

# Materialflüsse im Krankenhaus, Entwicklung einer Input-Output Methodik

Beate Ulrike Weisz

Wien, 2001

„Matter matters.“

(Nicholas Georgescu Roegen)

„A firm is the economic  
analogue  
of a living organism  
in biology.“

(Robert U. Ayres)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
Problemstellung	7
Aufbau der Arbeit	8
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Nachhaltige Entwicklung und physische Austauschbeziehungen zwischen Gesellschaft und Natur</b>	<b>10</b>
1.1 Wissenschaftliche Positionierung	13
1.1.1 <i>Ecological Economics</i>	14
1.1.2 <i>Industrial Ecology</i>	17
1.1.3 <i>ConAccount</i>	18
1.2 Das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus	20
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Material Flow Accounting: die Operationalisierung des Konzeptes „gesellschaftlicher Metabolismus“</b>	<b>27</b>
2.1 Einführung in die MFA	27
2.2 Die Wiener MFA-Methodik	30
2.3. Die OMEN-Methode	35
<b>Kapitel 3</b>	
<b>Betriebliche Bilanzierungsansätze im Vergleich</b>	<b>39</b>
3.1 Betriebswirtschaftliche Ansätze	39
3.1.1 <i>Ökobilanzen für Unternehmungen: der Ö.B.U. Ansatz</i>	43
3.1.2 <i>Öko-Controlling nach IÖW: der IÖW Ansatz</i>	46
3.1.3 <i>Öko-Bilanz nach Wagner</i>	47
3.1.4 <i>Das ökologische Rechnungswesen nach Schaltegger und Sturm</i>	49
3.1.5 <i>Schlussfolgerungen zur Ökobilanzliteratur</i>	50
3.2 Abfallwirtschaftlicher Ansatz	52

3.2.1	<i>Die Methode der Stoffstromanalyse nach Baccini und Brunner</i>	53
3.2.2	<i>Stoffstromanalysen in Krankenhäuser nach Daxbeck et al.</i>	54
3.3	Sozial-ökologischer Ansatz	57
3.3.1	<i>Das MIPS-Konzept</i>	58
3.3.2	<i>Die betriebliche Massenrechnung</i>	59
3.4	Praxisansätze im Krankenhaus	61
3.4.1	<i>Betriebliche Umweltmanagementsysteme: EMAS und ISO 14001</i>	61
3.4.2	<i>Leitfäden zum betrieblichen Umweltmanagement</i>	63
3.4.3	<i>Die Krankenhaus Praxis</i>	64
<b>Kapitel 4</b>		
<b>Methodenentwicklung: MikroOMEN</b>		<b>72</b>
4.1	Methodische Grundsatzfragen	72
4.2	Systembeschreibung und Systemabgrenzung	75
4.3	Methodische Entscheidungen	79
4.3.1	<i>Die Systemgrenzen</i>	80
4.3.2	<i>Die physischen Kompartimente des Systems: die „stocks“</i>	80
4.3.3	<i>„Flows“: Erhaltung der physischen Kompartimente</i>	81
4.3.4	<i>Input- und Outputkategorisierung</i>	84
4.4	Methodische Umsetzung: Struktur MikroOMEN	85
4.4.1	<i>Die MikroOMEN Grundstruktur</i>	85
4.4.2	<i>MikroOMEN disaggregiert</i>	92
4.5	Methodendiskussion: MikroOMEN	93
4.5.1	<i>Allgemeine Ausführungen zur Matrix</i>	93
4.5.2	<i>Erfassungslücken – Konsistenzprobleme</i>	98
4.5.3	<i>Benchmarking und Outsourcing</i>	100
4.5.4	<i>Problem der Datenverfügbarkeit</i>	101
<b>Schlussfolgerungen</b>		<b>104</b>
<b>Zusammenfassung</b>		<b>107</b>

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>109</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>110</b>
Literaturverzeichnis	110
Persönliche Mitteilungen	121
Internet	122

## EINLEITUNG

Die wissenschaftliche Bearbeitung nachhaltiger Entwicklung, des dominierenden Umweltdiskurses der 1990er, konzentriert sich auf die Erforschung der Interaktionen zwischen menschlichen Gesellschaften und ihrer natürlichen Umwelt. Das Wiener Team Soziale Ökologie schlug die Konzepte „gesellschaftlicher Stoffwechsel“ und „Kolonisierung der Natur“ (Fischer-Kowalski et al. 1997) zur Beschreibung dieser Wechselwirkungen vor. Der Anspruch dabei ist WissenschaftlerInnen aus verschiedensten Disziplinen einen geeigneten theoretischen und empirischen Rahmen zu bieten, um Strategien einer nachhaltigen Entwicklung zu erforschen.

Das Konzept des gesellschaftliche Stoffwechsels fokussiert auf die Beschreibung von Material- und Energieflüssen zwischen sozio-ökonomischen und natürlichen Systemen. Die Analyse von Materialflüssen steht heute als ein Kerngebiet des internationalen Forschungsprogramms „International Human Dimensions of Global Environmental Change Programm“ (IHDP) im Zentrum der internationalen Umweltforschung<sup>1</sup>. Die Materialflussanalyse oder Material Flow Analysis (MFA) ist vor allem auf nationaler Ebene (Makro-Ebene) weit vorangeschritten und steht im Zeichen reger internationaler Kooperationen um Harmonisierung und Standardisierung. Hier kann auf eine Vielzahl an Arbeiten verwiesen werden (u.a. Adriaanse et al. 1997, Kleijn et al. 1998, Matthews et al. 2000, Eurostat 2001). Aber auch die regionale und teilweise die sektorale Ebene (regionale bzw. sektorale Meso-Ebene) findet zunehmend Beachtung (u.a. Baccini und Brunner 1991, Baccini et al. 1993, Schandl und Zangerl-Weisz 1997; siehe dazu Fischer-Kowalski und Hüttler 1999). Die betriebliche Ebene (Mikro-Ebene) stand in diesem Zusammenhang bislang abseits des Forschungsinteresses. Auf dieser Ebene ist es die betriebliche Umweltmanagement-Literatur, die sich Fragen nach dem Materialverbrauch stellt. Viele der bisherigen Arbeiten sind jedoch wenig theoriegeleitet und daher kaum verallgemeinerbar.

Die methodische Umsetzung der MFA auf Mikro-Ebene und die Verbindung zwischen Mikro-Ebene und Makro-Ebene (Mikro-Makro-Link), also die Verbindung zwischen betrieblicher und nationaler physischer Rechnung, steht noch aus. Die vorliegende Arbeit will diesen Bereich nun aufgreifen.

---

<sup>1</sup> Als zweites Kerngebiet von IHDP gilt „land-use / land-cover change“, also die Veränderung von Landnutzung und Landbedeckung (Fischer-Kowalski 1997d).

## Problemstellung

Ökonomisch informierte Strategien einer nachhaltigen Entwicklung orientieren sich an der Dematerialisierung wirtschaftlicher Tätigkeiten. Unter Dematerialisierung wird die Entkoppelung des Material- und Energieverbrauchs vom wirtschaftlichen Wachstum durch technologische Verbesserungen und strukturellen Wandel verstanden (Cleveland und Ruth 1999). Aus der Materialflussrechnung für Österreich (Zeitreihe von 1960 bis 1997) geht hervor, dass auch hochindustrialisierte Gesellschaften mit beachtlichen physischen Wachstumsprozessen konfrontiert sind (Schandl et al. 2000, Gerhold und Petrovic 2000). Zwar konnte ein Einschwenken des Wachstumstrends sowohl bei Wirtschaftswachstum als auch beim Materialverbrauch und eine Steigerung der Materialproduktivität um 72% im Zeitraum 1960 bis 1997 festgestellt werden, dennoch sind in Österreich nach wie vor jährliche Zuwächse im gesamten Materialverbrauch von 2% zu verzeichnen (Gerhold und Petrovic 2000).

Angesichts dieser Entwicklung rückt der Dienstleistungssektor und dessen physische Dimension in den Blickpunkt des Interesses. Die These ist, dass zusätzlich zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Produktionssektor, eine Beschleunigung des Strukturwandels, also eine Verschiebung der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung vom industriellen zum Dienstleistungssektor für eine Dematerialisierung notwendig ist. Ob diese Hoffnung begründet ist, bleibt jedoch fraglich, denn für die materielle Performance des Dienstleistungssektors stehen empirische Untersuchungen noch aus. Es fehlen somit die Grundlagen, auf die eine Strategie nachhaltiger Entwicklung über Strukturwandel aufbauen kann.

Beides, der Dienstleistungsbereich und die Mikro-Ebene sind daher umweltpolitisch höchst relevant. Dieser Problemlage wird in der vorliegenden Arbeit begegnet, indem sie den Materialfluss eines Dienstleistungsbetriebs als Thema wählt.

Das Krankenhaus, die Kernorganisation des Gesundheitssystems, ist ein Dienstleistungsbetrieb, der heute auf Grund massiver Finanzierungsprobleme im Mittelpunkt der gesellschaftspolitischen Aufmerksamkeit steht. Die Analyse seiner physischen Performance ist gerade im Hinblick auf mögliche „win-win-Strategien“ (Verbindung von ökologischem mit ökonomischem Nutzen) ein höchst aktueller Forschungsgegenstand.

Ausschlaggebend für die Wahl des Betriebs Krankenhaus ist nicht zuletzt meine langjährige Berufserfahrung als diplomierte Krankenschwester. Der dadurch gewonnene Einblick in die für diesen Bereich typischen Arbeitsprozesse und die Kontakte zu MitarbeiterInnen im Krankenhaus, stellen eine unverzichtbare Grundlage für die Bewältigung dieses komplexen Aufgabengebietes dar.

### ***Fragestellung***

In der vorliegenden Arbeit werden konzeptionelle Vorfragen einer Anwendung von MFA für die Erstellung einer Materialbilanz eines Dienstleistungsbetriebs, am Beispielfall eines Krankenhauses geklärt. Die Methodik soll theoriegeleitet sein, sie soll mit der nationalen MFA (nMFA) konsistent sein (Mikro-Makro-Link). Sie soll weiters verallgemeinerbar und mittelfristig umsetzbar sein.

Durch diese Fragestellung befindet sich die Arbeit nicht nur an der Schnittfläche zwischen mehreren wissenschaftlichen Disziplinen, sondern auch zwischen mehreren aktuellen Wissenschaftsfeldern, wie z.B. Ecological Economics (Ökologische Ökonomik) und Industrial Ecology, und großen Forschungsprogrammen, wie z.B. „Industrial Transformation“ (IT) des IHDP oder „Fabrik der Zukunft“<sup>1</sup>. Sie operiert auch zwischen Wissenschaft und Praxis. Zum einen ist sie als Diplomarbeit eine wissenschaftliche Arbeit und somit an die Wissenschaft gerichtet. Darüber hinaus ist sie von dem Gedanken der Operationalisierung getragen. So sind es zum anderen die AkteurInnen der betrieblichen Praxis an die diese Arbeit – vielleicht nicht unmittelbar, jedoch zumindest mittelfristig – gerichtet ist.

Diese Positionierung der Fragestellung verlangt nach Anschluss auf verschiedenen Ebenen. Daher werden nicht nur die Wissenschaftstraditionen, an denen die Arbeit aufbaut, referiert, sondern auch Ansätze aus dem betriebswirtschaftlichen Bereich und aus der Krankenhaus-Praxis, die nur lose oder gar nicht theoriegeleitet sind. Diese ausgedehnte Recherche ist notwendig, um Anschluss an den verschiedenen Ebenen zu ermöglichen und findet in der Struktur der Arbeit seinen Ausdruck. Zweck der ersten drei Kapiteln, die eben diese verschiedenen Ebenen betrachten, ist eine solide Grundlage für die darauf aufbauende Methodenentwicklung zu schaffen.

### **Aufbau der Arbeit**

Im ersten Kapitel **Nachhaltige Entwicklung und physische Austauschbeziehungen zwischen Gesellschaft und Natur** wird der Frage nachgegangen, welche Wissenschaftsfelder auf Basis ähnlicher Konzepte wie die vorliegende Arbeit, die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung aufgreifen. So werden zunächst die Wissenschaftsfelder Ecological Economics, Industrial Ecology und das ConAccount-Netzwerk im Hinblick auf eine potentielle Anschlussfähigkeit untersucht. Im Anschluss

---

<sup>1</sup> Das Programm für ein nachhaltiges Wirtschaften des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie ([www.fabrikderzukunft.at](http://www.fabrikderzukunft.at)).



daran wird das Konzept des „gesellschaftlichen Stoffwechsels“, das auch für diese Arbeit die theoretische Grundlage darstellt, referiert.

**Kapitel 2 Material Flow Accounting: die Operationalisierung des gesellschaftlichen Stoffwechsels** hat die Operationalisierung des Konzepts „gesellschaftlicher Stoffwechsel“, das Instrument MFA zum Inhalt. Nach einer Einführung in die MFA, wird die Wiener nMFA Methodik vorgestellt. Im speziellen wird auf die sogenannte OMEN-Methode eingegangen. Hier schließt die Arbeit methodisch an: Kern der Arbeit ist die Übertragung der nMFA, der OMEN-Methode auf die betriebliche Ebene (Mikro-Makro-Link), die Entwicklung der MikroOMEN-Methode.

Bevor auf die MikroOMEN-Methodenentwicklung eingegangen werden kann, muss – wie oben bereits angesprochen - ein weiteres Anschlussproblem gelöst werden. **Kapitel 3 Betriebliche Bilanzierungsansätze im Vergleich** geht dazu auf die Mikro-Ebene und zeigt einen Überblick der wichtigsten betrieblichen Ansätze. Diese kommen vorwiegend aus dem betriebswirtschaftlichen Bereich (betriebliche Ökobilanzen). Ein sozial-ökologischer Ansatz (betriebliche Massenrechnung) und ein abfallwirtschaftlicher Ansatz (Stoffstromanalyse) zeigen, dass das Thema breit verankert ist. Kennzeichen all dieser Ansätze ist eine eher geringe bzw. lose Theoriefundierung. Der letzte Teil des Kapitels Praxisansätze im Krankenhaus befasst sich mit dem Stand der physischen Rechnung in der Krankenhaus-Praxis. Kapitel 1 bis 3 stellen somit die Vorarbeit für die folgende Methodenentwicklung dar.

**Kapitel 4 Methodenentwicklung: MikroOMEN** klärt zunächst methodische Grundsatzfragen wie Ziele, Anforderungen und Kriterien der Methode ab. Es folgen Überlegungen zur Systembeschreibung und Systemdefinition eines Krankenhauses. Eine essentielle Grundlage zur Grenzziehung des Bezugssystems. Im Anschluss daran werden die methodischen Entscheidungen bezüglich der Definition von Systemgrenzen getroffen, die Bestände (physischen Kompartimente) des Systems und ihre assoziierten Materialflüsse identifiziert und diese input- und outputseitig kategorisiert. Die Umsetzung der theoretischen Entscheidungen zeigt die MikroOMEN-Matrix. Diese wird vorgestellt und im Abschnitt Methodendiskussion ausführlich diskutiert. Hier werden einzelne methodische Aspekte hinsichtlich ihrer Machbarkeit und ihrer Bedeutung diskutiert. Es werden Empfehlungen und Vorschläge abgegeben, Alternativvorschläge überlegt und Probleme aufgezeigt, wie sie aus theoretischer Sicht erscheinen. Bei all diesen Überlegungen steht der Gedanke an die Operationalisierung im Vordergrund.

In den **Schlussfolgerungen** werden die Stärken und Leistungen der MikroOMEN-Methode zusammengefasst. Mit dem Ausblick auf Erprobung und methodischer Weiterentwicklung, mit dem Gedanken an die Umsetzbarkeit einer Methode, die eine Verbindung zwischen betrieblicher und nationaler physischer Rechnung herzustellen vermag, ein wesentliches Kriterium einer erfolgreichen Dematerialisierungspolitik, endet die Arbeit.

## KAPITEL 1: NACHHALTIGE ENTWICKLUNG UND PHYSISCHE AUSTAUSCHBEZIEHUNGEN ZWISCHEN GESELLSCHAFT UND NATUR

Den großen Rahmen dieser Arbeit bildet die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung (sustainable development), die seit den 1990er Jahren politisch und wissenschaftlich den Umweltdiskurs dominiert.

Die wissenschaftliche Bearbeitung einer nachhaltigen Entwicklung erfolgt über disziplinäre Grenzen hinweg in einer interdisziplinären Auseinandersetzung. Innerhalb der internationalen Umweltforschung werden Fragen nachhaltiger Entwicklung in mehreren – sich teilweise übergreifenden – Wissenschaftsfeldern behandelt. Deren gemeinsame Grundlage ist die Auffassung, dass Umweltprobleme als gesellschaftliche Probleme verstanden werden, denen keine einzelne Disziplin gewachsen ist (siehe z.B. Becker et al. 1999). Eine wichtige theoretisch-konzeptionelle Integration dieser Wissenschaftsfelder leistet das Konzept des „gesellschaftlichen Stoffwechsels“. Hier werden Umweltprobleme als Probleme der physischen Austauschbeziehungen zwischen menschlichen Gesellschaften und Natur erklärt.

Dieses Kapitel beginnt mit einer kurzen Einleitung über nachhaltige Entwicklung und ihre Operationalisierung auf betrieblicher Ebene. Dabei wird auf die Nachhaltigkeits-Debatte selbst und das dahinterstehende Konzept nur sehr kurz eingegangen. Es sei an dieser Stelle auf die sehr reichhaltige Literatur zu diesem Thema verwiesen.<sup>1</sup> Kern dieses Kapitels ist vielmehr die Frage, welche aktuellen Wissenschaftsfelder sich auf Basis ähnlicher Konzepte wie die vorliegende Arbeit mit nachhaltiger Entwicklung auseinandersetzen (wissenschaftliche Verortung<sup>2</sup>). Die Anbindung in theoretisch-konzeptioneller Hinsicht erfolgt im letzten Teil dieses Kapitels, der das Konzept des „gesellschaftlichen Stoffwechsels“ referiert und die theoretische Basis der Arbeit bildet.

### Die Nachhaltigkeitsdebatte

Unter einer nachhaltigen Entwicklung wird eine Entwicklung verstanden, die die Bedürfnisse der heute lebenden Menschen befriedigt ohne den zukünftigen Generationen diese Möglichkeit zu nehmen. Soziale Gerechtigkeit, ökonomisches

---

<sup>1</sup> WCED (1987), Meadows et al. (1992), Schmidheiny (1992), Ayres und Simonis (1994), Sauerborn (1994), BUND/ Misereor (1996), Brand (1997), Dryzek (1997) u.v.a.

<sup>2</sup> Wissenschaftliche Verortung wird hier als Einordnung einer wissenschaftlichen Arbeit bzw. seines Forschungsgegenstandes in einem interdisziplinären, wissenschaftlichen Kontext verstanden.

Wachstum und ökologische Verträglichkeit sollen dabei in Zusammenhang gesehen und miteinander verknüpft werden.

1987 stellt der Brundtlandbericht (WCED 1987) das Konzept zum ersten Mal vor, die UNCED<sup>1</sup> in Rio de Janeiro (1992) verhilft ihm international zum Durchbruch. Seither ist es das unangefochtene Leitbild, der Schlüsselbegriff der Umweltdebatte.

Der Grundgedanke des Konzepts, bis dahin gegensätzliche Ziele wie ökologische und ökonomische zu einem gemeinsamen Ziel zu verbinden, fand eine rasche Verbreitung und war in der Lage, Grenzen zwischen wissenschaftlichen Disziplinen und sozialen Gruppen zu überwinden. Die Stärke des Konzepts und den Grund für seinen großen Erfolg sehen viele AutorInnen gerade darin, dass es sehr vage bleibt und wenig Operationales bietet. Dies schuf die Möglichkeit für alle im Diskussionsprozess Beteiligten, ihre eigenen Vorstellungen einzubringen und zu entwickeln und erwies sich letztendlich als Voraussetzung dafür, dass eine interdisziplinäre Auseinandersetzung über Fragen von Umwelt und Entwicklung möglich und kommunizierbar wurde (u.a. Brand 1997, Fischer-Kowalski und Haberl 1997a).

Freimann beschreibt dies folgendermaßen: Nachhaltige Entwicklung „[...] wirft Fragen auf, ohne sie zu beantworten und beinhaltet insofern die Möglichkeit, daß sich die verschiedensten sozialen und politischen Akteure dem Konzept verpflichtet erklären, dabei jedoch im einzelnen höchst unterschiedliche Ziele und Handlungsoptionen vertreten“ (Freimann 1996: 333).

So wurde in den 1990er Jahren das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung von den unterschiedlichsten AkteurInnen aus Wissenschaft und Politik aufgegriffen, weiterentwickelt und konkretisiert. Die Debatte entwickelte sich dabei weniger zu einer rein wissenschaftlichen, die Idee einer nachhaltigen Entwicklung wurde vielmehr zu einer weitreichenden politischen Leitidee.

Auch zeigt sich, dass die Erforschung von Strategien einer nachhaltigen Entwicklung mehr und mehr zu einem politisch - normativen Orientierungsrahmen für zahlreiche Forschungsaktivitäten – sowohl in der Umweltforschung als auch in den ökologischen Sozialwissenschaften werden (Becker et al. 1999).

### Operationalisierung einer nachhaltigen Entwicklung

Die Arbeit geht davon aus, dass das Nachhaltigkeitsproblem als Problem der materiellen und energetischen Beziehungen zwischen Gesellschaft und Natur aufgefaßt werden muss:

---

<sup>1</sup> UNCED = United Nations Conference on Environment and Development

„Das Problem nachhaltiger Entwicklung muß man sinnvollerweise als Problem der materiellen und energetischen Beziehungen zwischen mehreren dynamischen Systemen auffassen: der Biosphäre und ihren natürlichen Systemen auf der einen, der sogenannten „Anthroposphäre“ und ihren gesellschaftlichen Systemen auf der anderen Seite“ (Fischer-Kowalski und Haberl 1997a: 3).

Dies führt zu der Erkenntnis, dass Strategien nachhaltiger Entwicklung an einer Reduzierung des Ressourcenverbrauchs ansetzen müssen. Dazu ist eine Informationsgrundlage erforderlich, die die zentralen Problemtendenzen des gesellschaftlichen Umweltverbrauchs darstellt.

Das geeignete Instrument zur Darstellung des Ressourcenverbrauchs oder Umweltverbrauchs eines Systems ist die Materialflussanalyse (MFA, siehe Kapitel 2) Dieses Umwelt-Informationsinstrument kann auf verschiedenen Ebenen ansetzen: Von der supranationalen, nationalen über die regionale, sektorale bis hin zur einzelwirtschaftlichen Ebene (von der Makro- über die Meso- bis hin zur Mikro-Ebene).

### Die ökologische Herausforderung der Betriebe

Heutzutage stehen einzelne Betriebe, einzelne Unternehmen vor einer großen ökologischen Herausforderung. „Die unternehmerische Praxis sieht sich mit der Herausforderung konfrontiert, die ökologische Dimension in allen Bereichen ihres Handelns zu berücksichtigen“ (Dyllick 1992: 391). Diese Bestrebungen sind -wohl nicht zufällig - seit Ende der 1980er Jahre zu beobachten (ebda.).

Durch die ökologische Öffnung der Betriebswirtschaftslehre (BWL)<sup>1</sup> wurde auch hier erkannt, dass die ökologischen Probleme in unserer Gesellschaft auf der Ebene der Stoff- und Energieflüsse, nicht auf der Ebene der Geldflüsse entstehen (ebda.). Die Berechnung des betrieblichen Materialdurchsatzes, des Ressourcenverbrauchs ist als wesentliche Informationsgrundlage in der Lage, Einsparpotentiale transparent zu machen und bietet dadurch eine wichtige Grundlage für ein ökoeffizientes Wirtschaften. Schmidt-Bleek spricht in diesem Zusammenhang von dematerialisierten Produkten und Dienstleistungen (Schmidt-Bleek 1994), Schmidheiny von öko-effizienten Unternehmen, die auf dem Weg zu langfristig tragbarem Wachstum sind (Schmidheiny 1992).

So wurde eine nachhaltige Entwicklung auch hier - auf Mikro-Ebene – zumindest für Vorreiterbetriebe, für sogenannte proaktive Unternehmen zur heuristischen Leitidee. Akteure auf betrieblicher Ebene, die die sozial-ökologische Öffnung bereits vollzogen haben, sind wichtige Adressaten der Arbeit.

---

<sup>1</sup> zur ökologischen Öffnung der BWL siehe Kapitel 3.1.

Unabhängig davon welche Ebene betrachtet wird „[...] Bezugspunkt ist dabei nicht einfach der „Schutz der Umwelt“, sondern eine gerechte und menschenwürdige gesellschaftliche Entwicklung sowohl in den entwickelten Industriegesellschaften des Nordens als auch in den sich entwickelnden Gesellschaften des Südens“ (Becker et al. 1999: 10). Diesem Gedanken schließt sich die Arbeit an. Es soll nicht nur darum gehen aktuell durch ökoeffizientes Wirtschaften Ressourcen einzusparen und dadurch Kosten zu senken. Die Betonung liegt vielmehr auf der langfristigen Existenzsicherung des Betriebs und weiters auf der nachhaltigen Sicherung der Lebensgrundlagen auch für zukünftige Generationen.

### **1.1. Wissenschaftliche Positionierung**

Forschungsgegenstand ökologischer Umweltforschung sind natürliche Systeme und ihre Veränderungen durch den Menschen (Becker et al. 1999). Die vorliegende Arbeit untersucht ein sozio-ökonomisches System und seine materiellen Austauschbeziehungen zu anderen Systemen. Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist also keine rein ökologische, sondern eine sozial-ökologisch. Hier wird ein Problemfeld behandelt, das einen weiteren Zugang als den einer Disziplin verlangt.

Zur Beschreibung und Abgrenzung des Systems ist zunächst ein sozialwissenschaftliches Vorgehen notwendig, die Analyse des Materialdurchsatzes und seine Berechnung fällt in den naturwissenschaftlichen Bereich (Fischer-Kowalski 1997d). Themen wie diese bewegen sich an der Schnittstelle zwischen der „symbolischen“ und der materiellen Welt eines gesellschaftlichen Systems und verlangen nach einem Konzept, nach einer theoretischen Integration der Fragestellung, die beide Dimensionen berücksichtigt. Dieses Konzept ist für alle angeführten Felder von tragender Bedeutung.

Somit verläßt die vorliegende Arbeit die Grenzen der Biologie, geht über die Naturwissenschaften hinaus, bewegt sich an der Schnittfläche zwischen Natur- und Sozialwissenschaften. Dies macht eine wissenschaftliche Positionierung notwendig.

#### *Kriterien für die wissenschaftliche Verortung der Arbeit*

Die vorliegende Arbeit will innerhalb der aktuellen Umweltdiskurse an Wissenschaftsfelder anschließen, die sozial-ökologische Fragestellungen behandeln. Als Kriterien für die Positionierung der Arbeit gelten:

- Interdisziplinarität

- Forschungsschwerpunkt auf Interaktionen zwischen Gesellschaft - Natur
- Fokus auf das Quantifizieren von Material- und Energieströmen
- Heranziehen der betrieblichen Ebene (Mikro-Ebene)

Vor diesem Hintergrund ergibt sich für die Arbeit in der Ökologischen Ökonomik (Ecological Economics) ein grober wissenschaftlicher „Ankerpunkt“. Spezieller schließt sie am jungen Feld Industrial Ecology und zumindest teilweise auch am ConAccount-Netzwerk an. Die Arbeit bewegt sich im Schnittfeld dieser Wissenschaftsfelder.

Kennzeichnend für diese relativ jungen Felder, die sich alle mit sozial-ökologischen Fragestellungen beschäftigen, ist eine sehr starke Dynamik. Forschungsschwerpunkte ändern sich, es bestehen Verflechtungen und Kooperationen, Abgrenzungen sind fließend und Teil der aktuellen Diskussion. Hier soll ohne Anspruch auf Vollständigkeit der aktuelle Eindruck und das für diese Arbeit Wesentliche dargestellt werden. Es wird vor allem argumentiert in welchen Bereichen eine Anschlußfähigkeit besteht.

### **1.1.1 Ecological Economics**

Die International Society for Ecological Economics (ISEE) wurde 1987 – im Jahr der Herausgabe des Brundtlandberichts (s. o.) von Schülern Nicholas Georgescu-Roegens, dem Autor von „The Entropy Law and the Economic Process“ (Georgescu-Roegen 1971), gegründet. Ecological Economics ist ein professionelles, multidisziplinäres Wissenschaftsfeld mit dem ehrgeizigen Ziel Ökologie und Ökonomie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu verbinden.

Fay Duchin beschreibt das Ziel folgendermaßen: „The ambition of ecological economics is to provide guidance for achieving sustainable development – economic development without environmental destruction“ (Duchin 1996: 286).

Ecological Economics ist ein relativ junges Feld, seine Ursprünge und Vordenker reichen jedoch bis ins 19. Jahrhundert zurück (Martinez-Alier und Schlupmann 1987). Seine direkten Wurzeln liegen in der Ökonomie. Von der Ansicht ausgehend, dass Umweltprobleme nicht innerhalb einer Disziplin lösbar sind, basiert es auf einem methodischem Pluralismus (Noorgard 1989) und stellt den Versuch dar, Widersprüche zwischen den Disziplinen, die sich mit Fragen einer ökologischen Nachhaltigkeit beschäftigen, auszusöhnen (Martinez-Alier 1999; siehe dazu Duchin 1996).

Robert Costanza, erster und langjähriger Präsident der ISSE definierte das Feld als „the science and management of sustainability“ (Costanza 1991 zit. in: Martinez-Alier 1999).

Ecological Economics zeichnet sich vor allem durch eine starke theoretische Ebene aus, die u.a. auch dem jüngere Feld Industrial Ecology (s.u.) die theoretisch-konzeptionelle Basis gibt.

Georgescu-Roegen gilt als einer der Gründerväter des Feldes. Er wurde durch die Anwendung der thermodynamischen Hauptsätze<sup>1</sup>, vor allem des Entropiesatzes auf den Wirtschaftsprozess berühmt. In: „The Entropy Law and the Economic Process“ (Georgescu-Roegen 1971) überträgt er die thermodynamischen Hauptsätze auf das Umweltproblem und lenkt dadurch den Blick auf Material- und Energieflüsse. Er widerspricht dem alten mechanistischen Weltbild, das den Wirtschaftsprozess als isolierte Pendelbewegung zwischen Produktion und Konsum auffasst, indem er die Wirtschaft als offenes System sieht, das von seiner Umwelt materiell und energetisch abhängt und gemäß des Entropiesatzes im ökonomischen Prozeß wertvolle natürliche Stoffe (Stoffe niedriger Entropie) in Abfall (Stoffe hoher Entropie) überführt (Georgescu Roegen 1971, 1991). Er war der erste, der auf diese Zusammenhänge hinwies. Der Grundgedanke dabei ist, dass die Ökonomie neben der monetären Seite auch eine physische hat.

So stellen Georgescu-Roegen und die Gesetze der Thermodynamik eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung des Feldes dar und spielen für ein sozio-ökonomisches „physical accounting“<sup>2</sup> auch heute noch eine zentrale Rolle. Das auf den 1. Hauptsatz der Thermodynamik beruhende Input-Output-Bilanzprinzip ist nicht nur für Ecological Economics sondern auch für Industrial Ecology und ConAccount relevant.

Auf diesen naturwissenschaftlichen Grundlagen basierend sehen Ecological Economists und Industrial Ecologists die Ökonomie als Subsystem, das in das größere, globale Ökosystem eingebettet ist. Sie wird als offenes System im Sinn der Thermodynamik verstanden, das einen ständigen Fluss an Ressourcen-Input (aus der natürlichen Umwelt in das Subsystem) braucht und dadurch wiederum einen ständigen Fluss an Abfall-Output erzeugt. Beides verursacht Umweltprobleme, da sich die Erde thermodynamisch als materiell geschlossenes und materiell nicht wachsendes System darstellt. Was nichts anderes heißt als: Es gibt Grenzen für einen möglichen

---

<sup>1</sup> Die thermodynamischen Hauptsätze wurden mehrmals äquivalent formuliert. Im physikalischen Standardwerk „Lehrbuch der Experimentalphysik“ findet sich zum ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltungssatz) u.a. die Definition von Helmholtz aus dem Jahre 1847: „In einem abgeschlossenen System, in dem beliebige (mechanische, thermische, elektrische, chemische) Vorgänge ablaufen, ist es auf keine Weise möglich, die Gesamtenergie des Systems zu verändern“ (Dorf Müller 1998: 1055). Im Jahre 1897 beschrieb Max Plank den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (Entropiesatz) folgendermaßen: „Jeder in der Natur stattfindende Prozeß verläuft in dem Sinne, dass die Summe der Entropien aller an dem Prozeß beteiligten Körper vergrößert wird“ (ebda.: 1125).

<sup>2</sup> dazu zählen: Berechnung von Energie- und Materialflüssen in physischen Einheiten, Energie- und Materialflussanalysen (MFA) bzw. Bilanzen.

biophysikalischen Materialfluss durch das ökonomische Subsystem (Costanza et al. 1997, Fischer-Kowalski et al. 1997, Lifset 1998, Martinez-Alier 1999). Im weitesten Sinne spricht diese Sichtweise die Beziehung zwischen ökonomischem System und Ökosystem (zwischen Gesellschaft und Natur) an.

Ecological Economists haben eine gemeinsame Zukunftsvision nach der die Erde als nachhaltiger Planet unter fairer Verteilung seiner Ressourcen allen seinen BewohnerInnen eine hohe Lebensqualität sichert (Costanza 1991 zit. in: Martinez-Alier 1999). Ein wesentlicher Beitrag dazu soll mit den zentralen Forschungsschwerpunkten des „physical accounting“, mit der Entwicklung physischer Indikatoren und Fragen der Dematerialisierung geleistet werden (Cleveland 1999, Martinez-Alier 1999).

Hermann E. Daly, ein Schüler Georgescu-Roegens und heute einer der bekanntesten Vertreter von Ecological Economics leistete einen wichtigen Beitrag für die theoretische Struktur des Feldes. Er stellte dem Wachstum (growth) die Entwicklung (development) gegenüber. Im Gegensatz zur neoklassischen Sichtweise des unbegrenzten Wachstums (unlimited growth) postuliert er als Nachhaltigkeitskriterium die optimale Größe (optimal scale). „Hermann E. Daly`s work defined the unique positions that came to characterize the first stage of the field: commitment to development rather than growth and to community over efficiency“ (Duchin 1996: 285).

Mit Hilfe der Input-Output-Analyse beschreibt Wassily Leontief (1966) ein gesamtes Wirtschaftssystem in Form der monetären Beziehungen seiner Subsysteme untereinander. Dabei stellt der Output eines Subsystems oder Sektors den Input eines anderen dar. Anwendbar wird die Input-Output-Analyse durch die Unterscheidung zwischen Flüssen (flows) und Beständen (stocks). Diese Darstellungen dienen weltweit seit Jahrzehnten als methodische Basis für offizielle makroökonomische Berechnungen (Duchin 1996).<sup>1</sup>

Robert Ayres und Kollegen adaptierten die Input-Output-Analyse für die Berechnung von Materialbilanzen. Ayres gilt neben Georgescu-Roegen als Pionier im Bereich „physical accounting“. Er war einer der ersten, die eine MFA auf nationaler Ebene berechneten (ebda.).

Diese grundlegenden Arbeiten stellen für alle Wissenschaftsfelder, die sich mit Materialflussrechnung beschäftigen eine wichtige methodische Basis dar. Fortgeführt und weiterentwickelt wurden diese u.a. durch Katterl und Kratena (1990) Fleissner et al. (1993), Schandl und Zangerl-Weisz (1997), Stahmer et al. (1997), Weisz et al. (1998), Pedersen (1999).

---

<sup>1</sup> Einen Überblick über Leontief`s Beitrag für Ecological Economics gibt Fay Duchin (1996).



Die 3. Biennale Konferenz der Europäischen Gesellschaft für Ecological Economics „Transitions Towards a Sustainable Europe“ in Wien, im Mai 2000, zeigt, dass unter den empirischen Ansätzen das „physical accounting“ und hier besonders die MFA bei der Frage um Nachhaltigkeit zu den wichtigsten zählen (Weisz 2000).

Innerhalb der europäischen ConAccount-community und ihres amerikanischen Pendant Industrial Ecology, stehen MFA-Konzepte an zentraler Stelle. Diese Felder stellen die spezielle wissenschaftliche Positionierung der Arbeit dar.

### **1.1.2 Industrial Ecology**

Industrial Ecology kann als Auspezialisierung von Ecological Economics, als eine Fortführung dessen, was in den 1960-ern mit den Arbeiten Georgescu-Roegens begann, gesehen werden. Robert Ayres gilt dabei als Pionier dieses jungen, aufstrebenden Feldes (Haake 1999), das „material flow accounting“ zu einem wichtigen Forschungsschwerpunkt gewählt hat (Lifset 1998).

Von den USA ausgehend gewinnt dieses Feld heute zunehmend an Bedeutung (Duchin 1996, Lifset 1998) und ist auf dem Weg zu einer eigenständigen und starken wissenschaftlichen community (Haake 1999). Im Februar 2001 wurde die „International Society for Industrial Ecology“ unter Mithilfe von Marina Fischer-Kowalski als Mitglied des Steering Committee gegründet.

Schwerpunkt dieses Feldes stellt die Operationalisierung einer nachhaltigen Entwicklung dar. Die theoretische Ebene wird – im Gegensatz zu Ecological Economics - weniger betont. Industrial Ecology schließt konzeptionell an Ecological Economics an, übernimmt jedoch auch aus anderen Bereichen der Umweltforschung Konzepte und Instrumente (Lifset 1998).

Zum Begriff *Industrial Ecology*: Industrial steht für die Produktionseite (Güter und Dienstleistungen) des gesellschaftlichen Systems und zeigt den Blick dieses Feldes auf Betriebe, die als umweltpolitische Akteure, als „agents of environmental improvement“ gesehen werden. Der Fokus liegt hier auf Verbesserung von Produktdesign und Produktionsprozessen, auch als „green design“ bezeichnet (ebda.). Die Wahl des Wortes *Ecology* zeigt, dass die Einordnung der Ökonomie derjenigen von Ecological Economics entspricht: Die Ökonomie wird als materiell offenes Subsystem gesehen, das in das größere materiell geschlossene globale Ökosystem eingebettet ist. Gleichzeitig wird damit auch angedeutet, dass innerhalb von Industrial Ecology „natürliche“ oder „non-human“ Ökosysteme als Modelle für nachhaltige „industrial ecosystems“ gesehen werden (ebda.) Die dahinterstehende Vision der VertreterInnen

des Feldes ist die eines nachhaltigen Betriebs (sustainable firm) bzw. Unternehmens (sustainable company) als Teil eines nachhaltigen, industriellen Ökosystems (sustainable industrial ecosystem). Dieser Sichtweise liegt „das Ergrünen der Betriebe“ als Paradigma zugrunde.

Wie jedes aufstrebende neue Feld hat auch Industrial Ecology mit Diskussionen über Grenzen und Inhalte zu kämpfen und unterliegt einer sehr starken Dynamik (Lifset 1999). Es zeichnet sich durch Interdisziplinarität und Transdisziplinarität<sup>1</sup> aus, wie die aus unterschiedlichsten Bereichen kommenden TeilnehmerInnen – von Wissenschaft über Wirtschaft, öffentliche Institutionen bis NGOs und interessierte Öffentlichkeit - der „Conference on Industrial Ecology and Sustainability“ im September 1999 in de Troyes (Frankreich) deutlich zeigten (Haake 1999). Der Zugang zur Praxis und Öffentlichkeit ist bestimmender Teil und Idee von Industrial Ecology.

Das Feld operiert auf verschiedenen Ebenen. Es wird die globale, regionale und lokale (z.B. Firmennetzwerke) bis hin zur einzelwirtschaftlichen Ebene betrachtet. Dieser kleinste, disaggregierteste Bezugsrahmen (betriebliche Mikro-Ebene) ist für die vorliegende Arbeit von besonderem Interesse. Hier werden einzelne Prozesse und Verfahren bis hin zu „firm behaviour“ und Organisation betrachtet. Relevante Themen sind beispielsweise Ökoeffizienz oder Cleaner Produktion.

Bislang wurden mehr Lebenszyklusanalysen (life-cycle-analysis, LCA) – also produktlinienorientierte Analysen – als systemorientierte wie MFAs durchgeführt. Lifset sieht darin jedoch mehr einen historischen Zufall als theoretische oder methodische Ursachen (Lifset 1998).

### **1.1.3 ConAccount**

„Material Flow Accounting“ ist das zentrale Thema des europäischen Netzwerks ConAccount, das mit Industrial Ecology in kooperativer Verbindung steht (Lifset 1998). ConAccount steht für „Coordination of Regional and National Material Flow Accounting for Environmental Sustainability“. Als EU-finanzierte „Concerted Action“ (DG XII) wurde es von Mai 1996 bis Dezember 1997 als Projekt durchgeführt (Kleijn 1998). Daraus hat sich ein MFA-Netzwerk gebildet, eine EU-weite wissenschaftliche community politischer Ausrichtung, die auch nach Ende des Projekts jährliche Konferenzen

---

<sup>1</sup> Der transdisziplinäre Forschungsansatz sieht eine gemeinsame Problemlösung durch Wissenschaft und Praxis (Häberli und Grossenbacher-Mansuy 1998). In diesem Sinne wird der Begriff hier verwendet.

durchführte.<sup>1</sup> Heute stellt diese community eine wichtige Plattform dar, nationale MFAs zu harmonisieren und methodische Probleme zu diskutieren. In diesem Feld liegt die Betonung im naturwissenschaftlichen, technischen Bereich.

Bezugsrahmen ist die (supra)nationale und regionale bzw. sektorale Ebene. Im Gegensatz zu Industrial Ecology, die explizit die betriebliche Ebene fokussieren, stellt für ConAccount die Mikro-Ebene keinen Schwerpunkt dar (Kleijn 1998). ConAccount geht zwar teilweise auf die Mikro-Ebene, aber ähnlich wie Ecological Economics werden - einem mehr sozio-ökonomischen - Ansatz folgend v. a Verhalten, Motivation, Organisation und „driving forces“ analysiert (siehe Haake 1998, 2000) Materiell-analytische Untersuchungen auf der Mikro-Ebene sind hier schwerpunktmäßig nicht vorgesehen. Wohl aber sind disaggregiertere Analysen für methodische Diskussion über Schnittpunkte der verschiedenen Ebenen von Interesse (Kleijn 1998).

Immer wieder wird jedoch innerhalb der community eine stärkere Betonung der betrieblichen Ebene – als wichtiger Entscheidungsträger – gefordert. Wie z.B. bei Haake (1998, 2000) die sich mit der Implementierung des Dematerialisierungskonzepts auf Betriebsebene beschäftigt, dessen unverzichtbare Basis eine betriebliche MFA ist.

WissenschaftlerInnen des Wuppertal Instituts versuchen die Forderung – Faktor 10 Reduktion – auf die betriebliche Ebene anzuwenden und beschäftigen sich mit Materialflüssen auf Firmenebene (Kuhndt und Liedtke 1998, Liedtke et al. 1999). Sie bieten mit den Instrumenten MIPS (Material Intensity per Service Unit), REA (Resource-Efficiency-Portfolios) und COMPASS (companies´ and sectors´ path to sustainability) einen methodischen Rahmen zur Operationalisierung einer nachhaltigen Entwicklung auf Firmenebene an. Dabei ist die Erfassung des materiellen Verbrauchs (MFA) nicht Forschungsfrage, sondern vielmehr Voraussetzung (siehe Kapitel3.3).

Die ConAccount-Grundidee sieht die absolute Reduktion der Material- und Energieflüsse in der Gesellschaft als wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umweltsituation (Haake 1998). Dieses Verständnis von Umweltschädlichkeit - von Marina Fischer-Kowalski als Ressourcenökonomie oder Entropie-Paradigma (Fischer-Kowalski 1997b) bezeichnet, steht letztendlich hinter allen beschriebene Feldern. Ein als Quantitätsparadigma bezeichnbares Denkmuster entspricht eben diesem Verständnis.

#### Zusammenfassung: Ecological Economics, Industrial Ecology und ConAccount

Die Wissenschaftsfelder Ecological Economics, Industrial Ecology und ConAccount sind Teil des interdisziplinären Umweltdiskurses. Sie fokussieren – mit unterschiedlicher

---

<sup>1</sup> Die Methodenentwicklung wird heute als Projekt des „Scientific Committee on Problems of the Environment“ (SCOPE) weitergeführt.

Schwerpunktsetzung im weitesten Sinne auf die Interaktion Gesellschaft - Natur. Ecological Economics vorwiegend theoretisch mit ökonomischen Wurzeln, Industrial Ecology mehr operational und ConAccount eher technisch-naturwissenschaftlich mit einer starken politischen Ausrichtung. Das Quantifizieren von Material- und Energieströmen, das „physical accounting“ stellt für alle einen zentralen Forschungsgegenstand dar.

Industrial Ecology geht dabei als einziges Feld explizit auf die Mikro-Ebene. Bis heute liegen zwar mehr produktlinienorientierte Analysen vor, aber auch systemischen MFAs werden in diesem jungen und hochdynamischem Feld Platz gegeben.

So wird Ecological Economics mit seiner theoretischen Basis als grobe Verortung betrachtet, Industrial Ecology als spezielle wissenschaftliche Positionierung gesehen. Die Anschlußfähigkeit an der europäischen MFA-community ConAccount sieht die Arbeit an den Schnittstellen zu aggregierteren MFAs, bei Problemen, die nicht auf Mikro-Eben allein lösbar sind, sondern nur in Verbindung mit der Makro-Rechnung (Mikro-Makro-Link). Da ConAccount eine wichtige Plattform darstellt, nationale MFAs zu harmonisieren und methodische Probleme zu diskutieren, ist diese community auch für die Bereiche Meso-MFA, Mikro-MFA und Mikro-Makro-Mikro-Link relevant.

Allen beschriebenen Wissenschaftsfeldern gemeinsam ist das Nachhaltigkeitsproblem als Problem der materiellen und energetischen Beziehungen zwischen Gesellschaft und Natur aufzufassen. Das dahinterstehende Konzept, das diesen Feldern die theoretische Grundlage gibt und weit darüber hinaus eine wichtige Rolle in der internationalen Umweltforschung spielt, ist das Konzept des „gesellschaftlichen Metabolismus“ (Ayres und Simonis 1994, Fischer-Kowalski et al. 1997, Fischer-Kowalski 1998). Es bildet auch die theoretische Basis dieser Arbeit.

## 1.2 Das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus

Der wissenschaftlichen Ansatz auf den sich diese Arbeit bezieht ist – wie bereits angesprochen - das Konzept des „gesellschaftlichen Metabolismus“ (Ayres und Simonis 1994, Fischer-Kowalski et al. 1997, Fischer-Kowalski 1998), das gemeinsam mit dem Konzept der „Kolonisierung von Natur“<sup>1</sup> den Anspruch hat, interdisziplinäre Fragestellungen über das Verhältnis von Gesellschaft und Natur, über Interaktionen

---

<sup>1</sup> Kolonisierung stellt keinen stofflichen Vorgang dar, sondern ist Ausdruck einer Organisationsleistung. „Kolonisierung heißt, ein dynamisches natürliches System absichtlich in einen bestimmten Zustand zu bringen und diesen aufrechtzuerhalten“ (Fischer-Kowalski 1997a: IX; siehe dazu Fischer-Kowalski und Haberl 1997a, Fischer-Kowalski und Weisz 1999).

zwischen Gesellschaft und Natur in einen für alle beteiligten Disziplinen verständlichen und anschlussfähigen Rahmen zu stellen (Fischer-Kowalski 1997a).

Grundlegend für die theoretische Konzeption ist, dass die Gesellschaft (das menschliche gesellschaftliche System) als System zweiter Ordnung aufgefaßt wird, das als symbolisches Kompartiment das System Kultur und als materielles die menschliche Population umfasst (Fischer-Kowalski 1997d).

Die Anerkennung der materiellen Dimension eines sozialen Systems oder sozio-ökonomischen Systems geht innerhalb der Umweltsoziologie auf Catton und Dunlap (1978) zurück. Sie fordern ein neues Paradigma das „new ecological paradigm“ (NEP), das anders als das alte „human exceptionalism paradigm“ (HEP) die Menschen auch als eine von vielen Species im Netz der Natur, die den Folgen menschlicher Aktivitäten – mit all den negativen, unbeabsichtigten Auswirkungen - ausgesetzt sind, betrachtet. Dieses neue Paradigma impliziert einen materiellen Begriff von Gesellschaft. Soziale Systeme werden dabei als materielle Subsysteme der Biosphäre in einer physikalisch und biologisch limitierten Welt konzipiert.

#### *Geschichtliches zum Metabolismusgedanken: von Marx bis zur Gegenwart<sup>1</sup>*

Wurzeln und Vordenker des Konzeptes reichen bis ins 19 Jhd. zurück. Erstmals übertrugen Marx und Engels den Begriff „metabolism“ auf gesellschaftliche Prozesse. Weitere wichtige Wurzeln innerhalb der Sozialwissenschaften sind u.a. Spencer und Comte. Aber auch innerhalb der sozialen Geographie und Geologie, Ökonomie sowie der kulturellen und ökologischen Anthropologie finden sich Vordenker und Wurzeln des Konzepts (Martinez-Alier und Schlupmann 1987, Fischer-Kowalski 1998, Lutz 2000). Wobei die Überlegungen zu den physischen Interaktionen zwischen Gesellschaft und Natur und ihre Auswirkungen lange Zeit keine Beachtung fanden (Fischer-Kowalski 1997d).

Erst mit dem Beginn der neuen Umweltbewegung wurde in den 1960ern eine kritische Betrachtung der physischen Dimensionen gesellschaftlicher und ökonomischer Entwicklung möglich. Zu dieser Zeit fanden Werke wie „The spaceship earth“ von Boulding (1966) und etwas später „The Limits to Growth“ von Meadows et al. (1972) Beachtung, die das Bewußtsein um eine physische Limitierung des menschlichen Lebensraums zeigen. Ausgehend von den USA fanden interdisziplinäre Ansätze, die die Material- und Energieflüsse zwischen Natur und Gesellschaft fokussierten zunehmend Gehör. Nachdem in den 70ern und 80ern die Verschmutzungs – und

---

<sup>1</sup> siehe dazu: „Society's Metabolism. The intellectual History of Materials Flow Analysis“ (Fischer-Kowalski 1998; Fischer-Kowalski und Hüttler 1999) und „Gesellschaft und Natur in der frühen Soziologie“ (Lutz 2000).

Schadstoffdebatte<sup>1</sup> im Zentrum des Interesses stand, wurden die 90er zu den Jahren der intensiven Forschung über gesellschaftlichen Metabolismus, manchmal einschränkend als industrieller Metabolismus bezeichnet<sup>2</sup>. Analysen der Material- und Energieflüsse zwischen Gesellschaft und Natur erlebten einen starken Aufschwung. „Gesellschaftlicher Metabolismus“ entwickelte sich in dieser Zeit zu einem erfolgreichen Konzept, das in der Lage ist an der Schnittstelle zwischen Sozial – und Naturwissenschaften die gesellschaftliche Wirtschaftsweise und deren Auswirkungen auf die Natur in Beziehung zu setzen (Fischer-Kowalski 1997d).

Neben wichtigen Autoren, wie Baccini und Brunner (1991), Lehmann und Schmidt-Bleek (1993) sind Robert U. Ayres (Ayres und Simonis 1994) und Marina Fischer-Kowalski (1997d, 1998, Fischer-Kowalski et al. 1997, Fischer-Kowalski und Hüttler 1999) für die Entwicklung des Konzepts von herausragender Bedeutung.

Robert U. Ayres gilt neben Georgescu Roegen als einer der Pioniere auf dem Gebiet des „physical accounting“. Er war sowohl für die Entwicklung von Materialflussanalysen (Ayres und Kneese 1969) als auch für die Entwicklung des Metabolismus Konzepts und schließlich als (Mit)Begründer von Industrial Ecology von besonderer Bedeutung (Ayres 2001). Einige seiner Ansichten wie z. B. sein Bild von einer im Gleichgewicht stehenden Natur mögen überholt sein, trotzdem ist sein Beitrag für alle ForscherInnen, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen nach wie vor eine wichtige Grundlage.

Marina Fischer-Kowalski und ihr Wiener Team am IFF<sup>3</sup>, Abteilung Soziale Ökologie, leisteten viel in der theoretischen Weiterentwicklung des Konzepts und dessen Operationalisierung in Form der MFA. Sie stehen in internationalen Forschungsk Kooperationen, sind Teil der Harmonisierungsdiskussion<sup>4</sup> und spielen im Industrial Ecology Diskurs eine wichtige Rolle. Durch die Favorisierung des Ausdrucks „gesellschaftlich“ gegenüber „industriell“ soll der Blick auf alle Gesellschaften erweitert werden.

Das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus überträgt die Vorstellung über den Stoffwechsel biologischer Organismen auf die Gesellschaft. Die Gesellschaft<sup>5</sup> wird dabei als eine Art Superorganismus gesehen, der mittels energetischen Einsatzes

---

<sup>1</sup> mit dahinterstehendem Qualitäts- oder Schadstoffparadigma (siehe Fischer-Kowalski 1997b).

<sup>2</sup> mit dahinterstehendem Quantitäts- oder Ressourcenökonomie- bzw. Entropieparadigma (siehe Fischer-Kowalski 1997b).

<sup>3</sup> Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt, Graz und Wien.

<sup>4</sup> siehe dazu Adriaanse et al. (1997), Matthews et al. (2000).

<sup>5</sup> Wie auch Fischer-Kowalski hervorhebt, handelt es sich bei diesem System, das ganz allgemein betrachtet als „die Gesellschaft“ bezeichnet wird, im Grunde um eine Mehrzahl unterschiedlicher sozialer Systeme (Fischer-Kowalski 1997c).

Stoffe aus der Natur aufnimmt, zu seinem Nutzen verarbeitet und letztendlich verändert an die Natur wieder abgibt. Das heißt, die Gesellschaft organisiert sich, was ihre physische Seite betrifft, entlang einer Input-Output-Logik. Langfristig gesehen muss dabei der Input an Material und Energie, dem 1. thermodynamischen Hauptsatz folgend, gleich dem Output sein (Fischer-Kowalski 1997d, Fischer-Kowalski und Haberl 1997a, Schandl und Zangerl-Weisz 1997).

### Metabolismus im biologischen Kontext

Der Begriff Metabolismus - zu deutsch Stoffwechsel - kommt aus der Biologie. Die Bedeutung dieses Terminus (gr. *metaballein*: verändern, vertauschen) umfaßt jedoch weit mehr als es die deutsche Übersetzung auszudrücken vermag (Fischer-Kowalski 1997d).

Stoffwechsel und der damit eng in Verbindung stehende Energieumsatz stellen Grundeigenschaften belebter Materie dar<sup>1</sup> (Denffer 1983). Denffer erklärt in der Einleitung des botanischen Standardwerks: Strasburger „Lehrbuch der Botanik“:

„Stoff- und Energiewechsel sind die chemischen und physikalischen Vorgänge, die ablaufen müssen, damit der Organismus sich stofflich und energetisch von der unbelebten Umgebung abzugrenzen und ein „Eigenleben“ zu führen vermag“ (ebda.: 1).

Eine ausführliche Definition des Begriffs gibt Gerhard Richter in der „Stoffwechselphysiologie der Pflanzen“:

„Unter Stoffwechsel sind alle Umwandlungen von Verbindungen zu verstehen, die ein Organismus oder jede seiner Zellen zur Gewinnung von chemischer Energie und zur Bildung von eigener Substanz benutzt“ (Richter 1998: 1).

Dabei wird einerseits tote Materie aus der Umwelt aufgenommen und in den lebenden Organismus als körpereigene Substanz umgebaut und eingebaut (Assimilation, Anabolismus)<sup>2</sup>, andererseits die bei den abbauenden Prozesse entstehenden Stoffwechselendprodukte wieder an die Umgebung abgegeben (Dissimilation, Katabolismus) (Denffer 1983).

---

<sup>1</sup> Neben anderen Eigenschaften wie Gestalt, Produktivität, Reizbarkeit, Rekombination und Mutabilität (Denffer, 1983).

<sup>2</sup> Ein grundlegender Unterschied besteht zwischen autotrophen und heterotrophen Organismen. Autotrophe sind von der Aufnahme organischer Substanz unabhängig, da sie in der Lage sind Sonnenenergie (grüne Pflanzen) oder auch andere Energieformen für ihre Energiebereitstellung zu nutzen. Alle anderen Organismen, wie auch der Mensch sind heterotroph, d.h. sie sind bei ihrer Energiegewinnung ausschließlich auf die Aufnahme organischer Substanz angewiesen.

Richter führt weiter aus: „Die hierbei stattfindenden stofflichen Umsetzungen erfüllen weitgehend die Kriterien chemischer Reaktionen. Sie werden fast immer durch Biokatalysatoren (Enzyme) beschleunigt. Wegen der engen Beziehung zur lebenden Substanz bezeichnet man sie auch als biochemische Reaktionen“ (Richter 1998: 1).

Im biologischen Kontext wird Metabolismus also grundsätzlich auf einen Organismus bzw. Teile eines Organismus bezogen (Stoffwechsel einzelner Organe, Enzymsystemen etc.).<sup>1</sup>

Unser Planet ist ein energetisch offenes, materiell jedoch geschlossenes System (abgesehen von einem geringen materiellen Eintrag aus dem Universum). In den großen Stoffkreisläufen zirkuliert die Materie fortlaufend, angetrieben durch den kontinuierlichen Fluß an Sonnenenergie. Der Teil der Erde, der als Biosphäre<sup>2</sup> bezeichnet wird, stellt sich materiell und energetisch als offenes System dar.

Dem 1. thermodynamischen Hauptsatz folgend kann Energie bzw. Materie weder erzeugt noch vernichtet werden (sofern keine Umwandlung von Materie in Energie stattfindet). Das heißt für unseren Planeten, dass immer dieselben Elemente in diesen Kreisläufen zirkulieren: Als anorganische Substanz werden sie von den grünen Pflanzen aus der Umwelt aufgenommen und mit Hilfe des Sonnenlichtes in energiereiche organische Substanz überführt, entlang des Nahrungsnetzes kaskadenartig genutzt bis sie wieder als anorganische Substanz an die Umwelt abgegeben werden. Dafür und somit für das Leben unentbehrlich ist der kontinuierliche Zufluß an Energie, der Strukturen oder Systeme niedriger Entropie, das sind Systeme hoher Ordnung (2. thermodynamischer Hauptsatz), aufrechterhält (Ayres 1994).

### Übertragung des biologischen Metabolismus-Konzepts auf die Gesellschaft

Nach der Vorstellung des Konzepts des gesellschaftlichen Metabolismus ist die Gesellschaft, was ihre physische Seite betrifft, in das größere natürliche System, in die Natur eingebettet. Die physikalischen Grundgesetze müssen daher nicht nur für natürliche Systeme, sondern auch für die darin eingebetteten gesellschaftlichen Subsysteme Gültigkeit haben. Das bedeutet z.B., dass jede von der Umwelt in die Gesellschaft aufgenommene Materie bzw. Energie wieder an die Umwelt abgegeben werden muss. Gesellschaft erscheint dabei analog zu Organismen als materiell und

---

<sup>1</sup> Überindividuelle Systeme bezüglich ihres Stoffwechsels zu betrachten war allerdings Gegenstand heftiger Kontroversen innerhalb der Biologie. Diese Kontroversen nahmen bereits am Beginn des 20. Jahrhunderts ihren Ausgang. Siehe dazu und zum Zusammenhang zwischen dem biologischen und dem gesellschaftlichen Konzept des Stoffwechsels: Fischer-Kowalski (1997d).

<sup>2</sup> Larcher definiert folgendermaßen: „Der bewohnte Lebensraum der Erde mit der Gesamtheit der Lebenswesen ist die Biosphäre“ (Larcher 1994: 18).



energetisch offenes System. Diese Analogie macht die Übertragung des biologischen Begriffs auf die Gesellschaft, so wie es das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus vorsieht, einleuchtend.<sup>1</sup>

Wie Organismen unterhalten auch Gesellschaften in einem selbstorganisierenden Prozess einen kontinuierlichen Stoff- und Energiewechsel mit ihrer natürlichen Umwelt. Beginnend mit der Entnahme von Rohstoffen wird Material aus der Natur in das System aufgenommen, im wirtschaftlichen Transformationsprozess verarbeitet, verändert, teilweise akkumuliert und nach erfolgtem Konsum früher oder später als Abfall wieder der Natur zugeführt. Wie in biologischen Systemen ist dieser Materialfluss eng an einen Energiefluss gekoppelt.

Metabolismus verstanden als ein Prozess materieller und energetischer Reproduktion des materiellen Kompartiments der Gesellschaft umfasst mehr als den biologischen Metabolismus der Population (Fischer-Kowalski 1997d). Je nach Gesellschaftsform zeigen sich unterschiedliche Metabolismusprofile.<sup>2</sup> Am höchsten ist der materielle und energetische Durchsatz in den hochindustrialisierten Staaten der westlichen Welt. Er beträgt hier ein Vielfaches des Durchsatzes jeder anderen Gesellschaftsform. Das führt zum Thema der ökologischen Nachhaltigkeit, zur Frage des Umweltproblems.<sup>3</sup>

Das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus lenkt den Blick auf den ganzen wirtschaftlichen Transformationsprozess. Ursachen der Umweltprobleme können daher sowohl inputseitig, outputseitig und innergesellschaftlich z.B. durch physisches Wachstum der Gesellschaft (Matthews et al. 2000) entstehen.<sup>4</sup> Sie zeigen stets zwei Dimensionen: Eine quantitative, den physischen Gesamtdurchsatz, und eine qualitative, die Gefährlichkeit bzw. Toxizität bestimmter Stoffe betreffend<sup>5</sup> (Hüttler et al. 1996b). Wird der quantitative Aspekt betrachtet, gilt als zentraler Indikator des gesellschaftlichen Umweltverhaltens die jährliche Materialentnahme aus der Natur (Schandl 1998). Das heißt, das Konzept fokussiert auf die Quantität.

Vor diesem Hintergrund ist es nun verständlich, dass Umweltprobleme - wie eingangs angesprochen ganz allgemein als Probleme des Stoffwechsels zwischen Gesellschaft und Natur verstanden werden (Fischer-Kowalski und Haberl 1997a).

---

<sup>1</sup> Zur Diskussion zur Analogie zwischen biologischem und gesellschaftlichem Stoffwechsel siehe: Fischer-Kowalski und Weisz (1999).

<sup>2</sup> siehe dazu Fischer-Kowalski und Haberl (1997a, 1997b).

<sup>3</sup> Dabei stellt sich die Frage: Was ist umweltschädlich? Siehe dazu Fischer-Kowalski (1997b).

<sup>4</sup> Outputseitig kann es zu Überschreitungen der Aufnahmekapazität natürlicher Systeme, inputseitig zu Knappheitsproblemen kommen (Schandl und Zangerl-Weisz 1997).

<sup>5</sup> Das „Schadstoffparadigma“ der 1970er Jahre hat gezeigt, dass durch diese Betrachtungsweise allein die Gesellschaft den Umweltproblemen nicht gewachsen ist (Fischer-Kowalski 1997b).

Für die Operationalisierung des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung bemerken Schandl und Zangerl-Weisz:

„Dieses Metabolismusprofil (Anm: der Industriegesellschaften) kann in einer materiell begrenzten Welt nicht nachhaltig aufrechterhalten werden. Die absoluten Mengen des jährlichen Materialumsatzes müssen, dem Leitbild nachhaltiger Entwicklung folgend, reduziert werden“ (Schandl und Zangerl-Weisz 1997).

Das Konzept ist von der supranationalen bis zur einzelwirtschaftlichen Ebene anwendbar (Ayres 1994). Die vorliegende Arbeit schließt dabei an der einzelwirtschaftlichen Ebene, der Betriebs-Ebene an. Sie sieht sich vor diesem theoretischen Hintergrund als Diskussionsbeitrag zur Operationalisierung des Konzeptes „gesellschaftlicher Metabolismus“ auf der Mikro-Ebene.

## **KAPITEL 2: MATERIAL FLOW ACCOUNTING: DIE OPERATIONALISIERUNG DES KONZEPTE „GESELLSCHAFTLICHER METABOLISMUS“**

Zweck dieses Kapitels ist es einen Einblick in das „material flow accounting“ zu geben und den Hintergrund der Methodenentwicklung MikroOMEN (siehe Kapitel 4) zu erklären. So wird nach der Einführung zum Thema MFA, auf die Wiener Methodik der nationalen MFA (nMFA) und hier speziell auf die OMEN-Methode sehr detailliert eingegangen. Dies ist notwendig, weil die vorliegende Arbeit die OMEN-Struktur auf die Mikro-Ebene übertragen will (MikroOMEN).

### **2. 1 Einführung in die MFA**

Materialflussanalysen (MFAs) haben die inputseitige und outputseitige Erfassung jedweden Materials eines definierten Systems in Masseinheit pro Zeiteinheit (üblicherweise in Tonnen pro Jahr) zum Inhalt. Unter Material wird Materie in ihren unterschiedlichsten Erscheinungsformen verstanden: Feste, flüssige und gasförmige, organische und anorganische Materie, Rohstoffe, Produkte und Abfälle. Hüttler et al. erklären: „Als Material gelten alle natürlichen und produzierten Stoffgemische oder Erzeugnisse (nach Kuhn et al. 1994) – also Rohstoffe und Güter sowie Abfälle, Emissionen und dissipative Verluste“ (Hüttler et al. 1997: 68). Abhängig vom Ziel der Untersuchung werden bestimmte Güter, bestimmte Materialgruppen oder der gesamte Material-Stoffwechsel erfaßt.<sup>1</sup>

Für dessen Berechnung wird das System entlang einer Input-Output-Logik betrachtet. Dies entspricht auch der Input-Output-Bilanzierungs-Logik ökonomischer Analysen (Fischer-Kowalski und Hüttler 1999). Als Richtlinie dient dabei der 1. Hauptsatz der Thermodynamik (siehe Kapitel 1.1.1), der besagt, dass – in einem geschlossenen System - Energie weder erzeugt noch vernichtet werden kann. Wenn keine

---

<sup>1</sup> Die begriffliche Abgrenzung von Stoffen und Material ist folgende: Unter „Stoff“ wird ein chemisches Element bzw. deren chemische Verbindung, unter „Material“ alle natürlichen und produzierten Stoffgemische verstanden. Dementsprechend wird zwischen Stofffluss- und Materialflussanalyse - in der englischsprachigen Literatur zwischen „substance flow analysis“ (SFA) und „material flow analysis“ (MFA) differenziert (Hüttler et al. 1996a). Auch die Enquete-Kommission bezieht sich in ihrer Definition des Begriffs „Stoffstrom“ auf chemische Einzelstoffe (Enquete-Kommission 1994).

Umwandlungen von Materie in Energie stattfinden, gilt das gleiche für Materie. Demzufolge muss die gesamte Materie, die in ein System importiert wird, früher oder später wieder auf der Outputseite erscheinen. Das heißt: Auf lange Sicht entspricht der materielle Input eines Systems dessen Output. Für eine Materialbilanz genügt es das System als „black box“ zu betrachten, die Flüsse im System aber nicht weiter transparent zu machen. Wird der Input dem Output ohne nähere Analyse tabellarisch gegenübergestellt, handelt es sich um ein Input-Output-Konto. Erst die Verbindung des Inputs mit dem Output, die Darstellung der intrasystemischen Materialflüsse, das Öffnen der „black box“ stellt eine Input-Output-Analyse dar, eine Materialflussanalyse im eigentlichen Sinne.<sup>1</sup>

### Zum Nutzen von MFAs

Die physische Performance der Gesellschaft, das heißt ihre materielle und energetische Dimension, ihre Größenordnung und strukturelle Zusammensetzung aber auch ihre Entwicklung sind für das Verhältnis Gesellschaft Natur wesentlich. Die physischen Austauschprozesse zwischen Gesellschaft und Natur stellen die zentralen Problemtendenzen des gesellschaftlichen Umweltverbrauchs dar und werden durch Material- und Energieflussanalysen abgebildet. So sind diese Berichtssysteme, die regelmäßige und vollständige Informationen über den laufenden gesellschaftlichen Ressourcenverbrauch liefern, eine unverzichtbare Informationsgrundlage für die Argumentation, Nachvollziehbarkeit und empirische Überprüfung umweltpolitischer Maßnahmen (Hüttler et al. 1996a).

So wird in der „Materialflußrechnung Österreich“ resümiert: „Nationale Materialbilanzen fördern die Ökologisierung der gesellschaftlichen Ressourcennutzung. Sie stellen ein wichtiges Instrument der Politikberatung dar“ (Hüttler et al. 1996a: 251).

Wesentlich dabei ist, dass die Betrachtung des materiellen gesellschaftlichen Stoffwechsels ein verändertes Bild der globalen Umweltprobleme ergibt: Es liefert das Bild, dass alles, was in den wirtschaftlichen Transformations einfließt letztendlich ökologische Folgen hat (Schandl 1998). „Materialflußrechnungen zeigen, daß ökologisch nicht nur die Risiken zählen, sondern die in qualitativer Hinsicht zunächst unbedenklichen Materialien aufgrund der enormen Durchsatzmengen als eigentliche ökologische Gefährdung erkannt werden müssen“ (Schandl 1998: 5). Der Schwerpunkt der umweltpolitischen Aufmerksamkeit richtet sich auf den gesamten wirtschaftlichen Transformationsprozess – vor allem auf seinen Beginn, also dort, wo die ersten

---

<sup>1</sup> Häufig werden jedoch die Begriffe Input-Output-Analyse und Materialflussanalyse uneinheitlich verwendet.

Entscheidungen über die Größenordnung und Struktur des Ressourcenbedarfs erfolgen (Hüttler et al. 1996a).

„Materialflußrechnungen helfen den Zusammenhang zwischen Rohstoffverbräuchen und der Entstehung von Rest – und Schadstoffen besser zu erfassen“ (Hüttler et al. 1996a: 5). Von diesen Informationen profitiert auch die Emissionsberichterstattung.

So werden physische Input-Output-Analysen, im speziellen MFAs als Instrumente zur Operationalisierung des Konzepts des gesellschaftlichen Stoffwechsels und in weiterer Folge als Instrumente zur Operationalisierung einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung verstanden.

„Dem Indikator „gesellschaftlicher Materialumsatz“ kommt somit eine zentrale Bedeutung als Instrument zur Operationalisierung des Konzeptes nachhaltiger Entwicklung zu.“ (Buitenkamp et al. 1993, BUND/ Misereor 1996, Hüttler et al. 1996a: zit. in Schandl, Weisz 1997: 4).

#### MFA-Methodik: Allgemeine Konventionen

Der Ansatz, den gesellschaftlichen Metabolismus zu berechnen ist wie das Konzept selbst nicht neu (siehe Kapitel 1.2). Er ist Schwerpunkt vieler Arbeiten aus unterschiedlichen Disziplinen und Forschungsfelder. Dabei variieren Erfassungsbereich, fokales System und Zeithorizont je nach Untersuchungsziel.

Eine Zusammenstellung der unterschiedlichen Erfassungskonzepte und einen systematischen Überblick über Material- und Stoffflussrechnungen geben Hüttler et al. (1996a) und Fischer-Kowalski und Hüttler (1999).

Die neuere MFA-Literatur ist hauptsächlich europäischen Ursprungs. Zur historischen Entwicklung der MFA-Literatur siehe Fischer-Kowalski (1998) und Fischer-Kowalski und Hüttler (1999).

Es gibt heute ein sehr weites Spektrum an Materialflussanalysen (Schandl 1996). Es kann daher nicht von *der* MFA-Methodik gesprochen werden, sondern die MFA muss vielmehr als ein Set an Methoden betrachtet werden, das den sozioökonomischen Metabolismus eines bestimmten Systems beschreibt, analysiert und quantifiziert (Fischer-Kowalski 1999). Für die nationale Ebene gibt es jedoch seit einigen Jahren einen Prozess der Methodenharmonisierung, dessen wichtigste Meilensteine Adriaanse et al. (1997), Matthews et al. (2000) und Eurostat (2001) sind.

Zu den allgemeinen Konventionen für die Erstellung von Materialflussanalysen bzw. Materialbilanzen zählen der Bilanzgedanke, die Messung in physischen Einheiten und die Erfassung der Materialströme in Abhängigkeit von Systemgrenzen (Schandl 1998, Fischer-Kowalski und Hüttler 1999). Die Berechnung des Gesamtdurchsatzes hat durchaus nicht jeder Ansatz zum Ziel.

Die unterschiedlichen methodischen Konzepte gehen davon aus - wie oben bereits erwähnt - ein gewähltes System entlang einer Input-Output-Logik zu betrachten. Sie sind also von ihrem Ansatz her systemorientiert<sup>1</sup>. Wesentliche methodologische Voraussetzungen für eine konsistente Rechnung sind demnach eine klare Definition des Systems, klare Grenzziehung zur Umwelt (Grenze zur Natur und Grenze zu anderen sozio-ökonomischen Systemen). Weiters eine klare Unterscheidung zwischen Materialströmen (flows) und Materialbeständen (stocks) und eine eindeutige Klassifizierung der Materialströme, die Doppelzählungen ausschließt. Vielfach wird betont, dass nationalen Materialbilanzen international vergleichbar und global hochrechenbar sein müssen (Jänicke 1995, Schandl und Zangerl-Weisz 1997, Fischer-Kowalski und Hüttler 1999, Weisz 2000).

## 2.2 Die Wiener MFA-Methodik (IFF)

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf folgenden Publikationen des Wiener Teams Soziale Ökologie: Steuerer (1992, 1994), Hüttler et al. (1996a, 1996b), Fischer-Kowalski (1997c, 1997d), Fischer-Kowalski et. al. (1997), Schandl und Zangerl-Weisz (1997), Fischer-Kowalski (1998), Schandl (1998), Weisz et al. (1998), Weisz und Schandl (1999), Fischer-Kowalski (1999), Fischer-Kowalski und Hüttler (1999), Schandl et al. (2000), Weisz (2000).

Der Wiener Ansatz, ein sozial-ökologischer Ansatz mit Schwerpunkt auf der Makro-Ebene hat die vollständige Material-Bilanzierung des Systems zum Ziel und nimmt in der internationalen Diskussion um Harmonisierung und Standardisierung der Methoden einen wichtigen Platz ein.<sup>2</sup>

### Kriterien

Als Kriterien für die Erstellung nationaler Materialflussrechnungen gelten speziell folgende Anforderungen:

- Theoretische Integration: Die theoretisch-konzeptionelle Integration ist Grundlage einer konsistenten Methode und verhilft zu klaren Grundvorstellungen, wie methodische Entscheidungen getroffen werden sollen.

---

<sup>1</sup> Der Systemansatz steht im Gegensatz zu einem prozesskettenorientierten Ansatz, der die Grenzen entlang einer definierten Strecke des Transformationsprozesses bis hin zum gesamte Prozess („cradle to grave“, Life Cycle Analysis: LCA) steckt.

<sup>2</sup> siehe dazu Fischer-Kowalski (1999), Matthews et al. (2000), Eurostat (2001).

- Nähe zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR). Die Nähe zur VGR gewährleistet eine Anknüpfbarkeit der Bilanz an und Vergleichbarkeit mit ökonomischen Daten.
- Politikrelevanz: Die MFA soll als Umweltinformationssystem die Umweltpolitik unterstützen. Das heißt sie muss in der Lage sein, durch nicht zu detaillierte Information politische Botschaften zu transportieren und umweltpolitische Maßnahmen zu kontrollieren.
- „Top-Down“-Verfahren: Für eine periodische Erhebung muß die Rechnung auf statistischen und jährlich verfügbare Daten beruhen.
- Internationale Vergleichbarkeit: Die Orientierung an internationalen Standards ist für eine Vergleichbarkeit zwischen den Staaten und für eine supranationale Umweltpolitik relevant.

Als zusätzliche Anforderung für die Erstellung sektoraler Bilanzen werden die Übertragbarkeit der Methodik auf andere Branchen und die Kompatibilität zu anderen umweltpolitischen Instrumenten, vor allem zur nationalen Materialflussrechnung genannt.

### Bilanzgedanke

Die Grundlage einer MFA-Rechnung ist durch die Basisgleichung

$$\text{Input} = \text{Output} + \text{Bestandszuwächse}$$

gegeben. Sie drückt den Bilanzgedanken aus und besagt, dass die Summe des materiellen Inputs eines Systems gleich der Summe des Outputs, korrigiert um die Bestandsänderungen (stockchanges), ist. Diese Basisgleichung gilt nicht nur für das System als ganzes, sondern in der gleichen Weise für seine Kompartimente oder Subsysteme. Das heißt, nur wenn diese Gleichung auch auf alle Subsysteme angewandt wird, ist die Voraussetzung für ein methodisch konsistentes Vorgehen gewährleistet.

Grundlage und Richtlinie für die Abgrenzung des Systems bietet nun folgende zweite auf der obigen aufbauende Gleichung:

**Summe des Metabolismus eines Systems = die Summe des Metabolismus seiner Subsysteme oder Kompartimente + der internen Lieferungen**

### Systemgrenzen

Auf globaler Ebene können zwei hochkomplexe Systeme – die Natur und die Gesellschaft - voneinander abgegrenzt und ihre Austauschprozesse erfaßt werden. Auf der Ebene gesellschaftlicher Subsysteme gibt es zusätzlich zu diesen auch Austauschprozesse zwischen sozialen Systemen. Das heißt, neben der Grenze zur Natur kommen Grenzen zu anderen sozialen Systemen dazu. Dabei gilt: Je niedriger das betrachtete Aggregationsniveau, desto mehr nehmen die Austauschprozesse zwischen den sozialen Subsystemen an Bedeutung zu.

Für eine Bestimmung der Abgrenzung physischer gesellschaftlicher Kompartimente, geht es zunächst darum, dass soziale Systeme ihre eigenen Grenzen definieren und als physische Kompartimente reproduzieren. „Typically, social systems do define and reproduce their boundaries in terms of their compartments“ (Fischer-Kowalski 1997d: 131).

Die physischen Kompartimente sind die materiellen Elemente eines Systems. Alles, was durch planvolle menschliche Tätigkeit – also durch Arbeit – reproduziert wird, wird zu den physischen Kompartimenten des gesellschaftlichen Systems gezählt. Diese werden auch als Bestand (stock) bezeichnet. Alles, was zur Aufrechterhaltung des Bestands aufgewandt wird, wird als Fluß (flow) verrechnet. Die „flows“ reproduzieren also die „stocks“.

Die Grenzen die gezogen werden beziehen sich demnach auf die Funktionen des Systems, es sind funktionale Grenzen. Wird der Stoffwechsel auf der Ebene von Volkswirtschaften beschrieben, fallen die sozio-ökonomischen Systemgrenzen mit der räumlichen Abgrenzung (Nationalstaat) zusammen.



### System-Kompartimente

Konkret werden Menschen, Nutztiere und Artefakte als physische Kompartimente des sozio-ökonomischen Systems identifiziert. Nutzpflanzen werden der Natur zugeordnet und stellen somit einen Input von der Natur in die Gesellschaft dar.

Die menschliche Population zählt zur materiellen Seite der Gesellschaft, da für deren Reproduktion (Erziehung, Ernährung, Gesundheit) ein erhebliches Maß an Arbeit aufgewandt wird. Daher muß auch ihr gesamter biologischer Metabolismus als Teil des gesellschaftlichen Systems gezählt werden. Alles (materielle) was diesen biologischen Metabolismus aufrechterhält wird demnach als „flow“ verbucht (Ernährung, Respiration, Ausscheidung). Dasselbe gilt für diejenigen tierischen Organismen, die von Menschen „gehalten“ werden: Für Haus- und Nutztiere.<sup>1</sup>

Dieser Logik folgend müssen tote menschliche Körper als Output (an die Natur) verstanden werden. Überlegungen solcher Art sind - zur Zeit - rein theoretischer Natur. Empirisch umgesetzt wurde die Quantifizierung der menschlichen Körper – aus ethischen Gründen – bislang nicht.

Auf Makro-Ebene kann der menschliche Metabolismus – wie oben ausgeführt – problemlos der Gesellschaft zugeordnet werden. Wird jedoch das betrachtete Aggregationsniveau geringer, zeigen sich sehr schnell Zuordnungsprobleme. In der „Materialbilanz Chemie – Methodik sektoraler Materialbilanzen“ wird auf dieses – noch ungelöste – Problem hingewiesen: „Menschen sind, was ihren biologischen Stoffwechsel betrifft, Wandler zwischen den ökonomischen Sektoren. Sie atmen überall dort, wo sie sich gerade befinden, sie essen daheim, im Gasthaus oder in der betriebseigenen Kantine. Fast alle ökonomischen Sektoren stellen [...] Infrastruktur zur Befriedigung der metabolischen Bedürfnisse der Menschen zur Verfügung“ (Schandl und Zangerl-Weisz 1997: 8). Die AutorInnen empfehlen „[...] den Teil des biologischen Metabolismus für dessen Aufrechterhaltung Arbeit investiert wird, demjenigen Sektor zuzuordnen, der diese Arbeit tätigt“ (ebda.: 8). Weitere methodische Überlegungen – vor allem bei Betrachtung von Sektoren, wie zum Beispiel Gastronomie, deren wirtschaftliche Tätigkeit eng mit dem menschlichen Metabolismus verbunden ist – werden gefordert (siehe dazu Hutter 2001).

Zu den Artefakten zählen Gebäude, Infrastruktur, Maschinen und Gebrauchsgüter aller Art. Schandl und Zangerl-Weisz schlagen vor, Artefakte wie Gebäude, Maschinen und Infrastruktur als „stocks“ anzusehen, alle übrigen Materialien als „flows“ zu definieren.

---

<sup>1</sup> Ein Teil der aufgenommenen Nahrung wird als CO<sub>2</sub> abgeatmet. Wird nur ein Teil des menschlichen oder tierischen Metabolismus berechnet z.B. der Input an Nahrungsmittel, nicht jedoch der gasförmige Output in Form von CO<sub>2</sub>, kann die Input-Output-Bilanz nicht geschlossen werden.

„Flows“, die länger als ein Jahr im Gesellschaftssystem verweilen, werden als „Lager“ bezeichnet (Schandl und Zangerl-Weisz 1997).

#### Kategorisierung der „flows“ der nationale MFA

Die gesamte Materie, die zur Aufrechterhaltung der „stocks“ in das System kommt, wird als „flow“ in das System verbucht und kann als „Inputflow“ bezeichnet werden. „Inputflows“ werden nach funktionalen und wirtschaftsräumlichen Kriterien sowie nach Rohstoffgruppen differenziert. Funktional wird das Gesellschaftssystem nach Primärentnahme (Entnahme von Material aus der Natur), Verarbeitung (Transformation von Primärentnahme und Importen zu Produkten und deren Wiederverwertung) und Endnachfrage (Konsum der Produkte) des eingesetzten Materials gegliedert.

Neben der Grenze zur Natur gilt als wirtschaftsräumliche Abgrenzung und als Bezugssystem zur Erfassung der Systemgrenzen zu anderen sozio-ökonomischen Systemen der Nationalstaat. Daraus ergibt sich für den Input: Naturentnahme (Rohstoffentnahme auf inländischem Territorium) und Importe aus anderen Volkswirtschaften.

In der „Materialflußrechnung Österreich“ wird der gesamte gesellschaftliche Materialdurchsatz zunächst nach den drei großen Materialströmen „Wasser“, „Luft“ und „sonstige Materialien“ unterschieden. Letztgenannte nach Rohstoffgruppen gegliedert, indem sie nach der stofflichen Zusammensetzung in biotische (nach dem Zeitpunkt der Entstehung weiters in fossile und rezente) und abiotische unterteilt werden. So werden 5 Hauptgruppen für die Aggregation auf Makro-Ebene bilanziert: Wasser, Luft, mineralische Materialien, fossile Energieträger und (rezente) Biomasse.

Dementsprechend wird bei den „flows“, die das System verlassen - den „Outputflows“ - zwischen Exporten (in anderer Volkswirtschaften) und Output an die Natur differenziert. Die „Outputflows“ an die Natur werden weiter in Abfälle, Emissionen, gezielte Ausbringung und dissipative Verluste<sup>1</sup> kategorisiert.

Natürlich ist die Grenze zur Natur fließend. Entscheidungen darüber müssen sich an den Möglichkeiten der Operationalisierbarkeit aber auch an der Ökonomie orientieren und in internationaler Diskussion erfolgen. Die internationale Debatte um Harmonisierung und Standardisierung des „material flow accounting“ zeigen, dass es hier letztendlich um Fragen der Systemdefinition und der Grenzziehung geht (Schandl 1998).

---

<sup>1</sup> Dissipative Verluste sind Verluste durch Gebrauch, wie z.B. der Straßenabrieb.

## 2.3 Die OMEN-Methode (IFF)

### The general structure of an OMEN table

	Primary production	Industry	Services, households	stock changes		Export	Emissions	Deliberate disposals	
Primary production	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	domestic goods ( $\Sigma X_{12}+X_{13}+X_{14}$ )	$O_{11}$	$O_{12}$	$O_{13}$	output ( $\Sigma o_{11}$ to $o_{13}$ )
Industry	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$	domestic goods ( $\Sigma X_{21}+X_{23}+X_{24}$ )	$O_{21}$	$O_{22}$	$O_{23}$	output ( $\Sigma o_{21}$ to $o_{23}$ )
Services, households	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$	domestic goods ( $\Sigma X_{31}+X_{32}+X_{34}$ )	$O_{31}$	$O_{32}$	$O_{33}$	output ( $\Sigma o_{31}$ to $o_{33}$ )
stock changes	$X_{41}$	$X_{42}$	$X_{43}$	$X_{44}$	<b>stock outputs</b> ( $\Sigma X_{11}+X_{42}+X_{43}$ )	$O_{41}$	$O_{42}$	$O_{43}$	output ( $\Sigma o_{41}$ to $o_{43}$ )
	secondary input ( $\Sigma X_{21}+X_{31}+X_{41}$ )	secondary input ( $\Sigma X_{12}+X_{32}+X_{42}$ )	secondary input ( $\Sigma X_{13}+X_{23}+X_{43}$ )	<b>stock inputs</b> ( $\Sigma X_{14}+X_{24}+X_{34}$ )	total $\Sigma$ processing matrix ( $\Sigma X_{11}+X_{12}+ \dots +X_{44}$ )	exports ( $\Sigma o_{11}$ to $o_{41}$ )	emissions ( $\Sigma o_{12}$ to $o_{42}$ )	deliberate disposals ( $\Sigma o_{13}$ to $o_{43}$ )	<b>direct output</b>
Domestic Extraction	$\dot{i}_{11}$	$\dot{i}_{12}$	$\dot{i}_{13}$	$\dot{i}_{14}$	domestic extraction ( $\Sigma \dot{i}_{11}$ to $\dot{i}_{14}$ )				
Water	$\dot{i}_{21}$	$\dot{i}_{22}$	$\dot{i}_{23}$	$\dot{i}_{24}$	water ( $\Sigma \dot{i}_{21}$ to $\dot{i}_{24}$ )				
Air	$\dot{i}_{31}$	$\dot{i}_{32}$	$\dot{i}_{33}$	$\dot{i}_{34}$	air ( $\Sigma \dot{i}_{31}$ to $\dot{i}_{34}$ )				
Imports	$\dot{i}_{41}$	$\dot{i}_{42}$	$\dot{i}_{43}$	$\dot{i}_{44}$	imports ( $\Sigma \dot{i}_{41}$ to $\dot{i}_{44}$ )				
	primary input ( $\Sigma \dot{i}_{11}$ to $\dot{i}_{41}$ )	primary input ( $\Sigma \dot{i}_{12}$ to $\dot{i}_{42}$ )	primary input ( $\Sigma \dot{i}_{13}$ to $\dot{i}_{43}$ )	primary input ( $\Sigma \dot{i}_{14}$ to $\dot{i}_{44}$ )	<b>direct input</b>				

Abb. 1: OMEN Grundstruktur (Quelle: Weisz et al. 1998)

Einen wichtigen Beitrag zur Erstellung nationaler Materialbilanzen lieferten Weisz et al. (1998) mit der Entwicklung der OMEN-Tabelle. OMEN steht für „**O**perating **M**atrix for material interrelations between the **E**conomy and **N**ature“ oder kurz: „Operating Matrix Economy-Nature“.

Hintergrund der Entwicklung der OMEN-Methode ist die methodische Herausforderung eine Materialbilanz für eine Volkswirtschaft trotz unvollständiger statistischer Daten zu erstellen. OMEN leitet sich von der standard-ökonomischen Input-Output-Analyse her, arbeitet mit physischen Daten und stützt sich auf die allgemeinen Konventionen des Konzeptes „gesellschaftlicher Stoffwechsel“ und speziell auf die Methodik der MFA.

OMEN ist eine hochaggregierte Input-Output-Matrix, die die Inputseite eines Systems mit der Outputseite verknüpft. So können - in der Statistik fehlende - Outputdaten geschätzt und eine Konsistenzüberprüfung der Daten vorgenommen werden. Durch OMEN wird die Beziehung zwischen Input und Output - über die Lieferbeziehungen im System - in einem klarem Überblick dargestellt.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau der OMEN Grundstruktur (Abb. 1: S. 35). Die OMEN Grundstruktur ist durch 3 Quadranten und eine 4x4 Verflechtungsmatrix vorgegeben:

Der Inputquadrant (links unten), der Outputquadrant (rechts oben) und der Vorleistungs- oder Lieferquadrant (links oben).<sup>1</sup> Die vertikalen Reihen zeigen (von unten nach oben) die Inputflüsse, die horizontalen Zeilen zeigen (entlang der Reihen) die Outputflüsse.

Die Volkswirtschaft wird in drei hochaggregierte Wirtschaftssektoren (Primärproduktion, Industrie, Dienstleistungen und Haushalte) gegliedert. Bestandsänderung „stockchanges“ werden als eigener Sektor ausgewiesen. Diese Sektorengliederung ermöglicht es eine übersichtliche 4x4 Matrix zu erstellen.<sup>2</sup>

Der Inputquadrant zeigt alle Flüsse in das System. Diese werden als Primärinput (primary input) bezeichnet, da sie die Grenze zum System überschreiten (das ist die Grenze zur Natur und die Grenze zu anderen Volkswirtschaften), und in 4 hochaggregierte Kategorien klassifiziert: Inländische Entnahme von Rohstoffen, Wasser, Luft und Importe.

Wobei die ersten drei die Grenze Natur-Gesellschaft zeigen, die letztgenannte die Grenze zu anderen Volkswirtschaften. Die Summe des Primärinputs ist der direkte Input (direct input).

Der Liefer- oder Vorleistungsquadrant (processing quadrant) zeigt die Materialflüsse innerhalb des Systems auf. Dabei handelt es sich um die Lieferbeziehungen zwischen den Sektoren (intersektorale Flüsse). Hier gilt sektoraler Input ist gleich sektoraler Output, das trifft für den „stock“-Sektor natürlich nicht zu.

Als Sekundärinput (secondary input) werden Lieferungen aus anderen Sektoren derselben Volkswirtschaft gerechnet. Die Diagonale durch den Lieferquadrant stellt die intrasektoralen Flüsse dar. Diese sind im Sekundärinput nicht inkludiert.

Die Outputflüsse eines Sektors in andere Sektoren werden als inländische Güter (domestic goods) verbucht. Die „total processing matrix“ ist die Summe aller sektoralen Flüsse, also der inter- und intrasektoralen.

Der Primärinput und der Sekundärinput eines Sektors ist der Gesamtinput eines Sektors (total input). Diese Mengen werden bei einer nationalen Bilanz nicht addiert, da es sonst zu Doppellzählung kommen würde.

---

<sup>1</sup> Die Einführung zusätzlicher Quadranten ist möglich: z. B. „flows“ innerhalb der Natur, „flows“ zwischen anderen Volkswirtschaften, ökologische Rucksäcke, Arbeit etc. (Weisz et al. 1998).

<sup>2</sup> Dies führt zwar zu einer Vermischung der institutionellen Gliederung, gewährleistet jedoch eine überblickbare Matrix. Würden die „stocks“ nach Sektoren getrennt aufgelistet, wäre eine 6x6 Verflechtungsmatrix das Resultat ohne einen erkennbaren Vorteil zu bringen (Weisz 2000: persönliche Mitteilung).

Der Outputquadrant zeigt alle Flüsse, die das System verlassen. Analog dem Inputquadranten werden Grenzen zur Natur und anderen Volkswirtschaften angezeigt. Entlang der Sektoren wird zwischen Exporten (Output in andere Volkswirtschaften) und Emissionen (gasförmige, flüssige, feste) und dissipativen Verlusten (beides Output an die Natur) unterschieden. Dabei stellt die Summe aller Outputkategorien den direkten Output dar (direct output).

Für das gesamte System gilt daher:

$$\text{direct input} = \text{direct output} + \text{stock input} - \text{stockoutput}$$

Für die einzelnen Wirtschaftssektoren (nicht jedoch für den Sektor „stockchanges“) gilt:

$$\text{total sectoral input} = \text{total sectoral output}$$

Durch diese Gleichungen steht innerhalb der Methode ein Verfahren zur Verfügung, das die Konsistenz der Rechnung überprüfbar macht.

Die Berechnung einer hochaggregierten nationalen MFA ist sehr komplex und kann nicht in einem Schritt erfolgen. Weisz et al. führen daher SubOMEN-Tabellen ein (Abb. 2: S. 38). Diese Teilrechnungen folgen der OMEN Grundstruktur. SubOMEN-Tabellen berechnen die Materialflüsse einzelner Materialkategorien (Wasser, Luft, Biomasse, fossile Energieträger und mineralische Materialien) oder Prozesskategorien (Rohstoffe, Halbfertigprodukte, Produkte).<sup>1</sup> Das große Problem der Doppelzählung, das jeder MFA zugrunde liegt, stellt eine besondere Schwierigkeit dieses Ansatzes dar. „Of course double counting is a general problem of any MFA. The decision for subOMENs adds another double counting problem“ (Weisz et al. 1998: 3).

---

<sup>1</sup> Welche Einteilung getroffen werden sollte ist noch offen (Weisz et al. 1998).

**SubOMEN Fossils, Austria 1992 [in Mio tons]**

	Primary Production	Industry	Final demand	Stock changes	domestic goods	Exports	Emissions	Deliberate Disposals	primary output	sectoral Output
Primary Production		3,1	0,1		3,2	0,01			0,01	3,2
Industry		7,3	9,0	0,6	9,5	2,4	12,2		14,7	24,2
Final demand				1,3	1,3	1,0	16,7		17,8	19,1
Stock changes		0,7	0,2		1,0				0,0	1,0
secondary Input	0,0	3,8	9,3	1,9	22,3	3,5	29,0	0,0	32,4	
Domestic Extraction	3,2				3,2					33,4
water and air		6,2			6,2					
Imports		14,1	9,8		23,9					
primary input	3,2	20,4	9,8	0,0	33,3					
sectoral Input	3,2	24,2	19,1	1,9						

**Abb. 2: SubOMEN: fossile Energieträger (Quelle: Weisz et al. 1998)**

Die Leistungen der OMEN-Methode sehen Weisz et al. einerseits in der Integration von Input- mit Outputrechnung, da dadurch Strategien zur Effizienzsteigerung (der Ressourcen) mit Emissions- und Abfallmanagement in Verbindung gebracht werden. Weiters in der Verbindung von ökonomischem und physischem Accounting, was zu Entkoppelungsstrategien führt. Und letztendlich in der sektoralen Disaggregation, die zu verschiedenen Benchmark-Indikatoren führt, also zu politikrelevanten Indikatoren.

OMEN ist „work in progress“. Geplant ist die Anwendung von OMEN für sektorale Disaggregationen und für andere Inputfaktoren abseits des materiellen Stoffwechsels wie Arbeit und Energie.

Bevor auf die Methodenentwicklung MikroOMEN eingegangen werden kann, ist noch weitere Vorarbeit notwendig. Für die Entwicklung eines Instruments, das die Makro- mit der Mikro-Ebene verbinden soll und letztendlich für die Erprobung und den Einsatz im Betrieb vorgesehen ist, ist es unabdingbar einen Überblick darüber zu bekommen, welche Ansätze und Instrumente für die betriebliche Ebene bereits entwickelt wurden und wie die Umsetzung im Krankenhaus erfolgt.

## KAPITEL 3: BETRIEBLICHE BILANZIERUNGSANSÄTZE IM VERGLEICH

Um einen Einblick in die physischen Bilanzierungsansätze der betrieblichen Ebene geben zu können, werden hier Ansätze verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen referiert. Dabei ist weniger ein Anspruch auf Vollständigkeit Ziel des Kapitels, vielmehr soll ein guter Überblick über die prominentesten Ansätze vermittelt und vor allem das für die Arbeit wesentliche aufgegriffen werden. Dazu gehört auch die praktische Umsetzung im Krankenhaus. So wird nach der Behandlung des betriebswirtschaftlichen (betriebliche Ökobilanzen), abfallwirtschaftlichen (Stoffstromanalyse) und sozial-ökologischen Bereichs (betriebliche Massenrechnung) ein Einblick in die Praxis (Praxisansätze im Krankenhaus) gegeben. Für diesen „Praxisteil“ gilt ganz besonders, dass Anspruch auf Vollständigkeit nicht Ziel des Abschnitts sein kann, zumal es in der Praxis häufig Alleingänge gibt und vieles unveröffentlicht bleibt.

### 3.1 Betriebswirtschaftliche Ansätze

Die betriebswirtschaftliche Recherche beschäftigt sich mit der Ökobilanzliteratur, dabei wird nach einer allgemeinen Einführung zum Thema Ökobilanz ein Überblick über die wichtigsten physischen Bilanzierungsansätze im deutschsprachigen Raum gegeben. Die Einschränkung auf den deutschsprachigen Raum ist dadurch gerechtfertigt, dass hier die theoretische Entwicklung und die praktische Anwendung für Unternehmen weit vorangeschritten ist (Böning 1994).

#### Zur Entwicklung der Ökobilanz innerhalb der BWL

Gemeinsame Grundlage der verschiedenen Ansätze ist in Anlehnung an die Thermodynamik die Input-Output-Analyse (Hofmeister 1998). Sie fand sehr früh Eingang in der volkswirtschaftlichen Berechnung. Die Weiterentwicklung erfolgte innerhalb der volkswirtschaftlichen Diskussion um Umweltschutz. „Darauf aufbauend wurde dieser Ansatz auf den mikroökonomischen Bereich übertragen [...] wurden sogenannte „Materialbilanzen“ für industrielle Prozesse erstellt“ (Böning 1994: 27). Ende der 1960er, Anfang der 1970er fand dieses Konzept Eingang in die BWL. Zunächst war die Erstellung von Materialfluss-Modellen Aufgabengebiet der

Verfahrenstechnik und der technischen Chemie. Der gezielte Einsatz für Umweltschutzbefürworter erfolgte etwas später (ebda.).

Böning sieht die betriebliche Ökobilanzierung als Weiterentwicklung der Input-Output-Bilanzierung, da der physischen Bilanzierung eine Wirkungsanalyse und Bewertung angeschlossen sind (ebda.). Hier soll dazu kritisch angemerkt werden, dass durch diese Praxis-Erweiterung (betriebliche Ökobilanzierung) die methodische Qualität der Anwendung der Input-Output-Analyse gelitten hat und letztendlich der Input-Output-Ansatz verloren ging. Die Besprechung der prominentesten betrieblichen Ökobilanzen wird darauf näher eingehen.

### Einordnung der Ökobilanz-Literatur innerhalb der BWL

Die betriebliche Ökobilanz, Ökobilanz im Sinne einer bewerteten Stoff- und Energiebilanz, wie Braunschweig und Müller-Wenk es definieren (Braunschweig und Müller-Wenk 1993) – wird meist im Rahmen des betrieblichen Umweltmanagements besprochen. Die Umweltmanagement-Literatur<sup>1</sup> und betriebswirtschaftliche Ökobilanz-Literatur kann als Teil der sozial-ökologischen BWL gesehen werden, die in den späten 1980ern vor der Debatte um eine nachhaltige Entwicklung entstand. Dyllick (1992) bezeichnet diese neue Orientierung innerhalb der BWL als ökologische Unternehmensführung, Freimann (1996) als sozial-ökologische BWL und spricht von einem Paradigmenwechsel innerhalb der BWL.

Zum „State of the Art“ der jungen ökologieorientierten BWL wird eine geringe Theoriefundierung festgestellt. Der Praxisbezug ist hoch, jedoch wird ein zu geringes Abstraktionsniveau konstatiert. Das heißt: Konzeptionelles und Allgemeingültiges wird kaum herausgearbeitet. Daher werden interdisziplinäre Theorien, die ökologisch und ökonomisch gehaltvoll sind, gefordert (Martinuzzi 1998).

In seiner Arbeit über das betriebliche Stoffstrommanagement fordert Weninger die Entwicklung theoretischer Konzepte und Harmonisierung und Standardisierung bestehender Konzepte zur Analyse und Darstellung von Stoffstromsystemen, empirische Forschung zur Erfassung und Darstellung des komplexen Objektbereichs „Stoffstromsysteme“ und interdisziplinäre Integration der verschiedenen, zum Großteil nebeneinander laufenden Forschungsstränge (Weninger 1997).

---

<sup>1</sup> Siehe dazu u. a.: Dyllick (1992), Schaltegger und Sturm (1992), Steger (1992), Freimann (1996), Martinuzzi (1998), Kamiske (1999).



### Einführung Ökobilanz

Der Begriff *Ökobilanz* geht auf Müller-Wenk zurück. Er gilt mit seiner 1978 erschienenen „Ökologischen Buchhaltung“ als Begründer der betrieblichen Ökobilanzierung und versteht darunter eine ökologisch bewertete Stoff- und Energiebilanz (Braunschweig und Müller-Wenk 1993, Böning 1994, Schmidt und Schorb 1995). Relevant für die vorliegende Arbeit ist sie, weil sie auf der Erfassung des betrieblichen Material- und Energieverbrauchs (Input und Output) in physischen Einheiten aufbaut. Mittlerweile wird der Begriff *Ökobilanz* als Oberbegriff für verschiedene Konzepte und Modelle verstanden. „Die mit dem Begriff *Ökobilanz* verknüpfte Diskussion ist eine vergleichsweise junge, weshalb die Begriffsbildung in Inhalt und Form noch nicht abgeschlossen ist“ (Schmoranz und Kaufmann 1995: 138).

Es folgt eine kleine Auswahl aus der Vielzahl an Definitionen und Begriffserklärungen, die sich in der Literatur finden.

Böning (1994) spricht von Produktions-Analysen und Bewertung.

Kamiske (1999) beschreibt die *Ökobilanz* als Informations- und Führungsinstrument, unternehmensinternes und –externes Kommunikationsmittel und als Hilfsmittel der ökologischen Produktoptimierung.

Frings (1998) sieht den Schwerpunkt der betrieblichen *Ökobilanz* in der mengenmäßigen Erfassung und Systematisierung der Stoff- und Energieströme an den Grenzen des Bilanzraumes Betrieb.

Nach der Definition des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) wird die *Ökobilanz* als ein Instrument zur systematischen Erfassung und Darstellung von ökologischen Schwachstellen bzw. Optimierungspotentialen in Unternehmen verstanden (Schaltegger und Sturm 1992).

Schmoranz und Kaufmann fassen zusammen: „Somit lässt sich der Begriff „*Ökobilanz*“ definieren als umfassende und systematische ökologische Analyse und –bewertung des zu untersuchenden Objekts oder einer Institution mit dem Ziel der dauerhaften Reduzierung von Umweltbelastungen durch operative und strategische Entscheidungen“ (1995: 139).

Die Verwendung des Begriffs *Bilanz* ist irreführend. Unter *Ökobilanz* bzw. *Sachbilanz* wird nicht verstanden, dass eine Bilanzierung des Systems angestrebt wird. *Bilanz* wird hier eher im Sinne des umgangssprachlichen Ausdrucks „*Bilanz ziehen*“ verwendet. Schaltegger und Sturm (1992) üben ähnliche Kritik.

Die *Ökobilanz* kann auf Betriebs-, Prozess- oder Produktebene angewandt werden. In der Literatur überwiegen Darstellungen produktbezogener *Ökobilanzen*. Seit 1990 finden sich auch vermehrt Betrachtungen auf Betriebsebene (Braunschweig und Müller-Wenk 1993, Schorb 1995). Hier liegt der Schwerpunkt auf Produktionsbetrieben.

Ökobilanzen für Dienstleistungsunternehmen werden selten und nur an Hand von Einzelbeispielen meist im Rahmen einer Umweltmanagementsystem-Zertifizierung besprochen (siehe Kapitel 3.4).

Auch Normierungsbestrebungen der Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) und der nationalen (z.B. Österreichisches Normungsinstitut: ON) und internationalen Normierungsgremien (International Organisation for Standardisation: ISO) konzentrieren sich zunächst auf die produktbezogene Ökobilanz oder Life Cycle Assessment (LCA) und zeigen in diesem Bereich bereits Erfolge. Im Rahmen der ISO 14000 Serie<sup>1</sup> über Umweltmanagement-Systeme und -Instrumente beschreibt die ISO 14040:1997<sup>2</sup> Prinzipien und allgemeine Anforderungen produktbezogener Ökobilanzen. Ergänzende Normen beschreiben Einzelheiten zur methodischen Erstellung. Die wesentlichen Schritte werden folgendermaßen festgelegt: Zieldefinition, Sachbilanz, Wirkungsanalyse und Bewertung<sup>3</sup> (ÖNORM EN ISO 14040: 1997, EN ISO 14041: 1998).

Die Sachbilanz enthält neben der Betrachtung und Berechnung des materiellen Verbrauchs meist auch Energieverbrauch, Flächenverbrauch, manchmal auch Lärmemissionen etc. Die Materialflussanalyse (MFA) kann somit als Teil einer Sachbilanz gesehen werden. Obwohl für die betriebliche Bilanzierung noch keine Normen beschlossen wurden, halten sich viele Ansätze der Unternehmens-Ökobilanzierung an die in der ISO 14040: 1997 festgelegten Schritte.

Die meisten Ökobilanz-Ansätze legen den Schwerpunkt auf den Bewertungsschritt (der Umweltauswirkungen eines Betriebs oder eines ganzen Produktlebenswegs). Die genaue Auseinandersetzung mit der methodischen Erfassung der Material – und Energieströme wird in den Hintergrund gestellt. Die Verbindung der betrieblichen Bilanzierung mit der nationalen (Mikro-Makro-Link) wird nicht thematisiert und nicht angestrebt.

Schmoranz und Kaufmann stellen dazu fest: „Die ersten Arbeiten auf diesem Gebiet waren primär betriebswirtschaftlich ausgerichtet und ließen jeden Bezug zu gesamtheitlichen Größen im Bereich der Wirtschaft und der Umwelt vermissen. [...] Die bislang durchgeführten Untersuchungen zu diesem Thema zeichnen sich demnach auch durch Methodenvielfalt und geringer Vergleichbarkeit aus“ (Schmoranz und

---

<sup>1</sup> Zur ISO 14001 „Umweltmanagementsysteme - Spezifikation und Anleitung zur Anwendung“ siehe Kapitel 3.4.1

<sup>2</sup> bzw. die entsprechende österreichischen Norm: ÖNORM EN ISO 14040:1997: Umweltmanagement Ökobilanz Prinzipien und allgemeine Anforderungen.

<sup>3</sup> Die ISO 14041 beinhaltet die Bereiche Zielfestlegung, Untersuchungsrahmen und Sachbilanz. Die ISO 14042 beinhaltet den Bereich Wirkungsabschätzung. Die ISO 1443 beinhaltet den Bereich Auswertung (ÖNORM EN ISO 14001: 1995, EN ISO 14041: 1998).

Kaufmann 1995: 13). Weiters: „Ökobilanzen auf einzelwirtschaftlicher Ebene haben die Primärinformation für gesamtwirtschaftliche Ökobilanzen zu liefern, die wiederum in aggregierter Form das Informationsmaterial für die Umweltpolitik bilden. Dies ist die entscheidende Rahmenbedingung [...]“ (ebda: 20). Und fordern: „Umweltbilanzen auf einzel- und gesamtwirtschaftlicher Ebene müssen in sich konsistent und aggregierbar sein, sowie eine eindeutige bilanzmäßige Verknüpfung zwischen den betriebswirtschaftlich bzw. gesamtwirtschaftlich ausgerichteten Bilanzen einerseits und den auf gleicher Ebene erstellten Umweltbilanzen zulassen“ (ebda: 11).

Bei der folgenden Darstellung der wichtigsten betrieblichen Ökobilanz-Ansätze wurde nur die deutschsprachige betriebswirtschaftliche Ökobilanz-Literatur recherchiert, da im deutschsprachigen Raum die theoretische Entwicklung und die praktische Anwendung für Unternehmen weit vorangeschritten ist (Böning 1994). Weiters wird nur die methodische Vorgehensweise bei der Erstellung der Sachbilanz betrachtet, da nur dieser erste Schritt der Ökobilanz für die vorliegende Arbeit relevant ist.

### **3.1.1 Ökobilanzen für Unternehmungen: der Ö.B.U. Ansatz <sup>1</sup>**

Der Ö.B.U. Ansatz entwickelte sich aus dem Müller-Wenk-Ansatz „Ökologische Buchhaltung“. Die theoretische Konzeption stammt von Braunschweig und Müller-Wenk (1993). Beide Ansätze werden in der Literatur häufig zitiert.

#### Kernpunkte des Ansatzes

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Braunschweig Müller-Wenk (1993) und Böning (1994).

Hauptbestandteile der Bilanz sind eine Kern – und eine Komplementärbilanz. Erstere soll die vom Unternehmen direkt ausgehenden Einwirkungen auf die natürliche Umwelt umfassen. Sie gilt als „obligatorisch“ und soll für alle Unternehmen gleich aufgebaut sein. Dabei werden nur jene Material- und Stoffflüsse betrachtet, von denen bekannterweise negative Umwelteinwirkungen ausgehen oder von denen das zumindest angenommen wird. Diese werden in Form von „Stoff- und Energie-Bilanz-Tabellen“ kontenmäßig erfaßt. Exkludiert wird der Luftinput. Aber auch der Frischwasserverbrauch oder recycelbare Rohstoffe werden nicht als Umweltbelastung gesehen. Ergänzend dazu soll die Komplementärbilanz negative Umwelteinflüsse in

---

<sup>1</sup> Ö.B.Ü. = Schweizerische Vereinigung für ökologisch bewußte Unternehmensführung.

Drittunternehmen (z.B. Zulieferer, Produktionsvorstufen, Berufsverkehr der MitarbeiterInnen) und Haushalten (Gebrauch und Entsorgung von Produkten) erfassen, die indirekt auf die Tätigkeit des Unternehmens zurückzuführen sind (indirekte Umwelteinwirkungen). Ihre Erstellung wird als „fakultativ“ bezeichnet, d. h. sie ist von den einzelnen Unternehmen abhängig, denn zur Komplementärbilanz sollen nur die in einem innerbetrieblichen Entscheidungsprozess ausgewählten gewichtsmäßig größten Ströme gerechnet werden.

Im Rahmen der Grenzziehungen zwischen Kern – und Komplementärbilanz wird die ökologische Besonderheit von Energieversorger und Entsorger thematisiert, da sie „[...] eine Verbindung zwischen den übrigen Teilen des wirtschaftlichen Systems und der natürlichen Umwelt bilden“ (ebda.: 60). Energieversorger und Abfallentsorger des Unternehmens wären nach der Logik des Ansatzes Teil der Komplementärbilanz. Es wird jedoch empfohlen, den dem bilanzierenden Unternehmen anrechenbaren Anteil – über sogenannte Transferfunktionen - in die Kernbilanz aufzunehmen, da die verursachten Umwelteinwirkungen von erheblichem Ausmaß sind.

Die Autoren fordern Normen für die Systemabgrenzung. Ihr Vorschlag sieht – ohne zu sehr ins Detail zu gehen – folgendermaßen aus: Als Grundlage wird die Rechtspersönlichkeit des Unternehmens gesehen. In Anlehnung an die Prinzipien der Kostenstellenrechnung<sup>1</sup> soll die unternehmensbezogene Ökobilanz als Summe der kostenstellenbezogenen Teilbilanzen dargestellt werden. Argumentiert wird dies durch die damit verbundene Handlungsorientiertheit: „Neben der umfassenden Darstellung der Umwelteinwirkungen des Unternehmens benötigt man die Darstellung pro Verantwortungsbereich, um ökologische Ziele zu setzen und deren Erreichen durchzusetzen“ (Braunschweig Müller-Wenk 1993: 55).

Ein angeführtes Modellbeispiel einer Kernbilanz zeigt eine tabellarische Auflistung der sogenannten relevanten Inputs und Outputs (inklusive Lärmoutput, versiegelter Fläche, DOC-Gehalt des Wassers<sup>2</sup>) (ebda.: 85).

### Kritische Betrachtung des Ö.B.U. Ansatzes

Die „Ökologische Buchhaltung“ von Müller-Wenk und ihre Weiterentwicklung zum Ö.B.U. Ansatz wird in der betrieblichen Ökobilanz-Literatur am häufigsten zitiert und hat in der umweltpolitischen Diskussion eine große Bedeutung. Dies sei jedoch nicht gerechtfertigt, meinen Schmoranz und Kaufmann: „Die Ökologlogische Buchhaltung von Müller-Wenk nimmt einen hohen Stellenwert in der umweltpolitischen Diskussion

---

<sup>1</sup> vgl. dazu Kemmettmüller und Bogensberger (1997).

<sup>2</sup> DOC (dissolved organic carbon) = der im Wasser enthaltene organische, gebundene Kohlenstoff stellt ein Maß für die organische Verschmutzung von Gewässern dar (Bossel 1990).

ein, obwohl sowohl die theoretische Basis als auch ihr Einsatz in der Praxis diesen Stellenwert nicht rechtfertigt“ (Schmoranz und Kaufmann 1995: 204).

Die Bewertung steht hier eindeutig im Vordergrund. Sie ist bereits Teil der Sachbilanzerstellung. Denn schon durch die Auswahl der Material- und Stoffflüsse werden bereits Bewertungen vorgenommen. So hat die Kernbilanz den Anspruch die vom Unternehmen direkt ausgehenden „relevanten“ Umwelteinwirkungen zu berechnen. Das impliziert, dass nur gewisse und zwar die von den Autoren genannten Material- und Energieströme umweltrelevant sind.

Die Systemgrenzen der Kernbilanz werden weit gesteckt. Es werden auch Energieversorger und Abfallentsorger darin aufgenommen. Die Diskussion um die besondere Stellung von Energieversorger und Abfallentsorger stellen sich auch auf Makro-Ebene<sup>1</sup>. Entscheidung über potentielle Zurechnungen soll sich demnach an den Entscheidungen der Makro-Rechnung orientieren und können nur Ergebnis eines Harmonisierungsprozesses, Ergebnis einer größeren Diskussion sein.

Eine Anlehnung an die Prinzipien der Kostenstellenrechnung ist aus mehreren Gründen sinnvoll: Ersten stellt sie für einen Betrieb einen wesentlichen Teil der Systemdefinition dar (siehe Kapitel 4.2), weiters kann der Aufwand für die Berechnung möglichst gering gehalten werden, indem auf bestehende Erfassungsstrukturen zurückgegriffen wird. Zudem entspricht dies – wie oben bereits angesprochen – einer Zieldefinition und Handlungsorientiertheit entlang der betrieblichen Verantwortungsbereiche.

Bei der Erstellung einer Komplementärbilanz hat das Unternehmen einen sehr weiten Spielraum, ein Benchmarking ist dadurch nicht möglich. Eine Aggregation der Ergebnisse auf höheren Ebenen würde zu Doppelzählungen führen.

Böning stellt als wesentliche Schwäche des Ö.B.U. Ansatzes einen Aspekt fest „[...] der eng mit der mangelnden Vollständigkeit verknüpft ist. Er besteht darin, daß die Ausklammerung von möglicherweise relevanten Umwelteinflüssen in vielen Fällen stillschweigend erfolgt. Teilweise sind Begründungen hierfür in anderen Literaturquellen zu suchen [...] teilweise ist gar keine Begründung angegeben“ (Böning 1994: 94). Letztendlich zeigt das angeführte Modellbeispiel nur eine tabellarische Auflistung der gemessenen Input- und Outputkategorien ohne jegliche Verbindung zueinander.

Allgemein kann festgehalten werden, dass der Ansatz eine geringe theoretische Fundierung und eine zu knappe Diskussion beinhaltet. So werden z.B. Grenzen zu natürlichen Systemen zwar kurz angesprochen, jedoch nicht weiter betrachtet.

---

<sup>1</sup> Auch auf Makro-Ebene wird darüber diskutiert, dass diesen Sektoren nicht alles angelastet werden kann. Siehe dazu Fischer-Kowalski et al. (1991).

### 3.1.2 Öko-Controlling nach IÖW: der IÖW Ansatz<sup>1</sup>

Entwickelt wurde dieser Ansatz in den frühen 1990ern von Hallay, Jasch, Pfriem, Lehmann und Stahlmann (Hallay 1990, Böning 1994). Neben der theoretischen Konzeption wird auch die Verankerung des Instruments in die Unternehmenspolitik thematisiert. Das Instrumentarium wird daher gemeinsam mit seiner Implementierung als Öko-Controlling bezeichnet.

#### Kernpunkte des Ansatzes

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Hallay (1990), Böning (1994) und Kamiske (1999).

Die Systematik der Sachbilanz setzt sich aus Betriebs-, Prozess-, Produkt- und Substanzbetrachtung zusammen. Nach Zielfestlegung und Eingrenzung des Untersuchungsgebietes stellt eine Stoff- und Energiebilanz auf Betriebsebene – als Input-Output- Bilanz bezeichnet - den Ausgangspunkt der Analyse dar. Diese erste Analyse gibt einen Überblick über das ganze System, das zunächst als „black-box“ gesehen wird. Sie entspricht einem Input-Output-Kontenrahmen, der an verschiedenen stofflichen Aggregationsniveaus ansetzt (z.B. Handelsnamen der eingekauften Waren bis hin zur stofflichen Zusammensetzung). Im nächsten Schritt, der die Darstellung der Prozessbilanz beinhaltet, wird die „black-box“ aufgebrochen. Dies entspricht einer Input- Output- Analyse. Die Wichtigkeit der überschneidungsfreien Abgrenzung der einzelnen Teilprozesse wird hier betont. Die Produktbilanz stellt eine Erweiterung um die Vor- und Nachstufen des Produktlebenszyklus dar. Die Substanzbilanz dient der Auflistung der in den bereits erwähnten Bilanzen noch nicht erfassten, dauerhaften Umwelteinflüsse des Betriebes (zB: Flächennutzung, Bestände, Verbauung, Altlasten, Lager etc.).

Stahlmann beschreibt die Ökobilanzsystematik nach IÖW mit Betriebs-, Prozeß-, Produkt- und Standortbilanz. Zur letzteren werden u.a. Reinigung, Büromaterial etc. gerechnet. Das heißt die Bilanzierung des eigentlichen Produktionsprozesses und der dafür notwendigen unterstützenden Prozesse werden systematisch voneinander getrennt.

Der IÖW Ansatz sieht grundsätzlich alle physischen Inputs und Outputs als umweltrelevant an. In der Praxis können jedoch nicht alle Materialien und Stoffe für alle Bilanztypen und Bilanzebenen beachtet und berechnet werden. Die Schwerpunktsetzung bzw. die Auswahl der zu untersuchenden Teilbereiche, Prozesse,

---

<sup>1</sup> IÖW = Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Materialien und Stoffe wird dabei dem Management übertragen. Gängige Selektionskriterien sind dabei: die vermutete ökologische Relevanz, die ökonomische Relevanz und vorweg erkennbare Optimierungspotentiale.

### Kritische Betrachtung des IÖW Ansatzes

Der Ansatz ist mit seinen unterschiedlichen Bilanztypen und Bilanzebenen sehr anspruchsvoll. Die - zumindest theoretische – Betrachtung aller Inputs und Outputs als ökologisch relevant, entspricht der grundsätzlichen Sichtweise über das Umweltproblem, wie es das Konzept des „gesellschaftlichen Metabolismus“ vertritt (siehe Kapitel 1.2). Für die praktische Umsetzung wird jedoch eine Auswahl durch innerbetriebliche Entscheidungsprozesse empfohlen, die eine Aggregation der Ergebnisse auf höhere Ebenen und ein Benchmarking ausschließen.

Die methodische Vorgangsweise zunächst einen Input-Output-Kontenrahmen zu erstellen und als nächsten Schritt die „black-box“ aufzumachen, ist für eine Systemanalyse geeignet. Der IÖW Ansatz sieht getrennte Bilanzen für den Produktionsprozess und den restlichen Bereichen in Form einer eigenen Standortbilanz vor. Es wäre erstrebenswert alle Flüsse ins System auch innerhalb einer Erfassungsmethode zu verrechnen, die über einen Input-Outputkontenrahmen hinausgeht. Die Prozessbilanz selbst ist wohl für Produktionsbetriebe ausgelegt. Ihre Übertragbarkeit auf einen komplexen Dienstleistungsbetrieb scheint nicht möglich.

### **3.1.3 Öko-Bilanz nach Wagner**

Die theoretische Konzeption erfolgte Anfang der 1990er durch Wagner (1992). Schwerpunkt dieses Ansatzes ist die Sachbilanz. Grundlage dafür ist ein Input-Output-Schema. Der Ansatz weist in diesem ersten Schritt der Ökobilanzierung und in seiner Systematik eine große Ähnlichkeit mit dem IÖW-Ansatz auf.

### Kernpunkte des Ansatzes

Die folgenden Ausführungen basieren auf Böning (1994) und Wagner (1992 zit. in Böning 1994).

Der Ansatz umfaßt eine Betriebs-, Prozess- und Produktbilanz. Die Betriebsbilanz berechnet alle Materialien (inklusive Luft und Wasser) und Energien, die in den Betrieb eingehen und ihn verlassen. Dazu gerechnet werden auch Materialflüsse, die zu Bestandsänderungen führen (Anlagegüter und Lager der Umlaufgüter). Aber auch die

Zahl der Anlagegüter und die Fläche an benutztem Boden finden darin Eingang. Die Systemgrenze wird mit „dem Werkstor“ definiert.

Konzeptionell vorgesehen ist die Orientierung der Bilanzierung an den Grundsätzen ordnungsgemäßer Buchführung und die Standardisierung der Datenerhebung. Ausgestaltung der Richtlinien und die Konzeption der Standardisierung liegen dabei beim Unternehmen selbst.

Als Modellbeispiel findet sich in der Literatur die Öko-Bilanz des Kunert Konzerns.<sup>1</sup> Auch hier werden die Systemgrenzen für die Betriebsbilanz über „die Werkstore“ definiert. Der Kontenrahmen der Betriebsbilanz stellt den Input und Output in zwei Klassifikationsebenen (Erfassungsebenen) dar, die ihrerseits noch weiter untergliedert sein können. Erfassungslücken, wie z. B. Luft sind explizit definiert und direkt aus der Bilanz ersichtlich. Anlagegüter werden in Stück und nicht in kg verbucht. Zur Betriebsbilanz wurde eine Verkehrsstudie (Prozessbilanz Verkehr) erstellt, die Zulieferverkehr und Einkaufsverkehr miteinberechnet.

#### Kritische Betrachtung der Öko-Bilanz nach Wagner

In der theoretischen Konzeption der Sachbilanz werden ohne Bewertung alle Materialien bzw. Stoffe (Input und Output) und Energien als umweltrelevant gesehen und in die Betriebsbilanz aufgenommen. Durch die konsequente Betrachtung des Systems entlang einer Input-Output-Logik werden auch Bestandsänderungen als Teil der Betriebsbilanz verrechnet. Diese werden am Beispiel der Kunert-Ökobilanz nicht in [kg] sondern in [Stück] verbucht. Eine massenmäßige Bilanzierung des Systems wird hier nicht angestrebt. Die Definition der Systemgrenzen „von Werkstor zu Werkstor“ wird nicht eingehalten. Vielmehr orientiert sich Wagner in seiner theoretischen Konzeption an den Grenzen, die die betriebliche Buchführung vorgibt. Im Beispiel der Kunert-Ökobilanz werden diese Systemgrenzen in der Verkehrsbilanz jedoch ausgeweitet. Das Praxisbeispiel zeigt, dass die Vollständigkeit der Erfassung der Materialströme vom Unternehmen abhängig ist. Die unterschiedliche Gliederungstiefe der einzelnen Konten spiegelt entweder die unterschiedliche Datenlage wieder, kann aber auch Ausdruck einer implizit vorgenommenen ökologischen Bewertung sein, oder lässt auf „...unabsichtlich oder absichtlich verharmloste ökologische Schwachstellen schließen“ (Böning 1994: S174). Da viele Entscheidungen dem Unternehmen überlassen werden, stehen die Ergebnisse einem Benchmarking nicht zur Verfügung.

---

<sup>1</sup> Die Ökobilanz des Kunert-Konzern gilt als Pionier-Bilanz im deutschen Raum. Sie wird in der Literatur häufig erwähnt und in der Praxis gerne übernommen (Böning 1994).



### **3.1.4 Das ökologische Rechnungswesen nach Schaltegger und Sturm**

Schaltegger und Sturm werden in der Literatur häufig zitiert. Sie beschäftigen sich im Rahmen des betrieblichen Umweltmanagements mit Öko-Effizienz und ökologisch-ökonomischer Optimierung (Martinuzzi 1998). Die Autoren kritisieren den Begriff „Ökobilanz“ „...als falsche Verwendung des Begriffes Bilanz“ (Schaltegger und Sturm 1992: 70).

#### Kernpunkte des Ansatzes

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Schaltegger und Sturm (1992) und Böning (1994).

Die Idee des ökologischen Rechnungswesens ist es, Begriffe aus dem konventionellen Rechnungswesen auf bereits bestehende Sachbilanzstrukturen zu übertragen. Die Konzeption umfasst eine Umweltbestandesrechnung (entspricht einer Substanzbilanz) und eine Schadschöpfungsrechnung (entspricht einer Betriebsbilanz), die in Schadschöpfungsstellen-, -arten und –trägerrechnung gegliedert wird. Dabei ist eine weitgehend komplette Stoff- und Energieflussanalyse für die Bereiche Betriebsbilanz, Prozessbilanz und betriebliche Produktbilanz vorgesehen. Energiebereitstellung, Abwasser- und Abfallentsorgung werden obligatorisch in die Schadschöpfungsrechnung aufgenommen. Vor- und Nachstufen der Produktion werden nicht miteingerechnet. Argumentiert wird dies mit der Analogie zur Wertschöpfungsbetrachtung.<sup>1</sup>

Die Stoff- und Energieflussanalyse wird folgendermaßen definiert: Sie „[...] ist eine von einzelnen Produktlebensstufen ausgehende, detaillierte, physikalisch-chemische Analyse“ (Schaltegger und Sturm 1992: 64). Und weiter: „Für jeden dieser Teilprozesse werden alle stofflichen In- und Outputs quantifiziert“ (ebda.: 65). Sie wird als einzige Erfassungsmethode zur Untersuchung einer unternehmensinduzierten Schadschöpfung angesehen, die eine Analyse unterschiedlicher Produktionsprozessalternativen erlaubt.

Nach der Zieldefinition wird eine Systemanalyse und Systemdefinition als eine „[...] Analyse aller mit dem Untersuchungsgegenstand verbundener Prozesse und ihrer Verknüpfungen“ (ebda.: 146) verlangt.

Danach werden alle Inputs und Outputs in einer Stoff- und Energieflussrechnung - als *Effluent- and Energy-Flow Accounting* bezeichnet - erfasst und aggregiert. Die Verbuchung der Flüsse erfolgt – gemäß der Buchhaltung - in Konten, angegeben in

---

<sup>1</sup> Siehe dazu die gegensätzliche Argumentation des Wuppertal Instituts: Kapitel 3.3.

ihren physikalischen Einheiten und wird für einzelne Prozesse (z.B. Erdgasnutzung) wie auch für Abfälle („unerwünschte Outputs“) auf chemisch-stofflicher Ebene ausgeführt. Die stofflichen Ressourcen werden im Kontorahmen in mineralische Ressourcen, Biomasse, Wasser, Luft und fossile Energieträger zusammengefasst. Das Ergebnis des Aggregationskontos wird der Schadschöpfungsstellen, -träger und –artenrechnung zugeführt, worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll.

### Kritische Betrachtung des ökologischen Rechnungswesen

Die Verbindung zur betrieblichen Kostenrechnung, die Systemdefinition, die Systemanalyse mit Darstellung der Vernetzungen innerhalb des Systems bieten eine gute Basis die physische Performance eines Betriebs umfassend zu analysieren. Die Übertragung von Begriffen aus dem konventionellen Rechnungswesen auf bestehende Sachbilanzstrukturen stellt jedoch inhaltlich nichts Neues dar (Böning 1994).

Grundsätzlich ist dieser Ansatz ein stoffflussanalytischer<sup>1</sup>, ausgerichtet für Produktionsbetriebe. Einzelne Transformationsstufen können wohl nur innerhalb eines Produktionsbetriebes analysiert werden und sind auf einen Dienstleistungsbetrieb nicht oder nur schwer übertragbar. Die Berechnung auf stofflich-chemischer Ebene kann umfassend wohl auch nur für Produktionsbetriebe operationalisiert werden. Die Darstellungsform in vielen einzelnen Konten und Tabellen gibt keinen Überblick über das ganze System, nur detaillierte Ausschnitte einzelner Prozesse. Auch hier verhindert die Einbeziehung von Energiebereitstellung, Abwasser- und Abfallentsorgung eine Aggregation auf höherer Ebene.

Bemerkenswert ist, dass die Ressourcen-Klassifikation des Ansatzes der Makro-Kategorisierung entspricht (siehe Kapitel 2.2). Überlegungen zu dieser Einteilung und Schnittstellen zur Makro-Rechnung (nMFA) werden dabei nicht angestrengt.

### **3.1.5 Schlussfolgerungen zur Ökobilanzliteratur**

Die betrachteten Ökobilanz-Ansätze zeigen in Hinblick auf die Fragestellung dieser Arbeit folgende Defizite: In Anbetracht der Methodenvielfalt fehlt ein durchgreifender Harmonisierungsgedanke, der die Basis sowohl für ein Benchmarking aber auch für die Aggregierbarkeit der Ergebnisse auf höherer Ebene darstellen würde. So werden weder Benchmarking noch der Versuch eine Verbindung zum „physical accounting“ der

---

<sup>1</sup> zur begrifflichen Abgrenzung von „Stoff“ und „Material“ siehe Kapitel 2.1; zum Begriff „Stoffstromanalyse“ siehe Kapitel 3.2

nationalen Ebene (nMFA) herzustellen thematisiert oder angestrebt. Die vorgestellten theoretischen Konzeptionen sind grundsätzlich für Produktionsbetriebe ausgelegt und schwer auf Dienstleistungsbetriebe übertragbar. Kein Ansatz befasst sich explizit mit der Darstellung der materiellen Dimension eines Dienstleistungsbetriebs. Neben der Schwerpunktsetzung auf den Bewertungsschritt, betreffen spezielle Kritikpunkte an der methodischen Vorgangsweise

- die Entscheidungsfindung: viele Entscheidungen werden implizit getroffen, somit nicht diskutiert und sind dadurch auch nicht nachvollziehbar. Einzelunternehmerische Entscheidungen werden favorisiert. Diese Vorgangsweise ist einerseits weder volkswirtschaftlich noch betriebswirtschaftlich rationell. Zudem können Unternehmen dadurch ganz nach ihrem Gutdünken ökologische Schwachstellen in ihrer Bilanz ignorieren.<sup>1</sup>
- den in den Hintergrund gedrängten Input–Output-Bilanzgedanken: eine Bilanzierung des Systems wird nicht angestrebt, es wird meist nur der als relevant angesehene Input und Output berechnet; der Begriff Bilanz muss hier eher umgangssprachlich verstanden werden und ist von einem thermodynamischen Input- Output-Ansatz weit entfernt.
- die Erstellung eines Input-Output-Kontenrahmens ohne Verbindung zwischen Input und Output: die Analyse des Systems (Öffnen der „black box“, Input-Output-Analyse) ist zumeist nicht vorgesehen. Der durch den Kontenrahmen gewonnene Überblick über das System hat für das Erkennen von Einsparpotentialen und für konkrete Handlungsoptionen jedoch zu wenig Aussagekraft.
- die Festlegung der Systemgrenzen: dieser Bereich wird zu wenig diskutiert. Die Definition der Systemgrenzen reduziert sich meist auf die Bestimmung der zeitlichen und räumlichen Grenzen („das Werkstor“). Wobei zu betonen ist, dass sich die Ansätze sehr wohl an funktionale Grenzen halten bzw. halten müssen.<sup>2</sup> Sie orientieren sich häufig an der betrieblichen Kostenrechnung meist ohne es zu thematisieren. Die Konsequenzen sind klar: Grenzüberschreitungen, die nicht angesprochen werden.<sup>3</sup> Somit kann letztendlich nicht mehr eindeutig ersehen

---

<sup>1</sup> Trotzdem können sie mit einem „Umwelt-Zertifikat“ wie z.B. dem Öko-Audit ausgezeichnet werden. (zur Forderung der Öko-Audit- bzw. EMAS-Verordnung bezüglich der Sachbilanzerstellung siehe Kapitel 3.4.1).

<sup>2</sup> Würde die Definition „von Werkstor zu Werkstor“ ernst genommen werden, müsste viel mehr als nur die über die Kostenrechnung verbuchten Flüsse berechnet werden.

<sup>3</sup> Häufig werden Bereiche in die Bilanz miteinbezogen für die sich ein Unternehmen verantwortlich zeigt (z.B. Energiebereitstellung, Abfallentsorgung oder auch Verkehr). In der vorliegenden Arbeit wird nicht die Meinung vertreten, dass diese Bereiche nicht relevant wären oder nicht im Einflussbereich des Unternehmens stünden. Vielmehr soll klar gestellt werden, dass es einen Unterschied zwischen einem System (z.B. Betrieb) und seiner physischen

werden für welches System die Berechnungen erfolgen. Dass die Systemgrenze zur Natur höchstens implizit angesprochen wird, ist bei betriebswirtschaftlichen Ansätzen nicht weiter verwunderlich.

### 3.2 Abfallwirtschaftlicher Ansatz

Der physische Input-Output-Ansatz kann aus verschiedenen Richtungen angegangen werden. Eine prominente ist die Abfallseite. Die thermodynamischen Hauptsätze (siehe Kapitel 1.1.1) besagen, dass jeder Input in ein System früher oder später zum Output werden muss. Daraus folgt: Es ist möglich über den Input den Output zu berechnen. Da der Output (Abfall-Output) eines Systems –sei es einer Volkswirtschaft, einer Stadt oder eines Betriebs - grundsätzlich schlechter dokumentiert ist als der Input, ist es naheliegend die Inputseite zu analysieren, wenn es darum geht die Outputseite darzustellen.

Hier soll ein methodischer Ansatz eines Autoren-Teams vorgestellt werden, das sich im Bereich des „physical accounting“ schon sehr früh einen Namen gemacht hat und aus eben dieser Richtung kommt. Es handelt sich um die *Methode der Stoffstromanalyse* nach Baccini und Brunner, dargestellt in der Studie „Metabolism of the Anthroposphere“ (Baccini und Brunner 1991), die die Basis für weiterer Studien bildete: „Metapolis. Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt“ (Baccini et al. 1993) und die jüngste „Grundlagen zur Institutionalisierung von Stoffstromanalysen in Krankenhäusern“ (Daxbeck et al. 1999).

Im Folgenden wird nach einer kurzen Einleitung zur Methode, genauer auf die Studie über Stoffstromanalysen in Krankenhäusern (ebda.) eingegangen. Da sie der vorliegenden Arbeit thematisch sehr nahe kommt, wird die unterschiedliche Vorgangsweise und die damit zusammenhängende unterschiedliche Schwerpunktsetzung der beiden Arbeiten herausgearbeitet.

---

Bilanzierung (nach einem systemischen Ansatz) und seiner Verantwortung (z.B. Verkehrsattraktion) gibt. Dies sollte sich auch in der physischen Rechnung widerspiegeln.

### **3.2.1 Die Methode der Stoffstromanalyse nach Baccini und Brunner**

Grundlage dieser Methode ist die Idee, die materielle Seite eines Systems in physischen Einheiten vollständig zu bilanzieren. Indem die Inputseite mit der Outputseite in Verbindung gesetzt wird, können Datenlücken auf der Outputseite geschlossen werden. Es handelt sich also um einen systemischen Ansatz, der der grundlegenden Konzeption einer MFA (siehe Kapitel 2) entspricht. Die Bezeichnung *Stoffstromanalyse* bezieht sich – nach einer naturwissenschaftlichen Begrifflichkeit – auf die Analyse einzelner chemischer Stoffe bzw. Verbindungen und gesellschaftlicher Stoffwechselprozesse, die in Metapolis (Baccini et al. 1993) zusätzlich zum Güterumsatz für die Privathaushalte der Stadt St. Gallen durchgeführt wurde.<sup>1</sup>

#### Methodisches Vorgehen

Der erste Schritt ist die Systemanalyse: Es werden räumliche und zeitliche Grenzen gezogen und das System durch Definieren sogenannter Prozesse (Quellen, Transporte, Transformationen, Zwischenlager und Senken) und Güter (handelbare Substanzen mit positivem oder negativem Wert) modelliert. Für jeden Prozeß werden Input und Output wie auch Herkunft- und Zielprozess bestimmt. Es ist auch vorgesehen, dass die Flüsse innerhalb des Systems teilweise analysiert werden. Durch das Miteinbeziehen der Bestände, als Lager bezeichnet, ist eine notwendige

---

<sup>1</sup> Wie im Kapitel 2.1 bereits erklärt, wird der Begriff „Stoff“ auf chemische Elemente bzw. deren Verbindungen angewandt (u.a. Hüttler et al. 1996a, Enquete-Kommission 1994). Hier handelt es sich um eine Methode die die Analyse von Material- bzw. Güterflüssen und einzelnen stofflichen Analysen unter der Bezeichnung „Stoffstromanalyse“ subsummiert. Dazu soll angemerkt werde, dass es heute üblich ist den Begriff „Stoffstromanalyse“ im Kontext des Stoffstrommanagements als Oberbegriff für verschiedenste Instrumente der physischen Rechnung zu verwenden (Frings 1998). Davon abzugrenzen ist der verfahrenstechnische Ansatz der Stoffstromanalyse in der Prozesssteuerung und –planung. Dazu zählen sogenannte betriebliche Stoffstromanalysen (siehe dazu Schmidt und Schorb1995). Hier handelt es sich um detaillierte Untersuchungen einzelner Teilprozesse bzw. Verfahren in Produktionsbetrieben. Das Gesamtsystem (der betriebliche Bereich der Produktion) wird dabei in Teilsysteme zerlegt, stofflich analysiert und miteinander verbunden. Eine Reihe an Softwareprogrammen wurde zur EDV-unterstützten Berechnung dazu bereits entwickelt.

Einen anspruchsvollen Zugang bieten z.B. Möller und Rolf (1995) indem sie Stoffstromnetze beschreiben. Ihre Arbeit basiert auf der Theorie der Petri-Netze. Durch die Systematik der Petri-Netze werden Bestände systematisch in die Stoffstromanalyse integriert. Unterscheidung zwischen „stocks“ und „flows“ sind dadurch als Voraussetzung für eine Bilanzierung gegeben. Anwendungsziel sind ökonomisch und ökologisch relevante Teilprozesse von Produktionsverfahren.

Da eine Sachbilanzerstellung bzw. eine Materialflussanalyse des Systems die Basis für eine detaillierte stoffliche Analyse einzelner Teilprozesse darstellt, soll an dieser Stelle nur dieses Beispiel für betriebliche Stoffstromanalysen zitiert werden. Die Recherche wurde in diesem Bereich nicht weiter ausgedehnt.

Voraussetzung für die Bilanzierung des Systems gegeben. Zusätzlich zur Berechnung der Güterflussanalyse ist die Analyse relevanter Stoffströme vorgesehen (in „Metapolis“ werden acht Stoffströme analysiert; ebda.).

### **3.2.2 Stoffstromanalysen in Krankenhäuser nach Daxbeck et al.**

*Grundlagen zur Institutionalisierung von Stoffstromanalysen in Krankenhäusern (Daxbeck et al. 1999).*

Die Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft veröffentlichte im Dezember 1999 im Rahmen eines großen Projekts, das die Erstellung einer Stoffstromanalyse (Input-Output-Analyse) des gesamten Wiener Allgemeinen Krankenhauses (AKH) zum Ziel hat<sup>1</sup>, als erstes Teilprojekt die Voraussetzungen zur Durchführung von Stoffstromanalysen und zur Erstellung von Artikel-Abfall-Katastern in Krankenhäusern. Es soll dadurch die Grundlage geschaffen werden Stoffstromanalysen für Krankenhäuser zu institutionalisieren. Hintergrund des Projekts ist die Beurteilung des Stands der Technik der betrieblichen Abfallwirtschaft des AKH.<sup>2</sup>

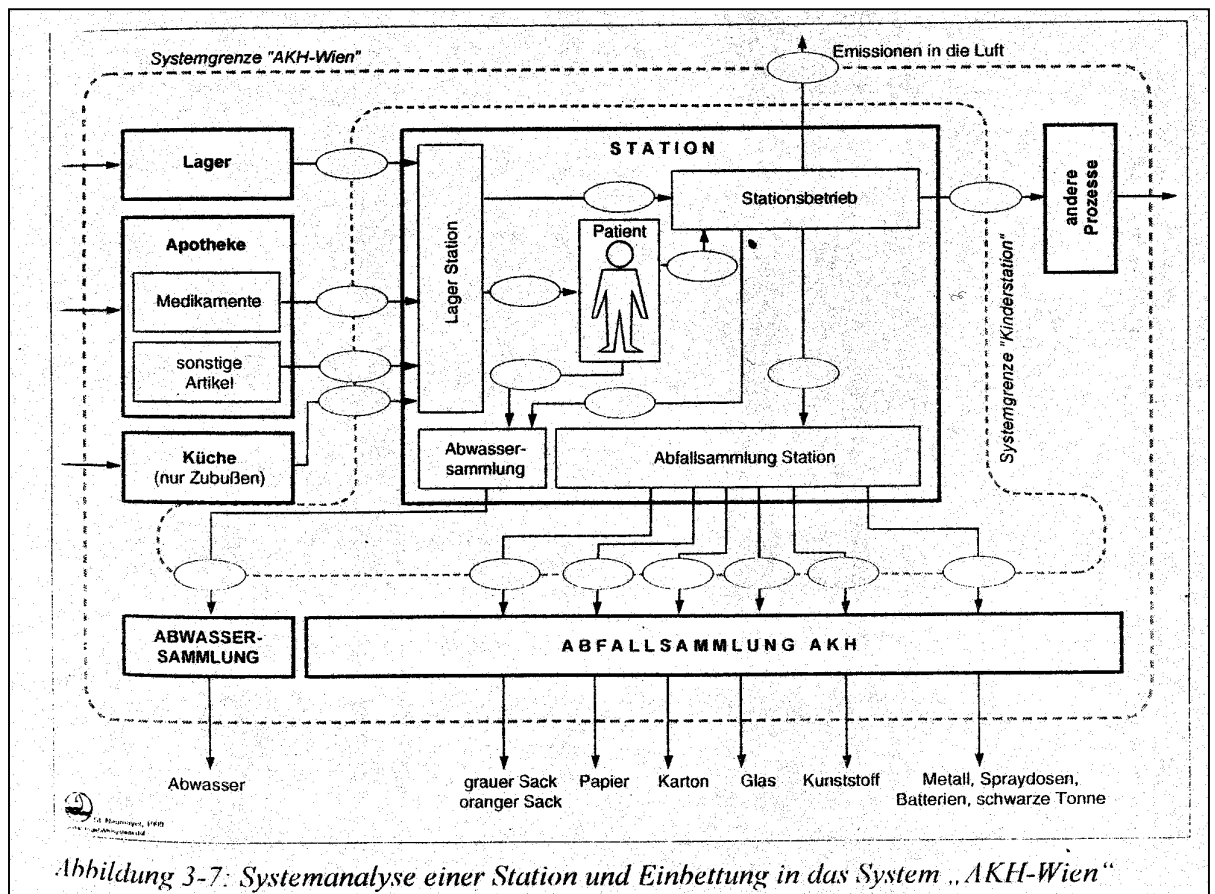
Für die Systemanalyse greifen die Autoren auf ihre Methodik der Stoffstromanalyse und die Struktur der betrieblichen Kostenrechnung zurück. Dabei wird „Das System „Spital“ [...] beispielhaft auf das System „Station“ reduziert“ (ebda.: 5). Die Methode wird beispielhaft an der Kostenstelle „Station“ erprobt. (ebda.). Insgesamt werden drei Kinderstationen des AKHs analysiert. Eine Vergleich mit Kinderstationen des Preyer'schen Kinderspitals Wien war geplant, konnte jedoch auf Grund der Dateninkompatibilität nicht angestellt werden.

Abbildung 3 (Abb. 3: S. 55) zeigt die Ergebnisse der Modellbildung (Systemanalyse) einer Station und deren Einbettung in das System AKH. Relevante Flüsse innerhalb einer Station werden abgebildet. Flüsse, die nicht in den Müll-Output gehen werden unter „andere Prozesse“ subsumiert. Flüsse, die gegen die Inputrichtung laufen (z.B. von „anderen Prozessen“ oder Rücklauf zur sogenannten „Quelle“) werden nicht abgebildet.

---

<sup>1</sup> Dieses Projekt wurde von den Magistratsabteilungen MA22 und MA 48 Wien beauftragt.

<sup>2</sup> Das Abfallwirtschaftsgesetz § 9 sieht im Zuge einer abfallwirtschaftlichen Genehmigung ein Abfallwirtschaftskonzept vor, in dessen Rahmen auch eine physische Input-Output-Analyse der wichtigsten Materialien enthalten sein sollte (Daxbeck et al. 1999).



**Abb. 3: Modellbildung des Subsystems „Station“ innerhalb des Systems Krankenhaus (Quelle: Daxbeck et al. 1999: 17)**

Die Stationen werden auf ihren materiellen Durchsatz für das Jahr 1998 analysiert und ein Artikel-Abfallkataster erstellt. Um die Rechnung mit angemessenem Aufwand durchführen zu können, werden große Einschränkungen bei der Wahl des analysierten Inputs vorgenommen. In die Auswahl kommen dabei nur Verbrauchsgüter (Artikel bzw. Produkte, die weniger als ein Jahr im System verweilen). Basisversorgung wie Wasser, Energieträger, medizinische Gase, Basisverpflegung und deren Entsorgung über Abluft und Abwasser sind grundsätzlich exkludiert (ebda.).

Schwerpunkt der Studie ist die Artikelauswahl (ABC-Analyse der stück- und massenmäßig wichtigsten Produkte), das Ausweisen ihres Brutto- und Nettogewichts, und die Recherche der Wege, die diese Produkte und ihre Verpackungen nehmen (Recherche der Abläufe, Flüsse im System). Dadurch kann die theoretische Verteilung des Outputs auf die entsprechenden Abfallfraktionen berechnet werden. Auf diese Weise wird eine Input-Output-Analyse der gewählten Stationen bezüglich der

Verbrauchsgüter für das Jahr 1998 errechnet, eine Bilanz konstruiert (siehe Abb.4: S. 56) und ein Artikel-Abfall-Kataster der gewählten Artikel erstellt.

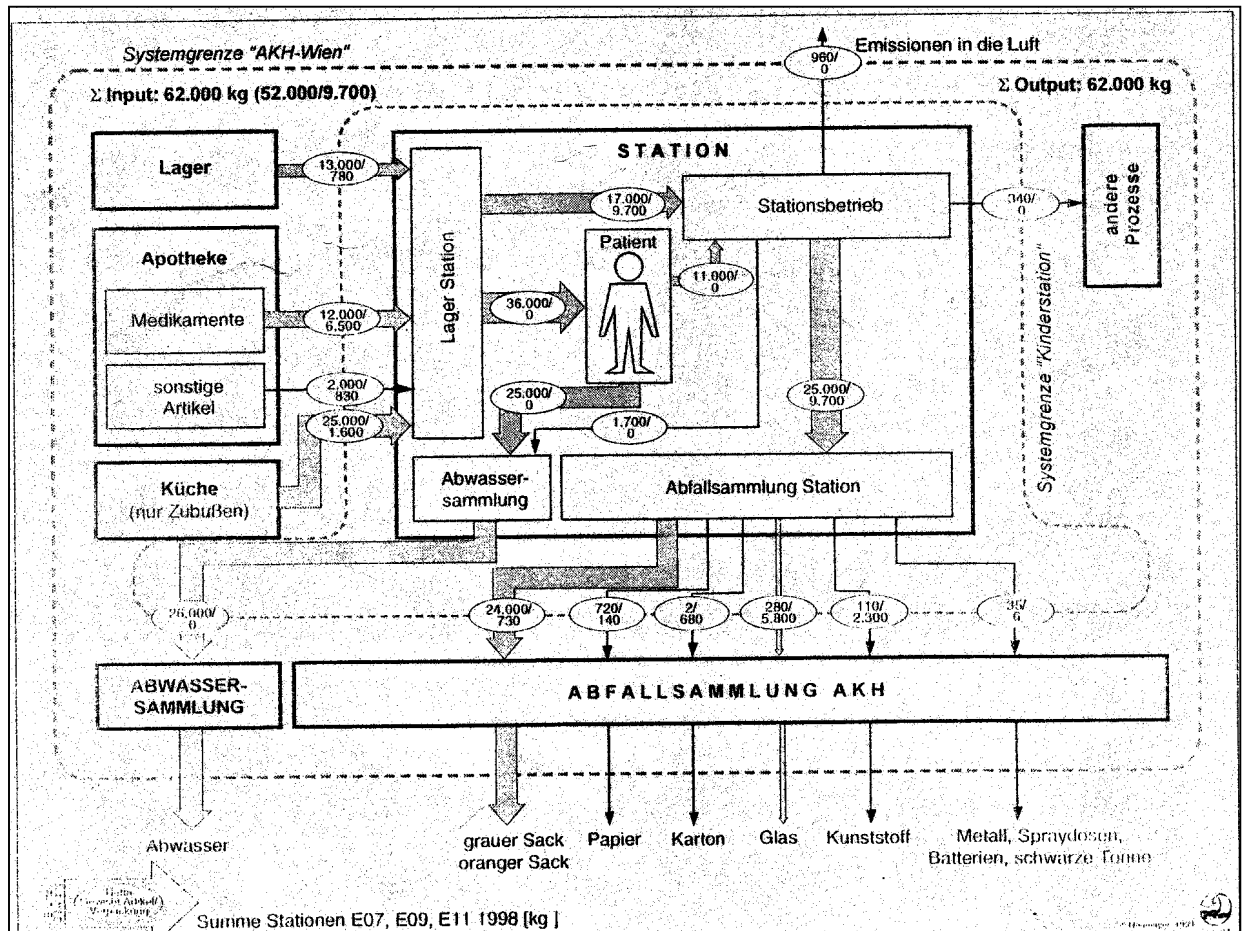


Abb. 4: Ergebnisse der Analyse der Verbrauchsgüter dreier Kinderstationen für das Jahr 1998 (Quelle: Daxbeck et al. 1999)

Dieser theoretisch erhobene Soll-Zustand des Abfallaufkommens und der Abfallverteilung (auf Fraktionen) wird mit den Ergebnissen einer Müllmessung verglichen, die jedoch auf –wie die Autoren selbst anmerken – nicht repräsentativen Erhebungen beruht.

Als Schlussfolgerung wird unter anderem betont, dass für 90% des Massenflusses an Verbrauchsgütern dreier Stationen 12% der Artikel verantwortlich sind (bei Betrachtung einer Station verschiebt sich der Prozentsatz auf 24%)<sup>1</sup>. Weiters wird festgestellt, dass

<sup>1</sup> Werden drei Stationen betrachtet, ergibt sich auf Grund der insgesamt größeren Anzahl an unterschiedlichen Artikeln ein kleinerer Prozentsatz an massenmäßig relevanten Artikeln.



die Kostenrechnung eine geeignete Grundlage für eine physische Input-Output-Analyse darstellt und massenbilanzfähig gemacht werden kann und dass es möglich ist, jedem Artikel und seiner Verpackung einen eindeutigen Entsorgungsweg zuzuweisen.

Der vorliegenden Arbeit sehr ähnlichen Fragestellung wird in der TU-Studie ganz unterschiedlich begegnet: Daxbeck et al. geht es darum, wie eine Input-Output-Analyse eines Krankenhauses operationalisiert werden kann. Durch praktisches Herangehen, basierend auf der Methode nach Brunner und Baccini, wird versucht, Grundlagen für eine Stoffflussanalyse eines Krankenhauses zu erarbeiten. Dabei wird am Beispiel eines Subsystems (Station) Allgemeingültiges für das Gesamtsystem (Krankenhaus) dargestellt. Schwerpunkt der Arbeit ist die Artikelauswahl und die Recherche der Abläufe. Betrachtet werden nur selektierte Flüsse, die Bilanzierung des Subsystems Station wird über die Formel  $\text{Input} = \text{Output}$  erreicht (nachdem nur Verbrauchsgüter betrachtet werden, können durch diese Einschränkung Bestandsänderungen exkludiert werden) und ist konstruiert, das heißt rein rechnerisch aus den Inputdaten ermittelt. Methodische Details sind gut dargestellt und nachvollziehbar. Die Schlussfolgerungen sind vor allem für die praktische Anwendung interessant. Bei physischen Bilanzierungen auf Betriebsebene die Kostenrechnung bzw. die Einteilung nach Kostenstellen heranzuziehen stellt jedoch inhaltlich nichts Neues dar (siehe Kapitel 3.1 und Kapitel 3.3.2). So kann zusammengefasst werden, dass die Grundkonzeption der Methode der einer MFA entspricht. Hier wird gemäß dem Untersuchungsziel jedoch ein selektiver Ansatz verfolgt und die Bilanzierung des Systems konstruiert.

Die vorliegende Arbeit befasst sich damit, wie die gesamten Materialflüsse des komplexen Systems Krankenhaus erfasst und in Verbindung zur Makro-Rechnung gestellt werden können. Sie hat die Entwicklung einer Methodik zum Ziel und dient daher als Vorarbeit, als Voraussetzung einer Operationalisierung. Insofern ergänzen sich die Arbeiten. Das heißt bei einer zukünftigen Operationalisierung der MikroOMEN-Methode kann auf die TU-Studie zurückgegriffen werden.

### **3.3 Sozial-ökologischer Ansatz**

Ein Kennzeichen des sozial-ökologischen Ansatzes ist die Fokussierung auf Material- und Stoffströme. Diese Ansätze, die sich einer umfassenden Reduktion von Material- und Stoffströmen verpflichtet fühlen, sehen als zentralen Ausgangspunkt für ein Umweltmanagement (Management der Materialströme, Stoffstrommanagement) die Schaffung eines adäquaten Informationsinstrumentariums. Der systemische Ansatz des „material flow accounting“ (siehe Kapitel 2) setzt auf nationaler, sektoraler bzw.

auch regionaler Ebene an. Auch das MIPS Konzept des Wuppertal Instituts (ein produktorientierter Ansatz) wurde für die nationale Ebene entwickelt. Die Übertragung auf die Mikro-Ebene erfolgt durch die betriebliche Massenrechnung.

### **3.3.1 Das MIPS-Konzept**

WissenschaftlerInnen des Wuppertal Instituts für Klima-Umwelt-Energie haben sich mit dem MIPS-Ansatz, der mit der umstrittenen Forderung nach einer Reduktion der Materialintensität unserer Gesellschaft um den Faktor 10 verknüpft wurde (Schmidt-Bleek 1994; in einer anderen Version Faktor 4, Weizsäcker et al. 1995), international einen Namen gemacht.

Das MIPS-Konzept – die Materialintensität pro Serviceeinheit – ist ein produktorientierter Ansatz, der die Prozesskette, das heißt die Transformationsstufen eines Produktes bzw. einer Dienstleistung von der Rohstoffentnahme aus der Natur bis zum Konsum betrachtet. Dabei wird mit jedem Transformationsschritt Material verbraucht, der sich massenmäßig im Endprodukt nicht widerspiegelt. Hier setzt das Konzept an: Das gesamte eingesetzte Material, das sich im Endprodukt nicht wiederfindet, wird dem Produkt als „ökologischer Rucksack“<sup>1</sup> zuaddiert, dem ein Anteil der Umweltbelastung angelastet wird (ebda.). Daher wird manchmal auch die Bezeichnung „Umweltschuld“ verwendet, um die Schuldzuweisung an die KonsumentInnen, die im MIPS-Konzept vermittelt wird, zu betonen.

Die Abteilung Stoffströme und Strukturwandel des Wuppertal Instituts beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit Ressourcenmanagement (dazu zählen: Stoffstrommanagement, Produktmanagement und Produktdesign) auf betrieblicher Ebene (ebda.). Dabei sind Umweltmanagementsysteme wie die EMAS-Verordnung (siehe Kapitel 3.4.1), Umweltinformationssysteme, ökoeffiziente Dienstleistungen und die dafür notwendige Berechnung der betrieblichen Massenflüsse relevante Bereiche. Diese werden ohne starken Theoriebezug bearbeitet und praktisch umgesetzt.

---

<sup>1</sup> Schmidt-Bleek kreierte den berühmten Begriff des „materiellen“ oder „ökologischen Rucksacks“ (Fischer-Kowalski und Hüttler 1999). Liedtke et al. definieren: „Als „ökologischer Rucksack“ eines Gutes wird im MIPS-Konzept der Material-Input (= für dieses Gut erfolgter Ressourcenverbrauch) minus dem Eigengewicht des Gutes bezeichnet“ (Liedtke et al. 1994: 17). Im „ökologischen Rucksack“ („hidden flows“) sind auch die Flüsse inkludiert, die bei der Primärentnahme aus der Natur bewegt, aber wirtschaftlich nicht weiter verwertet werden (z.B. Ernterückstand, Bodenaushub, Abraum). Siehe dazu die Arbeiten von Eisenmenger und Oswald zum „ökologischen Rucksack“ der Rohstoffimporte Österreichs (Eisenmenger in prep., Oswald in prep.).

Ausgehend von der gleichen Annahme wie die Wiener Abteilung Soziale Ökologie des IFF, dass jeglicher Ressourcenfluss umweltrelevant ist und die absolute Menge des Ressourcenverbrauchs reduziert werden muss, wird auf betrieblicher Ebene eine vollständige physische Massen-Bilanzierung des Systems angestrebt. Ziel ist eine Verringerung des Ressourceneinsatzes pro Serviceeinheit nach dem MIPS-Konzept, das wie erwähnt die Berechnung der Vorstufen, der „ökologischen Rucksäcke“ der Produkte miteinbezieht (ebda.).

Die Operationalisierung des MIPS-Konzepts auf Mikroebene wird durch die betriebliche Massenrechnung angestrebt. Die nachfolgenden Ausführungen dazu basieren auf: Liedtke et al. (1994), Liedtke et al. (1996), Kuhndt et al. (1998) und Liedtke et al. (1999).

### **3.3.2 Die betriebliche Massenrechnung**

Die betriebliche Massenrechnung ist eine Rechenmethode, die die Materialintensität der von einem Unternehmen hergestellten Produkte erfasst. Sie orientiert sich am betrieblichen Rechnungswesen (Systematik der betrieblichen Kostenrechnung: Kostenarten, Kostenstellen, Kostenträgerrechnung). Dementsprechend werden Massen (Materialinputs) verrechnet (Massenrechnung: Massenarten, Massenstellen, Massenträgerrechnung). Die externen ökologischen Kosten (ökologischen Rucksäcke) werden mit dem Argument mitgerechnet, dass die ökonomische Betrachtung auch bereits an der Wiege ansetzt (Wertschöpfung vorgelagerter Produktionsstufen sind in den Kosten für bezogene Einsatzstoffe bereits enthalten.). Als Voraussetzung der betrieblichen Massenrechnung wird – ohne näher darauf einzugehen - die betriebliche Input-Output-Analyse angeführt.

Die Erprobung in der Praxis erfolgte an Hand eines kleinen Produktionsbetriebs (Kambium Möbelwerkstätte GmbH). Grundlage bildeten ein sogenannter Massen-Kontenrahmen (Input- Output-Kontenrahmen), der Stoff- und Energieströme in physischen und monetären Einheiten abzubilden vermag (deshalb auch als Massen- und Kostenrechnung bezeichnet), und die Darstellung aller betrieblichen Basisprozesse. Für die regelmäßige Durchrechnung wurde bereits eine Software (U.I.S.) entwickelt. Hervorgehoben wird, dass die betriebliche Massenrechnung im Rahmen des betrieblichen Ressourcenmanagements, das als „Instrument des offensiven Umweltmanagements“ bezeichnet wird, wichtige Anforderungen der EMAS-Verordnung erfüllt.

### Kritische Betrachtung

Für die vorliegende Arbeit ist die Methode der betrieblichen Kosten- und Massenrechnung mit ihrer bestechenden Logik, der ökonomischen die ökologische Realität gegenüberzustellen, nicht anschlussfähig.

Der Ansatz ist für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) des Produktionssektors ausgelegt, die einerseits eine überschaubare Menge an Serviceeinheiten („functional units“) produzieren, andererseits nur wenige Vorprodukte – nahe der Grenze zur Natur - ankaufen.

Die Übertragbarkeit auf ein Krankenhaus scheidet also zunächst an zwei Gründen: Die komplexe Dienstleistungserstellung dieses Betriebs macht es unmöglich, einzelne Dienstleistungen im Krankenhaus, einzelne Serviceeinheiten oder „functional units“ festzulegen. Daher gibt es in einem Krankenhaus auch keine Kostenträgerrechnung (Parnes 1999: persönliche Mitteilung). Weiters ist die Berechnung der „ökologischen Rucksäcke“ des gesamten Materialinputs (der Input eines Krankenhauses besteht zum Großteil aus Endprodukten) auf Grund der überaus reichhaltigen Produktpalette<sup>1</sup> nicht operationalisierbar (bereits die Erfassung des Brutto- und Nettogewichts des Inputs stellt hier ein großes Problem dar: siehe Kapitel 3.4 und Kapitel 4.5).<sup>2</sup>

Weiters kommt hinzu, dass die betriebliche Massenrechnung, die die „ökologischen Rucksäcke“ der Produkte miteinbezieht auf höherer Ebene nicht aggregierbar ist. Sie kann an eine nationale MFA nicht „andocken“ (Problem der Doppelzählungen). Auf supranationaler Ebene trifft das für den Indikator „total material requirement“ TMR<sup>3</sup> zu. (siehe Adriaanse et al. 1997). „The trouble with this parameter is that it cannot be added up internationally“ (Fischer-Kowalski und Hüttler 1999: 118).

Für die Methode MikroOMEN, die u.a. den Anspruch hat, eine Verbindung zwischen Mikro- und Makro-Ebene herzustellen, ist das MIPS-Konzept und seine Anwendung auf betrieblicher Ebene durch das Instrument der betrieblichen Massenrechnung nicht anschlussfähig. Nicht zuletzt behandelt die vorliegende Arbeit die wissenschaftlich theoretische Seite einer Methodenentwicklung, die als Vorarbeit für eine praktische Umsetzung dienen soll.

---

<sup>1</sup> das Pulmologische Zentrum der Gemeinde Wien bezog 1998 rund 4000 verschieden Artikel (PZ 1998a).

<sup>2</sup> In der Krankenhauspraxis hat der „ökologische Rucksack“ der bezogenen (Medical)-Produkte im Rahmen des ökologischen Beschaffungswesens umweltpolitische Relevanz. Diese Betrachtungen erstrecken sich jedoch auf Grund des großen Artikelsortiments nur auf ausgewählte Produkte bzw. Produktgruppen; vgl. dazu Just et al. (1999), Gupfinger und Pladerer (2000).

<sup>3</sup> Anders als der DMI (domestic material input), der Hauptindikator nationaler Materialbilanzen, bezieht der TMR (total material requirement) die „ökologischen Rucksäcke“ bzw. „hidden flows“ mit ein (Fischer-Kowalski und Hüttler 1999).

Nach der Abhandlung der Literatur der physischen Bilanzierungsansätze der MikroEbene, stellt sich nun die Frage nach deren Operationalisierung. Der letzte Abschnitt dieses Kapitels beschäftigt sich mit den Rahmenbedingungen und der Datenlage im Krankenhaus und geht der Frage nach, was in der Krankenhaus Praxis bereits umgesetzt wird.

### **3.4 Praxisansätze im Krankenhaus**

Ausgehend von den Umweltmanagementsystemen (UMS) ISO 14001 und EG-Öko-Audit (nach EMAS) wird an Hand ausgewählter Krankenhäuser, die sich im Zuge der Implementierung eines UMS mit dem materiellen Durchsatz des Betriebs auseinandergesetzt haben, gezeigt, was in diesen „ökologischen Vorreiter-Betrieben“ bezüglich physischer Bilanzierung bereits gemacht wird. Eng damit verbunden ist der daran anschließende Einblick in die (physische) Datenlage im Krankenhaus.

Die Recherche in der betrieblichen Praxis stellt sich als besonders schwierig dar. Es gibt hier viele Alleingänge, vieles bleibt unveröffentlicht. Umweltberichte präsentieren meist Ergebnisse, die Darstellung methodischer Details ist unüblich. So kann hier nur beispielhaft - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - berichtet werden.

#### **3.4.1 Betriebliche Umweltmanagementsysteme: EMAS und ISO 14001**

Werden in Betrieben Materialflüsse analysiert und berechnet, dann häufig und zunehmend im Zuge einer freiwilligen Zertifizierung nach einem definierten Umweltmanagementsystem (UMS). Das gilt heute auch für Dienstleistungsbetriebe wie Krankenhäuser.

Allgemein kann festgehalten werden, dass im Zuge der Implementierung eines UMS Umweltschutzaufgaben in die Unternehmensorganisation verankert werden. Genauer definiert wird als UMS „[...] die organisatorische und personelle Verankerung der verschiedenen mit der betrieblichen Umweltpolitik verbundenen Aufgaben und damit die Schaffung der strukturellen Voraussetzungen für eine aktive betriebliche Umweltpolitik“ (Freimann 1996: 413) verstanden. Als Teil des strategischen Management, dient es als (strategisches) Führungssystem (Dyllick 1992), das durch regelmäßige Wiederholung von Umwelt-Audits (Öko-Audits oder

Umweltbetriebsprüfungen) alle umweltrelevanten Strukturen und Prozesse im Unternehmen überprüft und verbessert (Freimann 1996).

Europäische Unternehmen können die Implementierung eines UMS nach der international gültigen Norm ISO 14001 und eine damit verbundene Zertifizierung durch eine privatwirtschaftlich organisierte Institution, oder nach der auf einer EG-Verordnung<sup>1</sup> basierenden EMAS-Verordnung<sup>2</sup> und die damit verbundene Validierung durch einen öffentlich anerkannten und unabhängigen Umweltgutachter oder eine Kombination beider vornehmen (Tschulik 1998).

Letzteres ist das europäische Gemeinschaftssystem für das betriebliche Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, das eine kontinuierliche Verringerung der vom Standort ausgehenden Umweltbelastungen vorsieht. Vorgeschrieben ist (u.a.) die Veröffentlichung der Umwelt-Politik und der Umwelt-Erklärung (EWG 1836/93). Ursprünglich für gewerbliche Unternehmen ausgerichtet, wurde die Verordnung im Herbst 1998 auf Dienstleistungsbetriebe u.a. auch auf Krankenhäuser ausgeweitet (BMUJF 1998). Seit Februar 2001 ist eine Novelle der EMAS-Verordnung in Kraft, die die ISO 14001 nun vollinhaltlich integriert (EMAS II; [www.eta.at](http://www.eta.at)).

Diese weltweit geltende, ältere Norm ISO 14001: „Umweltmanagementsysteme - Spezifikation und Anleitung zur Anwendung“ der ISO 14000-Serie über Umweltmanagement-Systeme und -Instrumente schreibt nur eine kontinuierliche Verbesserung des UM-Systems vor. Als externe Kommunikation wird die Veröffentlichung der Umweltpolitik verlangt (ÖNORM EN ISO 14001: 1995).

Im Vergleich der beiden Systeme fordert die ISO-Norm weniger, sie zeigt grundsätzlich mehr Spielraum. Ohne auf die einzelnen Unterschiede näher eingehen zu wollen, soll hier der für die Arbeit relevanten Frage, was die Systeme bezüglich physischer Bilanzierung verlangen, nachgegangen werden.

Die EMAS-Verordnung beschreibt die erste Umweltprüfung (die Erfassung der Ist-Situation) als die „erste umfassende Untersuchung der umweltbezogenen Fragestellungen, Auswirkungen und des betrieblichen Umweltschutzes im Zusammenhang mit der Tätigkeit am Standort“ (EWG 1836/93: Artikel 2). Als Grenzen werden die Standortgrenzen betrachtet (Hubner 1998). Die Erfassung und Bewertung der Umweltauswirkungen im Form einer ökologischen Eröffnungsbilanz ist dabei vorgesehen (Fichter 1995). Von einigen Autoren (u.a. Fichter 1995, Hubner 1998) wird dazu die betriebliche Ökobilanz als Instrument vorgeschlagen. In diesem

---

<sup>1</sup> Die EG-Verordnung 1836/93 zum Öko-Audit trat am 1.1.1993 in Kraft, zu einem Zeitpunkt als die Umbenennung der EG in EU noch nicht erfolgt war (Freimann 1996).

<sup>2</sup> EMAS steht für Eco-Management and Audit Scheme (u.a. Reinthaler 1998). Manchmal auch als Environmental Management and Audit Scheme bezeichnet (u.a. Fohler Norek 1997).

Zusammenhang wird die Entwicklung einer dem Unternehmen bzw. dem Standort angemessenen Systematik der Datenerhebung und in Folge eine Standardisierung der Datenerhebung empfohlen. Die Verordnung selbst schreibt die Methode der Erfassung (und Beurteilung) der Umweltauswirkungen nicht vor. Auch gibt es keine konkreten Vorgaben über Umfang dieser Eröffnungsbilanz (Hubner 1998). Die EMAS Verordnung listet im Anhang I/B unter „Bewertung und Registrierung der Auswirkungen auf die Umwelt“ lediglich auf, welche Bereiche bei der ersten Umweltprüfung *gegebenenfalls* (das heißt nachdem deren besondere Bedeutung festgestellt ist) untersucht werden müssen. Dazu zählen: Rohstoffe, Zulieferer, Wasser, Energie, Produktionsverfahren, Produkte Abfälle, Abwasser, aber auch Lärm, Boden, Geruch etc. (EWG 1836/93, Reinthaler 1998).

Ähnliches kann auch für die ISO-Norm festgestellt werden. Die ISO 14001 formuliert sehr allgemein „Organisationen bestimmen ihre Umweltaspekte, wobei sie Input und Output der bestehenden und relevanter früherer Tätigkeiten, Produkten oder Dienstleistungen berücksichtigen“ (ÖNORM EN ISO 14001: 1995: S.26). Dabei soll der Betrieb selbst einschätzen, welche Faktoren – erwähnt werden Emissionen, Abwasser, Abfallwirtschaft, Bodenkontamination, Einwirkungen auf die Allgemeinheit, Nutzung von Rohstoffen und natürlichen Ressourcen, andere örtliche Umweltthemen – berücksichtigt werden sollen. Quantität und Qualität der Erhebung des materiellen Verbrauchs im Rahmen der Umweltprüfung obliegt also auch hier dem einzelnen Unternehmen.

### **3.4.2 Leitfäden zum betrieblichen Umweltmanagement**

Leitfäden zum betrieblichen Umweltmanagement (u.a. BMUJF 1998, LfU 1996, Hubner 1998) nehmen sich dieser Thematik an und sind direkt an die Praxis gerichtet. Methodische Anleitungen und Empfehlungen werden dabei sehr allgemein gehalten. Methoden-Standardisierung – z.B. innerhalb der Branche - wird weder thematisiert noch forciert. Ziel dieser Broschüren ist die Förderung von betrieblichen Umweltschutzmaßnahmen. Sie haben das schrittweise Vorgehen bei der Implementierung eines UMS, häufig aber auch das Aufzeigen von Maßnahmen an Hand von konkreten Einzelbeispielen, die schnelle Einsparpotenziale versprechen, also auf kurzfristige „win-win-Strategien“ abzielen, zum Inhalt. Als Tools für die physische Rechnung wird meist eine „Input-Output-Bilanz“, „Umweltbilanz“ oder „Ökobilanz“ empfohlen, ohne jedoch eine einheitliche Verwendung der Begriffe anzustreben, ohne auf die Methodik näher einzugehen.

Hier zeigt sich allzu deutlich, dass methodische Standards in der betrieblichen Praxis fehlen, die eine grundlegende Voraussetzung für ein Benchmarking oder auch jeder andere Verwendung der Ergebnisse über den Betrieb hinaus (z.B. Aggregation auf höherer Ebene) darstellen.

### **3.4.3 Die Krankenhaus Praxis**

Wenn es in der Krankenhaus-Praxis um Umweltschutz und „win-win-Strategien“ geht, sind UMS und Zertifizierungen ein aktuelles Thema. Heute sind es noch die sogenannten „ökologischen Vorreiter-Betriebe“, die freiwillig und aktiv auf die ökologische Herausforderung reagieren. EU-weite Projekte<sup>1</sup>, Forschungsprogramme wie das große Programm des BMVIT „Fabrik der Zukunft“<sup>2</sup>, aber auch Netzwerke wie HCWH<sup>3</sup> zeigen deutlich die Aktualität dieser Themen, die in der Praxis immer wichtiger und von den dortigen AkteurlInnen auch zunehmend erkannt und aufgegriffen werden. Vor dem Hintergrund der Kostenexplosion im gesamten Gesundheitssystem ist der Motor dieser Entwicklung naheliegenderweise die Aussicht auf „win-win-Effekte“, also eine Kombination von ökologischem mit ökonomischem Nutzen.

Um einen Eindruck geben zu können, wie weit die Krankenhaus-Praxis bezüglich physischer Bilanzierung bereits ist, werden nun beispielhaft einige Betriebe vorgestellt, die bereits eine erfolgreiche UMS-Zertifizierung bzw. -Validierung absolviert haben. Diese „best practise“ Beispiele können als Richtlinie, als eine Art „state of the art“ der Praxis gesehen werden.

Dazu wurden für Österreich drei Krankenhäuser mit ISO 14001 Zertifikat ausgewählt: das Landeskrankenhaus (LKH) Tulln, das LKH Kirchdorf a. d. Krems, und das LKH Bruck a.d. Mur. Für Deutschland zwei EMAS-Betriebe: das Kreiskrankenhaus

---

<sup>1</sup> Siehe dazu EU-LIFE Projekt: Vorbereitungen eines standardisierten Umweltmanagements unter Berücksichtigung der Entwicklung und Einführung innovativer Vermeidungs- und Verminderungsstrategien in europäischen Kliniken. Teilnehmer: D/Freiburg, IT/Bologna, NL/Utrecht, B/Brüssel und A/Graz (Reinthal 1998).

<sup>2</sup> Das Programm für ein nachhaltiges Wirtschaften des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) setzt auf die Reduktion des Ressourcenverbrauchs: Es fokussiert dabei u.a. auf den Bereich: Produkte und Dienstleistungen ([www.fabrikderzukunft.at](http://www.fabrikderzukunft.at)).

<sup>3</sup> HCWH (Health Care Without Harm) ist eine internationale Initiative für ein umweltorientiertes Gesundheitswesen. Das Netzwerk für Österreich ist zur Zeit im Aufbau. Partner sind u.a. Greenpeace, Umweltmanagementfirmen, Krankenanstaltenverbände und auch das österreichische Health Promoting Hospital Netzwerk (HPH siehe Kapitel 4.2) ([www.eta.at](http://www.eta.at)).



Schorndorf und das Städtische Krankenhaus Kiel. Weiters wurden die Ergebnisse der Teilnehmer des erwähnten EU-LIFE Projektes herangezogen.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf den Umwelterklärungen des LKH Tulln (1996), des LKH Kirchdorf (1997), des Städtisches Krankenhaus Kiel (1998), des Kreiskrankenhaus Schorndorf (1998), auf den Diskussionsbeiträgen zum Symposium „Umweltmanagement im Krankenhaus“ (LH 1998), auf einem Leitfaden zur Anwendung der EMAS Verordnung in Krankenhäusern (LfU 1996) und auf dem Projektbericht „Gesunde Stadt Essen“ (1999).

Ausgehend von dem umweltpolitisch sehr modernen Ansatz, dass nicht nur abfallseitig agiert werden kann, wenn es darum gehen soll die Umwelt zu entlasten, ist es im Zuge der Umweltbetriebsprüfung üblich, Input-Output-Konten des gesamten Systems zu erstellen, ohne jedoch eine Bilanzierung anzustreben. Die Kategorien des Inputs werden denen des Outputs ohne Verbindung gegenübergestellt. Sie gehen oft über eine Darstellung des materiellen Verbrauchs hinaus (z.B. versiegelte Fläche, Verkehrsaufkommen, Lärm etc.). Die Kategorisierung des physischen Durchsatzes ist uneinheitlich, inputseitig wird häufig in Wasser, Materialien und Energie (selten Energieträger) differenziert, outputseitig in die entsprechenden Abfallkategorien (s.u.). Abbildung 5 (Abb. 5: S.66) zeigt ein Beispiel für einen ausführlichen Input-Output-Kontenrahmen, wie er in der Universitätsklinik Freiburg in Verwendung steht, jedoch auf Grund der Datenlage bislang nur lückenhaft gefüllt werden konnte (LfU 1996, Hubner 1998).

Die Ausweisung in physischen Einheiten ist noch nicht überall anzutreffen (manchmal erfolgen nur Stückangaben oder gar nur Angaben in monetären Einheiten). Krankenhäuser wie das LKH Tulln weisen Brutto- und Nettogewicht des (Produkte)-Inputs eigens aus.

Grundsätzlich werden nur Inputs wahrgenommen und erfaßt, die auch kostenmäßig aufscheinen. Typischerweise nicht miteinbezogen werden Material-Flüsse, die eng mit dem menschlichen Metabolismus assoziiert sind, wie Sauerstoff-Input und CO<sub>2</sub>-Output der Atmung und H<sub>2</sub>O-Output durch Transpiration. Der Versuch Inputkategorien dieser Art in das Konto aufzunehmen ist bislang nicht angestrebt worden. Es gibt jedoch Hinweise dafür, dass sich einzelne Betriebe auch über Flüsse abseits der Kostenrechnung bewußt werden. Ein Beispiel dafür ist der „Öko-Kontenrahmen“ der Universitätsklinik Freiburg (siehe Abb. 5: S. 66), der unter „externen Input“ u.a. den Input einordnet, der über PatientInnen und BesucherInnen in den Betrieb kommt und zum betrieblichen Abfallaufkommen beiträgt. Zahlenmäßig läßt sich dieser Input noch nicht ausweisen. (LfU 1996, Hubner 1998). Auch die immer wieder abgegebenen Empfehlungen an BesucherInnen auf zu üppige Blumengeschenke zu verzichten, zielen - zumindest ansatzweise – in diese Richtung.

INPUT-SEITE		OUTPUT-SEITE	
Input	⇨	⇨	Output
	Bestand		
Sachkonten		Sachkonten	
<b>IN-1 Liegenschaften</b>		<b>OUT-1 Medizinische Dienstleistungen</b>	
IN-1.1 Boden		OUT-1.1 Krankenversorgung	Pflegetage:
IN-1.2 Grundstück			Stationäre Patienten:
			ambulante Behandlungen:
<b>IN-2 Anlagen</b>		OUT-1.2 Laborleistungen	
IN-2.1 Gebäude	Anzahl:	OUT-1.3 Forschung	
	Nettogrundriß:	OUT-1.4 Lehre u. Ausbildung	
IN-2.2 Haustechnik			
IN-2.3 Fuhrpark		<b>OUT-2 Sonstige Betriebsleistungen</b>	
<b>IN-3 Wasser</b>		OUT-2.1 Hausreinigung	
IN-3.1 Trinkwasser		OUT-2.2 Speiseversorgung	
IN-3.2 Regenwasser		OUT-2.3 Wäscheversorgung	
<b>IN-4 Energie</b>		OUT-2.4 Externe Leistungen	Chemikalien
IN-4.1 Primärenergie			Laborleistungen
IN-4.2 Thermische Energie			Medikamente
IN-4.3 Elektrizität			Transfusionsmedizin
<b>IN-5 Materialien</b>			Strom und Wärme
IN-5.1 Reinigungsmittel			Wäsche
IN-5.2 Desinfektionsmittel		<b>OUT-3 Abfallstoffe</b>	
IN-5.3 Verwaltungsbedarf		OUT-3.1 Abfälle zur Verwertung	
IN-5.4 Technikbedarf		OUT-3.2 Abfälle zur Entsorgung nach (LAGA)	
IN-5.5 Wirtschaftsbedarf		OUT-3.3 Sonstige Abfälle	
IN-5.6 Medizinischer Bedarf		OUT-3.4 Reststoffe	
IN-5.7 Fotolabor		OUT-3.5 Radioaktive Abfälle	
<b>IN-6 Verkehr</b>		<b>OUT-4 Abwasser</b>	
IN-6.1 Mitarbeiter		OUT-4.1 Bereiche u. Menge	
IN-6.2 Patienten		OUT-4.2 Messungen	
IN-6.3 Versorgung		<b>OUT-5 Bodenbelastungen</b>	
IN-6.4 Sonstiger Verkehr		OUT-5.1 aus Energieerzeugung	
<b>IN-7 Externer Input</b>		OUT-5.2 aus Verkehr	
IN-7.1 Über Patienten und Besucher		OUT-5.3 aus zentraler Kälteerz.	
IN-7.2 Sonstiges		OUT-5.4 Sonstige Emissionen	
<b>IN-8 Mitarbeiter</b>		<b>OUT-6 Luftbelastungen</b>	
		OUT-6.1 aus Energieerzeugung	
		OUT-6.2 aus Verkehr	
		OUT-6.3 aus zentraler Kälteerz.	
		OUT-6.4 Sonstige Emissionen	
		<b>OUT-7 Lärm</b>	

Abb. 5: Beispiel für einen Input-Output-Kontenrahmen für ein Krankenhaus  
(Quelle: Hubner 1998)

Langlebige Güter sind inputseitig nicht Bestandteil der Rechnung. Das heißt, es werden nur die Massen der Verbrauchsgüter aufgelistet, der Bestands- oder Lagerzuwachs wird exkludiert. Ob das auf der Outputseite gleich konsequent betrieben wird, bleibt dabei meist unklar.

Manche Krankenhäuser nehmen vorweg, dass nur die sogenannten umweltrelevanten Bereiche berücksichtigt werden. Diese werden nach eigenem Ermessen gewählt.

Die Erfassung des Wasserverbrauchs kann meist nur inputseitig festgemacht werden. Outputseitig fehlen quantitative Angaben über das Abwasser. Die Ausweisung des Abwassers ist daher zur Zeit noch nicht üblich. Manchmal wird der die Menge (in m<sup>3</sup>) des Wasser-Outputs rechnerisch ermittelt, indem sie dem Input gleichgesetzt wird. Da jedoch dem Abwasser beträchtliches Material zugesetzt wird (menschliche Ausscheidungen, Reinigungsmittel etc.) ist diese einfache Rechnung nicht in der Lage, die Realität widerzuspiegeln.

Einige Umwelterklärungen überraschen jedoch mit sehr detaillierten Analysen, wie z. B. eine Wasserfluss-Analyse des gesamten Betriebs (Tulln), oder die Berechnung des Anteils des Regenwassers, das in das Kanalsystem geht und als Inputkategorie ausgewiesen wird (Kiel). Auch bei der Ausweisung der Emissionen, die bei der Verbrennung von Energieträgern entstehen gibt es teilweise sehr detaillierte Auflistungen.

Die Systemgrenzen werden selten explizit festgelegt. Teilweise – und aus Sicht des systemischen MFA-Ansatzes mit seiner funktionalen Grenzziehung ungenügend – werden sie über die Grundstücksgrenzen definiert. Manchmal werden sie weiter gefasst, indem wichtige Umweltaspekte, die durch Vorleistungen entstehen (z.B. Energiebereitstellung) oder in den Verantwortungsbereich des Krankenhauses fallen (z.B. Verkehrsaufkommen) miteinbezogen werden.

Aber es ist nicht nur die Definition des Systems, die entweder unzureichend und nur implizit erfolgt. Grundsätzlich beinhalten die Berichte keine Angaben über die methodische Vorgehensweise. Soll diese transparent gemacht werden, müsste eigens in den Betrieben recherchiert werden. So geht z.B. aus Gesprächen mit der Umweltmanagement-Firma, die das LKH Tulln auf dem Weg seiner Zertifizierung begleitete hervor, dass nur eine gewisse Auswahl an Artikeln nach einer ABC-Analyse nach mengen- und massenmäßig wichtigsten Artikel gewogen wurde (ETA 1999: persönliche Mitteilung). Dieselbe Vorgangsweise wählten Daxbeck et al. (1999; siehe Kapitel 3.3.2).

Ausgelagerte Dienstleistungen (wie Reinigungsdienst, Bringdienst, Abfallentsorgung, Wäscherei, Wäscheversorgung durch ein Mietservice etc.) werden üblicherweise nur nachrichtlich erwähnt und nicht quantifiziert.

Kennzahlen zum materiellen Verbrauch werden häufig – einem patientenbezogenen Ansatz nach – in Masse pro Belagstag bzw. Pflagestag (also kg pro Patient und Tag) ausgewiesen. Meist finden sich Kennzahlen zum Abfallaufkommen: Abfallmengen (in kg nach Abfall-Fractionen) pro Belagstag (siehe dazu LH 1998). Angesichts der uneinheitlichen und nicht nachvollziehbaren Methodik können diese Kennzahlen nur betriebsintern eine ökologische Indikator-Funktion für den materiellen Verbrauch erfüllen. Als Vergleich zwischen Krankenhäusern (Benchmarking) sind sie zur Zeit daher und aus einem weiteren Grund noch nicht geeignet: Krankenhäuser differieren hinsichtlich ihrer Größe und Leistungserstellung (medizinischer und nicht-medizinischer) stark. Um ähnliche Betriebe miteinander seriös vergleichen zu können, muss vorab geklärt werden, ob die betrieblichen Qualitätssicherungssysteme vergleichbare Standards vorschreiben.

### Die Datenlage im Krankenhaus

Wie wichtig die Kennzahlendiskussion auch ist, so sind es doch die Probleme bei der Erhebung der physischen Daten, die Datenverfügbarkeit im Betrieb – also die Grundlage der Kennzahlenerstellung - die aktuell im Vordergrund stehen, wenn es darum geht den materiellen Verbrauch eines Krankenhauses zu analysieren.

Dabei liefert nicht nur die zitierte Literatur, sondern auch der durch meine jahrelange Berufstätigkeit im Krankenhausbereich gewonnene Einblick und persönliche Gespräche mit MitarbeiterInnen (Parnes 1999, Prebio 2000) und UmweltmanagerInnen (ETA 1999) den folgenden Einblick in die Datenlage in Krankenhäusern. Recherchiert wurde dabei vorwiegend in Österreich, und hier besonders in Wien.

Inputseitig ist all das, was über die Kostenrechnung verrechnet wird bis auf Kostenstellen-Ebene<sup>1</sup> grundsätzlich gut und lückenlos erfasst. Die Ausweisung erfolgt jedoch nur in monetären Einheiten und in Stück- bzw. Packungsangaben. Die Ausweisung in Masseinheiten (brutto und netto) muss daher eigens mit hohem Aufwand erfolgen.

Welche und wieviele Verpackungen bzw. Umverpackungen mit einem bestimmten Produkt geliefert werden, geht aus der Kostenrechnung nicht hervor. Der Umfang der Transportverpackungen muss ebenfalls eigens recherchiert werden.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Zur Begriffserklärung *Kostenstelle* siehe Kapitel 4.2.

<sup>2</sup> Zur Begriffserklärung: Die Verpackungsverordnung unterscheidet: die eigentliche Produktverpackung (= Verkaufsverpackung, die das Produkt umgibt bzw. wichtige Produktinformationen enthält), die Umverpackung (zusätzlich um die Verkaufsverpackung) und die Transportverpackung (z.B. Paletten, Überkartons, Schrumpffolien) (MA 48 1993).

Sollen Ergebnisse verglichen bzw. Daten über Analysen zwischen Betrieben ausgetauscht werden, ergeben sich Inkompatibilitäten. Einheitlich lt. Kostenrechnungsverordnung sind lediglich folgende Kosten-Hauptgruppen (gilt österreichweit für alle Fondkrankenanstalten, Parnes 1999: persönliche Mitteilung): Hauptgruppe 1: Personalkosten, 2: Medizinische Ge- u. Verbrauchsgüter, 3: Nicht-medizinische Ge- u. Verbrauchsgüter, 4: Kosten für medizinische Fremdleistungen, 5: Kosten für nicht-medizinische Fremdleistungen, 6: Energiekosten, 7: Abgaben, Beiträge, Gebühren, sonst. Kosten, 8: kalkulatorische Zusatzkosten. Diese werden in Kostenarten differenziert. Die weitere Differenzierung stellen schließlich Artikelverzeichnisse dar, die das Identifizieren eines bestimmten Artikels erst ermöglichen.

Obwohl das Artikelsortiment innerhalb der Branche sehr ähnlich ist, können die Ergebnisse der Messungen (Brutto- und Nettogewicht) nur mühevoll, meist jedoch gar nicht in anderen Betrieben verwendet werden, da die Systematik und das Nummerierungssystem dieser Artikelverzeichnisse nicht einheitlich ist. Die Forderung von Daxbeck et al. an die Spitalsbetreiber nach einem einheitlichen Materialkatalog (zumindest innerhalb eines Krankenanstaltenverbundes), aber auch die an die Produzenten nach der Ausweisung der Verpackungsart sowie des Brutto- und Nettogewichts ihrer Produkte zielen darauf ab, diese Arbeitsabläufe und somit die Erstellung einer physischen Rechnung zu erleichtern (Daxbeck et al. 1999).<sup>1</sup>

Ein besonderes Problem stellt die Erfassung des Wasserverbrauchs dar. Inputseitig ist meist nur ein Wasserzähler für das ganze System vorhanden<sup>2</sup>. Die Nachrüstung von Wasserzählern findet sich daher in vielen Umwelterklärungen als einer der nächsten, wichtigen Schritte, die für eine verbesserte Umweltbetriebsprüfung angestrebt werden. Quantitative Angaben über das Abwasser fehlen. In der Kostenrechnung finden sich nur Aufzeichnungen über die Kanalgebühren.

Grundsätzlich stellt sich die Datenlage der Ouputseite – ähnlich wie auf Makro-Ebene – schwieriger als die der Inputseite dar. Aufzeichnungen gibt das jeweilige Abfallwirtschaftskonzept (AWK) des Betriebs. Die Kategorisierung des Abfalls erfolgt nach gesetzlichen Vorlagen (Abfallwirtschaftsgesetz und seine Verordnungen) und

---

<sup>1</sup> Der Wiener Krankenanstaltenverbund (KAV) arbeitet zur Zeit an der Installation eines einheitlichen Materialkatalogs und einer einheitlichen betriebswirtschaftlichen Software (Daxbeck et al. 1999, Parnes 1999).

<sup>2</sup> Das Pulmologische Zentrum der Gemeinde Wien (mittlerweile erweitert zum Otto Wagner Krankenhaus) hatte 1999 keinen (!) eigenen Wasserzähler (Parnes 1999: persönliche Mitteilung).

Normen (ÖNORM S 2100, S 2101 und S 2104)<sup>1</sup>. Häufig findet sich eine Grobkategorisierung in fünf Kategorien:

Kategorie I: gefährlicher Abfall aus dem medizinischen Bereich

Kategorie II: sonstiger Abfall aus dem medizinischen Bereich

Kategorie III: sonstiger gefährlicher Abfall

Kategorie IV: hausmüllartiger Abfall

Kategorie V: wiederverwertbarer Abfall

Die weitere Differenzierung richtet sich ebenfalls nach gesetzlichen Vorschriften über getrennte Sammlung und Entsorgung und wird im AWK ausgewiesen. Hier finden sich auch quantitative Angaben zum festen Abfall. Dieser wird in Tonnen bzw. Kilogramm - getrennt nach Müllfraktionen – ausgewiesen. Datengrundlage bildet jedoch hier lediglich die Anzahl der Containerentleerungen (PZ 1998b). Diese werden (innerhalb des Wiener Krankenanstaltenverbands) nach einem vorgegebenen Schlüssel, dessen Genauigkeit angezweifelt werden dürfte (ETA 1999) in Masseinheiten umgerechnet. Das Müllaufkommen wird für den gesamten Betrieb ausgewiesen und kann nicht einzelnen Kostenstellen zugeordnet werden. Die einzige Ausnahme stellt der – sehr teure – medizinische Sondermüll (Kategorie I) dar. Dieser wird pro Kübel (entspricht 60l bzw. 30l) und Kostenstelle verrechnet.

Über alle anderen materiellen Inputs und Outputs, die nicht über die Kostenrechnung erfasst werden, gibt es – der betrieblichen Logik folgend- auch keine Aufzeichnungen.

### Resümee

Umweltschutz im Krankenhaus ist ein aktuelles Thema, das von politischen Akteuren verschiedenster Ebene aufgegriffen wird. Dabei zeigt sich, dass die Analyse der betrieblichen Materialflüsse eine wichtige Grundlage für das Umweltmanagement auch im Dienstleistungsbetrieb darstellt. Dies spiegelt sich nicht nur im Abfallwirtschaftsgesetz (siehe Kapitel 3.2.2) wieder, sondern im besonderen Maße in den gesetzlichen Regelungen und Normierungen zu den Umweltmanagementsystemen nach EMAS bzw. ISO 14001. Wenn diese den Unternehmen großen Spielraum lassen, so dürfte dabei die Akzeptanz der Praxis und die Operationalisierbarkeit wohl ein entscheidendes Kriterium sein.

---

<sup>1</sup> ÖNORM S 2100: Abfallkatalog für nicht gefährliche Abfälle, S 2101: Abfallkatalog gefährlicher Abfälle, S 2104: Abfälle aus dem medizinischen Bereich (MA 48 1993).

Da sich die Datenlage für eine physische Rechnung im Betrieb als äußerst lückenhaft präsentiert, ist heute ein „top down“-Verfahren noch nicht möglich. Hier muss noch viel Arbeit in Recherche und empirische Untersuchungen vor Ort investiert werden.

Das Fehlen einer einheitlichen, standardisierten Methodik zur Erfassung des materiellen Verbrauchs bedingt nicht nur viele Alleingänge und letztendlich zusätzliche Arbeit, es verhindert auch ein Benchmarking bzw. jede andere Verwendung der Ergebnisse über den Betrieb hinaus (z.B. Aggregation auf höherer Ebene).

Mit dem Überblick über die betrieblichen Bilanzierungsansätze dieses Kapitels und der Darstellung der MFA-Methode nach IFF (siehe Kapitel 2) ist die notwendige Vorarbeit zur Methodenentwicklung abgeschlossen. Es kann nun auf die Methodenentwicklung MikroOMEN übergegangen werden. Diese soll die Makro-Methode auf ein Krankenhaus übertragen und gleichzeitig die Ergebnisse aus der betrieblichen Recherche mitbedenken.

## KAPITEL 4: METHODENENTWICKLUNG: MIKROOMEN

Die Methodenentwicklung wird in mehreren Abschnitten behandelt. Zunächst werden Grundsatzfragen und Kriterien nach denen sich die Arbeit richtet geklärt. In der *Systembeschreibung* erfolgen grundlegende Überlegungen zur Grenzziehung. Hier wird aus verschiedenen Blickwinkeln der Frage nachgegangen, wie ein Krankenhaus definiert werden kann und welche zentralen Funktionen es erfüllt. Der Fokus dieser Ausführungen liegt dabei auf der materiellen Seite des Systems. In den *methodischen Entscheidungen* erfolgt die Abgrenzung des Systems durch Identifizierung seiner physischen Kompartimente und aller damit assoziierten Flüsse. Abschnitt *methodische Umsetzung* zeigt die MikroOMEN-Tabelle, die einen Vorschlag darstellt den theoretischen Anspruch der Vollständigkeit mit dem praktischen Anspruch der Anwendbarkeit zu verbinden. Ausführliche Überlegungen dazu bringt die *Methodendiskussion*. Im letzten Abschnitt der Arbeit werden die Stärken und Leistungen der MikroOMEN-Methode als *Schlussfolgerungen* präsentiert.

### 4.1 Methodische Grundsatzfragen

Es wird eine Methode vorgestellt, die eine Erfassung der Materialströme - wie die MFA es vorgibt (siehe Kapitel 2) - auf betrieblicher Ebene vorsieht. Es ist also die Erfassung und Berechnung aller Materialströme, die die definierten Systemgrenzen des Betriebs passieren, konzeptionell vorgesehen. Durch die Verbindung der Input-Flows mit den Output-Flows, durch die Analyse des Systems wird die Basis für die Bilanzierung des Systems geschaffen. Zugleich werden Materialströme innerhalb des Systems transparent.

Bei der Ausweisung der Systemgrenzen, die Input- und Output-Kategorisierung, sowie der Erfassung der Daten soll im speziellen auf die Aggregierbarkeit der Ergebnisse auf Makro-Ebene (Schnittstellen zur nMFA) Rücksicht genommen werden. Für eine konsistente Methode müssen bei der Datenerfassung Doppelzählungen ausgeschlossen werden. Das spielt auf jeder Erfassungsebene eine wesentliche Rolle. Bei der Aggregation der Daten auf höhere Ebene (Meso- oder Makro-Ebene) kommt mit jedem Aggregationsschritt ein potentiell Doppelzählungsproblem dazu.

Wesentlich für die Methodenentwicklung ist, dass besonders darauf Rücksicht genommen wird, alle Vorüberlegungen und Entscheidungen explizit darzustellen, und Diskussionspunkte sowie noch offene, ungelöste Probleme anzusprechen. Dies soll die



Nachvollziehbarkeit aller methodischen Überlegungen und Entscheidungen gewährleisten. Die Fortführung der methodischen Arbeit soll dadurch erleichtert werden.

Dies weist darauf hin, dass es sich hier um einen Beitrag zu einer Methodenentwicklung handelt. Eine konsistente und in Folge standardisierbare Methode kann nie in nur einem theoretischen Schritt entwickelt werden. Die Arbeit soll als Grundlage für eine Methodenentwicklung dienen, die in einem größeren transdisziplinären<sup>1</sup> Rahmen, also unter Einbeziehung und Akzeptanz der Praxis, deren Vertreter die zukünftigen Anwender sein werden, erfolgen muss.

Anknüpfend an die Recherche der betrieblichen Bilanzierungsansätze nimmt die Arbeit die Diskussion um eine betriebliche Input-Output-Analyse wieder auf (siehe Kapitel 3.1).

### Methodischen Grundlagen

Die methodische Basis der Arbeit ist die Wiener MFA-Methodik, wie sie für die nationale Ebene (nMFA) entwickelt und im Kapitel 2 vorgestellt wurde. Ausgehend von den allgemeinen Konventionen der nMFA, die in gleicher Weise für die MikroMFA (mMFA)<sup>2</sup> gelten sollen, werden Kriterien der Makro-Ebene übernommen, methodische Entscheidungen auf die Mikro-Ebene übertragen oder zumindest nach derselben Logik getroffen. Spezielle Grundlage ist die OMEN-Struktur, die auf die betriebliche Mikro-Ebene, konkret auf ein Krankenhaus, übertragen wird und als MikroOMEN bezeichnet wird.

Als Antwort auf die Kritikpunkte an den betriebswirtschaftlichen Ökobilanz-Ansätzen, wie sie im Kapitel 3.1.5 zusammengefasst wurden, ergeben sich folgende Anforderungen an die MikroOMEN-Methode:

Grundlegende Prinzipien zur Beschreibung der Methode sind - wie oben bereits angeführt - die explizite Darstellung und Diskussion aller methodischen Entscheidungen. Dazu gehört auch die explizite Darstellung und Begründung potentieller Erfassungslücken.

Durch die Übernahme der allgemeinen MFA-Konventionen erfüllt werden: die Forderungen nach einer Input- Output-Logik (basierend auf dem 1. thermodynamischen Hauptsatz), die klare Definition der Systemgrenzen, sowie die Erfassung aller Materialströme, die durch die Verbindung der Inputs mit den Outputs

---

<sup>1</sup> Zur Erklärung des Begriffs der *Transdisziplinarität* siehe Kapitel 1.1.2.

<sup>2</sup> Da sich MikroMFA (mMFA) auf die einzelwirtschaftliche Ebene (Betrieb und Haushalt) bezieht, wäre die Einführung der genaueren Bezeichnung betriebliche MFA (bMFA) überlegenswert.

die Basis für eine Bilanzierung bilden (mit der zugrundeliegenden Annahme, dass alle Materialströme relevant sind), und letztendlich die Abbildung dieser Flüsse innerhalb des Systems (intrabetriebliche Materialflüsse).

Die Fragestellung beinhaltet die Verbindung zur nMFA. Die Ergebnisse der mMFA sollen auf höherer Ebene aggregierbar sein. Das heißt die Daten sollen so erfasst werden, dass sich Schnittstellen zur nMFA ergeben, die national aggregierbar sind. Die Kriterien, die für die nMFA nach der Wiener Methode des IFF entwickelt wurden (siehe Kapitel 2.2), sollen daher gleichermaßen für die mMFA gelten oder auf sie übertragen werden. Diese Verbindung zwischen mMFA und nMFA wird hier als Mikro-Makro-Link verstanden.

Diese Kriterien, die für die mMFA gelten sind: Theoretische Integration (siehe dazu Kapitel 1), Datenverfügbarkeit, Politikrelevanz, Orientierung an Standards und ein „Top-down“-Verfahren.

- **Datenverfügbarkeit:** Die Rechnung soll so weit wie möglich an den vorhandenen Daten aufbauen, um einerseits den Aufwand zur Erhebung von Primärdaten möglichst gering zu halten, andererseits eine Anknüpfung an die monetäre Rechnung zu ermöglichen. Das heißt die mMFA soll in der Nähe der betrieblichen Kostenrechnung bleiben. Auf Mikro-Ebene geht es aber nicht nur darum. Eine wesentliche Anforderung gilt zusätzlich speziell für die betriebliche Mikro-Ebene: Die grundsätzliche Orientierung nahe der betrieblichen Logik. Dies inkludiert die Nähe zur Kostenrechnung. Nur durch Erfüllung dieses Kriteriums können die methodischen Inhalte den betrieblichen AkteurInnen vermittelt werden. Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzbarkeit der Methode.

„Nur wenn es gelingt, eine Methodik resp. ein Instrument zu entwickeln und zu testen, das auch tatsächlich akzeptiert wird, besteht die Möglichkeit einer instrumentell-methodischen Standardisierung“ (Schaltegger und Sturm 1992: 61).

- **Politikrelevanz:** Analog zur nMFA, die die nationale und supranationale aber auch die regionale Umweltpolitik unterstützt, dient die mMFA als ein Umweltinformationssystem, das die betriebliche und regionale Umweltpolitik unterstützt. Maßnahmen sollen durch sie kontrolliert werden können.
- **Orientierung an Standards:** Eng mit der betrieblichen Umweltpolitik assoziiert ist das betriebliche Umweltmanagement. Die Forderungen der standardisierten Umweltmanagementsysteme nach ISO 14001 und EMAS bezüglich betrieblicher Massenbilanzierung soll durch die mMFA vollständig erfüllt werden. Durch die Orientierung an diese weltweiten bzw. europäischen Standards wird der Weg zur Implementierung eines UMS und seine Zertifizierung bzw. Validierung wesentlich

erleichtert.<sup>1</sup> Dies hat vor allem für die betriebliche Praxis Relevanz. Letztendlich geht es darum, innerhalb der Branche vergleichbare Ergebnisse zu generieren.

- „Top-down“-Verfahren: Eine „Top-down“-Rechnung kann heute noch nicht gefordert werden, ist jedoch anzustreben. Wie Kapitel 3.4 zeigt, ist die Datenlage über den physischen Materialdurchsatz in Krankenhäusern äußerst lückenhaft. Ein „Top-down“-Verfahren ist nach Durchführung empirischer Untersuchungen vor Ort, Aufbau entsprechender Datenbanken und gleichzeitiger Einführung einheitlicher Artikel-Nummerierungs-Systeme mittelfristig vorstellbar.

## 4.2 Systembeschreibung und Systemabgrenzung

Die MFA folgt einem systemischen Ansatz. Zentraler Punkt dabei ist, das System konsistent abzugrenzen. Die Abgrenzung erfolgt nicht nach räumlichen sondern funktionalen Kriterien. Daher ist es notwendig Überlegungen zur Funktion des Systems anzustellen. Ein sinnvoller Ausgangspunkt ist die Frage, wie sich das System selbst definiert, da die Methode letztendlich als Management-Tool im operativen Management Verwendung finden soll. Dabei sei vorausgeschickt, dass Selbstdefinition und Konsistenz nicht in allen Punkten widerspruchsfrei zu erfüllen sind.

Die weiteren Ausführungen sprechen die Grenzen zwischen der materiellen und nicht-materiellen (kulturellen) Seite des Systems an. Das Verständnis über das Zusammenwirken dieser „Welten“ an ihren Schnittflächen steht letztendlich hinter der Erforschung des „gesellschaftlichen Stoffwechsels“.

### Eigendefinition des Betriebs

Das Krankenhaus, die Kernorganisation des Gesundheitssystems, stellt eine institutionelle Einheit dar.<sup>2</sup> Seine Selbstdefinition bezieht und beschränkt sich auf die Kostenstellen des Betriebs. Diese „[...] sind Betriebsbereiche, denen die Kosten entsprechend ihrer Verursachung zugerechnet werden. Sie sind häufig örtliche Bereiche im Betrieb, die nach kostenrechnerischen Gesichtspunkten abgegrenzt und selbständig abgerechnet werden können“ (Kemmetmüller und Bogensberger 1997:

---

<sup>1</sup> Da diese Umweltmanagementsysteme den Betrieben diesbezüglich einen relativ weiten Spielraum lassen, stellen sie an die mMFA-Methode keine zusätzlichen Ansprüche (siehe Kapitel 3.4.1).

<sup>2</sup> Gemäß der Definition des Österreichischen Statistischen Zentralamts gilt eine Einheit dann „[...] als institutionelle Einheit, wenn sie Entscheidungsfreiheit bei der Ausübung ihrer Hauptfunktion besitzt und über eine vollständige Rechnungsführung verfügt“ (ÖSTAT 1995: 41).

23). Das sind zum Beispiel einzelne Stationen, Ambulanzen, Küche, Sterilisation etc. „Daneben gibt es aber auch durch die Aufbauorganisation geschaffene – unter Umständen örtlich nicht abgegrenzte – Kostenstellen, z. B. Vertrieb, Verwaltung“ (ebda.: 23). So stellen die Kostenstellen aus der Sicht der Kostenrechnung die kleinsten zu erfassende funktionelle Einheiten des Betriebs dar.

Entlang der Kostenstellen werden verschiedene funktionale Bereiche des Betriebs in Subsysteme zusammengefasst; z.B. stationärer und ambulanter Bereich (medizinisch-pflegerischer Bereich, Abteilungen), technischer Bereich, Funktions- und Wirtschaftsbereich. Darüber hinaus ist es durchaus üblich in zwei große Dienstleistungsbereiche, in den medizinischen und den nicht-medizinischen Leistungsbereich zu differenzieren (u.a. Heitkamp 1994, Grün 1994, Hubner 1998). Dabei kann zwischen Leistungsarten mit direktem Bezug bzw. ohne direktem Bezug zu den PatientInnen unterschieden werden (Grün 1994). Naheliegend ist es die medizinischen-pflegerischen Bereiche als Kernbereiche des Krankenhauses aufzufassen, die restlichen als unterstützende Bereiche zu definieren. Diese unterstützenden Bereiche (z.B. Verwaltung, Technik, Vertrieb) bilden die Infrastruktur für die Leistungsfähigkeit der zentralen medizinischen Bereiche. Wieviele dieser unterstützenden Bereiche in den Betrieb integriert sind und wieviele und welche ausgelagert werden, ist dabei sehr unterschiedlich. Heute wird Outsourcing<sup>1</sup> immer mehr betrieben und diskutiert (u. a. Heitkamp 1994, Grün 1994). Beispiele dafür sind Energieversorgung, Reinigung, Leasen von Betten oder Mieten der Wäsche, die nicht mehr im Krankenhaus aufbereitet wird.

### Die funktionale Bedeutung des Krankenhauses

Im Krankenhaus, einem Aufenthaltsort und Arbeitsplatz vieler Menschen, stehen Menschen an zentraler Stelle. Menschen in unterschiedlichen Funktionen: Menschen als PatientInnen und Menschen als Arbeitskräfte.

Die zentrale Funktion des Krankenhauses kann als die Reproduktion der Körper der PatientInnen beschrieben werden. Diese wird einerseits durch die spezielle medizinische Versorgung gewährleistet. Hier geht es um die Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der biologischen Funktionen des Körpers, konkret des biologischen Metabolismus (betrifft den medizinisch-pflegerischen Bereich, der oben als Kernbereich identifiziert wurde). Andererseits wird die Reproduktion der Körper durch die sogenannte „Hotelfunktion“, als Bereitstellung der Basisreproduktion bezeichnerbar, gewährleistet (Bereitstellung des Essens, Übernachtungsmöglichkeit, Infrastruktur zur Körperpflege etc.), wie sie auch von anderen Branchen angeboten werden (z.B.

---

<sup>1</sup> Outsourcing bedeutet Fremdbezug (ein Standardthema der BWL).

Gastronomie, Tourismus). Diese Differenzierung spiegelt sich auch in der aktuellen Diskussion zur Kostenreduktion im Gesundheitssystem wider, in deren Zusammenhang immer wieder aufgeworfen wird die „Hotelfunktion“ auszugliedern und abseits der Krankenversicherung zu verrechnen.

Systemtheoretisch formuliert stellt sich die Funktion des Krankenhauses folgendermaßen dar: Der biologische Metabolismus ist die Operation, die das autopoietische System des menschlichen Körper aufrechterhält. Die eigentliche professionelle Funktion des Krankenhauses ist nun die Wiederherstellung der Autopoiesis bzw. die Verhinderung des Abbruchs der Autopoiesis.<sup>1</sup>

Die PatientInnen und ihr biologischer Metabolismus gehören also unmittelbar zum Produktionsbereich, zur zentralen Funktion des Krankenhauses. Die Körper der Arbeitskräfte und ihr Metabolismus spielen in diesem System eine untergeordnete Rolle. Die Reproduktion ihrer Körper - das heißt die Reproduktion der Arbeitskraft - wird hauptsächlich durch andere Sektoren bzw. Institutionen erfüllt (zum Großteil durch die privaten Haushalte), wobei ein gewisser Anteil der Arbeitskraft-Reproduktion durch den Betrieb geleistet wird (siehe dazu Schandl und Zangerl-Weisz 1997, Hutter 2001).

Wenn es darum geht eine MFA eines Krankenhauses zu erstellen, ist nur die physische Seite des Systems und in Folge auch nur die physische Seite der PatientInnen – also ihre Körper und deren materieller Umsatz - von Interesse. Die Konzentration auf die materielle Seite der Menschen ist nicht selbstverständlich. Vor allem ist diese Sichtweise unüblich, wenn es um das System geht, das den Gesundungsprozess des Menschen als spezielle Aufgabe hat. Dementsprechend alt und kontrovers ist die Diskussion darüber. Gerade deshalb ist es wichtig zu betonen, dass beides, Materielles und Kulturelles, Teile des Gesundungsprozesses sind. Beide Seiten sind dabei betrachtenswert und – wie sich herausstellt- ineinander verzahnt. Festzustellen bleibt, dass ein Verständnis über die Interaktionen dieser beider Seiten entwickelt werden muss, wenn es darum geht, Stoffströme zu managen.

Die folgenden Ausführungen – die Darstellung des Systems, der Organisation Krankenhaus mit Hilfe des „sozialen Setting“ Ansatzes - sollen dabei helfen die Grenzen und Schnittflächen dieser beiden Seiten transparent zu machen. Dabei stellt sich heraus, dass die moderne Gesundheitssoziologie eine ganz ähnliche Sichtweise vertritt, wie sie dieser Arbeit zugrunde liegt.

---

<sup>1</sup> siehe dazu die Anwendung des Autopoiesis-Konzepts auf den biologischen Metabolismus von Maturana und Vaela (1975).

### Der soziale Setting Ansatz

Das Krankenhaus wird im Rahmen des von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) organisierten internationalen Programms „Health Promoting Hospitals“ oder „Das Gesundheitsfördernde Krankenhaus“<sup>1</sup> als „soziales Setting“ begriffen (Pelikan und Wolff 1999). Welche Sichtweise über das Krankenhaus liegt diesem soziologischen Ansatz zugrunde? Dafür soll zunächst der Frage nachgegangen werden, was ein „soziales Setting“ ist. Pelikan und Halbmayr erklären dazu zunächst den Vorschlag der WHO, der erklärt, dass „soziale Settings“ identifiziert werden können, indem sie physische Grenzen haben, viele Menschen mit definierten Rollen und eine Organisationsstruktur aufweisen. Und als weiteres spezifisches Merkmal, dass in ihnen Menschen eine Umwelt aktiv benutzen und gestalten (Pelikan und Halbmayr 1999). Die Autoren selbst schlagen vor „[...] unter einem sozialen Setting ein soziales System *und* seine relevanten internen Umwelten zu verstehen, d.h. einen durch spezifische Koppelungen erzeugten System-Umwelt-Verbund“ (ebda.: 25).

Abbildung 6 (Abb. 6: S.78) zeigt die vier unterschiedlichen relevante Umwelten nach der Differenzierung sozio-kulturell und materiell. Hier werden Umwelten der sozio-kulturellen Welt (das sind andere soziale Systeme auf Basis von Kommunikation: 2) von Umwelten der materiellen Welt unterschieden („wilde Natur“, nicht sozio-kulturell transformierte Natur: 4) und Umwelten, die an deren Schnittfläche liegen (1 und 3): Dazu zählen Personen (als Verbund eines Körpers, einer Psyche und eines sozialen Status: 1) und Artefakte, Infrastrukturen und andere Formen sozio-kulturell transformierte Natur (3) (ebda.: 26).

Ohne hier näher auf dieses Modell eingehen zu können, ist das für die Arbeit wesentliche bereits explizit: Im Krankenhaus geht es – wie in jedem „sozialen Setting“ - um eine Organisation, die Menschen einbindet und ihnen spezifische, definierte Rollen zuweist. Weiters: Die Menschen, die Artefakte und Infrastruktur der Organisation stellen die Schnittfläche zwischen der kulturellen und materiellen Welt dar (dabei gehört der Körper – als physischer Teil des Menschen - zur materiellen Welt).

Das heißt für die MFA eines sozialen Systems: der materielle Teil dieser Schnittfläche ist ihr Untersuchungsgegenstand. Wesentlich an diesem Modell für die vorliegende Arbeit – und für einen soziologischen Ansatz nicht selbstverständlich - ist die Darstellung einer kulturellen und einer materiellen Welt als Teile eines „sozialen Settings“. Diese Vorstellung einer materiellen und einer kulturellen „Welt“ mit einer gemeinsamen Schnittfläche kann auch auf größere System, letztendlich auf die

---

<sup>1</sup> Das Gesundheitsfördernde Krankenhaus ist eine Strategie, die Organisationsentwicklung mit Gesundheitsförderung verbindet. Sie beruht auf dem 1986 mit der Ottawa-Charta for Health Promotion der WHO begründetem Setting-Ansatz der Gesundheitsförderung angewandt auf das Setting bzw. die Organisation Krankenhaus (Pelikan und Halbmayr 1999).

gesamte Gesellschaft übertragen werden.<sup>1</sup> Dahinter steht ein Erkenntnisinteresse, das sich um ein besseres Verständnis über das Zusammenwirken an der Schnittstelle der beiden „Welten“ bemüht. Letztendlich geht es dabei um die Interaktionen zwischen Gesellschaft und Natur.

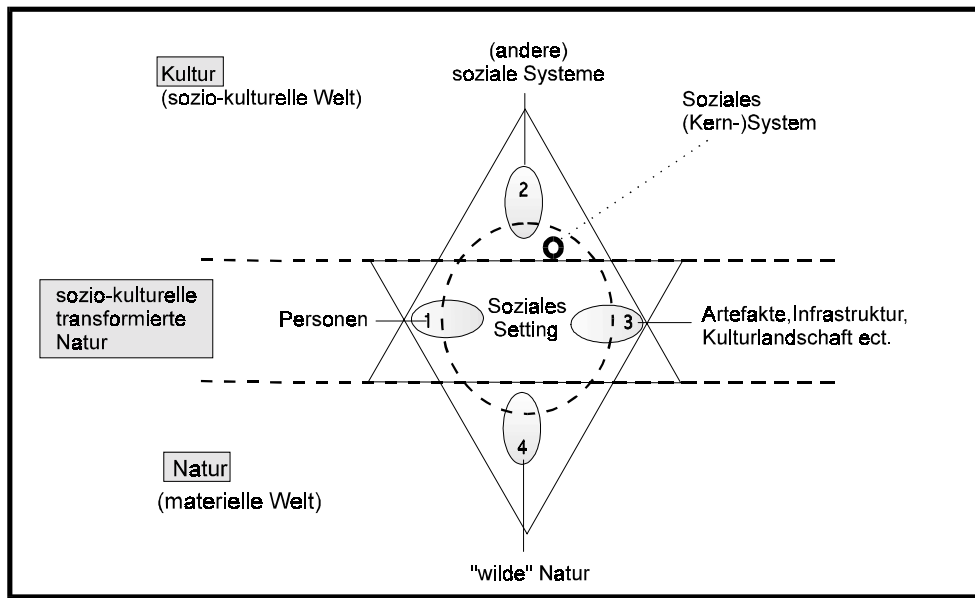


Abb. 6: Darstellung eines sozialen Settings (Quelle: Pelikan und Halbmayr 1999)

Das Krankenhaus hat also neben der kulturellen oder symbolischen Dimension auch eine physische. In dieser Arbeit geht es um die physische, konkret um die materielle Seite des Systems. Die dahinterstehende Botschaft lautet: Auch das Gesundheitswesen, auch das Krankenhaus hat eine materielle Dimension. Diese zu betrachten heißt nicht die andere Dimension zu leugnen, sondern soll vielmehr als Grundlage dienen die Interaktionen zwischen beiden Seiten besser zu verstehen.

### 4.3 Methodische Entscheidungen

Zunächst geht es darum – aufbauend auf den Überlegungen zur Systembeschreibung - die funktionalen Grenzen des Systems Krankenhaus festzulegen. Über die Nennung

<sup>1</sup> Eine analoge Argumentation für die Makro-Ebene, wurde auch auf Basis der Konzepte „Kolonisierung von Natur“ und „gesellschaftlicher Metabolismus“ entwickelt; siehe dazu das Interaktionsmodell Gesellschaft – Natur (Fischer-Kowalski und Weisz 1999).

der physischen Kompartimente (stocks) können die damit assoziierten Flüsse (Input- und Outputflows) identifiziert und grob kategorisiert werden. Dabei wird hier eine vollständige Auflistung aller Flüsse angestrebt, die – gemäß dem Kriterium: Orientierung an der betrieblichen Logik - in der praxisbezogeneren MikroOmen-Tabelle nicht zur Gänze umgesetzt werden kann.

#### **4.3.1 Die Systemgrenzen**

##### Räumliche Abgrenzung

Die räumlichen Systemgrenzen stellen im Wesentlichen die Grundstücksgrenzen dar. Sie spielen für die mMFA nur eine untergeordnete Rolle.

##### Zeitliche Abgrenzung

Das zeitliches Bezugssystem ist analog der nMFA und analog der betrieblichen Kostenrechnung ein Kalenderjahr.

##### Funktionale Abgrenzung

Das Krankenhaus grenzt an andere sozio-ökonomische Systeme und an die Natur. Wobei die Grenze zur Natur auf diesem niedrigen Aggregationsniveau gegenüber der nMFA an Bedeutung abnimmt. Zur Darstellung der funktionalen Grenzen werden die physischen System-Kompartimente, die Bestände des Systems (stocks) definiert. Indem alles, was zur Aufrechterhaltung der „stocks“ aufgewandt wird als „flow“ verrechnet wird, können im Anschluß daran die „flows“ identifiziert und kategorisiert werden (Fischer-Kowalski 1997c).

#### **4.3.2 Die physischen Kompartimente des Systems: die „stocks“**

Zu den physischen Kompartimenten des Bezugssystems werden Menschen und Artefakte gerechnet.



### Menschen

Der Körper des Menschen bzw. sein biologischer Metabolismus steht im System Krankenhaus wie oben ausgeführt im Mittelpunkt des Interesses. Die Reproduktion des (PatientInnen)-Körpers wird dabei als die zentrale Funktion beschrieben. Der gesamte Materialdurchsatz des Systems dient - im Idealfall - direkt oder indirekt letztendlich der Wiederherstellung und Erhaltung der menschlichen Reproduktion. Entsprechend der Konventionen der MFA und gemäß der MFA-Logik muss der Mensch im Krankenhaus in der Funktion als PatientIn als physisches Kompartiment des Systems gesehen werden, dessen Input und Output als „flows“ verbucht werden. Da auch zumindest ein Teil der Arbeitskraft-Reproduktion vom Betrieb geleistet wird, könnte auch der Mensch in der Funktion als Arbeitskraft als physisches Kompartiment angesehen werden. Die Tatsache, dass die Menschen des Systems einen mehr oder weniger fixen PatientInnenstand bzw. Personalstand repräsentieren, liefert ein weiteres Argument dafür, sie als Bestand zu definieren, obwohl die Verweildauer des einzelnen Individuums im System gering ist.

### Artefakte

Artefakte sind Maschinen, Gebäude, Fahrzeuge, Wege, Straßen etc. Also all das, was die Infrastruktur aufbaut. Wie auf Makro-Ebene werden sie als physisches Kompartiment ausgewiesen. Für einen Betrieb werden diese Artefakte Kostenstellen zugeordnet bzw. nach Kostenstellen gegliedert und in Folge nach Kostenstellengruppen gemeinsamer Funktionsbereiche zusammengefasst. Alles andere, was räumlich in den Betriebsbereich fällt, stellt Natur dar: das sind Luft, Gärten und Parkanlagen. Diese Zuordnung erfolgt analog der nMFA. Nach dem Konzept „Kolonisierung von Natur“ (siehe Kapitel 1. 2) werden Gärten und Parkanlagen zwar als kolonisierte Natur, jedoch nicht als gesellschaftliche „stocks“ verstanden.

#### **4.3.3 „Flows“: Erhaltung der physischen Kompartimente**

Die Grundlagen zur Identifizierung aller „flows“ sind die theoretischen Entscheidungen zur Definition und Beschreibung des Bezugssystems und seiner Funktionen, naturwissenschaftlich-medizinische Kenntnisse den menschlichen Metabolismus betreffend, aber auch praktische Erfahrungen aus dem Krankenhaus -Betriebsalltag.

Alles, was zur Aufrechterhaltung der „stocks“ (Artefakte und Menschen) aufgewandt wird, kann nun als „flow“ – genauer als Inputflow - verbucht werden. Der Outputflow

ergibt sich aus der Kenntnis der Transformationsprozesse nach der Gleichung:  $\text{Input} = \text{Output} + \text{Bestandszuwächse}$  (siehe Kapitel 2.2).

Bevor zur genaueren Kategorisierung übergegangen wird, werden die „flows“ entlang der Grenzen, die sie überschreiten, identifiziert.

#### Gruppe 1: „Flows“, die in der Kostenrechnung erfasst werden

Als erste Gruppe werden die „flows“ zwischen gesellschaftlichen Subsystemen identifiziert, die in der betrieblichen Kostenrechnung verbucht werden. Das sind Inputflows und Outputflows von bzw. in andere institutionelle, sozio-ökonomische Systeme (Betriebe). Inputseitig sind das über Produktion, Handel, Dienstleister (z.B. Mietservice, Leasing)<sup>1</sup> und über Versorgungsbetriebe bezogene Produkte, Wasser und Energieträger. Outputseitig fallen darunter Abfälle und Abwasser, die den verschiedenen Entsorgungsbetrieben zugeführt werden, sowie Produkte, die zum Händler, Produzenten oder Dienstleister wieder zurückgehen. Es handelt sich also durchwegs um „flows“, die von der Kostenrechnung in monetären Einheiten erfasst werden.

Das betriebliche Rechnungswesen erfasst nur jene materiellen „flows“, die mit einem Geldfluss verbunden sind. Das heißt: Ein Betrieb ist sich nur jener Materialflüsse bewußt, die mit Geldflüssen verbunden sind. Nach dieser Logik werden „flows“, die in und aus dem biologischen menschlichen Metabolismus fließen nur teilweise erfasst. Die Eigendefinition des Krankenhauses, das ist die Definition über die Kostenstellen, reicht für eine konsistente Berechnung nicht aus, denn es existieren noch weitere Materialströme abseits der Kostenrechnung, die funktional zum KH gehören.

#### Gruppe 2: „Flows“, die in der Kostenrechnung nicht erfasst werden

Materiell bildet sich dieser Bereich im Input über PatientInnen, BesucherInnen und auch Personal ab (und ist durchaus beabsichtigt). Aber auch der Biomüll aus Gärten oder Parkanlagen läuft – zumindest inputseitig - nicht über die Kostenrechnung. Outputseitig wird er als Biomüll-Output (an die entsprechenden Entsorgungsbetriebe) kostenrechnerisch erfasst. Im Gegensatz dazu werden Dünger und Aussaat in der Kostenrechnung nur inputseitig erfasst. Outputseitig werden sie in der vorliegenden Arbeit – analog zur nMFA - als gezielte Ausbringung an die Natur verstanden. Ungezielte Ausbringung an die Natur wird - analog zur nMFA - als dissipativer Verlust bezeichnet.

---

<sup>1</sup> Geleaste Güter (z.B. Wäsche, Reinigungsmops) gehen nicht in das Eigentum des Betriebs über. Die Argumentation, sie als Fluss in das System auszuweisen ist folgende: Sie tragen zur Reproduktion des menschlichen Körpers bei, werden über die Kostenrechnung verbucht und betreffen ökologisch und ökonomisch höchst relevante Bereiche.

All das, was in den Betrieben als *Schwund* bezeichnet wird, hat auch eine materielle Dimension: Er wird in der Kostenrechnung nicht verbucht. Dieser „flow“ ist nicht beabsichtigt, jedoch systemimmanent.

Der Schmutzeintrag stellt einen weiteren „flow“ dar, der nicht beabsichtigt ist. Massenmäßig unbedeutend (siehe Hutter 2001), wird für seine Beseitigung jedoch großer Aufwand betrieben.

Abseits der Kostenrechnung stehen auch „flows“, die mit Verbrennungsprozessen assoziiert sind, das sind biologische (Atmung) und technische Verbrennungsprozesse (Sauerstoff für künstliche Beatmung wird hingegen verrechnet). Weiters Wasser-Output in Form der menschlichen Transpiration.

Die Kategorie „Menschenflow“, die einer konsistenten Erfassung der Materialflüsse zufolge nicht ignoriert werden dürfte, findet keine Entsprechung in der nMFA (weitere Ausführungen dazu siehe Kapitel 4.5).

#### Gruppe 2A: „Flows“ innerhalb der Gesellschaft

So ergeben sich für Gruppe 2A „flows“ innerhalb des gesellschaftlichen Systems, die nicht in der Kostenrechnung erfaßt werden. Das sind Inputflows und Outputflows von bzw. in andere sozio-ökonomische Systeme (Privathaushalte): Input über PatientInnen, BesucherInnen, Angestellte und „Schwund“ (als nicht bestimmungsgemäßer Output) und der Eintrag an „Schmutz“<sup>1</sup>. Weiters zählen die „flows“ der menschlicher Körper der PatientInnen zu dieser Gruppe.

#### Gruppe 2B: „Flows“ zwischen Gesellschaft und Natur

Innerhalb dieser Gruppe werden die „flows“ zusammengefasst, die die Grenze zur Natur überschreiten. Dazu zählen Luftinput (O<sub>2</sub> für technische und biologische Verbrennungsprozesse) und Output (Emissionen), hier spielen die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Verbrennungsprozessen die prominenteste Rolle. Der Biomüll aus Gärten stellt – nach obiger Definition - einen Input in das Bezugssystem und somit einen Input in die Gesellschaft dar (der in der Gesellschaft verbleibend das Krankenhaus jedoch sofort wieder - als ein in der Kostenrechnung verbuchter Output an den Entsorgungsbetrieb - verlässt). Regenwasser, das nicht versickert, gelangt in das Kanalsystem. Es zählt daher auch zu dieser (Unter)gruppe. Wie auf Makro-Ebene wird Dünger und Aussaat (gezielte Ausbringung) und auch künstliche Bewässerung als Output an die Natur verstanden, Ernte würde als Input betrachtet werden. Diese spielt im Krankenhaus jedoch keine Rolle. Die Ausscheidungen des Menschen verlassen das System hauptsächlich über das Abwasser (teilweise auch über den krankenhausspezifischen Abfall), das erst nach Passieren der Kläranlage die Grenze zur Natur überschreitet. Ein

---

<sup>1</sup> Vollständigkeitshalber sei erwähnt, dass der Schmutzeintrag nicht nur aus gesellschaftlichen Prozessen stammt, sondern zumindest teilweise auch aus natürlichen.

Ausscheidungsweg stellt aber einen direkten „flow“ zur Natur dar: die Transpiration des Menschen.

#### Zusammenfassung der funktionalen Grenzziehung

So stellen sich die Grenzen des Bezugssystems Krankenhaus zur Natur über Gärten bzw. Parkanlagen und über die Luft dar, die Grenzen zu anderen sozio-ökonomischen Systemen über andere Betriebe (Handelsfirmen, Produktionsbetriebe, Dienstleistungs-, Versorgungs- und Entsorgungsbetriebe) und über Privathaushalte.

Alle Materialströme, die über die Kostenrechnung verbucht werden, bezeichnen dabei die Grenze zu anderen Betrieben, die restlichen „flows“ bezeichnen die Grenze zu den Privathaushalten und der Natur. Abfall verbleibt – nachdem er den Betrieb verlassen hat – noch im gesellschaftlichen System, indem er den Entsorgungsunternehmen zugeführt wird. Er stellt somit keinen Output an die Natur dar.

#### **4.3.4 Input- und Outputkategorisierung**

Auf Basis der identifizierten Flowgruppierungen können nun unterschiedliche Input- und Outputkategorien festgelegt werden. Diese und ihre Schnittstellen zur nMFA werden hier ohne zu sehr ins Detail zu gehen, aufgelistet. Abschnitt 4.4 bringt im Rahmen der Vorstellung der MikroOMEN-Tabelle zwei konkrete, detailliertere Vorschläge zur Kategorisierung.

##### Input-Kategorien

Inputflows der Gruppe 1 werden zunächst entlang der Kostenarten-Hauptgruppen lt. Kostenrechnungsverordnung grobkategorisiert. Diese differenziert u.a. in medizinische Güter (Gebrauchs- und Verbrauchsgüter zusammengefasst), nicht-medizinische Güter (Gebrauchs- und Verbrauchsgüter zusammengefasst), Energiekosten, medizinische und nicht-medizinische Fremdleistungen (getrennt) und Gebühren (siehe Kapitel 3:4.3).

Durch weitere Unterteilung ergeben sich einzelne Kostenarten wie: medizinische Gebrauchsgüter, medizinische Verbrauchsgüter, Apothekenbedarf, nicht-medizinische Gebrauchsgüter, nicht-medizinische Fremdleistung (Mietservice), Baumaterialien, nicht-medizinische Verbrauchsgüter, Lebensmittel, fossile Energieträger und Wasser.

Für die Bilanzierung des Systems von grundlegender Bedeutung ist die Unterscheidung in Gebrauchs- und Verbrauchsgüter, da Gebrauchsgüter, die länger als ein Jahr im System verbleiben zum Lager gezählt werden müssen.

Inputflows der Gruppe 2A (außer menschliche Körper) werden unter „sonstiger Input“ zusammengefaßt. Die Inputflows der Gruppe 2B ergeben die Kategorien Luft (haupts. Sauerstoff), Biomüll aus Gärten, Regenwasser (ins Kanalsystem). Biomüll und Regenwasser werden unter der Kategorie „sonstiger Input“ subsumiert.

Der Input an menschlichen Körpern stellt eine eigene Kategorie dar. Hier sei bereits vorweggenommen, dass diese Kategorie nicht in die MikroOMEN übernommen werden kann (weitere Ausführungen dazu erfolgen im Abschnitt 4.5).

Inputseitig ergeben sich Schnittstellen zur nMFA bei Wasser, Luft und (fossilen) Energieträgern (siehe Kapitel 2).

### Outputkategorien

Hier wird eine erste Unterscheidung in Abfall und sonstigem Output vorgenommen.

Der Abfall wird in Anlehnung an die nMFA, in festen Abfall, Abwasser, Emissionen und ungezielte Ausbringung (dissipative Verluste) differenziert. Der feste Abfall wird weiter in die Müllkategorien I-V (siehe Kapitel 3.4.3) gegliedert, die – wie das Abwasser – von der Kostenrechnung erfasst werden (Gruppe 1). Emissionen zählen zur Gruppe 2B. Der restliche Output der Gruppe 2B stellt die gezielte Ausbringung dar. Als Outputflow der Gruppe 2A zählt schließlich der „Schwund“.

Weiters stellen auf MikroEbene die Kategorien „nicht-medizinische Fremdleistungen“ (gemeint sind, die an Mietservicefirmen retournierten Güter, wie z.B. Wäsche) und andere retournierte Güter (darunter fallen abgelaufene Produkte, falsche Bestellungen oder Lieferungen) einen Output dar.

Die MikroOMEN-Tabelle baut nun auf all den methodischen Überlegungen und Entscheidungen, wie sie in diesem Kapitel präsentiert wurden, auf. Sie versucht den genannten Kriterien und Anforderungen zu entsprechen. Dies kann nicht vollkommen widerspruchsfrei erfolgen. Die Entwicklung der MikroOMEN-Tabelle ist stark durch den Gedanken an eine Umsetzbarkeit geprägt. Dies impliziert Erfassungslücken, auf die im Abschnitt 4.5 eingegangen wird.

## **4.4 Methodische Umsetzung: Struktur MikroOMEN**

### **4.4.1 Die MikroOMEN Grundstruktur**

Siehe Abbildung 7 und Abbildung 8 (Abb. 7: S. 86 und Abb. 8: S. 87).

**MikroOMEN für ein Krankenhaus  
Grundstruktur  
mit Ausweisung der Makro-Schnittstellen**

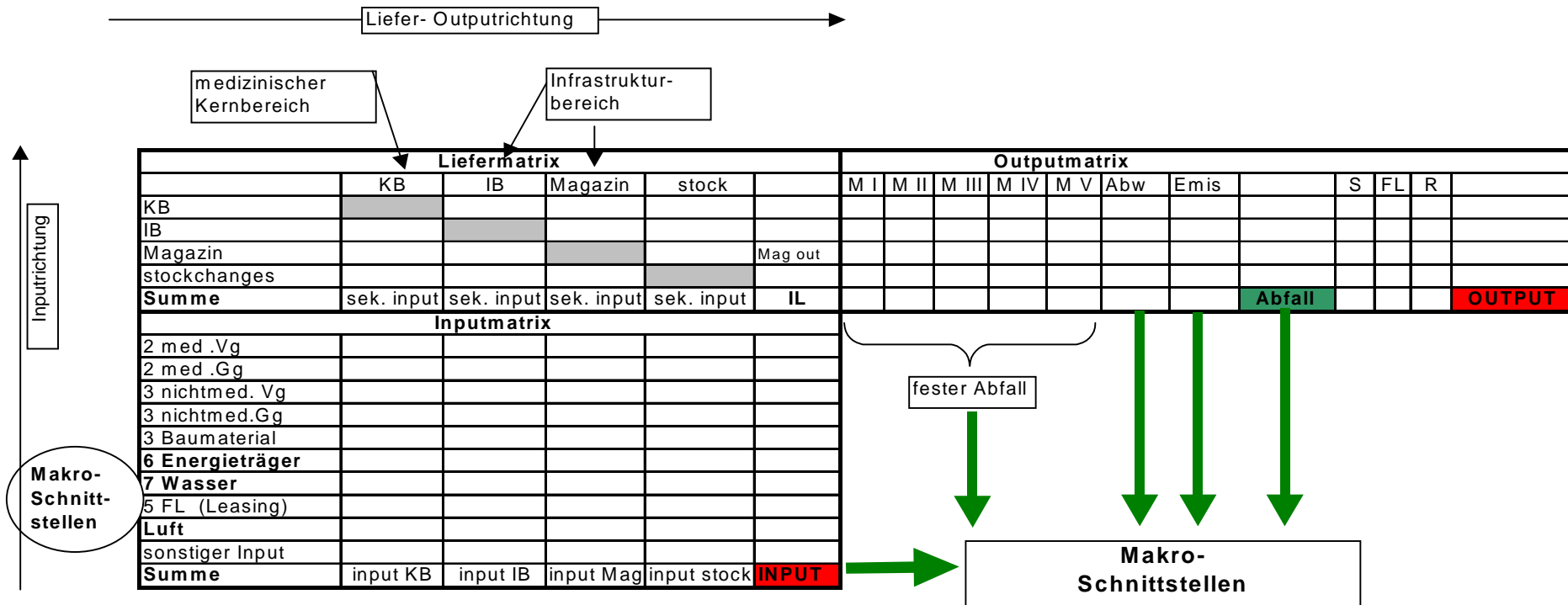


Abb. 7: MikroOMEN Grundstruktur mit Ausweisung der Makro-Schnittstellen (B.U. Weisz, IFF-Soziale Ökologie)

Abb. 7: MikroOMEN Grundstruktur mit Ausweisung der Makro-Schnittstellen  
(B.U. Weisz, IFF-Soziale Ökologie)

**MikroOMEN für ein Krankenhaus  
Grundstruktur**

Liefermatrix					Outputmatrix														
	KB	IB	Magazin	stock		M I	M II	M III	M IV	M V	Abw	Emis		S	FL	R			
KB																			
IB																			
Magazin					Mag out														
stockchanges																			
Summe	sek. input	sek. input	sek. input	sek. input	IL								Abfall					OUTPUT	
Inputmatrix																			
2 med .Vg																			
2 med .Gg																			
3 nichtmed. Vg																			
3 nichtmed.Gg																			
3 Baumaterial																			
6 Energieträger																			
7 Wasser																			
5 FL (Leasing)																			
Luft																			
sonstiger Input																			
Summe	input KB	input IB	input Mag	input stock	INPUT														

Abb. 8: MikroOMEN Grundstruktur (B.U. Weisz, IFF-Soziale Ökologie)

## MikroOMEN für ein Krankenhaus disaggregiert

Liefermatrix								Outputmatrix											
	KB	IB	Küche	Verw	Mag	stock		M I	M II	M III	M IV	M V	Abw	Emis		S	FL	R	
KB			retour		retour														
IB																			
Küche																			
Verwaltung																			
Magazin							Mag out												
stockchanges																			
Summe	sek. input	sek. input	sek. input	sek. input	sek. input	sek. input	IL								Abfall				OUTPUT
Inputmatrix																			
med .Vg																			
med .Gg																			
nichtmed. Vg																			
nichtmed. Gg																			
Apotheke																			
Lebensmittel																			
Reinigungsmittel																			
Baumaterial																			
Energieträger																			
Wasser																			
FL (Leasing)																			
Luft																			
sonstiger input																			
Summe	input KB	input IB	input Kü	input Verw	input Mag	input stock	INPUT												

Abb. 9: MikroOMEN disaggregiert (B.U. Weisz, IFF-Soziale Ökologie)



MikroOMEN stellt in mehrfacher Hinsicht eine Verbindung zur nMFA her: Es wird die Wiener nMFA-Methodik auf die Mikro-Ebene übertragen. Das heißt allgemeine Konventionen und Kriterien werden übernommen, die Ausweisung der Systemgrenzen erfolgt nach den Entscheidungen der nMFA und die Systematik des Systems erfolgt analog (auf nationaler Ebene nach Wirtschaftsbereichen, auf betrieblicher Ebene nach Kostenstellenbereichen). Weiters gibt es Übereinstimmung mit einigen Material-Kategorien. Diese werden als Schnittstellen bezeichnet. Diese Verbindungen zwischen mMFA und nMFA werden in der vorliegenden Arbeit als Mikro-Makro-Link verstanden.

Die MikroOMEN-Matrix (siehe Abb. 7 und Abb. 8: S. 86 und S. 87) besteht – wie die OMEN-Matrix (siehe Kapitel 2: Abb. 1) - aus drei Quadranten: Den Input-Quadranten (links unten), den Liefer-Quadranten (links oben) und den Output-Quadranten (rechts oben). Die Inputrichtung verläuft vertikal entlang der Spalten. Die Liefer- bzw. Outputrichtung horizontal entlang der Zeilen. Wie bei jeder Materialflussrechnung werden die Flüsse in physischen Einheiten (Kilogramm oder Tonnen) angegeben.

Der erste Quadrant, der **Input-Quadrant** oder die Input-Matrix (links unten) zeigt alle Materialflüsse, die in das System gehen. Diese Inputs überschreiten somit die Grenze des Bezugssystems Krankenhaus.

In der Grundstruktur werden 10 Inputkategorien unterschieden. Die in der Kostenrechnung (monetär) ausgewiesenen Kategorien entsprechen dem Einkauf des Betriebs. Diese werden mit der entsprechenden Hauptgruppennummer (lt. Kostenrechnungsverordnung, siehe Kapitel 3.4.3) versehen. Die letzten beiden Kategorien werden in der Kostenrechnung nicht erfasst.

#### Inputkategorien der Grundstruktur

2 med. Vg: medizinische Verbrauchsgüter:

2 med. Gg: medizinische Gebrauchsgüter:

3 nichtmed Vg: nicht-medizinische Verbrauchsgüter

3 nichtmed. Gg: nicht-medizinische Gebrauchsgüter

3 Baumaterialien

6 Energieträger

7 Wasser

5 FL: nicht-medizinische Fremdleistungen (Leasing)

Luft: Sauerstoff (O<sub>2</sub>)

sonstiger Input (über Personal und BesucherInnen, sowie Regenwasser und Biomüll)

Nach diesen Kategorien wird der *direkte Input* in das System zusammengefaßt (unterste Zeile des Inputquadranten), seine Summe als Input (INPUT, unterste Zeile, rechte Spalte) ausgewiesen.

Schnittstellen zur nMFA (Abb. 7: S. 86) sind inputseitig die Kategorien Energieträger, Wasser und Luft. Die Kategorie Luft ist auf höhere Ebene aggregierbar, da sie einen Input aus der Natur darstellt. Die Inputkategorien Energieträger und Wasser werden ebenfalls in der nMFA ausgewiesen. Sie sind im Prinzip ebenfalls aggregierbar, wobei die Herkunft dieser Flüsse bedacht werden muss. (Diese „flows“ kommen aus einem anderen gesellschaftlichen System und nicht aus der Natur).

Eine Differenzierung in Brutto- und Nettogewicht bzw. die Ausweisung des Nettogewichts des Produkts und seiner Verpackung (z.B. 10/1, siehe Kapitel 3: Abb. 4) ist möglich.

Nicht unwesentlich ist die Unterscheidung in Gebrauchs- und Verbrauchsgüter. Gebrauchsgüter, die länger als ein Jahr im System verbleiben, werden – analog zur nMFA - als Lager verstanden und dem Bereich „stock“ zugerechnet (siehe Liefermatrix). Deshalb ist diese Kategorie bereits in der Grundstruktur ausgewiesen.

Die Kategorie Baumaterialien wird ebenfalls bereits in der Grundstruktur eigens ausgewiesen, da es sich hier um eine massenmäßig besonders große Gruppe handelt.

Der zweite Quadrant, der **Liefer-Quadrant** oder die Liefer-Matrix (links oben) zeigt die Materialflüsse innerhalb des Systems (intrabetriebliche Materialflüsse). Die Spalten und Reihen sind gleichermaßen aufgebaut und zeigen – in der Grundstruktur - eine grobe Einteilung des Systems in zwei große funktionale Bereiche (Subsysteme). Dabei werden die Kostenstellen - als kleinste Erfassungseinheiten - zu den Funktionsbereichen medizinischer Kernbereich (KB) und nicht-medizinischer Infrastrukturbereich (IB) aggregiert. Im medizinisch-pflegerischen Kernbereich werden diejenigen Kostenstellen zusammengefasst, die durch ihre Hauptfunktion (Diagnose, Therapie, Rehabilitation, etc.) zur ambulanten und stationären medizinisch-pflegerischen Betreuung der PatientInnen eingerichtet sind: Das sind Stationen, Ambulanzen, Diagnose-Einrichtungen wie Labors, Röntgen und Therapie- Einrichtungen wie physikalische Therapie, Ergotherapie. Weiters zählen dazu alle Bereiche, die sich mit Forschung und Lehre beschäftigen.

Der nicht-medizinische Bereich umfaßt Verwaltung, Technik, Fuhrpark, Telefonzentrale etc. und wird als Infrastrukturbereich (IB) subsumiert. Aus diesem ist die Kostenstelle Magazin<sup>1</sup> herausgehoben. Dies entspricht den internen Transportflüssen im Krankenhaus, da viele Artikel zunächst dort zwischengelagert werden, bevor sie von

---

<sup>1</sup> Der Begriff Lager wird hier gemieden und durch den Begriff Magazin ersetzt, da Lager – wie erwähnt - in der nMFA die Güter darstellen, die länger als ein Jahr im System verweilen.

den einzelnen Kostenstellen bezogen werden.

Diesen nach Kostenstellen zusammengefassten Bereichen KB und IB wird analog zur nMFA ein weiterer hinzugefügt: der Bereich Bestandsänderung (stockchanges). Dieser findet innerhalb des betrieblichen Kostenstellenplans keine Entsprechung. Die Darstellung des Inputs bzw. Outputs des Bestands ist jedoch eine grundlegende Voraussetzung für die Bilanzierung des Systems. Hierher wird alles gezählt, das den Bestand aufbaut, aber auch – wie auf nationaler Ebene – Güter, die länger als ein Jahr im System verweilen.

Die staffierten Kästchen zeigen Lieferungen innerhalb der zusammengefassten Bereiche an bzw. bieten die Möglichkeit, Lieferungen innerhalb der zusammengefassten Bereiche aufzuzeigen.

Die entlang der Lieferichtung letzte Spalte der Liefermatrix zeigt den Output der vier Bereiche an (Summe des Output der Subsysteme ohne der internen Lieferungen). Hervorgehoben ist der Output aus dem Magazin (dies sind zwischengelagerte Güter, die als sekundärer Input in die übrigen Subsysteme intern weiter geliefert werden).

Entlang der Input-Richtung wird der *sekundäre Input* (sek. Input) für jeden Bereich summiert. Das Ausmaß aller internen Lieferungen im System wird unter IL (interne Lieferungen) zusammengefasst (entspricht der total processing matrix der OMEN-Tabelle, siehe Kapitel 2: Abb. 1).

Den thermodynamischen Grundsätzen folgend gilt für die Bereiche KB und IB, dass für eine Rechnungsperiode der Input mengenmäßig gleich dem Output sein muss. Dies gilt nicht für den Bereich Magazin und „stockchanges“.

Der dritte Quadrant, der **Output-Quadrant** oder die Output-Matrix (rechts oben) zeigt nach Herkunftsbereich die Flüsse, die das System verlassen. Die grobe Kategorisierung Abfall und Nicht-Abfall wird noch weiter unterteilt.

Der feste Abfall wird in die fünf Müllfraktionen (I bis V) differenziert. Abwasser und Emissionen werden eigens ausgewiesen. (Gezielte Ausbringung und dissipative Verluste sind exkludiert, siehe dazu Kapitel 4.5).

Der restliche Output (nicht-Abfall) entfällt auf „geleaste“ Produkte, die zurück zu den Mietfirmen gehen (FL steht für nicht-medizinische Fremdleistungen), auf Produkte, die retourniert werden (R steht für „retour“) und auf Produkte, die verloren gehen oder verwendet werden (S steht für Schwund).

Die Summe des festen Abfalls sowie Abwasser und Emissionen ergeben den Gesamtabfall (Abfall). Werden die Outputkategorien S, FL und R dazugezählt ergibt sich der Gesamtoutput (OUTPUT) des Systems. Dieser entspricht in der OMEN Tabelle der nMFA dem *direct output*.

Für die betriebliche Bilanz gilt:

$$\text{Input (Summe direkter Input)} = \text{Output (Summe direkter Output)} + \\ + \text{Stockinput} - \text{Stockoutput} + \text{Magazininput} - \text{Magazinoutput}$$

Keinen Eingang in die MikroOMEN-Struktur finden – neben den Outputkategorien gezielte Ausbringung und dissipative Verluste – menschliche Körper (weder input- noch outputseitig).

Schnittstellen zur nMFA sind outputseitig: Summe fester Abfall, Abwasser und Emissionen.

#### **4.4.2 MikroOMEN disaggregiert**

Siehe Abbildung 9 (Abb. 9: S. 88).

Je nach konkretem Untersuchungsziel können nun die in der Grundstruktur (Abb. 7 und Abb. 8: S. 86 und S. 87) zusammengefassten Bereiche bis zu den kleinsten betrieblichen Erfassungseinheiten, den Kostenstellen, getrennt ausgewiesen werden. Die gewählten Inputkategorien des Einkaufs können wahlweise in disaggregierten Artikelgruppen bis hin zu einzelnen Artikeln getrennt aufgelistet werden, da die Kostenrechnung inputseitig jeden einzelnen Artikel erfasst. Outputseitig ist die Datenlage schlechter (siehe Kapitel 3.4.3). Mit Rücksicht darauf wird eine gegenüber der Grundstruktur stärkere Disaggregation im Bereich Abfall nicht vorgenommen. Dasselbe gilt für die Inputkategorie „sonstiger Input“.

Abbildung 9 MikroOMEN disaggregiert (Abb.9: S. 88) zeigt einen Vorschlag, der einen besseren Einblick in das System und seine internen Flüsse gibt. Basis dafür sind Kenntnisse der Autorin über Abläufe im Krankenhaus und Untersuchungen im Wiener AKH von Daxbeck et al. (1999). Dabei werden die Bereiche Küche und Verwaltung, die für interne Materialflüsse als relevant angesehen werden aus dem IR-Bereich ausgelagert und eigens ausgewiesen. Inputseitig werden die massenmäßig bedeutendsten Artikelgruppen, der Bedarf aus der Apotheke, Lebensmittel und Reinigungsmittel herausgestellt. Auf die Zuweisung der Hauptgruppennummer wird verzichtet. Outputseitig wird die Grundstruktur nicht verändert. In der Liefermatrix zeigt der Vermerk *retour* einen internen Fluss an, der im Idealfall gegen Null geht.

Wie erwähnt, stellt die MikroOMEN-Tabelle einen Kompromiss zwischen theoretischem Anspruch und praktischer Anwendbarkeit dar. An dieser Stelle angelangt ist es nicht

sinnvoll weitere theoretische Vorarbeit zu leisten. Der nächste Methodenschritt muss nun im Rahmen einer praktischen Anwendung erfolgen. In der vorliegenden Arbeit geht es nun vielmehr darum die Methode zu diskutieren und Probleme, wie sie aus theoretischer Sicht erscheinen, anzusprechen.

#### **4.5 Methodendiskussion MikroOMEN**

Die Herausforderung eine MFA-Methodik für einen Betrieb zu entwickeln, ist durch die Orientierung an der betrieblichen Logik geprägt. Der Ansatz muss dem Betrieb vermittelbar sein. Das heißt die Rechnung muss in der Praxis Akzeptanz finden und soll verstanden werden. Das bedeutet, dass die Rechnung der ökonomischen einzelwirtschaftlichen Realität nicht zu fern sein darf. So geht es letztendlich darum einen „Spagat“ zwischen methodischer Konsistenz und Akzeptanz in der Praxis, zwischen Vollständigkeit und zumutbarem Aufwand zu vollziehen. Das heißt die Methode soll – zumindest als Diskussionsbasis - in die Praxis transportierbar sein.

Aus theoretischer Sicht ergeben sich nun verschiedene Diskussionspunkte, die hier behandelt werden. Der Stellenwert der einzelnen Probleme stellt sich womöglich im Zuge der praktischen Umsetzung anders dar. Es ist anzunehmen, dass manches leichter zu lösen sein mag oder sogar seine Relevanz verliert. Manche Probleme werden jedoch neu hinzu treten und weitere Entscheidungen werden zu treffen sein. Daraus gewonnene Erfahrungen müssen in Folge in eine weitere theoretische Bearbeitung einfließen.

Im Folgenden werden die wesentlichen Elemente der MikroOMEN-Tabelle besprochen und einzelne methodische Aspekte hinsichtlich ihrer Bedeutung und Machbarkeit diskutiert, Empfehlungen abgegeben, Forderungen gestellt und Probleme aufgezeigt, wie sie aus jetziger theoretischer Sicht erscheinen. Vor allem soll auf Erfassungslücken und damit verbundenen Konsistenzproblemen eingegangen werden.

##### ***4.5.1 Allgemeine Ausführungen zur Matrix***

###### *Die Grundstruktur*

Die Grundstruktur (Abb. 7 und Abb. 8: Kapitel 4.4.1) liefert einen guten Überblick über das gesamte System ohne zu sehr ins Detail zu gehen. Das Bezugssystem wird durch seine funktionalen Subsysteme dargestellt. Hinzu kommt der Bereich „stockchange“,

der zur Bilanzierung des Systems eingeführt werden muss. Die Abbildung der Materialflüsse (intra- und intersystemare) entlang der Input- und Lieferichtung durch die drei Quadranten kann von der OMEN-Struktur übernommen werden. Die Grundstruktur kann und soll abhängig vom konkreten Untersuchungsziel und der Datenlage abgewandelt werden.

Die grobe Kategorisierung des Inputs richtet sich zunächst nach der nMFA. Die Kategorien Luft, Wasser und fossile Energieträger können für eine mMFA übernommen werden. Da die Makro-Rechnung nicht auf Produktebene geht, werden auch keine Produktaggregate vorgeschlagen. So richten sich die Kategorisierung des Einkaufs der verschiedenen Artikel zunächst nach den Hauptgruppennummern lt. Kostenrechnungsverordnung. Diese erweisen sich jedoch als zu stark aggregiert. Auf Artikelverzeichnisse und deren Nummerierungssysteme wurde nicht Rücksicht genommen, da sie innerhalb der Branche (noch) uneinheitlich sind.

Sinnvoll ist die Trennung in Verbrauchs- und Gebrauchsgüter wie es die MikroOMEN vorschlägt und die eigene Ausweisung der Baumaterialien (s.u.), aber auch geleaste Produkte müssen eigens ausgewiesen werden, da sie für eine Rechnung auf höherer Ebene zu Doppelzählungen führen würden. Die MikroOMEN ist so gestaltet, dass diese Materialien vom Gesamtinput subtrahiert werden können.

#### MikroOmen dissagregiert

Einen Vorschlag zu einer disaggregierten Tabelle zeigt Abbildung 9 (siehe Kapitel 4.4.2). Hier sind besonders relevante Bereiche (Küche und Verwaltung) und Inputkategorien (z.B. Apothekenbedarf, Lebensmittel) eigens ausgewiesen. Andere Varianten könnten z.B. aus dem medizinisch-pflegerischen Kernbereich (KB) einzelne Stationen oder aus den medizinischen Gütern bestimmte Produktgruppen, wie Einmal-Medicalprodukte („Wegwerfprodukte“) und ihre Mehrwegvarianten herausstellen. Grundsätzlich gilt: Je weiter disaggregiert wird, desto genauer wird die Analyse des Systems, desto transparenter werden die Flüsse innerhalb des Systems.

#### Verpackungen und andere „seltsame flows“

Wie in der Praxis bereits üblich (siehe Kaptitel 3.4.3) wird bei der massenmäßigen Erfassung des Inputs eine Differenzierung in Brutto- und Nettogewicht empfohlen. So sind beispielsweise 10 Masse-Einheiten Produkt und 1 Masse-Einheit Verpackung durch die Schreibweise 10/1 darstellbar. Durch diese Vorgangsweise können Rückschlüsse auf die Verteilung des Output gezogen werden. Dies ist bei der Abschätzung fehlender Output-Daten sowie für die Überprüfung der Rechnung von

Bedeutung. Weiters werden wertvolle Informationen über das Verhältnis Produkt zu Verpackung gewonnen.

Eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis würde eine Ergänzung der Produktdeklaration um die Brutto- und Nettogewichte durch die Produzenten bringen. Diese Forderung an die Produktionsfirmen ist nicht neu und soll an dieser Stelle wiederholt werden.

Die Erfassung der Verpackungen bringt jedoch neben dem zeitaufwendigen Wiegen noch weitere Probleme mit sich. Zum einen steht Verpackung als Überbegriff für verschiedene Verwendungsarten an Verpackungen: die eigentliche Produktverpackung, eine oder auch mehrere Überverpackungen und Transportverpackungen (siehe Kapitel 3.4.3). Aus diesem Grund ist die Verwendung des Begriffs Verpackung nicht eindeutig und muss näher erklärt werden. Weiters sind Kenntnisse über die Abläufe im Zuge der Lieferungen der Produkte bis hin zum Ort des Verbrauchs im jeweiligen Krankenhaus nötig, um klarstellen zu können, wo welche Verpackungen anfallen.

Die Behandlung der Transportverpackungen stellt sich als besonders schwierig heraus, da diese Verpackungen nach dem Input in das System Krankenhaus (ohne einer Kostenstelle zugeordnet zu werden) sofort zum Output werden. Zudem sind sie mengenmäßig schwer erfassbar. Die Zulieferer verwenden sie – wie der Name selbst erklärt - nur zum Zwecke des Transports und entsorgen sie zum Großteil gleich am Ort der Lieferung (im Betrieb) in die entsprechenden betriebseigenen Container (für Kartonagen). Sie werden über keine Kostenstelle als Input verzeichnet, aber über die Entsorgungswege des Krankenhauses als Output entsorgt. Die Kosten dafür zahlen die Zulieferer direkt an die für die Entsorgung zuständigen Entsorgungsunternehmen (in Wien an die ARA). Das heißt, diese Verpackungen gehören funktional nicht zum Krankenhaus, werden weder mengenmäßig ausgewiesen noch scheinen sie kostenmäßig auf. Gemäß der Systemabgrenzung stellen sie keinen Input ins System dar. Da sie aber in den Mülloutput des Krankenhauses gehen, der nach Anzahl der Container gemessen wird (siehe Kapitel 3.4.3) werden Transportverpackungen hier als Output und damit, dem Bilanzprinzip folgend, auch als Input verstanden. Dabei stellt die Frage nach der gewichtsmäßigen Erfassung kein zu großes Problem dar. Durch entsprechende Recherchen müßte diese zumindest von der Größenordnung her eruiert sein.

Eine ähnliche Input-Output-Struktur hat noch ein weiterer „flow“: der Biomüll aus Gärten. Dieser wird in der MikroOMEN inputseitig unter „sonstigem Input“ subsumiert. Er ist massenmäßig relativ leicht zu erfassen (Biomüllcontainer) und spielt vermutlich häufig eine untergeordnete Rolle. Hat ein Krankenhaus jedoch größere Parkanlagen ist dieser Fluss sehr wohl relevant und sollte auch eigens ausgewiesen werden.

Die Abbildung all dieser „flows“ erfolgt in der MikroOMEN-Matrix, in eigenen Vektoren des Input- und Output-Quadranten. Auch die Einführung eines vierten Quadranten zur Erfassung dieser und anderer „seltsamer flows“ wäre überlegenswert.

### Lager und Bestand

Langlebige Konsumgüter, die länger als ein Jahr im System verweilen, sind nach der Definition der nMFA Teil des Lagers des Systems. Wie auf Makro-Ebene ist es auch hier zur Bilanzierung des Systems wichtig zwischen Input, der in den Bestand fließt und zwischen Input, der nicht lange verweilt, zu unterscheiden. Dies verlangt eine Einteilung des Systems, die den Bestand bzw. seine Änderungen als eigenen Bereich anführt. Diese Vorgehensweise findet keine Entsprechung in der Einteilung des betrieblichen Rechnungswesen.

In der OMEN-Matrix wird das Lager dem Bereich „stockchanges“ zugeordnet. Ob diese Vorgangsweise auch auf Mikro-Ebene übernommen werden soll, bleibt fraglich. Als Alternative dazu bietet sich an, das Lager als ein weiteres Subsystem auszuweisen oder für jedes Subsystem ein eigenes Lager einzurichten. Letzteres würde zu einer sehr großen Verflechtungsmatrix führen und auf Kosten einer übersichtlichen Darstellung gehen. Als Vorteil ist eine transparente Zuordnung des Lagerinputs in die jeweiligen Subsysteme und eine bessere Kompatibilität zum betrieblichen Rechnungswesen zu sehen.

Der zentrale Inputflow in den Bereich „stockchanges“ sind jedoch Materialien, die die Infrastruktur erhalten und aufbauen. Dabei ist die eigene Ausweisung der massenmäßig größten Materialien empfehlenswert, da es sonst zu starken Überlagerungen kommen würde. Dem wird die MikroOMEN-Tabelle gerecht, indem Baumaterialien als eigene Inputkategorie angeführt werden.<sup>1</sup> Eventuell könnte es sich als zweckmäßig herausstellen die Baumaterialien gemeinsam mit anderen infrastrukturbildenden Produkten bzw. Materialien als Infrastrukturkategorie zu subsumieren.

### Magazin und Liefermatrix

Die Subsystem-Einteilung nach zusammengefassten Kostenstellen (und „stockchanges“) sieht bereits in der Grundstruktur die Darstellung des Magazins als eigenen Bereich vor. Diese Struktur macht die internen Lieferbeziehungen, die zwischen dem Magazin und den übrigen Kostenstellen bestehen transparent. Dadurch wird die MikroOMEN-Tabelle auch der im betrieblichen Rechnungswesen des

---

<sup>1</sup> Hier wird die Vermutung angestellt, dass die Baumaterialien ähnlich wie auf Makro-Ebene auch auf Mikro-Ebene massenmäßig stark im Vordergrund stehen (siehe dazu Schandl et al. 2000).



Krankenhauses üblichen Trennung zwischen Einkauf und Verbrauch gerecht. Hier gilt als Einkauf der Input ins Magazin, als Verbrauch der Input (direkte oder sekundäre über das Magazin) in die einzelnen Kostenstellen (Parnes 1999: persönliche Mitteilung). So kann durch die getrennte Ausweisung des Magazins in der vorgeschlagenen Matrix zwischen Einkauf und Verbrauch – nach betrieblicher Definition - differenziert werden. Die Summe aller Lieferungen vom Magazin ist in der letzten Spalte der Liefermatrix als Magazin-Output summiert. Magazin-Output und direkter Input in die Bereiche KB und IB ergeben somit den Verbrauch im Erfassungszeitraum an.

Für die betriebliche interne Logistik und das Bestellwesen interessant ist auch die Ausweisung der Flüsse von den Kostenstellen zurück zum Magazin, in Abbildung 9 (Kapitel 4.4.2) als „retour“ bezeichnet. Diese Flüsse können durch falsche Bestellungen, falsche bzw. fehlerhafte Lieferungen, abgelaufene Waren etc. hervorgerufen werden. Auch der Fluss vom Kernbereich (Stationen) zurück zur Küche kann – neben der vorgesehenen Rücklieferung des Geschirrs und der Essensreste auf ein fehlerhaftes Bestellwesen hinweisen.

Ist die Apotheke nicht ausgelagert sondern Teil des Systems kann eine eigene Ausweisung ebenfalls empfohlen werden. Rücklieferungen vom KB an die Apotheke werden durch abgelaufene Produkte oder durch fehlerhafte Lieferungen verursacht.

### Outputmatrix

Die grobe Outputkategorisierung in festen Abfall, Abwasser und Emissionen richtet sich nach der nMFA. Die differenziertere Darstellung des festen Abfalls folgt der im Krankenhaus üblichen Kategorisierung in fünf Müll-Fraktionen.

Gezielte Ausbringung von Saatgut, Dünger etc. in die Natur sowie dissipative Verluste (gemäß nMFA) werden vorerst exkludiert. Diese Kategorien dürften für ein Krankenhaus massenmäßig von geringer Bedeutung sein. Bei größeren Parkanlagen kann die gezielte Ausbringung jedoch eine wichtigere Rolle spielen. Die Integration dieser Kategorien in die Struktur der MikroOMEN ist ohne Probleme möglich. Dabei bleibt jedoch zu bedenken, dass die betriebswirtschaftliche Logik diese Kategorien nicht als Output erkennt (s.u.).

### Schnittstellen zur nMFA, Aggregierbarkeit der Ergebnisse

Die MikroOMEN-Rechnung zeigt gleiche Kategorisierung und somit Schnittstellen zur nMFA in den Inputkategorien Wasser, Luft und fossile Energieträger und in den Outputkategorien fester Abfall, Emissionen, Abwasser.

Werden Daten aggregiert ist das größte Problem das der Doppelzählung. Sollen betriebliche Daten, wie sie aus der vorgestellten MikroOMEN generierbar sind, auf höherer Ebene zusammengefaßt werden, muss darauf Rücksicht genommen werden. Das heißt: die Herkunft der „flows“ muss dabei bedacht werden. Die Kategorie Luft kann als Input von der Natur, die Kategorie Emissionen als Output an die Natur aggregiert werden. Die „flows“ Energieträger, Wasser, fester Abfall, Abwasser bewegen sich innerhalb des gesellschaftlichen Systems. Sie dienen auf nationaler Ebene der Analyse inter- bzw. intrasektoraler Lieferungen.

#### **4.5.2 Erfassungslücken – Konsistenzprobleme**

Im folgendem wird – wie am Beginn der Kapitels gefordert – die MikroOMEN auf bestehende oder potentielle Erfassungslücken untersucht. Diese werden aufgezeigt und argumentiert.

In der MikroOMEN sind die Bereiche des Systems (Subsysteme der Grundstruktur: KB, IR, Magazin und „stockchanges“) so allgemein gefasst, dass sich keine Erfassungslücken zeigen. In den Bereich „stockchanges“ könnte auch die Änderung des Menschenstocks einfließen. An der Kategorisierung der „flows“ werden jedoch Lücken explizit.

Outputseitig werden – wie erwähnt - dissipative Verluste und gezielte Ausbringung nicht erfasst. Den dissipativen Verlusten wird nur eine geringe Bedeutung zugeschrieben. Gezielte Ausbringung kann teilweise größere Ausmaße annehmen (Parkanlagen). Der Betrieb versteht diese Kategorie jedoch nicht als Output. Argumentiert wird diese Erfassungslücke also mit einer besseren Übersichtlichkeit, erleichterten Anwendbarkeit und Akzeptanz. Sollten diese Kategorien, die die nMFA ausweist, in die MikroOMEN integriert werden, ist dies ohne Probleme möglich.

Aber noch eine weitere Erfassungslücke wird explizit: Die „flows“ menschlicher Körper. Auf diese bestehende Lücke und weitere Einschränkungen, die mit den Menschen des Systems bzw. ihrem Metabolismus eng assoziiert sind, muss näher eingegangen werden.

#### **Einschränkung 1 zu Gunsten der Operationalisierbarkeit führt zu Bilanzproblem 1**

Die Menschen des Systems (PatientInnenstand, Personalstand) werden als physisches Kompartiment des Systems verstanden und definiert. Demzufolge müsste der „flow“ der menschlichen Körper (zumindest der PatientInnenflow) auch gerechnet werden. Die MikroOMEN schließt das aus, indem sie dafür keine Kategorien vorsieht.

Der menschliche „stockinput“ und „stockoutput“ wird aus folgenden drei Gründen nicht gerechnet:

1. Es ist davon auszugehen, dass ein betrieblicher Bilanzierungsansatz, der den „flow“ menschliche Körper in Gewichtseinheiten ausweist, von der Praxis nicht angenommen wird. Dieser Ausweisung fehlt jegliche umweltpolitische Relevanz und Entscheidungsrelevanz.
2. Bislang wurden auch auf Makro-Ebene (Adriaanse et al. 1997, Wolf et al. 1998, Schandl et al. 2000, Mathews et al. 2000, EUROSTAT 2001) und Meso-Ebene (siehe u.a. Schandl und Zangerl-Weisz 1997; Hutter 2001) von einer Quantifizierung der menschlichen Körper abgesehen.
3. Letztendlich würde die Berechnung der menschlichen „stockchanges“ zum Zwecke einer Bilanzierung nur dann dienlich sein, wenn mit den tatsächlichen Massen (nicht mit Durchschnittsmassen) gerechnet würde. Dies wäre nur mit großem Aufwand durchführbar.

Die Quantifizierung des „Menschenflow“ steht somit fern jeder betrieblichen Logik und Umsetzbarkeit und wird von der Makrorechnung – noch nicht - vorgegeben. Diese Entscheidung führt jedoch auf betrieblicher Ebene zu Konsistenz- und Bilanzierungsproblemen, da gewisse menschliche „stockchanges“ – auch in der betrieblichen Kostenrechnung - sehr wohl erfasst werden (inputseitig z.B. Bluttransfusionen, Substitutionen, Implantate, Prothesen, outputseitig z.B. entnommenes Gewebe, Organe, Körperteile, Blut und Sekrete). Dieses Problem kann hier nur aufgezeigt werden. Es kann nur in einem größeren Rahmen diskutiert und gelöst werden.

#### Einschränkung 2 zu Gunsten der Operationalisierbarkeit führt zu Bilanzproblem 2

Die Besonderheit des „Menschenflow“ liegt darin, dass er den Bestand aufbaut und gleichzeitig Teil des Bestands ist. Anders als die „flows“ menschlicher Körper ist die Berechnung der mit ihrem Metabolismus assoziierten „flows“ in der Struktur der MikroOMEN konzeptionell vorgegeben. Jedoch sollen hier – ebenfalls mit dem Hauptargument eine Akzeptanz in der Praxis zu finden - Einschränkungen empfohlen werden. Konkret handelt es sich dabei um „flows“, die durch die biologische Atmung ( $O_2$  und  $CO_2$ ) und die Transpiration des Menschen ( $H_2O$ ) verursacht werden.

Es wird vorgeschlagen, auf die Berechnung des Sauerstoff-Inputs ( $O_2$ ) für biologische Verbrennungsvorgänge und des daraus resultierenden Kohlendioxid-Outputs ( $CO_2$ ) und des Wasser-Outputs ( $H_2O$ ) durch Transpiration zu verzichten. Diese Flüsse sind für den Betrieb von geringem Interesse. Sie haben keine umweltpolitische Relevanz und keine Entscheidungsrelevanz.

Werden inputseitig Getränke, Infusionen, Lebensmittel und Sondennahrung gemessen, der Output an CO<sub>2</sub> und Transpirationswasser jedoch nicht, verursacht das bei der Bilanzierung des Systems natürlich weitere Probleme (siehe dazu EUROSTAT 2001, Mathews et al. 2000). Auch hier gilt: Diese Konsistenzprobleme können im Rahmen dieser Arbeit nur aufgezeigt und nicht gelöst werden.

Anders stellt sich die Lage bei technischen Verbrennungsprozessen dar. Der CO<sub>2</sub>-Output aus technischen Prozessen ist umweltpolitisch – auch auf Mikro-Ebene – von großer umweltpolitischer Relevanz. So wird vorgeschlagen den Sauerstoffbedarf für technische Verbrennungs-Prozesse und dementsprechend den daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Output (hauptsächlich geht es um die Verbrennung fossiler Energieträger) in die Rechnung miteinzubeziehen. Dieses Vorgehen entspricht dem betriebswirtschaftlichen Verständnis, da für den Input an Energieträger gezahlt wird und die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Treibhausgas-Output mittlerweile häufig als Umweltziel in der betrieblichen Umweltpolitik festgelegt ist.

Der Vorschlag, die erwähnten Einschränkungen vorzunehmen, wird auch durch die vorliegenden Materialflussrechnungen des IFF untermauert (Steurer 1993, 1994, Hüttler et al. 1996a, Hüttler et al. 1998, Wolf et al. 1998, Schandl et al. 2000). Die nMFA braucht die Ausweisungen dieser Flüsse für ihre Berechnungen nicht, da auf Makro-Ebene mit Faktoren und Bevölkerungszahlen gerechnet wird. Zudem sind auf Meso-Ebene gerade die Berechnung und Zuordnung dieser Flüsse, die den menschlichen Metabolismus betreffen, Gegenstand noch nicht gelöster Überlegungen und Diskussionen (siehe Schandl und Zangerl-Weisz 1997). Für einen Mikro-Makro-Link heißt das: Entscheidungen müssen übernommen werden. Diese stehen hier noch aus. Daher sollen für die Mikro-Ebene die genannten Vorschläge - vorerst - genügen.

Das Problem der Quantifizierung des „Menschenflows“ und der mit dem menschlichen Metabolismus eng assoziierten „flows“, beinhaltet demnach zwei Komponenten: Die Unvereinbarkeit mit der betrieblichen Logik und keine Entsprechung in der nationalen Rechnung.

Werden die Ergebnisse einer betrieblichen MFA innerhalb der Mikro-Ebene in Form eines Vergleichs verwendet, stellen sich andere Probleme. Dies führt zu den nächsten wichtigen Diskussionspunkten Benchmarking und Outsourcing, die vor allem für die betriebliche Ebene von Bedeutung sind.

#### ***4.5.3 Benchmarking und Outsourcing***

Wie am Beispiel der Apotheke schon ersichtlich, sind Krankenhäuser – abgesehen von ihrer unterschiedlichen medizinischen Schwerpunktsetzung - schon allein auf Grund ihrer unterschiedlichen nicht-medizinischen Leistungserstellung schwer zu vergleichen (siehe Kapitel 3.4.3).

Die Tendenz, Dienstleistungen auszulagern zeigt sich heute auch in Krankenhäusern: Üblicherweise wird die Energie für elektrische Versorgung und Heizung von Energieversorgern bezogen. Notstromaggregate werden jedoch meist durch das Krankenhaus selbst bereitgestellt. Kleinere Krankenhäuser beziehen aufwendige Laboruntersuchungen, Spezialtests etc. von großen Anstalten. Das Leasen von Spezialbetten (z.B. Luftkissenbetten) gehört bereits zum Krankenhausalltag. Zunehmend werden aber auch „traditionelle“ Bereiche wie Wäscherei und Reinigung ausgelagert. Das geht bis zum Mieten der gesamten Wäsche und Reinigungsmops. Im Krankenhaus besteht also eine starke Tendenz der Auslagerung ökonomisch und ökologisch relevanter Bereiche.

Werden Güter wie Wäsche, Mops oder auch Spezialbetten geleast scheint dies in der MikroOMEN als Input und gleichermaßen (gleiche Qualität, gleiche Quantität) als Output auf. Reinigung, Aufbereitung, Wartung etc. die von den Mietservice- oder Leasingfirmen geleistet werden, können jedoch nicht mitberechnet werden. Argumentiert wird dies folgendermaßen: Die Systemgrenzen sind definiert und können und sollen nicht ausgeweitet werden. Das würde zu Konsistenzproblemen führen, Doppelzählungen<sup>1</sup> auf höherer Ebene verursachen und wäre zudem auf Grund der schlechten Datenverfügbarkeit und des hohen Aufwands schwer operationalisierbar.

So stellt sich ein Benchmarking auf Grund der unterschiedlichen Auslagerungen schwierig dar. Ein modulartiger Aufbau der Matrix könnte diesem Problem begegnen. In Folge könnten funktional analoge Module verschiedener Krankenhäuser miteinander verglichen werden. Ein seriöses und aussagekräftiges Benchmarking kann also erst nach Entwicklung geeigneter Kennzahlen und Indikatoren erfolgen (siehe dazu LfU 1996). Voraussetzung dafür sind wiederum vergleichbare betriebliche Qualitätssicherungssysteme.

Weitere Forschung auf diesem Gebiet – unter Einbeziehung und Entwicklung spezieller softwaremäßiger Unterstützung ist in diesem Zusammenhang erstrebenswert. Bis auf weiteres sollte der Bereich Outsourcing in einer mMFA zumindest eigens dokumentiert werden.

---

<sup>1</sup> Werden Vorleistungen und Auslagerungen mitbilanziert, wird die betriebliche MFA – wie die LCA - nicht mehr aggregierbar (siehe Kapitel 3.3.2 und Kapitel 2.1).

#### 4.5.4 Problem der Datenverfügbarkeit

Abseits dieser theoretischen Überlegungen, werden sich im Zuge der Umsetzung noch weitere aus theoretischer Sicht nicht identifizierbare Probleme ergeben. Eines aus Pilotprojekten bekanntes ist das Problem der Datenverfügbarkeit (siehe auch Kapitel 3.4.3).

Die Datenlage für eine physische Rechnung im Krankenhaus ist äußerst lückenhaft. Ein „Top-down“-Verfahren ist heute noch nicht möglich.

Da die Berechnung der physischen Dimension der festen Abfälle (mit Ausnahme der Kategorie I) auf der Anzahl der geleerten Containern basiert, kann vermutet werden, dass die Ergebnisse der Berechnungen nur größenordnungsgemäß zutreffen. Hier wäre die Ermittlung von validen Faktoren eine wesentliche Voraussetzung für die Verbesserung der Datenqualität und wird an dieser Stelle gefordert.

Auf Grund fehlender Wasserzähler für die einzelnen Kostenstellen kann in vielen Krankenhäusern der Wasser-Input nur in Summe dargestellt werden. Quantitative Abwassermessungen gibt es kaum. Der Abwasser-Output kann zur Zeit nur grob geschätzt werden. Die Sinnhaftigkeit, den Wasserverbrauch für einzelne Bereiche bzw. Kostenstellen darzustellen, wurde von der Praxis jedoch bereits erkannt. Dennoch wird die Outputseite bis heute nur in bezug auf qualitative Kriterien dokumentiert.

Über interne Lieferungen gibt es vermutlich wenig Aufzeichnungen. Lieferungen innerhalb zusammengefasster Kostenstellen und zwischen Subsystemen werden daher nur unvollständig zu ermitteln sein. IL (die Summe der internen Lieferungen, siehe Abb. 7, 8, 9: Kapitel 4.4) wird daher auf Grund der Datenlage schwer bzw. nicht zu berechnen sein. So wird die Liefermatrix in womöglich weiten Bereichen lückenhaft bleiben. Dies stellt für die Bilanzierung des Systems jedoch kein prinzipielles Hindernis dar. Auch ist dieses Zwischenergebnis (IL entspricht der *total processing matrix* der OMEN-Tabelle, siehe Abb. 1: Kapitel 2.3) auf betrieblicher Ebene weniger aussagekräftig als auf Makro-Ebene (hier bedeuten Lieferungen - die ja zwischen Betrieben erfolgen – Wertschöpfung). Für die Bilanzierung unbedingt erforderlich ist jedoch der Bereich „stockchanges“. Hier dürfte vor allem der „stockoutput“ schwer zu erfassen sein.

Bereits angesprochen ist die Messung des Inputs. Brutto- und Nettogewichte müssen durch händisches Wiegen der Produkte – zumindest der massenmäßig bedeutendsten Produkte (siehe Daxbeck et al. 1999) - und ihrer Verpackungen ermittelt werden, um das Verhältnis Stück zu Gewicht bzw. Volumen zu Gewicht zu ermitteln. Diese Recherchen sind mühevoll und zeitaufwendig. Durch untereinander nicht kompatible Artikelverzeichnisse in den Krankenanstalten sind die Ergebnisse nicht direkt übertragbar. Aus diesem Grund wird eine österreichweite Harmonisierung gefordert.

Anzustreben ist die Errichtung einer Krankenhaus-übergreifenden Datenbank, um zumindest mittelfristig in weiten Bereichen eine „Top-down“-Rechnung zu ermöglichen.

Unabhängig welches Artikelverzeichnis der Kostenrechnung zu Grunde liegt, soll die Materialflussrechnung an der betrieblichen Kostenrechnung angekoppelt werden. Die so verbundene physische und monetäre Bilanzierung schafft die Basis für effektive „win-win- Strategien“ (z.B. durch Simulationsmodelle, die Maßnahmen auf ihre physischen und monetären Auswirkungen überprüfen).

Wieweit die MikroOMEN-Methode umgesetzt werden kann, hängt also eng mit der Akzeptanz der Praxis und der Datenlage im Betrieb zusammen. Dabei bleibt festzuhalten, dass im Zuge der praktischen Umsetzung gewisse Lücken in Kauf genommen werden müssen.

Die Botschaft an die betrieblichen Akteure soll die sein, dass eine grundlegende Voraussetzung ein System zu bilanzieren - neben einer klaren Vorstellung und Definition seiner Grenzen - das Bewusstmachen aller Flüsse, die diese Grenzen überschreiten, ist. Das heißt aber nicht zwangsläufig, dass alle Flüsse gemessen oder berechnet werden müssen. Erst wenn klar ist, welche Flüsse es gibt und wie die Datengrundlage beschaffen ist, können gewisse ignoriert oder geschätzt werden (weil sie z.B. zu gering oder nicht vermittelbar sind). Wesentlich dabei ist die Transparenz der Erfassungslücken.

Wieviel dem Betrieb zugemutet werden kann, wieviel er bereit ist zu rechnen, kann aus der Theorie heraus nicht beantwortet werden und ist zentraler Diskussionspunkt aller bei der Umsetzung beteiligten Akteure.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

In dieser Arbeit wurde ein Thema aufgegriffen, das bislang abseits des Forschungsinteresses stand. Die methodische Umsetzung eines „material flow accounting“ für die betriebliche Mikro-Ebene. Dabei wurde theoretische Vorarbeit für eine Methodik geleistet, die einerseits an den Konzepten der Makro-Ebene anschließt, andererseits stark von dem Gedanken der Umsetzbarkeit geprägt ist.

Die Dematerialisierung wirtschaftlicher Tätigkeiten als Strategie einer nachhaltigen Entwicklung fokussiert auf den Dienstleistungsbereich. Das verlangt nach Analysen der physischen Dimension dieses Sektors, die vor allem in Verbindung mit der ökonomischen Rechnung von Interesse sind. Das heißt: ein entscheidendes Erfolgskriterium für eine wirksame Dematerialisierungspolitik werden physische Rechnungen sein, die Konsistenzen der verschiedenen Ebenen berücksichtigen. Darauf ist die betriebliche Praxis heute jedoch nicht eingestellt. Dieser Problemlage begegnete die vorliegende Arbeit mit der Entwicklung der MikroOMEN-Methode.

Die Leistungen der MikroOMEN-Methode werden in Bezug auf die Anforderungen und Kriterien an die Methode, die am Beginn dieses Kapitels angeführt wurden, besprochen und zusammengefasst.

Die Matrix gibt grundsätzlich einen guten Überblick über das Bezugssystem. Die Struktur ist einfach und anschaulich. Sie ermöglicht es, nicht erfasste Flüsse auszuweisen und transparent zu machen.

Sind gewisse Subsysteme bzw. gewisse Materialströme von besonderem Interesse können diese detaillierter analysiert werden („Hineinzoomen“ in das System), ohne jedoch den Überblick über das ganze System (mit seinen physischen Kompartimenten und assoziierten Flüssen) zu verlieren. Das heißt mit der selben Methode kann die Analyse des Systems immer genauer angestellt werden.

MikroOMEN stellt eine Verbindung zur nMFA her und schafft so die Voraussetzung für einen Mikro-Makro-Link. Die wesentlichen Punkte sind:

- Übernahme der allgemeinen Konventionen und Kriterien der nMFA.
- Die klare, explizite Systemdefinition, der eine funktionale Grenzziehung zu anderen sozio-ökonomischen Systemen und zur Natur zugrunde liegt.
- Die Anwendung einer Input-Output-Logik, die die Erfassung aller Materialströme zumindest theoretisch-konzeptionell vorsieht und die Bestandsänderung als wesentlichen Bestandteil der Analyse miteinbezieht. Durch die Abbildung der



Flüsse innerhalb des Systems, das sind die Lieferbeziehungen zwischen den Subsystemen, wird eine Beziehung zwischen Input und Output hergestellt. Der Verbrauch und Output der Subsysteme wird transparent. Ein methodisches Vorgehen, das weit über die Erstellung eines Input-Output-Kontenrahmens hinausgeht und der Bezeichnung *Input-Output-Analyse* bzw. *Materialfluss-Analyse* gerecht wird. Dieser Input-Output-Formalismus macht eine Konsistenzprüfung zur Abschätzung fehlender Daten möglich. Weiters können bis dahin nicht erkannte „sinks“ transparent gemacht werden.

- Die Übernahme von Materialkategorien der nMFA: Wasser, Luft, Energieträger, feste Abfälle, Abwasser und Emissionen. Diese Schnittstellen zur nationalen Ebene werden in MikroOMEN eigens ausgewiesen.
- Die analoge Systematik des Systems: Der Betrieb wird nach Kostenstellenbereichen in Subsysteme und in den Bereich „stockchanges“ gegliedert.

Wie auf Makroebene sind verschiedene Aggregationsniveaus (bezüglich der Input-Output-Kategorien und der Bereichskategorien) möglich und sollen nach den jeweiligen konkreten Untersuchungszielen (Daten für die amtliche Statistik oder intrabetriebliche Beobachtung) gewählt werden. Auf betrieblicher Ebene können Produktaggregate und Subsysteme nur vorgeschlagen werden. MikroOMEN stellte dazu einen Diskussionsbeitrag dar.

Ganz ohne Problem können die Anforderungen, die die standardisierten Umweltmanagementsystem nach EMAS und ISO 14001 für eine betriebliche Massenrechnung stellen, selbst mit einer nur lückenhaft ausgefüllten MikroOMEN erfüllt werden.

MikroOMEN orientiert sich stark an der betrieblichen Logik. Sie ist in weiten Teilen mit der betrieblichen Kostenrechnung kompatibel (Analyse entlang der Kostenstellen, Kostenstellen als kleinste Erfassungseinheit, Input entsprechend der Hauptgruppen, Müll-Output entsprechend der Abfallfraktionen, Trennung in Einkauf und Verbrauch). Sie erhöht die Transparenz der betriebsinterne Logistik und liefert so neue, interessante Einblicke. Die Verbindung von physischer und ökonomischer Rechnung wird empfohlen.

Das Kriterium der Praxisnähe kann aber nicht widerspruchsfrei mit dem der theoretischen Konsistenz erfüllt werden. Das zeigt sich in der Entscheidung, die menschlichen „flows“ nicht zu quantifizieren und in der Empfehlung, die durch Atmung und Transpiration entstehenden Flüsse zu exkludieren. Ähnliches gilt für gezielte Ausbringung und dissipative Verluste.

Gerade weil sich Widersprüchliches findet und noch ungelöste Probleme bestehen, erweisen sich die explizite Darstellung und Diskussion aller methodischen Entscheidungen, Überlegungen und Empfehlungen, dazu gehört auch die explizite Darstellung und Begründung potentieller Erfassungslücken, die als grundlegende Prinzipien zur Beschreibung der Methode gefordert wurden, als besonderes wertvoll. Durch die Erfüllung dieser Ansprüche, kann an die Arbeit leicht angeschlossen werden. Dadurch können sowohl PraktikerInnen als auch theoretisch Interessierte an die vorliegende Arbeit anschließen. Das heißt die Diskussion kann fortgeführt werden, indem die MikroOMEN Methode praktisch erprobt und verbessert wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit „Materialflüsse im Krankenhaus. Entwicklung einer Input-Output-Methodik (MikroOMEN)“ wird vor dem großen Hintergrund der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung, deren wissenschaftliche Bearbeitung sich auf die Erforschung der Interaktionen zwischen menschlichen Gesellschaften und ihrer natürlichen Umwelt konzentriert, ein Thema aufgegriffen, das bislang abseits des Forschungsinteresses stand: Die methodische Umsetzung eines „material flow accounting“ (MFA) auf die betriebliche Mikro-Ebene (mMFA). Dabei wird theoretische Vorarbeit für eine Methodik geleistet, die theoriegeleitet ist und an den Konzepten und Methoden der Makro-Ebene anschließt, aber auch stark von dem Gedanken an eine Umsetzbarkeit geprägt ist.

Die Relevanz des Themas wird damit argumentiert, dass physische Rechnungen, die Konsistenzen der verschiedenen Ebenen berücksichtigen, als ein entscheidendes Erfolgskriterium für eine wirksame Dematerialisierungspolitik gesehen werden. Darauf ist die betriebliche Praxis heute jedoch noch nicht eingestellt.

Durch die Fragestellung nach einer betrieblichen MFA für ein Krankenhaus, die eine Verbindung zur nationalen Rechnung herstellt (Mikro-Makro-Link), verallgemeinerbar und mittelfristig umsetzbar ist, befindet sich die Arbeit nicht nur an der Schnittfläche zwischen mehreren wissenschaftlichen Disziplinen, sondern auch zwischen mehreren aktuellen Wissenschaftsfeldern. Sie bewegt sich in einem disziplinenübergreifenden, komplexen, jungen und dynamischen Wissenschaftsfeld und operiert zudem zwischen Wissenschaft und Praxis.

Dem wird Rechnung getragen, indem auf verschiedenen Ebenen Anschluss gesucht wird: Ausgehend von der wissenschaftlichen Positionierung der Arbeit in den Feldern Ecological Economics, Industrial Ecology und ConAccount wird das Konzept des „gesellschaftlichen Metabolismus“, das für all diese Wissenschaftsfelder große Bedeutung hat und auch für die vorliegende Arbeit den theoretischen Hintergrund bildet, referiert. Die Operationalisierung des Konzepts, das „material flow accounting“ nach der Wiener MFA-Methodik, wie sie für die nationale Ebene entwickelt wurde (nMFA), speziell die OMEN-Methode, stellt die methodische Basis der Arbeit dar. Der Anschluss an die Mikro-Ebene wird als weitere wichtige Grundlage für die Methodenentwicklung gesehen. Dazu werden betriebliche Bilanzierungsansätze diskutiert und ein Einblick in den „state of the art“ der Krankenhaus-Praxis gegeben.

Auf dieser soliden Grundlage aufbauend, erfolgt die Methodenentwicklung einer mMFA für ein Krankenhaus (MikroOMEN). Diese wird entlang klar formulierter Kriterien, die von der nMFA übernommen werden, aber auch das betriebliche Denken miteinbeziehen, entwickelt. Zur Systemabgrenzung werden die Selbstdefinition des Krankenhauses, seine Funktionen und die Rolle des Menschen, der als Schnittstelle

zwischen materieller und kultureller Seite eines gesellschaftlichen System gesehen wird, herangezogen. Darauf aufbauend werden die physischen Kompartimente (stocks) des Systems und seine assoziierten Materialflüsse (flows) identifiziert und kategorisiert. Ergebnis der Methodenentwicklung ist eine Verflechtungsmatrix, bestehend aus drei Quadranten (Input-, Liefer- und Outputquadranten), die einen guten Überblick über das gesamte System und seine internen Lieferbeziehungen gibt. Die Subsysteme werden nach funktionellen Bereichen ausgewiesen (medizinisch-pflegerischer Kernbereich und Infrastrukturbereich). Analog der nMFA – und für eine Bilanzierung des Systems essentiell – werden Bestandsänderungen (stockchanges) als eigener Bereich hervorgehoben. Input- und Outputkategorien richten sich nach der Systematik der betriebliche Kostenrechnung und in den Bereichen, die eine Verbindung zur Makro-Ebene haben, nach der nMFA. Letzere werden als Schnittstellen zwischen nMFA und mMFA bezeichnet.

Die methodische Umsetzung zeigt, dass die Verbindung des theoretischen Anspruchs der Vollständigkeit mit dem praktischen Anspruch der Anwendbarkeit nicht widerspruchsfrei zu erfüllen ist. Die Folge sind Konsistenzprobleme und Erfassungslücken, die mit den Menschen des Systems bzw. ihrem Metabolismus eng assoziiert sind. Die Entscheidung menschliche „flows“ nicht zu quantifizieren und die Empfehlung, die durch Atmung und Transpiration entstehenden Flüsse zu exkludieren, werden ausführlich diskutiert. Problembereiche wie Datenverfügbarkeit, Verpackungen, Lager und Bestand, Outsourcing und Benchmarking, werden im Hinblick auf die praktische Umsetzung behandelt.

Die MikroOMEN-Matrix zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen guten Überblick über das gesamte System gibt, interne Lieferbeziehungen transparent macht, disaggregierbar und erweiterbar ist. Sie orientiert sich stark an der betrieblichen Logik und ist in weiten Teilen mit der betrieblichen Kostenrechnung kompatibel. Es werden die Anforderungen, die die standardisierten Umweltmanagementsysteme nach EMAS und ISO 14001 für eine betriebliche Massenrechnung stellen, - selbst bei einer lückenhaft ausgefüllten Matrix - erfüllt. Weiters wird eine Verbindung zur nMFA hergestellt. Als besonderes wertvoll erweist sich die explizite Darstellung und Diskussion aller methodischen Entscheidungen und aller Problembereiche, wie sie aus theoretischer Sicht erscheinen. Dadurch wird eine hohe Anschlussfähigkeit an diesen ersten theoretischen Schritt der Methodenentwicklung geschaffen, die der praktischen Erprobung und Weiterentwicklung der Methode dient.

„Materialflüsse im Krankenhaus“ ist eine theoretische Arbeit, die stark vom Gedanken an eine Umsetzbarkeit geprägt ist. Sie stellt eine methodische Neuentwicklung dar, die den „Spagat“ zwischen methodischer Konsistenz und Akzeptanz in der Praxis, zwischen Vollständigkeit und zumutbarem Aufwand versucht. Dadurch wird MikroOMEN - zumindest als Diskussionsbasis - in die betriebliche Praxis transportierbar sein.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

### Kapitel 2

Abbildung 1:  
OMEN Grundstruktur (Weisz et al. 1998) 35

Abbildung 2:  
SubOMEN: fossile Energieträger (Weisz et al. 1998) 38

### Kapitel 3

Abbildung 3:  
Modellbildung des Subsystems „Station“ innerhalb des Systems  
„Krankenhaus“ (Daxbeck et al. 1999) 55

Abbildung 4:  
Ergebnisse der Analyse der Verbrauchsgüter dreier Kinderstationen  
für das Jahr 1998 (Daxbeck et al. 1999) 56

Abbildung 5:  
Beispiel für einen Input-Output-Kontenrahmen für ein Krankenhaus  
(Hubner 1998) ) 66

### Kapitel 4

Abbildung 6:  
Darstellung eines „sozialen Settings“ (Pelikan und Halbmayer 1999) 79

Abbildung 7:  
MikroOMEN Grundstruktur mit Ausweisung der Makro-Schnittstellen  
(B.U. Weisz) 86

Abbildung 8:  
MikroOMEN Grundstruktur (B.U. Weisz) 87

Abbildung 9:  
MikroOMEN disaggregiert (B.U. Weisz) 88

## QUELLENVERZEICHNIS

### Literaturverzeichnis

- Adriaanse, A., Bringezu, S., Hammond, A., Moriguchi, Y., Rodenberg, E., Rogich, D., Schütz, H. (1997): Resource flows: The material basis of industrial economies. World Resources Institute. Washington, D.C.
- Ayres, R. U. (1994): Industrial metabolism: Theory and policy. In: Ayres, R. U. and Simonis U. E. (eds.): Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development. United Nations University Press. Tokyo – New York – Paris. 3-20.
- Ayres, R. U. (ed. 2001): Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Lyme, US. (in print).
- Ayres, R. U. and Kneese, A. V. (1969): Production, Consumption and Externalities. American Economic Review 59 (3): 282-297.
- Ayres, R. U., Simonis U.E. (eds. 1994): Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development. United Nations University Press. Tokyo – New York – Paris.
- Baccini, P., Brunner, P. (1991): Metabolism of the Anthroposphere. Springer. Berlin – Heidelberg.
- Baccini, P., Daxbeck, H., Glenck, E., Henseler, G. (1993): Metapolis. Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. Nationales Forschungsprogramm Stadt und Verkehr. Zürich.
- Becker, E., Jahn, T., Schramm, E. (1999): Sozial-ökologische Forschung – Rahmenkonzept für einen neuen Förderschwerpunkt. Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE). Frankfurt.
- BMUJF (1998) Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie: Indikation: Umweltmanagement - Leitfaden zur Einführung von Umweltmanagement im Krankenhaus. Band 45/1998 der Schriftenreihe des BMUJF. Wien.
- Böning, J. (1994): Methoden betrieblicher Bilanzierung. Hochschulschriften Band 16. Metropolis Verlag. Marburg.
- Bossel, H. (1990): Umweltwissen: Daten, Fakten, Zusammenhänge. Springer Verlag. Berlin – Heidelberg.

- Boulding, K. E. (1966): The Economics of the Coming Spaceship Earth. In: Jarret, H. (ed.): Environmental Quality in a Growing Economy. John Hopkins University Press. Baltimore, Md. 297-309.
- Brand, K. W. (Hrsg. 1997): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Leske +Budrich. Opladen.
- Braunschweig, A., Müller-Wenk, R. (1993): Ökobilanzen für Unternehmungen. Eine Wegleitung für die Praxis. Verlag Paul Haupt. Bern – Stuttgart – Wien.
- Buitenkamp, M., Henk, V., Wams, T. (eds. 1993): Sustainable Netherlands. Milieudedefensie (Friends of the Earth Netherlands). Amsterdam.
- B.U.N.D./ Misereor (Hrsg. 1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Birkhäuser. Berlin – Basel - Boston.
- Catton, W. R. Jr., Dunlap, R. E. (1978): Environmental Sociology: A new Paradigm. In: The American Sociologist Vol. 13: 41-49.
- Cleveland, C. (1999): Ecological-Economic Underpinnings of Industrial Transformation. In: IHDP (International Human Dimensions Programm on Global Environmental Change): Industrial Transformation. Research Directions. Draft prepared for discussion at the IHDP-IT Open Science Meeting Feb. 1999, Amsterdam, The Netherlands: 9-24.
- Cleveland, C. J., Ruth, M. (1999): Indicators of Dematerialisation and the Materials Intensity of Use. In: Journal of Industrial Ecology 2 (3): 15-50.
- Costanza, R. (ed. 1991): Ecological Economics: the science and management of sustainability. Columbia University Press. New York.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., and Norgaard, R. (1997): An Introduction to Ecological Economics. St. Lucie Press, Boca Raton: 275 pp.
- Daxbeck, H., Neumayer, S., Brunner P. H. (1999): Entwicklung von Grundlagen zur Institutionalisierung von Stoffstromanalysen in Krankenhäusern. (Projekt: AKIN-B). Endbericht (Vers.1.4b). Technischen Universität Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft. Im Auftrag von MA 22 und MA 48. Wien.
- Denffer, v. D. (1983): Einleitung. In: Strasburger, E. (Begr.): Lehrbuch der Botanik. 33. Auflage. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart - New York.
- Dorfmueller, T. (1998): Thermodynamik. In: Bergmann, Schaefer: Mechanik – Relativität – Wärme. Lehrbuch der Experimentalphysik. Band 1. 11. Auflage. Walter de Gruyter. Berlin – New York: 985-1313.
- Dryzek, J. S. (1997): The Politics of the Earth. Environmental Discourses. Oxford University Press. Oxford - New York.

- Duchin, F. (1996) : Ecological Economics: The second stage. In: Costanza, R., Segura, O., Martinez-Alier, J. (eds.): Getting Down to Earth. Practical Applications of Ecological Economics. International Society for Ecological Economics. Island Press. Washington, D.C. – Covelo, California: 285-299.
- Dyllick, T. (1992): Ökologisch–bewußte Unternehmensführung. Bausteine einer Konzeption. In: Die Unternehmung 6/92. (In: Reader zur Einführung in die Umweltökonomik. Des Instituts für Umwelt und Wirtschaft der Wirtschaftsuniversität Wien. 1998): 391-413.
- Eisenmenger, N. (in prep.): Der ökologische Rucksack der abiotischen Importe Österreichs. Diplomarbeit an der Universität Wien. Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), Abteilung Soziale Ökologie. Wien.
- EN ISO 14041 (1998): Umweltmanagement - Ökobilanz – Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz. (deutsche Fassung). Comité Européen de Normalisation (CEN). Brüssel.
- Enquete-Kommission (1994): Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Economica Verlag. Bonn.
- Eurostat (2001): Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- EWG 1836/93 (1993): Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmer an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung. (In: Landeshygieniker für Steiermark, Hygiene-Institut der Universität Graz (Hrsg. 1998): Umweltmanagement im Krankenhaus. Möglichkeiten und Grenzen. 4. Wolfgang-Rücker-Symposium. Grazer Congress. Graz: Anhang: 135ff.)
- Fichter, K. (Hrsg. 1995): EG–Öko–Audit-Verordnung. Mit Öko-Controlling zum zertifizierten Umweltmanagementsystem. Schriftenreihe des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung IÖW 81/95. Berlin.
- Fischer-Kowalski, M. (1997a): Hors d'oeuvre. In: Fischer-Kowalski et al.: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam: IX-XII.



- Fischer-Kowalski, M. (1997b): Wie erkennt man Umweltschädlichkeit? In: Fischer-Kowalski et al.: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam: 13-24.
- Fischer-Kowalski, M. (1997c): Methodische Grundsatzfragen. In: Fischer-Kowalski et al.: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam: 57-66.
- Fischer-Kowalski, M. (1997d): Society's Metabolism: On the Childhood and Adolescence of a Rising Conceptual Star. In: The International Handbook of Environmental Sociology. Cheltenham, Northampton, MA. Edward Elgar: 119-137.
- Fischer-Kowalski, M. (1998): Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970. In: Journal of Industrial Ecology Volume 2 Number 1, 1998: 61-78.
- Fischer-Kowalski (ed. 1999): Material Flow Accounting. Information Package for the training workshop in Austria in July 1999, Amazonia 21 workshop. unpublished.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H., Winiwarter, V., Zangerl-Weisz, H. (1997): Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1997a): Stoffwechsel und Kolonisierung: Konzepte zur Beschreibung des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur. In: Fischer-Kowalski et al. 1997: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam: 3-12.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1997b): Stoffwechsel und Kolonisierung: Ein universalhistorischer Bogen. In: Fischer-Kowalski et al. 1997: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam: 25-35.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H., Steurer, A., Zangerl-Weisz, H. (1991): Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung. Forschungsbericht des IFF und des Österreichischen Ökologie Instituts im Auftrag des BMUJF. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Vol. 10. IFF Eigenverlag.
- Fischer-Kowalski, M., Hüttler, W. (1999): Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part II, 1970-1998. In: Journal of Industrial Ecology Volume 2 Number 4: 107-136.

- Fischer-Kowalski, M., Weisz, H. (1999): Society as a hybrid between material and symbolic realms. Toward a theoretical framework of society-nature interaction. In: *Advances in Human Ecology Volume 8*. JAI Press Inc.: 215-251.
- Fleissner, P., Boehme, W., Brautzsch, H. U., Hoehne, J., Siassi J., Stark, K. (1993): *Input-Output Analyse. Eine Einführung in Theorie und Anwendungen*. Springer. Wien - New York.
- Fohler-Norek, C. (1997): *Umweltmanagement und Öko-Audit nach EMAS*. Wiener Umweltschutzgesellschaft. Wien.
- Freimann, J. (1996): *Betriebliche Umweltpolitik*. UTB für Wissenschaft, Verlag Paul Haupt. Bern – Stuttgart – Wien.
- Frings, E. (1998): Stoffstromanalysen. In: Friege, Engelhardt, Henseling (Hrsg. 1998): *Das Management von Stoffströmen. Geteilte Verantwortung – Nutzen für alle*. Springer: 34-47.
- Georgescu-Roegen, N. (1971): *The Entropy Law and the Economic Problem*. University of Alabama Distinguished Lecture Series. No. 1.
- Georgescu-Roegen, N. (1991): Was geschieht mit der Materie im Wirtschaftsprozeß? In: Seidel, Strebl (Hrsg.): *Umwelt und Ökonomie. Reader zur ökologischerorientierten Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden: 64-75.
- Gerhold, S., Petrovic, B. (2000): Materialflussrechnung: Bilanzen 1997 und abgeleitete Indikatoren 1960-1997. In: *Statistische Nachrichten*. 4/2000. Wien: 298-305.
- Gesunde Stadt Essen (1999): *Projekt Gesunde Stadt Essen (Hrsg.): Ökologie im Krankenhaus. Praxisbeispiele aus Essen*.
- Grün, O. (1994): Make or Buy von Krankenhausleistungen. In: Hauke, E. (Hrsg.): *Das Krankenhaus zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Möglichkeiten, Zukunftsaussichten und Grenzen*. Wirtschaftsverlag Ueberreuter. Wien: 84-102.
- Gupfinger, H., Pladerer, C. (2000): *Mehrweg-Medicalprodukte im Krankenhaus. Marktrecherche – Erfahrungsberichte – Vorschläge zur Umsetzung von Abfallvermeidungsmaßnahmen*. Endbericht. Österreichisches Ökologie Institut. Im Auftrag des Wiener Krankenanstaltenverbundes. Wien.
- Haake, J. (1998): Industry's Demand for Dematerialisation: a discussion of the point of view of Industrial firms in France. In: Kleijn, R., Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Palm, V. (eds.): *ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management*. CML report 148. Leiden University. Amsterdam, the Netherlands: 47-54.

- Haake, J. (1999): Conference on Industrial Ecology in France. In: ESSE Newsletter. Information from The European Society for Ecological Economics – Issue No.8 – November 1999: 5.
- Haake, J. (2000): Implementing the Dematerialization Concept in an Industrial Firm: Five Basic Rules and Their Theoretical Justification (Abstract). In: Transitions Towards a Sustainable Europe. Ecology – Economy – Policy. 3<sup>rd</sup> Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics. May 3 to 6, 2000. Vienna University of Economics and Business Administration. Vienna: 162-163.
- Häberli, R., Grossenbacher-Mansuy, W. (1998): Transdisziplinarität zwischen Förderung und Überforderung. Erkenntnisse aus dem SPP Umwelt. In: GAIA 7 (1998) no. 3: 196-213.
- Hallay, H. (Hrsg. 1990): Die Ökobilanz: Ein betriebliches Informationssystem, Schriftenreihe des IÖW 27/89. Berlin.
- Heitkamp, H. (1994): Welche Dienstleistungen müssen nicht vom Krankenhaus erbracht werden? In: Hauke, E. (Hrsg.): Das Krankenhaus zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Möglichkeiten, Zukunftsaussichten und Grenzen. Wirtschaftsverlag Ueberreuter. Wien: 103-117.
- Hofmeister, S. (1989): Stoff- und Energiebilanzen – zur Eignung des physischen Bilanz-Prinzips als Konzeption der Umweltplanung. In: Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin, Nr. 58. Berlin.
- Hubner, P. (1998): Leitfaden für ein UMS in Kliniken – ein Praxisbericht. In: LH (1998): Landeshygieniker für Steiermark, Hygiene-Institut der Universität Graz (Hrsg.) : Umweltmanagement im Krankenhaus. Möglichkeiten und Grenzen. 4. Wolfgang-Rücker-Symposium. Grazer Congress. Graz: 1-35.
- Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H. (1996 a): Materialflußrechnung Österreich. Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung. Zusammenfassung, Forschungsstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Schriftenreihen des BMUJF, Band 1/96. Wien.
- Hüttler, W., Payer H., Schandl, H. (1996 b): Materialflußrechnung Österreich Zusammenfassung, Schriftenreihen des BMUJF, Band 2/96. Wien.
- Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H. (1997): Der Material-Stoffwechsel. In: Fischer-Kowalski et al. (1997): Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Gordon & Breach Facultas. Amsterdam: 67-79.

- Hüttler, W., Schandl, H., Weisz, H. (1998): Are Industrial Economies on the Path of Dematerialization? Material Flow Accounts for Austria 1960-1996: Indicators and International Comparison. In Kleijn et al. (eds.): ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management. November 21st, Amsterdam. Centre of Environmental Science (CML). CML report 148. The Netherlands. Leiden: 23-30.
- Hutter, D. (2001): Der Metabolismus der Privathaushalte am Beispiel Österreichs. Diplomarbeit an der Universität Wien. Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), Abteilung Soziale Ökologie. Wien.
- Jänicke, M. (1995): Tragfähige Entwicklung: Anforderungen an die Umweltberichterstattung aus der Sicht der Politikanalyse. In: Bringezu, S. (Hrsg.): Neue Ansätze der Umweltstatistik. Ein Wuppertaler Werkstattgespräch. Berlin – Basel – Boston.
- Just, H., Kreibe, S., Schirmer, S. (1999): Vermeidungspotentiale im Bereich von Krankenhausabfällen. Abschlußbericht. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Augsburg.
- Kamiske, G. F. (1999): Management des betrieblichen Umweltschutzes. Ein Leitfaden für kleinere und mittlere Unternehmen. Vahlen. München.
- Katterl, A., Kratena, K. (1990): Reale Input-Output Tabelle und ökologischer Kreislauf. Physica Verlag. Heidelberg.
- Kemmettmüller, W., Bogensberger, S. (1997): Handbuch der Kostenrechnung. Service Fachverlag. Wien.
- Kleijn, R. (1998): Preface. In: Kleijn, R. et al. (eds.): ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management. November 21st, Amsterdam. Centre of Environmental Science (CML). CML report 148. The Netherlands. Leiden: 1.
- Kleijn, R., Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Palm, V. (eds. 1998): ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management. November 21st, Amsterdam. Centre of Environmental Science (CML). CML report 148. The Netherlands. Leiden.
- Kreiskrankenhaus Schorndorf (1998): Umwelterklärung 1998.
- Kuhn, M., Radermacher, W., Stahmer, C. (1994): Umweltökonomische Trends 1960 bis 1990. In: Wirtschaft und Statistik 8/94. Wiesbaden: 658-664.
- Kuhndt, M.; Liedtke, C.(1998): Translating a Factor X into Praxis. In: Kleijn, R. et al. (eds.): ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management. November 21st,

- Amsterdam. Centre of Environmental Science (CML). CML report 148. The Netherlands. Leiden: 84-89.
- Landeskrankenhaus Kirchdorf a. d. Krems (1997): Umwelterklärung 1997.
- Landeskrankenhaus Tulln (1996): Umwelterklärung 1996.
- Larcher, W. (1994): Ökophysiologie der Pflanzen. Leben, Leistung und Streßbewältigung der Pflanzen in ihrer Umwelt. 5. Auflage. Ulmer Verlag, UTB für Wissenschaft. Stuttgart.
- Lehmann, H., Schmidt-Bleek, F. (1993): Material Flows from a Systematical Point of View. Fresenius Environmental Bulletin, 2: 413-418.
- LfU (1996): Landesanstalt für Umweltschutz und Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg (Hrsg.): Umweltmanagement für Krankenhäuser. Leitfaden zur Anwendung der EG-Öko-Audit-Verordnung. Karlsruhe.
- Leontief, W. (1966): Input-Output Economics. Oxford University Press. New York.
- LH (1998): Landeshygieniker für Steiermark, Hygiene-Institut der Universität Graz (Hrsg.) : Umweltmanagement im Krankenhaus. Möglichkeiten und Grenzen. 4. Wolfgang-Rücker-Symposium. Grazer Congress. Graz.
- A Liedtke, C., Manstein, C., Bellendorf, H., Kranendonk, S. (1994): Öko-Audit und Ressourcenmanagement. Erste Schritte in Richtung eines EU-weit harmonisierungsfähigen Umweltmanagementsystems. In: Wuppertalpapers. Nr. 18 . Wuppertal.
- Liedtke, C.; Orbach, T.; Rohn, H (1996): Betriebliche Kosten- und Massenrechnung. Ein neuer Ansatz der ökologieorientierten Kostenrechnung. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Abteilung Stoffströme & Strukturwandel. Wuppertal. (Manuskript)
- Liedtke, C.; Rohn, H., Kuhndt, M.; Nickel, R. (1999): Applying Material Flow Accounting: Ecoauditing and Resource Management at the Kambium Furniture Workshop. In. Journal of Industrial Ecology Vol 2, No3: 131-147.
- Lifset, R. (1998): Ecologizing Societal Metabolism in the US Materials Flow Accounting and Industrial Ecology. In. Kleijn et al. (eds.): ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management. November 21st, Amsterdam. Centre of Environmental Science (CML). CML report 148. The Netherlands. Leiden: 15-21.
- Lifset, R. (1999): On becoming an Industrial Ecologist. In. Journal of Industrial Ecology Vol.2 No.3: 1-3.

- Lutz, J. (2000): Gesellschaft und Natur in der frühen Soziologie. In: Österreichische Zeitschrift für Soziologie 25. Jahrgang, Heft 3/2000. Westdeutscher Verlag. Wiesbaden.
- MA 48 (1993): Magistratsabteilung Wien: Übersicht über das Abfallrecht für Betriebe. Abfallberatung der MA 48. Wien. (Manuskript)
- Martinez-Alier, J. (1999): Ecological Economics. In: International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences Article 4.9 number 9. (Draft version)
- Martinez-Alier, J., Schlupmann, K. (1987): Ecological Economics. Energy, Environment and Society. Basil Blackwell. Oxford.
- Martinuzzi, A. (1998): Unterlagen zur Vorlesung: Umweltmanagement. Im Rahmen der Ringvorlesung Umweltökonomie des Instituts für Umwelt und Wirtschaft der Wirtschaftsuniversität Wien.
- Matthews, E., Amann, C., Fischer-Kowalski, M., Bringezu, S., Hüttler, W., Kleijn, R., Moriguchi, Y., Ottke, C., Rodenburg, E., Rogich, D., Schandl, H., Schütz, H., van der Voet, E., Weisz, H. (2000): The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies. World Resources Institut (WRI). Washington.
- Maturana, H., Varela, F. (1975): Autopoietic systems. Urbana, IL.: University of Illinois, Report BCL.
- Meadows, Donella; Meadows, Dennis; Randers, J.; Behrens, W. W. (1972): The Limits to Growth. Universe Books. New York.
- Möller, A., Rolf, A. (1995): Methodische Ansätze zur Erstellung von Ökobilanzen unter besonderer Berücksichtigung von Petri-Netzen. In: Schmitd, M., Schorb, A. (Hrsg.): Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits. Springer. Heidelberg: 33-58.
- Norgaard, R.B. (1989): The case for methodological pluralism. In: Ecological Economics 1: 37-57.
- ÖNORM EN ISO 14001 (1995): Umweltmanagementsysteme. Spezifikation und Anleitung zur Anwendung. Fachnormenausschuß 226, Instrumente für das Umweltmanagement. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Wien.
- ÖNORM EN ISO 14040 (1997): Umweltmanagement – Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Wien.
- ÖSTAT (1995): Österreichisches Statistisches Zentralamt. Systematik der Wirtschaftstätigkeiten. ÖNACE 1995. Wien.

- Oswald, P. (in prep.): Der ökologische Rucksack der biotischen Rohstoffimporte Österreichs. Diplomarbeit an der Universität Wien. Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), Abteilung Soziale Ökologie. Wien.
- Pedersen, O. G. (1999): Physical Input-Output Tables for Denmark. Products and Materials 1990. Air Emissions 1990-92. Statistik Denmark.
- Pelikan, J. M., Halbmayr, E. (1999): Gesundheitswissenschaftliche Grundlagen zur Strategie des gesundheitsfördernden Krankenhauses. In Pelikan, J. M., Wolff, St. (Hrsg.): Das gesundheitsfördernde Krankenhaus. Konzepte und Beispiele zur Entwicklung einer lernenden Organisation. Gesundheitsforschung Juventa. Weinheim, München: 13-36.
- Pelikan, J. M., Wolff, St. (Hrsg. 1999): Das gesundheitsfördernde Krankenhaus. Konzepte und Beispiele zur Entwicklung einer lernenden Organisation. Gesundheitsforschung Juventa. Weinheim, München.
- PZ (1998a): Pulmologisches Zentrum Wien Einkaufsliste des Pulmologischen Zentrums 1998 (unveröffentlicht).
- PZ (1998b). Pulmologisches Zentrum Wien: Abfallwirtschaftskonzept (AWK) für das Jahr 1998 (unveröffentlicht).
- Reinthal, F. F. (1998): UMS-Erfahrungen (EMAS/ LIFE-Projekt) aus dem LKH Graz. In: LH (1998): Landeshygieniker für Steiermark, Hygiene-Institut der Universität Graz (Hrsg.) : Umweltmanagement im Krankenhaus. Möglichkeiten und Grenzen. 4. Wolfgang-Rücker-Symposium. Grazer Congress. Graz: 59-74.
- Richter, G. (1998): Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. Physiologie und Biochemie des Primär- und Sekundärstoffwechsels. 6.Auflage. Georg Thieme Verlag. Stuttgart - New York.
- Sauerborn, K. (1994): „Sustainable Development“ (Nachhaltige Entwicklung) – eine neue Leitidee für sozial-ökologisches Wirtschaften. NARET-Diskussionspapier Nr.2. Universität Trier.
- Schaltegger, S., Sturm, A. (1992): Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen. Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte. Schriftenreihe des Instituts für Betriebswirtschaft, Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum der Universität Basel, Band 27. Verlag Paul Haupt. Bern – Stuttgart - Wien.
- Schandl, H. (1998): Materialfluß Österreich. Die materielle Basis der österreichischen Gesellschaft im Zeitraum 1960 bis 1995. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 50. Wien.

- Schandl, H., Zangerl-Weisz, H. (1997): Materialbilanz Chemie – Methodik sektoraler Materialbilanzen. Schriftenreihe Soziale Ökologie Band 47. Wien.
- Schandl, H., Weisz, H., Petrovic, B. (2000): Materialflussrechnung für Österreich 1960 bis 1997. In: Statistische Nachrichten 2/2000: 128-137.
- Schmidt-Bleek, F. (1994): Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Maß für ökologisches Wirtschaften. Birkhäuser Verlag. Basel – Boston - Berlin. (München 1996 im dtv-Verlag).
- Schmidt, M., Schorb, A. (Hrsg. 1995): Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits. Springer. Heidelberg.
- Schmidtheiny, St. (1992): Changing Cores. A Global Business Perspective on development and the Environment. MIT Press. Cambridge, MA.
- Schmoranz, I., Kaufmann, P. (1995): Umweltbilanzen – Methoden der Erstellung und Grenzen der Interpretation. Studie des Instituts für Umwelt und Wirtschaft der Wirtschaftsuniversität Wien. Im Auftrag des Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank. Wien.
- Schorb, A. (1995): Umweltbetriebsbilanzen in Theorie und Praxis. Die Umsetzung einer Umweltbetriebsbilanz am Beispiel der Fa. Mohndruck. In: Schmidt, M., Schorb, A. (Hrsg.): Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits. Springer. Heidelberg: 149-158.
- Schubert, W. (1998): UMS-Zertifikat, EN ISO 14001, LKH Tulln. In: LH (1998): Landeshygieniker für Steiermark, Hygiene-Institut der Universität Graz (Hrsg.): Umweltmanagement im Krankenhaus. Möglichkeiten und Grenzen. 4. Wolfgang-Rücker-Symposium. Grazer Congress. Graz: 75-97.
- Städtisches Krankenhaus der Landeshauptstadt Kiel (1998): Umwelterklärung 1998:
- Stahmer C., Kuhn, M., Braun, N. (1997): Physische Input-Output-Tabellen 1990. Band 1/1997 der Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden.
- Steger, U. (1992): Handbuch des Umweltmanagements. Beck'sche Verlagsbuchhandlung.
- Steurer, A. (1992): Stoffstrombilanz 1988. IFF Schriftenreihe Sozial Ökologie. Band 26. IFF-Eigenverlag. Wien.
- Steurer, A. (1994): Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990 - Inputseite. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Band 34. IFF Eigenverlag. Wien.
- Steurer, A. (1998): Material Flow Accounting: Frameworks and Systems. Subgroup meeting on „Statistics on material flows of scarce and harmful substances“



- of the Working Group „STATISTICS OF THE ENVIRONMENT“ Joint Eurostat /EFTA Group. Eurostat B6, Doc. MFS/98/11.
- Tschulik, A. (1998): Umweltmanagementsysteme in Österreich. In: LH (1998): Landeshygieniker für Steiermark, Hygiene-Institut der Universität Graz (Hrsg.): Umweltmanagement im Krankenhaus. Möglichkeiten und Grenzen. 4. Wolfgang-Rücker-Symposium. Grazer Congress. Graz: 137ff.
- Wagner, B. (1992): Vom Öko-Audit zur betrieblichen Ökobilanz. In: Lehmann, S., Clausen, J. (Hrsg.): Umweltberichterstattung von Unternehmen. Schriftenreihe des IÖW 57/92. Berlin: 3-31.
- WCED (1987): World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Oxford University Press, Oxford.
- Weisz, H. (2000): European Society of Ecological Economics meets. Report of the 3<sup>rd</sup> Biennial Conference of the European Society of Ecological Economics. 3<sup>rd</sup>-5<sup>th</sup> May, Vienna 2000. IHDP update 2/2000.
- Weisz, H., Schandl, H., Fischer-Kowalski, M. (1998): OMEN – An Operating Matrix for material interrelations between the Economy and Nature. How to make material balances consistent. In: Kleijn et al. (eds.): ConAccount workshop. Ecologizing Societal Metabolism. Designing Scenarios for Sustainable Materials Management. November 21st, Amsterdam. Centre of Environmental Science (CML). CML report 148. The Netherlands. Leiden: 160-164.
- Weisz, H., Schandl, H. (1999): Agreements for Accounting. Industrial Metabolism: Conceptual and Methodological Options. Presentation at the Industrial Ecology Conference at Troyes, France (unpublished).
- Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B., Lovins, L. H. (1995): Faktor Vier: Doppelter Wohlstand – halbierter Naturverbrauch. Der neue Bericht an den Club of Rome. München.
- Weninger, J. (1997): Stoffstrommanagement. Eine gesellschaftliche und unternehmerische Aufgabe. Diplomarbeit an der Wirtschaftsuniversität Wien, Institut für Umwelt und Wirtschaft. Wien.
- Wolf, M. E., Petrovic, B., Payer, H. (1998): Materialflußrechnung Österreich 1996. Statistische Nachrichten 53 (11): 939-948.

## **Persönliche Mitteilungen**

ETA (1999): ETA Umweltmanagement Wien.

Parnes, H. (1999): Kostenrechnungsstelle, Pulmologisches Zentrum der Gemeinde Wien.

Prebio, M. (2000): Intensivstation des Pulmologisches Zentrum der Gemeinde Wien.

Weisz, H. (2000): Abteilung Soziale Ökologie, Institut für Interdisziplinäres Forschung und Fortbildung (IFF) der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt, Wien.

## **Internet**

[www.eta.at](http://www.eta.at)

[www.fabrikderzukunft.at](http://www.fabrikderzukunft.at)