaufnahme), Feldmessungen und der Untersuchung computergestützter Auslegungsmethoden. Die Betriebsverbesserungen erfordern eine optimierte Auslegung und Kombination der Anlagenkomponenten: Wärmeerzeugung, Abgasanlage, Wärmeverteilung, Regelung, Hydraulik und Heizflächen.¹⁸⁵

Weiterhin sollen zur Verminderung des Primärenergieeinsatzes und der Emissionen von Wärmeerzeugungsanlagen alle Möglichkeiten der Nutzung regenerativer Energiequellen und auch des Einsatzes neuer Heiz- und Energietechniken ausgeschöpft werden. Zu den neuen Heiz- und Energietechniken sind zu zählen:

- elektrische und mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmepumpen,
- Wärmeerzeuger mit Ausnutzung des Brennwertes,
- Fern- und Nahwärme aus der Kraftwärmekopplung,
- Blockheizkraftwerke sowie
- gewerbliche und industrielle Abwärme.

Folgende Aufgaben sollen im Rahmen dieses Projekts bearbeitet werden:

- „- Erstellen von Regeln und Kriterien für eine dem Anwendungsfall angepaßte Auswahl und Auslegung aller Komponenten auf der Wärmeerzeugungs-, Wärmeverteiler- und Wärmeverbraucherseite;

¹⁸⁵ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 5 ff. - Sämtliche Beschreibungen von Projekten im Rahmen des *Forschungsschwerpunktes »Ver- und Entsorgungstechnik«* berufen sich, wenn nicht anders angemerkt, auf die vorgenannte Quelle.

- Untersuchung des Einsatzes neuer regenerativer Energietechniken nach volks- und betriebswirtschaftlichen sowie nach umwelttechnischen Gesichtspunkten;
- Analyse bestehender Heizungs- und Trinkwassererwärmungsanlagen hinsichtlich des Brennstoffverbrauchs, des Jahresnutzungsgrades und der Schadstoffemission;
- Feldversuche an bestehenden Anlagen zur Ermittlung des möglichen Energieeinsparpotentials durch Verbesserung einzelner Komponenten und durch Einsatz neuer Regelungsstrategien;
- Zusammenfassung der Ergebnisse als Grundlage für
 - + die zukünftige Planung und Projektierung von Heizungsanlagen,
 - + die Entwicklung neuer Regelungsstrategien und Funktionen,
 - + Publikationen.¹⁸⁶

1.2 Energiemanagementsystem zur Analyse, Überwachung und Reduzierung des Energieverbrauchs

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

In größeren Gebäudekomplexen und in größeren Betrieben gibt es eine Vielzahl von Energieverbrauchern und somit auch einen hohen Energieverbrauch. Dies erfordert inzwischen die Minimierung des elektrischen und fossilen Energieeinsatzes. Die zentralisierte Überwachung und ggf. Beeinflussung des Energieeinsatzes hat dabei eine besondere Bedeutung. Folgendes soll am Beispiel haustechnischer Anlagen grundlegend untersucht werden:

- Systeme zur Bestandsaufnahme,
- Analyse- und Überwachungseinrichtungen sowie
- Konzeptentwicklungen.

Daraus sollen für die unterschiedlichen Anwendungsfälle Strategien zur Reduzierung des Energieverbrauchs abgeleitet werden können.

Weiterhin ist die Ermittlung von Energieverbrauchsberechnungen und Energieverbrauchskennzahlen für Standardfälle der Gebäudenutzung geplant

¹⁸⁶ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 9 f.

und auf der Basis von Energieverbrauchsprofilen die Erstellung von Energieverbrauchsstrategien.

Innerhalb dieses Projektes geplante Arbeiten sind:

- „- Entwicklung von Hard- und Software zur Erfassung des Istzustandes in Industriebetrieben und größeren Gebäudekomplexen;
- Erstellung von Auswerteprogrammen zur Analyse insbesondere von Gebäuden;
- Konzeption von Systemen zur Erfassung und Speicherung aktueller Daten über Postdienste, Modemtechnik und Temex;
- Erarbeitung von Strategien zur Verminderung des Elektro- und Brennstoffenergieverbrauchs für
 - + Neuanlagen
 - + Altanlagen.“¹⁸⁷

1.3 Verbrennung von Wasserstoff in Feuerungen bis ca. 100 kW Feuerungswärmeleistung

INSTITUT FÜR VERBRENNUNGSTECHNIK UND PROZESSAUTOMATION

Wasserstoff wird schon seit längerem als bedeutender Energieträger der Zukunft diskutiert. Deshalb arbeiten derzeit verschiedene Forschungseinrichtungen in Deutschland an einem großtechnischen Einsatz von Wasserstoff z.B. in Dampferzeugern oder für den Fahrzeugantrieb. Untersuchungen der Anwendung von Wasserstoff in Feuerungen kleinerer Wärmeleistungen, die in Haushalten, Gewerbe und Industrie in größerer Stückzahl Anwendung finden, sind bisher nicht bekannt geworden.

In diesem Projekt wird an der Entwicklung und Erprobung von Gasbrennern ohne Gebläse (atmosphärische Brenner), die für die Verbrennung von Wasserstoff geeignet sind, gearbeitet. Die Gasbrenner sind für den Einsatz in Gasgeräten vorgesehen, die vornehmlich in Haushalt und Gewerbe Verwendung finden. Der Leistungsbereich liegt dabei unter 100 kW. Das Arbeitsprogramm umfaßt:

- „- Entwicklung eines Gasbrenners für Wasserheizer,

¹⁸⁷ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 10 f.

- Entwicklung eines Gasbrenners für Heizkessel,
- Erprobung der entwickelten Gasbrenner,
- Verbesserung der entwickelten Gasbrenner, insbesondere bezüglich ihrer Schadstoffentwicklung [Stickoxide],
- Erarbeitung und Erprobung von Maßnahmen zur sicheren Verwendung von Wasserstoff in Haushalt und Gewerbe.¹⁸⁸

Die bisherigen Arbeiten zeigen: für herkömmliche Brenner (Stadt- u. Erdgas) sind bis zu 50 Prozent H₂ zusetzbar. Dafür ist lediglich eine Änderung des Düsendurchmessers notwendig. Bei der Zusetzung von mehr als 50 Prozent Wasserstoff im Brenngas wird die Verbrennung instabil, und es kommt zum Flammenrückschlag.

Neben den o.g. Untersuchungen an vorhandenen Brennern wird auch an der Entwicklung neuer Brenner gearbeitet. Hier hat sich ein katalytischer Brenner (Kontaktkatalyse) als tauglich erwiesen; allerdings gibt es auch hier noch Probleme. Zum einen war die Wärmestromdichte zu gering und zum anderen trat ein Schlupf von H₂ auf, es wurde nicht der gesamte zugeführte Wasserstoff verbrannt.

Weiterhin wird auch noch an atmosphärischen Brennern gearbeitet, und ein anderer Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten liegt im Bereich von Gebläse-brennern. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades und zur Brennwertnutzung bei Gebläse-brennern wird eine Abgasrückführung untersucht.¹⁸⁹

1.4 Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffauswurfes aus Feuerungen durch optimierte Regelungsstrategien

INSTITUT FÜR VERBRENNUNGSTECHNIK UND PROZESSAUTOMATION

Im Mittelpunkt der Arbeiten steht die Reduzierung der Schadstoffemission im Bereich kleiner Brennerleistungen. Mit technisch einfachen Mitteln soll eine möglichst vollständige Verbrennung mit geringem Schadstoffausstoß (besonders Stickoxide) erzielt werden. Schwerpunkte sind:

¹⁸⁸ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 11 f.

¹⁸⁹ Gespräch mit Prof. Vogel (alle drei Absätze).

1. Senkung des Primärenergieeinsatzes
2. Reduzierung der Schadstoffe im Abgas.

In Großfeuerungsanlagen gibt es entsprechende Regelungsstrategien schon seit längerem, im Bereich kleiner und mittlerer Leistungen sind die bisherigen Verfahren allerdings mit hohen Kosten verbunden.

In diesem Vorhaben werden die bisherigen Erfahrungen auf den Gebieten der Gas- und Heizungstechnik sowie der Meß- und Regelungstechnik zur Problemlösung zusammengeführt. Im Bereich der Meß- und Regelungstechnik wird seit Jahren mit der Digitaltechnik gearbeitet, in ihr werden die regelungstechnischen Probleme mit der Hilfe eines Rechners bearbeitet. Der in anderen Bereichen bereits stattfindende Einsatz von Mikroprozessoren (DDC-Technik) liefert auch hier Möglichkeiten zur Systemoptimierung.

Das Arbeitsprogramm läuft in drei Stufen ab:

Stufe 1: In einer speziell konzipierten und aufgebauten Brennkammer mit Gebläsebrenner werden zunächst Kennlinienfelder und Zusammenhänge der Abgaskonzentration an CO, CO₂ und NO_x mit sehr genauen Meßgeräten erfaßt.

Stufe 2: Der Einsatz preiswerter Methoden zur Konzentrationsmessung im Abgas (evtl. auch Geräte mit geringerer Meßgenauigkeit) wird untersucht. Es werden sowohl vorhandene Methoden aus anderen Bereichen geprüft als auch neue Meßmethoden entwickelt.

Stufe 3: Im dritten Schritt wird ein Mikroprozessor mit Software entwickelt, der einen optimierten Betriebszustand für jeden Lastfall des Brenners ermöglicht.

1.5 Abgasrückführung bei atmosphärischen Feuerstätten

INSTITUT FÜR VERBRENNUNGSTECHNIK UND PROZESSAUTOMATION

Durch die technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) und durch die Großfeuerungsanlagenverordnung ist der Stickoxidauswurf (NO_x) bei Erdgasfeuerstätten im Bereich der Großanlagen begrenzt. Entsprechend sind

dort Maßnahmen zur Stickoxidminderung weitgehend erprobt und eingeführt. Dies ist im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher noch nicht der Fall.

Bisher erwogene Maßnahmen an atmosphärischen Brennern, neben einer Verringerung der Brennraumbelastung oder einer Veränderung des Primärluftverhältnisses, sind:

- Flammenkühlende Einsätze,
- Sekundärluftstufung,
- Abgasrückführung.

Flammenkühlende Einsätze und Sekundärluftstufung wurden in jüngerer Zeit schon eingehender untersucht; für die Abgasrückführung gab es zwar schon Ansätze, sie wurden jedoch noch nicht weiter verfolgt. Aus zwei Gründen wird diese nun in diesem Vorhaben eingehender untersucht:

- „1. Flammenkühlende Einsätze und Sekundärluftstufung eignen sich besonders für Stabbrenner und verwandte Bauformen. Für Rechenbrenner, wie sie vorwiegend in Umlauf- und Durchlaufwasserheizern eingesetzt werden, sind diese Maßnahmen wegen der flächenhaften Anordnung von vielen Einzelflammen weniger geeignet. Hier bietet sich die Abgasrückführung an.
2. Die Abgasrückführung (in die Primärluft) läßt sich vom Prinzip her bei allen atmosphärischen Gasbrennern verwirklichen.“¹⁹⁰

Damit die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse in verschiedene Bauformen dieser Feuerstätten möglich ist, sollen die Grundlagen zum Einsatz einer Abgasrückführung theoretisch und experimentell ohne Hilfsenergie (d.h. mittels Brenngasimpuls) bereitgestellt werden. Die Durchführung der Arbeiten dieses Vorhabens findet in drei Schritten statt:

„Schritt 1: Zusammenstellung und Auswertung des einschlägigen Schrifttums sowie der Berechnungsgrundlagen für Injektoren, Berechnung von Kennlinienfeldern (angesaugter Gasmassenstrom in Abhängigkeit von Düsendurchmesser, Brenngasdruck, Mischrohrdurchmesser, Druckverlusten

¹⁹⁰ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 15 (Hervorhebungen im Original).

in den Brenneröffnungen etc.). Experimentelle Überprüfung der Rechenergebnisse an einem zu erstellenden Modelldüsenprüfstand.

Schritt 2: Konzeption der Abgasrückführung für atmosphärische Feuerstätten wie z.B.

- Vorratswasserheizer,
- Durchlaufwasserheizer,
- Umlaufwasserheizer,
- Heizkessel.

Schritt 3: Beispielhafte Realisierung der Abgasrückführung an vier unterschiedlichen Feuerstätten (wie o.a.) und meßtechnischer Nachweis der Stickoxidminderung.¹⁹¹

Bereich 2: Abwasseranalytik/Verfahrenskontrolle

2.1 Qualitätskriterien für die analytische Bestimmung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen im Abwasser

Die Hauptverursacher der Nährstoffbelastung unserer Gewässer sind die kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen. Deshalb sind die Mindestanforderungen (§ 7a WHG) für kommunale Direkteinleiter vor zwei Jahren um die Parameter Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) und Gesamtphosphor (P_{ges}) erweitert worden. Für die Reduzierung der Ammoniumbelastung ist für Abwasserbehandlungsanlagen ab 5.000 Einwohnerwerten eine weitgehende Nitrifikation vorgeschrieben, ab 20.000 Einwohnerwerten ist zudem eine Phosphorelimination erforderlich. Außerdem sind die Parameter Stickstoff und Phosphor seit dem 01.01.1991 (3. Gesetz zur Änderung des AbwAG) abgabepflichtig. Entsprechend sind oder werden in den entsprechenden Verwaltungsvorschriften Überwachungswerte für die wasserrechtlichen Bescheide festgesetzt.

Die Einhaltung der Überwachungswerte wird von den zuständigen Behörden anhand von analytischen Meßverfahren kontrolliert. Gleichzeitig sind die

¹⁹¹ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 15 (Hervorhebungen im Original).

Einleiter zur Eigenüberwachung verpflichtet. Festgestellte Überschreitungen führen zu einer merklichen Erhöhung der Abwasserabgabe. Aber nicht nur für die Überwachung sondern auch für die Optimierung eines Abwasserbehandlungsverfahrens mit dem Ziel der Emissionsminderung ist die Anwendung eines optimierten Analyseverfahrens zur Verfahrenskontrolle notwendig.

Bei den in der Praxis verwendeten Analyseverfahren kommt es bei derselben Probe mitunter zu unterschiedlichen Analyseergebnissen, was von der Qualität der analytischen Vorgehensweise des jeweiligen Labors abhängt. „Das bedeutet, daß Kontrolle und Sicherung der Qualität der analytischen Arbeit unverzichtbarer Bestandteil des Meßinstrumentariums eines Laboratoriums sein müssen. Nur dadurch kann weitgehend verhindert werden, daß Analysenergebnisse produziert werden, die im Bedarfsfall einer objektiven Prüfung nicht standhalten können.“¹⁹²

Für die o.g. Parameter kommen überwiegend Methoden der instrumentellen Analytik zur Anwendung. Im Abwasserabgabengesetz werden die Photometrie, die Ionenchromatographie und die Volumetrie empfohlen; gleichwertige Verfahren sind zugelassen. Da es für die genannten Referenzverfahren keine Qualitätskriterien gibt, kann eine Gleichwertigkeit von Alternativverfahren nicht geprüft werden.

In diesem Vorhaben werden auf der Grundlage eines praxisorientierten analytisch-statistischen Gesamtkonzeptes Qualitätskriterien für die Referenzverfahren erarbeitet, die für den ganzen Abwasserbereich relevant sind. „Dabei ergeben sich statistisch definierte Kenngrößen, die dann den Untersuchungslabors als Zielgrößen bei der Einarbeitung in ein neues Analyseverfahren oder bei der Optimierung der analytischen Laborroutine eines Alternativverfahrens oder des Referenzverfahrens dienen können.“¹⁹³ Erste Ergebnisse der Arbeiten sind zwei statistische Tests zur Prüfung der bei instrumentellen Verfahren notwendigen Kalibrierung, die sich in der wasseranalytischen Praxis bewährt haben.¹⁹⁴

¹⁹² U. Hillebrand, „Qualitätssicherung in der Wasseranalytik: Die Kalibrierfunktion“, *GIT Fachz. Lab.* (1991), S. 1001.

¹⁹³ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 17.

¹⁹⁴ Vgl. U. Hillebrand, „Prüfverfahren zur Beurteilung von signifikanten Veränderungen der Steigung und des Ordinatenabschnitts einer linearen Kalibrierfunktion“, *Vom Wasser* 78 (1992), S. 57 ff.

2.2 Emissionsanalyse und -minimierung biotechnischer Entsorgungsverfahren

Biotechnische Entsorgungsanlagen für die Behandlung von Abwasser, Abfall, Klärschlamm und Abluft setzen Emissionen frei, die Atmosphäre, Gewässer und Böden belasten. Beispiele für solche Anlagen, die sich deutlich von thermisch und chemisch-physikalisch arbeitenden Anlagen unterscheiden, sind: Belebtschlammanlagen, Tropfkörper, Biofilter, Biowäscher, Hausmülldeponien, Biogasanlagen und Kompostierungsanlagen.

Im Abwasser, Abfall oder in der Abluft vorhandene Krankheitserreger werden bei der biologischen Behandlung nicht vollständig entfernt. In den Produkten wie Klärschlamm, Verrieselungswasser, gereinigtem Abwasser oder Sickerwasser sind sie noch in hohen Konzentrationen vorhanden.¹⁹⁵ Durch das teilweise stattfindende Einleiten in Flüsse oder Aufbringen auf Felder wird die Umwelt massiv belastet. Bei vielen biologischen Verfahren werden aufgrund der intensiven Belüftung außerdem Mikroorganismen - so auch Krankheitserreger - in die Atmosphäre emittiert.

Bisher beschränken sich die Untersuchungen der Emissionen solcher Anlagen meist auf einzelne Gruppen von Indikatorbakterien für den Nachweis krankheitserregender Bakterien. Viren und Pilze lassen sich mit diesen Indikatorbakterien allerdings nicht nachweisen. In Ermangelung geeigneter Indikatoren wurde die Überprüfung auf diese Mikroorganismengruppen bislang unterlassen.

Neben den Krankheitserregern gelangen mit den Abfällen und Abwässern auch toxische Inhaltsstoffe in die biotechnischen Anlagen. Diese giftigen Stoffe können die Mikroorganismen und damit die Umsetzungsprozesse hemmen. Auch von diesen Stoffen kann, bei unvollständiger Entfernung, eine Gefährdung für die Umwelt ausgehen.

Vorrangig werden in diesem Vorhaben Nachweisverfahren entwickelt, mit denen die Emissionen von Krankheitserregern - vor allem Viren - kostengünstig, empfindlich und schnell angezeigt werden können. Bei ersten Untersuchungen haben sich Coliphagen als geeignete Indikatoren erwiesen. Für die Abschätzung der Gefahr, die von den o.g. Mikroorganismen ausgeht, wird deren Ausbreitungsverhalten in Boden, Wasser und Luft über größere

¹⁹⁵ U. Zaiß, "Indikation von Viren bei der Abwasserbehandlung und Klärschlammuntersuchung", *BioEngineering* (1988), Nr. 3, S. 106 ff.

Entfernungen an bestehenden Abwasser-, Abfall- und Ab-luftbehandlungsanlagen untersucht.

Weiterhin werden mittels bakterieller und enzymatischer Toxizitätstests giftige Abwasserinhaltsstoffe erfaßt, und es soll ein Toxizitätskataster erstellt werden. Der Verbleib der Stoffe in Klärschlamm und gereinigtem Abwasser wird untersucht und ihr Transport im Gewässer und Boden nach Anreicherung und Extraktion verfolgt. Auch soll ein kontinuierlich arbeitendes Toximeter zur Gewässer- und Abwasserüberwachung entwickelt werden.

Schließlich sollen in Laborreaktoren die Parameter entwickelt werden, die eine Optimierung der biotechnischen Verfahren im Hinblick auf eine Eliminierung von Viren und anderen Krankheitserregern sowie toxischen Stoffen ermöglichen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden an bestehenden Pilot- und Großanlagen überprüft.

2.3 Umweltüberwachung von insbesondere radioaktiven Stoffen und Untersuchung ihrer Anreicherung in Luft- und Flüssigkeitsfiltern

In der Umgebung oder an Arbeitsplätzen in geringen Konzentrationen auftretende Schadstoffe reichern sich bei ihrer Abscheidung in Luft- bzw. Flüssigkeitsfiltern an. Dabei können die Schadstoffe Konzentrationen erreichen, die die Filter zu Sonderabfällen werden lassen. Diese Konzentrationen können erreicht werden, bevor die Filter nach den bisherigen Standzeitkriterien (mechanische Belastung, abgesunkene Filterleistung) ausgetauscht werden. Unter Zuhilfenahme der natürlichen Radioaktivität sollen beispielhafte Untersuchungen über Standzeitkriterien aufgrund von Schadstoffbelastungen unter Berücksichtigung der Bedingungen am jeweiligen Einsatzort durchgeführt werden. Solche Untersuchungen sind bisher noch nicht bekannt geworden.

Das Vorhaben gliedert sich wie folgt:

1. Luft- und Flüssigkeitsfilter werden auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht, nachdem sie zuvor an relevanten Plätzen eingesetzt waren. Aus den Belastungen werden Kriterien für ihre Standzeit abgeleitet; geeignete Entsorgungskonzepte werden auf ihre Wirksamkeit hin meßtechnisch abgesichert. Dabei stellt die langfristige Qualitätssicherung der Maßnahmen die Hauptaufgabe dar.

2. Ein Großversuch soll Aufschluß darüber geben, ob Aktivkohlefilter geeignet sind, reproduzierbare und statistisch abgesicherte Aussagen über den Radongehalt in geschlossenen Räumen zu machen. „Eine Erweiterung des Wissens über dieses gasförmige radioaktive Nuklid ist insbesondere im Hinblick auf die derzeitige Festsetzung eines Grenzwertes dringend erforderlich.“¹⁹⁶

Weitere Arbeiten

Abfallentsorgungskonzepte für Krankenhäuser

Krankenhäuser stellen ein spezielles Gebiet im Bereich der Abfallentsorgung dar, denn hier fallen z.T. sehr unterschiedliche Arten von Abfällen und Reststoffen an. Die Erstellung von Abfallentsorgungskonzepten wird schon seit einigen Jahren im Fachbereich Versorgungstechnik durchgeführt. Meist geschieht dies im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten.

Neben der gewöhnlichen Entsorgung von Abfällen und der Beachtung von umweltrelevanten Bestimmungen ist in Krankenhäusern vor allem die Vermeidung der Verbreitung von Krankheitserregern von Bedeutung. Außer dem Abfallgesetz ist bei Krankenhäusern zusätzlich noch das Bundes-Seuchengesetz (BSeuchG) hinzuzuziehen. Eine entsprechende Richtlinie des Bundesgesundheitsamtes (BGA) unterscheidet die Abfälle aus Gründen der Infektionsverhütung wie folgt:

A: Abfälle, die keiner besonderen Maßnahmen zur Infektionsverhütung bedürfen (hausmüllähnliche Abfälle).

B: Abfälle, die beim Sammeln, ggf. beim Transportieren innerhalb des Krankenhauses Maßnahmen zur Infektionsverhütung erfordern (Wundverbände, Stuhlwindeln, Einmalspritzen, Kanülen).

¹⁹⁶ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, Ver- und Entsorgungstechnik, S. 20.

- C: Abfälle, die beim Sammeln, Transportieren, Lagern innerhalb des Krankenhauses, sowie beim Beseitigen besonderer Maßnahmen zur Infektionsverhütung bedürfen.
- a: Abfälle, die auf Grund des § 10 a BSeuchG behandelt werden müssen.
 - b: Versuchstiere, deren Beseitigung nicht durch das Tierkörperbeseitigungsgesetz geregelt ist, sowie Streu und Exkremate aus Versuchstieranlagen, soweit eine Verbreitung von Krankheitserregern zu befürchten ist.¹⁹⁷

Ein weiteres Merkblatt des BGA¹⁹⁸ berücksichtigt auch Abfälle mit besonderen gesetzlichen Bestimmungen z.B. für Abwasser oder radioaktive Stoffe. Der Träger eines Krankenhauses ist Anzeigepflichtig gegenüber dem Vorhandensein der Abfälle und Nachweispflichtig über den Entsorgungsweg.

Zur Bewältigung dieser Aufgabe werden Abfallentsorgungskonzepte erstellt, in denen der Ist-Zustand analysiert wird und zukünftige Handlungsweisen erarbeitet werden. In diese Konzepte fließen die Vorgaben der lokalen Begebenheiten ein, eine Vielzahl von gesetzlichen Bestimmungen finden Beachtung, das Verhalten des Personals wird berücksichtigt, Recyclingmöglichkeiten werden untersucht und ähnliches mehr.

Gezielte Abfallvermeidung muß in den Krankenhäusern mehr Berücksichtigung finden; was für die Praxis bedeutet, daß bereits beim Einkauf auf vermeidbares Verpackungsmaterial geachtet wird bzw. Materialien beschafft werden, die mehrfach genutzt werden können - wenn dies aus hygienischer Sicht möglich ist. Eine getrennte Sammlung von wiederverwertbaren Reststoffen muß ebenfalls mehr berücksichtigt werden.

Abluft- und Abgasreinigung

Institut für Verbrennungstechnik und Prozessautomation

¹⁹⁷ „Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen“ zitiert nach Bettina Sinnhuber, *Erstellung eines Abfallentsorgungskonzeptes ...*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, o.J. [1989], S. 7.

¹⁹⁸ „Merkblatt Nr. 8 der Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim BGA“ (vgl. Sinnhuber, S. 9 f.).

Eines seiner Hauptarbeitsgebiete hat hier im Bereich der Abgasreinigungstechnik, d.h. Verfahren zur Reinigung von Ablüften bzw. -gasen, Professor Carlowitz. Bei den zu reinigenden Abgasen handelt es sich vornehmlich um Abgase mit organischen Inhaltsstoffen. Die Aufgabe, kohlenwasserstoffhaltige bzw. geruchsbeladene Abgase zu entsorgen, stellt sich in vielen Bereichen der verarbeitenden Industrie. Der Einsatz von Abgasreinigungsanlagen ist durch die TA-Luft vorgeschrieben. Denn es gelingt in den seltensten Fällen, die Luftverunreinigungen durch Optimierung des Produktionsverfahrens oder den Wechsel der Einsatzstoffe vollständig zu vermeiden. An die Abgasreinigungssysteme stellen sich zwei Grundanforderungen:

- „1. Die sichere Funktion, d.h. die sichere Einhaltung der Emissionsbegrenzungen,
2. die Verursachung minimaler Kosten, wobei ein Optimum aus Betriebs- und Investitionskosten zu finden ist.“¹⁹⁹

Neben der im Anschluß etwas genauer beschriebenen thermischen Abgasreinigung gibt es folgende häufig eingesetzte Verfahren zur Abgasreinigung:

- Adsorption (z.B. an Aktivkohle),
- Kondensation,
- Absorption (z.B. Wasser u. Neutralisationslösung),
- Biowäsche (mit Bioreaktor),
- Biobeet (z.B. mit Torf),
- Katalytische Abgasreinigung,
- Mechanischer Abscheider.²⁰⁰

Die thermische Abgasreinigung ist heute ein weit verbreitetes Verfahren zur Senkung des Schadstoffausstoßes aus Produktionsprozessen. Bei der thermischen Abgasreinigung ist es das Ziel, die im Abgas enthaltenen Verunreinigungen zu oxidieren. Das setzt voraus, daß die Schadstoffe zumindest zum

¹⁹⁹ Otto Carlowitz, „Abgasentsorgung und Wärmeerzeugung“, *Die Industriefeuerung* 49 (1990), S. 81.

²⁰⁰ Vgl. Carlowitz, „Abgasentsorgung“, S. 81 f.; u.: Otto Carlowitz, „Grundlagen der thermischen Abgasreinigung“, *Technische Mitteilungen*, 82. Jahrg. (1989), Heft 5, S. 325 f.

Teil oxidierbar sind. Die Zustandsform (gasförmig, flüssig, fest) ist dabei zunächst gleichgültig.²⁰¹ Thermische Abgasreinigungsanlagen gelten als zuverlässige Einrichtungen zur Senkung des Auswurfs an Kohlenwasserstoffverbindungen. „Sie eignen sich insbesondere für Anwendungsfälle, in denen

- eine Rückgewinnung z.B. organischer Lösemittel mit dem Ziel des prozeßinternen Wiedereinsatzes nicht vertretbar oder nicht möglich ist,
- höhere Kohlenwasserstoffkonzentrationen (ab 2 g/m³_n) auftreten,
- schwankende Abgaskonzentrationen und Abgaskonzentrationen und Abgaskonzentrationen zu entsorgen sind.“²⁰²

Um die laufenden Betriebskosten einer thermischen Nachverbrennung (TNV) niedrig zu halten, sollte der Brennstoffverbrauch für die Aufheizung möglichst gering sein. Zur Verminderung des Brennstoffeinsatzes in TNV-Anlagen werden vielfach Abluftvorwärmer eingesetzt. Angestrebt wird dabei eine möglichst autotherme Fahrweise ohne Brennstoffzufuhr mit einer hohen Abluftvorwärmtemperatur. Besonders geeignet für diese Verfahrensweise erscheinen Regeneratoren.²⁰³ Um wesentliche Erkenntnisse zum Betriebsverhalten von Regeneratoren mit thermischer Nachverbrennung zu gewinnen, leitet Professor Carlowitz derzeit ein Forschungsprojekt zur Erstellung eines mathematischen Modells mit folgenden Problemstellungen:

- Aufheizung von Umgebungstemperatur auf Arbeitstemperatur;
- Verhalten bei unterbrochenem Betrieb einschließlich Brennstoffverbrauch zur Wiederaufheizung;
- optimale Einstellung von Umschaltzeiten der Regeneratoren;
- Bewältigung von schwankender Beladung mit brennbaren Substanzen.²⁰⁴

²⁰¹ Vgl. Carlowitz, „Grundlagen“, S. 326.

²⁰² Otto Carlowitz, „Anlagen zur thermischen Abgasreinigung“, *Staub - Reinhaltung der Luft* 52 (1992), S. 325.

²⁰³ Vgl. Otto Carlowitz, Stefanie Jauns, Martin Jäger, „Einsatz von Regeneratoren zur Erzeugung hoher Abluftvorwärmtemperaturen in thermischen Nachverbrennungsanlagen“, *VDI-Berichte Nr. 922* (1991), S. 283.

²⁰⁴ Vgl. Arbeitskreis der Leiter von Technologietransfereinrichtungen an niedersächsischen Hochschulen (Hg.), *Technologietransfer an niedersächsischen Hochschulen* (Göttingen: 1991), S. 115.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dem wirtschaftlichen Einsatz dieser Abluftreinigungstechnologie dienen.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Bei Messungen von Gaskonzentrationen ist eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Elektrotechnik (s. Abschn. 2.1; CO₂-Meßgerät) denkbar; und bei der Abgasreinigung könnte vielleicht auch mit dem Fachbereich Maschinenbau kooperiert werden (z.B. Katalysatortechnik).

Biotechnologische Entsorgung

Das von Professor Zaiß geleitete Labor für Mikrobiologie hat seine durchweg ökologischen Forschungsschwerpunkte im Bereich der Bewertung und Minimierung der Emissionen von Keimen und umweltgefährdenden Stoffen aus biotechnischen Anlagen und der Entwicklung kontinuierlich arbeitender ökotoxikologischer Überwachungsmethoden. Weiterhin ist das Labor zusammen mit dem Labor für Wassertechnik eine der staatlich zugelassenen Trinkwasseruntersuchungsstellen in Niedersachsen (Nds. MBl. Nr. 4/1991) und besitzt eine Genehmigung zum Umgang mit Krankheitserregern (§ 19 BSeuchG).²⁰⁵

Das Labor ist im Rahmen von Gutachten beratend tätig im Bereich der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, bei Problemen der Trinkwasser-, Rohwasser-, Badewasser- und Schwimmbadwasserhygiene. Im Zuge von Studien- und Diplomarbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig Verfahren der Abfallkompostierung und Biogasproduktion wissenschaftlich begleitet. Ein weiterer Arbeitsbereich ist die Überwachung der Emissionen von Mikroorganismen, einschließlich Krankheitserregern, und Gasen aus Mülldeponien, Kläranlagen, Rieselfeldern, Biofiltern, Be- und Entlüftungseinrichtungen samt der hygienischen Kontrolle von Raumluftechnischen Anlagen in Krankenhäusern.²⁰⁶

²⁰⁵ Vgl. Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, *20 Jahre Fachbereich Versorgungstechnik* (Wolfenbüttel: 1992). - Nds. MBl. = Niedersächsisches Ministerialblatt.

²⁰⁶ Vgl. Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, *20 J. Fb. Versorgungstechnik*.

Das Tätigkeitsfeld des Labors im Bereich der Ökologie ist sehr breit und umfaßt zahlreiche Aktivitäten. Im folgenden sind die einzelnen Arbeitsbereiche, die nicht alle zuvor angesprochen wurden, kurz aufgelistet:

I. FuE-Bereich Biotechnologische Entsorgung

Abfallentsorgung

- Deponien,
- Abfallkompostierung,
- Biogasproduktion,
- Aerob-thermophile Gülle- und Schlammbehandlung,
- Abfallrecht und -management;

Abwasserreinigung

- Verfahrensoptimierung,
- Elimination von Krankheitserregern und ihren Indikatoren;

Biologische Abluftreinigung.

II. FuE-Bereich Umweltüberwachung

Gewässerschutz;

Toxizitätsmessungen;

Luft- und Abluftüberwachung

- Emissionen und Immissionen von Mikroorganismen,
- Emissionen und Immissionen von Schadgasen.

III. FuE-Bereich Bodenschutz und -sanierung.

IV. FuE-Bereich Umweltschutz im Betrieb und am Arbeitsplatz.²⁰⁷

Zu diesen Themen wurden und werden zahlreiche Studien- und Diplomarbeiten angefertigt; weiterhin gibt es dazu zahlreiche Veröffentlichungen von Prof. Zaiß.²⁰⁸

Blockheizkraftwerke

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

²⁰⁷ Antw. Professor Dr. rer. nat. Ulrich Zaiß, Fachbereich Versorgungstechnik, Anlagen zur Antw.

²⁰⁸ Vgl. ebd.

Hier geht es einmal mehr um die Einsparung bzw. wirkungsvollere Nutzung von Energie. Blockheizkraftwerke (BHKWs) sind kleine kompakte Heizkraftwerke, die dezentral betrieben werden und Verbrauchseinheiten wie z.B. Hochschulen, Krankenhäuser oder auch Wohnsiedlungen mit Wärme und Strom versorgen. Sie bestehen aus Verbrennungsmotoren (Gas, Diesel), die Generatoren antreiben. BHKWs arbeiten nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und kommen heute auf Wirkungsgrade von über 85 Prozent der eingesetzten Primärenergie. Zum Vergleich: Bei modernen Großkraftwerke kommt nur etwa ein Drittel der eingesetzten Primärenergie als nutzbare Energie (Strom) beim Verbraucher an.

In einer Diplomarbeit wurde z.B. im vergangenen Jahr ein bestehendes BHKW hinsichtlich seines Betriebsverhaltens und seiner Wirtschaftlichkeit untersucht.²⁰⁹ Bestandteil dieser Untersuchungen war auch die im Zuge von Ausbauarbeiten neu eingesetzte DDC-Regelungstechnik.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Der Einsatz von z.B. Automobiltriebwerken läßt eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Maschinenbau möglich erscheinen; und die Erzeugung von elektrischer Energie wird auch im Fachbereich Elektrotechnik behandelt.

Brennwerttechnik mit Kunststoffen

Die Brennwerttechnik nutzt die im Abgas vorhandene Verdampfungswärme, dabei wird das Abgas unter den Taupunkt herabgekühlt, so daß im Abgas vorhandenes Wasser kondensiert. Das dabei entstehende saure Kondensat erfordert zusätzliche Maßnahmen beim Bau des Kessels und der Abgasanlage. Das Kondensat greift herkömmliche Kesselwerkstoffe an und führt bei üblichen Schornsteinen zu Versottung.

Im Jahr 1986 wurde im Fachbereich Versorgungstechnik eine „Prüfung der Brand- und Betriebssicherheit eines Brennwertkessels mit Bauteilen aus Kunststoff“ durchgeführt. Diese Prüfung erfolgte seinerzeit im Auftrag des Niedersächsischen Sozialministers, der eine Entscheidung über die bauaufsichtliche

²⁰⁹ M. Lange u. R. v. Stülpnagel, *Untersuchungen des Betriebsverhaltens und der Wirtschaftlichkeit eines Blockheizkraftwerks mit Gebäudeleittechnik*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1992.

Zulassung zu treffen hatte. Für den zu untersuchenden Kessel wurden einige Änderungen und Nachbesserungen für notwendig gehalten; so wurden z.B. zwei Abgastemperaturbegrenzer und eine Unterdruckabsicherung gefordert. Unter Beachtung der geforderten Maßnahmen wurde die Brand- und Betriebssicherheit als gegeben betrachtet.²¹⁰

Energiebedarfsminimierung in der Energie- und Kältetechnik

In verschiedenen Arbeiten wird hier an der Minimierung des Energieeinsatzes im Bereich der Energie- und Kältetechnik gearbeitet; einige der Themen werden hier kurz vorgestellt:

Optimierungen von Systemen der Energie- und Kältetechnik (auch Rohrleitungssysteme): In dieser Arbeit sollen optimale Anlagen- und Steuerungsparameter im Sinne einer Minimierung des Anlagen- und Energieaufwandes ermittelt werden. Ferner sollen mit dem Verfahren der Evolutionsstrategie Aufgabenstellungen zur Optimierung von Systemen der Energie- und Kältetechnik behandelt werden.

Wärme­kraft­ma­schin­e: Diese Arbeit beschäftigt sich mit Stirlingmotoren kleiner Leistung.

Entwurf und Aufbau eines Kältemaschinen-Kältespeicher-Systems: Zunächst soll geklärt werden, welche Speichersysteme mit welchen Vor- und Nachteilen existieren. Dem folgt dann der Entwurf und die Realisierung eines Kältespeichers sowie der Betrieb mit einer Kältemaschine zur Ermittlung des Lade- und Entladungsverhaltens.²¹¹

Dies ist eine Auswahl von geplanten oder in Arbeit befindlichen Themen.

Energieeinsparung im Krankenhaus

²¹⁰ Vgl. Günter Cerbe, Otto Carlowitz, Gerd Hölzel, "Brennwerttechnik mit Kunststoffen", *HLH* 38 (1987), S. 287 ff.

²¹¹ Vgl. Th. Diehn u. G. Wilhelms, Angebote von Studien- und Diplomarbeitsthemen, Informationsblätter für den Aushang, Wintersemester 1992/93.

In der Studienrichtung Krankenhausbetriebstechnik wird u.a. auch an Maßnahmen für die Energieeinsparung im Krankenhausbereich gearbeitet. Wie es an anderer Stelle nochmals zu sehen sein wird, gibt es einiges, was bei Großverbrauchern (Krankenhäuser, Hochschulen, Industriebetriebe) analog behandelt werden kann. Allerdings gibt es beim Blick in die Details spezifische und nicht übertragbare Gegebenheiten.

Jüngst wurde im Rahmen einer Projektstudie²¹² ein Maßnahmenkatalog erarbeitet und zusammengestellt, der denkbare Möglichkeiten zur Energieeinsparung bzw. zur Optimierung des Energieverbrauchs beinhaltet. An Beispielen realer Krankenhäuser wurden Maßnahmen zu den Bereichen

- Heizung;
- RLT-Anlagen;
- Hygiene, Wasser, Medizintechnik;
- Elektrotechnik;
- Bautechnik;
- Speisenversorgung, Wäscheversorgung

zusammengetragen.

Im Bereich der Heizungstechnik geschah die Auswahl der Maßnahmen z.B. auf der Grundlage folgender Fragen:

Wo und Wann wird Wieviel Heizleistung in Welcher Form benötigt?

Wie kann das vorhandene Heizenergiepotential

- ohne Auftreten von momentanen maximalen Lastspitzen
- möglichst unter Nutzung von 'Abfallwärme' aus anderen anfordernden Prozessen auf alle Prozesse, die eine Heizleistung anfordern, energetisch optimal verteilt werden?

Was kostet es, wenn ...?²¹³

Entsprechend wurden auch die anderen o.g. Bereiche auf Möglichkeiten zur Energieeinsparung bzw. -optimierung untersucht. Der Einsatz von Blockheiz-

²¹² Wolfgang Riedel (Fachl. Ltg.) [u.a.], *Energieeinsparung im Krankenhausbereich: Maßnahmenkatalog*, Wolfenbüttel, Projektstudie, 1993.

²¹³ Ebd., S. 4 ff.

kraftwerken wird erwogen, die Einsparmöglichkeiten bautechnischer Änderungen werden erörtert, die Wasseraufbereitung wird untersucht und der Einsatz von Computern und Datenbanken wird diskutiert.

Energiemanagement

INSTITUT FÜR VERBRENNUNGSTECHNIK UND PROZESSAUTOMATION

„Energiemanagement steht ... für überlegten, überwachten und wirtschaftlichen Einsatz von Energie in Unternehmen, Betrieben und überall wo Energie umgewandelt wird.“²¹⁴ Einsparung und optimale Ausnutzung von Energie sind aus ökologischer Sicht wichtig und sinnvoll; aber auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist dies mit Vorteilen verbunden, denn es geht fast immer auch mit einer Kosteneinsparung einher. „Sowohl das Auffinden von Möglichkeiten zur weiteren Energieeinsparung als auch zur Nivellierung des Leistungsbedarfes sind Teile der Aufgaben eines betrieblichen Energiemanagements.“²¹⁵ Man unterscheidet hier je nach Betriebsgröße und Energieintensität vier Grundtypen:

- Grundtyp 1 - geringe Betriebsgröße, geringe Energieintensität
- Grundtyp 2 - geringe Betriebsgröße, hohe Energieintensität
- Grundtyp 3 - große Betriebsgröße, geringe Energieintensität
- Grundtyp 4 - große Betriebsgröße, große Energieintensität.²¹⁶

Bei den ersten beiden Grundtypen wird das Energiemanagement in der Betriebsleitung angeordnet, bei Grundtyp 3 und 4 werden spezielle Teams mit der Wahrnehmung beauftragt. Die anfallenden Aufgaben sind zum Teil permanent (beispielsweise das Erstellen und Analysieren von Energieverbrauchsstatistiken) und zum Teil zeitlich befristet (z.B. Festlegung von Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung).

Als Beispiel liegt hier eine Diplomarbeit zugrunde, die ein „Konzept zur Reduzierung der elektrischen Leistungsmaxima“ eines Krankenhauses

²¹⁴ Dietmar Hesse, *Konzepte zur Reduzierung der elektrischen Leistungsmaxima ...*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1990, S. 13.

²¹⁵ Ebd., S. 11.

²¹⁶ Ebd., S. 13.

beinhaltet. Für diese Arbeit wurde ein Energiemanagement-Programm geplant und auch zum Teil durchgeführt. Ein Energiemanagement-Programm besteht aus der Festlegung einer systematischen Bestandsaufnahme der Energieversorgung und der Suche nach Schwachstellen. Hinzu kommt die Erarbeitung energieoptimierender Maßnahmen und deren Durchführung und Kontrolle. Zur Erreichung der Ziele des Managementprozesses muß das Management folgende Funktionen parallel ausüben: Planung, Organisation, Leitung und Überwachung²¹⁷.

In den Betrieben kommen zur Unterstützung des Energiemanagements und der von ihr auszuführenden Energiemanagement-Programme immer häufiger sogenannte Energiemanagement-Systeme (EMS) zum Einsatz. Ein EMS ist in der Lage, in kürzester Zeit eine Vielzahl anlagenspezifischer Daten zu erfassen, zu speichern und auszuwerten; somit sind regelmäßige Soll-/Ist-Vergleiche möglich. Dies ermöglicht rechtzeitige Eingriffe in den Betrieb von Anlagen bei Störungen, was Nutzungseinschränkungen beheben oder minimieren kann. EMS sind auch bekannt unter den Bezeichnungen:

- Systeme der Gebäudeleittechnik (GLT) oder als
- Prozeßleitsystem bei Systemen, die eine Energieoptimierung ermöglichen.²¹⁸

Ein einfaches Beispiel für eine kleine EMS sind programmierbare Schaltuhren zur gezielten Abschaltung von Verbrauchern; ein komplexes EMS ist beispielsweise die Reduzierung des Beleuchtungsenergiebedarfes.

Ziel der zugrunde liegenden Arbeit war die Reduzierung der Stromkosten; dies geschah in erster Linie über die Reduzierung des Leistungskostenanteils. Zur Erreichung des Ziels wurde ein Bündel von Maßnahmen erarbeitet, welches eine Einsparung von mehr als 10 Prozent realistisch erscheinen läßt.

Möglichkeiten für eine fachübergreifende Zusammenarbeit:

²¹⁷ Vgl. Günter Borch (Hg.), *Energiemanagement*, Energieberatung, Energiemanagement Bd. 1 (Berlin [usw.]: Springer, 1986), S. 35.

²¹⁸ Hesse, S. 22.

In diesem Bereich ist eine engere Zusammenarbeit mit entsprechenden Bereichen (Energietechnik) im Fachbereich Elektrotechnik oder auch im Fachbereich Informatik (für die eingesetzten EDV-Systeme) denkbar.

Energieoptimale Regelung bei Heiz- und Klimaanlage

INSTITUT FÜR VERBRENNUNGSTECHNIK UND PROZESSAUTOMATION

Auch diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Problem der Energieeinsparung. Bislang ist bei Gebäudeheizungen eine Regelung von Heizanlagen über eine witterungsgeführte Vorlauftemperatur-Regelung und eine Einzelraumregelung über Thermostatventile üblich. Diese Regelung erfolgt an sogenannten Heizkurven, die meist nur sehr ungenau eingestellt sind.²¹⁹ Bei dieser gesamten Konzeption wird die innere Last eines Gebäudes nie mit erfaßt; was aber unbedingt erforderlich ist, wenn die Heizung optimal an den Bedarf angepaßt sein soll.²²⁰

Für die Bewältigung dieses Problems sind verschiedene Lösungsansätze angedacht, die aber zumeist das Problem nicht mit erfassen, daß einzelne Räume unterschiedliche Heizlasten haben. „Eine exakte Lösung dieses Problems liefert nur das im folgenden ... beschriebene Verfahren der Einzelraumregelung mit DDC-Technik und Buskommunikation.“²²¹

An der Ventilstellung des Heizkörpers läßt sich die tatsächlich angeforderte Heizlast eines Raumes ablesen. „Ist ein Heizkörperventil teilweise geschlossen, so ist die Vorlauftemperatur zu hoch gewählt und könnte gesenkt werden. Da Räume unterschiedlicher Lasten bei gleicher Vorlauftemperatur unterschiedliche Ventilstellungen haben müssen, muß die Vorlauftemperatur nur an den Raum mit höchster Heizlast angepaßt werden, d.h. in diesem Raum sollte das Ventil ganz geöffnet sein.“²²² Realisiert werden kann diese Forderung durch den Einsatz von DDC-Technik mit Buskopplung, bei der alle Daten in die Zentrale übertragen werden. In dem zentralen DDC-Gerät wird der Raum mit der größten Wärmeanforderung ermittelt. Das Ventil dieses Raumes wird durch Absenkung der Vorlauftemperatur möglichst weit (ca. 90 Prozent) geöffnet.

²¹⁹ S. Baumgarth, „Energieoptimale Einzelraumregelung bei Heiz- und Klimaanlage“, *HLH 43* (1992), S. 20.

²²⁰ S. Baumgarth, „Strategien zur energieoptimalen Heizungsregelung“, *HLH 42* (1991), S. 315.

²²¹ Ebd., S. 317.

²²² Baumgarth, „Strategien“, S. 317.

Diese Regelungsstrategie sorgt für eine optimale Anpassung der Vorlauftemperatur an den tatsächlichen Bedarf. Es müssen keine Heizkurven mehr eingestellt werden und innere Lasten werden mit berücksichtigt.²²³ Damit kann der Energieverbrauch minimiert werden.

„Das bei Heizanlagen beschriebene Verfahren der Anpassung der Energieaufbereitung an den tatsächlichen Bedarf im Gebäude ... läßt sich in gleicher Weise auf Klimaanlage übertragen.“²²⁴

Diese Arbeiten laufen im Rahmen des AGIP-Projekts „Regelungsstrategien in CAE-Technik“.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Von der Thematik her bietet sich eine Zusammenarbeit mit den entsprechenden Bereichen im Fachbereich Elektrotechnik und auch im Fachbereich Informatik an. Im Fachbereich Elektrotechnik wird z.B. an Projekten mit Bussystemen gearbeitet.

Gerade im Bereich der Raumklimatisierung (vornehmlich Heiz- und Klimaanlage für Wohn- und Geschäftsräume) sollte zukünftig noch mehr auf das Verhalten und die Empfindungen der Menschen eingegangen werden. Dies würde auch eine sozialwissenschaftliche Unterstützung erfordern.

FCKW-freie Kältekreisprozesse

Im Labor für Energie- und Kältetechnik wird u.a. auch an Ersatzstoffen für das ozonzerstörende FCKW für den Einsatz in Kältekreisprozessen geforscht. Im folgenden werden kurz Themen aufgelistet, an den gearbeitet wird bzw. an denen Arbeiten geplant sind:

Kaltdampf-Kompressionskältemaschine mit R 134a: In einer Literaturrecherche sollen die Eigenschaften von R 134a mit den Eigenschaften anderer Kältemittel verglichen werden. Weiterhin werden an einer zu überarbeitenden Anlage Untersuchungen zur Bestimmung des Betriebsverhaltens, zu Energetischer und Exergetischer Bilanzierung,

²²³ Ebd., S. 318.

²²⁴ Baumgarth, „Einzelraumregelung“, S. 21.

zur Analyse des Kreisprozesses und zur Modifizierung der Anlage durchgeführt.

Ammoniak-Kaltwassersatz: Hier werden die Eigenschaften von Ammoniak recherchiert. Die Untersuchung der Auswirkungen dieser Eigenschaften auf das Anlagenverhalten, Installation und Inbetriebnahme einer vorhandenen Anlage und weitere Arbeiten werden durchgeführt.

Ammoniak-Absorptions-Kälteanlage: Die Anlage wird angeschlossen und in einen Versuchsstand eingebunden. Neben weiteren Untersuchungen ist eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungen im kleinen Leistungsbereich geplant.

Kaltluft-Kältemaschine: An einem G40-Lader (Scroll-Verdichter, VW) sollen Untersuchungen durchgeführt werden mit dem Ziel, herauszufinden unter welchen Umständen eine mit Hilfe einer Expansionsmaschine aufgebaute Kaltluftkältemaschine konkurrenzfähig zu anderen Kaltluftkältemaschinen ist. Gedacht wird dabei an den Einsatz in Kfz-Klimaanlagen.²²⁵

Dies ist ebenfalls nur eine Auswahl von geplanten oder in Arbeit befindlichen Themen.

Gleichverteilung von Schädlingsbekämpfungsmitteln

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

Hintergrund dieser Arbeit ist die Verringerung des Gifteinsatzes in der Landwirtschaft. In Zusammenarbeit mit einer Forschungseinrichtung des Bundes wird dort an einem Versuchs- und Prüfstand gearbeitet, auf dem das technische Gerät zur Giftverteilung geprüft wird. Beim Einsatz in der Praxis wird das Gift über 20 m breite Ausleger - die i.d.R. am hinteren Ende eines Schleppers angebracht sind und an einen ebenfalls dort angebrachten Tank angeschlossen werden - verteilt. Durch eine undefinierte Verteilung der

²²⁵ Vgl. Diehn u. Wilhelms. - R 134 a = Zahlenkode für ein FKW-Kältemittel.

chemischen Stoffe wird mehr Gift auf den Acker aufgebracht, als für notwendig erachtet wird.

An den Auslegern sind in einem Abstand von 0,4 m Düsen angebracht. Bisher besteht das Problem, daß aus den Düsen keine gleichverteilte, definierte Menge austritt. Auf dem o.g. Prüfstand werden diese Ausleger untersucht. Mit Hilfe von strömungstechnischen Untersuchungen soll die Hydraulik des Prüfstandes dahingehend optimiert werden, daß exakte Untersuchungen möglich sind. Ziel ist die Ermöglichung einer definierten Giftverteilung.²²⁶

Optimierung von Pumpenuntersuchungen

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

In dieser Arbeit wird ebenfalls mit der zuvor genannten Forschungseinrichtung zusammengearbeitet. Dabei steht das gleiche Ziel - die definierte Ausbringung von Pestiziden - im Mittelpunkt. Aufgabe ist hier die Optimierung eines Versuchsstandes für Baumusterprüfungen von Kolbenpumpen. Auf diesem Versuchsstand werden die Kennlinien größerer Kolbenpumpen zur Ausbringung von Pestiziden untersucht. Ziel sind möglichst gleichmäßig arbeitende Pumpen, die eine kontinuierliche Ausbringung ermöglichen. Dabei ist neben der Verringerung des Gifteinsatzes auch die Reduzierung des Energieeinsatzes für die Pumpen von Interesse.²²⁷

Recycling

INSTITUT FÜR RECYCLING

Bei der Behandlung der Abfallproblematik steht an erster Stelle die Vermeidung der Abfälle; sollte dies nicht möglich sein, ist eine Wiederverwertung anzustreben. Durch das Recycling werden die Abfallstoffe wieder dem Stoffkreislauf zugeführt, weshalb das Recycling zukünftig bei der Bewältigung der Abfallprobleme eine große Rolle spielen wird.

²²⁶ Antw. Prof. Krüger; u. Gespräch mit Dipl.-Ing. Dietmar Domin (Laboringenieur).

²²⁷ Antw. Prof. Krüger; u. Gespräch mit Dipl.-Ing. Dietmar Domin (Laboringenieur).

Im Zusammenhang mit dem Aufbau des Studiengangs *Recycling* und des *Instituts für Recycling* in Wolfsburg wurde eine Studie durchgeführt, die von der Hochschule mit dem Namen *Recyclingtechnologien*²²⁸ gegen Ende des Jahres 1992 veröffentlicht wurde. Ziel der Studie war es, Erkenntnisse über die derzeitigen Techniken und Probleme im Bereich des Recyclings zusammenzustellen, um Anhaltspunkte

- zur Gestaltung des Hauptstudiums im Studiengang Recycling und
- zu Tätigkeitsfeldern in der Forschung und Entwicklung

zu gewinnen. Die Studie basiert auf einem breiten Studium der entsprechenden Literatur.²²⁹

Zu den Aufgaben des Instituts für Recycling zählt neben der Lehre die Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit folgenden Zielen:

- „- Vermeidung von Abfällen durch optimierte Produktions- und Verfahrenstechnologien,
- Aufarbeitung von Produktionsrückständen mit dem Ziel einer weitgehenden prozeßinternen Verwertung,
- Entwicklung von Verwertungsverfahren für schwer recycelbare Produkte,
- Entwicklung verbesserter Verfahren zur energetischen Nutzung von Abfällen und Reststoffen,
- Aufstellung von Ökobilanzen.“²³⁰

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Eine fachübergreifende Zusammenarbeit bietet sich hier zukünftig mit sämtlichen technischen Fachbereichen an, da die dort konstruierten Produkte fast alle eines Tages zu Abfall werden. An die Wiederverwertbarkeit sollte also schon bei der Entwicklung gedacht werden - als Stichwort sei z.B. Elektronikschrott genannt. An eine Zusammenarbeit mit dem *Institut für Fahrzeugbau Wolfsburg* ist bereits gedacht.

²²⁸ Till Quabeck u. Otto Carlowitz, ...: *Eine Zusammenfassung aus dem Schrifttum*, Hochschulreihe Bd. VII (Wolfenbüttel: Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992).

²²⁹ Vgl. Quabeck u. Carlowitz, S. 6.

²³⁰ Ebd., S. 5.

Solare Trinkwassererwärmung

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

Die Nutzung der Sonnenenergie ist eine der ökologisch sinnvollsten Arten, den Energiebedarf zu decken. Eine Form der Solarenergienutzung ist die Wassererwärmung. Diese wird z.B. zur Erwärmung von Schwimmbadwasser eingesetzt, denn die stärkste Sonneneinstrahlung stimmt (in unseren Breiten) mit dem Nutzungszeitraum (Freibäder) überein.

Ein anderes Einsatzgebiet für Solarkollektoren ist die Erwärmung von Trinkwasser; sie kann im Sommer ggf. die gesamte Warmwasserversorgung eines Einfamilienhauses übernehmen. Von der Dachausrichtung her ist eine hohe Zahl von Ein- und Mehrfamilienhäusern mit bis zu drei Geschossen für die solare Warmwasserbereitung geeignet.

Für die Warmwasserbereitung hat sich bei unseren Wetterbedingungen der Flachkollektor als beste Lösung herausgestellt. Seine Vorteile liegen darin, daß er ein breites Spektrum der Sonnenstrahlung nutzen kann und der Sonne nicht nachgeführt werden muß. Am effektivsten arbeitet der Flachkollektor bei einem Neigungswinkel von 30° - 50° und bei einer Ausrichtung nach Süden.

Auch die solare Trinkwassererwärmung wurde bereits in zahlreichen Arbeiten untersucht. Für diese Arbeiten ist im Heizungslabor ein entsprechender Prüfstand vorhanden.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Bei Fragen, die die Sonneneinstrahlung bzw. deren Messung und die Auswertung der Meßergebnisse betreffen kann mit dem Fachbereich Elektrotechnik zusammengearbeitet werden.

Wassertechnologie

Neben den Arbeiten der Abwassertechnik, von denen zuvor im Rahmen des *Forschungsschwerpunktes »Ver- und Entsorgungstechnik«* ein Projekt vorgestellt wurde, gehört in diesen Bereich auch die Trinkwasserversorgung.

In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß das Labor für Wassertechnik, zusammen mit dem Labor für Mikrobiologie, eine vom Niedersächsischen Sozialministerium anerkannte Trinkwasseruntersuchungsstelle ist. Die technische und personelle Ausstattung des Labors ermöglicht eine Reihe von Arbeiten im Bereich der Wasserver- und -entsorgung. In der Forschung arbeitet das Labor für Wassertechnik derzeit in drei Forschungsbereichen:

- „- Einstellung des Kalkkohlenensäure-Gleichgewichts im Wasser (BMFT),
- Entfernung von Arsen aus geogen belasteten Grundwässern (BMFT),
- Optimierung der Flockung in Hinblick auf die Chlorzehrung (VW-Stiftung).“²³¹

„Die beiden durch das BMFT geförderten Forschungsbereiche stehen in engem Zusammenhang mit Fragestellungen, die sich bei der Wasserversorgung aus Grundwasservorkommen ergeben und daher auch in Niedersachsen von Bedeutung sind. Das von der VW-Stiftung geförderte Vorhaben wird mit der Shanghai-University of Engineering Science durchgeführt. Es soll zur Verbesserung der Trinkwasserqualität hochbelasteter Rohwässer dienen.“²³²

Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Weiterentwicklung von Recycling-Verfahren in der Wassertechnologie. Zu diesem Themengebiet wird hier z.B. an der Wasseraufbereitung im Kreislaufprozeß kommunaler Bäder gearbeitet.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Ein möglicher Bereich fachübergreifender Zusammenarbeit bietet sich hier bei der Entsorgung von Kühl-Schmierstoffen, die im Maschinenbau eingesetzt werden.

Windrad-Wärmepumpen-Prüfstand

²³¹ Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, 20 J. Fb. *Versorgungstechnik*.

²³² Fhs. Braunschweig/Wolfenbüttel, 20 J. Fb. *Versorgungstechnik*.

INSTITUT FÜR HEIZUNGS- UND KLIMATECHNIK

In diesem Projekt steht ein weiteres Mal die Einsparung von Energie im Mittelpunkt. Gleich zwei Technologien sollen hier zusammen zur Anwendung kommen; es sind dies eine Wärmepumpe und eine Windkraftanlage.

Wärmepumpen sind Heizsysteme, die einen Teil der Heizwärme der Umgebung entnehmen. Wärmequellen können Umgebungsluft, Erdreich, Ab- oder Grundwasser sein. Die Antriebsenergie - welche auch für eine ökologische Bewertung relevant ist - für eine Wärmepumpe, kann sowohl Elektrizität als auch Brennstoff (Gas, Diesel) sein. Oft werden Wärmepumpen in Verbindung mit herkömmlichen Heizanlagen betrieben. Der Wind ist eine klassische 'erneuerbare' Energiequelle; der sinnvolle Einsatz ist von den örtlichen Windverhältnissen abhängig.

Das Thema Wärmepumpe angetrieben durch Strom einer Windkraftanlage war bereits Inhalt einiger Arbeiten. Beispielsweise wurde in einer Diplomarbeit²³³ an einer bestehenden Windkraftanlage am Harzrand untersucht, wie sich eine solche Wärmepumpenanlage mit einer bestehenden Heizanlage kombinieren läßt.

Derzeit wird an einem „Windrad-Wärmepumpen-Prüfstand“ gearbeitet. Dieser Prüfstand baut auf einen bestehenden Versuchsstand auf, an dem bereits Simulationen gefahren wurden. Im einzelnen besteht der Prüfstand aus: einem Wärmeleistungsrechner, zwei Heißwasserstandspeichern mit eingebauten Heizstäben, zwei Brauchwasserwärmepumpen (Kompaktgeräte), der entsprechenden hydraulischen Anlage, einem Windgeber und einem Windtransmitter zur Messung und Verarbeitung der benötigten Winddaten sowie einer Sicherheitseinrichtung.²³⁴ Außerdem gehört zu dem Prüfstand eine Zweiblattrotor-Windkraftanlage mit einer Spitzenleistung von 5 kW, die allerdings z.Z. noch nicht errichtet ist. Die Regelung der Anlage und die Meßwerterfassung und -auswertung geschieht über einen Personalcomputer, die Modifizierung der Anlage und die Änderung des Regelungsprogramms ist Teil einer laufenden Diplomarbeit.²³⁵

²³³ D. Hartmann, *Autarke Wärme- und Stromerzeugung mit einer Windkraftanlage*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1992.

²³⁴ Vgl. Mark Boé, *Aufbau und Betrieb eines Windrad-Wärmepumpen-Versuchsstandes*, Wolfenbüttel, Diplomarbeit, 1992, S. 14 ff.

²³⁵ Vgl. Martin Grätz, *Windrad-Wärmepumpen-Prüfstand*, Wolfenbüttel, Studienarbeit, 1993, S. 34 f. [in Arbeit].

Hintergrund dieses Vorhabens ist die Untersuchung von Energieausnutzung und Wirtschaftlichkeit einer windkraftbetriebenen elektrischen Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung.

Möglichkeiten fachübergreifender Zusammenarbeit:

Hier ist eine Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Elektrotechnik denkbar.

FuE-Tätigkeiten von Lehrbeauftragten:

Abfall- und Abwassertechnik

/ Planung und Betrieb von Kompostierungsanlagen (organische Reststoffe aus Kommunen, Lebensmittelindustrie, Landwirtschaft);

/ Entwicklung einer großtechnischen Abfall- und Abwasserbehandlungsanlage.

Kompostierung

Arbeiten im Bereich der Abfallkompostierung an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig.

Personal und Ausbildung

/ Verwendung umweltfreundlicher Materialien in der Ausbildung;

/ Arbeit an Möglichkeiten eines Einbaus der Umweltproblematik in den Bereich Ausbildung u. Personal.

Raumflug- und Reaktortechnik

Die Projekte (an der TU Braunschweig) beinhalten die Bereiche: Energieversorgung, Entsorgung, rationelle Energienutzung.

Tabelle 9: Ökologisch relevante Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Fachbereich Versorgungstechnik.

| Thema | ökolog. Bezug |
|--|--|
| Reduzierung des Energieverbrauchs und der Emissionen größerer Heizungsanlagen | Energieeinsparung, Ressourcenschonung; Forschungsschwerpunkt »Ver- und Entsorgungstechnik« (FSVE) |
| Energiemanagementsystem zur Analyse, Überwachung und Reduzierung des Energieverbrauchs | dto.; FSVE |
| Verbrennung von Wasserstoff in Feuerungen bis ca. 100 kW Feuerungswärmeleistung | Ersatz für fossile Brennstoffe, Ressourcenschonung, Schadstoffemissionen; FSVE |
| Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffauswurfes aus Feuerungen durch optimierte Regelungsstrategien | Schadstoffemissionen; FSVE |
| Abgasrückführung bei atmosphärischen Feuerstätten | dto.; FSVE |
| Qualitätskriterien für die analytische Bestimmung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen im Abwasser | Abwasserbehandlung, Schadstoffemissionen, Umweltanalytik; FSVE |
| Emissionsanalyse und -minimierung biotechnischer Entsorgungsverfahren | Abfall-, u. Abwasserbehandlung, Schadstoffemissionen, Umweltanalytik, Mikrobiologie; FSVE |
| Umweltüberwachung von insbesondere radioaktiven Stoffen und Untersuchung ihrer Anreicherung in Luft- und Flüssigkeitsfiltern | Umweltanalytik; FSVE |
| Abfallentsorgungskonzept für Krankenhäuser | Abfallbehandlung |
| Abluft- und Abgasreinigung | Schadstoffemissionen, verschiedene Projekte |

Tabelle 9: Fortsetzung

| Thema | ökolog. Bezug |
|--|---|
| Biotechnologische Entsorgung | Abfall- u. Abwasserbehandlung, Schadstoffemissionen, Gewässer- u. Bodenschutz, Umweltanalytik |
| Blockheizkraftwerke | Ressourcenschonung, Energieeinsparung |
| Brennwerttechnik mit Kunststoffen | dto. |
| Energiebedarfsminimierung in der Energie- und Kältetechnik | dto. |
| Energieeinsparung im Krankenhaus | dto. |
| Energiemanagement | dto. |
| Energieoptimale Regelung bei Heiz- und Klimaanlage | dto. |
| FCKW-freie Kältekreisprozesse | FCKW-Ersatz, 'Ozonloch' |
| Gleichverteilung von Schädlingsbekämpfungsmitteln | Reduzierung des Gifteinsatzes |
| Optimierung von Pumpenuntersuchungen | dto., Energieeinsparung |
| Recycling | Abfallbehandlung, Ökobilanzen |
| Solare Trinkwassererwärmung | regenerative Energien, Ressourcenschonung |
| Wassertechnologie | Trinkwasser, Abwasserbehandlung, Umweltanalytik |
| Windrad-Wärmepumpen-Prüfstand | regenerative Energien, Ressourcenschonung |
| Lehrbeauftragte | |
| Abfall- und Abwassertechnik | Abfall- u. Abwasserbehandlung |
| Kompostierung | Abfallbehandlung |
| Personal und Ausbildung | Sensibilisierung für Umweltfragen |
| Raumflug- und Reaktortechnik | Ressourcenschonung, Energieeinsparung, Entsorgung |

2.7 Fachbereich Wirtschaft

Da sich der Fachbereich Wirtschaft noch in der Aufbauphase befindet und nur wenige Professorenstellen schon besetzt sind, finden hier noch keine FuE-Arbeiten statt. Geld spielt auch im Umweltbereich eine entscheidende Rolle, deshalb kann es hier zukünftig interessante Themen geben.

Der erste im Fachbereich Wirtschaft berufene Professor, Dr. Horst Ey, plant im Rahmen von Diplomarbeiten Firmenprojekte durchzuführen, die auch Fragen von Ökologie und Umweltschutz behandeln sollen. Hierzu finden derzeit erst Gespräche mit Industrievertretern statt, fertige Arbeiten gibt es verständlicherweise noch nicht.²³⁶

²³⁶ Antw. Professor Dr. Horst Ey, Fachbereich Wirtschaft.

2.8 Fachbereichsübergreifende FuE

Hochschulentwicklung

Im Rahmen der Hochschulentwicklung wird auch der Umweltschutz im ‘Tagesbetrieb’ der Hochschule verstärkt. Seit dem Sommer 1992 gibt es das Hauptsachgebiet (HSG) VII mit den Aufgaben Umweltschutz und Arbeitssicherheit. Derzeit wird vor allem im Bereich Abfallentsorgung und Recycling gearbeitet. Dabei ist die sichere Lagerung und Entsorgung von Gefahrstoffen aus Laboren und Werkstätten wichtiges Thema.²³⁷ Im Rahmen dieser Arbeit ist dieser Bereich ein Randaspekt, er kann aber auch bei FuE-Arbeiten mit einbezogen werden.

Lehrbeauftragte:

Ethische Urteilsbildung zum Problemfeld gentechnologisch arbeitender Biotechnologie

Mitarbeit an dem Nachschlagewerk *Recht der Biotechnologie*, hg. von Jürgen Simon. „Angesichts der sich schnell fortentwickelnden Verfahren dieser Technik gilt es die mit der Forschung, Anwendung und Produktion verbundenen Risiken zu begrenzen. Hierbei ist eine ethische Analyse des Problemfeldes unentbehrlich.“²³⁸

Lehren und Lernen philosophischer Ethik

„Die Schwierigkeiten der Lehre philosophischer Ethik an Technischen Ausbildungsstätten ergibt sich aus der Überfüllung des Studienplanes in diesen Fächern und der geringen Relevanz die ethischen Fragestellungen zugemessen wird. In diesem Problemzusammenhang sind auch Umweltethische Fragestellungen einzuordnen.“²³⁹

²³⁷ Vgl. Antw. Professor Dr. rer. nat. Wolf-Rüdiger Umbach, Fb. Versorgungstechnik, Rektor der FH Braunschweig/Wolfenbüttel; u. Roland Distler u. Marietta Schibilak, “Die Aufgaben des Hauptsachgebietes VII”, *fh intern* Nr. 2, Heft 1 (1993), S. 31 f.; und andere Beiträge in genannter Schrift.

²³⁸ Antw. Dr. Heckmann.

²³⁹ Ebd.

III. KRITISCHE BETRACHTUNGEN

In diesem Kapitel wird nun das *ökologische Potential* der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel deutlicher umschrieben. Das heißt nachdem die für diese Arbeit wichtigsten Eindrücke und Begebenheiten der Gegenwart beschrieben und besprochen wurden und nachdem die Arbeiten an dieser Hochschule dokumentiert wurden, welche die Forschenden und Lehrenden dieser Hochschule in Beziehung zu Ökologie und Umweltschutz sehen, versuche ich nun, den Hintergrund des Dokumentierten kritisch zu betrachten. Das geschieht mit Hilfe des im ersten Kapitel formulierten Verständnisses von Ökologischem und durch die Ergänzung mit sinnvoll erscheinenden Ideen.

Dazu folgen noch einige ergänzende Informationen, die für die Beurteilung des Gesamtbildes hilfreich sein können. Auf welcher zahlenmäßigen Grundlage basiert die Dokumentation, wie weit sind andere Hochschulen und welche Bedeutung kommt Hochschule und Wissenschaft im ökologischen Gesamtzusammenhang zu? Dies alles wird erörtert, damit das Geflecht, in dem das ökologische Potential dieser Fachhochschule zu sehen ist, möglichst deutlich sichtbar wird.

1. Informationen zur Umfrage

Im Rahmen der Umfrage wurden 110 Professorinnen und Professoren dieser Fachhochschule und dazu 13 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Fachbereich Sozialwesen sowie 154 Lehrbeauftragte dieser Hochschule mit einem kurzen Fragebogen angeschrieben (vgl. Anhang). Beantwortet wurde diese Umfrage von 52 Professorinnen und Professoren, von 4 wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (Fb. S) sowie von 64 Lehrbeauftragten (Abb. 3). Von den Befragten sahen 63 Personen (32/1/30) in ihrer Arbeit im Bereich der Lehre Bezüge zu Ökologie und Umweltschutz - einige davon allerdings nur entfernt oder am Rande (Abb. 4), und im Bereich Forschung und Entwicklung sahen 46 Personen (29/2/15) in ihrer Arbeiten einen Bezug zu Ökologie und Umwelt

schutz (Abb. 5).²⁴⁰

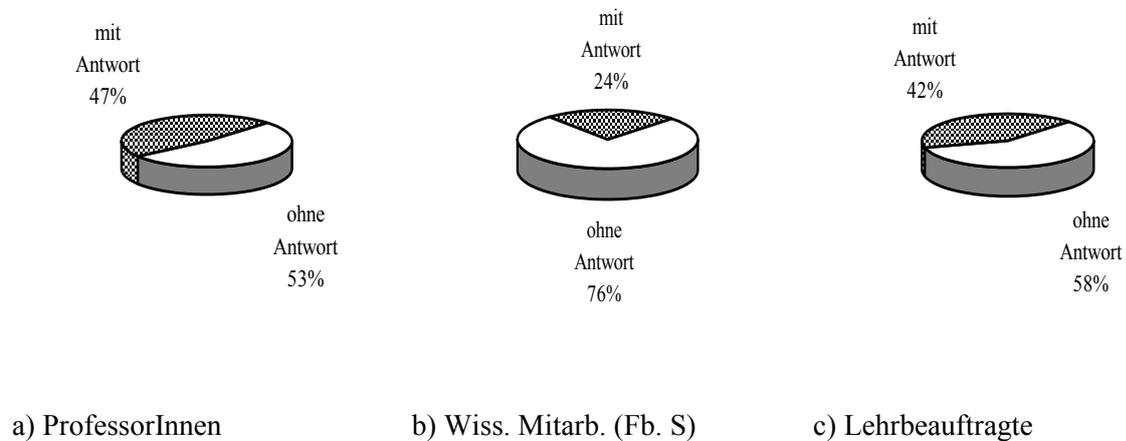


Abb. 3: Anteil der Personen mit Antworten und Anteil ohne Antworten.

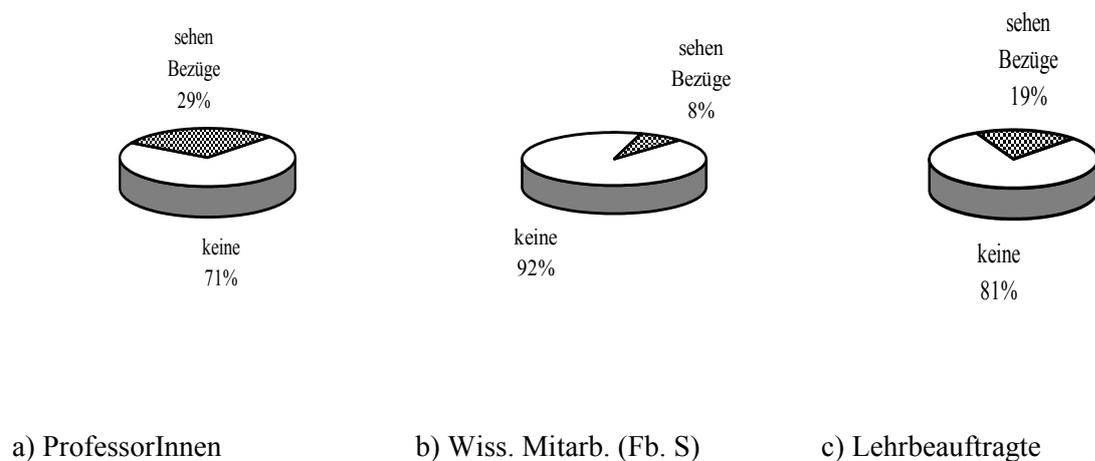


Abb. 4: Anteil der Befragten mit Bezug zu Ökologie in der Lehre gegenüber dem Anteil, der keine Bezüge sieht bzw. der nicht geantwortet hat.

²⁴⁰ Die hier genannten Zahlen stimmen mit den Zahlen, die sich aus der Dokumentation (Kapitel II.) ergeben nicht völlig überein. Zum einen haben sich im Verlauf der Arbeit noch Veränderungen ergeben - die Umfrage fand von Dezember '92 bis April '93 statt, und zum anderen wurden neben der Umfrage auch andere Quellen verwendet (vgl. Kap. II.). - Am Fachbereich Sozialwesen arbeiten wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die z.T. auch zum Lehrkörper gehören und die gleichen Aufgaben wie Professorinnen und Professoren wahrnehmen.

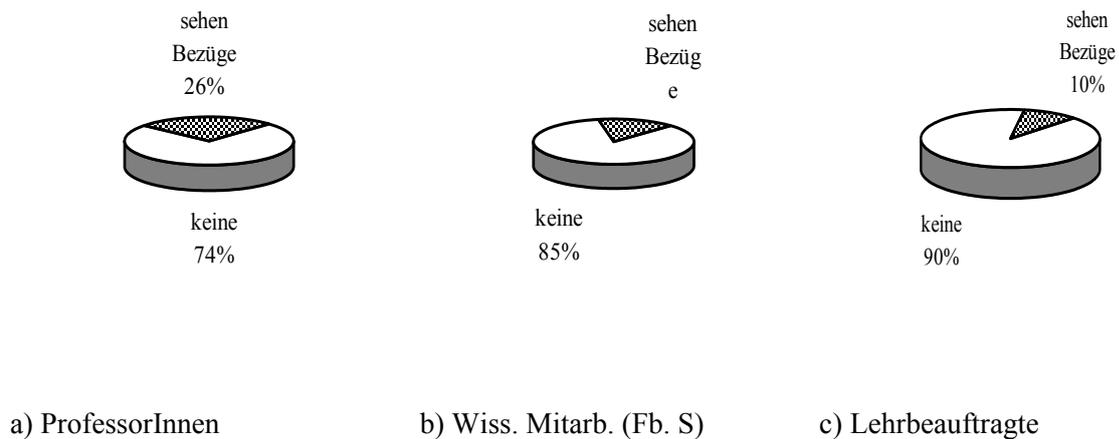


Abb. 5: wie Abbildung 4, aber in Forschung und Entwicklung.

Diese Zahlen deuten an, wie viele der in Lehre und Forschung tätigen Menschen an dieser Hochschule dem Bereich Ökologie und Umweltschutz Bedeutung beimessen und wie viele dieser Personen auch in diesem Bereich tätig sind bzw. ihn in der Lehre ansprechen. Die Tätigkeiten im Bereich Ökologie und Umweltschutz fristen kein absolutes Schattendasein mehr, sie sind allerdings aus vielen Bereichen noch weitgehend ausgeschlossen oder nehmen dort zumindest noch eine Randstellung ein. Weiter möchte ich die Zahlen aber nicht interpretieren, da sie sonst in ihrer Aussagekraft überbewertet werden.

2. Andere Hochschulen

Für eine kritische Betrachtung des ökologischen Potentials dieser Hochschule ist es auch von Bedeutung, was an anderen Hochschulen bisher schon im Bereich Ökologie und Umweltschutz getan wird. Denn die Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel ist ein Teil zahlreicher Systeme; eines davon ist das Bildungssystem, in dem es u.a. mit Schulen und mit anderen Hochschulen vernetzt ist. Deshalb wird hier kurz - vornehmlich exemplarisch und nicht vertiefend - beschrieben, was an anderen Hochschulen (hauptsächlich in

Niedersachsen) zu finden ist. Dazu wurde im Juni 1993 vom Land Niedersachsen eine Bestandsaufnahme vorgestellt, in der die *Forschung und Lehre im Bereich Ökologie und Umwelt an niedersächsischen Hochschulen* dokumentiert ist. In Niedersachsen sind an der Mehrzahl der Hochschulen Tätigkeiten im Bereich Ökologie und Umweltschutz zu finden; laut der o.g. Studie bilden nur einige nichtstaatliche Hochschulen sowie die Hochschulen mit einer sehr begrenzten Zahl von Disziplinen (Kunst, Tiermedizin, ...) eine Ausnahme - sie meldeten keine Tätigkeiten in diesem Bereich.

Gemessen an der Zahl der Aktivitäten und an der Zahl der tätigen Disziplinen zeigen die drei Universitäten Braunschweig (TU), Göttingen und Hannover die meisten Unternehmungen - was hier aber nur quantitativ zu sehen ist und wohl auch mit der Größe der Hochschulen zusammenhängt. Für einen Vergleich heranzuziehen sind im Fall der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel vor allem die anderen Fachhochschulen. Quantitativ betrachtet sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Fachhochschulen nicht besonders groß. Die Aktivitäten beschränken sich meist auf einzelne Studiengänge oder Fachbereiche. Ob und wie weit die dokumentierten Aktivitäten ökologisch sinnvoll sind, wird in der zitierten Arbeit nicht kommentiert, denn die genannte Untersuchung ist eine „Bestandsaufnahme ohne jegliche inhaltliche Bewertung der Hochschulaktivitäten im Untersuchungsfeld“²⁴¹. Zusammenfassend kommt die Studie allerdings zu folgendem Urteil: „Verglichen mit dem Gesamtangebot scheint der Bereich Ökologie und Umwelt in vielen Fällen (noch) unterrepräsentiert und bedarf durchaus weiterer Förderung.“²⁴² Professor Becker vom Institut für sozial-ökologische Forschung in Frankfurt am Main sortiert in seiner Expertenstellungnahme die „Selbstbeschreibungen und Selbstdarstellungen der Hochschulen“ mittels einer „Typologie“ in sechs Stufen: Diese gehen von „Ignoranz“ (1) über „semantische Anpassung“ (2), „Umakzentuierung“ (3), „Subsystembildung“ (4) zur „problem- und projektbezogenen Kooperation“ (5) und schließlich zu einem „radikalen Paradigmenwechsel“ (6), welcher allerdings an den niedersächsischen Hochschulen nicht zu finden ist.²⁴³

²⁴¹ Institut für Entwicklungsplanung und Strukturforschung, Erika Gerl u. Inge Schütt, *Lehre und Forschung im Bereich Ökologie und Umwelt an niedersächsischen Hochschulen*, IES-Berichte 110.93, Hannover, Institut für Entwicklungsplanung und Strukturforschung GmbH an der Universität Hannover, 1993, als Manuskript vervielfältigt, S. A3.

²⁴² Ebd. (Hervorhebungen im Original).

²⁴³ Egon Becker, Stellungnahme bei der Expertenanhörung zu »Ökologie und Umwelt an Niedersächsischen Hochschulen« am 8. Juni 1993 in Hannover (Frankfurt a. M.: o.J. [1993]) [vervielfältigt], S. 2 ff.

Richtungsweisend für diese Arbeit können im Bereich der Lehre z.B. ökologisch ausgerichtete Pflicht- und Wahlpflichtfächer sein, die es an einzelnen Hochschulen in breiterem Umfang gibt als an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel. Laut genannter Studie gibt es beispielsweise im Diplomstudiengang Architektur an der FH Hannover in sämtlichen Vertiefungsrichtungen solche Fächer. Besonders bemerkenswert ist der geplante Diplomstudiengang *Angewandte Ökologie* im Fachbereich Sozialwesen der Fachhochschule Ostfriesland mit den *Schwerpunkten Umweltberatung und Umweltpädagogik*.

Für den Bereich Forschung und Entwicklung ist das vom Kabinett beschlossene *Landesinstitut für Umwelttechnik* zu nennen, in welchem die TU Clausthal, die TU Braunschweig, die Universität Hannover und die FH Ostfriesland zusammenarbeiten sollen. Teil ist dann das schon bestehende *Clausthaler Umwelttechnik-Institut* (CUTEC). In der CUTEC-Institut GmbH arbeiten acht wissenschaftlich tätige Fachabteilungen und weitere zentrale Bereiche zusammen. Die Palette reicht von Prozeß- und Umweltanalytik über Energieverfahrenstechnik, Abfalltechnik, Recycling und Umweltrecht (um einige Bereiche zu nennen) bis hin zu Umweltbildung und Technikbewertung. Ein anderes Projekt ist der Forschungsverbund *regenerative Energiequellen*. Dieser Verbund mit seiner Koordinationsstelle an der Universität Oldenburg vereint alle niedersächsischen Schwerpunkte in diesem Bereich in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen.²⁴⁴

Gemessen an diesen und weiteren Aktivitäten tritt die FH Braunschweig/Wolfenbüttel im Bereich Ökologie und Umweltschutz bisher nicht auffallend in Erscheinung. Die Arbeiten in diesem Bereich beschränken sich - wie allerdings an anderen Hochschulen vergleichbarer Größe in ähnlicher Weise - zu großen Teilen auf einen Fachbereich. Die bisherige Zurückhaltung belegt auch eine Erhebung zu Umwelttechnik in Niedersachsen aus dem Jahr 1990, in der die Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel überhaupt nicht erwähnt wird; insgesamt sind dort Forschungsarbeiten aus elf niedersächsischen Hochschulen dokumentiert²⁴⁵.

²⁴⁴ Vgl. Institut für sozial-ökologische Forschung, Thomas Jahn, Peter Wehling [u.a.], *Möglichkeiten und Ziele einer Förderung der sozial-ökologischen Zukunftsforschung: Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums* (Hannover; Frankfurt a. M.: 1992), S. 75 f.; u. CUTEC-Institut, *CUTEC-Institut GmbH - Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH* (Clausthal-Zellerfeld: 1993) [Informationsbroschüre].

²⁴⁵ Vgl. Fachkoordinierungsstelle Umwelttechnik des Landes Niedersachsen (Hg.), *Umwelttechnik in Niedersachsen: Umwelttechnikrelevante Forschungsprojekte an niedersächsischen Universitäten und Fachhochschulen*, Erfassung 1990 (Clausthal-Zellerfeld: 1990).

Alles in allem ist festzustellen, daß im Bereich Ökologie und Umweltschutz eine starke Dominanz von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen zu finden ist. Geistes- und sozialwissenschaftliche Arbeiten zu diesem Thema finden sich weit weniger und eine wirklich disziplinübergreifende Zusammenarbeit ist noch der Einzelfall. Hier läßt sich ein zentrales Defizit in der bundesdeutschen Umweltforschung ausmachen; eine wirklich disziplinübergreifende Zusammenarbeit findet nur selten statt - was aber wohl auch im derzeitigen zergliederten Hochschulsystem gründet (dazu mehr im nächsten Abschnitt).²⁴⁶

Ein Beispiel für einen Versuch die bisher getrennten Bereiche der Wissenschaft zusammenzuführen stellt der *Modellstudiengang Umweltschutz* an der TU Berlin dar. Das Konzept dieses Modellversuchs ist es, sowohl solides Fachwissen zu vermitteln, als auch ein Verständnis für Zusammenhänge zu entwickeln. Es sollen technik- und naturwissenschaftliche Problemebenen mit den gesellschafts- und planungswissenschaftlichen Problemebenen verbunden werden. Ziel ist eine ganzheitliche Ingenieurausbildung der Studierenden.²⁴⁷

Wie die verarbeitete Literatur zeigt, gibt es durchaus eine Reihe von vielversprechenden neuen Ansätzen, die versuchen, die Probleme unserer Zeit ganzheitlich zu bearbeiten. Im gesamten Vergleich stellen sie allerdings noch eine absolute Minderheit dar.

3. Vernetzung von Hochschule und Wissenschaft

Um die gesamtgesellschaftliche Bedeutung der hier behandelten Fragen zu erfassen, ist es wichtig, die Hochschule im Ganzen - also in der Gesellschaft und in der Umwelt - einzuordnen. Denn das dieser Arbeit zugrunde liegende Thema hat seine Bedeutung vor allem daher, daß es letztlich das Ganze betrifft. Bei der Einordnung der Hochschule muß deshalb zum einen betrachtet werden, welche Aufgaben ihr zukommen; und zum anderen sollte auch betrachtet werden wie die Hochschule sozusagen als System mit und in anderen Systemen vernetzt ist.

²⁴⁶ Vgl. Becker, S. 7; u. Institut für sozial-ökologische Forschung [u.a.], S. 51 ff.

²⁴⁷ Vgl. Fachbereichsunmittelbare Arbeitsgruppe am Fachbereich 21 (Umwelttechnik) u. Gottfried Strobel, *Antrag zur Vorlage bei der Bund-Länder-Kommission auf Einrichtung eines Modellversuchs »Studiengang Umweltschutz« an der Technischen Universität Berlin* (Berlin: 1990), S. 1 ff.

Die Hochschule ist von ihrem Ursprung und ihrer Idee her der Ort der Wissenschaft. Zu den Aufgaben der Hochschule zählen vor allem die Verwaltung, die Vermehrung und die Weitergabe von Wissen. Dies gilt zunächst uneingeschränkt für die Universitäten. Bei genauerer Betrachtung ist dies aber auch weitestgehend auf die Fachhochschulen zu übertragen. Die Fachhochschulen wurden gegen Ende der 60er Jahre gegründet, um den gestiegenen Anforderungen an die Absolventinnen und Absolventen der Ingenieur- und Höheren Fachschulen gerecht zu werden. Anfänglich war die Wissenschaft noch weitestgehend den Universitäten vorbehalten, die Fachhochschulen sollten sich vor allem der Lehre widmen. So sind die Fachhochschulstudiengänge auch durchweg berufsorientiert, wohingegen vornehmlich den Universitäten auch die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses zukommt. Mittlerweile ist es aber kaum noch bestritten, daß auch an den Fachhochschulen Forschung und Entwicklung stattfindet. Zwar beschränkt sich dies dann meist auf die sogenannte anwendungsbezogene Forschung und Entwicklung, aber von einer Trennung in wissenschaftliche Universitäten und nicht-wissenschaftliche Fachhochschulen kann zumindest heute nicht mehr gesprochen werden. Dafür spricht beispielsweise auch, daß der Wissenschaftsrat sich dafür ausspricht, daß besonders befähigte Fachhochschulabsolventen ohne universitäres Diplom zur Promotion zugelassen werden sollten.²⁴⁸

Sämtliche Hochschulen können und sollten in der Tradition des humanistischen Bildungsideals (Wilhelm von Humboldt) gesehen werden: Wissenschaft ist ein „sich in Freiheit vollziehender Prozeß ...“, und in der Einheit von Forschung und Lehre sollen alle an ihm und damit an der Entfaltung der Menschenbildung teilhaben.“²⁴⁹ Das bedeutet den Hochschulen kommt die Aufgabe zu, die Wissenschaft möglichst vielen Menschen zugänglich zu machen. Auch wenn dies - vornehmlich aus ökonomischen Gründen - heute scheinbar von vielen nicht so gesehen wird, meine ich, daß zur Bewältigung der sozialen und ökologischen Krise der Gegenwart das Offenhalten und weitere Öffnen der Hochschulen notwendig ist. Auch in diesem Zusammenhang sind die Fachhochschulen zu sehen, die wenigstens in ihrer Gründungsphase auch zu einer Erweiterung der Bildungschancen für sämtliche soziale

²⁴⁸ Vgl. Wissenschaftsrat, *Empfehlungen zur Entwicklung der Fachhochschulen in den 90er Jahren* (Köln: 1991), S. 9 ff. u. S. 97.

²⁴⁹ *Brockhaus Enzyklopädie*, „Humboldt“, Band 10, 19., völlig Neubearb. Aufl. (Mannheim: Brockhaus, 1989), S. 299.

Bevölkerungsschichten beitragen sollten und die in der Folge mit den anderen Hochschulen in den Gesamthochschulen zusammengefaßt werden sollten²⁵⁰. In der Gesamthochschule sollte die Durchlässigkeit zwischen den verschiedenen Studiengängen vergrößert und die Wahlfreiheit im Studium erweitert werden, was dem klassischen Bildungsideal näher kommen würde.

Wissenschaft hat ihren Sinn in der Fortentwicklung der Menschheit zum Nutzen und Wohlergehen aller Menschen, sie darf also nicht auf Kosten gegenwärtiger oder zukünftiger Generationen geschehen. Und ihre Umsetzung in die Praxis darf Menschen nicht ungefragt oder gegen deren Willen zu (oft ahnungslosen) Versuchsobjekten machen.

Die gegenwärtigen Betrachtungen von Hochschulen und Wissenschaft zeigen dann aber, daß wir uns nicht selbstzufrieden zurücklehnen können. Wie zu Beginn der Arbeit geschildert, sind die ökologischen und sozialen Probleme der Gegenwart seit mehr als zwanzig Jahren allseits bekannt. Seit dem sind zahlreiche Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen mit unterschiedlich starkem Engagement und Erfolg an der Suche nach sinn- und verantwortungsvollen Wegen beteiligt. Gleichwohl ist die Tendenz - wie schon festgestellt - vielfach unverändert, und die Notwendigkeit des veränderten Handelns verstärkt sich (aufgrund des Mangels eben an diesen Veränderungen) täglich. In den vergangenen Jahrzehnten wurden unüberschaubar große Mengen an Daten über den prophezeiten Weltuntergang gesammelt, Untergangsszenarios entworfen, heilbringende Auswege gepredigt und jedes Jahr noch 'umweltfreundlichere' Techniken entwickelt. Trotzdem stirbt der deutsche Wald (beispielsweise) unverändert. Nachdem er sich Ende der 80er Jahre bei einem Anteil von etwa 50 Prozent geschädigtem Wald 'verschnaufen' konnte, sind mittlerweile 66 Prozent (1992) erkrankt²⁵¹.

Daß sich noch immer nichts grundlegend verändert hat, findet seine Ursachen mit Sicherheit nicht allein in der Wissenschaft oder in den Hochschulen. Aber die Wissenschaft ist stark daran beteiligt und trägt eine besondere Verantwortung (also auch die Hochschulen). Auf Grund der bisher wenigen positiven Veränderungen in der ökologischen Krise sollte deshalb auch das gesamte Wissenschaftssystem einmal kritisch hinterfragt werden, ob es in seiner gegenwärtigen Form überhaupt zur Lösung der Probleme beitragen kann. Eine

²⁵⁰ Vgl. Freie Konferenz der StudentInnenschaften an Fachhochschulen, *Vision einer erneuerten Hochschule - Perspektiven der Fachhochschule: Mainzer Beschluß* (Bonn: 1991), S. 4 f.

²⁵¹ Daten vom Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg (UPI), 1993 aus: Verkehrsclub Deutschland VCD e.V. (Hg.), "Auto und Umwelt: Kein gutes Verhältnis", *fairkehr* Nr. 4 (1993), S. 19.

Expertenkommission der Bundesregierung zu diesem Thema kommt jedenfalls zu einer in diese Richtung weisenden Aussage:

„Die gegenwärtige differenzierte Hochschullandschaft (...) bietet nicht besonders günstige Voraussetzungen, zu Umweltproblemen in Forschung und Entwicklung, Lehre und Weiterbildung Antworten zu geben; es ist sogar zweifelhaft, ob im gegenwärtigen Wissenschaftssystem wenigstens die richtigen (auf gesellschaftlich definierte Umweltprobleme gerichteten) Fragen bearbeitet oder auch nur gestellt werden.“²⁵²

Die in der Wissenschaft tätigen Menschen sind in erster Linie Geistesarbeiter oder ‘Denker’ - natürlich auch in den anwendungsorientierten Ingenieurwissenschaften (Univ. u. Fhs.). Allgemein verbreitet ist die Auffassung, wissenschaftliches Arbeiten sei grundsätzlich vernunftgeleitet und die Freiheit der Wissenschaft sei gerade auch deshalb eine unbedingte Notwendigkeit. Beides - Leitung durch die Vernunft wie Freiheit der Wissenschaft - ist zunächst in Frage zu stellen; sie sind beide für die Wissenschaft unbedingt notwendig, aber sie sind oft nicht gegeben. Zu dieser Aussage führen einige Begebenheiten, die in Wissenschaft und Gesellschaft häufig anzutreffen sind. Einige nach meinem Ermessen hervorsteckende Phänomene werden im folgenden etwas eingehender betrachtet (wie weit dies speziell in dem hier untersuchten Bereich Anzutreffen ist, wird nicht erörtert)²⁵³. Es sind dies:

- a) der Primat (Vorrang) der Ökonomie;
- b) die Disziplinorientierung;
- c) die Forderung nach Wissenschaftlichkeit und letzten Beweisen;
- d) das Prestigedenken;
- e) die Auswirkungen der Wissenschaft in der Praxis.

²⁵² Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (Hg.), *Schutz der Erdatmosphäre - eine Herausforderung an die Bildung: Zur Umsetzung der Empfehlungen der Bundestags-Enquete-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« in das Bildungssystem*, Ergebnisbericht (Bonn: 1990), S. 81; zitiert nach: Institut für sozial-ökologische Forschung [u.a.], S. 21 (Hervorhebungen im Original).

²⁵³ Die hier geäußerte Kritik soll ein Beitrag für eine offene Diskussion an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel sein, die Suche und Vorstellung einzelner Beispiele aus dieser Hochschule wäre (zumindest zu diesem Zeitpunkt und an diesem Ort) daher wenig hilfreich.

zu a) *Primat der Ökonomie*: Wie es scheint, werden zu treffende Entscheidungen derzeit mehr denn je von ihrer wirtschaftlichen Bedeutung abhängig gemacht. Dies gilt in fast allen Bereichen der Gesellschaft. Hinzu kommt - was fast noch wichtiger ist -, in unserer schnelllebigen Zeit wird die ökonomische Verträglichkeit an kurzfristigen Zielen ausgerichtet. Was zählt, sind die Zahlen in den Jahresbilanzen und nicht die Beeinflussung von Entwicklungen über Zeiträume von zehn Jahren und mehr. Hier findet die Freiheit der Wissenschaft ihre erste Einschränkung, denn Forschung und Lehre brauchen für ihr Fortkommen entsprechende materielle Unterstützung (diese Einschränkung scheint nur wenige zu stören).

Wenn in diesen Tagen (berechtigt) eine Erhöhung der staatlichen Forschungsausgaben gefordert wird, dann geschieht dies oft mit dem Hinweis auf die internationale Konkurrenzfähigkeit des Industriestandortes Deutschland. Zum einen werden also Hochschulen und Wissenschaft wie selbstverständlich als Zulieferer von Industrie und Wirtschaft gesehen - was sie z.Z. mehrheitlich auch sind. Dafür sprechen auch die neuen Studiengänge im *Praxisverbund*, bei denen kaum noch von freiem Studium gesprochen werden kann. Zum anderen ist die Ausrichtung an den internationalen Märkten von kurzfristigen Profitinteressen geprägt. Die von den Automobilherstellern geplante 'Automobilisierung' der etwa eine Milliarde Chinesen ist ein Indiz dafür. Und die GATT-Verhandlungen zeigen, daß auf internationaler Ebene ökologische Vorgaben häufig noch immer schlicht als Handelsbeschränkungen gewertet werden, woran die Industrie ebenfalls nicht unbeteiligt ist²⁵⁴. Erkenntnisse aus der Wissenschaft sollten und dürfen sich durchaus im praktischen Nutzen für die Menschen wiederfinden; und d.h. heute vorrangig in den Produkten und Dienstleistungen der Wirtschaft. Allerdings sollten praktische Umsetzungen nur dort stattfinden, wo nach vernünftiger Prüfung ein existentielles Risiko *weitestgehend* ausgeschlossen werden kann, wo 'alle' Wirkungen so weit wie eben möglich bekannt sind und wo diese Wirkungen tatsächlich im Dienst des Menschen und der Mitwelt stehen.

Finanzielle Prioritäten werden z.B. auch bei der Betrachtung der bundesdeutschen Forschungsförderung im Jahr 1990 deutlich. So gab die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die nach ihrem Selbstverständnis in erster Linie eine Institution zur Förderung der Hochschulforschung ist, ganze 4,5 Prozent ihrer

²⁵⁴ Vgl. Hilary F. French, "GATT: Freund oder Feind der Umwelt?", *World-Watch-Magazin* Nr. 5 (1993), S. 12 ff.

Gesamtfördersumme für umweltrelevante Projekte aus²⁵⁵. Interessant sind auch die Ausgaben des Bundes für Forschung und Entwicklung. Gut 22 Prozent (3.384,2 Mio. DM) seiner Forschungsausgaben (15.311,8 Mio. DM) gab der Bund 1990 für die Wehrforschung und -technik aus, nur etwa fünf Prozent (768,5 Mio. DM) waren es hingegen für Umwelt- und Klimaforschung und noch einmal zwei Prozent (296,6 Mio. DM) für die Forschung und Entwicklung in dem Teilbereich Erneuerbare Energiequellen und rationelle Energieverwendung. Dieser Bereich Energieforschung und Energietechnologie bekam insgesamt 8,5 Prozent (1.301,9 Mio. DM) der Gesamtausgaben, wovon 23 Prozent auf den zuvor schon genannten Teilbereich entfielen aber immer noch 50 Prozent (655,5 Mio. DM) für die nukleare Energieforschung (ohne Fusion) ausgegeben wurden. Weitere Zahlen, z.B. für die Weltraumforschung, verbessern das Bild aus ökologischer Sicht nicht.²⁵⁶

Es entscheidet letztendlich also weder das rein wissenschaftliche Interesse noch das Wohl der Menschheit (dem die Wissenschaft dienen sollte). Die Forschung und ihre Förderung richtet sich oft nicht nach gesamtgesellschaftlichen Anforderungen, sondern in erster Linie nach kurzfristig ökonomischen Gesichtspunkten²⁵⁷. Wie in der Lehre die (sicherlich nicht unwichtige) berufsorientierte Ausbildung zu sehr in den Vordergrund gerückt ist, so sind in der Forschung vornehmlich kurzfristig gewinnversprechende Technologien gefragt. Langfristig sinnvolle und zu verantwortende Projekte führen immer noch ein Schattendasein. In diesen Zusammenhang passen auch (wohl unreflektierte) Äußerungen von Professoren, die von den Studierenden als *Ware* sprechen, die die Hochschule anzubieten hat. Wenn schon von Menschen als Ware gesprochen wird, um wieviel mehr ist dies dann bei anderen Teilen der Mitwelt der Fall? - Auch berufsorientierte Ausbildung darf nicht einzig an der wirtschaftlichen Verwertbarkeit gemessen werden.

Zugrunde liegt dieser Entwicklung u.a. wohl die - für sich sinnvolle - Arbeitsteilung unter den Menschen.²⁵⁸ Als Folge der Arbeitsteilung entstanden Handel und Geldwirtschaft, welche sich heute verselbständigt haben und alles

²⁵⁵ Vgl. Institut für sozial-ökologische Forschung [u.a.], S. 55.

²⁵⁶ Vgl. Institut für sozial-ökologische Forschung [u.a.], S. 93 ff.

²⁵⁷ Vgl. auch Hans-Peter Dürr, "Weniger die Fakten - die prinzipiellen Fragen interessieren", in: Robert Gerwin (Hg.), *Die Medien zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit: Ein Symposium der Karl Heinz Beckurts-Stiftung*, Edition Universitas (Stuttgart: Hirzel; Wiss. Verl.-Ges., 1992), S. 35.

²⁵⁸ Arbeitsteilung erscheint dann sinnvoll, wenn jeder Mensch seinen Fähigkeiten entsprechend arbeitet.

andere dominieren - zum Teil wohl ebenfalls ein Resultat der mangelnden Vernetzung im Denken der Menschen.

zu b) *Disziplinentorientierung*: Die zuvor genannte Arbeitsteilung wie auch die Verselbständigung finden sich gleichfalls in der Wissenschaft. Heute wird in unzähligen Spezialgebieten geforscht, zwischen denen keine oder nur eine unzureichende Verbindung besteht. Die Welt wird als Sammelsurium getrennter Teile gesehen, die sich jedes für sich weiter zergliedern und erklären lassen. Diese spezialisierte Arbeit von Fachwissenschaftlern in getrennten Disziplinen und Teildisziplinen hat eine Menge von Wissen über die Welt zusammengetragen und tut dies noch immer. Gänzlich vergessen wurde dabei aber, daß diese getrennte Sicht auf die Welt in erster Linie wohl nur eine arbeitserleichternde Vereinfachung des Menschen ist. Als solche ist sie sicherlich zweckmäßig; jedoch sollte dabei bedacht werden, daß die Arbeit in den Spezialgebieten (um eine anschauliche Analogie zu haben) mit der Betrachtung *eines* Objekts aus *verschiedenen* Blickwinkeln zu vergleichen ist. Tatsächlich ist die Welt aber eher ein Ganzes, was nicht zergliedert erklärt werden kann. Folglich sollten vernünftige Tätigkeiten dies berücksichtigen; oder, um in dem Beispiel zu bleiben, erst alle Ansichten zusammen ergeben das Ganze (vgl. auch Kap. I., Abschn. 3. u. 4.).²⁵⁹

So wie wir die Gesellschaft in die Bereiche Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Familie, Freundeskreis usw. einteilen, so zergliedern sich diese Bereiche gleichfalls wieder. Die Wissenschaft teilt sich in Physik, Mathematik, Biologie, Soziologie, Geschichte usw.; die Biologie z.B. teilt sich ihrerseits wieder in Molekularbiologie, Mikrobiologie, Ökologie usw. All diese Einteilungen sind für die Erlangung von Detailwissen zunächst wichtig oder sogar notwendig. Ein großer Anteil unseres Wissens wäre ohne diese Zergliederung wahrscheinlich nicht denkbar. Die Faszination für einzelne Phänomene ermöglicht hierbei mitunter enorme wissenschaftliche Leistungen, verschließt dabei aber den Blick für alles um sie herum²⁶⁰. Deshalb sind die Probleme unserer Zeit bisher weitgehend ungelöst, denn die Problemdiskussion findet noch immer meist in Fachkreisen statt und so gut wie überhaupt nicht (zumindest nicht ernsthaft) über 'die Grenzen' der Wissenschaft hinaus. Dies wird dadurch verstärkt, daß

²⁵⁹ Vgl. Bohm, "Fragmentierung und Ganzheit", S. 263 ff. - Die Analogie (von mir) stimmt so nicht völlig, denn „das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ (Vester).

²⁶⁰ Vgl. Dürr, "Weniger die Fakten", S. 27.

die einzelnen Wissenschaftsdisziplinen eine jeweilige Fachsprache entwickelt haben, die außerhalb der jeweiligen Disziplin kaum verstanden wird. Dies führt bei Außenstehenden zu einem hilflosen Nichtwissen und bei manchen Wissenschaftlerinnen oder Wissenschaftlern zu einer gewissen Überheblichkeit. Für die Beurteilung der gegenwärtigen Situation und die Lösung unserer Probleme ist nun aber eine aufgabenorientierte und allseits offene Arbeit notwendig, welche u.a. auch durch die Sprachbarriere des „Fachjargons“ behindert wird.²⁶¹ Hier scheinen also einige grundlegende Veränderungen notwendig zu sein, denn, so Hans-Peter Dürr:

„Ein Spezialwissen ... fördert das Urteilsvermögen nicht unmittelbar. Die Konzentration auf bestimmte Details kann im Gegenteil sogar ein ausgewogenes Urteil behindern.“²⁶²

Ein Beispiel aus der Praxis soll die fragmentierte Sicht im täglichen Arbeiten verdeutlichen: Ingenieure und Chemiker arbeiten beispielsweise an der Wiederverwertung (Recycling) von Kunststoffen. Das nimmt dann erfahrungsgemäß folgenden Verlauf: Es werden entsprechende Techniken und Verfahren entwickelt und in der Praxis erprobt. Schon bald gibt es dann ein Kunststoffrecyclingunternehmen, welches diese Technik anwendet und damit Geld verdient. - So weit, so gut. - Das Problem der Kunststoffabfälle wird daraufhin zunächst aber als gelöst angesehen. Daß das Problem damit aber keineswegs gelöst ist, wird auch heute noch oft vernachlässigt. Weder die z.T. giftigen Emissionen der Herstellung und Verwertung werden beseitigt, noch wird der Verbrauch erschöpflicher Rohstoffe wirklich stetig vermindert. Und auch wird der Nutzen von Produkten, das Verhalten der verbrauchenden Menschen u.ä. mehr nicht beachtet. Wenn überhaupt, dann wird meist noch in getrennten Projekten zu solchen Fragen gearbeitet, die nicht oder nur unzureichend den Austausch von Informationen pflegen und nach Verbindungen suchen. Notwendig wäre aber ein umfassendes Gesamtmodell, in dem alle relevanten Faktoren Berücksichtigung finden.

zu c) *Wissenschaftlichkeit und letzte Beweise*: In der Wissenschaft wird (i.d.R.) planmäßig und methodisch geforscht und kritisch untersucht, um zu er-

²⁶¹ Vgl. Vester, *Neuland des Denkens*, S. 479 ff.

²⁶² Zitiert nach: Vester, *Neuland des Denkens*, S. 294.

kennen, wie die Welt (bzw. ein Teil der Welt) ist. Die gewonnenen Erkenntnisse werden systematisch geordnet und 'aufbewahrt'. Ein großer Teil der Wissenschaft ist also beschreibend. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse beanspruchen allgemeine Gültigkeit, welche entweder durch wiederholte Erfahrung oder durch jederzeit wiederholbare Experimente bewiesen wird. Wissenschaftlich 'abgesicherte' Aussagen bestehen aus logischen Schlüssen, die grundsätzlich für jeden nachvollziehbar sind und in der Erfahrung zahlreiche Bestätigungen gefunden haben. Außerdem werden in der Wissenschaft Theorien entwickelt, die Vorgänge und Erscheinungen erklären sollen. Solche Theorien basieren oft auf den zuvor genannten Erkenntnissen; zumindest Teile sind aber eben rein theoretische (gedankliche) Konstruktionen, die ihre Bestätigung in der Erfahrung noch suchen. Diese Suche vollzieht sich in Experimenten oder weiteren Beobachtungen der Wirklichkeit. Insofern ist die Wissenschaft objektiv, d.h. für jeden Verstand gleich zugänglich bzw. erfahrbar.

Diese zuvor beschriebene wissenschaftliche Arbeit findet allerdings vorwiegend auf der Basis allgemein anerkannter, d.h. von einer überwiegenden Mehrzahl von Gelehrten als feststehend betrachteten, Grundlagen und Prinzipien statt, welche in der Vergangenheit erworbene Erkenntnisse sind. Diese feststehenden Prinzipien und Grundlagen werden selbst nicht kritisch hinterfragt; sie bilden zusammen mit dem auf ihnen aufbauenden neuen Erkenntnissen die vorherrschende *Lehrmeinung*. Jede Theorie ist aber nur vorläufig, da immer die 'Gefahr' besteht, daß sie im Laufe der Zeit relativiert wird. Sie kann ergänzt werden, sie kann zum Teil einer umfassenderen Theorie werden, oder sie kann auch gänzlich widerlegt werden, weil sich zugrundeliegende Erscheinungen anders schlüssiger erklären lassen. Beispiele sind: Für die Widerlegung: der Übergang vom mittelalterlichen geozentrischen Weltbild (Erde im Mittelpunkt) zum heliozentrischen Weltbild Galileis (die Sonne steht im Mittelpunkt). Und für die Relativierung bzw. Ergänzung: die zunehmende Verfeinerung, Ergänzung und 'Vollkommenheit' von Galileis Weltbild hin zum mechanischen Weltbild Newtons; oder auch die Relativierung des Newtonschen Weltbildes durch Relativitäts-, Quanten- und Chaostheorie.²⁶³

Abwechslern von der o.g. Lehrmeinung, die auch Grundlagen und dahinterstehende Interessen kritisch betrachten, werden oft als 'unwissenschaftlich' bezeichnet und in der etablierten Wissenschaft nicht

²⁶³ Vgl. Briggs u. Peat, *Entdeckung des Chaos*, S. 34 ff.; u. Vester, *Neuland des Denkens*, S. 460 ff.

anerkannt. Dies hat bereits 1963 der Amerikaner Thomas Samuel Kuhn ausgeführt, der damals weiter festgestellt hat, daß bahnbrechende neue Erkenntnisse nicht in der alltäglichen Wissenschaft gewonnen werden, sondern daß der Fortschritt vorrangig von solchen Wissenschaftlern ausging, die zu den Außenseitern zählten.²⁶⁴

So werden Thesen, die von der herrschenden Lehrmeinung abweichen angezweifelt, oder es werden eindeutige Beweise gefordert (letzteres erst recht, wenn es um wirtschaftliche Interessen geht). Bei den Arbeiten in der Ökologie müssen beispielsweise auftretende Fragen mit zahlreichen Methoden gelöst werden, da sie viele Wissensgebiete betreffen. Dies stellt der Biologe Kinzelbach in seinem sehr informativen und aufschlußreichen Buch zur Ökologie fest, wo er aber z.B. weiter feststellt: „Im Bereich des Menschen sind auch die Humanwissenschaften (»Geistes«- und Sozialwissenschaften) nutzbar, soweit sie sich bereits methodisch an die Naturwissenschaften anschließen, ...“²⁶⁵. Kinzelbach zweifelt also indirekt alles an, was nicht mit ‘naturwissenschaftlichen’ Methoden gewonnen wurde. ‘Seine’ naturwissenschaftlichen Methoden sind für ihn also die *richtigen* Wege zum Erlangen neuer Erkenntnisse, folglich sind alle anderen Methoden *falsch*. Dies kann mit solcher Bestimmtheit aber kaum gesagt werden. Eine Gemeinsamkeit der Naturwissenschaften ist z.B. die Formulierung mathematischer Gesetzmäßigkeiten. Bereits Albert Einstein sagte aber: „Insofern sich Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und sofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.“²⁶⁶

Der Zusammenhang zwischen globaler Erwärmung und den Treibhausgasen und die damit zusammenhängenden Folgen sind beispielsweise auch nicht völlig und unwiderlegbar bewiesen. Weshalb auch der Handlungsbedarf nicht von allen Beteiligten gesehen wird. Dabei wird dann aber gern vergessen, daß bei der Komplexität der zu untersuchenden Systeme eindeutige Beweise für solch weitreichende Zusammenhänge kaum zu erbringen sind.²⁶⁷

²⁶⁴ Vgl. Störig, *Philosophie*, S. 687 ff.; u. Erika Hickel, „Kritische Wissenschaft - bewußt in's Abseits gedrängt?“, in: Arbeitsgemeinschaft Schacht Konrad, *Tagesseminar des Wissenschaftlichen Beirats am 30. April 1988 - Sieben Vorträge* - (Salzgitter: 1989), S. 6 ff.

²⁶⁵ Kinzelbach, *Ökologie, Naturschutz, Umweltschutz*, S. 4 (Hervorhebungen im Original).

²⁶⁶ Zitiert nach: Vester, *Neuland des Denkens*, S. 463.

²⁶⁷ Dies führt dann beispielsweise dazu, daß Vertreter des deutschen Steinkohlebergbaus den Treibhauseffekt anzweifeln und behaupten, das CO₂-Emissionen-Reduktionsziel der Bundesregierung sei wissenschaftlich nicht haltbar (vgl. Gerd Roge u. Gerd Weber, „»Umweltung auf Gas reduziert Treibhauseffekt«: Ökologische Briefe 31/93, Seite 7“, *Ökologische Briefe* Nr. 35 (1993), S. 18 [Leserbrief]).

Die ständige Diskussion um Grenzwerte, die in vielen Bereichen anzutreffen ist, ist bezeichnend für den Streit um *Beweise*. Beispiele sind die Pestizid-Grenzwerte für Trinkwasser, MAK-Werte oder die Niedrigstrahlung im Zusammenhang mit kerntechnischen Anlagen. Von Gegnern schadstoffausstoßender Anlagen wird der Nachweis gefordert, daß unterhalb eines bestimmten Emissions- oder Immissionswertes eine Gefährdung für das Leben oder die Gesundheit besteht. Wird aber umgekehrt der Nachweis der Unbedenklichkeit gefordert, so werden bestimmte Bedingungen Kraft wissenschaftlichen Sachverstandes als ausreichend erklärt (so z.B. bei der Langzeitsicherheit von Endlagern für radioaktive Abfälle) oder in den Bereich des gesellschaftlich akzeptierten 'Restrisikos' abgeschoben. Berechtigte Bedenken und z.T. gravierende Unsicherheiten bleiben dabei aber bestehen. Gern vernachlässigt wird z.B., daß die Grenzwerte für 'normale' und oft auch dazu noch gesunde (MAK) Menschen errechnet wurden; und weitgehend unbeachtet bleibt das Zusammenwirken mehrerer verschiedener Schadstoffe und daraus resultierende Verstärkungseffekte (Synergismus), da diese sich nur schwer erforschen lassen.²⁶⁸

Die Forderung letzter Beweisbarkeit gründet (rein wissenschaftlich) in dem gleichen Antrieb wie die Forderung der Objektivität - in der Suche nach der Wahrheit. Dies alles sind ideale Vorstellungen, die real nicht erreichbar sind. Experimente im Labor z.B. klammern die Unwahrscheinlichkeit (zu großen Teilen) aus, da sie unter Bedingungen stattfinden, die so in der realen Lebenswelt nicht gegeben sind. Wahrscheinlichkeits- und Fehlerrechnung sprechen für sich. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind, sofern sie allgemeine Gültigkeit beanspruchen, letztendlich das Ergebnis von Interpretationen. Die Wirklichkeit besteht dabei mitunter aus vielen Möglichkeiten, so daß der 'Wahrheit' nur durch ständiges Zweifeln und ständige Diskussion der verschiedenen Sichtweisen - durch Kommunikation also - näher zu kommen ist.

Dabei geht es nicht darum, einem mystischen oder religiösen Glauben das Wort zu reden, aber vernünftige Wissenschaft erinnert sich ständig an die eingeschränkten Erkenntnisfähigkeiten des Menschen (Platos Höhlengleichnis). Somit weiß sie, daß es wohl immer Bereiche geben wird, die sich dem Wissenkönnen entziehen und somit auch der Beweisbarkeit. Wie die Übergänge

²⁶⁸ Vgl. z.B. Jens Scheer, "Phänomene im Bereich der Niedrigstrahlendosis" in: AG Schacht Konrad, *Tagesseminar des Wissenschaftlichen Beirats*, S. 13 ff.; Bundesamt für Strahlenschutz, *Plan: Endlager für radioaktive Abfälle, Kurzfassung: Schachanlage Konrad, Salzgitter* (Salzgitter: 1990), S. 99 ff. (zur Langzeitsicherheit); u. Detlef Appel, "Endlagerung und Langzeitsicherheitsanalyse" in: AG Schacht Konrad, *Tagesseminar*, S. 51 ff.

zwischen einzelnen Wissensgebieten fließend sind, so ist dies auch der Übergang zur Metaphysik. Und angesichts der ökologischen Bedrohungen gibt es keinen vernünftigen Grund, den Mahnungen kein Gehör zu schenken. Es ist im Zweifel fast immer besser, von riskanten Techniken oder riskantem Verhalten abzulassen als jedesmal auf den Beweis durch die Katastrophe zu warten.

So liegt denn auch der Verdacht nahe, daß die Forderung nach ‘Wissenschaftlichkeit’ oder ‘Beweisbarkeit’ oftmals lediglich dem Schutz vor Kritik und (etwas überspitzt formuliert) der Abgeschlossenheit des elitären Kreises der wissenschaftlich Tätigen dient. In diesen Zusammenhang paßt auch die einige Absätze zuvor schon angesprochene Fachsprache, welche auf treffliche Weise eine „Beziehungslosigkeit zu anderen Lebensbereichen“ sicherstellt.²⁶⁹

zu d) *Prestigedenken*: Abwehr von Kritik (von außerhalb der etablierten Wissenschaft) und Fachjargon stehen auch in Wechselwirkung mit einem in der Wissenschaft anzutreffenden Prestigedenken. Dieses Prestigedenken hat seine Ursachen zum einen sicherlich in der Eitelkeit und dem Geltungsdrang, die fast jedem Menschen zu eigen sind wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägt. Seine besondere Note bekommt dieses Prestigedenken aber von einer übertriebenen Verherrlichung der Wissenschaft, die gerade in Deutschland lange Zeit verbreitet war.²⁷⁰ Der preußische Kultusminister Carl Heinrich Becker schrieb 1925 zur Lage zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit u.a.:

„Vom Wesen der deutschen Universität kann man nur mit ehrfürchtiger Scheu sprechen... Wenn wir von Universität sprechen, ... steht klar und deutlich ein Idealbild vor der Seele, eine Art von Gralsburg der reinen Wissenschaft. Ihre Ritter vollziehen einen heiligen Dienst; vom Heiligtum zu allerlei wissenschaftlichem Dienst entsandt, durchwandern und durchforschen sie die Welt, ... alle aber verbunden durch die Verpflichtung gegenüber dem Gral... Die Zahl der Ritter ist klein; mancher sucht sein Leben lang vergeblich nach Zutritt zur Burg, die nur dem vom Schicksal dazu Berufenen sich erschließt, für alle aber liegt hier ... ein Walhall oder ein

²⁶⁹ Vgl. Vester, *Neuland des Denkens*, S. 482 f.

²⁷⁰ Vgl. Nina Grunenberg, „Noch wirkt das Bild von der Gralsburg nach“, in: Gerwin (Hg.), *Die Medien*, S. 19 f.

Wolkenkuckucksheim ... Diese Gralsburg der Wissenschaft ... ist ein nationales Heiligtum für das ganze deutsche Volk.“²⁷¹

In dieser überhöhten Form ist solches Denken heute zumindest öffentlich nicht mehr anzutreffen. Aber seine Nachwirkungen sind sicherlich noch nicht völlig verschwunden (was aber auch bedeutet, daß die Erwartungen an die Wissenschaft mitunter zu hoch sind). Daß sich z.B. mit falschen Doktorwürden gute Geschäfte machen lassen, spricht für das unverändert hohe Ansehen dieses Namenszusatzes und akademischer Titel generell. Die mit den (legal erworbenen) Titeln meist verbundene Arbeit und Leistung darf bei solcher Kritik nicht verkannt werden, aber diese Titel machen nicht automatisch einen besseren Menschen.

Eine besondere Qualität bekommt dieses Prestigedenken in der Wissenschaft, wenn es mit seinem Gegenwert in der Politik oder auch in der Wirtschaft zusammentrifft. In der Politik ist der Geltungsdrang derart ausgeprägt, daß populäre Reden und das Stehen im Vordergrund das wichtigste zu sein scheint. Dies verhilft dann vielversprechenden und vor allem faszinierenden Großprojekten zur Verwirklichung (1990 z.B. 1.419,1 Mio. DM - gut 9 Prozent - bundesdeutscher Forschungsgelder für die Weltraumforschung). Ein großes Kernkraftwerk oder (heute wohl eher) eine große Wasserkraft-Wasserstoff-Fabrik in Kanada lassen sich medienwirksamer in Szene setzen als eine verkehrsberuhigte Innenstadt oder gar kleine Solarkollektoren auf einem Einfamilienhaus (nicht unbedeutend ist 'natürlich' auch die Macht- und Kapitalwirkung).

Auch in den Hochschulen und in der Wissenschaft ist dies Prestigedenken außerdem gepaart mit der gegenwärtigen egoistischen 'Ellbogengesellschaft'. Und so werden nach wie vor vorwiegend die Leistungen Einzelner gewürdigt und die zu fördernde Teamarbeit findet selten statt. Gruppendiplomarbeiten sind an unseren Hochschulen genauso wenig gefragt wie kritische Diskussionen in den meisten Vorlesungen oder Seminaren, Selbstdarstellung ist um vieles öfter anzutreffen als Selbstkritik. Viele Studierende konsumieren dabei auch gerne unkritisch alles, was ihnen vorgekauft wird. Die Hochschule ist für sie nur eine Durchgangsstation in die berufliche Karriere und zu mehr Geld (was allerdings auch nicht mehr garantiert ist).

²⁷¹ Zitiert nach: ebd., S. 20.

zu e) *Auswirkungen in der Praxis*: Die Wissenschaft unterliegt einer starken Ambivalenz, einer Doppelwertigkeit, die mittlerweile an vielen Beispielen in der Wissenschaftsgeschichte deutlich wurde. Ich unterstelle, die Mehrzahl der in der Wissenschaft tätigen Menschen folgt dem Ansporn, zur Verbesserung der Lage der Menschheit beitragen zu wollen. Das war (und ist z.T.) der Fall bei der Entwicklung der Dampfmaschine, bei der Entwicklung von Düngemittel- und 'Pflanzenschutz'-Mitteln, bei der 'friedlichen' Kernenergienutzung, die den damals vorausgesetzten enorm ansteigenden Energiebedarf der Menschheit problemlos decken sollte, und das ist auch heute bei der umstrittenen Gentechnologie der Fall, die nunmehr zum Heilsbringer auserkoren wurde. Allen ist aber auch kaum bestreitbar gemeinsam, daß sie z.T. beachtliche negative soziale und ökologische Folgen hatten und noch haben.

Unbestritten ist gleichfalls, daß die durchschnittliche Lebenserwartung in den vergangenen 150 Jahren in Mitteleuropa und speziell auch in Deutschland deutlich gestiegen ist und daß sich die Lebensbedingungen für den größten Teil der Bevölkerung ebenfalls stark verbessert haben²⁷². Medizin und Technik, um nur zwei Bereiche zu nennen, sind und waren bedeutend an diesen positiven Entwicklungen beteiligt.

Mit der Gentechnik soll die Menschheit nun endlich von *allen* Übeln befreit werden - nachdem alle vorhergehenden Versuche dieses gewünschte Resultat nicht gebracht haben. Dieser übersteigerte Idealismus, die Menschheit mit einem Schlag von allen Leiden erlösen zu wollen, hat zusammen mit dem unreflektierten Forscherdrang zahlreicher wissenschaftlich tätiger Menschen auch solche katastrophalen Folgen mit zu verantworten, wie sie die Atombomben auf Japan oder die Reaktorunfälle von Harrisburg und Tschernobyl darstellen. Die Frage heute scheint nur: was entfesseln die 'jüngsten' *Zauberlehrlinge*.²⁷³

„Naturwissenschaft ist heute ein Lieferant von wirtschaftlicher und militärischer und auf beiden Wegen von politischer Macht.“ so der Physiker und Philosoph Carl Friedrich von Weizsäcker²⁷⁴. Wenn wir all das zuvor umschriebene betrachten, kann - verallgemeinert - von Freiheit der Wissenschaft also ebenso

²⁷² Zumindest letzteres steht derzeit für ein nicht unbedeutenden Teil der Bevölkerung zunehmend wieder in Frage.

²⁷³ Zu dem gesamten Punkt vgl. Klaus Franke, "»Die Welt wird zum Labor«: Widersprüche des wissenschaftlichen Fortschritts", Trends 2000, Folge VI, *Der Spiegel* Nr. 8 (1993), S. 130 ff.

²⁷⁴ Zitiert nach: Franke, S. 144.

schwer gesprochen werden wie von Leitung durch die Vernunft. Zudem waren 'die Freiheit der Wissenschaft' und die 'wertfreie' Wissenschaft in erster Linie - im Zeitalter der Aufklärung - als Schutz vor den dogmatischen Einflüssen der Kirche gedacht. Die gleichen (auf den Menschenrechten gründenden) Freiheitsgrundsätze, die für jeden einzelnen Menschen in seinem täglichen Handeln gelten, müssen auch für den in der Wissenschaft tätigen Menschen gelten. Das heißt aber, daß seine Freiheit dort aufhört, wo er die Freiheit und die Rechte eines anderen Menschen einschränkt - auch der Menschen, die erst in der Zukunft leben werden. Freiheit der Wissenschaft kann nicht der Freibrief für einzelne wissenschaftlich tätige Menschen zum 'ausleben' all ihrer Forscherphantasien sein.

Welche Folgen die Nichtbeachtung solcher Grundsätze (nicht nur durch Wissenschaftler) haben kann, zeigt seit geraumer Zeit die Kernenergienutzung. Wurde sie in den fünfziger Jahren als zukünftig treibende Kraft für den Fortschritt der Menschheit gesehen, so blieb sie auch zwanzig Jahre später noch im Zentrum des Interesses, obwohl die Folgen der Bombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki die mit ihr verbundenen Gefahren und möglichen Leiden auf dramatische Weise verdeutlicht hatten. In einflußreichen Kreisen wird bis heute unverändert an ihr festgehalten, obgleich ihre weitere Nutzung ökonomisch und energiepolitisch keinen Sinn ergibt und die Katastrophen von Harrisburg und Tschernobyl das nicht zu verantwortende Sicherheitsrisiko veranschaulichten. Eine schadlose Verwertung oder 'Entsorgung' der radioaktiven Abfälle ist ebensowenig gegeben wie der schadlose Umgang mit Kernbrennstoffen oder die Nichtverbreitung von Kernwaffen. Menschen- und Bürgerrechte und demokratische Prinzipien wurden und werden durch die Nutzung der Kernenergie eingeschränkt bzw. sind latent bedroht. - Jedes einzelne genannte Faktum kann für sich schon ausreichen, solche Wege nicht zu beschreiten.²⁷⁵

Die Energieversorgung, die in diesem Beispiel das zu lösende Problem darstellt, läßt sich zudem sicherlich eleganter, einfacher und ungefährlicher bewerkstelligen. Wie in vielen Bereichen führt der Lösungsweg hier weg von

²⁷⁵ Vgl. John May, *Das Greenpeace-Handbuch des Atomzeitalters: Daten - Fakten - Katastrophen* (München: Knaur, 1989); Michelsen und Öko-Institut, *Öko-Almanach*, S. 225 ff.; Bernhard Fischer [u.a.], *Der Atom Müll Report: »Entsorgung«, Wiederaufarbeitung, Lagerung: das offene Ende der Atomwirtschaft*, Eine Publikation des Öko-Instituts, Aktual., vollst. Taschenbuchausg. (München: Knaur, 1991); Robert Jungk, *Der Atomstaat: Vom Fortschritt in die Unmenschlichkeit*, Heyne Sachbuch Nr. 19/184, Erw. Taschenbuchausg. (München: Heyne, 1991); sowie Vester, *Neuland des Denkens*, S. 368 ff.

der Großtechnologie hin zur dezentralen, kleinen, den jeweiligen Gegebenheiten angepaßten Technik mit entsprechend hohen Wirkungsgraden. Die wichtigste Rolle dabei wird der ohnehin alles im Gang haltende Fusionsreaktor spielen, der in zeitlichen Dimensionen der Menschheit wohl 'nicht' erlöschen wird - die Sonne. Das Forschungs- und Entwicklungspotential der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, an der die Großtechnologie kaum herausragende Bedeutung besitzt, erscheint für die geforderten dezentralen und angepaßten Technologien durchaus geeignet. Untersuchungen der deutschen Forschungslandschaft kommen zu dem Schluß, daß Fachhochschulen für die problembezogene Forschung im sozial-ökologischen Bereich, wo auch mehr fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit notwendig ist, vielleicht sogar geeigneter sind als die Universitäten²⁷⁶.

²⁷⁶ Vgl. Institut für sozial-ökologische Forschung [u.a.], S. 52.

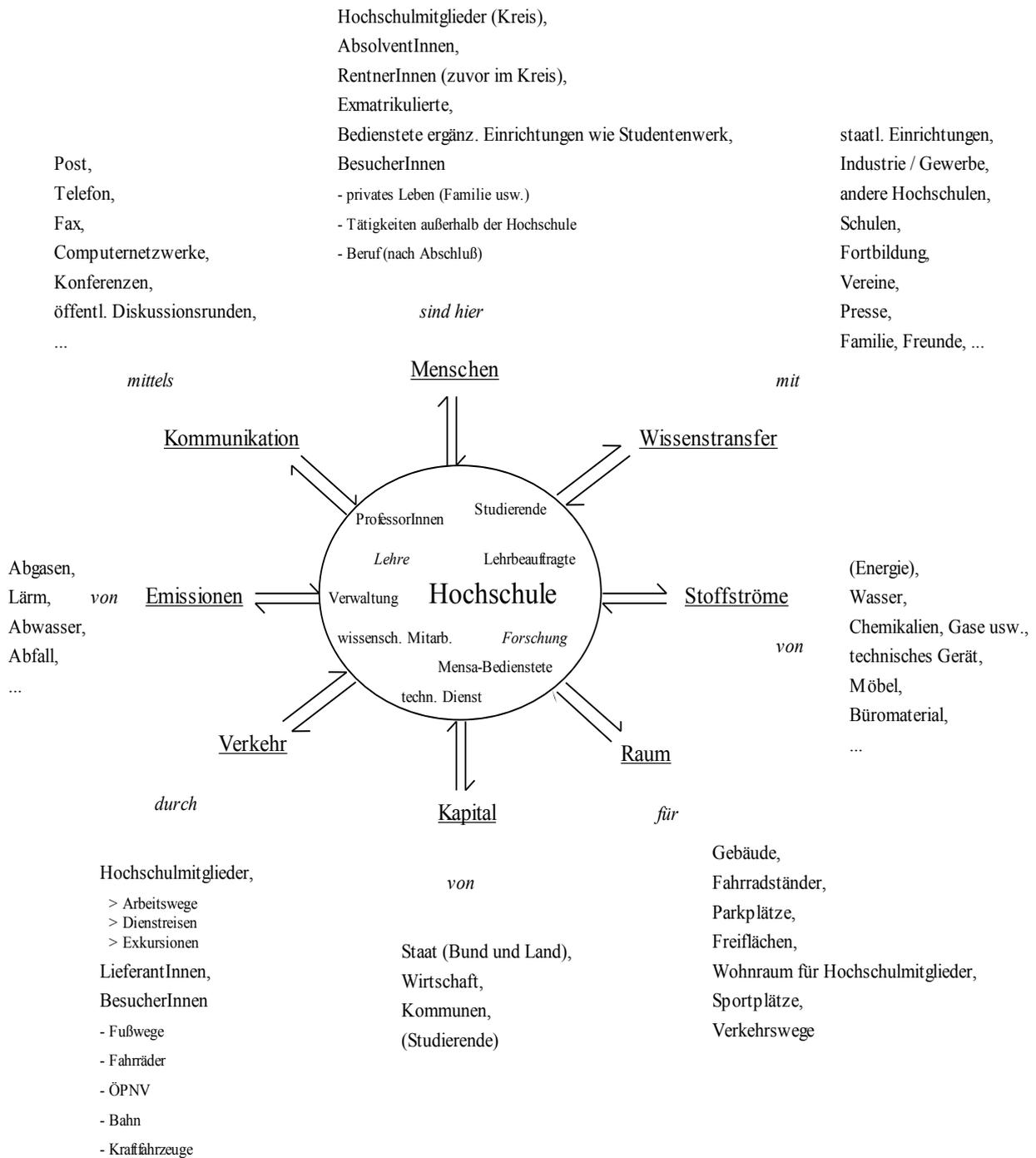


Abb. 6: Bilanzkreis um eine Hochschule.

Etwas anschaulicher - auch im Hinblick auf den alltäglichen Betrieb - wird die Stellung der Hochschule in der Mitwelt, wenn eine Art Bilanzkreis um sie gezogen wird (Abb. 6). Dabei wird dann betrachtet, welche Austauschpfade es mit der Natur und Gesellschaft gibt: Anzufangen ist mit den Menschen, die mit ihrem Wissen, Erlebnissen und Eindrücken in die Hochschule gehen und aus derselben kommen. Dann ist da ein Teil der schon genannten Hauptaufgaben der Hochschulen, der Wissenstransfer. Das Wissen, welches an der Hochschule gemehrt und gelehrt wird, wird auf vielfältigen Wegen mit anderen Teilen der Gesellschaft ausgetauscht. Mit der Umwelt steht die Hochschule durch zahlreiche Stoffströme im Austausch wie z.B. für die Energieversorgung. Weiter hat sie für Hörsäle, Labore, Institute, Verwaltung usw. einen entsprechenden Raumbedarf. Das alles muß finanziert werden, weshalb Kapital benötigt wird. Die Arbeit der Hochschulmitglieder verursacht für den Arbeitsweg, Reisen, Anlieferungen usw. Verkehr, und von der Hochschule werden Emissionen wie z.B. Lärm oder Abgase freigesetzt aber auch aufgenommen. Außerdem ist die Hochschule mit der übrigen Gesellschaft in ein mehrgliedriges Kommunikationsnetz eingebunden. - Zwischen diesen beschriebenen Austauschpfaden gibt es natürlich Überschneidungen, da es sich bei der Skizze um eine veranschaulichende Aufgliederung handelt.

Dies alles zeigt: die Hochschule ist kein *Elfenbeinturm*, sondern sie ist Teil von Umwelt und Gesellschaft und trägt aufgrund ihrer Aufgaben eine besondere Verantwortung, weshalb sinnvolle Wissenschaft auch möglichst vielen (allen) Menschen zugänglich sein sollte. Die Hochschule muß wie jede andere vergleichbare Einrichtung darauf achten, daß vom Hochschulbetrieb keine untragbaren Belastungen für die sie umgebende Mitwelt ausgehen. Dazu gehört auch, daß ihre Mitglieder mit dem an ihr vermehrten und gelehrteten Wissen in der Gegenwart und somit auch für die Zukunft verantwortungsbewußt umgehen. Forschende müssen sich bewußt sein, daß sie für die Folgen ihrer Forschung zumindest *mitverantwortlich* sind.

4. Das ökologische Potential

Wie die dokumentierten Arbeiten in dem kompletten bisher beschriebenen Zusammenhang gesehen werden können, soll nun auf den folgenden Seiten

erörtert werden. Dabei werden die Arbeiten im ganzen kritisch betrachtet und Vorstellungen von weiterführenden Wegen zur Diskussion gestellt. Entsprechend dem zweiten Kapitel geschieht dies unterteilt in *Lehre* und in *Forschung und Entwicklung*, wobei aber auch Überschneidungen zu finden sind. Die Aufgliederung in die einzelnen Fachbereiche unterbleibt allerdings weitgehend.

Allgemein ist anzuführen, daß ökologisch verträgliches Verhalten erst 'richtig' möglich wird, wenn die Verbindungspfade zwischen eigenem Tun und Mitwelt bekannt sind bzw. wenigstens ihr Vorhandensein bewußt mit bedacht wird. Dies bedeutet für die Ausbildung, daß sie freier, offener und fachübergreifend stattfinden sollte, um die Möglichkeiten der Erweiterung des eigenen Horizonts der Beteiligten zu erweitern. Vornehmlich für die Forschung und Entwicklung könnten aus diesem Grund sogenannte Öko-Bilanzen eingeführt werden, mit denen möglichst 'alle' Ein- und Auswirkungen geplanter und laufender Projekte erfaßt werden. Die Leitlinie sowohl in der Lehre als auch in Forschung und Entwicklung sollte sein: Das Handeln dient den Menschen und geschieht im Einklang mit der übrigen Natur.

4.1 Lehre

Daß Menschen menschlich, verantwortungsbewußt, vernetzt, ökologisch, sozial und kritisch denken, fühlen und handeln, ist zunächst eine individuelle Sache, die in jedem einzelnen Menschen selbst liegt. Aber da der einzelne Mensch nicht frei von Beeinflussung ist, muß ihm in der Kindheit und Jugend die Möglichkeit gegeben werden, all die nützlichen und notwendigen Fähigkeiten zu entwickeln. Und vor allem sollte der Mensch in seiner Kindheit und Jugend sich selbst und die Welt entdecken können und dürfen. Das alles bedeutet: der Erziehung, der Schule und den anderen gesellschaftlichen Einflüssen kommt eine wichtige Aufgabe zu, die derzeit (aus welchen Gründen auch immer) so nicht erfüllt wird.

Kindererziehung und Schule sollten die natürliche Neugier des Kindes fördern und ihr freien Raum geben, integriert im übrigen Leben. Dies bedingt aber eine grundlegende Änderung des Schul- und Erziehungssystems, denn das sture Auswendiglernen, das unkritische Wiederholen der Aussagen des Lehrers (u.a.), die strengen Vorgaben der Lehrpläne sowie die Einschränkungen,

Nichtbeachtungen und wohl auch die mangelnde Zeit der Erziehenden 'ersticken' die Neugier des Kindes im Keim und blockieren somit auch seine selbstbewußte Persönlichkeitsentwicklung.²⁷⁷

Naheliegender könnte dann sein, daß Änderungen an den Hochschulen zu spät ansetzen und deshalb folglich überflüssig sind. Das ist aber zu einfach gedacht - denn zum einen muß der Anfang für Änderungen irgendwo gesetzt werden; dies am besten dort, wo immer Menschen sind, die Mißstände erkannt haben - also auch (nicht ausschließlich) an den Hochschulen. Und zum anderen begleitet das meiner Auffassung nach 'ideale' Bildungssystem den Menschen sein Leben lang. Dabei spielt die Hochschule eine herausragende (sicher nicht die einzig wichtige) Rolle, denn das Wissen wird vornehmlich an ihr gelehrt und gemehrt.

Wenn also Verbesserungen der Lehre erörtert werden sollen, sollte auch immer betrachtet werden, wie (in unserem Fall) ein 'ideales' Hochschulsystem aussehen könnte. Denn:

„... zur Idee der Universität gehört ihre Selbstkritik. Jederzeit soll der in ihr als Student oder Dozent Wirkende wissen, wie es um sie steht, und wissen, was sie war und was sie sein könnte.“²⁷⁸

Zu Lebzeiten eines jeweiligen Betrachters wird das Ideal kaum vollständig erreicht werden, aber die Fortentwicklung der Menschheit lebt von Ideen und Utopien. Um nicht in fatale Ungeduld zu verfallen (wie viele 'ewige' Revolutionäre), müssen Ideen und Utopien freilich als solche gewußt und von einander unterschieden werden.

Eine Idee in wenigen Sätzen: Die 'ideale' Hochschule ist eine für alle Menschen offene Einrichtung, getragen von der Allgemeinheit (dem demokratischen Staat) und im ständigen Austausch mit der übrigen Gesellschaft und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen. Sie lebt von der kritischen Diskussion zwischen den Dozierenden und den Studierenden. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen arbeiten problemorientiert (nicht disziplinentorientiert) und bieten ihr Wissen interessierten Menschen in Vorlesungen und Seminaren an. Studierende, die einen Hochschulabschluß anstreben (für Beruf 'oder' Wissenschaft) haben eine größt mögliche Wahlfreiheit unter den angebotenen

²⁷⁷ Vgl. Christiane Düker, *Zum Zusammenhang von Aggression und Kulturzugehörigkeit, dargestellt im Vergleich indianischer und westlicher Zivilisation: Anthropologische Herleitung und pädagogische Auswirkung*, Hildesheim, FH Hildesheim/Holzminde, Diplomarbeit im Fb. Sozialpädagogik, 1992, S. 33 ff.

²⁷⁸ Karl Jaspers, *Vernunft und Widervernunft*, S. 67.

Lehrveranstaltungen. Die Zusammenstellung der zu besuchenden Vorlesungen, Seminare, Labore usw. unterliegt der persönlichen Verantwortung der einzelnen Studentinnen und Studenten; zur Erlangung angestrebter Abschlüsse müssen dann in sinnvollen Prüfungen die jeweils notwendigen Fähigkeiten nachgewiesen werden. - Eine solche Hochschule muß allerdings auch von einer entsprechenden Entwicklung in der Gesellschaft begleitet sein.

Von dem geschilderten Ideal sind wir heute wohl noch weit entfernt; was aber auch nicht verwundert, denn sonst wären die Betrachtungen dieser Arbeit zumindest in der vorliegenden Form nicht mehr notwendig.

Die Dokumentation ökologisch relevanter Lehrveranstaltungen zeigt, daß es in jedem Fachbereich solche gibt - wenn auch in unterschiedlichem Umfang. Weiter ist festzuhalten, daß es in vielen Fällen nur Randaspekte sind, die die Verbindung zu ökologischen Fragen herstellen; und daß die Fächer, die sich vom Thema her in erster Linie mit Ökologie und Umweltschutz beschäftigen zumeist noch im Wahlpflicht- oder gar Wahlbereich angesiedelt sind. Wenn es spezielle Ökologie- oder Umweltschutzvorlesungen gibt, dann sind diese meist einzelnen Studiengängen bzw. Vertiefungen vorbehalten. Das heißt die Auseinandersetzung mit ökologischen Fragen ist im Studium an dieser Hochschule nicht generell gegeben. Zudem beinhaltet die Behandlung von ökologisch relevanten Themen nicht automatisch eine kritische Auseinandersetzung mit dieser Thematik. Das gilt auch dort, wo der Umweltschutz schon länger im Mittelpunkt steht. Allerdings wird diese kritische Auseinandersetzung eben auch von den Studierenden nicht all zu häufig gesucht.

Wie die Auseinandersetzung mit den alle Bereiche betreffenden ökologischen Fragen in wirklich alle Studiengänge getragen werden kann, ist also eine dringend zu lösende Aufgabe. Gefragt ist ein Verlassen der beschriebenen eingefahrenen Bahnen, denn sie führen nicht aus der problematischen Situation heraus. Gefragt sind bewegliches und kritisches Denken, das die Vernetzung einer Situation erfaßt und das genauso zur Analyse fähig ist wie zur Synthese, damit in der Fülle des gebotenen Wissens auch die Zusammenhänge erkannt werden. Nicht zuletzt ist ein Aufbrechen der zergliederten Strukturen notwendig und eine Vernetzung der verschiedenen Wissensbereiche. Die Forschungsarbeiten sollten zukünftig nicht mehr diszipliniert sein sondern problemorientiert.²⁷⁹

²⁷⁹ Vgl. zu diesem Bereich die Kapitel 19 und 20 in Vester, *Neuland des Denkens*, S. 469 - 489.

Was in diesem Zusammenhang schon seit längerem diskutiert wird, ist die verstärkte Einführung fachübergreifender Studienanteile in die einzelnen Lehrpläne. Dabei wird zwischen additiven (eigenständige Veranstaltungen) und integrativen Bestandteilen (Einbindung in bestehende Fächer) unterschieden. Die verstärkte Einführung fachübergreifender Studienanteile kann aber nur der erste Schritt sein, auch weil dies meist noch stark an der bestehenden Zergliederung orientiert ist. Eine an den Fragestellungen orientierte Verbindung der beiden o.g. Formen fachübergreifender Studienanteile erscheinen mir das sinnvollste Vorgehen zu sein. Dabei setzt die integrative Behandlung allerdings voraus, daß die Dozentinnen und Dozenten dazu in der Lage sind.

Die Umfrage zeigt, daß einige Dozentinnen und Dozenten es als notwendig ansehen und sich bemühen, ökologisch und sozial relevante Themen mit in ihre Fächer einzuarbeiten. Diese Art der Behandlung ökologisch und sozial relevanter Punkte ist wichtig und verstärkt anzustreben, da so die Verbindung zu den das jeweilige Fach betreffenden Themen und Aufgaben hergestellt wird. Gleichwohl sind auch die eigenständigen soziale und ökologische Themen bearbeitenden Lehrveranstaltungen von Bedeutung, da sie die Zusammenhänge vertiefen und somit auch ermöglichen, daß sich die Studierenden kritisch ein eigenes Urteil bilden können.

Zunächst sollten deshalb verstärkt eigenständige Veranstaltungen in die Lehrpläne aufgenommen werden. Soweit dies möglich ist, sollten diese Veranstaltungen auch fachbereichsübergreifend angeboten werden. Das heißt sie werden für alle Studierenden der Hochschule (also z.B. nicht nur für die technischen Fachbereiche) zugleich angeboten. So begegnen sich die mitunter doch verschiedenen Denkweisen, und die Studierenden aber auch die Lehrenden können real lernen, Situationen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten. Dies ist für ein problemorientiertes Arbeiten wichtig. Auch das problemorientierte Arbeiten kann und sollte schon im Studium erlernt und praktiziert werden, da es ohnehin auch in der Forschung und in der Praxis geboten ist. Wie dies möglich sein kann, folgt nach der Vorstellung wichtiger fachübergreifender Studienanteile.

Die nachstehende Tabelle (Tab. 10) zeigt einige wichtige auf die Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel zugeschnittene fachübergreifende Studienanteile, die bisher nicht oder nur eingeschränkt angeboten werden. Die Einbindung in die Lehrpläne sollte bei einigen Fächern im Pflichtbereich geschehen, ein Großteil sollte in Wahlpflichtveranstaltungen angeboten werden,

allerdings

in

Tabelle 10: Fachübergreifende Lehrinhalte für die FH BS/WF²⁸⁰

| Lehrinhalt | Prüfungsart u. Lehrform |
|---|-------------------------|
| <i>Technikfolgenabschätzung</i> (auch Technikbewertung) - in sämtlichen Fachbereichen | PF (Seminar) |
| <i>Systemtheorie</i> (vernetztes Denken, Kybernetik) und/oder <i>Ökologie</i> (Einführung in die Grundlagen) - in sämtlichen Fachbereichen | PF |
| <i>Fremdsprache</i> (eine als Pflichtfach, weitere als Wahlfach) - in sämtlichen Fachbereichen | PF (WA) |
| <i>Philosophie</i> (Fragen der wissenschaftlichen Methoden, Erkenntnisfähigkeit, aber auch ethische Fragen) - in sämtlichen Fachbereichen | WP (Seminar) |
| <i>Ethik - Verantwortung in technischen / sozialen Berufen</i> - in sämtlichen Fachbereichen | WP (Seminar) |
| <i>Fachgeschichte</i> (z.B. Technikgeschichte) - in sämtlichen Fachbereichen | WP (Seminar) |
| <i>Arbeitswissenschaften</i> (Arbeitspsychologie, Soziologie, Teamwork); - in den sämtlichen Fachbereichen | WP (Seminar) |
| <i>Rhetorik</i> ; - in sämtlichen Fachbereichen | WP |
| <i>Volkswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftslehre</i> (Management Systeme, 'klassische' BWL) - in sämtlichen Fachbereichen (außer W) | WP |
| <i>Anwendungsbezogene EDV</i> (Textverarbeitung, Desktop Publishing, Statistik, Tabellenkalkulation ...) - in sämtlichen Fachbereichen | WP |
| <i>Ergonomie</i> (Funktionsgerechte und benutzerfreundliche Konstruktion und Entwicklung); - in den technischen Fachbereichen | WP |
| <i>Sozialarbeit und Technik</i> (z.B. gesellschaftliche Auswirkungen der Technik); - in sämtlichen Fachbereichen | WA (Seminar) |
| <i>Wissenschaftliches Arbeiten</i> (Methodik, ...) - in sämtlichen Fachbereichen | WA |

²⁸⁰ Verändert und ergänzt nach: AStA der FH Braunschweig/Wolfenbüttel, Forderungskatalog zur Verbesserung des Studiums an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, 1. Ausarbeitung, Sonnenberg-Seminar 9.-11. Okt. 1993 (Wolfenbüttel: 1993), S. 6 f. [vervielfältigt].

| | |
|---|----|
| Betriebs-, Patent- und Umweltrecht - in sämtlichen Fachbereichen | WA |
|---|----|

(W = Fb. Wirtschaft; PF = Pflichtfach; WP = Wahlpflichtfach; WA = Wahlfach)

einem gesonderten Block. Zwar ist eine verpflichtende Teilnahme nicht in allen Bereichen sinnvoll, aber mit einigen Themen sollten sich die Studierenden im Verlauf ihres Studiums auseinandersetzen. Denn im Anschluß an ihr Studium werden sie meist in Positionen arbeiten, in denen Unkenntnis kaum zu verantworten ist. Den möglichen Vorwurf der Bevormundung möchte ich gleich durch einen Hinweis auf den generell großen Pflichtanteil in den Lehrplänen entkräften. Pflichtvorlesungen stellen immer eine Bevormundung dar; aber solange z.B. in den technischen Studiengängen Mechanik, Mathematik und Betriebswirtschaft zum Pflichtteil gehören, solange sollten auch Themen wie Technikfolgenabschätzung und Systemtheorie verpflichtend belegt werden.

In den technischen Fachbereichen herrscht z.Z. die Durchführung von Vorlesungen mit einer abschließenden Prüfungsklausur vor. Einige Themen lassen sich besser in Seminaren vermitteln und nur schwierig oder überhaupt nicht in Klausuren prüfen. Referate und Hausarbeiten sollten deshalb als Alternativen verstärkt zugelassen werden. Seminare fördern zudem die kritische Auseinandersetzung mit den gestellten Fragen und Problemen.

Eine weiterführende Möglichkeit, den veränderten Anforderungen gerecht zu werden, kann das sogenannte Projektstudium sein. Diese im folgenden kurz beschriebene Form des Studierens ist eine Möglichkeit, die - auch z.B. aus den Reihen des VDI als notwendig angesehene - problembezogene und disziplinübergreifende Zusammenarbeit zu realisieren²⁸¹. Einige der in Tabelle 10 aufgeführten Themen könnten auch im Rahmen dieser Projekte gelehrt bzw. weiterführend erlernt werden (z.B. Teamwork oder wissenschaftliches Arbeiten).

In diesen Projekten wird fachbereichsübergreifend an ganzheitlichen Lösungsansätzen für bestimmte Problembereiche gearbeitet. Dabei verknüpfen diese Projekte die Lehre mit dem FuE-Bereich, denn auch Studien- und Diplomarbeiten sollten in solchen Projekten durchgeführt werden können. Einige Themengebiete werden im nächsten Teilabschnitt vorgeschlagen und eingehender behandelt. Da diese Einteilung in Problembereiche immer noch eine Fragmentierung darstellt, sollten auch die Verbindungen zwischen

²⁸¹ Vgl. Walther Christian Zimmerli, "Der Ingenieur und die geistige Quadratur der Ausbildungszirkel" in: Hubert Gräfen (Hg.), *Die fachübergreifenden Qualifikationen des Ingenieurs: Anforderungen der Wirtschaft Angebote der Hochschulen* (Düsseldorf: VDI-Verl., 1990), S. 107.

einzelnen Bereichen nicht völlig vernachlässigt werden. Zum Beispiel spielt die *Energieversorgung* auch in einem gesonderten Arbeitsfeld *Verkehr* eine wichtige Rolle.

Für diese Projekte wird - zumindest in der Einführungsphase des Projektstudiums - ein fachbereichsübergreifendes Gremium eingesetzt, welches die Einrichtung und Durchführung hochschulweit koordiniert und auf die Beachtung sozialer und ökologischer Zusammenhänge hinweist. In der praktischen Durchführung sollten die Studierenden allerdings ein möglichst eigenständiges Arbeiten erlernen, was bedeutet, daß die Vorgaben auf das Nötigste beschränkt bleiben sollten.

In Anlehnung an ein von Studierenden der FH Braunschweig/Wolfenbüttel ausgearbeitetes Schema könnte das Projektstudium folgendermaßen aussehen: Studierende, Lehrende oder auch 'Dritte' (z.B. Kommunen, Gewerbebetriebe) reichen Themenvorschläge in o.g. Gremium ein; dieses prüft, ob einzelne Themen sich zu einem übergreifenden Thema zusammenfassen lassen. Dann werden die Themen 'ausgeschrieben', so daß sich Studierende für Projekte melden können. Gleichzeitig müßten einige Betreuer (d.h. Professorinnen und Professoren, Laboringenieure, wissenschaftliche Mitarbeiterinnen, ...) gesucht werden, so daß die Durchführung gesichert ist. Studierende, die im Rahmen des Projekts Studien- und Diplomarbeiten erstellen wollen, können aber auch weitere Betreuer und Betreuerinnen suchen, wie auch Professorinnen und Professoren Themen für Studien- und Diplomarbeiten anbieten können. Innerhalb dieser Projekte sollten dann alle Beteiligten gemeinsam zunächst in einer Planungs- und Beratungsphase verschiedene Lösungsmodelle diskutieren, bevor sie sich für einen konkreten Lösungsweg entscheiden. Dann wird in verschiedenen Projektgruppen an Teilproblemen gearbeitet; der Entwicklungsstand und erzielte Ergebnisse werden dabei regelmäßig mit allen Projektteilnehmern kritisch diskutiert. Die Projektgruppen sollten aber immer noch problemorientiert arbeiten, was heißt daß sich die Arbeiten der einzelnen Studierenden nicht vorrangig an ihrem jeweiligen Fachbereich orientieren sollte, sondern daran, was sie mit ihren individuellen Fähigkeiten und Interessen beitragen können. Das bedeutet auch, daß beispielsweise in einer Projektgruppe, die im Rahmen eines Verkehrsprojektes ein Solarmobil plant, auch Studierende aus dem Fachbereich Sozialwesen mitarbeiten können. So bleibt eine

fachübergreifende und problemorientierte Arbeit in allen Phasen gewährleistet.²⁸²

4.2 Forschung und Entwicklung

Der Bereich Forschung und Entwicklung ist von besonderer Bedeutung, da er sowohl das Potential birgt für neue ökologische Wege, als auch die Gefahr, daß weiter ökologisch und sozial unverträgliche Wege beschritten werden.

Die zu Beginn dieses Abschnitts genannten Öko-Bilanzen (auch Öko-Audits genannt) könnten vielleicht mit dazu beitragen, die Forschung und Entwicklung ökologisch verträglicher zu gestalten. Diese Bilanzen sollten (in vertretbarer und erbringbarer Form) sämtliche Arbeiten im FuE-Bereich begleiten. Das heißt die erste Bilanz wird in der Planungsphase erstellt; sie hilft bei der Entscheidung, ob und wie das geplante FuE-Projekt tatsächlich verwirklicht wird. Und wenn ein Projekt läuft, wird die bestehende Bilanz in regelmäßigen Zeitabständen aktualisiert. Dadurch können unvorhersehbare Wirkungen, die nicht vertretbar erscheinen, im Anfangsstadium erkannt und ggf. auch beseitigt werden. Die Bundestagsabgeordnete Ulla Burchardt hat im Sommer 1992 die Entwicklung eines Öko-Audit-Modells gefordert und dabei folgende „notwendige Bestandteile“ genannt:

- „- Eine Darstellung, welche Stoffe, Substanzen und Produkte in der Institution benutzt und entwickelt werden, welche Gefahr von ihnen ausgehen kann und wo sie nach dem Gebrauch verbleiben.
- Eine Überprüfung, ob gesetzliche Umweltschutzbestimmungen umgesetzt und eingehalten werden, beispielsweise für den Arbeits- und Immissionsschutz.
- Eine Kontrolle, ob freiwillig formulierte ökologische Zielsetzungen einer jeweiligen Einrichtung tatsächlich eingehalten werden.
- Eine Überprüfung der Forschungsvorhaben und -ergebnisse auf ihre Umweltauswirkungen.
- Eine öffentliche Vorstellung der Überprüfungsergebnisse.“²⁸³

²⁸² Vgl. AStA der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, S. 8 f.

²⁸³ SPD-Bundestagsfraktion, *Forschung darf weder heute noch morgen der Umwelt schaden!*, Presse-Mitteilung Nr. 2063 vom 5. August 1992, S. 2. - Auf EG-Ebene wurde im März '93 eine Regelung freiwilliger Öko-Audits für gewerbliche Unternehmen verabschiedet (vgl. dazu auch: Bundesrat, *Unterrichtung durch die Bundesregie-*

Für die Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel kann das konkret heißen, daß solche Bilanzen zunächst für einige derzeit oder absehbar geplante FuE-Vorhaben erstellt werden. Die Vorhaben selbst sollten nicht durchweg im Bereich Ökologie und Umweltschutz angesiedelt sein, denn die FuE-Arbeiten sollen ja insgesamt ökologischer werden. In dieser Versuchsphase verpflichten sich die verantwortlichen Personen der jeweiligen FuE-Vorhaben freiwillig zur Teilnahme an dem *Öko-Bilanz-Projekt*. Für die Durchführung könnte eine zentrale Koordinierungs- und Planungsstelle eingerichtet werden. Diese Stelle kann auch ein erster Schritt in Richtung eines Zentrums für hochschulweite Zusammenarbeit und interdisziplinäre Studien sein, worauf im folgenden noch eingegangen wird. An dieser Arbeit beteiligt sein sollten auf jeden Fall das INSTITUT FÜR RECYCLING, zu dessen Aufgaben u.a. auch das Aufstellen von Öko-Bilanzen gehört, und das INSTITUT FÜR FAHRZEUGBAU WOLFSBURG mit dem Bereich Materialfluß/Logistik, in dem z.B. schon Erfahrungen mit der Aufnahme von Stoffströmen gemacht wurden (vgl. Kap. II., 2.3 u. 2.6). Die Planung und Durchführung dieses Projekts sollte ohnehin fachbereichsübergreifend stattfinden und - zumindest in der Versuchsphase - unter der Federführung einer Senatskommission (od. ä.) geschehen.

Eine strukturierte Betrachtung der Lehre könnte von Zeit zu Zeit durchaus ebenfalls sinnvoll sein. Allerdings ist dies wohl eher als kritische Betrachtung oder Beurteilung (Evaluation) zu bezeichnen. Interessant kann dabei aber auch sein, zu untersuchen, wie sich das vermittelte theoretische Wissen in der Praxis bewährt.

Um die Lebenswelt der Menschen ökologisch und sozial verträglicher zu gestalten, sind umfassende ganzheitliche Modelle bzw. Lösungsstrategien zu erarbeiten und umzusetzen. Das in dieser Arbeit dokumentierte ökologische Potential bietet dafür durchaus Wissen und Fähigkeiten, die die Basis für solche Konzepte bilden können. Da aber nicht alle Wissensgebiete an dieser Hochschule vertreten sind, sollte auch die Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen (z.B. den beiden anderen Braunschweiger Hochschulen HBK und TU) und außeruniversitären Einrichtungen gesucht werden. Im folgenden stelle

rung: Vorschlag einer Verordnung (EWG) des Rates, die die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem gemeinschaftlichen Öko-Audit-System ermöglicht, Bundesratsdrucksache 222/92 vom 26.03.1992).

ich exemplarisch weitere Möglichkeiten (das Öko-Bilanz-Projekt ist bereits eine Möglichkeit) vor, die ich derzeit sehe.

Ökologisch verträglichere Lösungen lassen sich am besten mit kleinräumigen, vielfältigen, aufeinander abgestimmten und vernetzten Strukturen verwirklichen, da in solchen Strukturen weniger Verluste auftreten, Überschaubarkeit und Mitbestimmung möglicher sind und auch z.B. Risiken eingeschränkt bleiben. Deshalb möchte ich die folgenden Beispiele unter dem Oberbegriff *Ökologische Kommunalstrukturen* laufen lassen, denn solche kleinräumigen Lösungsansätze können gut auf kommunaler Ebene angegangen werden. Auch sind viele Arbeiten der FH Braunschweig/Wolfenbüttel in Größenordnungen zu finden, die in solche Strukturen passen oder ohnehin gehören (z.B. Gesundheitsförderung, Blockheizkraftwerke, Straßenbahnen). Bestehende Kontakte zu Kommunen und zu klein- und mittelständischen Unternehmen aber auch zu größeren Industriebetrieben (bei entsprechender Aufgeschlossenheit dort) können dabei genutzt werden. Zugleich dürfen auch bei diesen Projekten die übergeordneten Zusammenhänge nicht vernachlässigt werden.

In der schon mehrfach angesprochenen problemorientierten Arbeit sollten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht nach Disziplinen geordnet zusammenfinden, sondern es sollte eben interdisziplinär an den Problemen orientiert zusammengearbeitet werden (Abb. 7). Allerdings darf diese Problemorientierung keine neuen Scheuklappen erzeugen; denn einzelne Problemfelder, wie sie im folgenden beispielhaft erörtert werden, sind natürlich mit der übrigen Welt vernetzt. Insofern gehen einzelne Problemfelder fließend ineinander über, und somit sollten auch die entsprechenden Arbeitsgruppen einen ständigen Informationsaustausch pflegen und zusammenarbeiten. Weiter gehört dann eine integrierte Planung und Durchführung dazu; d.h. die beteiligten bzw. betroffenen Menschen sollten von Anfang an in die Arbeiten mit einbezogen werden. Die Beteiligung und Mitbestimmung aller Betroffenen dürfte die beste Gewähr für den Erfolg sein. Es wird verhindert, daß an dem Verhalten und den Interessen der Menschen vorbeigeplant wird. Und wenn die betroffenen Menschen sich mit dem Projekt identifizieren können, sind sie auch selbst stärker am Gelingen interessiert.

Andere wichtige Kriterien, die bei all diesen Projekten Berücksichtigung finden sollten, sind:

- Die Planungen sollten langfristig sein; deshalb dürfen sie nicht bloße Hochrechnungen gegenwärtiger Daten in die Zukunft sein, die Zukunft läßt sich nicht vorausberechnen. Vielmehr müssen langfristige Planungen flexibel sein, d.h. sie sollten herausarbeiten, welche Wirkungen und Rückwirkungen in dem jeweiligen System „»auf ein Ereignis hin« auftreten können und wie man damit besser fertig wird.“²⁸⁴
- Vornehmlich für die technischen Anteile der Projekte sollten nachstehende Punkte beachtet werden:
 - 1.) Notwendigkeit; was bedeutet: Wird die bearbeitete Technik tatsächlich benötigt? Wenn ja, gibt es weitere ‘sinvollere’ Wege zum gleichen Ziel? Steht das Geplante im Dienst ‘aller’ Menschen?
 - 2.) Effektivität; d.h.: Erreichen des gewünschten Ziels mit dem geringsten Aufwand an Energie- und Stoffeinsatz. Dabei Einpassung in die vorgegebenen natürlichen Strukturen.
 - 3.) Fehlerfreundlichkeit; d.h.: Die jeweilige Technik stellt (soweit vermeidbar) weder bei technischen Fehlern noch bei Fehlern von Menschen eine Bedrohung für Mensch und Natur da, große Katastrophen müssen ausgeschlossen sein. Das bedeutet auch, daß unberechenbar große Risiken wie z.B. bei der Gentechnik nicht eingegangen werden.
 - 4.) Langlebig- und Reparierbarkeit; d.h.: Abkehr von Wegwerfprodukten, Produkte sollten so konstruiert sein, daß sie eine lange ‘Lebensdauer’ besitzen und leicht reparierbar sind.
 - 5.) Verwertbarkeit; d.h.: Die Produkte sollten so konstruiert sein und aus solchen Materialien bestehen, daß sowohl einzelne Teile als auch der gesamte Gegenstand leicht auf möglichst gleichem Niveau wiederverwertet werden kann.
- Die im ersten Kapitel genannten acht biokybernetischen Grundregeln (vgl. Kap. I. 4.), die vieles des zuvor Gesagten beinhalten, sollten generell in die Planung mit einbezogen werden.
- Auch die globalen Zusammenhänge dürfen nicht unberücksichtigt bleiben, sei es in Bezug auf die Rohstoffe oder beim Export von

²⁸⁴ Vester, *Ausfahrt Zukunft*, S. 22 (Hervorhebungen im Original).

Technologien. In den Industrienationen vielleicht sinnvoll eingesetzte Technik kann in Entwicklungsländern die bestehenden Systeme völlig aus dem Gleichgewicht bringen. Diese Tatsache kann ggf. aber auch ein Umdenken bei uns einfordern.²⁸⁵

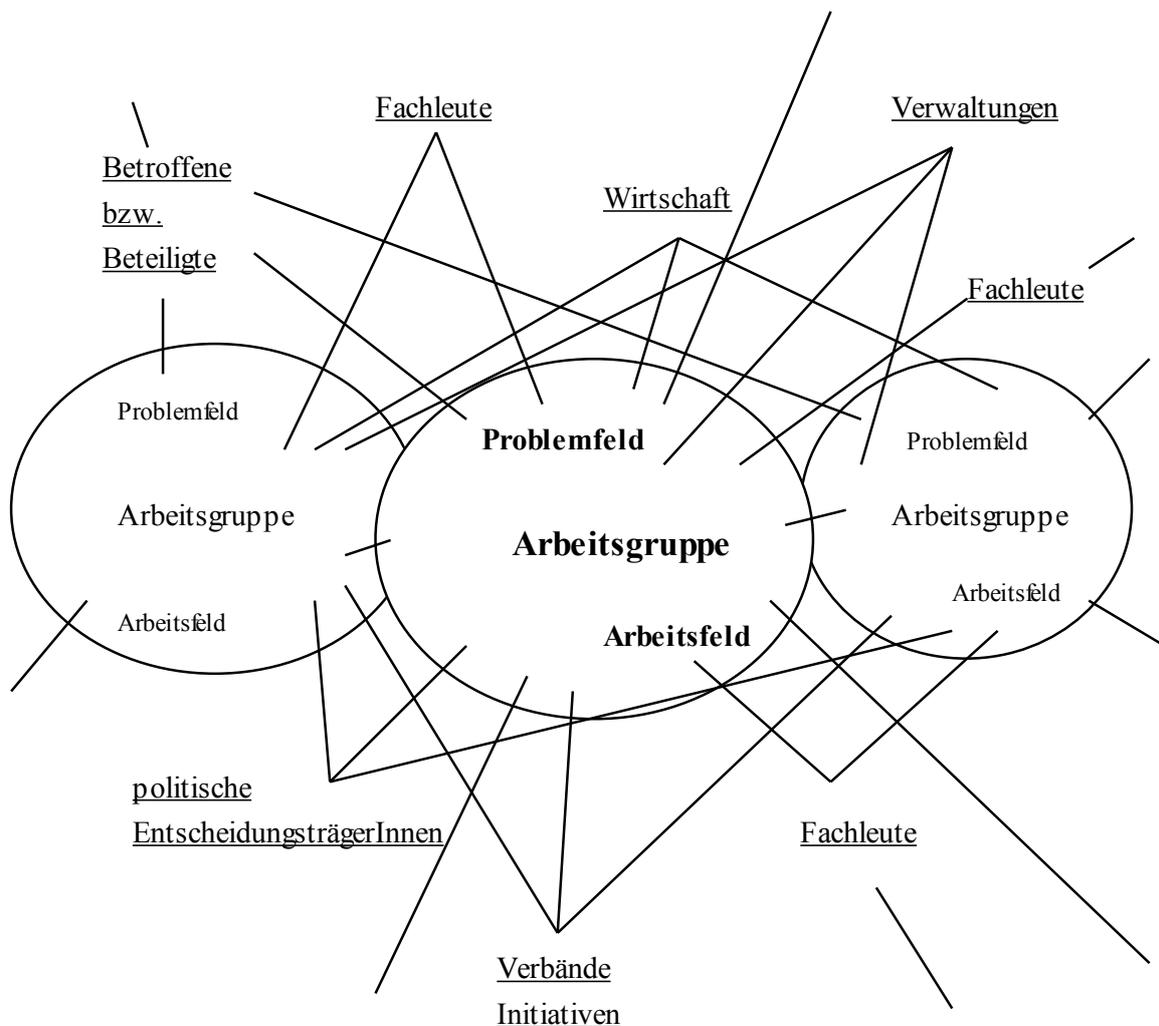


Abb. 7: Die vernetzte Struktur problemorientierter Arbeit.

Zu Abb. 7: Die Abbildung deutet die vernetzte Struktur an, die bei einer problemorientierten Arbeit berücksichtigt werden muß bzw. die dabei auftritt. Zwar steht für eine bestimmte Arbeitsgruppe ein bestimmtes Arbeitsfeld im Mittelpunkt der Betrachtungen; aber alle

²⁸⁵ Ein Beispiel ist die häusliche Entsorgung mittels Trinkwasser (vgl. Alexander Amsel u. Klaus Lanz, "Ein Klo geht um die Welt", *Greenpeace Magazin* Nr. 3 (1992), S. 11 f.).

beteiligten Menschen sind mehr oder weniger stark auch an anderen Arbeiten beteiligt. Und zwischen einzelnen Arbeits- und Problemfeldern gibt es ebenfalls Verbindungen und Übergänge.

Energieversorgung

Die bisherigen Energieverbrauchszahlen zeigen eine hohe Energieverschwendung, d.h. ein großer Anteil der eingesetzten Primärenergie wird wieder ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Zahlen für die alten Bundesländer zeigen z.B. im Jahr 1987 (Abb. 8) eine Differenz (Verluste durch Umwandlung, Verteilung, ...) zwischen dem Primärenergieverbrauch und dem Endenergieverbrauch von 33,8 Prozent. Von den verbleibenden 66,2 Prozent Endenergie (Heizöl, Kraftstoff, Strom, ...) gehen weitere 35 Prozent bei der Umwandlung (durch Heizanlagen, Motoren, ...) in Nutzenergie (Raumwärme, Prozeßwärme, Licht, ...) verloren, und noch einmal 15,7 Prozent Verlust treten bei der 'Umwandlung' (Zustand des Hauses, Anordnung der Lampen, ...) in die Energiedienstleistung (angenehme Raumtemperatur, warmes Wasser, Helligkeit, ...) auf. Mit anderen Worten: um das gewünschte Ziel zu erreichen, werden lediglich etwa 15,5 Prozent der eingesetzten Primärenergie ausgenutzt bzw. benötigt.²⁸⁶

Diese Zahlen zeigen, daß es ein enorm großes Einsparpotential auf allen Ebenen des Energieverbrauchs gibt. Nach dem Grundsatz: zuerst vermeiden, sollten alle energieverbrauchenden Geräte, Maschinen und Einrichtungen derart konstruiert sein, daß sie mit möglichst geringen Energieverlusten arbeiten. Beispiele sind die Wärmedämmung im Hausbau und bei der Leitungsverlegung, geringe Reibungsverluste bei beweglichen Teilen in Maschinen und Geräten oder auch der bewußte Umgang mit Energie (z.B. Wahl des Verkehrsmittels oder Heiz- und Lüftverhalten in Wohnungen).

Hinzu kommt, daß die Preise für die Energieträger 'die Wahrheit sagen müssen'. Das bedeutet in die Preise müssen, soweit das möglich ist, die ökologischen und sozialen Folgekosten eingerechnet sein, und die Energieträger

²⁸⁶ Zu den Daten vgl. Bundesministerium für Wirtschaft (Hg.), *Energiedaten '90: Entwicklung für die Bundesrepublik Deutschland* (Bonn: 1991), S. 34 u. S. 40; u. Michelsen u. Öko-Institut, S. 213 ff.

dürfen nicht subventioniert werden. Ernst Ulrich von Weizsäcker schlägt in diesem Zusammenhang eine ökologische Steuerreform vor, in der die Steuern auf Arbeitsleistungen (Lohn- und Einkommenssteuer) herabgesetzt werden und dafür die Steuern auf Rohstoffe heraufgesetzt bzw. eingeführt werden. Dies erhöht den wirtschaftlichen Anreiz, etwas zu tun.²⁸⁷

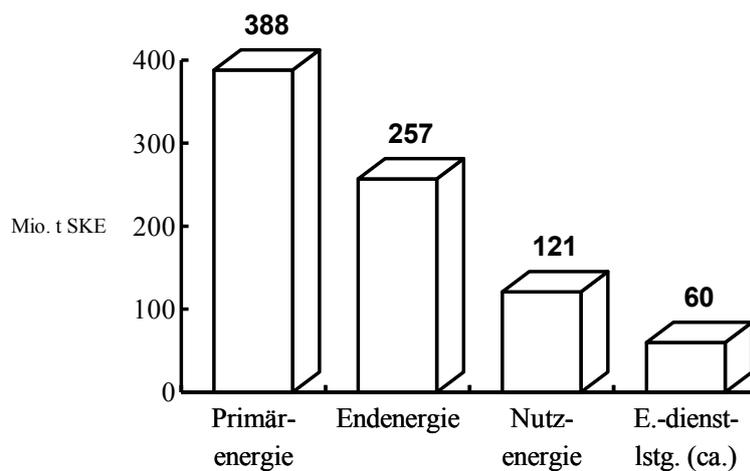


Abb. 8: Energiefluß in der BRD (alte Bundesländer) im Jahr 1987.²⁸⁸

Die Energie, die nach der Verlustreduzierung auf der Verbraucherseite noch benötigt wird, sollte auf möglichst umweltschonende Art und auch hier mit geringen Verlusten bereitgestellt werden. Von endlichen und umweltgefährdenden Energien wie Kohle, Uran, Erdöl aber auch Erdgas sollte sich also gelöst werden - genauso wie von dezentralen Großkraftwerken, bei denen bei der Umwandlung von Primär- in Nutzenergie fast zwei Drittel der Primärenergie ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden. Verstärkt eingesetzt werden können regenerative Energieträger wie Sonne, Wind, Wasserkraft, Wasserstoff, Biogas und ähnliches mehr. Je nachdem, wo die

²⁸⁷ Vgl. Weizsäcker, *Erdpolitik*, S. 141 ff. u. S. 157 ff.

²⁸⁸ Nach Michelsen u. Öko-Institut, S. 214.

Energie gebraucht wird, sind die ökologisch günstigsten Energieträger und -bereitstellungsmethoden auszuwählen.

In den meisten zuvor genannten Themengebieten wird bereits an dieser Fachhochschule gearbeitet und geforscht (vgl. Kap. II), die im Aufbau befindlichen Fachbereiche können weiteres Potential einbringen. Ein neues Energieversorgungskonzept beispielsweise könnte (und sollte) dabei auch mit einem neuen Verkehrskonzept verbunden sein. Hierbei kann die Energieversorgung eines Hauses z.B. mittels einer Photovoltaikanlage auf dem Dach kombiniert mit einer Kraft-Wärme-Koppelung (Energiebox) im Keller gewährleistet werden. Letztere kann ein herkömmlicher Verbrennungsmotor sein, kann aber ebenfalls - auch im Hinblick auf regenerative Energieträger - ggf. ein Stirlingmotor und Wasserstofftechnik sein. Neben der Tatsache, daß Technologien aus dem Automobilbau verwendet werden können, kann der erzeugte Strom u.a. auch in einer hauseigenen Tankstelle für ein Elektromobil Verwendung finden.²⁸⁹

Das ein Wohnhaus 'sogar' in unseren Breiten völlig unabhängig mit Energie versorgt werden kann, zeigt derzeit das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in seinem Freiburger Nullenergiehaus. Eine Kombination aus dem Einsatz entsprechender Baumaterialien, Solartechnik und Wasserstofftechnik sorgt zu jeder Jahreszeit für die nötige Energieversorgung.²⁹⁰

In folgenden Bereichen, in denen meist bereits in der FH Braunschweig/Wolfenbüttel gearbeitet wird, kann und sollte verstärkt im Rahmen eines disziplinübergreifend vernetzten FuE-Projekts geforscht und entwickelt werden:

- Sonnenenergie²⁹¹
 - > Solarkollektoren (Trinkwassererwärmung),
 - > Photovoltaik (autarke Stromversorgung von Kleingeräten, Einrichtung von kleineren Solartankstellen, Verbund mit anderen Erzeugern, ...);

²⁸⁹ Vgl. Frederic Vester, *Ausfahrt Zukunft*, Teil 4, S. 349 - 469.

²⁹⁰ Vgl. Beatrix Stoepel, "Null-Energie-Haus: Sonnenwende", *Greenpeace Magazin* Nr. 1 (1993), S. 42 f.

²⁹¹ Zum oft genannten Kostenargument: Im Hinblick auf die Kohlendioxidminderung hat z.B. das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung in Karlsruhe errechnet, das die Solarenergie bereits heute konkurrenzfähig wäre, wenn der konventionellen Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen die wirklichen Kosten zugrunde liegen würden (vgl. [Kosten der Klimaveränderung], "Die wirklichen Kosten der globalen Klimaveränderung", *Ökologische Briefe* Nr. 22 (1993), S. 11).

- Windenergie
 - > Konstruktion und Nutzung von Windkraftanlagen (ähnlich wie bei Photovoltaik);
- Wasserstoff
 - > Nutzung in Brennern und Kochstellen,
 - > Nutzung in Brennstoffzellen,
 - > Nutzung in Fahrzeugen,
 - > Nutzung im permanenten Speicherkreislauf,
 - > Erzeugung durch Überschußenergie;
- nachwachsende Energieträger
 - > Biogas, Rapsöl u.ä. - vor allem als Ersatz fossiler Brennstoffe;
- Verbrauchssenkung
 - > bei Maschinen und Geräten,
 - > durch *Least-Cost-Planning* (Minimalkosten-Planung, s.u.),
 - > durch Energiemanagement,
 - > durch Änderung des Verhaltens;
- Wirkungsgraderhöhung
 - > durch bessere Ausnutzung in herkömmlichen Anlagen,
 - > durch Kraft-Wärme-Koppelung,
 - > durch Wärmerückgewinnung,
 - > durch Verbund verschiedener Systeme.

In einem ersten FuE-Projekt könnte z.B. ein autarkes Wohnhaus oder Hochschulgebäude ähnlich dem Freiburger Null-Energie-Haus (neue Liegenschaften der FH) geplant werden. Letzteres birgt zudem die Möglichkeit, Maßnahmen verstärkt zu entwickeln, die sich in bestehenden Gebäuden einsetzen lassen.

Wie die genannten Zahlen und die dazugehörige Abbildung (Abb. 8) deutlich zeigen, ist das Einsparpotential im Energiebereich sehr groß. Deshalb sollten sich die Energieversorgungsunternehmen (EVU) zu *Energiedienstleistungsunternehmen (EDU)* umwandeln, denn in der Regel wünscht ein Kunde nicht Strom oder Heizöl sondern hell beleuchtete Räume, ein warmes Haus und so weiter. Die Fachhochschule mit ihrem vielseitigen Potential könnte dabei z.B. mit Kommunen (Stadtwerken) ein umfassendes Sparprogramm entwickeln, in dem die zuvor aufgelisteten Verfahren und Vorgehensweisen Anwendung finden. Dabei werden die Kunden, also

Industriebetriebe, Gewerbe, andere Einrichtungen und auch Privatkunden beraten, wie sie die gewünschte Energiedienstleistung am kostengünstigsten erhalten. Das wird dazu führen, daß Industriebetriebe wieder Prozeßwärme zur Stromerzeugung einsetzen, Häuser gedämmt werden, sparsame Geräte eingekauft werden und ähnliches mehr. Dies entspricht einer Vorgehensweise, die in den USA *Least-Cost-Planning* genannt wird und dort schon in einigen Bundesstaaten zu großen Einsparungen geführt hat. Bei dieser Planungsform ist es vorgeschrieben, daß geplante Kraftwerksneubauten nur genehmigt werden, wenn nachgewiesen ist, daß die entsprechende Leistung nicht durch Einsparungen und effizientere Nutzung erbracht werden kann. Die *EDUs* verkaufen dann Strom oder andere Energieträger nur noch als Teil einer Angebotspalette

mit

Informa-

tionen, Beratung, Finanzierung usw.²⁹²

Bisher wird oft nach *der* ökologischen Energieversorgung gesucht. Dadurch werden enorme Finanzmittel in 'vielversprechende' Großprojekte (wie z.B. Solar-Wasserstoff aus der Sahara oder die Fusionsforschung) verplant oder gar investiert, die dann für die Forschung in einer Schar oftmals günstigerer dezentraler Lösungswege fehlen (vgl. dazu die Forschungsausgaben des Bundes einige Seiten zuvor). Es sollte also mehr an Kombinationslösungen gearbeitet werden und mit der Leitlinie: viele Wege führen zum Ziel. - Das gilt natürlich auch übertragen auf andere Bereiche als die Energieversorgung.

Verkehrskonzept

Der Verkehr war in der Menschheitsgeschichte oft mit dem Fortschritt (Weltumsegelungen, Flugzeugbau) verbunden hatte aber auch zugleich fast immer Umweltzerstörungen (Abholzungen im Mittelmeerraum im Altertum, Waldsterben) zur Folge. An vielen Umweltzerstörungen und -verschmutzungen ist der Verkehr heute maßgeblich beteiligt; z.B. gingen in den alten Bundesländern 1989 immerhin 22,7 Prozent der CO₂-Emissionen auf den Verkehr zurück - davon allein 17,9 Prozent (der Gesamtemissionen) auf den

²⁹² Vgl. Amory Lovins, "Die Bedeutung rationeller Energienutzung" in Jeremy Leggett (Hg.), *Global Warming: Die Wärmekatastrophe und wie wir sie verhindern können: Der Greenpeace Report* (München: Piper, 1991), S. 256 ff. - In dem Zeitraum von 1973 bis 1983 wurden in den USA schätzungsweise Bauvorhaben von etwa 141 Gigawatt durch Einsparmaßnahmen überflüssig gemacht (ebd., S. 260).

Straßenverkehr. An den Stickoxidemissionen ist der Verkehr 1989 mit einem (zunächst wohl noch steigenden) Anteil von 68,1 Prozent (alte Bundesländer) beteiligt gewesen. Weiter gehen vom Verkehr in starkem Maße Lärmemissionen aus; 1991 fühlten sich 85 Prozent der Bürger in den neuen Bundesländern und 69 Prozent in den alten Bundesländern durch Straßenverkehrslärm belästigt, womit dieser unverändert als Hauptverursacher gilt. Auch von Landschaftsverbrauch und Biotopzerschneidungen ist der Verkehr einer der Hauptverursacher, und nicht zuletzt sterben jährlich einige tausend Menschen im Straßenverkehr.²⁹³

Dies alles zeigt deutlich, daß auch hier möglichst bald grundlegende Änderungen gefordert sind. Wie in vielen Bereichen gilt auch hier an erster Stelle die Vermeidung, was Änderungen in der Siedlungs- und Arbeitsstruktur und auch bei den Kosten erfordert; um so mehr, als mit dem EG-Binnenmarkt und den unverändert niedrigen Energiepreisen eine weitere deutliche Steigerung der Verkehrsleistung zu erwarten ist. Ein umfassendes Verkehrskonzept sollte möglichst alle Einflußfaktoren berücksichtigen und bei grundsätzlichen Fragen beginnen. „Wie lange kann der Verkehr noch weiter so zunehmen?“²⁹⁴ ist eine der grundlegenden Fragen in einer umfassenden Systemuntersuchung zu diesem Thema, die im Auftrag eines Automobilherstellers erstellt wurde dann aber zunächst unveröffentlicht blieb. Diese Arbeit kann allgemein auch ein gutes Beispiel für eine ganzheitliche und interdisziplinäre Zusammenarbeit und Herangehensweise sein. Fachleute verschiedener Disziplinen und unterschiedlicher Arbeitsbereiche haben sich zusammengesetzt und zunächst möglichst viele wichtig erscheinende Aspekte und Zusammenhänge zusammengetragen und überdacht. Dann wurden Teilmodelle, die sich herausbilden ließen, genauer analysiert und wichtige variable Einflußgrößen herausgearbeitet.

„Die Basis eines jeden Systemmodells wie auch die erste große Hürde, die zu nehmen ist, ist die Erfassung einer möglichst überschaubaren Zahl von Variablen (veränderlichen Einflußgrößen), die stellvertretend für viele tausend andere das System zwar grob, aber »richtig« repräsentieren sollen, ohne daß man in einem Wust von Daten erstickt.“²⁹⁵

²⁹³ Vgl. Weizsäcker, *Erdpolitik*, S. 81 ff. - Zahlen: CO₂ und Lärm aus: Umweltbundesamt (Hg.), *Jahresbericht 1991* (Berlin: o.J. [1992]), S. 137 u. S. 235; NO_x (als NO₂) aus: Bundesministerium für Wirtschaft, S. 44.

²⁹⁴ Vester, *Ausfahrt Zukunft*, S. 22.

²⁹⁵ Ebd., S. 66 (Hervorhebungen im Original).

Für genauere Einsichten wurden danach einzelne Problemfelder in sogenannten Teilszenarien mittels Wenn-dann-Prognosen überprüft. Dies hilft zum einen, die Vorgänge innerhalb der Vernetzung zu verstehen und zum anderen Ansatzpunkte zu finden, von wo Veränderungen ausgehen können. Ein Ergebnis ist u.a., daß Änderungen allein an einem Ansatzpunkt selten zu Verbesserungen im Gesamtsystem führen; mitunter können sie sogar zu weiteren Verschlechterungen führen.

Ein ökologisches Verkehrssystem versucht Verkehr zu vermeiden durch z.B. Verkürzung der Wege. Das heißt beispielsweise weg vom großen Supermarkt auf der grünen Wiese hin zu kleineren Geschäften in den Wohngebieten oder auch zu Verkaufswagen, die die Wohngebiete anfahren. Weiter werden Wege eingespart durch moderne Informations- und Kommunikationssysteme. Und die Kombination unterschiedlicher Verkehrsträger hilft ebenfalls, Verkehr zu vermeiden bzw. zu bündeln. So können kleine Elektroautos seitwärts in entsprechende Waggon fahren und in diesen größere Entfernungen überwinden, Fahrräder können problemlos in Bussen und Bahnen mitgenommen werden und Fußgänger und Radfahrer bekommen in den Innenstädten absoluten Vorrang. Zu all diesen Punkten gibt es sowohl Konzepte als auch schon einzelne Technologien, allerdings sind die Möglichkeiten und Notwendigkeiten für Veränderungen und Verbesserungen wohl bei weitem noch nicht ausgeschöpft bzw. erfaßt.²⁹⁶

Auch in diesem Bereich wird in der FH Braunschweig/Wolfenbüttel bereits zu verschiedenen Themen gearbeitet. Weiteres Potential kann durch den im Aufbau befindlichen Fachbereich Transport- und Verkehrswesen in Salzgitter hinzukommen. Eine erste Aufgabe in diesem Bereich könnte es sein, den Transport von Menschen, Material und Informationen zwischen den dann bereits vier relativ weit auseinanderliegenden Standorten der Fachhochschule möglichst umweltverträglich zu organisieren. In diesem Zusammenhang ist dann auch der im Aufbau befindliche Großraumverband der Region Braunschweig/Salzgitter/Wolfenbüttel/ Wolfsburg zu nennen, mit dem neue Herausforderungen und Möglichkeiten kommen. Wichtige Aspekte wurden von

²⁹⁶ Vgl. Vester, *Ausfahrt Zukunft*, S. 353 ff. u. S. 407 ff.

der Hochschule bereits in einer Stellungnahme zu diesem Großraumverband zusammengetragen²⁹⁷.

Bereits bestehende oder mögliche Arbeitsfelder im Bereich Verkehr sind:

- Datenübertragungen und automatische Steuerungen,
- Informationssysteme,
- alternative Antriebe,
- kombinierte Energieversorgung für ortsfeste Verbraucher und Verkehrsmittel,
- Logistik,
- Lärmreduzierung,
- attraktive Massenverkehrsmittel,
- Kombination verschiedener Verkehrsmittel,
- Energieeinsparung,
- Verhaltensänderungen und Akzeptanz,
- Umbau der Marktwirtschaft durch eine ökologische Preis- und Steuergestaltung (gilt nicht nur für den Verkehrssektor).

Auch hier führen viele Wege zum Ziel, und neue Modelle sollte auf die jeweiligen Begebenheiten zugeschnitten und abgestimmt sein gleichzeitig aber natürlich auch die höheren Vernetzungsebenen nicht vernachlässigen. Ein erstes Projekt könnte ein kommunales Verkehrsprojekt mit Anbindung an den regionalen und überregionalen Verkehr sein.

Entsorgungskonzept

Der Themenbereich Entsorgung ist das dritte Arbeitsfeld, was hier exemplarisch erörtert wird. Auch hier ist die Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel schon länger tätig.

In den westlichen Bundesländern entstanden 1987 etwa 23 Mio. Tonnen Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle und Sperrmüll. Von den damals 332 Hausmülldeponien, sind z.Z. weniger als 300 noch in Betrieb. Berechnungen des Umweltbundesamtes (Stand 1987) gehen davon aus, daß von den 332 Deponien etwa drei Viertel (242) voraussichtlich bis etwa 1997 verfüllt

²⁹⁷ Vgl. Erwartungen der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel an einen Großraumverband der Region Braunschweig/Salzgitter/Wolfenbüttel/Wolfsburg, o.J. [1992].

sind und somit geschlossen werden müssen. 1987 wurden 70 Prozent des anfallenden Hausmülls deponiert, der Rest wurde verbrannt oder z.T. auch kompostiert.²⁹⁸

In der Abwasserentsorgung liegt der Tagesmittelwert von häuslichem Schmutzwasser im Bundesdurchschnitt beispielsweise bei etwa 200 Liter Abwasser pro Einwohner und Tag; bei dessen Reinigung (in Städten sind industrielle und gewerbliche Abwässer eingerechnet) fallen derzeit etwa 50 Mio. Kubikmeter Klärschlamm mit einer Trockenmasse von 2,5 Mio. Tonnen an (alte Bundesländer). Davon werden 59 Prozent deponiert, 29 Prozent kommen in die Landwirtschaft, 3 Prozent werden kompostiert und 9 Prozent verbrannt. Dieser Klärschlamm ist zu großen Teilen mit Schwermetallen, Krankheitserregern und anderen Giften belastet, was enorme Probleme aufwirft.²⁹⁹

Angesichts dieser und weiterer Zahlen drängt sich auch hier die Frage nach anderen Wegen auf. Derzeit herrschen im Entsorgungsbereich die sogenannten End-of-Pipe-Technologien vor, die auf Dauer keine Lösungen darstellen können und eben die Probleme meist nur verlagern. Das heißt in der 'Entsorgung' sollten sich die Arbeiten nur in zweiter Linie auf den Bereich Schadstoffbeseitigung konzentrieren und in erster Linie die Vermeidung von Abstoffen oder deren weiteren Einsatz in anderen Prozessen verfolgen.

So stellt auch die Müllverbrennung keine ökologische Alternative dar, da Sondermüll beispielsweise nur auf etwa ein Drittel (des Gewichts; etwa 10 Prozent des Volumens) reduziert wird, diese Reststoffe ihrerseits meist gefährlichen Sondermüll darstellen und im Abgasstrom 80 bis 90 Prozent nicht identifizierbare organische Verbindungen gefunden wurden (in den USA). Ähnliches gilt auch für Hausmüllverbrennungsanlagen; das Darmstädter Öko-Institut sieht lediglich die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Stickoxide nach 17. BImSchV als unproblematisch an, die Einhaltung der Dioxin-Grenzwerte wird als äußerst problematisch und aufwendig beurteilt. Und auch die Stromerzeugung in einer Müllverbrennungsanlage (MVA) wird als wenig sinnvoll betrachtet, da der Nutzungsgrad bei nur etwa 20 Prozent liegen wird und außerdem dabei die undefinierte Müllzusammensetzung negative

²⁹⁸ Vgl. Clemens Hölter, *Ökobase: Die Umweltdatenbank für jedermann*, Vers. 2.00 (Haan: Clemens Hölter GmbH, 1992), Fachwissen - Stichwort Abfall; u. Umweltbundesamt, *Jahresbericht*, S. 265.

²⁹⁹ Vgl. H. Johannes Pöpel u. Bernhard Lotz, "Abwasserreinigung im Lichte neuer Anforderungen" in: Hans Reiner Böhm u. Michael Deneke (Hgg.), *Wasser: Eine Einführung in die Umweltwissenschaften* (Darmstadt: Wiss. Buchges., 1992), S. 160 u. S. 172 ff.

Auswirkungen haben kann. Die von einem Mitarbeiter des Bundesgesundheitsamtes vorgestellte Hochtemperaturverbrennung für Restmüll sollte diskutiert werden, aber auch sie kann keine Dauer- und Hauptlösung sein.³⁰⁰

Vermeidung heißt in erster Linie, daß Produkte langlebiger und reparaturfreundlich sein sollten. Ein weiteres Kriterium für Geräte, Maschinen u.ä. sollten genormte Bauteilgrößen sein, so daß eventuelle technische Neuerungen in vorhandene Gegenstände eingebaut werden können und nicht sofort ein völlig neues Produkt gekauft werden muß. Dabei spielt sicherlich auch zeitloses Design eine Rolle. Ein anderer Vorteil von genormten Bauteilen ist, daß sie bei Schäden ausgetauscht und dann wieder instandgesetzt werden können (Reparaturfreundlichkeit). In diesem Zusammenhang ist ähnlich wie in der Energiewirtschaft ein Wandel vom Produktionsunternehmen zu einem Dienstleistungsunternehmen denkbar. In diesem werden dann weiterhin Produkte (z.B. Rasenmäher) hergestellt, diese werden dann aber vorrangig nicht verkauft sondern vermietet oder im Leasing weitergegeben, bzw. es wird die entsprechende Dienstleistung angeboten. Wenn die Produktion nicht mehr die Haupteinnahmequelle ist, sondern die mit den hergestellten Produkten verbundene Dienstleistung, dann können die Produkte entsprechend den o.g. Anforderungen hergestellt werden.

Die Kunden wollen in der Regel nicht einen Rasenmäher (in diesem Beispiel) im Keller oder der Garage stehen haben, sondern sie wollen einen gemähten Rasen haben. Dafür ist es normalerweise ausreichend, wenn sie sich alle paar Wochen einen Rasenmäher bei einem der nahen Servicegeschäfte (die auch andere Geräte und Dienstleistungen anbieten) ausleihen oder jemand von dort zum Rasenmähen kommt. Die Vorteile sind: die Kunden gewinnen Platz in den eigenen vier Wänden; es braucht sich nicht jeder Gartenbesitzer einen Rasenmäher kaufen; die Hersteller brauchen keine riesigen Produktionsanlagen mehr und somit enorme Investitionen; Arbeitsplätze können bei einem breitgestreuten Servicenetz wieder wohnungsnäher sein und vermehren sich mitunter; Arbeitsbedingungen verbessern sich; es werden weniger Rohstoffe verbraucht,

³⁰⁰ Vgl. Michelsen u. Öko-Institut, S. 278 f. u. S. 287; Christoph Ewen, Wolfgang Jenseit u. Günter Dehoust, "Müllverbrennung: Bewertung des Öko-Instituts Darmstadt", *Ökologische Briefe* Nr. 23 (1992), S. 8 ff.; sowie Jürgen Hahn, "Prof. Dr. Jürgen Hahn (BGA): Müllverbrennung als notwendiger Teil eines geschlossenen Stoffkreislaufs", *Ökologische Briefe* Nr. 14 (1992), S. 15 ff. - Zum Thema *Müllverbrennung* wurde im gesamten Jahrgang 1992 der *Ökologischen Briefe* eine interessante und kontroverse Debatte geführt. - 17. BImSchV = Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe.

und es entstehen weniger Abfälle, da es 'keine' Wegwerfprodukte mehr gibt. Denkbar ist so etwas von der Bohrmaschine bis hin zum Automobil; bei letzterem gibt es vergleichbares zum einen schon lange mit Taxiunternehmen und Autovermietern und zum anderen seit einiger Zeit mit den sogenannten Car-Sharing-Genossenschaften.³⁰¹

Ein großer Teil des Hausmülls besteht aus Verpackungsmaterialien; in diesem Bereich ließen sich große Mengen durch Mehrwegsysteme vermeiden, wie sie bei vielen Getränken üblich sind. Nach der Vermeidung ist an zweiter Stelle die Verwertung zu sehen, was in erster Linie im sogenannten Recycling geschieht. Recycling im eigentlichen Sinne bedeutet, daß aus dem Material eines bestimmten Produktes auch wieder das gleiche Produkt werden kann. Bei Glas und einigen Metallen ist dies sehr gut möglich. Bei vielen Kunststoffen stößt dies (zumindest derzeit) noch auf Probleme; meist entstehen hier nach dem Recycling 'minderwertige' Produkte, die sich nicht wieder oder nur schwer recyceln lassen. In den Bereichen Mehrweg und vor allem auch Recycling war das SERO-System in der ehemaligen DDR eine interessante und gut funktionierende Organisation. Entgegen einer verbreiteten Annahme hätte dieses einzigartige System durchaus auch in der Marktwirtschaft überleben können, zu diesem Urteil kam ein Ende 1990 erstelltes Gutachten eines Düsseldorfer Consulting-Instituts. Die Ruinierung der SERO-Betriebe war eine der nicht wenigen vertanen Chancen, die sich in den neuen Bundesländer boten und teilweise noch bieten.³⁰² Für kurzfristige egoistische und ökonomische Vorteile einzelner wurde von Seiten der Treuhandanstalt und der Bundesregierung ökologisch und sozial unverantwortlich gehandelt.

Im Hinblick auf die Verwertung ist bei Gebrauchsgegenständen und Maschinen eine recyclinggerechte Konstruktion und ein recyclingfähiges Material gefragt. Das heißt diese Gegenstände müssen so konstruiert sein, daß sie sich entsprechend einfach zerlegen lassen, und sie (bzw. die Einzelteile) sollten aus leicht recycelbaren und homogenen Materialien bestehen. Allgemein ist auch in diesem Bereich eine Änderung der Preisstruktur notwendig, in der die 'wahren' Rohstoffpreise zur Geltung kommen.

³⁰¹ Vgl. [Öko-Leasing], "Nachhaltig konkret: Durch Öko-Leasing und Service", *Ökologische Briefe* Nr. 28 (1993), S. 19 f.; u. Verkehrsclub Deutschland VCD (Hg.), "Car Sharing: Wo bleibt der Boom?", *fairkehr* Nr. 4 (1993), S. 23 ff.

³⁰² Vgl. Quabeck u. Carlowitz, S. 50; u. GMO Management Consulting GmbH, "Gutachten zur Situation und Sanierung der SERO-Betriebe", *Ökologische Briefe* Nr. 5 (1991), S. 14 ff. [in Auszügen dokumentiert].

Zu vielen der genannten Bereiche wird an der Fachhochschule auch heute schon gearbeitet oder ist in absehbarer Zeit die Arbeit vorgesehen. In jedem Fall ist das Potential an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel vorhanden, was notwendig ist um die vorgeschlagenen Wege zu beschreiten. Für die technischen Fachbereiche heißt dies beispielsweise, daß Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Recyclingfähigkeit generell eine wichtige Rolle spielen sollten; die Lehrpläne sollten also entsprechend ergänzt werden. Wie das Beispiel Car Sharing zeigt, gibt es zwischen den hier angeführten Bereichen vielfältige Vernetzungen, was auch eine ständige Kommunikation zwischen den einzelnen Hauptarbeitsfeldern (Verkehr, Energie, ...) notwendig macht.

Zu folgenden Themen wird an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel gearbeitet bzw. könnte u.a. gearbeitet werden:

- ökologische Preisgestaltung, ökologische Steuerreform;
- Dienstleistungskonzepte;
- reparaturfreundliche Konstruktion;
- langlebige Konstruktion;
- zeitloses Design (ggf. in Zusammenarbeit mit der HBK);
- Recycling
 - > Methoden,
 - > Materialien,
 - > Konstruktion;
- Produkt-Öko-Bilanzen bzw. Produktlinienanalysen;
- geschlossene Stoffkreisläufe durch Verbindung von Einwegprozessen (Vester);
- Brauchwassernutzung;
- abwasserfreie Komposttoilette³⁰³;
- energetische Kompostverwertung.

Hier wie in den anderen Bereichen sind sicherlich noch einige Innovationen denkbar und möglich. Eine fachübergreifende Arbeitsgruppe mit entsprechenden Arbeitsstellen könnte wahrscheinlich noch mehr Ideen zusammentragen und auch konkretisieren sowie ggf. dann auch in die Praxis

³⁰³ Entsprechende Verfahren gibt es schon z.B. in Schweden und in Hamburg. Die Anlagen arbeiten mit Unterdruck und etwa einem Liter Wasser pro Spülvorgang. Jährlich entstehen dabei ungefähr 50 Liter Kompostdünger in einer geruchlosen Kompostbox. (Vgl. Amsel u. Lanz, "Ein Klo geht um die Welt", S. 13.)

umsetzen. Letztgenanntes ist ja das, was die eigentliche Änderung der Situation erst bewirken kann.

Interdisziplinäres Hochschulzentrum

Allen zuvor beschriebenen Arbeitsfeldern und Lösungsansätzen ist gemeinsam, daß in ihnen wirklich interdisziplinär also fachbereichsübergreifend gearbeitet werden soll. Das heißt die jeweils zugrunde liegende Problemlage wird, wie zu Beginn dieses Teilabschnitts und am Beispiel Verkehr kurz beschrieben, in einem disziplinübergreifenden Kreis von Fachleuten und Beteiligten erörtert, um ein möglichst umfassendes Bild und vernetzte Lösungsansätze zu bekommen. Auch die fachbezogenen Teillösungen sollten immer wieder im großen Kreis diskutiert und kritisiert werden; dies kann in festgefahrenen Situationen genauso helfen wie auch bei der notwendigen ganzheitlichen Bewertung. Weiterhin wird es immer von einem Arbeitsfeld Pfade zu anderen Arbeitsfeldern geben, die zumindest mit bedacht werden müssen, oder wo auch ergänzende Informationen und Lösungen zu finden sind. Dies gilt sowohl für die einzelnen Projekte des Projektstudiums als auch für die zu weiten Teilen damit identischen bzw. verbundenen FuE-Projekte. Gleichfalls ist diese fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit bei der 'Ökologisierung' der Lehrpläne (vgl. 4.1) geboten, wobei einige Veranstaltungen auch fachbereichsübergreifend stattfinden sollten.

Diese übergreifende Zusammenarbeit bedarf - gerade auch zu Beginn - entsprechender Organisationsstrukturen, die für den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Fachbereichen, mit anderen Hochschulen, mit anderen Institutionen, mit Unternehmen usw. sorgt. Hinzu kommt die Verbindung der relativ weit auseinander liegenden Standorte der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel. Dafür ist es meines Erachtens sinnvoll, eine geeignete fachbereichsübergreifende Institution einzurichten. Wie schon mehrfach in dieser Arbeit angesprochen, ist es bei den modernen Technologien außerdem unverzichtbar, daß ihre Folgen und Auswirkungen für die Gesellschaft wie für die gesamte Biosphäre ständig geprüft und bedacht werden. Deshalb halte ich eine Einrichtung wie etwa das in Kapitel II. (Abschn. 2.6) genannten ZENTRUM FÜR TECHNIKBEWERTUNG UND TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG für sinnvoll und notwendig. Die vielen Krisen und die vielen kleinen und großen Katastrophen,

die sich alle unter der ökologischen Krise zusammenfassen lassen, sprechen für sich. Verantwortungsbewußtes Handeln setzt das Bedenken der Folgen voraus - um so mehr, wenn sie das 'bekannte' Ausmaß besitzen. Da die Technik in unserer Gesellschaft einen hohen Stellenwert einnimmt, sind somit auch die Technikfolgenabschätzung (TA) und die Technikbewertung entsprechend wichtige Vorkehrungen - das wird auch von den 'betroffenen' Technikern nicht bestritten³⁰⁴.

Die schon genannte Ökobilanzierung kann als Teil bzw. als Instrument einer Technikfolgenabschätzung angesehen werden. Auch in diesem Zusammenhang wurde schon die Einrichtung einer zentralen Stelle angesprochen. Für ein interdisziplinäres Hochschulzentrum lassen sich also zahlreiche notwendige Aufgaben formulieren. Hinzu kommt dabei auch noch die sinnvoll erscheinende Information der Öffentlichkeit, was ebenfalls zu den Aufgaben von Institutionen für Technikbewertungen gezählt werden kann. Denn die Bewertung von Technologien sollte immer in einer öffentlichen Diskussion stattfinden, was auch der allgemeinen Tendenz in der TA-Praxis entspricht³⁰⁵ - schließlich ist die Öffentlichkeit von den Folgen ggf. betroffen. Früher oder später können Technikfolgenabschätzungen ohnehin Bestandteil gesetzlicher Vorgaben sein oder von Versicherungsgesellschaften gefordert werden, wenn es zur Einführung von einer Versicherungspflicht für Industrie und Forschung kommt. Doch warum immer auf den Gesetzgeber oder andere zwingende Faktoren warten? Vernünftig und vorausschauend ist es, wenn die Suche nach Lösungen und möglichen Gefahren 'rechtzeitig' beginnt; die Politik reagiert da meist etwas zu langsam.³⁰⁶

Die Einrichtung eines interdisziplinären Hochschulzentrums erscheint also sinnvoll und notwendig. Als erstes könnte vielleicht eine Senatskommission gebildet werden, die ein solches Zentrum plant und konstituiert bzw. den Antrag an das MWK formuliert. Je nachdem, wie schnell mit der Genehmigung und Errichtung des Zentrums gerechnet werden kann, kann die Senatskommission zunächst unabhängig davon mit konkreten Arbeiten beginnen. Dies kann dann

³⁰⁴ Dafür sprechen z.B. auch der jüngst erschienene VDI-Report: Verein Deutscher Ingenieure (Hg.), *Unsere Verantwortung für eine umweltverträgliche Technikgestaltung: Von abstrakten Leitsätzen zu konkreten Leitbildern*, VDI-Report 19 (Düsseldorf: 1993); und die VDI-Richtlinie 3780, *Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen* (Düsseldorf: 1991).

³⁰⁵ Vgl. Renate Mayntz, "Zur Institutionalisierung von Technikbewertung" in: Friedrich Rapp u. Manfred Mai (Hg.), *Institutionen der Technikbewertung: Standpunkte aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft: Vorträge und Diskussionen* (Düsseldorf: VDI-Verl., 1989), S. 140 f.; u. VDI 3780, S. 21.

³⁰⁶ Vgl. Ulrich Beck, "Die blaue Blume der Moderne", *Der Spiegel* Nr. 33 (1991), S. 50 f.

vorerst in Verbindung mit anderen bestehenden zentralen Hochschuleinrichtungen geschehen, die ggf. personell erweitert werden. In die Zusammenarbeit mit einbezogen werden sollte auf jeden Fall die Technologietransfer-Kontaktstelle, da sie einen recht guten Überblick über die FuE-Tätigkeiten an der Fachhochschule und auch entsprechende Außenkontakte besitzt.

Erfahrungen, die anderenorts mit TA-Einrichtungen gemacht wurden - z.B. das *Interuniversitäre Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur* (IFZ) an der TU Graz in Österreich -, zeigen, daß diese ein breites Aufgabenspektrum bearbeiten können. Dazu gehören die Politikberatung, disziplinübergreifende Forschung, Auftragsprojekte für die Wirtschaft, Mitwirkung an der Veränderung von Lehrplänen und Informieren der Öffentlichkeit.³⁰⁷

Insgesamt betrachtet könnte von der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel in näherer Zukunft vielleicht sogar eine Art Verbund-Forschungs- und Entwicklungsprogramm angeregt werden, in dem mit Stadtteilen, Kommunen und ganzen Regionen sowie mit anderen Hochschulen ökologische Gesamtkonzepte erarbeitet werden. In diesen Gesamtkonzepten wird versucht, eine optimale Kombination von Ver- und Entsorgung, Verkehr, Naherholung, Gesunderhaltung, sozialer Betreuung, Bürgerbeteiligung und ähnlichem mehr zu entwickeln, die sozial und ökologisch verträglich ist.

³⁰⁷ Vgl. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Stefan Kuhlmann u. Rainer König, *Policy Research Centers und Technikfolgenabschätzung - Bestandsaufnahme und Analyse* - (Karlsruhe: 1991), S. 42 ff. - Das IFZ arbeitet z.B. auch mit Arbeitnehmervertretungen zusammen (vgl. ebd., S. 46).

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Wie diese Ausarbeitung zeigt, ist sozial und ökologisch verträgliche Arbeit in Lehre und Forschung nur zum Teil bzw. neben anderem mit den Tätigkeiten verbunden, die sich derzeit mit Problemen der ökologischen Krise beschäftigen. Die Ursachen für diese Probleme finden sich in *allen* Bereichen der Gesellschaft, weshalb auch nur ein Ansatz hilfreich erscheint, der in *allen* Bereichen greift. Einige denkbare Ansätze habe ich in dem vorhergehenden Abschnitt (III.4.) angeführt und umschrieben. Die bisherige Form, daß sich ein spezialisierter Studiengang oder Fachbereich um die ökologischen Fragen kümmert und ein anderer vielleicht noch um die sozialen Fragen, alle weiteren aber 'andere' Aufgaben haben, kann vielleicht einige Arbeitsstellen schaffen und dem 'Ansehen' der Hochschule eine Zeit lang dienen, die Probleme lassen sich so aber wohl kaum lösen. Im Gegenteil, es kann sogar festgestellt werden, daß auch bei zunächst einzelnen und separat erscheinenden Fragestellungen zur Beantwortung eine Vielzahl von Aspekten Beachtung finden müssen und auch entsprechend unterschiedliche Blickwinkel eingenommen werden sollten. Alles andere birgt zumindest die Gefahr, daß Probleme nicht gelöst sondern nur verlagert werden. Vorausschauendes und vernetztes Denken sind also gefragt, was ein vorschnelles und unvernetztes Handeln vermeidet.

So ist das ökologische Potential der Fachhochschule auch nicht so sehr (auf jeden Fall nicht ausschließlich) in den Tätigkeiten zu finden, die sich 'schon' derzeit mit ökologischen Fragen beschäftigen als vielmehr in dem vertretenen Fachwissen und den individuellen Fähigkeiten der Hochschulmitglieder generell. Das Potential bilden die Möglichkeiten, die sich aus der Vernetzung dieses Wissens und dieser Fähigkeiten ergeben. Sonst wäre es nur ein Fortführen der bestehenden Fragmentierung und somit eine Vernachlässigung wichtiger Teile der Welt.

Die Dokumentation (Kap. II.) zeigt, daß es einige Hochschulmitglieder gibt, die die Brisanz der ökologischen Krise erkannt haben und deshalb nach Möglichkeiten suchen, ihr entgegen zu wirken. Auch die Bedeutung fachübergreifender Zusammenarbeit wird dabei mitunter gesehen. Auf dieser Basis sollten nun erste Schritte unternommen werden, integrierte, fachbereichsübergreifende Arbeitsformen zu finden. Bis sich solche Arbeitsformen (vgl. III.4.) weitgehend durchgesetzt haben, wird allerdings sicherlich noch einige Zeit vergehen; denn

die seit Generationen fragmentierte und spezialisierte Ausbildung an den Schulen und Hochschulen sitzt wahrscheinlich sehr tief in unserem Denken. Weshalb ich an dieser Stelle noch einmal betone, daß mit fachbereichsübergreifender Zusammenarbeit die Zusammenarbeit wirklich *aller* Fachbereiche gemeint ist, also (hier) der technischen Fachbereiche, des Fachbereichs Sozialwesen, des Fachbereichs Wirtschaft und auch des im Aufbau befindlichen Fachbereichs Transport- und Verkehrswesen. Und dies sowohl in der Lehre als auch im FuE-Bereich.

Zu den Besonderheiten der Fachhochschulen gehört, daß sie meist sehr praxisnah tätig sind. Deshalb könnte an ihnen eine problem- oder aufgabenorientierte Arbeit vielleicht einfacher sein als an großen Universitäten. Zudem sind sie - wie schon angedeutet - meist kleiner und somit überschaubarer und wohl auch flexibler als manche Universität. Allerdings halte ich es für wenig sinnvoll, wenn jetzt Fachhochschulen gegen Universitäten ausgespielt werden. Eine offene und aufgeschlossene Zusammenarbeit, die sich dabei vielleicht auch wieder den Vorstellungen einer integrierten Gesamthochschule nähert, scheint mir erstrebenswerter. Diese Form eines Hochschulsystems dürfte flexibler sein und könnte auch leichter den unterschiedlichen Interessen einer Gesellschaft gerecht werden.

Derzeit scheinen 'ökonomische' Anforderungen soziale und ökologische Maßgaben zu dominieren. Ungeachtet dessen halte ich die beschriebenen Veränderungen für möglich und aber auch dringend geboten. Ökologie und Ökonomie stehen ohnehin nur scheinbar im Widerspruch. Die „Umweltindustrie“ ist einer der wenigen Bereiche, in dem noch Wachstum erwartet werden darf, und die viel gescholtenen staatlichen Umweltauflagen haben in den vergangenen zwanzig Jahren für ein stetiges Wachstum im Bereich Umwelttechnologie und -dienstleistungen gesorgt. Deutsche Firmen gehören in diesen Bereichen weltweit zu den führenden Unternehmen und stehen in Europa sogar auf Platz eins. Und auch für den Wirtschaftsstandort Deutschland insgesamt sind die Ausgaben für den Umweltschutz keine bedeutende Mehrbelastung. 1989 lagen beispielsweise im produzierenden Gewerbe die Gesamtaufwendungen für Umweltschutz bei nur 0,7 Prozent des Produktionswertes; das besagt eine gemeinsame Studie zweier führender Wirtschaftsforschungsinstitute erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Von Einzelfällen abgesehen stellt der Umweltschutz in Deutschland also keine wirtschaftlich unzumutbare Belastung dar. Langfristig führt er oft sogar zu Einsparungen; z.B. erbringen Investitionen

in Anlagen zur Wärmerückgewinnung über einen Zeitraum von zehn Jahren das siebenfache an Energieeinsparung.³⁰⁸ Freilich darf hierbei nicht vergessen werden, daß ein Teil der Umweltindustrie die Wachstumsraten mit den sogenannten End-of-Pipe-Technologien erzielt hat, die allenfalls eine vorübergehende Lösung darstellen können. Für eine dauerhaft ökologische Lebensweise scheinen sie größten Teils wenig geeignet. Wenn die einleitend und im weiteren Verlauf beschriebenen Entwicklungen ihre Richtung und Geschwindigkeit beibehalten, werden die Unternehmen, die bereits heute in sozial und ökologisch verträglichere Produktions- und Arbeitsweisen investieren, wahrscheinlich eine größere Überlebenschance besitzen, als heute an kurzfristigen Gewinnen orientierte Firmen.

An dieser Stelle ist noch einmal herauszustellen, daß in ökologisch verträglichem Handeln auch immer sozial verträgliches Handeln eingeschlossen ist, weshalb auch meist von sozial *und* ökologisch die Rede ist. Abgesehen davon, daß sich die Ökologie ohnehin mit den Wechselbeziehungen zwischen Lebensformen und zwischen diesen und der Umwelt beschäftigt, wozu beim Menschen auch soziale Verhaltensweisen gehören, sprechen einige Gründe für die genannte Verbindung: Wie im ersten Kapitel ausgeführt, hat die Umweltzerstörung z.T. auch ihre Ursachen in Verhaltensweisen, die als unmenschlich zu bezeichnen sind. Sichtbar werden sie an Erscheinungen wie: der Diskriminierung von Frauen, der Abwertung von Gefühlen oder dem Streben nach Herrschaft. Weiter verursacht soziale Benachteiligung Unzufriedenheit und Aggression, was ebenfalls zu unmenschlichen Verhaltensweisen führen kann. Und umgekehrt ist es für sozial Benachteiligte derzeit oftmals auch nur schwer möglich, sich - schon bei ganz einfachen Dingen - 'ökologisch verträglich' zu verhalten. Ökologisch verträglichere Produkte werden meist teurer verkauft als z.B. Wegwerfprodukte. Wichtig ist also, daß die Preise die soziale und ökologische 'Wahrheit' sagen. Sämtliche Kosten, die durch ein Produkt verursacht werden, müssen sich auch in dessen Preis wiederfinden. Daß der Kunde über seine Nachfrage die Zusammensetzung der Produktpalette bestimmen kann, klingt dabei manchmal schon fast zynisch, womit wir bei einem weiteren wichtigen Punkt sind.

³⁰⁸ Vgl. [Deutsche Industrie], "Deutsche Industrie profitiert von strengen Umweltauflagen", *Ökologische Briefe* Nr. 7 (1993), S. 14 ff.; u. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung u. Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, "Umweltschutz nützt dem Wirtschaftsstandort Deutschland", *Ökologische Briefe* Nr. 19 (1993), S. 13 ff. [in Auszügen dokumentierte Kurzfassung].

Mit dem 'Argument' *Industriestandort Deutschland* wird sowohl der derzeitige Sozialabbau (z.B. Kürzungen im finanziellen Bereich und Arbeitsstellenabbau) als auch eine Mißachtung ökologischer Anforderungen in Wirtschaft und Politik (Beschleunigungsgesetze, Gentechnikgesetz, Emsvertiefung, Festhalten an der Kernenergie usw.) gerechtfertigt. Die globale Konkurrenz und der Wohlstandserhalt bedingen angeblich solche Maßnahmen. Die Vertiefung der Ems beispielsweise kann vielleicht kurzfristig einige Arbeitsplätze erhalten, langfristig haltbar sind jedoch nur Arbeitsplätze, die zunehmend an sozialen und ökologischen Maßgaben ausgerichtet sind. Dies zum einen, weil in vielen Bereichen ansonsten schon bald Zwangsmaßnahmen notwendig werden können (es ist z.B. durchaus denkbar, daß in zwanzig Jahren der Gebrauch oder Besitz eines privaten Kfz nicht mehr zulässig ist). Und zum anderen stellt sich einmal mehr die Frage: Wie gehen wir sozial miteinander um? Im Bezug auf den Menschen heißt für mich *ökologisch* auch und gerade *menschlich*. Die Arbeitsbedingungen und die Verteilung der Arbeit sind aber oftmals eher als unmenschlich zu bezeichnen. Das veranlaßt, die Frage zu stellen: Für wem sind denn Industrie, Handel, Wissenschaft, Technik usw. da? Und die Antwort kann nur lauten: Für den (die) Menschen! Schließlich sind an all diesen Tätigkeiten Menschen maßgeblich und ursächlich beteiligt. Einige mögen das 'für den Menschen' egoistisch nur auf sich beziehen, weshalb sie auch mit einem Jahreseinkommen von einer halben Millionen DM oder mehr von anderen, die gerade mal ein Zehntel bekommen, finanziellen Verzicht und Mehrarbeit fordern können. - Unbestritten werden wir alle (in den entwickelten Ländern) einige lieb gewordene Gewohnheiten aufgeben müssen, und wir sollten auch 'alle' nicht mehr nur auf das Materielle blicken. Aber materieller Verzicht als erstes doch wohl dort, wo er am zumutbarsten also am wenigsten existenzbedrohend ist. Das heißt sozial privilegierte Menschen sind am meisten zum Abgeben aufgerufen und nicht sozial Benachteiligte, die kaum etwas zum Abgeben haben.

In den vorstehenden Absätzen habe ich versucht, nochmals zu betonen, daß die ökologische Krise im starken Maße auch eine soziale und politische Dimension besitzt, was in weiten Teilen der Gesellschaft und gerade auch in Hochschule und Wissenschaft noch immer zu wenig Berücksichtigung findet. Auch in dieser Arbeit haben naturwissenschaftlich-technische Themen noch einen überwiegenden Anteil. Das liegt z.T. auch daran, daß die Folgen unseres unvernünftigen Handelns vor allem physisch sichtbar bzw. wahrgenommen

werden. Dabei gibt es aber bei genauerer Betrachtung gleichfalls enorme soziale Spannungen und Gefahren, welche ebenso bedrohlich erscheinen wie z.B. der Treibhauseffekt und die ursächlich eng mit den physischen Problemen verbunden sind.

Daraus leitet sich ab, daß der sozialen und politischen Dimension fortan mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Geistes- und sozialwissenschaftliche Auseinandersetzungen mit der ökologischen Krise verdienen weit mehr Beachtung, als dies derzeit der Fall ist.³⁰⁹ Die 'Erfolge' von Naturwissenschaft und Technik in den vergangenen zweihundert Jahren haben bei vielen Menschen scheinbar den Glauben erzeugt, alle Probleme ließen sich mit naturwissenschaftlich-technischen Methoden lösen. Der Mensch ist aber auch ein denkendes, ein 'Geist-Wesen', was aus seinem Geist heraus handelt. Das heißt die geistigen Fähigkeiten des Menschen haben diesen erst zu seinen technischen Höchstleistungen befähigt. Die lange Vernachlässigung der psychischen Dimensionen im Handeln des Menschen kann als sträflich bezeichnet werden.

Geistes- und Sozialwissenschaften und ihren Methoden sollte also ein größerer Stellenwert zukommen. Zum einen kann dies sicherlich - wie schon angesprochen - durch die Einbeziehung der Philosophie und philosophischer Diskussionen in naturwissenschaftlich-technischen Arbeitsbereichen geschehen. Zum anderen sind auch sozialwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden insgesamt zu berücksichtigen. Auch in die Lehrpläne z.B. der Ingenieurwissenschaften gehört die Auseinandersetzung mit sozialen und politischen Fragen. Viele Krisenphänomene haben vor allem soziale Ursachen, die Technik ist dabei oft nur Erfüllungsgehilfe. Zwar erzeugt Technik häufig auch Sachzwänge (z.B. Verkehrssysteme oder die Fließbandarbeit), aber auch diese können häufig nur greifen, weil Menschen dies zulassen oder sogar fördern. Auch heute noch sind die Arbeitsbedingungen in Industrie und Handwerk vielfach krankmachend, was wieder nicht in erster Linie an den Maschinen und Prozessen liegt, als vielmehr an den Menschen, die damit Geld verdienen wollen. Die dabei entstehenden sozialen Folgekosten (Krankenhaus- und Pflegekosten, Frührente) trägt aber entweder der lohnabhängig Arbeitende oder die Gesellschaft insgesamt - soweit sich die Folgen überhaupt finanziell aufwiegen lassen. Wie bei den ökologischen (physischen) Folgekosten muß der Hauptnutznießer der Arbeiten diese Kosten kaum tragen.

³⁰⁹ Vgl. Institut für sozial-ökologische Forschung [u.a.], S. 6 f. u. 51 ff.

Ingenieurinnen und Ingenieuren, wenn wir die FH Braunschweig/Wolfenbüttel betrachten, sollte in ihrer Ausbildung auch nahegebracht werden, in welchen sozialen und politischen Systemen ihr Handeln stattfindet. Unser derzeitiges kapitalistisches System beispielsweise lebt u.a. noch immer vom quantitativen Wachstum. Dieses ist aber über längere Zeiträume nicht tragbar und sinnvoll; weit sinnvoller ist auf lange Sicht ein qualitatives Wachstum - was auch näher an der Natur ist, wenn wir die biologische Evolution betrachten. Meines Erachtens ist das auf den vorhergehenden Seiten Beschriebene ein Arbeitsfeld, in dem auch an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel schon bald mehr Aktivitäten stattfinden sollten - zunächst vielleicht in der Form einer konkreten, fachbereichsübergreifenden Diskussion über Struktur, Arbeitsformen und Zielsetzungen der Fachhochschule. Sozialarbeiter und Ingenieure arbeiten schließlich nur an unterschiedlichen Stellen in den *gleichen* Systemen.

Da die abschließenden Worte von Donella und Dennis Meadows und Jørgen Randers - wie ich meine - die gegenwärtige Situation sehr passend umschreiben; sollen sie auch hier den Abschluß bilden:

„Wir haben wiederholt betont, daß die Welt nicht vor einer vorausbestimmten Zukunft steht, sondern daß sich mehrere Möglichkeiten ergeben. Man kann wählen: Ein Gedankenmodell lautet, daß diese begrenzte Welt de facto doch keine Grenzen habe. Wenn man sich für dieses Modell entscheidet, führt das noch weiter über die Grenzen hinaus und, nach unserer Ansicht, zum Zusammenbruch.

Die Grenzen sind real und eng, so sagt das zweite Gedankenmodell. Es ist nicht mehr genügend Zeit vorhanden; die Menschen können sich nicht bescheiden und nicht verantwortlich handeln. Wenn sich die Menschheit für diesen Gedankengang entscheidet, dann kommt es auch so - bis zum Zusammenbruch.

Nach dem dritten Gedankenmodell sind die Grenzen ebenfalls real und eng, aber noch ist Zeit, wenn auch keine mehr zu verlieren. Es gibt genug Energie, Ressourcen, Geld, Umweltkapazitäten und menschliche Fähigkeiten, um einen Wandel einzuleiten, die dritte große Revolution der Menschheit: die Umwelt-Revolution.

Auch dieses Modell kann falsch sein. Alle Anzeichen jedoch, alle globalen Daten und auch unser Computermodell machen es wahrscheinlich, daß dieses

Gedankenmodell im wesentlichen richtig ist. Wenn wir auch nicht sicher sein können, so wollen wir doch versuchen, in diesem Sinne zu handeln.“³¹⁰

³¹⁰ Meadows [u.a.], *Die neuen Grenzen des Wachstums*, S. 278.

ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe ist es, Ansatzpunkte für eine ökologisch verträgliche Arbeit in Lehre und Forschung zu finden. Dies geschieht am Beispiel der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel.

Vor dem Hintergrund der ökologischen Krise, die an Phänomenen wie Treibhauseffekt und Ozonloch sichtbar wird, stellt sich die Frage nach den Ursachen dieser Krise und nach neuen Wegen in allen Bereichen der Gesellschaft. Es kann eine übermäßige Technisierung der Welt festgestellt werden, und mittlerweile geraten im Denken der Menschen vorherrschende Weltbilder zunehmend ins Wanken. Wissenschaft und Technik spielen bei all dem eine bestimmende Rolle. Vieles weist aber darauf hin, daß die Menschlichkeit im derzeitigen Geschehen keinen angemessenen Stellenwert besitzt; vielmehr sind Entscheidungen und Handlungen oftmals durch unmenschliche Züge gekennzeichnet. All diese Phänomene und die bisherigen Reaktionen der Menschen deuten darauf: die Welt ist in starkem Maße vernetzt, die Menschen haben diese Vernetzung bisher aber nicht ausreichend wahrgenommen und berücksichtigt. Eine in diesen Zusammenhängen dringend erforderlich erscheinende philosophische Diskussion über die derzeitige Lage und neue, möglich erscheinende Wege ist in Wissenschaft und Gesellschaft bisher nur wenig und unzureichend anzutreffen.

In den zuvor beschriebenen Zusammenhängen spielt die Ökologie eine wichtige Rolle, weshalb auch die Bedeutung der Begriffe *Ökologie* und *ökologisch* geklärt werden muß. Die biologische Teildisziplin Ökologie beschäftigt sich mit den Wechselbeziehungen und den Wechselwirkungen zwischen Organismen und zwischen diesen und der unbelebten Natur. Dabei hat nicht zuletzt die Humanökologie dazu geführt, daß fast alle Wissenschaftsdisziplinen heute in der Ökologie Berücksichtigung finden. Die Wurzeln der Ökologie reichen historisch betrachtet weit zurück. Die Ursprünge der heutigen Ökologie sind im 17. und 18. Jahrhundert zu finden, der Begriff Ökologie entsteht im 19. Jahrhundert und am Ende des 19. Jahrhunderts hat sich die Ökologie als eigenständige Wissenschaft etabliert. Im 20. Jahrhundert wandelt und entwickelt sie sich zur modernen Ökologie mit der Ökosystemforschung.

Die Ökologiediskussion, die dem Begriff Ökologie einen gesellschaftspolitischen Charakter gegeben hat, ist gerade für diese Arbeit von Bedeutung. Das Wachstumsstreben ist überall anzutreffen, erscheint aber in dieser Form nicht mehr länger als tragbar. Die Zusammenhänge zwischen patriarchalen Herrschaftsstrukturen, der Unterdrückung von Frauen und der Zerstörung der Natur lassen das Unmenschliche im Denken und Handeln zahlreicher Menschen sichtbar werden und deuten einmal mehr auf die vernetzten Strukturen der Welt. Damit verbunden ist ein Wissenschaftsaberglaube, der die Einschränkungen des Erkenntnisvermögens des Menschen stark verkennt und aus dem ein ständiges Machenwollen entspringt. Die Ursachen der ökologischen Krise sind also sehr vielschichtig.

Einige Aufgaben, die der Ökologie zugesprochen werden - insbesondere das Zusammenführen der vielen Wissenschaftsdisziplinen -, sind allerdings in der Philosophie besser aufgehoben. Genauer sind auf viele Fragen keine letzten Antworten möglich, weshalb sie in philosophischen Diskussionen erörtert werden sollten. Außerdem nehmen wir die Welt vornehmlich fragmentiert wahr. Da diese in Wirklichkeit aber stark vernetzt ist, sollte verstärkt ein vernetztes Denken erlernt und nach vernetzten Strukturen gesucht werden. Eine eindeutige, feste Definition für die Begriffe *Ökologie* und *ökologisch* ist somit aber nicht möglich. Es kann aber allgemein gesagt werden, daß ökologisch verträgliches Handeln sich an den Gegebenheiten der Natur ausrichtet und nicht gegen diese arbeitet.

Für den Bereich der Hochschule heißt das, daß ihre Arbeiten kurzfristig sicher weiter an der Schadensbegrenzung und -beseitigung mitarbeiten sollten; langfristig ist aber ein Handeln im Einklang mit der Natur anzustreben, wobei die Zeit nicht mehr all zu lang erscheint, die zum Umdenken verbleibt.

Die hier dokumentierten Arbeiten aus Lehre und Forschung der Fachhochschule, die sich z.Z. mit Ökologie und Umweltschutz beschäftigen, bilden eine Grundlage für Ansatzpunkte zum ökologisch verträglichen Arbeiten. In der Lehre gibt es in allen Fachbereichen - allerdings in unterschiedlichem Umfang - Veranstaltungen, die sich entweder am Rande oder schwerpunktmäßig mit ökologischen Fragestellungen beschäftigen. Auf Grund der starken Spezialisierung spielen diese Fragen nicht überall im gleichen Maße eine wichtige Rolle und sind auf einzelne Fachbereiche und Studiengänge beschränkt. Auch aus dem Bereich Forschung und Entwicklung sind zahlreiche Arbeiten dokumentiert, wobei hier ebenfalls ein Fachbereich (Versorgungstechnik) den ungleich

größten Teil abdeckt. Ein Schwerpunkt an dieser Hochschule ist die Energieversorgung und -einsparung, ein weiterer ist die Entsorgung und einen dritten Schwerpunkt bildet der Verkehr. Aber auch Umweltüberwachung und Technikkritik sind zu finden, wobei u.a. eine intensivere Beschäftigung mit der Technikfolgenabschätzung gefordert wird.

Knapp vierzig Prozent der Lehrenden dieser Hochschule haben eine Umfrage nach ökologischen Lehr- und Forschungsinhalten beantwortet. Dabei sahen nicht ganz zwanzig Prozent aller Befragten einen ökologischen Bezug in Teilen ihrer Arbeit. Im Vergleich mit anderen, vornehmlich niedersächsischen Hochschulen fällt die FH Braunschweig/Wolfenbüttel bisher nicht besonders auf. Allerdings spielen soziale und ökologische Fragen, zwischen welchen eine starke Verbindung besteht, noch an den meisten Hochschulen eine nachgeordnete Rolle.

Bei kritischen Betrachtungen sind Hochschule und Wissenschaft vernetzt in Umwelt und Gesellschaft zu sehen. Daß sich trotz mittlerweile jahrzehntelanger Anstrengungen noch nicht allzuviel verbessert hat, ist u.a. auf einige Begebenheiten in Wissenschaft und Gesellschaft zurückzuführen, die den notwendigen Wandel zu verhindern scheinen. Hervorstechende Phänomene sind die Vorherrschaft kurzfristiger ökonomischer Interessen, die weitgehend unvernetzte Disziplinentorientierung der Wissenschaft, die Forderung nach Wissenschaftlich- und Beweisbarkeit, ein auffälliges Prestigedenken und die Auswirkungen der Wissenschaft in der Praxis.

Bei der Suche nach 'neuen' Wegen, ist auch die 'ideale' freie und offene Hochschule zu vergegenwärtigen. Für die Schaffung eines verstärkten Problembewußtseins könnten in der Lehre zunächst verstärkt fachübergreifende Studienanteile und das Projektstudium eingeführt werden; beides soll in einem fachbereichsübergreifenden Rahmen stattfinden. Das gleiche gilt für den FuE-Bereich, der ohnehin wieder stärker mit der Lehre vernetzt werden sollte. Auch für diesen Bereich erscheint die verstärkte fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit notwendig, die nicht mehr disziplinentorientiert stattfindet, sondern die sich an den Problemen orientiert. So ist beispielsweise bei der Lösung von Verkehrsproblemen die Planung eines vollständigen Verkehrssystems angebracht. In diesem werden von Strategien der Verkehrsvermeidung über verknüpfbare bzw. sich ergänzende Verkehrsmittel bis hin zur Energieversorgung alle relevanten Bereiche berücksichtigt. Dabei wird dann auch die Verbindung zu anderen Problembereichen wie z.B.

Energieversorgung oder Abfallentsorgung, welche ebenso umfassend behandelt werden sollten, deutlich.

Bei all dem kann und darf der *Industriestandort Deutschland* zum einen nicht das Maß aller Dinge sein, und zum anderen ist festzustellen, daß die Umweltauflagen diesem bisher eher genutzt als geschadet haben. Der Vorrang kurzfristiger ökonomischer Interessen dominanter Gruppen in unserer Gesellschaft zeigt auch den oftmals noch unterschätzten sozialen Anteil der ökologischen Krise. In Hochschule und Wissenschaft sollte deshalb die geistes- und sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung mit der ökologischen Krise verstärkt werden. Dazu gehört z.B. auch, daß solche Themen Einzug in die Lehrpläne der Ingenieurwissenschaften finden. Die hier vorgeschlagene problembezogene Projektarbeit (Kap. III.4) versucht u.a. dies zu berücksichtigen. Eine Diskussion über Struktur, Arbeitsformen und Zielsetzungen der Fachhochschule scheint also dringend geboten.

DANKSAGUNG

Ich weiß, daß wir unser Leben und Arbeiten nur gemeinsam mit anderen sinnvoll vollbringen können; deshalb bedanke ich mich nun auch an dieser Stelle bei allen Menschen, die mich durch das Studium und dessen Abschluß begleitet haben und die dafür gesorgt haben, daß ich mit Freude zurückblicke. Stellvertretend für die Vielen möchte ich besonders danken: meinen Eltern für mein Leben und die materielle Sicherheit, Christiane und Göran für geistige Inspiration und Kritik und Nejat für die gute WG-Atmosphäre. Herrn Detlef Puchert danke ich für die erste Idee zu dieser Arbeit, Herrn Professor Dr. Otto Carlowitz danke ich für die Ermöglichung, die Betreuung und die Geduld und Herrn Professor Dr. Bernd Klees danke ich für die sofortige Bereitschaft, fachbereichsübergreifend die Aufgaben des Zweiten Gutachters zu übernehmen. Auch Thomas Rädler gilt mein Dank für seine vielfältige Unterstützung, und im Fachbereich Sozialwesen danke ich besonders Werner Baumgärtel für seine Hilfs- und Gesprächsbereitschaft.

Weiter danke ich Erich für die hard- und softwaretechnische Unterstützung sowie Arno und Martin für kritische Gespräche in verschiedenen Phasen der Arbeit. Aber auch die vielen ungenannten können sich meiner aufrichtigen Dankbarkeit sicher sein. Ohne die zahlreichen Diskussionen und Gespräche, die ich mit vielen Menschen innerhalb und außerhalb der Hochschule führen konnte und durfte und ohne die unzähligen Anregungen von eben diesen Menschen, wäre diese Arbeit undenkbar. Mein Dank gilt in diesem Zusammenhang auch und gerade den Mitgliedern des AStA und der Fachschaftsrate und nicht zuletzt auch Friedrich Heckmann.

ANHANG I.

Im folgenden ist der Fragebogen wiedergegeben, mit dem die Professorinnen, Professoren und Lehrbeauftragten der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel angeschrieben wurden. Weiter sind auch die Fragen niedergeschrieben, mit denen ich die Fachschaftsräte aller Fachbereiche angeschrieben hatte. Von diesen hat ein Fachschaftsrat schriftlich geantwortet (M) und einer hat mündlich (W) geantwortet.

Die originalen beantworteten Fragebögen (jeweils zwei DIN A4-Seiten) sind in einem gesondert gehefteten Anhang II. zusammengefaßt.

Fragebogen an die Lehrenden der Fachhochschule

Fragen zur Dokumentation des ökologischen Potentials der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

Name:

Fachbereich:

Studiengang:

Institut:

1. Lehre

1.1 Welche Fächer lehren Sie?

1.2 Enthalten die Vorlesungen Inhalte mit Bezug zu Ökologie u./o. Umweltschutz?

1.3 Wenn Ja, welche?

1.4 Bemerkungen von Ihrer Seite zur Lehre:

2. Forschung und Entwicklung

2.1 An welchen Projekten arbeiten Sie z.Z.?

2.2 Haben diese Projekte Bezug zu Ökologie und Umweltschutz?

2.3 Wenn Ja, welchen? Bitte umschreiben Sie kurz Inhalt und Problemstellung Ihrer Arbeit(en).

2.4 Bemerkungen zu F & E von Ihrer Seite:

3. Allgemeines

3.1 Gibt es informatives Material zu den vorgenannten Arbeiten?

3.2 Wenn ja, welches? Bitte notieren Sie kurz vorhandenes Material wie z.B. Diplomarbeiten, Forschungskataloge etc.

3.3 Allgemeine Bemerkungen von Ihrer Seite:

Fragen an die Fachschaftsräte

1. In welche Vorlesungen sehen Sie einen Bezug zu Ökologie?
Wenn, welchen?

2. Wo sehen Sie Schwachstellen, bzw. welche konkreten Verbesserungsvorschläge haben Sie?

3. Wie beurteilen Sie die Lehre in Bezug auf ökologische Inhalte insgesamt?

SCHRIFTTUM

Die nachfolgend aufgelistete Literatur bildet die Grundlage für diese Arbeit. Dabei sind auch einige Bücher und Schriften, die die vielen zuvor angesprochenen Themen zum Teil vertiefend abhandeln. - Neben den hier aufgelisteten Schriften haben zahlreiche weitere Bücher, Artikel, Radio- und Fernsehsendungen und auch Gespräche einen Einfluß auf diese Arbeit ausgeübt. Diese Informationsquellen und 'Hilfsmittel' können hier aber nicht *alle* genannt werden.

- Altner, Günter: "Fünf Minuten nach zwölf: Eine kritische Bilanz des Zustandes unserer Welt" in: Michelsen u. Öko-Institut (Hgg.): *Öko-Almanach 91/92* [s.u.], S. 15 - 24.
- Amsel, Alexander; Klaus Lanz: "Ein Klo geht um die Welt", *Greenpeace Magazin* Nr. 3 (1992), S. 9 - 13.
- Andresen, Burghard; F.-Michael Stark; Jan Gross (Hgg.): *Mensch, Psychiatrie, Umwelt: Ökologische Perspektiven für die soziale Praxis*. Bonn: Psychiatrie-Verl., 1992.
- Appel, Detlef: "Endlagerung und Langzeitsicherheitsanalyse" in: AG Schacht Konrad: *Tagesseminar des Wissenschaftlichen Beirats*. [s.u.], S. 51 - 66.
- Arbeitsgemeinschaft Schacht Konrad: *Tagesseminar des Wissenschaftlichen Beirats am 30. April 1988 - Sieben Vorträge -*. Salzgitter: 1989.
- Arbeitskreis Bildungsgipfel: *Dokumentation des studentischen Bildungsgipfels: vom 2.6. bis 6.6. mit Grundlagenpapier: Bildungsgipfel '93*. Bonn: FKS, 1993.
- Arbeitskreis der Leiter von Technologietransfereinrichtungen an niedersächsischen Hochschulen (Hg.): *Technologietransfer an niedersächsischen Hochschulen: Überblicke, Beispiele, Fotografien*. Göttingen: 1991.
- AStA der FH Braunschweig/Wolfenbüttel: *Forderungskatalog zur Verbesserung des Studiums an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel*. 1. Ausarbeitung Sonnenberg-Seminar 9.-11. Okt. 1993. Wolfenbüttel: 1993 [vervielfältigt].
- Baumgarth, Siegfried: "Strategien zur energieoptimalen Heizungsregelung", *Heizung Lüftung/ Klima Haustechnik (HLH)* Bd. 42 (1991), S. 315 - 318.
- - - -: "Energieoptimale Einzelraumregelung bei Heiz- und Klimaanlage", *HLH 43*, (1992), S. 20 - 23.
- Beck, Ulrich: "Die blaue Blume der Moderne", *Der Spiegel* Nr. 33 (1991), S. 50 - 51.
- Becker, Egon: *Stellungnahme bei der Expertenanhörung zu »Ökologie und Umwelt an Niedersächsischen Hochschulen« am 8. Juni 1993 in Hannover*. Frankfurt a. M.: o.J. [1993] [vervielfältigt].
- Betz, Ulrich; Karl Illner: *Mikroprozessorgesteuertes CO₂-Meßgerät*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Elektrotechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Bittner, M.; Th. Weiss.: *Entwicklung einer Steuerung und Einrichtung eines Meßplatzes für eine solare Stromversorgung*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Elektrotechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1990.

- Boé, Mark: *Aufbau und Betrieb eines Windrad-Wärmepumpen-Versuchsstandes*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Böhm, Hans Reiner; Michael Deneke (Hgg.): *Wasser: Eine Einführung in die Umweltwissenschaften*. Darmstadt: Wiss. Buchges., 1992.
- Bohm, David: "Fragmentierung und Ganzheit" in: Dürr: *Physik und Transzendenz*. [s.u.], S. 263 - 293.
- Borch, Günter (Hg.): *Energiemanagement*. Energieberatung, Energiemanagement Bd. 1. Berlin [usw.]: Springer; Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1986.
- Brandt, Stefan; Lothar Hartung: *Mobiles, mikroprozessorgesteuertes CO₂-Meßgerät*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Elektrotechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1993.
- Briggs, John; F. David Peat: *Die Entdeckung des Chaos: Eine Reise durch die Chaos-Theorie*. München: dtv, 1993 [1990] (amerik. Orig.: *Turbolent Mirrow: An Illustrated Guide to Chaos Theory and the Science of Wholeness*. New York: Harper & Row, 1989; aus dem Amerik. v. Carl Carius).
- Brockhaus Enzyklopädie*: "Humboldt", Bd. 10. 19., völlig neubearb. Aufl. Mannheim: F. A. Brockhaus, 1989, S. 298 - 299.
- : "Ökologie", Bd. 16. 19., völlig neubearb. Aufl. Mannheim: F. A. Brockhaus, 1991, S. 148 - 152.
- Brown, Lester R. [u.a.]: *Zur Lage der Welt 1992: Daten für das Überleben unseres Planeten*. Worldwatch Institut Report (Hg.). Frankfurt a. M.: Fischer, 1992 (amerik. Orig.: *State of the World 1992*. New York: W.W.Norton & Co., 1992; aus dem Amerik. v. Wolfgang Höschelec).
- Brügge, Peter: "Mythos aus dem Computer: Spiegel-Autor Peter Brügge über Ausbreitung und Mißbrauch der »Chaostheorie«", *Der Spiegel* Nr. 39 (1993), S. 156 - 164.
- : "Der Kult um das Chaos: Spiegel-Autor Peter Brügge über Ausbreitung und Mißbrauch einer neuen Welterklärung (II)", *Der Spiegel* Nr. 40 (1993), S. 232 - 241.
- : "Der Kult um das Chaos: Spiegel-Autor Peter Brügge über Ausbreitung und Mißbrauch einer neuen Welterklärung (III)", *Der Spiegel* Nr. 41 (1993), S. 240 - 252.
- Bruns, Karl: Fachbereich Transport- und Verkehrswesen, Vorläufiges Konzept der Studiengänge des Fachbereichs, Wolfenbüttel, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, o.J. [vervielfältigt].
- Bundesamt für Strahlenschutz: *Plan: Endlager für radioaktive Abfälle, Kurzfassung: Schachanlage Konrad, Salzgitter*. Stand: September 1986 in der Fassung vom April 1990. Salzgitter: 1990.
- Bundesministerium für Wirtschaft (Hg.): *Energiedaten '90: Entwicklung für die Bundesrepublik Deutschland*. Bonn: 1991.
- Bundesrat: *Unterrichtung durch die Bundesregierung: Vorschlag einer Verordnung (EWG) des Rates, die die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem gemeinschaftlichen Öko-Audit-System ermöglicht*. Bundesratsdrucksache 222/92 vom 26.03.1992.
- Capra, Fritjof: *Wendezeit: Bausteine für ein neues Weltbild*. Aktual. Ausg. München: dtv, 1991 [1983] (amerik. Orig.: *The Turning Point*. Fritjof Capra 1982 u. 1985; aus dem Amerik. v. Erwin Schuhmacher).
- Carlowitz, Otto: "Grundlagen der thermischen Abgasreinigung", *Technische Mitteilungen* 82. Jahrgang, Heft 5 (1989), S. 325 - 333.

- : "Abgasentsorgung und Wärmeerzeugung", *Die Industriefeuerung* 49 (1990), S. 81 - 84.
- : "Anlagen zur thermischen Abgasreinigung: Ansatzpunkte zur Umsetzung der Wärmennutzungsverordnung", *Staub - Reinhaltung der Luft* 52 (1992), S. 325 - 330.
- Carlowitz, Otto; Stefanie Jauns; Martin Jäger: "Einsatz von Regeneratoren zur Erzeugung hoher Abluftvorwärmtemperaturen in thermischen Nachverbrennungsanlagen", *VDI Berichte Nr. 922*, (1991), S. 283 - 293.
- Cerbe, Günter; Otto Carlowitz; Gerd Hölzel: "Brennwerttechnik mit Kunststoffen: Prüfung der Brand- und Betriebssicherheit eines Brennwertkessels mit Bauteilen aus Kunststoff", *HLH* 38 (1987), S. 287 - 294.
- CUTEC-Institut: *CUTEC-Institut GmbH - Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH*. Clausthal-Zellerfeld: 1993 [Informationsbroschüre].
- [Deutsche Industrie]: "Deutsche Industrie profitiert von strengen Umweltauflagen", *Ökologische Briefe* Nr. 7 (1993), S. 14 - 16.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung; Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung: "Umweltschutz nützt dem Wirtschaftsstandort Deutschland", *Ökologische Briefe* Nr. 19 (1993), S. 13 - 15 [in Auszügen dokumentierte Kurzfassung].
- Devivere, Beate von: "Frauen und die ökologische Frage - Einige Anmerkungen" in: Michelsen u. Öko-Institut (Hgg.): *Öko-Almanach 91/92*. [s.u.], S. 404 - 408.
- DIN 45 631: *Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum: Verfahren nach E. Zwicker*. Berlin: Beuth, März 1991.
- Distler, Roland; Marietta Schibilak: "Die Aufgaben des Hauptsachgebietes VII", *fh-intern* Nr. 2, Heft 1 (1993), S. 31 - 32.
- Ditfurth, Hoimar von: *So laßt uns denn ein Apfelbäumchen pflanzen. Es ist soweit*. Vollständige Taschenbuchausg. München: Knaur, 1988 [1985].
- Düker, Christiane: *Zum Zusammenhang von Aggression und Kulturzugehörigkeit, dargestellt im Vergleich indianischer und westlicher Zivilisation: Anthropologische Herleitung und pädagogische Auswirkung*. Hildesheim, FH Hildesheim/Holzminde, Diplomarbeit im Fb. Sozialpädagogik, 1992.
- Dürr, Hans-Peter (Hg.): *Physik und Transzendenz: Die großen Physiker unseres Jahrhunderts über ihre Begegnung mit dem Wunderbaren*. 5. Aufl. der Sonderausg. Bern; München; Wien: Scherz, 1991 [1986].
- : "Weniger die Fakten - die prinzipiellen Fragen interessieren" in: Gerwin (Hg.): *Die Medien*. [s.u.], S. 25 - 37.
- Elsner, Rainer: *Darstellung des ökologischen Potentials der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel an Beispielen*. Wolfenbüttel, Studienarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Ewen, Christoph; Wolfgang Jenseit; Günter Dehoust: "Müllverbrennung: Bewertung des Öko-Instituts Darmstadt", *Ökologische Briefe* Nr. 23 (1992), S. 8 - 15.
- Fachbereichsunmittelbare Arbeitsgruppe am Fachbereich 21 (Umwelttechnik) u. Gottfried Strobel: *Antrag zur Vorlage bei der Bund-Länder-Kommission auf Einrichtung eines Modellversuchs »Studiengang Umweltschutz« an der Technischen Universität Berlin*. Berlin, 1990.

- Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel (Hg.): *Hannover Messe: Industrie 91*. Wolfenbüttel, 1991.
- (Hg.): *Institut für Fahrzeugbau: Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung*. Wolfsburg, Fb. Maschinenbau, 1991.
- : *Rektorbericht 1992: Dem Konzil vorgelegt am 18.06.1992 von Prof. Dr. Wolf-Rüdiger Umbach*. Hg. Der Rektor. Wolfenbüttel, 1992.
- (Hg.): *Studienführer 1992/93: Hochschule für Technik-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften*. Wolfenbüttel, 1992.
- : *20 Jahre Fachbereich Versorgungstechnik: Festschrift*. Wolfenbüttel, o.J. [1992].
- : *IV. Hochschultage 25./26. NOV. 92: Alternativ-Projekte und soziale Arbeit, DENKEN-LEBEN-ARBEITEN*. Braunschweig, Fb. Sozialwesen, StudentInnen des Projekts Alternative Lebensformen, o.J. [1992].
- (Hg.): *Öffentliche Vorträge 1993*. Wolfenbüttel, o.J. [1992].
- : *Vorlesungsverzeichnis Sommersemester 93*. Hg. Verein zur Förderung sozialer Arbeit e.V. Förderverein des Fachbereichs Sozialwesen der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel. Braunschweig, Fb. Sozialwesen, 1993.
- : *Hochschule für Ältere: Ein neues Angebot nicht nur für Senioren*. Wolfenbüttel, o.J. [1993], [Informationsblatt].
- Fachkoordinierungsstelle Umwelttechnik des Landes Niedersachsen (Hg.): *Umwelttechnik in Niedersachsen: Umwelttechnikrelevante Forschungsprojekte an niedersächsischen Universitäten und Fachhochschulen*. Erfassung 1990. Clausthal-Zellerfeld: 1990.
- Fischer, Bernhard [u.a.]: *Der Atommüll Report: »Entsorgung«, Wiederaufarbeitung, Lagerung: das offene Ende der Atomwirtschaft*. Eine Publikation des Öko-Instituts. Aktual., vollst. Taschenbuchausg. München: Knauer, 1991 [1989].
- Forschungsverbund Sonnenenergie (Hg.): *Themen 92/93: Photovoltaik 2*. Köln: DLR, 1993.
- Franke, Klaus: "»Die Welt wird zum Labor«: Widersprüche des wissenschaftlichen Fortschritts", Trends 2000 Folge VI, *Der Spiegel* Nr. 8 (1993), S. 130 - 145; auch veröffentlicht in: *Spiegel Spezial 4/1993: Die Erde 2000*. [s.u.], S. 78 - 86.
- Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung; Stefan Kuhlmann; Rainer König: *Policy Research Centers und Technikfolgenabschätzung - Bestandsaufnahme und Analyse* -. Studie gefördert vom Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn. Karlsruhe: 1991.
- Freie Konferenz der StudentInnenschaften an Fachhochschulen: *Visionen einer erneuerten Hochschule - Perspektiven der Fachhochschule: Mainzer Beschluß*. Bonn: 1991.
- French, Hilary F.: "GATT: Freund oder Feind der Umwelt?", *World-Watch-Magazin* Nr. 5 (1993), S. 12 - 23.
- Gerwin, Robert (Hg.): *Die Medien zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit: Ein Symposium der Karl Heinz Beckurts-Stiftung*. Edition Universitas. Stuttgart: Hirzel; Wiss. Verl.-Ges., 1992
- GMO Management Consulting GmbH: "Gutachten zur Situation und Sanierung der SERO-Betriebe", *Ökologische Briefe* Nr. 5 (1991), S. 14 - 17 [in Auszügen dokumentiert].
- Gore, Al: *Wege zum Gleichgewicht: Ein Marshallplan für die Erde*. Frankfurt a. M.: S. Fischer, 1992 (amerik. Orig.: *Earth in the Balance - Ecology and Human Spirit*. Bosten; New York; London: Houghton Mifflin Company, 1992; aus dem Amerik. v. Frank Hörmann u. Walter Brumm).

- Gräfen, Hubert (Hg.): *Die fachübergreifenden Qualifikationen des Ingenieurs: Anforderungen der Wirtschaft Angebote der Hochschulen*. Düsseldorf: VDI-Verl., 1990.
- Grätz, Martin: *Windrad-Wärmepumpen-Prüfstand*. Wolfenbüttel, Studienarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1993 [in Arbeit].
- Grießhammer, Rainer; [u.a.]: *Ozonloch und Treibhauseffekt: Ein Report des Öko-Instituts*. rororo aktuell. Reinbek: Rowohlt, 1989.
- Grunenberg, Nina: "Noch wirkt das Bild von der Gralsburg nach" in: Gerwin (Hg.): *Die Medien*. [s.o.], S. 15 - 20.
- Hahn, Jürgen: "Prof. Dr. Jürgen Hahn (BGA): Müllverbrennung als notwendiger Teil eines geschlossenen Stoffkreislaufs", *Ökologische Briefe* Nr. 14 (1992), S. 15 - 17.
- Hartmann, D.: *Autarke Wärme- und Stromerzeugung mit einer Windkraftanlage*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Hartmann, Ludwig: *Ökologie und Technik: Analysen, Bewertung und Nutzung von Ökosystemen*. Berlin [u.a.]: Springer, 1992.
- Hauser, Günther: "Optimierungsverfahren für Abgasschalldämpfer" in: Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel (Hg.): *Hannover Messe*. [s.o.], S. 5 - 16.
- Heckmann, Friedrich (Hg.): *Zur Bildung öffentlicher Verantwortung an der Hochschule: Evangelische StudentInnengemeinde als Ort kritischer Auseinandersetzung mit dem naturwissenschaftlichen Fortschritt*. Theologie im Gespräch; Bd. 6. Essen: Verl. Die Blaue Eule, 1988.
- Heinrich, Dieter; Manfred Hergt: *dtv-Atlas zur Ökologie: Tafeln und Texte*. München: dtv, 1990.
- Heisenberg, Werner: "Ordnung und Wirklichkeit" in: Dürr (Hg.): *Physik und Transzendenz*. [s.o.], S. 323 - 336.
- Hesse, Dietmar: *Konzepte zur Reduzierung der elektrischen Leistungsmaxima ...* Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1990.
- Hickel, Erika: "Kritische Wissenschaft - bewußt in's Abseits gedrängt?" in: AG Schacht Konrad: *Tagesseminar des Wissenschaftlichen Beirats*. [s.o.], S. 3 - 12.
- Hillebrand, Uwe: "Qualitätssicherung in der Wasseranalytik: Die Kalibrierfunktion", *GIT - Fachzeitschrift für das Laboratorium* (1991), S. 1001 - 1007.
- - - -: "Prüfverfahren zur Beurteilung von signifikanten Veränderungen der Steigung und des Ordinatenabschnitts einer linearen Kalibrierfunktion", *Vom Wasser* 78 (1992), S. 57 - 63.
- Hölter, Clemens: *Ökobase: Die Umweltdatenbank für jedermann*. Erstellt mit inhaltl. u. finanz. Unterstützung des Umweltbundesamtes. Vers. 2.00. Haan: Clemens Hölter GmbH, 1992.
- Institut für Entwicklungsplanung und Strukturforchung; Erika Gerl; Inge Schütt: *Lehre und Forschung im Bereich Ökologie und Umwelt an niedersächsischen Hochschulen*. IES-Bericht 110.93. Hannover: 1993; als Manuskript vervielfältigt.
- Institut für sozial-ökologische Forschung; Thomas Jahn; Peter Wehling [u.a.]: *Möglichkeiten und Ziele einer Förderung der sozial-ökologischen Zukunftsforschung: Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums*. Hannover; Frankfurt a. M.: 1992.

- Jacob, Karsten; Ulrich Meyer: *Bestandsaufnahme und Bewertung der Gelenkverbindungen und Abstützungen bei niederflurigen Straßenbahnen*. Wolfenbüttel, Kl. Studienarbeit, Fb. Maschinenbau, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Jacob, Karsten: *Entwurf eines niederflurigen Laufdrehgestells zur zentrischen Anlenkung an moderne Stadtbahnwagen*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Maschinenbau, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Jaspers, Karl: *Vernunft und Widervernunft in unserer Zeit: Drei Vorlesungen*. Serie Piper Bd. 1199. 3. Aufl., Neuausg., 1. Aufl. München: Piper, 1990 [1950].
- : *Einführung in die Philosophie: Zwölf Radiovorträge*. Serie Piper Bd. 13. 30. Aufl., Neuausg., 18. Aufl. München: Piper, 1992 [1953].
- Jonas, Hans: *Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für eine technologische Zivilisation*. Bibliothek Suhrkamp 1005. 1. Aufl. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1989 [1979].
- Jungk, Robert: *Der Atomstaat: Vom Fortschritt in die Unmenschlichkeit*. Heyne Sachbuch Nr. 19/184. Erw. Taschenbuchausg. München: Heyne, 1991 [1977].
- Kant, Immanuel: *Träume eines Geistersehers. Der Unterschied der Gegenden im Raume*. Unter Verwendung des Textes von Karl Vorländer mit einer Einleitung herausgegeben von Klaus Reich. Philosophische Bibliothek Bd. 286. Hamburg: Meiner, 1975 [1766 bzw. 1768].
- Keune, Jörg; Andreas Timpe: *Späneentsorgungskonzept ...* Wolfsburg, Diplomarbeit, Fb. Maschinenbau, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Kinzelbach, Ragnar K.: *Ökologie, Naturschutz, Umweltschutz*. Dimensionen der modernen Biologie, Bd. 6, hg. v. Walter Nagl u. Franz M. Wuketis. Darmstadt: Wiss. Buchges., 1989.
- Klees, Bernd: *Der Griff in die Erbanlagen: Verdrängte Probleme der Genom-Analyse*. Braunschweig: Steinweg, 1990.
- Koch, Rainer: *Umweltchemikalien: Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten*. Lizenzausg. Weinheim [usw.]: VCH, 1989.
- [Kosten der Klimaveränderung]: "Die wirklichen Kosten der globalen Klimaveränderung", *Ökologische Briefe* Nr. 22 (1993), S. 8 - 11.
- Lange, M.; Rochus von Stülpnagel: *Untersuchungen des Betriebsverhaltens und der Wirtschaftlichkeit eines Blockheizkraftwerks mit Gebäudeleittechnik*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Legget, Jeremy (Hg.): *Global Warming: Die Wärmekatastrophe und wie wir sie verhindern können: Der Greenpeace Report*. München: Piper, 1991 (engl. Orig.: Oxford; New York: Oxford University Press, 1990; aus dem Engl. v. Hainer Kober, Friedrich Griese u. Thorsten Schmidt).
- Lovins, Amory: "Die Bedeutung rationeller Energienutzung" in: Legget (Hg.): *Global Warming*. [s.o.], S. 256 - 298.
- Maas, Bodo: *Lautheitsberechnung und -verteilung stationärer Schalle nach DIN 45631 und ISO 532 B*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Elektrotechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1993.
- May, John: *Das Greenpeace-Handbuch des Atomzeitalters: Daten - Fakten - Katastrophen*. Red. Betreuung Wolfram Ströle. München: Knauer, 1989 (engl. Orig.: *The Greenpeace*

- Book Of The Nuclear Age*. London: Viktor Gollancz Ltd., 1989; aus dem Engl. v. Helmut Dierlamm u. Reiner Pfeleiderer).
- Mayntz, Renate: "Zur Institutionalisierung von Technikbewertung" in: Rapp u. Mai (Hg.): *Institutionen der Technikbewertung*. [s.u.], S. 138 - 143.
- Meadows, Dennis L. [u.a.]: *Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit*. Stuttgart: DVA, 1972 (amerik. Orig.: *The Limits to Growth*. New York: Universe Books, 1972; aus dem Amerik. v. Hans-Dieter Heck).
- Meadows, Donella H.; Dennis L. Meadows; Jørgen Randers: *Die neuen Grenzen des Wachstums: Die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen*. Wiss. Beratung der dt. Ausg.: Hartmut Bossel. Stuttgart: DVA, 1992 (amerik. Orig.: *Beyond the Limits*. Post Mills VT: Chelsea Green Publishing, 1992; aus dem Amerik. v. Hans-Dieter Heck).
- Merchant, Carolyn: *Der Tod der Natur: Ökologie, Frauen und neuzeitliche Naturwissenschaft*. München: Beck, 1989 (amerik. Orig.: *The Death of Nature: Women, Ecology and the Scientific Revolution*. Carolyn Merchant, 1980; aus dem Amerik. v. Holger Fliessbach).
- Meyer, Ulrich: *Entwurf einer niederflurigen Gelenkverbindung mit zentrischer Laufdrehgestell-Anlenkung für moderne Stadtbahnwagen*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Maschinenbau, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Michelsen, Gerd; Öko-Institut Freiburg/Br. (Hgg.): *Der Fischer Öko-Almanach 91/92: Daten, Fakten, Trends der Umweltdiskussion*. fischer alternativ. Frankfurt a. M.: Fischer, 1991.
- Müller, Hans Joachim (Hg.): *Ökologie*. UTB für Wissenschaft. Uni-Taschenbuch 1318. 2. überarb. Aufl. Jena: Gustav Fischer, 1991 [1984].
- Nadolny, Stan: *Die Entdeckung der Langsamkeit*. Roman. Serie Piper Bd. 700. 26. Aufl., Neuausg., 18. Aufl. München: Piper, 1992 [1983].
- Nennen, Heinz-Ulrich: *Ökologie im Diskurs: Zu Grundfragen der Anthropologie und Ökologie und zur Ethik der Wissenschaften*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1991.
- [Öko-Leasing]: "Nachhaltig konkret: Durch Öko-Leasing und Service", *Ökologische Briefe* Nr. 28 (1993), S. 19 - 20.
- Pöpel, H. Johannes; Bernhard Lotz: "Abwasserreinigung im Lichte neuer Anforderungen" in: Böhm u. Deneke (Hg.): *Wasser*. [s.o.], S. 155 - 175.
- Quabeck, Till; Otto Carlowitz: *Recyclingtechnologien: Eine Zusammenfassung aus dem Schrifttum*. Hochschulreihe Bd. VII. Wolfenbüttel: FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Rapp, Friedrich; Manfred Mai (Hg.): *Institutionen der Technikbewertung: Standpunkte aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft: Vorträge und Diskussionen*. Hg. vom Verein Deutscher Ingenieure. Reihe: Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft. Düsseldorf: VDI-Verl., 1989.

- Reichholf, Josef H.: *Der unersetzbare Dschungel: Leben, Gefährdung und Rettung des tropischen Regenwaldes*. München [usw.]: BLV, 1990.
- Riedel, Wolfgang (Fachl. Ltg.) [u.a.]: *Energieeinsparung im Krankenhausbereich: Maßnahmenkatalog*. Wolfenbüttel, Projektstudie WS 92/93, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1993.
- Roge, Gerd; Gerd Weber: “»Umstellung auf Gas reduziert Treibhauseffekt«: Ökologische Briefe 31/93, Seite 7”, *Ökologische Briefe* Nr. 35 (1993), S. 17 - 18 [Leserbrief].
- Rudolph, Rüdiger: *Konstruktionsstudie zur Dach- und Seitenwandabdeckung mit großem Öffnungsgrad bei Güterwagen im Stückgutverkehr*. Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Maschinenbau, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1992.
- Ryan, John C.: “Schutz der biologischen Vielfalt” in: Brown [u.a.]: *Zur Lage der Welt 1992* [s.o.], S. 18 - 47.
- Schaefer, Matthias; Wolfgang Tischler: *Ökologie*. Wörterbücher der Biologie. UTB für Wissenschaft. Uni-Taschenbücher 430. 2. überarb. u. erw. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer, 1983 [W. Tischler, Jena, 1975].
- Scheer, Jens: “Phänomene im Bereich der Niedrigstrahlendosis” in: AG Schacht Konrad: *Tagesseminar des Wissenschaftlichen Beirats*. [s.o.], S. 13 - 38.
- Seilfried, Dieter: *Gute Argumente: Energie*. 2. durchges. Aufl. München: Beck, 1988 [1986].
 - - - - -: *Gute Argumente: Verkehr*. Hg. Rainer Grieshammer u. Dieter Seilfried. 2., verb. Aufl. München: Beck, 1991 [1990].
- Sinnhuber, Bettina: *Erstellung eines Abfallentsorgungskonzeptes ...* Wolfenbüttel, Diplomarbeit, Fb. Versorgungstechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 1989.
- SPD-Bundestagsfraktion: *Forschung darf weder heute noch morgen der Umwelt schaden!* Hg. Peter Struck. Presse-Mitteilung Nr. 2063 vom 5. August 1992.
- Spiegel Spezial 4/1993: *Die Erde 2000: Wohin sich die Menschheit entwickelt*. Hamburg: Spiegel-Verl., 1993.
- Steinmeier, Manfred: Vorlesung Elektroakustik, Wolfenbüttel, Fb. Elektrotechnik, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, Wintersemester 1991/92 [Mitschrift von B. Maas].
- Stoepel, Beatrix: “Null-Energie-Haus: Sonnenwende” *Greenpeace Magazin* Nr. 1 (1993), S. 42 - 43.
- Störig, Hans Joachim: *Weltgeschichte der Wissenschaft*. Band 1 und Band 2. Lizenzausg. Augsburg: Weltbild Verl., 1992 [1?].
 - - - - -: *Kleine Weltgeschichte der Philosophie*. Erweiterte Neuausg. Frankfurt a. M.: Fischer, 1993 [1950].
- Thurau, Martin: *Gute Argumente: Gentechnologie?*. Hg. Rainer Grieshammer u. Dieter Seilfried. München: Beck, 1990.
- Trepl, Ludwig: *Geschichte der Ökologie: Vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart*. Frankfurt a. M.: Athenäum, 1987.
- Umweltbundesamt (Hg.): *Was Sie schon immer über Umweltchemikalien wissen wollten*. Neuausg. Stuttgart; Berlin; Köln: Kohlhammer, 1990 [1978].
 - - - - -: *Jahresbericht 1991*. Berlin: o.J. [1992].
- VDI-Richtlinie 3780: *Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen*. Düsseldorf: 1991.

- Verein Deutscher Ingenieure (Hg.): *Unsere Verantwortung für eine Umweltverträgliche Technikgestaltung: Von abstrakten Leitsätzen zu konkreten Leitbildern*. VDI Report 19. Düsseldorf: 1993.
- Verkehrsclub Deutschland VCD e.V. (Hg.): "Auto und Umwelt: Kein gutes Verhältnis", *fairkehr* Nr. 4 (1993), S. 18 - 22.
- (Hg.): "Car Sharing: Wo bleibt der Boom?", *fairkehr* Nr. 4 (1993), S. 23 - 25.
- Vester, Frederic: *Unsere Welt - ein vernetztes System*. 7. Aufl. Taschenbuchausg. München: dtv, 1991 [1978].
- : *Neuland des Denkens: Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter*. 7. Aufl. Taschenbuchausg. München: dtv, 1991 [1980; 3., durchges. u. erg. Aufl. 1985].
- : *Ausfahrt Zukunft: Strategien für den Verkehr von morgen: Eine Systemuntersuchung*. 2. korrig. Aufl. München: Heyne, 1990.
- Wahrig, Gerhard [u. a.]: *Wahrig: Deutsches Wörterbuch*. Neuausg. Gütersloh; München: Bertelsmann, 1986, 1991 [1966].
- Weber, Rudolf: *Wasserstoff: Wie aus Ideen Chancen werden*. IZE-Aktuell. 2., aktual. u. erw. Aufl. Frankfurt a. M.: IZE., 1991 [1988].
- Weizsäcker, Christine von; Elisabeth Bücking (Hgg.): *Mit Wissen, Widerstand und Witz: Frauen für die Umwelt*. Herder/Spektrum Bd. 4093. Freiburg i. Br.: Herder, 1992.
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von: *Erdpolitik: Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt*. 3., aktual. Aufl. nach dem Erdgipfel von Rio de Janeiro. Darmstadt: Wiss. Buchges., 1992 [1989].
- Weizsäcker, Richard von; Gunter Hofmann; Werner A. Perger: *Richard von Weizsäcker im Gespräch mit Gunter Hofmann und Werner A. Perger*. Frankfurt a. M.: Eichborn, 1992.
- Wisselinck, Erika: *Frauen denken anders: Zur feministischen Diskussion. Als Einführung und zum Weiterdenken*. Erw. u. überarb. Ausg., 3. Aufl. Frankfurt a. M.: Zweitausendeins, 1992 [1984].
- Wissenschaftsrat: *Empfehlungen zur Entwicklung der Fachhochschulen in den 90er Jahren*. Hg. vom Wissenschaftsrat. Köln: 1991.
- Zaiß, Ulrich: "Indikation von Viren bei der Abwasserbehandlung und Klärschlammmentseuchung." *BioEngineering* Nr. 3 (1988), S. 106 - 108.
- Zimmerli, Walther Christian: "Bildung oder Ausbildung: Geistes- und Sozialwissenschaften in einer technologischen Zivilisation und die Verantwortung der Wissenschaftspolitik" in: Heckmann (Hg.): *Zur Bildung öffentlicher Verantwortung*. [s.o.], S. 174 - 199.
- : "Der Ingenieur und die geistige Quadratur der Ausbildungszirkel" in: Gräfen (Hg.): *Die fachübergreifenden Qualifikationen des Ingenieur*. [s.o.], S. 99 - 112.