BRANDENBURGISCHE UMWELT BERICHTE

9

Daniela Thrän, Konrad Soyez (Hrsg.)

Der Stoffhaushalt ländlicher Regionen

Analysen - Handlungsfelder - Perspektiven

Schriftenreihe des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam
und des Brandenburger Umweltforschungszentrums, Neuruppin

Die **B**randenburgischen **U**mwelt **B**erichte sind eine gemeinsam herausgegebene Schriftenreihe des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam und des Brandenburgischen Umweltforschungszentrums in Neuruppin.

Sie erscheint unregelmäßig.

Anschriften der Herausgeber:

Universität Potsdam
Zentrum für Umweltwissenschaften
Forschungsgruppe Ökotechnologie
Park Babelsberg
14482 Potsdam

Mit freundlicher Unterstützung von:

UP TRANSFER
Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer mbH
an der Universität Potsdam
Am Neuen Palais 10
14469 Potsdam

Gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg (Förderkennziffer 24-04/180;00).

Alle Rechte, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung und Verbreitung über diese Reihe hinaus sowie der Übersetzung liegen bei den Autoren. Kein Teil der Schriftenreihe darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der Autoren reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Herausgeber der Schriftenreihe übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben.

Die in den Beiträgen geäußerten Meinungen und Ansichten müssen nicht mit denen der Herausgeber der Schriftenreihe übereinstimmen.

Bezugsbedingungen:

Der Bezug der Schriftenreihe erfolgt über die Geschäftsstelle des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam, Park Babelsberg 14, 14482 Potsdam.

Hergestellt auf Umweltpapier

ISSN 1434-2375

Inhalt

Geleitwort von W. Birthler, Minister für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung im Land Brandenburg 4

I. Analysen

D. Thrän, K. Soyez:
Charakteristika des ländlichen Stoffhaushaltes 9

B. Wolf, R. Klonower:
Regionale Stoff- und Energieflußrechnungen 14

W.-D. Kalk, W. Prystav, K.-J. Hülsbergen, S. Biermann:
Nährstoffbilanzen in brandenburgischen Landwirtschaftsbetrieben 25

M. Koller, T. Hermann, S. Plickert:
Potenziale der ländlichen Restabfallentsorgung 33

II. Handlungsfelder

U.R. Fritsche, S. Hartard:
Stoffstromanalyse und Regionalentwicklung - Untersuchungen zur Stoffökonomie in Neuruppin und Freiburg 43

D. Baier, K. Soyez:
Stoffstrommanagement an Konversionsstandorten 51

B. Blümlein:
Regionale Produkte und regionale Initiativen 60

III. Perspektiven

R. Obernosterer, Ch. Lampert, P.H. Brunner:
Der Stoffhaushalt ländlicher Regionen im urbanen Schatten 67

D. Thrän:
Nachhaltigkeitsindikatoren für den ländlichen Stoffhaushalt 74

P. Baccini:
Biomassehaushalt in neuen urbanen Systemen 82

Verzeichnis der Autoren 91

Geleitwort des Ministers für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Wolfgang Birthler:

Stoffstrom- und Produktpolitik – Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung

Die Bewertung von Stoffen und Stoffströmen erlangt angesichts der Verknappung der natürlichen Ressourcen und der Globalisierung unseres Wirtschaftssystems zunehmende Bedeutung. Dies ins Blickfeld von Wissenschaft, Öffentlichkeit und Politik zu rücken und dabei insbesondere die Brandenburger Gegebenheiten zu analysieren und Handlungsfelder und Perspektiven aufzuzeigen - wie es die Universität Potsdam mit diesem Heft zum "Stoffhaushalt ländlicher Regionen" anstrebt - begrüße ich sehr.

Die Organisation von Stoffströmen war lange Zeit ausschließlich der Wirtschaft und der Wirtschaftspolitik vorbehalten. Stoffströme nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch zu betrachten und zu regeln, wird in dem Maße dringender, wie die Stoffströme wachsen und auch neue Stoffverbindungen, deren Wirkungen noch nicht abzusehen sind, in die Ökosphäre, Technosphäre und Nahrungskette gelangen.

In den 70er Jahren zeigte der Club of Rome die Grenzen des Wachstums auf. Er begründete dies mit der von ihm erwarteten Erschöpfung der Ressourcen. In den 80er Jahren war es der Brundtland-Bericht, in dem unter dem Begriff einer nachhaltigen Entwicklung die Frage der Erschöpfung der natürlichen Ressourcen mit der politischen Frage nach der Gerechtigkeit der Verteilung knapper Ressourcen verbunden wurde - sowohl in Bezug auf die Verteilung unter den heute lebenden Menschen als auch in Bezug auf die Verteilungsgerechtigkeit zwischen heutigen und zukünftigen Generationen.

Klassische Umweltpolitik, die - vorwiegend technisch - allein auf die Schutzgüter Wasser, Boden, Luft, den Natur- oder Landschaftsschutz gerichtet ist, genügt heute nicht mehr. Umweltpolitik muss auch einen Handlungsrahmen vorgeben für Stoffströme und die Produktpolitik. Dies muss sich auf Analysen und wissenschaftlich begründete Aussagen stützen. Der nun vorliegende Band 9 der Brandenburgischen Umweltberichte gibt dazu neue Anregungen.

Die nachhaltige Entwicklung eröffnet Chancen insbesondere für Brandenburgs ländliche Regionen: Chancen zu einer regionalen Kreislaufwirtschaft mit regionaler Wertschöpfung, zur Honorierung ökologischer Leistungen, zu lebenswerten Regionen für die Bürger und erlebenswerten Regionen für die Besucher. Nachhaltigkeit setzt auf die Nutzung heimischer Ressourcen als Quellen des Wohlstandes. Initiativen, wie "pro agro - natürlich Brandenburg" zielen in diese Richtung. Außerdem unterstützen wir mit der Agrarinvestitionsförderung, mit der Förderung einer markt- und standortangepassten landwirtschaftlichen Produktion, mit Marketing- und Qualitätsförderung nicht nur die Schaffung regionaler Kreisläufe, sondern natürlich auch die Wettbewerbsfähigkeit unserer Landwirtschaft im nationalen und europäischen Maßstab.

Nachhaltigkeit lässt sich aber ganz sicher nicht konfliktfrei umsetzen. Es bedeutet vielmehr, Bedürfnisse gegeneinander abzuwägen und unseren natürlichen Kapitalstock zu schonen. Nachhaltige Entwicklung als simplen Weg zur ökonomischen, ökologischen und sozialen Befriedigung aller Bedürfnisse zu verstehen, würde dem Anliegen nicht gerecht und wäre eine Verharmlosung der damit verbundenen Probleme.

Zwar besteht vielfach breiter Konsens darüber, dass es notwendig ist, den Übergang zu einer nachhaltigen Entwicklung zu bewältigen. Dieser Konsens wird aber sofort brüchig, wenn es konkret darum geht, die Rahmenbedingungen so zu ändern, dass eine nachhaltige Entwicklung überhaupt möglich wird. Ich denke dabei u.a. an die Ökosteuer, deren Sinnhaftigkeit sofort einleuchtet: Naturverbrauch wird teurer, Arbeitskraft billiger. Zugleich soll sie künftigen Generationen durch einen sparsameren Umgang mit den nicht regenerierbaren Naturreichtümern dienen.

Sicher ist die Ökosteuer in ihrer jetzigen Ausformung nur ein erster Schritt zu einem sparsamen Umgang mit den Naturressourcen und einer steuerlichen Entlastung der menschlichen Arbeit. Es gibt noch Gerechtigkeitslücken zwischen einzelnen Branchen. Deshalb bemühen wir uns beispielsweise, die ungleichgewichtige Mehrbelastung der Landwirtschaft durch die Einführung eines "Agrardiesels" zu mildern.

Andererseits eröffnet eine höhere Besteuerung der fossilen Energieträger der Landwirtschaft einen neuen Markt als Rohstofflieferant für die Energiebranche, aber auch als Wertstofflieferant für die Arzneimittelindustrie, Medizin, Textilindustrie, chemische Industrie etc. Die Bauern werden - so wird heute prognostiziert - zunehmend auch zu Energiebauern. Biomasse als Energielieferant bedeutet Kreislaufwirtschaft auf engstem Raum . Das ist ein erstrebenswertes Ziel.

Nachhaltige Entwicklung erfordert in einer sozialen und ökologischen Marktwirtschaft ein Geflecht kurz- und langfristiger Lösungsansätze. *Langfristig* müssen aus meiner Sicht grundlegende Strategien umgesetzt werden:

- verstärkte Berücksichtigung des Produktionsfaktors Natur in unserem Wirtschaftssystem z.B. durch die Ökosteuer, Verschmutzungslizenzen, die Internalisierung externer Kosten und den Übergang von einem bislang dominierenden planungs- und ordnungsrechtlichen Politikansatz zu einer verstärkt sich selbst regulierenden marktwirtschaftlichen Ausrichtung mit finanziellen Anreizen zur Erbringung von Umweltleistungen.

- Ganzheitliche Betrachtung der Umwelt

Mit Stoffströmen verbunden ist meist ein Verschieben von Schadstoffen von einem Umweltmedium in ein anderes. Umweltpolitik muß deshalb den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Stoffströmen bis hin zu den Stoffsenken (Abfall-, Schadstoffbehandlung) berücksichtigen und zur Substitution von schädlichen Stoffen durch umweltverträgliche Stoffe beitragen.

Diesen *langfristigen* ökologischen Handlungsrahmen für wirtschaftsbedingte Stoffströme ergänzen wir durch *kurzfristige* Strategien, die die Chancen nachhaltiger Politik eröffnen und der Entwicklung der ländlichen Räume dienen, z.B. durch

- Schaffung kleinräumiger Zentren und Strukturen,
- Förderung ökologischer Wertschöpfungsketten,
- Förderung von Technologien und Produkten mit hoher Rohstoff-, Energie- und Flächeneffizienz,
- Förderung von Innovationen zur Schadstoffreduzierung,
- Nutzung endogener Ressourcen, z. B. nachwachsender Rohstoffe zur energetischen und stofflichen Verwertung.

Die umweltpolitischen Leitlinien:

- Verringerung des Ressourcenverbrauchs bei gleicher Wertschöpfung bzw. effizientere Nutzung der Ressourcen und
- Schaffung regionaler Wirtschaftskreisläufe

sind bereits heute durch ein Geflecht von Fördermöglichkeiten, Initiativen, Modellvorhaben untersetzt. Hauptsächliches Ziel aller Bemühungen der Umweltpolitik bleibt, die Funktionsfähigkeit der ländlichen Räume Brandenburgs als Wirtschafts-, Sozial- und Naturraum dauerhaft zu sichern.

Bislang sind Stoff-, Ökobilanzen, Technikfolgenabschätzungen und Produktlinienanalysen für unsere Wirtschaftskreisläufe nicht hinreichend bekannt. In die Produktlinienanalysen müssen unter dem Blickfeld der Nachhaltigkeit zugleich ökologische und ökonomische Betrachtungen einfließen. Eindrucksvolles Beispiel ist die Ökobilanz von Raps als Substitut für Diesel, die bislang nahezu ausschließlich aus der Sicht der Schadstoffbilanz eingeschätzt wird. Unter den Aspekten eines kleinräumigen Wirtschaftens, der Arbeitsbeschaffung und der Stimulierung neuer Technologien sind neue Bewertungsakzente notwendig.

(bzw. Satz ergänzen)
Die Forschung sollte zudem einen Beitrag dazu leisten, nachhaltige Entwicklung messbar zu machen, Indikatoren und Kennziffern dafür zu finden, die ähnlich anschaulich sind wie das Bruttosozialprodukt BSP oder der Aktienindex DAX. Der Begriff DUX - Deutscher Umweltindex existiert bereits, er ist aber bislang weder hinreichend methodisch noch inhaltlich ausgestaltet.

Obgleich die Umweltpolitik vielfältige Handlungsinstrumente wie Ordnungs- und Steuerrecht bis hin zur Förderung von nachahmenswerten Beispielen und wichtigen Technologieschüben besitzt, sollte die Politik stets auch auf einen sich selbst regulierenden Prozess zielen. Umweltpolitik sollte und kann nicht allein darauf orientiert werden, alles zu regulieren und zu steuern. Marktwirtschaft braucht auch innovative Entwicklungsfreiräume. Die Rahmenbedingungen sollten einen marktwirtschaftlichen Suchprozess in Richtung auf eine nachhaltige Entwicklung initiieren.

Dazu braucht die Politik Unterstützung aus der Wissenschaft, wozu dieses Heft dankenswerterweise einen hervorragenden Beitrag leistet.

I. Analysen

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9 S. 9-13 (2000)

Charakteristika des ländlichen Stoffhaushaltes

D. Thrän, K. Soyez

1. Einleitung

Der Energie- und Materialumsatz der Anthroposphäre zeigt seit rund 200 Jahren ein exponentielles Wachstum. Die Industrienationen haben einen Ressourcenverbrauch erreicht, der nach heutigem Wissen die Erhaltung des „natürlichen Kapitals“, d.h. der ökologischen Leistungsfähigkeit bzw. des natürlichen Produktionssystems im Interesse zukünftiger Generationen nicht sichern kann. Um zu einem zukunftsfähigen Umgang mit den Ressourcen zu gelangen, ist eine umfassende Stoffpolitik notwendig. Sie beinhaltet die Gesamtheit der politischen Maßnahmen, mit denen Einfluß genommen wird auf Art und Umfang der Stoffbereitstellung, der Stoffnutzung sowie der Abfallbehandlung und -ablagerung [ENQUETE 1994].

In Forschung und Politik wird zunehmend die Ausrichtung nach regional angepaßten Kriterien als ein wichtiger Ansatzpunkt für eine zukunftsfähige Entwicklung gesehen: Im wissenschaftlichen Diskurs über die ökologische Krise besteht Konsens darüber, daß viele Funktionszusammenhänge kleinräumiger als gegenwärtig organisiert werden müßten, um zu Problemlösungen zu gelangen [PETERS ET AL 1996]. Auf EU-Ebene verabschiedeten die zuständigen regionalen Minister 1995 die „Charta von Valencia“, in der die Rolle der Regionen in der europäischen Umweltpolitik festgelegt wird. Sie fordert die Prägung aller Erlasse sektoraler Politiken durch Umwelterfordernisse und die Einbeziehung regionaler Regierungen und Lösungen bei koordinierten Maßnahmen zur Lösung globaler Umweltprobleme.

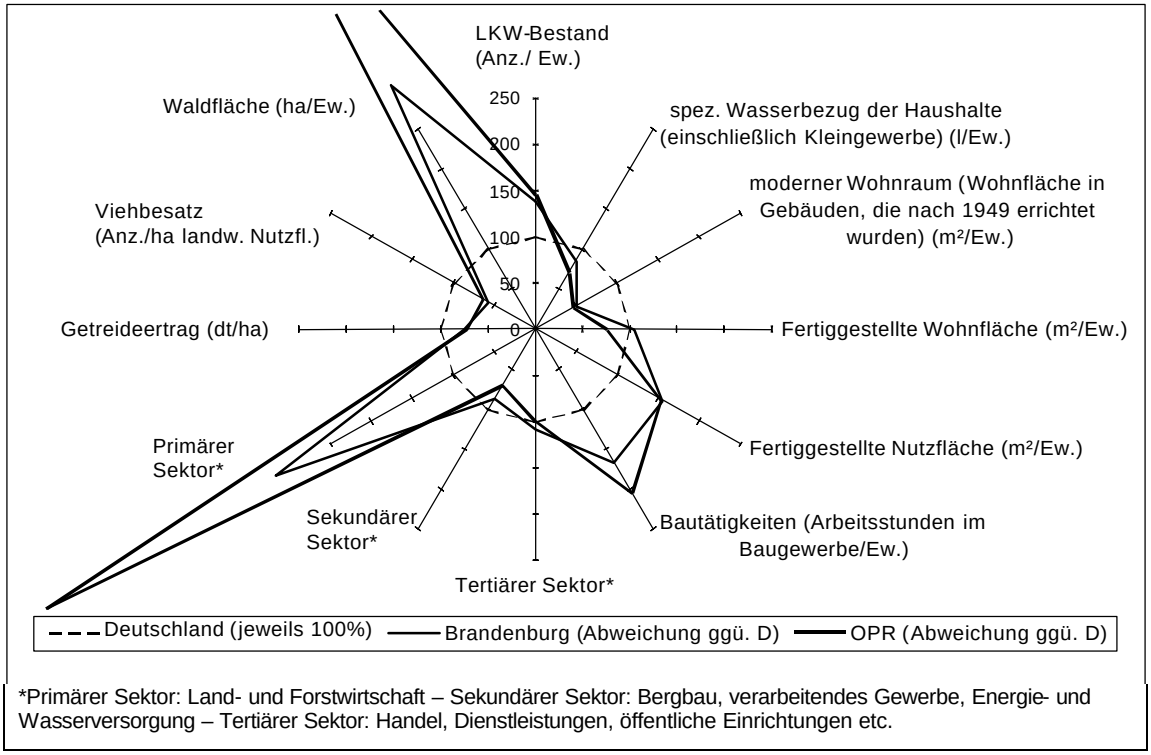
Ausgangspunkt für die nachhaltige Gestaltung der regionalen Stoffströme bilden die vorhandenen Ressourcen. Sie ist nur möglich, wenn genügend genaue Informationen über die regionalen Flüsse und Lager der Stoffe (regionaler Stoffhaushalt) und ihre regionalcharakteristischen Rahmenbedingungen zur Verfügung stehen. Die bisherigen regionalen Stoffstromanalysen wurden in erster Linie für urbane Systeme durchgeführt. Für ländlich strukturschwache Regionen besteht ein vom nationalen Durchschnitt grundverschiedenes regionales Stoffhaushalts-Profil, da die sozio-geographischen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen maßgebend von den üblichen Verhältnissen abweichen. Die gesonderte Analyse dieser Regionen ist daher eine unumgängliche Voraussetzung für ihre Entwicklung.

2. Die ländliche Prägung Brandenburgs

Das Land Brandenburg ist gekennzeichnet durch eine sehr geringe Besiedlungsdichte von lediglich 88 Einwohner/km² (Bundesdurchschnitt: 223 Einwohner/km²), große ehemalige Militärflächen, die 8% der Gesamtfläche belegen sowie eine gravierende Umstrukturierung der Wirtschaft sowohl im industriellen als auch im land- und forstwirtschaftlichen Bereich. Während der engere Verflechtungsraum um Berlin Strukturen eines sich ausweitenden Ballungsgebietes aufweist, zeigt der äußere Entwicklungsraum, der 85% der Landesfläche umfaßt, die typischen Merkmale einer ländlich strukturschwachen Region (geringe Bevölkerungsdichte, hohe Arbeitslosigkeit, kaum Ansiedlung neuer Gewerbe, etc.[LUA 1996]). Eine Folge ist die vorzeitige Erfüllung von vielen nationalen ökologischen

Reduktionszielen (Aufforstung, Waldgenesung, Naturschutzflächen, Stickstoffeintrag etc.) einerseits, andererseits eine massiver Bevölkerungsrückgang, insbesondere in den kleinen Gemeinden.

Charakteristika von Brandenburg können aus den statistischen Daten abgeleitet werden, wenn man sie dem bundesdeutschen Durchschnitt gegenüberstellt. Ein solches Stärken-Schwächen-Profil wird für die Bereiche Ressourcen, Produktion/Versorgung und Wohnen erstellt. Die verschiedenen Kenngrössen sind dazu in einem Spinnen-Diagramm zusammengestellt (Abbildung 1).



*Primärer Sektor: Land- und Forstwirtschaft – Sekundärer Sektor: Bergbau, verarbeitendes Gewerbe, Energie- und Wasserversorgung – Tertiärer Sektor: Handel, Dienstleistungen, öffentliche Einrichtungen etc.

Abb. 1: Strukturdatenvergleich Deutschland, Brandenburg und Ostprignitz-Ruppin 1995

Der Bundesdurchschnitt wird jeweils als Vergleichmaßstab mit 100 Prozent angesetzt, die Abweichungen des Landesdurchschnittes prozentual angegeben. Alle Angaben beziehen sich auf Einwohner bzw. Flächen. In Hinblick auf die wirtschaftlichen Aktivitäten können gegenüber dem deutschen Durchschnitt erhöhte Werte als „Stärken“, niedrigere Werte als „Schwächen“ interpretiert werden. Für das Land Brandenburg ergibt sich folgendes Profil:

- Ressourcen:
  - sehr große Waldflächen
  - Landwirtschaftsflächen mit geringen Erträgen
- Wohnen:
  - niedriger Wohnflächenbedarf
  - alter Wohngebäudebestand
- Produktion/ Versorgung:
  - starke öffentliche und gewerbliche Bautätigkeiten
  - geringe Ausprägung des produzierenden Gewerbes bei gleichzeitig sehr hohem Beschäftigungsanteil in der Land- und Forstwirtschaft
  - niedriger Wasserverbrauch
  - hohes Lkw-Aufkommen

Stellvertretend für den äußeren Entwicklungsraum enthält Abbildung 1 weiterhin Vergleichsdaten des Landkreises Ostprignitz-Ruppin, der durch sehr deutliche Strukturmerkmale der ländlich strukturschwachen Region gekennzeichnet ist (z.B. Bevölkerungsdichte: 46 Einwohner/km²). Es zeigt sich,

daß in dieser Region die brandenburgischen Stärken und Schwächen sehr akzentuiert zum Tragen kommen:

Seit 1989 hat sich die Branchenstruktur sehr stark zugunsten des tertiären Bereichs verschoben. Dort ist der Beschäftigtenanteil im öffentlichen Bereich mit 22,1 % doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt. Gleichzeitig fielen von 1989 bis 1994 die Beschäftigtenzahlen in der Landwirtschaft auf 22 % und im verarbeitenden Gewerbe auf 27 % des Ausgangsniveaus. Die Zahl der Industriebeschäftigten nahm noch stärker ab. Die Branchenstruktur ist heute stark klein- und mittelständisch geprägt: Unter den 4241 IHK-Mitgliedern (Betriebsstätten am 29.2.1996) sind nur 158 Betriebe mit mehr als 20 Beschäftigten. Betriebe mit mehr als 500 Mitarbeitern fehlen ganz. Lediglich das Baugewerbe hatte Zuwächse zu verzeichnen und stellt nach Beschäftigten die bedeutendste Branche des sekundären Sektors dar. Problematisch zu bewerten ist die immer noch starke land- und forstwirtschaftliche Prägung bei verhältnismäßig schlechter Bodenqualität.

3. Der ländliche Stoffhaushalt

Die exemplarische Darstellung des Stoffhaushaltes der Region Ostprignitz-Ruppin zeigt Charakteristika eines ländlichen Stoffhaushaltes und weist auf Möglichkeiten einer an den regionalen Ressourcen orientierten zukunftsfähigen Entwicklung hin. Zur Beschreibung des regionalen Stoffhaushaltes sind umfangreiche Datenerhebungen notwendig. Grobe Abschätzungen lassen sich allerdings bereits durch Hochrechnungen vorhandener Datensätze gewinnen. Eine Gegenüberstellung von Stoffströmen der Produktion und der Privathaushalte zeigt Abbildung 2.

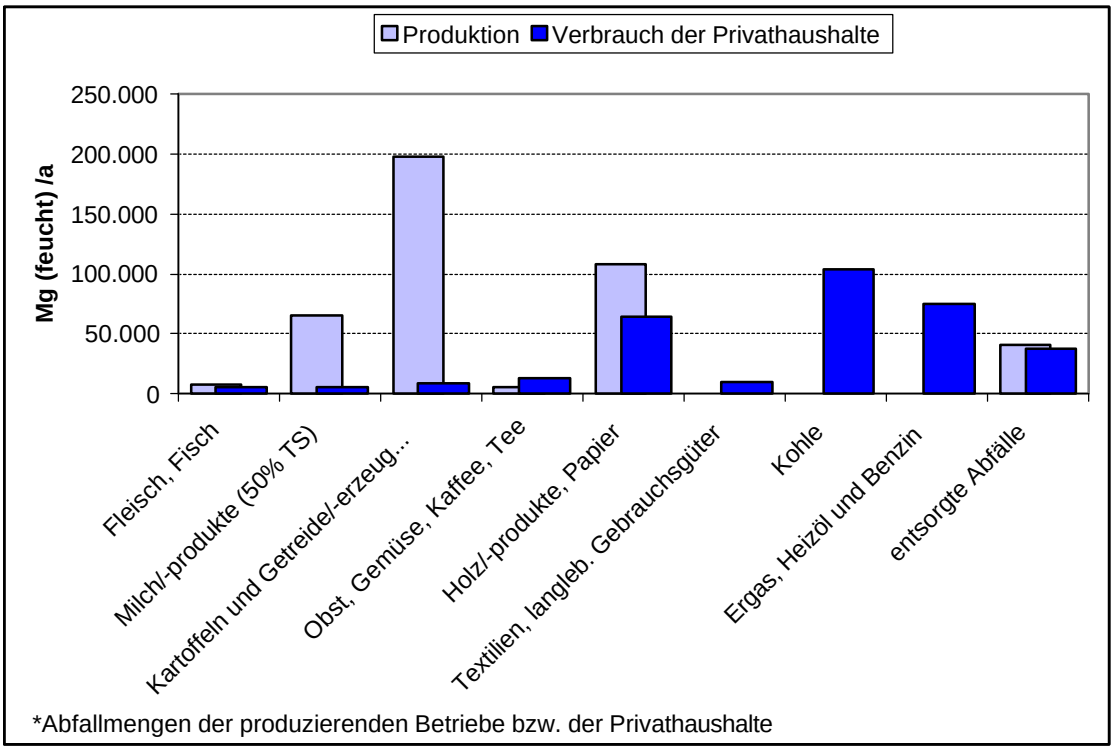


Abb. 2: Ausgewählte Stoffströme in OPR 1994/95 [SOYEZ, THRÄN 1996]

Deutlich zu erkennen ist der hohe Stellenwert der Biomasseströme. Im Bereich der Nahrungsmittel liegt die Produktion um den Faktor 10 bis 30 über dem Verbrauch der Privathaushalte. Teilweise liegt die regionale Produktionskapazität sogar noch höher: z.B. wird bei der „Holzproduktion“ nur weniger als die Hälfte des jährlich unter Berücksichtigung der ökologischen Waldfunktionen nutzbaren

Potentials (sogenannter „Nachhaltshiebsatz“) erschlossen, während das übrige nutzbare Holz im Wald verbleibt. Dem Biomassepotential gegenüber steht ein umfassender Import an fossilen Energieträgern. Er wird hauptsächlich zur Wärmebereitstellung eingesetzt. Etwa ein Drittel der Wohnungen in Ostprignitz-Ruppin (bzw. über die Hälfte der Einfamilienhäuser) wurden 1995 mit Kohle beheizt, 6% der Wohnungen standen leer. Der gesamte Wärmebedarf der Privathaushalte (Heizwärme und Warmwasser) umfaßt 770.000 MWh/a. Das Einsparpotential durch Maßnahmen zur Wärmedämmung und Erneuerung der Heizungssysteme wird auf über 50% geschätzt [SOYEZ, THRÄN 1996].

Die geringe Bedeutung des produzierenden Gewerbes zeigt sich im Sonderabfallaufkommen der bilanzpflichtigen Betriebe: Es betrug mit 17 Kilogramm pro Einwohner und Jahr weniger als 20 Prozent des Brandenburger Durchschnitts. Der Gebrauch der importierten Güter geht dabei mit einem Ressourcenverbrauch außerhalb des Bilanzraums einher.

Zur Beschreibung der Stoffflüsse in die Umwelt lassen sich die Daten der Umweltberichterstattung heranziehen. Von Interesse ist die Einordnung der Umweltbelastungen in den nationalen Kontext. Dazu erfolgt eine vergleichende Darstellung der Luftemissionen sowie von Gewässergüte und Waldzustand (Abbildung 3). Der deutsche Durchschnitt wird als Vergleichmaßstab mit 100 Prozent angesetzt und das Belastungsniveau in Ostprignitz-Ruppin anteilig am Bundesniveau dargestellt. Die einwohnerspezifische Emission der drei bedeutenden Luftschadstoffe SO_2, NO_x und Staub liegt unter 20% der deutschen Durchschnittsbelastung. Auch der Naturhaushalt in OPR zeigt sich geringer belastet. Gegenüber 1990 wurden in allen Bereichen Entlastungen erzielt, die in erster Linie auf den starken Rückgang der wirtschaftlichen Aktivitäten zurückzuführen ist. Die Nährstoffsalden der Böden bedürfen einer gesonderten Betrachtung (vgl. KALK ET AL in diesem Heft).

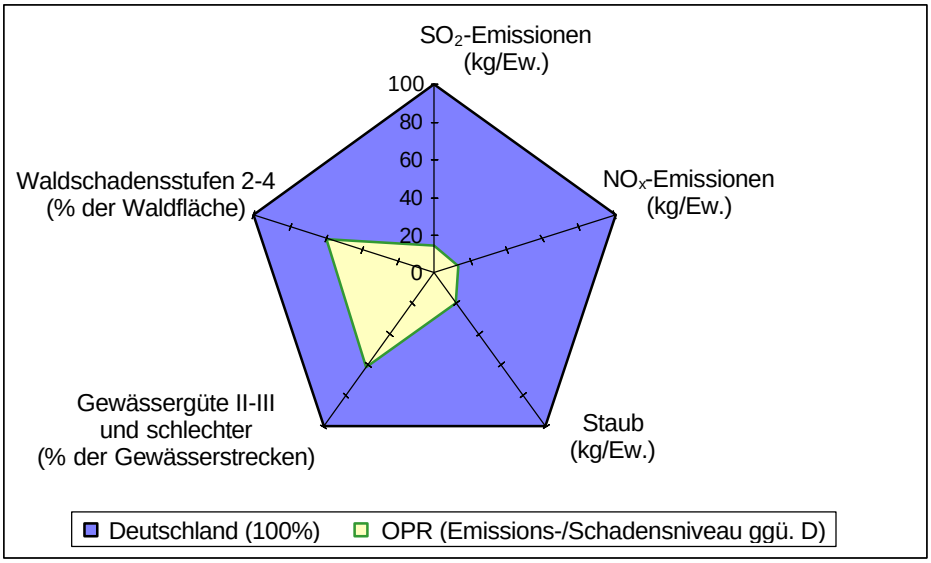


Abb. 3: Umweltdatenvergleich Deutschland und Ostprignitz-Ruppin 1995

Der ebenfalls gegenüber dem Bundesdurchschnitt deutlich geringere Umweltverbrauch (Wohnflächen, Trinkwasser etc.) der Bevölkerung in den neuen Ländern wird wegen der dortigen wirtschaftlichen Bedingungen, insbesondere dem geringeren Einkommen (70% des Niveaus der alten Bundesländer), dem geringeren Sparguthaben (30% des Niveaus), geringeren Schulden (14% des Niveaus) und geringerem Immobilienvermögen (40% des Niveaus) auch in Zukunft erwartet [THRÄN 1998].

4. Zusammenfassung und Ausblick

Zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Entwicklung ist eine umfassende Stoffpolitik notwendig, die verstärkt auf regionale Belange ausgerichtet werden muß. Sie setzt die Kenntnis der regionalen Stoffflüsse und ihrer Rahmenbedingungen voraus. Den überwiegenden Flächenanteil des Landes Brandenburg belegen ländlich strukturschwache Regionen, die infolge ihrer wirtschaftlichen und sozio-geographischen Rahmenbedingungen einen Stoffhaushalt unterhalten, der einerseits mit einer überschüssigen Biomasseproduktion, andererseits mit großen Importen an fossilen Energieträgern einher geht. Weiterhin sind diese Regionen charakterisiert durch vergleichsweise geringe Umweltbelastungen, die teilweise die mittelfristigen Zielvorgaben der deutschen Umweltpolitik bereits erfüllen. Diese Situation wurde allerdings weniger durch gezielte Umweltschutzmaßnahmen herbeigeführt, sondern vielmehr durch den Rückgang der wirtschaftlichen Aktivitäten in der Region. Durch diese Veränderungen sind auch die wirtschaftlichen Verhältnisse der regionalen Bevölkerung ungünstiger als im übrigen Deutschland. Als Reaktion hat – insbesondere unter den qualifizierten Arbeitskräften – bereits eine Abwanderung in andere Regionen eingesetzt. Wenn dieser Trend aufgehalten werden soll, müssen in den ländlich strukturschwachen Regionen neue wirtschaftliche Perspektiven für die Bevölkerung geschaffen werden. Das vorhandene Biomassepotential bietet dafür ein maßgebendes Handlungsfeld.

Literatur

Enquete-Komission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (ENQUETE) (1994) (Hg.): Die Industriegesellschaft gestalten. Bonn.

Landesumweltamt Brandenburg (LUA) (1996) (Hg.): Berlin-Brandenburg regional´96. Potsdam.

Peters, U.; Sauerborn, K.; Spehl, H.; Tischer, M.; Witzel, A. (1996): Nachhaltige Regionalentwicklung – ein neues Leitbild für eine veränderte Strukturpolitik. Universität Trier.

Soyez, K.; Thrän, D. (1996): Nachhaltiges Stoffstrommanagement als Bestandteil von regionaltypischen Konzepten. Zwischenbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg. Potsdam.

Thrän, D. (1998): Stoffstromanalysen am Beispiel des Landkreises Ostprignitz-Ruppin – Potentiale für ein regionales Holz-Management. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 21. Potsdam-Bornim.

Autoren:

Daniela Thrän, Dr. Konrad Soyez
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14
14482 Potsdam

Fax: 0331-977-4433
thraen@rz.uni-potsdam.de

Brandenburger Umwelt Berichte (BUB) 9, S. 14–24 (2000)

Regionale Material- und Energieflussrechnungen

B. Wolf; R. Klonower

1. Material- und Energieflußrechnungen in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung

Seit Ende der 80-er Jahre beschäftigt sich das Statistische Bundesamt damit, das traditionelle System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen um umweltorientierte Kriterien der Messung zu erweitern. Dabei sollen in erster Linie die längerfristigen und strukturellen Aspekte quantifiziert und soweit möglich monetär bewertet werden, um die traditionellen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zu ergänzen. Es wurde ein Konzept erarbeitet, das ein ganzheitliches, von der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung unabhängiges, aber mit ihr vielfältig verbindbares Rechenwerk darstellt. Im Rahmen der Beschreibung der Umweltbelastung wurde die Methodik der Material- und Energieflussrechnungen erarbeitet (Statistisches Bundesamt, Fachserie 19). Das Grundkonzept des Statistischen Bundesamtes enthält fünf Themenbreiche, die entsprechend dem international sich durchsetzenden „Pressure-State-Response“-Ansatz strukturiert sind.

Prinzipiell basieren Material- und Energieflussrechnungen der Statistik auf dem Modell des Stoffstromes von den Quellen der Rohstoffe über die Verarbeitungsprozesse und dem Konsum bis hin zur Abgabe. Die Datensammlung und Analyse unterscheidet dabei drei Ebenen:

- Die ***gebietsbezogene*** Rechnung berücksichtigt alle Ströme von Materialien und Energie, die die Grenzen einer Region (z.B. Kreis, Landschaftsgebiet) überschreiten. Diese Ströme werden als Zu- und Abflüsse bezeichnet.

- Die ***wirtschaftsbezogene*** Rechnung berücksichtigt alle Ströme von Material und Energie zwischen der inländischen Wirtschaft und der Natur. Diese Ströme werden als Entnahmen und Abgaben bezeichnet.

- In der ***aktivitätsbezogenen*** Rechnung wird das Aufkommen und die Verwendung von Material und Energie dargestellt, die von den Aktivitäten der 58 Produktionsbereiche der inländischen Wirtschaft sowie der Haushalte ausgehen. Unter einem Produktionsbereich ist dabei die Gesamtheit aller wirtschaftlichen Aktivitäten, die ausschließlich und vollständig die Güter einer Gütergruppe erzeugen, zu verstehen. Durch die Verwendung der Gliederung nach homogenen Produktionsbereichen können die Daten zu umweltrelevanten Material- und Energieströmen sowie zu Umweltbelastungen direkt in Beziehung zu ökonomischen Kennziffern aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung gesetzt werden. Produktionsbereiche stellen somit das Bindeglied zwischen Wirtschafts- und Umweltdaten dar.

In den drei Ebenen kann eine Totalbetrachtung aller mengenmäßig relevanten Flüsse und/oder eine problembezogene Betrachtung ausgewählter Flüsse, Produktionsbereiche oder Gütergruppen erfolgen. Die Totalbetrachtung zielt dabei in erster Linie auf die quantitative Analyse und Bewertung, während die problembezogene Betrachtung den Vorteil einer qualitativ genaueren Beobachtung -zum Preis einer Selektion- bietet. Jede Ebene und Betrachtungsweise von Flussrechnungen setzt aber voraus, dass die einzelnen Stationen im Gesamtfluss hinreichend statistisch erfasst sind und eine Kompatibilität zwischen den Quellen hergestellt werden kann.

Für Material- und Energieflussrechnungen wird in erster Linie auf bereits vorhandene Daten der amtlichen Statistik zurückgegriffen. Der Vorteil der amtlichen Statistik besteht im Gegensatz zu Verbandsstatistiken oder zu Erhebungen anderer Einrichtungen darin, dass bundeseinheitliche Methoden, Definitionen und Klassifikationen über einen meist längeren Zeitabschnitt angewandt werden und somit die gewonnenen Aussagen regional, sektoral und in Zeitabständen vergleichbar sind. Momentan findet bereits eine EU-weite Angleichung der genannten Kriterien statt. Kritisch einzuordnen sind an dieser Stelle zwei Aspekte. Zum einen kann die amtliche Statistik aus unterschiedlichen Zwängen heraus (langwierige Gesetzgebungsverfahren, Belastung der Auskunftspflichtigen etc.) nicht immer schnell genug auf neue Entwicklungen und Datenanforderungen reagieren und zum zweiten zeigen sich bei Gesamtrechnungsverfahren - insbesondere bei relativ jungen Systemen wie Materialrechnungen - Datenlücken und Diskrepanzen. Diese müssen durch andere Datenquellen geschlossen oder mit aufwendigen Verfahren angepasst werden. Die wichtigsten amtlichen Datenquellen zeigt Tab. 1. Des weiteren werden eine Vielzahl von sogenannten Fachstatistiken einbezogen, die in der Regel auf die Produktion und Verwendung ausgewählter volkswirtschaftlich bedeutungsvoller Güter abgestellt sind. Für Zwecke der Materialbilanzen finden hier u.a. die Kohlestatistik, Stahl- und Mineralölstatistik Anwendung.

Tab. 1: Die wichtigsten amtlichen Statistiken zur Erstellung von Material- und Energieflußrechnungen

Produktion	**Handel**	**Entsorgung**
Produktionserhebung Elektrizitäts- und Gaserzeugung Agrarberichterstattungen Holzstatistik Wassergewinnung und –verwendung	Generalhandel Spezialhandel	Abwasseraufkommen und –beseitigung Abfallaufkommen und -behandlung

Auf der Outputseite unterscheiden Material- und Energieflussrechnungen drei Kategorien von direkten Umweltbelastungen, und zwar Luftemissionen, Abfälle und Abwasser. Anders als in den Bereichen Abfall und Abwasser werden die luftseitigen Belastungen überwiegend errechnet. Je nach Fragestellung der Analyse muss die entsprechende Berechnungsmethode dargestellt werden, wobei die zu Grunde gelegten Energie- und Poduktionsmengen sowie die spezifischen Emissionskoeffizienten (in Anwendung kommen die vom Umweltbundesamt ermittelten Faktoren) als Konstanten anzusehen sind.

2. Erste Ergebnisse für das Land Brandenburg

Seit Mitte der 90-er Jahre gibt es auch bei den Statistischen Landesämtern Ansätze, diese Konzeption und die Ergebnisse des Bundes auf Länderebene zu regionalisieren. Für die Durchführung von Material- und Energieflussrechnungen sind zwei aufeinander aufbauende Schritte erforderlich: Gewinnung, Bereitstellung und Aufbereitung des Datenmaterials sowie die eigentliche Flussrechnung. Momentan haben die Arbeiten im Land Brandenburg ihren Schwerpunkt in der Datenbereitstellung und –aufbereitung. An einigen Stellen erscheint eine Modifikation zum Bundesprogramm auf Grund der unterschiedlichen Datenlage notwendig. Berechnungen sind einerseits erfolgt zu den Ausgaben des Staates und des Produzierenden Gewerbes für den Umweltschutz und zu dem Anlagevermögen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe, andererseits zu den Energieflüssen.

In Brandenburg ist das Engagement in Energiebereich auf die wirtschaftliche Bedeutung der Braunkohle und der politischen Orientierung, den Anteil der regenerativen Energien am Primärenergieverbrauch maßgeblich (innerhalb der nächsten zwanzig Jahre von 1991 rund 2 Petajoule auf 10 Petajoule) zu erhöhen, zurückzuführen. Erstellt wird die Energiebilanz jährlich seit 1989 im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft für Brandenburg.

In Energiebilanzen werden das Aufkommen und die Verwendung von Energieträgern so lückenlos und detailliert wie möglich dargestellt. Unter Energieträgern werden dabei alle Quellen, aus denen direkt oder durch Umwandlung Energie gewonnen wird, verstanden. Zu den direkten Energieträgern, auch Primärenergieträger genannt, gehören: Steinkohle, Rohbraunkohle, Hartbraunkohle, Erdöl, Erdgas, Erdölgas, Grubengas, Brenntorf. Außerdem werden die Kernenergie sowie alle erneuerbaren Energieträger zu den Primärenergieträgern gezählt. In die Primärbilanz können gewinnseitig keine Sekundärprodukte verbucht werden. Diese erfüllen als solche noch nicht die Eigenschaften eines Energieträgers, d.h. erst nach Bearbeitung der Produkte stehen diese als Energieträger zur Verfügung. Dies führt zur differenzierten Behandlung biotischer Rohstoffe. So steht z.B. der nachwachsende Rohstoff Holz nach mechanischer Aufbereitung (häckseln, pressen) direkt als Endenergie oder als Umwandlungsenergie zur Verfügung. Der nachwachsende Rohstoff Raps erhält seine energetischen Eigenschaften, außer falls direkt der Verbrennung zugeführt, erst nach der chemisch-physikalischen Umwandlung (s. Abb. 1).

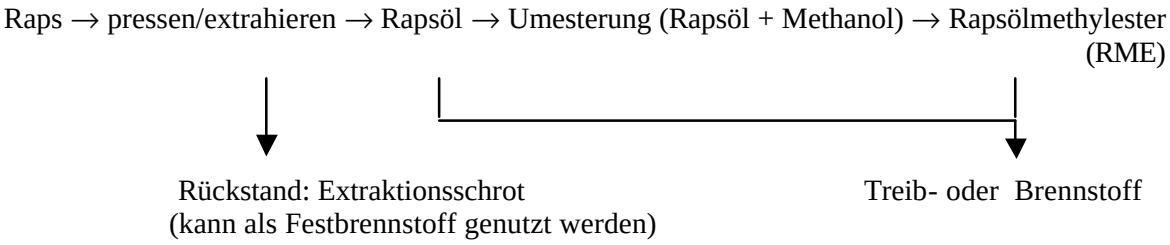


Abb.1: Produktion des Energieträgers RME

Rapsölmethylester wird somit als gewonnener Rohstoff in der Primärbilanz gewinnseitig verbucht. Im Gegensatz dazu erscheinen Sekundärenergieträger, wie z.B. Koks, Ottokraftstoffe, Heizöl, Gichtgas nicht als Gewinnung sondern als bereits umgewandelte Produkte von Primär- oder Sekundärenergieträgern.

Die Energiebilanz selbst ist als Matrix aufgebaut (s. Tab.2). In der horizontalen Gliederung werden die Primär- und Sekundärenergieträger sowie die aus diesen Energieträgern erzeugten nichtenergetischen Produkte ausgewiesen. In der vertikalen Gliederung werden das Energieaufkommen, die Energieumwandlung und der Endenergieverbrauch dargestellt. Somit ergibt sich für jeden einzelnen Energieträger der Nachweis über dessen Aufkommen und Verwendung. Die Bilanzmatrix selbst unterscheidet drei Hauptteile, nämlich die Primärenergiebilanz, die Umwandlungsbilanz und den Endenergieverbrauch:

- Die *Primärenergiebilanz* ist eine Bilanz der Energiedarbietung der ersten Stufe (Gewinnung, Bestände, Ex- und Import).

- In der *Umwandlungsbilanz* werden Einsatz und Ausstoß der verschiedenen Umwandlungsprozesse, der Verbrauch von Energieträgern in der Energiegewinnung (Eigenverbrauch) und im Umwandlungsbereich sowie die Fackel- und Leitungsverluste ausgewiesen. Die bei der Umwandlung anfallenden Nichtenergieträger, wie z.B. Bitumen, Schmierstoffe, werden als „Andere Mineralölprodukte“ erfaßt, um den Einsatz und Ausstoß der Umwandlung kompatibel darstellen zu können. Prinzipiell wird im Umwandlungsbereich nach dem Bruttoprinzip gebucht, d.h. Sekundärenergieträger, die noch einmal einer Umwandlung unterliegen, werden jeweils in ihrer vollen Höhe in Einsatz und Ausstoß erfasst. So werden z.B. Heizöle, die in Kraftwerken der Verstromung dienen, nachdem sie in den Raffinerien aus Erdöl gewonnen wurden und dort als Umwandlungsausstoß erfasst sind, wieder als Umwandlungseinsatz verbucht. Umwandlungsausstoß und Umwandlungseinsatz enthalten jeweils für sich betrachtet damit Doppelzählungen, die aber durch Differenzbildung als „Energieangebot nach Umwandlungsbilanz“ wieder eliminiert werden.

- Der *Endenergieverbrauch* gibt Auskunft über die Verwendung der Energieträger in bestimmten Verbrauchergruppen, soweit sie unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie dienen. Der Endenergieverbrauch der Industrie (ohne Energiegewinnungs- und Umwandlungsbereiche z.B. Brikettfabriken, Kraftwerke, Raffinerien) basiert weitgehend auf statistische Erhebungen, in denen Betriebe mit im allgemeinen 20 Beschäftigten und mehr einbezogen werden. Kleinere Unternehmen werden zum HuK (Haushalt- und Kleinverbraucher) gezählt.

Vom Endenergieverbrauch ist die energetisch letzte Stufe der Energieverwendung, die sogenannte Nutzenergie, begrifflich zu unterscheiden. Die Energiebilanzen enthalten i.d.R. keinen Nachweis über die Nutzenergie, da hierfür gegenwärtig weder ausreichende statistische Erhebungen noch hinreichend gesicherte und umfassende andere Quantifizierungsmöglichkeiten vorhanden sind.

Für die brandenburgische Energiebilanz werden 18 amtliche Statistiken sowie 13 Verbandsstatistiken bzw. Berichte anderer Behörden und wissenschaftlicher Einrichtungen, die teilweise auch auf gesetzlichen Erhebungen basieren, genutzt. Des weiteren werden eine Vielzahl von Informationen, die überwiegend von der Energiewirtschaft selbst bereitgestellt werden, verarbeitet. Auf den ersten Blick lässt die Vielzahl der potentiellen Datenquellen eine recht gute Datenbreite und Vielfalt vermuten, was bei den leitungsgebundenen Energieträgern Strom und Gas zutreffend ist. Mit der Aufhebung der Monopolstellung der Unternehmen in diesen Wirtschaftszweigen wird sich hier die Primärdatenlage verschlechtern und der Anteil von Schätzverfahren und anderen Hilfsrechnungen zunehmen müssen. In Tab.2 ist der Energiefluß für 1997 zusammengefaßt. Dieses Schema, ergänzt um die einzelnen Umwandlungsbereiche und Verbrauchergruppen, wurde für insgesamt 29 Einzelenergieträger berechnet, die jederzeit abrufbar sind.

Tab.2: Energiefluß des Landes Brandenburg 1997, zusammengefaßt

Nachweis	Steinkohlen	Braunkohlen	Mineralöle	Gase	Erneuerbare Energieträger	Strom	Fernwärme und Andere	Insgesamt
	1000 Tonnen			Mio m³	TJ	GWh	TJ	
Gewinnung		37366	12	2	3364		12781	339674
Bezüge	1089	137	11017	2818		6802		617350
Lieferungen	-	3875	6133	71		18379	3548	383890
Bestandsentnahmen	74	16						2333
Bestandsaufstockungen		12						233
Primärenergieverbrauch	1163	33632	4896	2749	3364	-11577	9233	575234
Umwandlungseinsatz	398	34733	11370	2084	1667		17971	853682
Umwandlungsausstoß		2080	11038	2081		29205	31204	658048
Energieverbrauch im Umwandlungsbereich+ Fackel- u. Leitungsverl.		410	968	319	245	5197	2458	67684
Energieangebot nach Umwandlungsbilanz	765	569	3596	2427	1290	12431	22495	314404
Nichtenergetischer Verbrauch + Statistische Differenzen		7	746					31439
Endenergieverbrauch	765	574	2850	2427	1290	12431	22495	282966

Die Energiebilanz zeigt sich in Bezug auf ihren Anspruch „vollständige, detaillierte Darstellung vom Aufkommen über die Verwendung bis hin zum Endverbrauch“ als ein weitestgehend geschlossener Kreislauf der Darstellung von Energie. Ihre Funktion besteht zwar nicht primär in der Darlegung der Wechselwirkungen zwischen wirtschaftlichen Aktivitäten und daraus resultierenden Umweltbelastungen, eine verknüpfende Funktion ist dennoch gegeben (z.B. durch Indikatoren des Energieverbrauchs).

Aufbauend auf der Energiebilanz erfolgt die Darstellung der CO_2–Emissionen durch Umlegung der Emissionen des Umwandlungsbereiches (primärverbrauchsbezogene Darstellung) auf die verursachenden Endverbrauchsbereiche, d.h. z.B. die durch die Verstromung erzeugten Emissionen werden den Endverbrauchern (Haushalte, Industriebetriebe, Kleinverbraucher etc.) direkt angerechnet. Die Ermittlung der Emissionen im Endenergiebereich für die Energieträger Strom und Fernwärme erfolgt unter Berücksichtigung der Exporte, d.h. die Emissionen, die zwar durch Kraftwerke in Brandenburg entstehen, werden nicht dem Endverbraucher in Brandenburg angerechnet. Im Gegensatz dazu wird der Import von Strom auf den Endverbraucher in Brandenburg umgelegt. Da für den im Ausland bzw. in anderen Bundesländern erzeugten Strom der Energieträgereinsatz unbekannt ist, wird ein spezifischer Emissionsfaktor der öffentlichen Stromerzeugung Deutschlands ermittelt und in jedem Bundesland zur Bewertung des Imports angesetzt. Für Brandenburg ergibt sich auf dieser Basis für 1997 eine endenergieverbrauchsbezogene Emission von 35.378.000 Tonnen CO_2. Eine tiefere Analyse ergibt, dass rund 47 % der durch die Haushalte und Kleinverbraucher verursachten Emissionen durch den Verbrauch von Strom begründet ist und damit bei dieser Form der Darstellung eine deutliche Verlagerung der Emissionen von Entstehungsort zum Endkonsumenten erfolgt (Abb. 3).

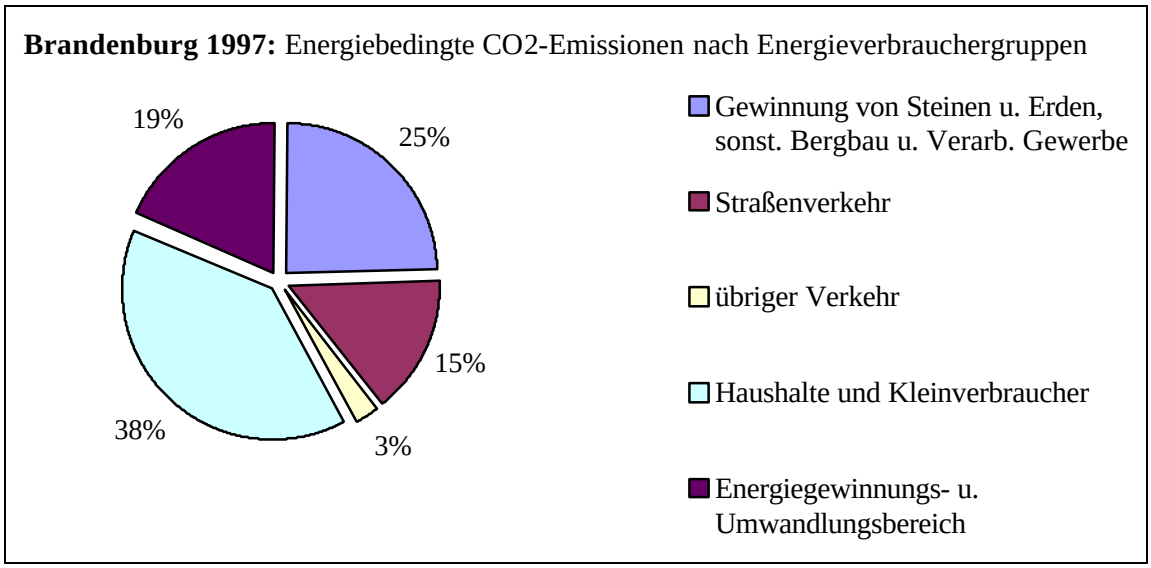


Abb. 2: Anteil verschiedener Emittentengruppen am CO_2-Ausstoß im Vergleich.
Gesamtausstoß Deutschland: 918 Mio. Mg CO_2, Brandenburg: 35 Mio. Mg CO_2

Als nächster Arbeitsschritt ist die Verknüpfung der Energieflussdaten zur Wasserbilanz und zum Abfallaufkommen vorgesehen. Die dafür zu verwendenden Basisdaten werden der amtlichen Primärstatistik entnommen. Jedoch werden diese nicht jährlich durchgeführt, so dass eine einheitliche Darstellung der Belastungsparameter für ein gegebenes Stichjahr nicht möglich ist bzw. muss an der Methodenentwicklung für Zeitreihen gearbeitet werden.

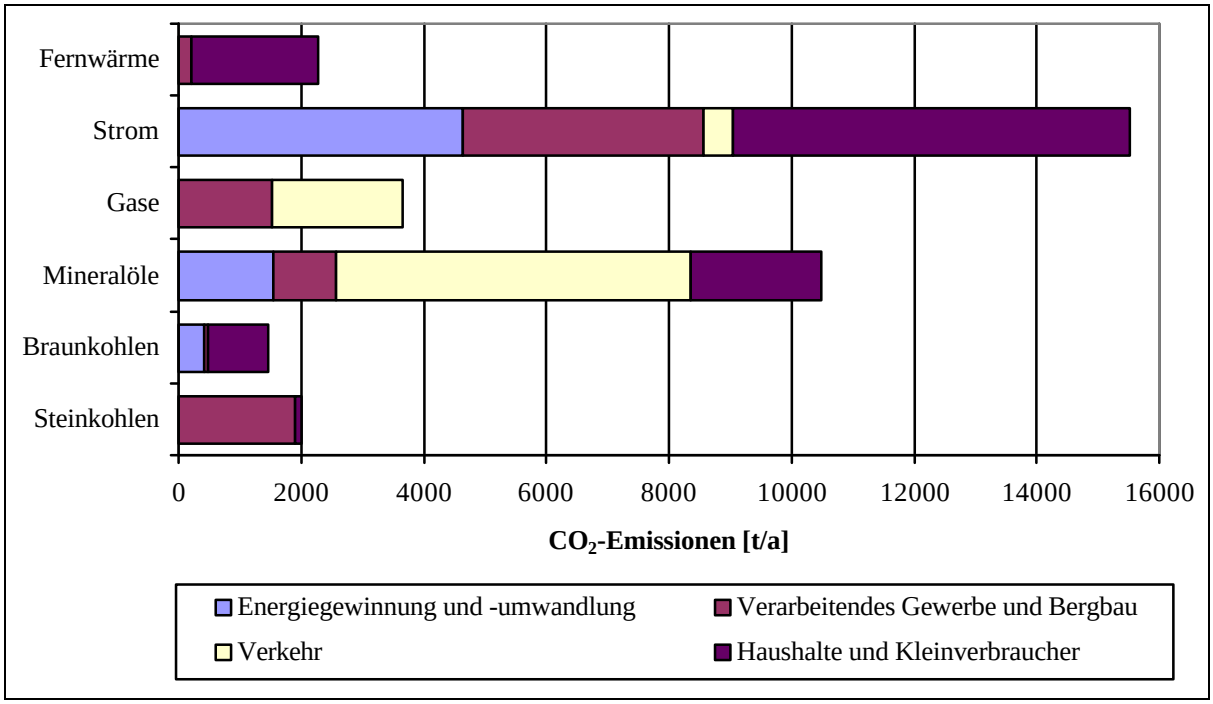


Abb. 3: Energiebedingte CO_2-Emissionen in Brandenburg 1997 nach Energieverbrauchergruppen und Energieträgern

Weiterhin auf Landesebene erfasst ist der Verbrauch von Rohstoffen der 1. Stufe (also ohne Weiterverarbeitung). Er wird in erster Näherung über den Inlandsverbleib ermittelt. Dabei werden unter biotischen Rohstoffen alle Rohstoffe subsumiert, die unmittelbar auf Lebewesen zurückgeführt werden können. Hierunter zählen auf der Jagd erlegtes Wild und gefangene Fische sowie pflanzliche Erzeugnisse der Landwirtschaft und der Einschlag von Holz. Fossile Energieträger zählen nicht zu dieser Kategorie; ebenso nicht die tierischen Erzeugnisse der Landwirtschaft, die ihrerseits aus den (bereits berücksichtigten) pflanzlichen Erzeugnissen hervorgegangen sind. Unter abiotischen Rohstoffen werden fossile Energieträger sowie Mineralien oder aus Organismenreste bestehende Steine und Erden verstanden. Der ermittelte Inlandsverbleib für Brandenburg 1997 ist in Tab. 3 dargestellt. Er berücksichtigt nicht den innerdeutschen Handel und kann somit nur als Näherungswert verstanden werden.

Tab.3: Inlandsverbleib abiotischer und biotischer Rohstoffe 1997 in 1.000 t im Land Brandenburg

Nachweis	Gewinnung	Einfuhr	Ausfuhr	Inlandsverbleib
Abiotische Rohstoffe	53418,0	19235,4	266,8	72386,6
Bergbauliche Erzeugnisse	37378,0	16430,0	232,6	53575,4
davon				
Steinkohle	–	357,4	–	357,4
Rohbraunkohle	37366,0	168,4	81,2	37453,2
Erdöl	12,0	13428,2	151,4	13288,8
Eisenerze	–	2463,3	–	2463,3
Manganerze	–	12,5	–	12,5
Bauxit	–	0,2	–	0,2
Steine und Erden	16040,0	2805,4	34,2	18811,2
davon				
Kies und Sand, gebrochene Natursteine	16040,0	–	–	16040,0
Sonstige Steine und Erden	–	2805,4	34,2	2771,2
Biotische Rohstoffe	10321,6	140,9	160,7	10301,8
Verwertbares Holz	582,0	2,0	98,1	485,9
Kautschuk	–	2,5	0	2,5
Baumwolle	–	0,9	–	0,9
Binnenfischereierzeugnisse (letzte Erhebung 1994)	3,4	1,8	0	5,2
Pflanzliche Erzeugnisse	9736,2	133,7	62,6	9807,3
davon				
Getreide	2545,4	0,3	46,3	2499,4
Obst und Gemüse	137,8	105,7	9,1	234,4
Hackfrüchte	975,7	6,3	2,2	979,8
Hülsenfrüchte	53,0	1,1	0,8	53,3
Ölfrüchte	230,6	2,9	2,3	231,2
Futterpflanzen	5793,7	1,4	0,1	5795,0
Südfrüchte	–	9,3	0	9,3
Tee	–	0,3	0	0,3
Reis	–	0,5	0	0,5
Kakao	–	2,1	0,2	1,9
Sonstiges	–	3,8	1,6	2,2
Insgesamt	**63739,6**	**19376,3**	**427,5**	**82688,4**

3. Material- und Energieflüsse im ländlichen Raum

Für Einzelfragen ist es möglich, die Stoff- und Energieströme auf Landesebene weiter zu regionalisieren. Für Brandenburg bietet sich die Differenzierung nach engerem Verflechtungsraum (Region rund um Berlin) und äusserer Entwicklungsraum an. Letzterer zeigt typische Merkmale des ländlichen Raums (LUA, 1996) und wird im folgenden als solcher bezeichnet.

Neben der unterschiedlichen Periodizität und hier insbesondere die Tatsache, dass nicht immer zumindest Jahreswerte vorhanden sind, liegt die größte Problematik im Berichtskreis. Zu verknüpfende Merkmale werden selten für ein und die selbe Einheit erhoben, was gebietsbezogene Flussrechnungen sehr erschwert. An einem einfachen Beispiel, der Gewinnung und Verwendung von Rohbraunkohle, soll diese Problematik verdeutlicht werden:

- Die Daten der *Gewinnung* sind der Kohlestatistik entnommen, die unternehmensbezogen aufgebaut ist. Diese unternehmensbezogene Erhebung betrifft im Fall von Brandenburg die LAUBAG. Das Unternehmen und in diesem Fall speziell der Tagebau richtet sich in der Regel nicht nach administrativen Grenzen, wie Kreis oder Bundesland. So gibt die Statistik zwar die geförderte Menge von Kohlen einschl. Abraum sowie die Erzeugung von Veredlungsprodukten etc. an, eine territoriale Zuordnung ist aber nicht ohne weiteres möglich.

- Der *Absatz* der Kohle wird wiederum bei den Betrieben dieser Unternehmen erhoben. Der Betrieb definiert sich als örtliche, aber unselbständige Niederlassung eines Unternehmens. Die Kennziffer „Absatz“ gibt keine Auskunft darüber, wohin und zu welchem Zweck die Kohle abgegeben bzw. verkauft wurde. Rückschlüsse über Verwendungsart und –ort können lediglich über den Verbrauch von Kohlen in Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes gezogen werden, wo aber wiederum nicht nach der Herkunft der Kohlen gefragt wird. Es werden auch lediglich Betriebe von Unternehmen mit in der Regel 20 und mehr Beschäftigten in die Erhebung einbezogen.

- Für *Kleinbetriebe, Einheiten anderer Produktionsbereiche, Haushalte und sonstige Kleinverbraucher* liegen gar keine amtlichen Daten vor. Für diese Bereiche behilft man sich mit Schätzwerten oder mit freiwilligen Daten, die von Handelsgesellschaften bereitgestellt werden. Der Verbrauch von Importkohlen kann - außer bei öffentlichen Kraftwerken - nur mittels Top-down Rechnung aus Bundesdaten ermittelt werden.

- Unterhalb der Ebene Bundesland muß vielfach mit Hilfskonstruktionen gearbeitet werden. Um den *Endenergieverbrauch an Kohlen* für den ländlichen Raum zu ermitteln wurden u.a. die in Abb.4 zusammengestellten Kenngrössen als Hilfsgrößen herangezogen.

Trotz dieser Probleme, ist die Statistik in der Lage, für bestimmte Rohstoffe und Güter die Entnahme, die Zu- und Abflüsse sowie die Verwendung in den Produktionsbereichen für einen bestimmten Zeitraum aufzuzeigen (siehe Abb.5).

Aus Abb.5 lässt sich entnehmen, dass die Gewinnung und Veredelung der Braunkohle ausschließlich im ländlichen Raum stattfindet, während nur 10% der erzeugten Endenergie dort genutzt werden. Diese Versorgungsfunktion übernimmt der ländliche Raum auch in anderen Bereichen: Die Gewinnung der Rohstoffe erfolgt vollständig in dieser Region, die Gewinnung von Erneuerbaren Energieträgern (außer Klär- und Deponiegas) überwiegend. Das Land insgesamt, demzufolge auch der ländliche Raum, gilt als Energieexporteur. Die Gewinnung von Primärenergie (Rohbraunkohle) und die hohen Bezüge von Primärenergie (Erdöl) erfolgen hauptsächlich zum Zweck der Energieumwandlung (einschließlich der damit verbundenen weiteren Umweltbelastungsaspekte wie Wasserverbrauch, Abfallanfall, Emissionen), deren Produkte zum überwiegenden Teil für den Export bestimmt sind.

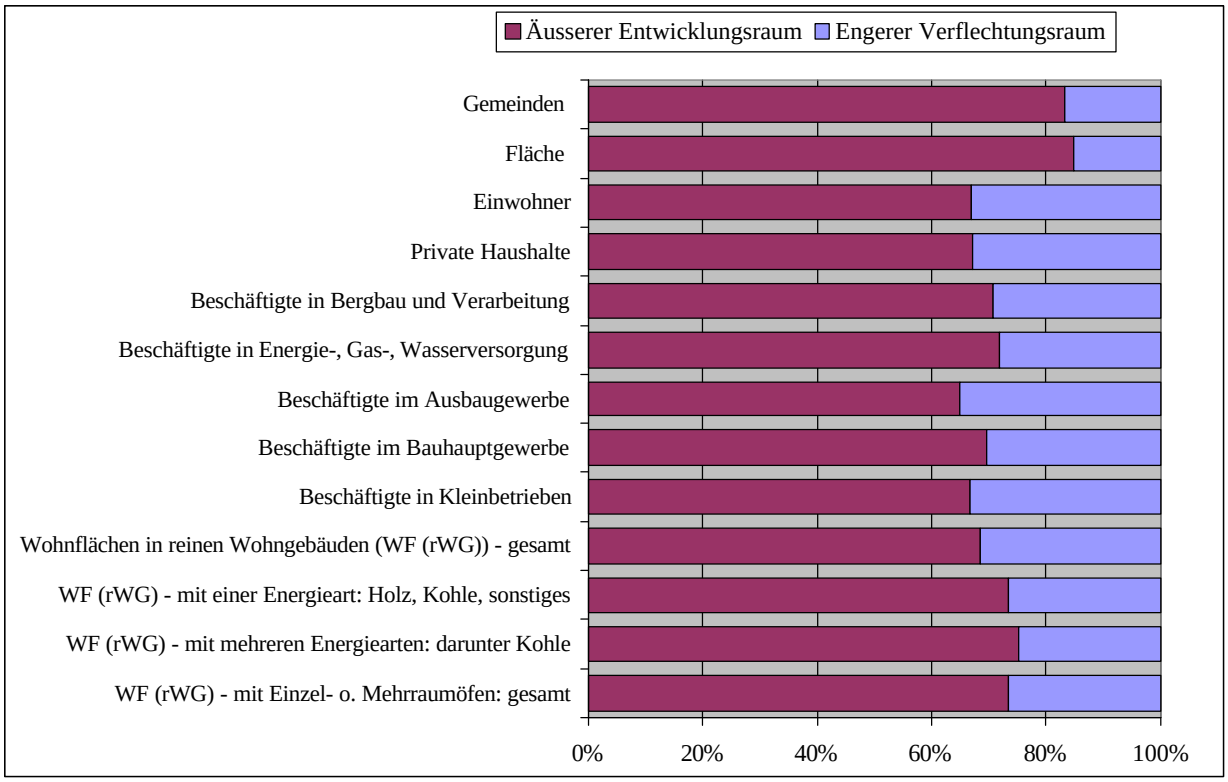
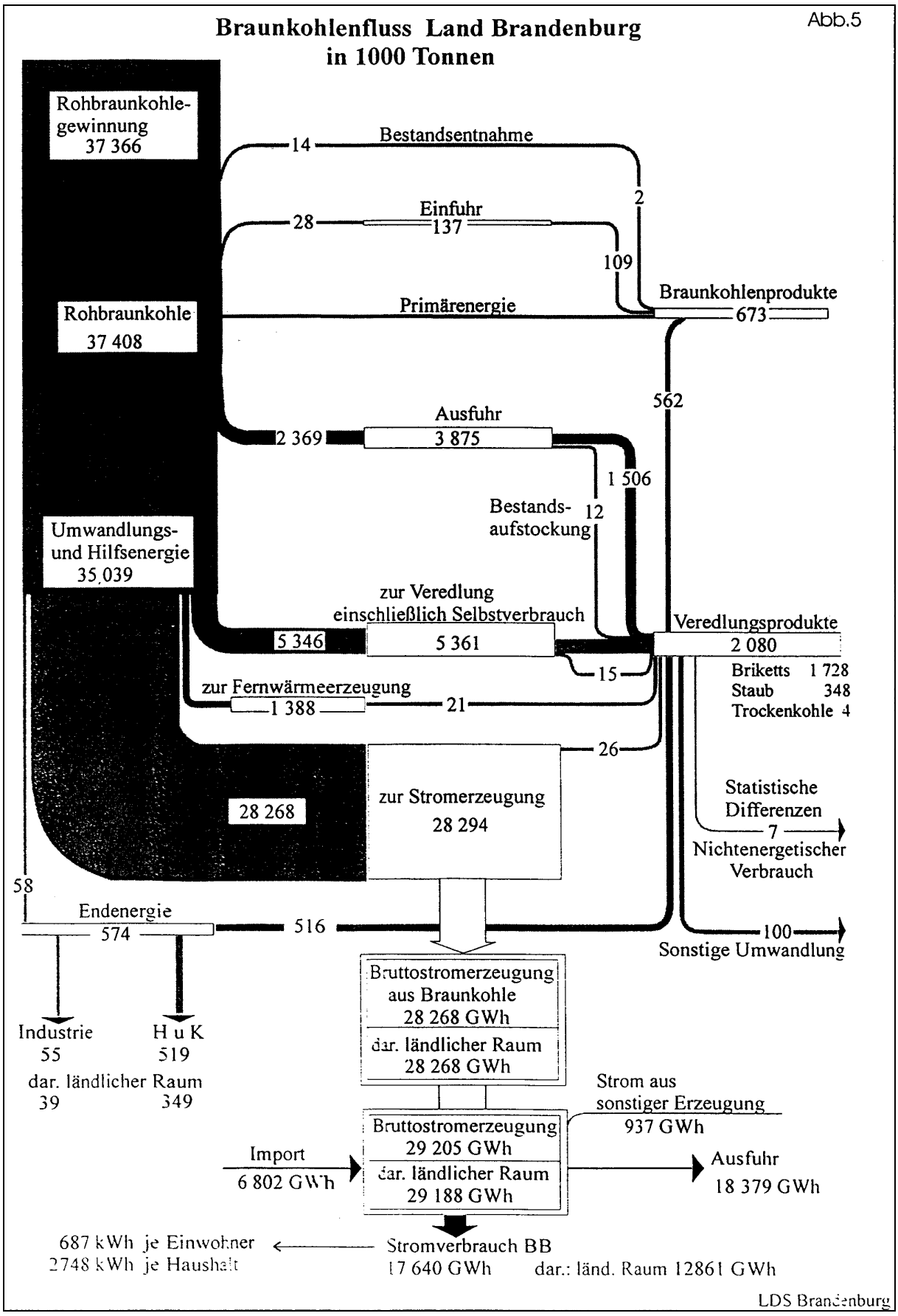


Abb. 4: Strukturmerkmale des ländlichen Raums („äusserer Entwicklungsraum) gegenüber dem engeren Verflechtungsraum in Brandenburg im Jahr 1997 (Wohnflächen 1995)

Unter Ausfuhr ist die Lieferung in andere Bundesländer bzw. in das Ausland zu verstehen. Diese erfolgt direkt vom Entstehungsort. Die Lieferung vom ländlichen Raum in den engeren Verflechtungsraum von Berlin ist gleichzusetzen mit dem Verbrauch von Endenergie und dem Umwandlungseinsatz zur Stromerzeugung in diesem Gebiet. Im Flussbild nicht separat ausgewiesen wurde der Anteil der Bestandsveränderungen und der Einsatz von Kohlen zur Fernwärmeerzeugung. Die Anteile für den engeren Verflechtungsraum können aus dieser Betrachtungsweise statistisch vernachlässigt werden, da der Bestand an größeren Kohleheizwerken bzw. Kraft-Wärmekopplungsanlagen sich im ländlichen Raum konzentriert.

Das Beispiel der Braunkohle zeigt auch sehr deutlich, dass unterhalb der territorialen Einheit Bundesland eine aktivitätsbezogene Flussbilanzierung nicht für jeden Rohstoff und für jedes Produkt sinnvoll erscheint. Eine Auswahl sollte in Abhängigkeit von ihrer ökonomischen, ökologischen und regionalen Relevanz getroffen werden. Eine vollständige Erfassung aller Materialien in dieser Form wird durch das Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik erst nach Bestimmung der Auswahlkriterien, welche durch die Gesamtheit der Interessierten erfolgen sollte, vorgenommen.


Braunkohlenfluss Land Brandenburg
in 1000 Tonnen
Abb.5
Rohbraunkohle-
gewinnung
37 366
14
Bestandsentnahme
2
28
Einfuhr
137
109
Braunkohlenprodukte
673
Rohbraunkohle
37 408
Primärenergie
562
Ausfuhr
2 369
3 875
1 506
Bestands-
aufstockung
12
Umwandlungs-
und Hilfsenergie
35 039
zur Veredlung
einschließlich Selbstverbrauch
Veredlungsprodukte
2 080
5 346
5 361
15
Briketts 1 728
Staub 348
Trockenkohle 4
zur Fernwärmeerzeugung
1 388
21
26
28 268
zur Stromerzeugung
28 294
Statistische
Differenzen
7
Nichtenergetischer
Verbrauch
58
Endenergie
574
516
100
Sonstige Umwandlung
Bruttostromerzeugung
aus Braunkohle
28 268 GWh
dar. ländlicher Raum
28 268 GWh
Industrie
55
H u K
519
dar. ländlicher Raum
39
349
Strom aus
sonstiger Erzeugung
937 GWh
Bruttostromerzeugung
29 205 GWh
dar. ländlicher Raum
29 188 GWh
Import
6 802 GWh
Ausfuhr
18 379 GWh
687 kWh je Einwohner
2748 kWh je Haushalt
Stromverbrauch BB
17 640 GWh
dar.: länd. Raum 12861 GWh
LDS Brandenburg

4. Zusammenfassung

Material- und Energieflussrechnungen wurden vom Statistischen Bundesamt mit dem Ziel entwickelt, zukünftig die traditionellen volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zu ergänzen. Auf Landesebene wurde seit kurzem begonnen, die Methodik in modifizierter Form zu erschließen und gegenüber dem Bund kompatible Ergebnisse vorzulegen. Dabei liegt der Schwerpunkt der Arbeiten momentan in der Gewinnung, Bereitstellung und Aufbereitung des Datenmaterials, auch für kleinere administrative Einheiten als das Bundesland. Der zweite Arbeitsschritt, die eigentliche Flussrechnung, wurde für den Rohstoffverbrauch des Landes insgesamt in erster Näherung über den Inlandsverbleib ermittelt. Dabei zeigten sich eine Vielzahl sehr differenzierter Probleme, insbesondere in Bezug auf die Vergleichbarkeit der Basisdaten. Für einzelne Rohstoffe oder Güter wurden bereits umfassende Bilanzrechnungen vorgelegt, welche auch für Zeitreihenanalysen zur Verfügung stehen. Als methodisch geschlossenes Rechenwerk wird die Energiebilanz gesehen mit der Einschränkung, dass lediglich energetische Flüsse betrachtet und umweltrelevante Aspekte vernachlässigt werden. Im weiteren werden Ansätze formuliert, Flussrechnungen für einzelne Rohstoffe und Güter mit Umweltbelastungsfaktoren zu verknüpfen und durch das Darlegen der Entstehungsursachen Anhaltspunkte für Maßnahmen, die dem Umweltschutz dienen, aufzuzeigen.

Literatur

Landesumweltamt Brandenburg (Hg.): Berlin-Brandenburg regional ’96. Potsdam, Nov. 1996.

Statistisches Bundesamt, Fachserie 19

Autoren:

Beate Wolf, Rosemarie Klonower
Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg
Dezernat Energie und Umwelt
Dortusstr. 46
14467 Potsdam

Fax: 0331 / 39 699
E-mail: beate.wolf@lds.brandenburg.de

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9, S. 25–32 (2000)

Nährstoffbilanzen in brandenburgischen Landwirtschaftsbetrieben

W.-D. Kalk, W. Prystav, K.-J. Hülsbergen, S. Biermann

Umweltwirkungen der Landwirtschaft werden in erheblichem Maße durch Nährstoffflüsse verursacht. Mittels Nährstoffbilanzierung können die innerbetrieblichen Stoffumsetzungen sowie die Stoffzu- und -abfuhren analysiert werden. Nährstoffbilanzen werden daher als wichtige Indikatoren zur Abschätzung der Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Produktionssysteme angesehen. Mit Inkrafttreten der Düngeverordnung haben Stickstoffbilanzen zur Erfüllung der jährlichen Bilanzierungspflicht der meisten Landwirtschaftsbetriebe eine besondere Bedeutung.

Gegenstand des Beitrages sind die Darstellung der Grundlagen zur Untersuchung landwirtschaftlicher Stoffkreisläufe und deren Anwendung am Beispiel des Stickstoffkreislaufes in Betrieben unterschiedlicher Produktionsstruktur und Produktionsintensität im Land Brandenburg.

1. Erstellung und Bewertung von Nährstoffbilanzen

Zur komplexen Beurteilung des betrieblichen **Nährstoffhaushaltes** werden die zu- und abgeführten Nährstoffmengen bilanziert (Abb. 1). Die dem Stoffkreislauf entnommenen Marktprodukte erlauben Aussagen zur Verwertung der zugeführten Nährstoffe. Den Saldo der Bilanz bilden Nährstoffe, die als Verluste den Stoffkreislauf unerwünscht verlassen und die Ursache von Umweltbelastungen sein können. Die Bilanzierung erfolgt auf verschiedenen Systemebenen. Die Stallbilanz ermöglicht Aussagen zur Nährstoffausnutzung und zu Nährstoffverlusten der Tierhaltung. Die Flächenbilanz und die Gesamtbilanz erlauben analoge Aussagen zum Pflanzenbau und auf Betriebsebene. Der Saldo der Gesamtbilanz kennzeichnet die Nährstoffverluste in der Tierhaltung, im Pflanzenbau und bei der Futteraufbereitung. Die Aufteilung der gesamten Stickstoffverluste in gasförmige Verluste (N_2O, N_2, NH_3) und sickerwassergebundene Verluste (NO_3) setzt detaillierte Standortparameter sowie anspruchsvolle Messungen voraus und wurde nicht vorgenommen.

Das genutzte Modell REPRO der Universität Halle beinhaltet Humus-, Nährstoff-, Futter- und Energiebilanzen (Hülsbergen et al., 1997). Datengrundlage der Bilanzen zu den Systemebenen Stall, Fläche und Betrieb sind betriebliche Erhebungen zu Teilschlägen bzw. Tierartenbeständen für jedes Wirtschaftsjahr. Die Kennzeichnung der Betriebe wird wegen der Vielseitigkeit der Bewirtschaftung mittels Anbaustruktur, Tierbesatz und Marktproduktion vorgenommen (Tab. 1). Angaben zu modellinternen Bilanzkoeffizienten und Algorithmen der Nährstoffbilanzierung sind veröffentlicht (Biermann, 1995; Kalk et al., 1995).

Die **Bewertung** der Ergebnisse der Stickstoffbilanzierung erfolgt auf der Grundlage anzustrebender Wertebereiche für umweltrelevante Stickstoffsalden und -flüsse (Tab. 1). Für die wissenschaftliche Begründung der Wertebereiche wurden Dauerfeldexperimente, Modellkalkulationen und Stoffkreislaufuntersuchungen landwirtschaftlicher Betriebe unterschiedlicher Struktur und Intensität genutzt (Hülsbergen et al., 1997). Die anzustrebenden Wertebereiche wurden an das Ertragsniveau brandenburgischer Standorten angepasst. Die Grenzen für den Zukauf mineralischen Stickstoffs (N) sind je

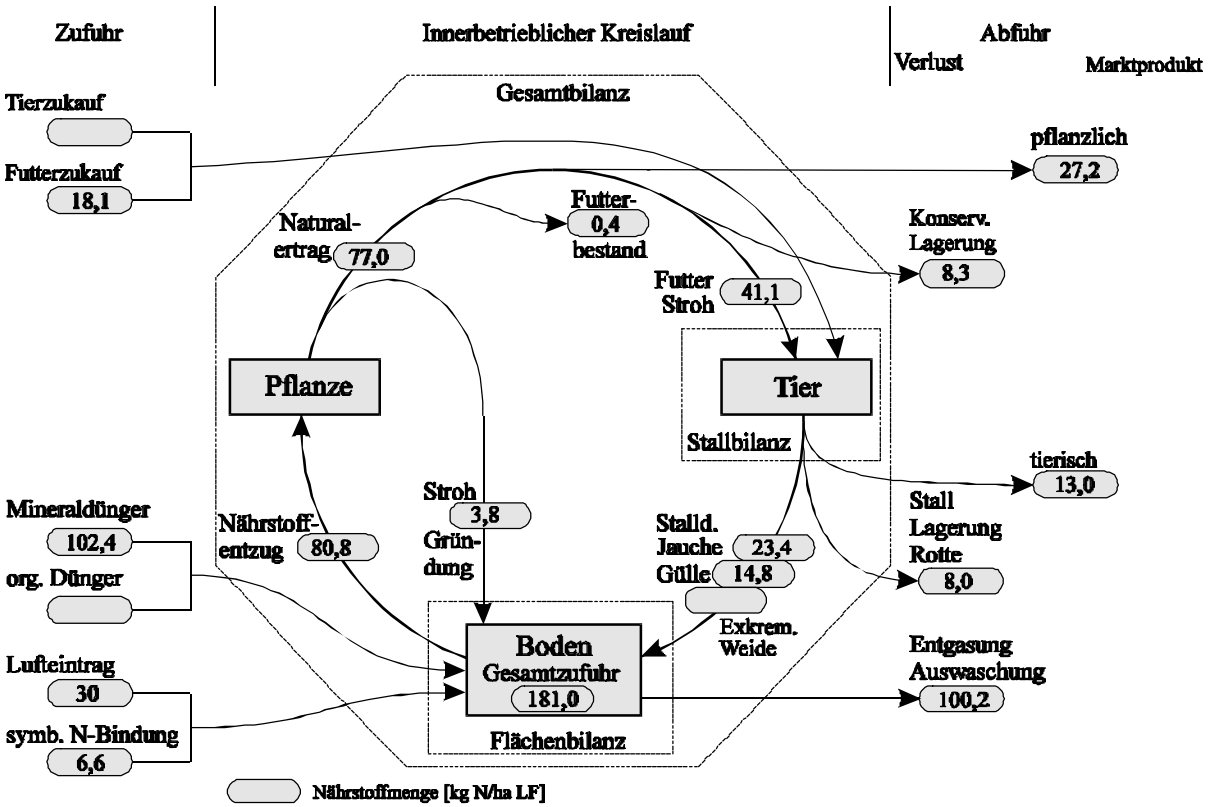


Abb. 1: Stickstoffflüsse im Landwirtschaftsbetrieb K3 (vgl. Tab. 1)

nach Tierbesatz zu differenzieren. Der Saldo der Stallbilanz entspricht der Summe der Stall-, Lagerungs- und Rotteverluste, die durch Verfahrensgestaltung auf unter 30 kg N/fGV (futterbedarfsorientierte Grossvieheinheit) zu begrenzen sind. Die N-Verwertung gibt die Ausnutzung des Futterstickstoffs in den tierischen Produkten an. Eine N-Verwertung von über 20 % (Tab. 1) gilt für Betriebe mit dominierender Milchviehhaltung (Hülsbergen et al., 1997). Der Saldo der Flächenbilanz sollte 50 kg N/ha nicht überschreiten, die N-Verwertung im Pflanzenbau über 65 % betragen (Kalk et al., 1995). Ein Saldo der Flächenbilanz von maximal 50 kg N/ha (auf Flächen mit hohen Sickerwassermengen 20 bis 40 kg N/ha) wird im umweltpolitischen Schwerpunktprogramm der Bundesregierung (BMU,1998) bestätigt. Isermann u.a. (1997) begründen anhand kritischer Eintragsfrachten und kritischer Eintragskonzentrationen an reaktiven N-Verbindungen in die naturnahen Ökosysteme die Begrenzung der maximal tolerierbaren N-Überschüsse aus der Pflanzen- und Tierproduktion auf 65 kg/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LF). Der als N-Gesamtbilanz anzustrebende Wertebereich wurde für Betriebe mit einem Tierbesatz von 0,6 fGV/ha LF abgeleitet.

2. Der Stickstoffhaushalt konventioneller Landwirtschaftsbetriebe

Stickstoffbilanzen konventioneller Landwirtschaftsbetriebe wurden in zwei Untersuchungsreihen ermittelt: 1993 wurden vier Betriebe (K1 bis K4) auf brandenburgischen Sandstandorten mit jeweils 1.000 ha LF sowie unterschiedlichem Tierbesatz und unterschiedlicher Düngungsintensität verglichen (Tab. 1). 1997 bis 1999 wurden für zwei Betriebe (B1 und B2) des Landkreises Barnim im Rahmen des Verbundprojektes „Ansätze für eine dauerhaft-umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion in Nordostdeutschland“ (GRANO, 1999) einzelschlagbezogene Flächenbilanzen erstellt (Abb. 2).

Tab. 1: Stickstoffbilanzen von Betrieben unterschiedlicher Produktionsstruktur und -intensität

Kennzahl	Maßeinheit	Anzustre-bender Werte-bereich [1]	Landwirtschaftsbetrieb				
			K1	K2	K3	K4	Ö1
			Markt-frucht	Futter-bau	Futter-bau	Futter-bau	Futter-bau
Betriebliche Daten							
Ackerzahl			40	22	21	28	20
Getreide	% der AF	40 - 60	40,6	31,7	32,5	41,7	45,7
Ölfrüchte	% der AF	< 20	24,5	6,6	21,8	3,8	0
Hackfrucht/Silomais	% der AF	10 -20	0	24,1	27,5	43,7	6,1
Leguminosen/-gras	% der AF	10 -25	0	0	5,6	10,8	33,3
Grünbrache	% der AF		24,6	37,7	12,6	0	0
Tierbesatz	fGV/ha LF [2]	0,4 - 0,8	0	0,24	0,54	0,93	0,47
Ertrag in Getreideeinheiten	GE/ha	> 35	35,6	22,4	36,6	36,9	22,2
Pflanzl. Marktprodukt	% der GE	20 - 40	100	42,9	54,4	31,7	12,6
N-Zufuhren							
Futterzukauf	kg N/ha LF	< 10	-	0,5	18,1	54,5	0
Mineral-N-Zukauf	kg N/ha LF	< 40; < 80 [3]	108,2	68,8	102,4	90,4	0
Symbiont. N-Fixierung	kg N/ha LF	25 - 40	3,5	0	6,6	2,9	32,0
N-Immissionen [4]	kg N/ha LF		30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
N-Abfuhren							
Pflanzl. Marktprodukt	kg N/ha LF	20 - 60	61,7	22,9	27,2	14,2	6,3
Tierisches Marktprodukt	kg N/ha LF	10 - 20	-	6,0	13,0	17,9	8,0
Tierisches Marktprodukt	kg N/fGV	> 20	-	25,0	24,3	19,4	17,0
Betrieblicher N-Kreislauf							
N-Entzug im Ernteertrag	kg N/ha LF	80 - 140	61,7	53,9	77,0	87,9	65,7
Organischer Dünger [5]	kg N/ha LF	50 -75	19,5	19,4	42,0	64,4	41,5
Verlust Futteraufbereitung	kg N/ha LF		-	3,5	8,3	11,1	9,8
Gesamtzufuhr Boden	kg N/ha LF		161,2	118,2	181,0	187,7	103,5
N-Stallbilanz							
N-Saldo	kg N/ha LF		-	6,3	8,0	34,8	8,8
N-Saldo	kg N/fGV	< 30	-	26,3	15,0	37,5	18,7
N-Verwertung	%	> 20	-	24,2	22,8	15,8	17,0
N-Flächenbilanz							
N-Saldo	kg N/ha LF	< 50	80,0	57,4	100,2	99,8	29,2
N-Verwertung	%	> 65	50,4	51,4	44,6	46,8	71,8
N-Gesamtbilanz							
N-Saldo	kg N/ha LF	< 75	80,0	67,2	116,5	145,7	47,7
N-Verwertung	%	> 50	43,5	29,1	25,6	18,1	23,1

[1] für Sandstandorte [2] futterbedarfsorientierte Großvieheinheit
[3] < 40 kg N/ha LF gilt für Betriebe mit ≥ 0,6 fGV/ha Tierbesatz; < 80 kg N/ha LF für viehlose Betriebe
[4] Schätzwert [5] Ernte- und Wurzelrückstände nicht erfasst

Die betrieblichen Stickstoffkreisläufe werden wesentlich von der Betriebsstruktur, dem Ertrags- und Leistungsniveau und der Ertragsverwendung geprägt (Tab. 1):

- Im Betrieb K3 mit mittlerem Tierbesatz weist die Stallbilanz bei Milchviehhaltung im tierischen Marktprodukt 13 kg N/ha LF aus (Abb. 1). Das entspricht 23 % des dem Tierbestand zugeführten Futterstickstoffs. Aufgrund des tierischen Stoffwechsels wird der größere Anteil des Futterstickstoffs mit den Exkrementen ausgeschieden. Der N-Saldo der Flächenbilanz entspricht mit 100 kg N/ha LF etwa dem für die Bundesrepublik Deutschland ermittelten Durchschnittswert (Biermann, 1995). Bei Annahme eines konstanten Boden-N-Vorrates beträgt die Verwertung des dem Boden zugeführten Stickstoffs in den angebauten Pflanzen nur 45 % (Tab. 1). Die Gesamt-Bilanz des Betriebes weist eine Verwertung der über die Betriebsgrenze zugeführten Stickstoffmengen von

25,6 % aus, was gegenüber dem anzustrebenden Wertebereich wesentlich zu niedrig ist. Ursache ist die zu geringe N-Verwertung im Pflanzenbau.

- Der Vergleich mit dem konventionell bewirtschafteten Marktfruchtbetrieb K1 und den Futterbaubetrieben K2 und K4 zeigt, dass durch den Tierbesatz die Stickstoffverwertung entscheidend beeinflusst wird. Der Marktfruchtbetrieb K1 erreicht die höchste Stickstoffabfuhr im Marktprodukt, da keine Verluste bei der Futteraufbereitung entstehen und die unabdingbaren Veredlungsverluste der Tierhaltung entfallen. Jedoch verbleiben nur 12 % der N-Gesamtzufuhr zum Boden als organischer Dünger im Kreislauf. Die N-Verwertung ist, bezogen auf den insgesamt dem Betrieb zugeführten Stickstoff, höher als in Betrieben mit Tierhaltung.

- Die Überschreitung des anzustrebenden N-Saldos der Stallbilanz von 30 kg N/fGV in Betrieb K4 ist eine Folge der geringen Nährstoffnutzung der organischen Dünger wegen nicht ausreichender Güllelagerkapazität.

- Hohe Grünbracheanteile vermindern den mittleren N-Saldo deutlich (Betrieb K2 und K1). Die Mineralstickstoffmenge wird kaum auf die mit zunehmendem Tierbesatz anfallenden organischen Dünger angepasst. Hinsichtlich des N-Verlustpotentials dominiert der Einfluss des Zukaufs von mineralischem Stickstoff und Futter.

- Die Flächenbilanzen der Betriebe B1 und B2 weisen im Mittel der Jahre 1997 bis 1999 Stickstoffsalden von etwa 100 kg/ha aus (103 kg/ha in Betrieb B1, 95 kg/ha in Betrieb B2). Steigende Stickstoffüberschüsse sind mit leicht abnehmender N-Verwertung verbunden. Die N-Verwertung entspricht mit durchschnittlich 48 % der Verwertung in den Betrieben K1 bis K4.

Der für den N-Saldo der Flächenbilanz anzustrebende Wert von < 50 kg N/ha wird in allen konventionellen Betrieben mit 57 bis 100 kg N/ha überschritten. In den Betriebsbeispielen steigt mit dem Tierbesatz die N-Zufuhr je ha LF vor allem durch Futterzukauf. Gleichzeitig sinkt die Nährstoffabfuhr mit dem betrieblichen Marktprodukt wegen der begrenzten Nährstofftransformation in das Tierprodukt. Mit dem Tierbesatz nehmen der im Kreislauf verbleibende N-Anteil (organischer Dünger) und die betrieblichen N-Verluste (N-Saldo Gesamtbilanz) zu. Diese Aussagen zur Stickstoffausnutzung und zu den N-Verlusten bei zunehmendem Tierbesatz werden auch auf Schwarzerdestandorten bestätigt (Hülsbergen et al., 1997).

Auch in der jüngeren Untersuchung weisen die Flächenbilanzen im Mittel der Jahre 1997 bis 1999 Stickstoffsalden von etwa 100 kg/ha aus (103 kg/ha in Betrieb 1, 95 kg/ha in Betrieb B2). Die N-Salden der einzelnen Schläge des Betriebes B1 reichen von 29 bis 143 kg/ha (Abb. 2). Steigende Stickstoffüberschüsse sind mit leicht abnehmender N-Verwertung verbunden. Die N-Verwertung entspricht mit durchschnittlich 48% der Verwertung in den Betrieben K1 bis K4. Einzelschlagbezogene Flächenbilanzen geben zusätzlich Auskunft über die örtliche Umweltsituation. Die große Spannweite der Stickstoffsalden zeigt die Notwendigkeit schlagbezogener Bilanzen zur Identifizierung von Nährstoffverlustpfaden.

In den Betrieben B1 und B2 wurde zudem die Versorgung des Bodens mit organischer Substanz (Humus) ermittelt. Betrieb B1 weist eine unzureichende Humusversorgung auf. Auf der Mehrzahl der Schläge erreicht die Humuszufuhr nicht den Humusbedarf. Der daraus folgende Humusabbau ist mit einer Abnahme des in der organischen Bodensubstanz gebundenen Stickstoffs verbunden. Der N-Saldo erhöhte sich dadurch im Betrieb B1 um durchschnittlich 6 kg/ha (Abb. 2). Die Flächen mit einer deutlichen Zunahme des Boden-N-Vorrats stellen Ausnahmen dar. Schlag 1 war bis 1998 eine Dauerbrache. Auf Schlag 4 wurde im Bilanzzeitraum Luzerne angebaut. Durch die Aufgabe der Tierhaltung werden humusmehrende Futterpflanzen in Zukunft nicht mehr angebaut. Eine weitere Verminderung der Humusversorgung ist zu befürchten.

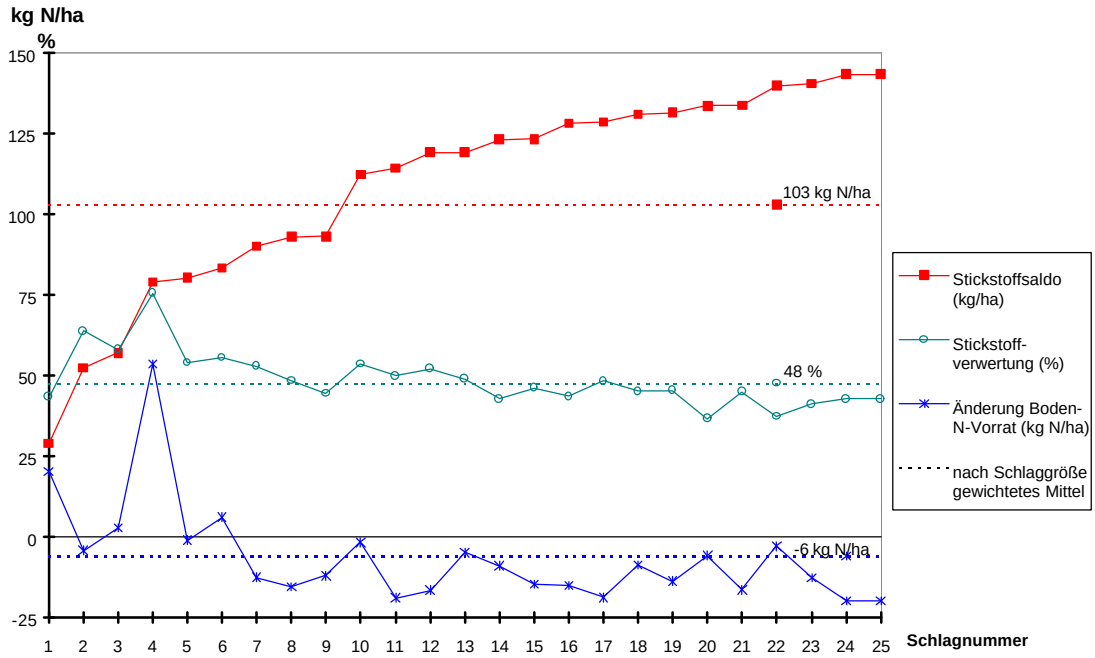


Abb. 2: Kennzahlen zur Stickstoffbilanz der Schläge des Betriebes B1 im Mittel dreier Jahre (Ackerzahlen von 26 bis 33, Viehbesatz gering, 1999 Viehhaltung aufgegeben)

3. Effekte verminderter Produktionsintensität

Die Untersuchungen von Landwirtschaftsbetrieben mit verminderter Produktionsintensität erfolgten ebenfalls in zwei Zeiträumen. Ergänzend zu den Betrieben K1 bis K4 wurde 1993 der biologisch-dynamisch bewirtschaftete Hof Marienhöhe in Bad Saarow (Betrieb „Ö1“ in Tab.1) untersucht. Im Rahemn des Verbundprojekts „Naturschutz in der offenen agrar genutzen Kulturlandschaft am Beispiel des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin“ (Kalk et al., 1998) wurde eine vergleichende Bewertung der Landbewirtschaftung in den Jahren 1994 bis 1996 (12 Betriebe mit insgesamt 10.400 ha LF) mit der Landbewirtschaftung vor 1990 vorgenommen (Tab. 2)

Im ökologisch bewirtschafteten Futteranbaubetrieb wird auf 73 ha LF die Stickstoffzufuhr zum Boden durch symbiontische N-Fixierung und N-Immissionen sowie aus dem innerbetrieblichen N-Kreislauf realisiert. Die Verwertung des dem Boden zugeführten Stickstoffs ist mit 72 % in den angebauten Pflanzen 27 % höher als im konventionell bewirtschafteten Vergleichsbetrieb K3. Wegen der geringen N-Abfuhr im pflanzlichen Marktprodukt und der geringeren Erträge ist die N-Abfuhr im betrieblichen Marktprodukt gering. Dagegen verbleiben 40 % der N-Gesamtzufuhr zum Boden als organischer Dünger im Kreislauf. Die Stallbilanz weist im tierischen Marktprodukt (Milch, Rind- und Schweinefleisch) eine Verwertung von 17 % des dem Tierbestand zugeführten Futters aus. Der N-Saldo der Gesamtbilanz, der die Größenordnung der N-Fracht in die Umwelt fixiert, ist wesentlich geringer als im konventionellen Betrieb K3 mit vergleichbarem Tierbesatz und erfüllt den anzustrebenden Wertebereich. Die N-Verwertung hat jedoch aufgrund des geringeren Ernteertrages, des geringen Anteils des pflanzlichen Marktprodukts am Ertrag und des hohen Fleischanteils am tierischen Marktprodukt die gleiche Größenordnung.

Im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin ist die Landbewirtschaftung seit der Wiedervereinigung durch einschneidende Änderungen der Produktionsstruktur gekennzeichnet (Tab. 2). Während der Getreideanteil weitestgehend konstant blieb, stieg der Ölfruchtanbau von 5,7 auf 10,7 %

der Ackerfläche (AF). Der Feldfutterbau und der Hackfruchtanbau gingen deutlich zurück. Neu eingeführt wurde die Grünbrache, die einzelbetrieblich über ein Drittel der Ackerfläche einnimmt. Der Tierbesatz wurde auf ein Drittel reduziert. Vorrangig wird Rindviehhaltung mit extensiver Weidenutzung betrieben; die Schweinehaltung wurde fast vollständig eingestellt. Teilweise erfolgte die Umstellung auf ökologischen Landbau. Diese Veränderungen sind mit einer Verminderung der flächenbezogenen N-Überschüsse von 103 auf 60 kg/ha verbunden. Einzelne Betriebe weisen jedoch weiterhin in der Flächenbilanz mittlere N-Salden von mehr als 100 kg N/ha aus. Die N-Salden der Gesamtbilanz liegen wegen der eingeschränkten Tierhaltung nur wenig über den flächenbezogenen N-Salden, da der Tierbesatz im Mittel der Untersuchungsbetriebe mit 0,25 fGV/ha LF weit unter dem für das anzustrebende N-Saldo der Gesamtbilanz angenommenen Tierbesatz von 0,6 fGV/ha LF liegt. Deshalb ist in diesem Beispiel der N-Saldo der Flächenbilanz und die höhere N-Verwertung in der Pflanzenproduktion als Maß für die Veränderung der Umweltwirkungen gegenüber der früheren Bewirtschaftung besser geeignet.

Tab. 2: Landbewirtschaftung vor und nach 1990 im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin [6)]

Kennzahl	Maßeinheit	Anzustre-bender Werte-bereich [1)]	Zeitraum			
			1986 - 1989	1994 - 1996		
				Mittel	Min.	Max.
Betriebliche Daten						
Ackerzahl				40,3	27	47
Getreide	% der AF	40 - 60	56,3	55,9	34,9	71,0
Ölfrüchte	% der AF	< 20	5,7	10,7	6,2	19,7
Hackfrucht/Silomais	% der AF	10 - 20	20,7	9,7	0	18,4
Leguminosen/-gras	% der AF	10 - 25	6,5	2,3	0	20,3
Grünbrache	% der AF		-	18,3	6,6	38,6
Tierbesatz	fGV/ha LF [2)]	0,4 - 0,8	0,76	0,25	-	0,36
Pflanzl. Marktprodukt	% der GE	20 - 40		84,9	64,6	100
N-Zufuhren						
Futterzukauf	kg N/ha LF	< 10		6,1	0	13,4
Mineral-N-Zukauf	kg N/ha LF	< 40; < 80[3)]	119,5	86,3	0	140,5
Symbiont. N-Fixierung	kg N/ha LF	25 - 40	12,9	3,9	0	11,3
Organischer N-Zukauf	kg N/ha LF		0	1,7	0	9,5
N-Immissionen [4)]	kg N/ha LF		30,0	30,0		
N-Abfuhren						
Pflanzl. Marktprodukt	kg N/ha LF	20 - 60		55,7	19,4	96,1
Tierisches Marktprodukt	kg N/ha LF	10 - 20		4,9	0	9,1
Tierisches Marktprodukt	kg N/fGV	> 20		19,8	12,1	26,2
Betrieblicher N-Kreislauf						
N-Entzug im Ernteertrag	kg N/ha LF	80 - 140	105,2	93,2	20,7	111,2
Organischer Dünger [5)]	kg N/ha LF	50 - 75	46,2	31,5	1,3	43,2
Gesamtzufuhr Boden	kg N/ha LF		208,6	153,4	1,3	204,5
N-Stallbilanz						
N-Saldo	kg N/fGV	< 30		12,4	8,9	17,8
N-Verwertung	%	> 20		20,0	14,0	27,2
N-Flächenbilanz						
N-Saldo	kg N/ha LF	< 50	103,4	60,1	21,7	106,5
N-Verwertung	%	> 65	51,0	61,7	41,1	80,4
N-Gesamtbilanz						
N-Saldo	kg N/ha LF	< 75		67,2	21,7	109,5
N-Verwertung	%	> 50		49,4	30,9	67,1

Fußnoten 1 - 5: s. Tab. 1;

6) Datengrundlage 1986 - 1989: betriebliche Schlagkarteien, Datenbank "SBW-Analyse";
Datengrundlage 1994 - 1996: Erhebungen in 12 Betrieben

4. Zusammenfassung

Die Nährstoffbilanzierung ermöglicht eine Differenzierung von Betrieben hinsichtlich ihrer Umweltwirkung, da die innerbetrieblichen Stoffumsetzungen, die Nährstoffzufuhren, die Nährstoffentnahmen mit dem Marktprodukt und die Nährstoffverluste aufgedeckt werden. Die Marktprodukte erlauben Aussagen zur Verwertung der zugeführten Nährstoffe. Im Saldo der Bilanz werden Nährstoffe zusammengefasst, die als Verluste den Stoffkreislauf unerwünscht verlassen und die Ursache von Umweltbelastungen sein können. Zur Bewertung der Ergebnisse der Stickstoffbilanzierung dienen standortbezogen anzustrebende Wertebereiche umweltrelevanter Stickstoffsalden und -flüsse.

Ein Vergleich von vier konventionellen brandenburgischen Betrieben zeigt, dass innerbetriebliche Stickstoffflüsse wesentlich vom Tierbesatz je ha abhängig sind. Vor allem der mit dem organischen Dünger im betrieblichen Kreislauf verbleibende Stickstoffanteil nimmt mit dem Tierbesatz zu. Wegen der begrenzten Nährstofftransformation in das Tierprodukt sinkt gleichzeitig die Nährstoffentnahme mit dem betrieblichen Marktprodukt. Die Zufuhr von mineralischem Stickstoff wurde nicht an die mit zunehmendem Tierbesatz vermehrt anfallenden organischen Düngermengen angepasst. Hinsichtlich des Stickstoffverlustpotentials und der Umweltwirkung dominiert der Einfluss des Mineralstickstoff- und des Futterzukaufs.

In neueren Untersuchungen wurden flächenbezogene Stickstoffüberschüsse von etwa 100 kg N/ha ermittelt. Die große Spannweite der Stickstoffüberschüsse innerhalb untersuchter Betriebe belegt die Notwendigkeit schlagbezogener Bilanzen zur Identifizierung örtlicher Umweltprobleme.

Die Verminderung der Produktionsintensität durch extensive Viehhaltung oder ökologischen Landbau schließt die Reduzierung der Nährstoffzukäufe ein und ermöglicht dadurch eine drastische Senkung der umweltbelastenden N-Salden. Dabei verringert sich jedoch das Marktprodukt. In einer Untersuchung in 12 Betrieben im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin lagen die flächenbezogenen Salden der Stickstoffbilanzen 1994-96 nach gravierenden Bewirtschaftungsänderungen im Durchschnitt mit 60 kg N/ha wenig über dem anzustrebenden Bereich von < 50 kg N/ha. Die Mittelwerte der Betriebe umfassten einen Bereich von 22 bis 107 kg N/ha. Die große Spannweite der Stickstoffüberschüsse innerhalb untersuchter Betriebe belegt die Notwendigkeit schlagbezogener Bilanzen zur Identifizierung örtlicher Umweltprobleme.

Die Stickstoffverwertung und das Stickstoffverlustpotential können bei gegebenen Standortbedingungen durch Veränderung der Anbaustruktur, des Tierbesatzes und der Produktionsintensität beeinflusst werden.

Literaturverzeichnis

BIERMANN, St. (1995): Flächendeckende, räumlich differenzierte Untersuchung von Stickstoffflüssen für das Gebiet der neuen Bundesländer. Diss. Verlag Shaker Aachen, ISBN 3-8265-0924-2

BMU (1998): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland; Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogramms. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GRANO (1999): Ansätze für eine dauerhaft-umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion in Nordostdeutschland (GRANO). Zwischenbericht des Verbundvorhabens. Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg

HÜLSBERGEN, K.-J. u. DIEPENBROCK, W. (1997): Das Modell REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In: DBU [Hrsg.]: Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Zeller Verlag Osnabrück, S. 159-183

ISERMANN, K. u. ISERMANN, R. (1997): Tolerierbare Nährstoffsalden der Landwirtschaft ausgerichtet an den kritischen Eintragsraten und –konzentrationen der naturnahen Ökosysteme. In: DBU [Hrsg.]: Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Zeller Verlag Osnabrück, S. 127-158

KALK, W.-D.; BIERMANN, St. u. HÜLSBERGEN, K.-J. (1995): Standort- und betriebsbezogene Stoff- und Energiebilanzen zur Charakterisierung der Landnutzungsintensität. Forschungsbericht 1995/10 des Institutes für Agrartechnik Bornim e.V.

KALK, W.-D.; BIERMANN, ST. u. HÜLSBERGEN, K.-J. (1998): Analyse und Bewertung der Landnutzungsintensität mit Indikatoren zum Stoff- und Energiehaushalt landwirtschaftlicher Betriebe. In: PLACHTER, H. u.a.: Schutz und landwirtschaftliche Nutzung in der Kulturlandschaft. Abschlusspublikation zum BMBF-DBU-Verbundprojekt „Naturschutz in der offenen agrar genutzten Kulturlandschaft am Beispiel des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin“ (im Druck)

Autoren:

Dr. Wolf-Dieter Kalk
Werner Prystav
Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam
e-mail: wkalk@atb-potsdam.de

Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen
Dr. Steffen Biermann
Institut für Acker- und Pflanzenbau
Martin-Luther-Universität Halle
Ludwig-Wucherer-Str. 2, 06108 Halle
e-mail: huelsber@Jupiter.landw.uni-halle.de

Gefördert durch BMBF

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9 S. 33-40 (2000)

Potenziale der ländlichen Restabfallentsorgung

M. Koller, T. Hermann, S. Plickert

1 Vorbemerkung

In Deutschland beträgt das jährliche Restabfallaufkommen ca. 40 Mio. Mg. Das entspricht einem Pro-Kopf-Betrag von etwa 500 kg Restabfall. Unter Restabfall werden die nach der Getrenntsammlung von Wert- und Problemstoffen (Glas, Papier, Verpackungsmaterialien, Batterien, Haushaltschemikalien) verbleibenden häuslichen Abfälle, der gemeinsam damit erfasste Geschäftsmüll, der gesondert angelieferte hausmüllähnliche Gewerbeabfall, Straßenreinigungs- und Marktabfälle sowie die Sortierreste aus der Wertstoffaufbereitung verstanden. Die Technische Anleitung für Siedlungsabfälle (TASi) von 1993 schreibt vor, daß diese Abfälle vor der Deponierung behandelt werden, um die Umweltverträglichkeit der Restabfallentsorgung zu gewährleisten. Langfristig wird von der Bundesregierung angestrebt, die Restabfälle vollständig in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen und so deren Deponierung überflüssig zu machen (BAAKE 1999).

Die Verwertungsmöglichkeiten für Restabfälle liegen im stofflichen Bereich in einer Rückführung verbleibender Wertstoffe in die Produktionsprozesse sowie im energetischen Bereich in der Oxidation der fossilen und nativ-oranischen Bestandteile mit dem Ziel der Bereitstellung von elektrischer und thermischer Energie (vgl. Abbildung 1). Während für die energetische Verwertung der fossilen Organik nur thermische Verfahren wie die Müllverbrennung in Frage kommen, kann die nativ-organische Fraktion auch in sogenannten mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA) abgebaut werden, auf aerobem Wege in Rotteverfahren oder auf anerobem Wege in der Vergärung.

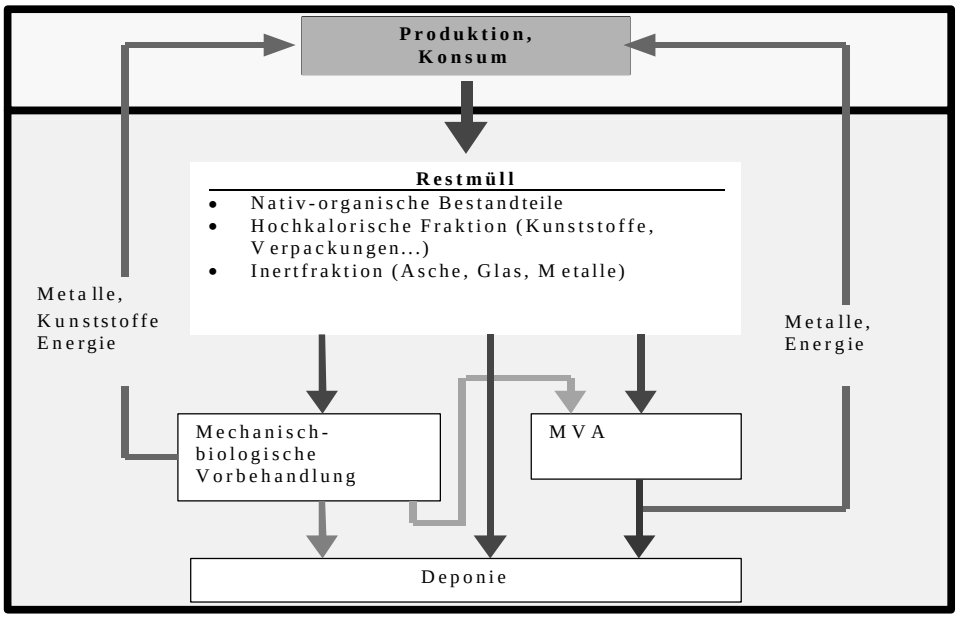


Abb. 1 Stoffstromoptionen der Restabfallbehandlung

Eine vollständige Verbrennung des Restabfalls stößt im ländlichen Raum auf logistische und ökonomische Grenzen, da Müllverbrennungsanlagen erst ab einer Größe von etwa 100.000 Mg/a ökonomisch betrieben werden können. In dünnbesiedelten Regionen wären daher für die Auslastung einer MVA sehr große Einzugsgebiete notwendig, die wegen der langen Transportwege zu erheblichen ökonomischen und ökologischen Zusatzbelastungen führen würden. Im Hinblick auf die Forderung nach „Nachhaltigkeit“ der Abfallentsorgung sind für ländliche Regionen daher angepasste Entsorgungskonzepte auf der Basis mechanisch-biologischer Behandlungsverfahren zu entwickeln. Diese müssen über eine stoffstromorientierte Verfahrensgestaltung die weitgehende Ausschleusung von stofflich oder energetisch zu verwertenden Fraktionen zum Ziel haben, um eine zur thermischen Behandlung gleichwertige Entsorgung sicherzustellen. Dies beinhaltet auch die Verwertung einer hochkalorischen Fraktion in MVA, Kraftwerken oder industriellen Feuerungsanlagen.

Im Folgenden werden die ökologischen Potenziale einer stoffstromspezifischen Restabfallentsorgung unter besonderer Berücksichtigung der ländlichen Siedlungsstrukturen und der dortigen Restabfallzusammensetzung betrachtet.

2 Stoffstromkonzepte der Restabfallentsorgung

Restabfall enthält eine Reihe von Stoffen oder Fraktionen, die im Rahmen einer stoffstromspezifischen Behandlung ausgeschleust und stofflich oder energetisch genutzt werden können. Mit Ausnahme der stofflichen Nutzung von Kunststoffen und der stofflichen oder energetischen Nutzung der Leichtfraktionen können die in Tab. 1 genannten Maßnahmen unabhängig voneinander durchgeführt werden – je nach gegebenen ökonomischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen.

Tab. 1 Wertstoffausschleusung aus dem Restabfall

Stoff/Fraktion	Nutzung	Ort
nativ-organische Bestandteile	Nutzung des durch Vergärung gewonnenen Biogases als Energieträger	Anlagen zur Energiererzeugung (z. B. Blockheizkraftwerke)
Kunststoffe	Stoffliche Nutzung (Wieder- oder Weiterverwertung)	externe Aufbereitung und Recycling
Leichtfraktion	Stoffliche/energetische Nutzung bzw. energetische Nutzung	MVAs, Energieerzeugungs- und industrielle Feuerungsanlagen
NE-Metalle	Stoffliche Nutzung	externe Aufbereitung und Recycling
Fe-Metalle	Stoffliche Nutzung	externe Aufbereitung und Recycling

Die **Abscheidung von Eisen-Metallen** ist bereits weitgehende Praxis in MBAs. Der Anteil der Metalle im Restabfall liegt zwischen 2,5 und 10 Gew.%. Mindestens 75% davon sind der Fe-Fraktion zuzurechnen. Diese kann aus den vorzerkleinerten und homogenisierten Abfällen vergleichsweise einfach über Magnetscheider abgegriffen werden; dabei werden Abscheidegrade von über 95% erreicht.

Nichteisen-Metalle können in mechanisch-biologischen Behandlungsstufen über Wirbelstromabscheider abgetrennt werden, was in der Praxis bislang jedoch kaum erfolgt. Der Anteil an Nichteisen-Metallen im Restabfall beträgt 0,6 bis 2,5% und besteht zu 30 bis 50% aus Aluminium. Auch für die Nichteisen-Fraktion kann bei einer entsprechenden Aufbereitung und Verfahrensgestaltung mit einer Abschöpfungsrate von über 95% gerechnet werden.

Vergärungsverfahren können nicht nur zur Behandlung von organischen Abfällen, sondern auch im Rahmen der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restmüll eingesetzt werden. Der Restmüll

enthält – auch bei getrennter Biomüllerfassung – noch erhebliche Mengen an abbaubarer organischer Substanz. Die Vergärung bietet gegenüber der aeroben Behandlung den Vorteil, daß im Prozess Biogas entsteht, das z.B. in Blockheizkraftwerken genutzt werden kann. Man kann damit von einer energetischen Nutzung des organischen Anteils des Restabfalls sprechen. Die Vergärung einer organischen Teilfraktion des Restabfalls wird bislang überwiegend in Versuchsanlagen erprobt. Bisher liegen daher nur wenige Praxisdaten zur Vergärung als Bestandteil einer MBA vor. Es kann mit einem spezifischen Gasertrag im Bereich von 27,5-96,6 m^3/Mg MBA-Input bei einem Methangehalt von etwa 60 % gerechnet werden.

Die **Ausschleusung einer heizwertreichen Leichtfraktion** (Kunststoffe, Papier und Kartons, Verpackungen und Verbundstoffe) erfolgt bislang vornehmlich zum Zweck einer thermischen Verwertung bzw. Beseitigung in Kraftwerken, industriellen Feuerungsanlagen (z. B. Zementwerken) oder Müllverbrennungsanlagen. Der Einsatz von Sekundärbrennstoffen aus Restabfall in Industriefeuerungen und in Kraftwerken wird kontrovers diskutiert: Neben Vorteilen hinsichtlich des Klimaschutzes durch die Nutzung des Heizwerts der Abfälle ist auch mit Nachteilen hinsichtlich humantoxischer Belastungen insbesondere durch zusätzliche Schwermetallemissionen zu rechnen, da Kraftwerke und industrielle Feuerungsanlagen oft nicht die hohen Emissionsstandards von MVAs einhalten.

Neben der Ausschleusung für eine thermische Verwertung kommt bei den **Kunststoffen** auch eine **stoffliche Verwertung** in Betracht. Es kann mit einem Kunststoffanteil im Restmüll im Bereich von 7-15 Gew.% gerechnet werden. Für die Abschätzungen des ökologischen Potenzials wird im Folgenden angenommen, dass die Kunststofffraktion zu 80% abtrennbar ist, vollständig aus Polyethylen besteht und dass von den abgetrennten Kunststoffen 70% verwertbar sind.

3 Einfluss der Siedlungstrukturen auf die Abfallzusammensetzung am Beispiel des Landkreises Barnim

Bei der Untersuchung der Restabfallzusammensetzung in ländlichen und städtischen Regionen, ist es von Interesse, welches die Ursachen für eventuell auftretende Unterschiede sein könnten. Dazu muß geklärt werden, welche Größen die Abfallzusammensetzung beeinflussen. Man stößt dabei auf folgende Faktoren:

- Bebauungsart und Siedlungsstruktur
- Bereitgestelltes Behältervolumen
- Bemessung und Höhe der Müllgebühren
- Art der Wertstoffsammlung
- Eigenkompostierung und Biomüllsammlung
- Anteil der Haushalte mit Ofenheizung
- Öffentlichkeitsarbeit der Entsorgungsträger (PLICKERT 1998)

Unterschiede im Restmüllaufkommen einzelner Entsorgungsgebiete, z. B. zwischen Landkreisen und kreisfreien Städten, können weitgehend auf die unterschiedlichen Ausprägungen dieser Einflußfaktoren zurückgeführt werden. so steht beispielsweise die Siedlungsstruktur mit der Haushaltsgröße im Zusammenhang: In Ein-Personen-Haushalten entstehen tendenziell mehr Verpackungsabfälle als in Mehr-Personen-Haushalten, weil unter anderem der Konsum an Fertiggerichten in diesen Haushalten höher ist als in „klassischen Familien“. Weiterhin hängen mit der Siedlungsstruktur Faktoren wie „soziale Kontrolle“ oder „Möglichkeit der Eigenkompostierung“ zusammen. In Wohngebieten mit Einfamilienhausbebauung findet meist eine bessere Abtrennung von Wertstoffen statt als in anonymer Mietshausbebauung. Die Bewohner sind stärker für ihre eigene Tonne verantwortlich und spüren Abfallvermeidung direkt bei den Gebühren; es gibt eine gewisse soziale Kontrolle durch die Nachbarn und Gartenbesitzer haben die Möglichkeit der Eigenkompostierung. Das führt dazu, dass das Restmüllaufkommen in solchen Gebieten insgesamt geringer ist und dass der Anteil aussortierbarer Wertstoffe im Restmüll niedriger liegt als in städtischen Wohngebieten (ERFURT 1997).

Wichtig ist jedoch festzustellen, daß zwischen ländlichen Einzugsgebieten und vergleichbaren Siedlungsstrukturen in städtischen Entsorgungsgebieten (mit Einzelhausbebauung) keine wesentlichen Unterschiede bestehen. Hinsichtlich der Abfallzusammensetzung ist folglich weniger zwischen Land und Stadt zu unterscheiden, als zwischen verschiedenen Siedlungsstrukturen bzw. Bebauungsarten. Dies wird durch aktuelle Abfallsortieranalysen bestätigt (KRAUSE 2000, ERFURT 1997). Trotzdem kann natürlich festgestellt werden, dass Einfamilienhausbebauung in ländlich geprägten Regionen einen größeren Anteil hat, während in städtischen Gebieten der Anteil von Mietshausbebauung besonders hoch ist.

Anhand von aktuellen Ergebnissen einer Hausmüllsortierung im Landkreis Barnim (GAB 1999) wird im Folgenden untersucht, welche unterschiedlichen ökologischen Wirkungen durch verschiedene Konzepte der stoffspezifischen Behandlung von Restmüll verursacht werden. Darüber hinaus wird dargestellt, wie sich die Variation der Faktoren „Biomüllsammlung“ und „Anteil der Ofenheizung“ auf die ökologische Bewertung auswirkt. In Abbildung 2 sind verschiedene Szenarien einer Hausmüllzusammensetzung im Landkreis Barnim dargestellt. Ausgehend von der aktuellen Hausmüllanalyse ist für die untersuchten Szenarien eine fiktive Hausmüllzusammensetzung nach einer Verringerung des Ofenheizungsanteils um 25% bzw. 50% sowie nach Einführung der Biotonne berechnet worden.

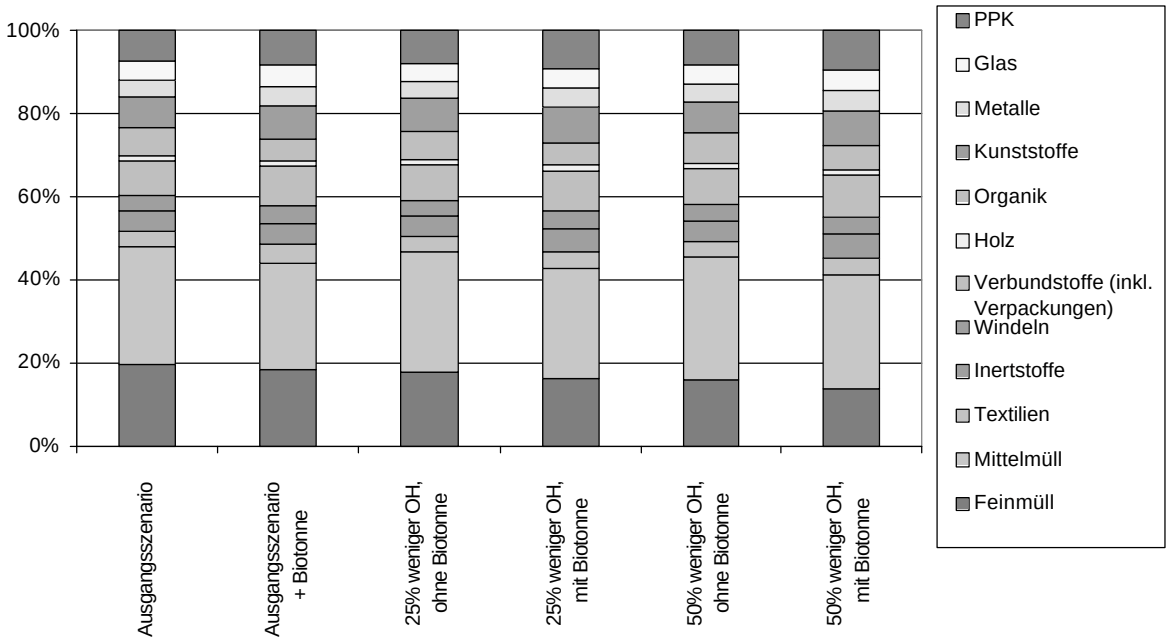


Abb. 2 Szenarien der Hausmüllzusammensetzung im Landkreis Barnim (eigene Berechnung anhand der Angaben aus GAB 1999)

Die Einführung der Biotonne führt in den entsprechenden Szenarien zu einer Senkung des Mittel- und Feinmülls und der Organikfraktion. Die Verringerung des Ofenheizungsanteils hat durch den geringeren Ascheeintrag in den Restmüll vor allem eine Verringerung der Feinmüll-Fraktion zur Folge.

4 Vorgehensweise zur ökologischen Bewertung

Für die Abschätzung des ökologischen Potenzials der ländlichen Restabfallentsorgung wurde ein Ansatz gewählt, der sich in der grundsätzlichen Vorgehensweise an die Methodik der Ökobilanzierung (nach ISO EN 14040) anlehnt. Eine solches Vorgehen hat sich in den letzten Jahren bei der Bewertung von Abfallentsorgungsoptionen in zahlreichen Studien bewährt und durchgesetzt (SOYEZ et al.1999, KOLLER et al. 1999).

Die wesentlichen Schritte einer Ökobilanz sind

- die Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen,
- Sachbilanz,
- Wirkungsabschätzung und
- Auswertung.

Bei der Wirkungsabschätzung werden die Ergebnisse der Sachbilanz im Hinblick auf die (ökologischen) Schutzziele beurteilt und Umweltproblemfeldern, sogenannten Wirkungskategorien, zugeordnet. Der Zusammenhang zwischen Schutzzielen, Umweltwirkungen und den hierfür verantwortlichen Schadstoffen wird in Abbildung 3 veranschaulicht.

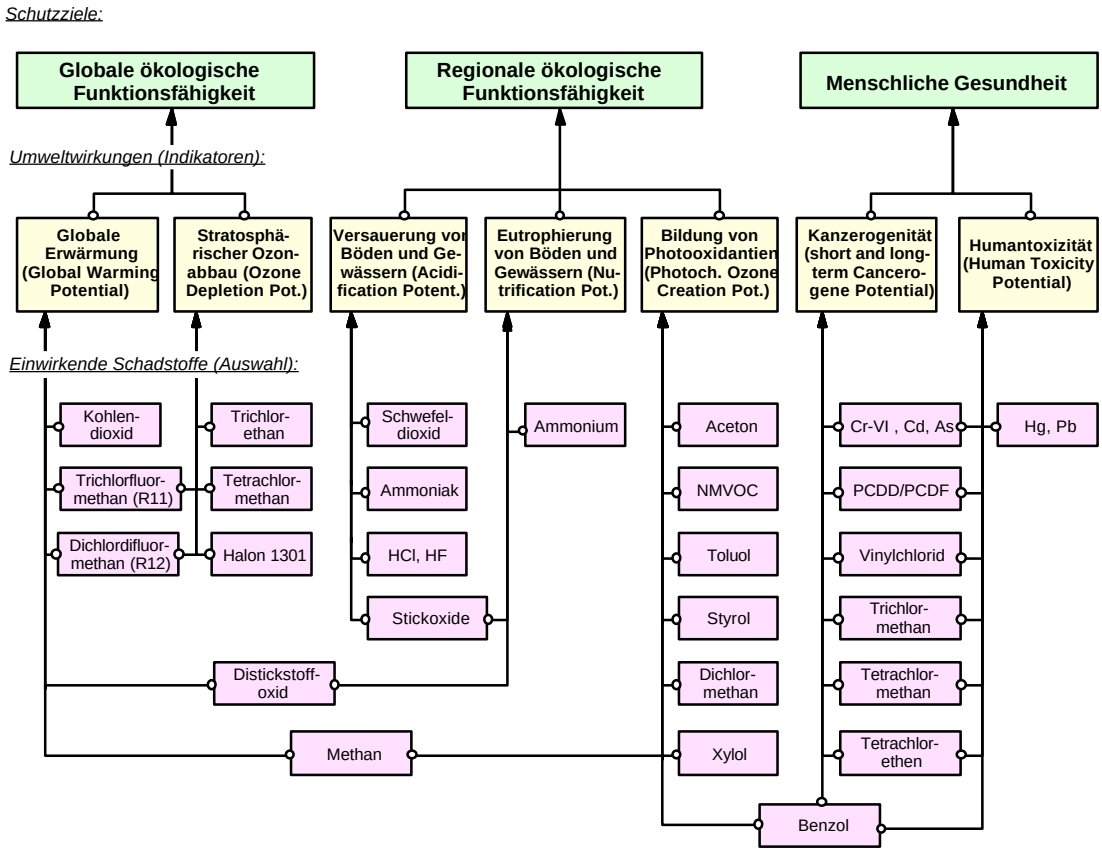


Abb. 3 Zusammenhang zwischen Schadstoffemissionen und Schutzzielen

Neben der Zuordnung zu übergeordneten Schutzzielen lassen sich die Bewertungsgrößen auch hinsichtlich ihrer ökologischen Relevanz und ihres spezifischen Beitrags charakterisieren.

Die Einschätzung der **ökologischen Relevanz** drückt aus, dass die einzelnen Umweltwirkungen ein unterschiedliches Gefährdungspotenzial für den Menschen oder die Natur in sich bergen, z. B. hinsichtlich ihrer Reichweite, ihrer Umkehrbarkeit oder ihrer zeitlichen Erstreckung.

Mit der Angabe des **spezifischen Beitrags** werden die für das betrachtete System ermittelten Werte der Sachbilanz und/oder der Wirkungsabschätzung auf ein definiertes Vergleichssystem (z. B. ein Land) bezogen, d. h. in Bezug zu den Gesamtemissionen bzw. Gesamtwirkungspotenzialen dieses Vergleichssystems gesetzt. Der spezifische Beitrag spiegelt demnach den Anteil (in %) wider, den das

ermittelte Wirkungspotenzial an dem gesamten Wirkungspotenzial in dem Bezugssystem hat. In den folgenden Abbildungen wurden als Bezugssystem die nationalen Gesamtemissionen gewählt[1].

5 Bewertung der Stoffstromoptionen

Die Auswertung der Bilanzierung zeigt, das sich für alle zusätzlichen Varianten der Ausschleusung und Verwertung von Wertstoffen aus dem Restmüll (Stoffstromoptionen) positive Effekte einstellen. In Abb. 4 ist dargestellt, welche ökologischen Effekte die einzelnen Stoffstromoptionen auf verschiedene Wirkungskategorien haben. In den vier Teilen der Abbildung sind die Effekte auf die Wirkungskategorien Globale Erwärmung (GWP), Versauerung (AP), kritischen Luftvolumina (Maß für die Belastung mit toxischen Substanzen) und auf das Sommersmogpotenzial (POCP) dargestellt. Negative Werte bedeuten in der Gesamtbilanz eine Gutschrift und weisen auf eine Umweltentlastung hin. Die Umweltentlastungen entstehen dadurch, dass durch die Verwertungsmaßnahme Primärstoffe substituiert und dadurch die mit deren Herstellung verbundenen Emissionen und negativen Umwelteffekte eingespart werden. Außerdem werden bei der energetischen Verwertung der heizwertreichen Fraktion bzw. des bei der Vergärung gewonnen Biogases andere Energieträger substituiert.

Mit Ausnahme der Verwertung einer hochkalorischen Fraktion in Zementwerken, ergeben sich bei keiner Variante zusätzliche Umweltbelastungen in den einzelnen Bewertungskriterien. Bei einer Verwertung hochkalorischer Fraktionen in Zementwerken erhöhen sich durch die Schwermetallemissionen die kritischen Volumina, das Sommersmog- und das Versauerungspotenzial.

Die aus den in Kap. 3 beschriebenen Szenarien resultierenden unterschiedlichen Abfallzusammensetzungen haben nur einen geringen Einfluss auf die Ergebnisse der ökologischen Bewertung der verschiedenen Varianten. Bezogen auf die Tonne Restabfall ergeben sich für die Optionen Metallrecycling, hochkalorische Fraktion ins Zementwerk und stoffliche Verwertung der Kunststofffraktion höhere Gutschriften je geringer der Ofenheizungsanteil (geringerer Ascheanteil) und je höher der Anteil der Bioabfallgetrenntsammlung ist. Für die Vergärung (hier nicht dargestellt) gilt dagegen bezüglich des Organikanteils die entgegengesetzte Aussage. Hier steigen die Gutschriften mit höheren Organikanteilen also geringerer Bioabfallabtrennung, da dies entsprechend höhere Gasausbeuten zur Folge hat.

In Abbindung 5 werden verschiedene Varianten der Restabfallbehandlung bezüglich ihrer Umweltauswirkungen verglichen. Die zwei Intensivvarianten in der Abbildung (Intensiv-MBA bzw. optimierte Intensiv-MBA) repräsentieren in Bezug auf die Stoffausschleusung zwei gegensätzliche Entsorgungskonzepte. Während in der Variante Intensiv-MBA nur eine Abscheidung der Fe-Fraktion vorgenommen wird, beinhaltet die Variante optimierte Intensiv-MBA auch eine Vergärungsstufe für die organische Feinfraktion, die Ausschleusung von Aluminium für die Wiederverwertung, die Ausschleusung von Kunststoffen für eine Weiterverwertung und die Ausschleusung der (danach noch verbleibenden) hochkalorischen Fraktion für die Verwertung in industriellen Feuerungsanlagen (Zementwerk).

Deutlich erkennbar sind enormen Verbesserungen für die mechanisch-biologische Restabfallbehandlung, die bei einer Kombination verschiedener Verwertungsmaßnahmen erzielt werden können. Die MBV kann dadurch in fast allen Bewertungsgrößen in der Gesamtbilanz Umweltentlastungspotenziale erzielen und mit Ausnahme des Bewertungskriteriums Ozonabbau mit der MVA zumindest gleichziehen. Gegenüber der Intensiv-MBA ohne Stoffstromausschleusung kommt es nur hinsichtlich der Emission langfristig wirkender Kanzerogene zu einer Verschlechterung, die durch die vergleichsweise höheren Schwermetallemissionen bei einer Verwertung hochkalorischer Fraktionen im Zementwerk verursacht wird.

---

[1] Wenn z. B. eine untersuchte Entsorgungsoption bundesweit mit 10.900.000 Mg CO_2-Äquivalenten zum Treibhauseffekt beitragen würde, entspräche dies bei einer nationalen Gesamtemission von 1.090.033.000 Mg CO_2-Äquivalenten einem spezifischen Beitrag zum Treibhauspotenzial von 1%.

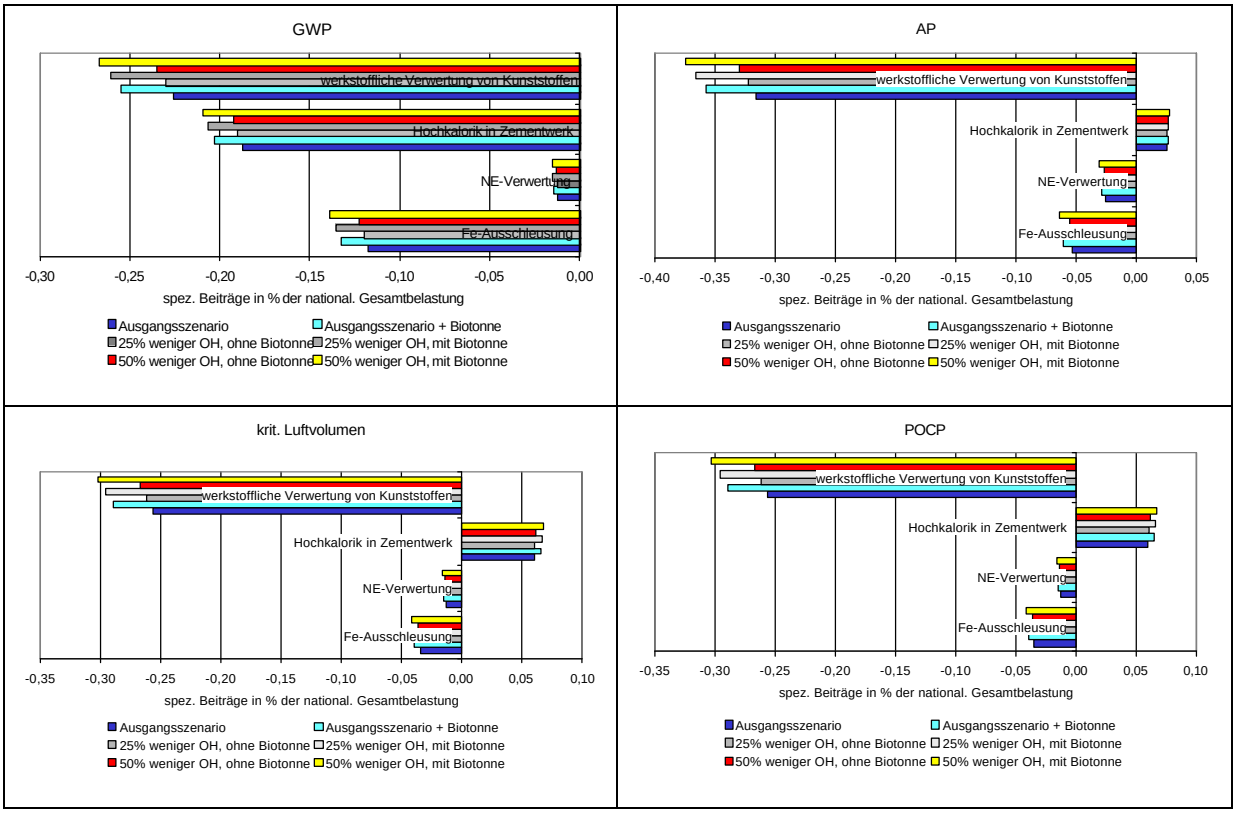


Abb. 4 Einfluss der Abfallzusammensetzung auf ausgewählte Bewertungskriterien

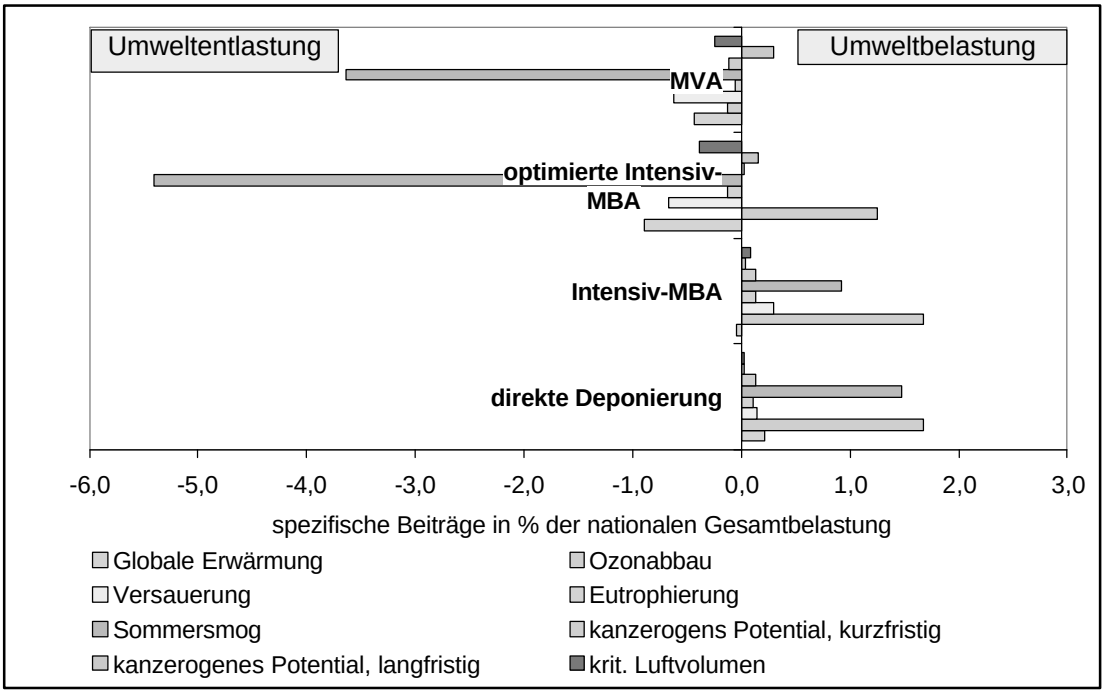


Abb. 5 Abfallentsorgungsoptionen im Vergleich

6 Ausblick

Ländliche Regionen haben aufgrund ihres hohen Anteils an Einfamilienhausbebauung ein anderes Restmüllaufkommen als städtisch geprägte Gebiete. Der Anteil nicht aussortierter Wertstoffe ist geringer als in städtischen Restabfällen. Dadurch ist auch das gesamte Restabfallaufkommen niedriger.

Die stoffspezifische Restabfallbehandlung mit der Ausschleusung von Wertstoffen hat gegenüber der reinen Deponierung oder Verbrennung ökologische Vorteile. Dies gilt besonders für ländliche Regionen, da durch die Trennung der Fraktionen unnötige Transportaufwendungen eingespart werden können. Mit der stoffstromspezifsche Beseitigung bzw. Rückführung von Restabfällen bietet sich damit auch für ländliche Regionen die Chance, den Anforderungen einer nachhaltigen Abfallwirtschaft gerecht zu werden. MVAs sind in ländlichen Regionen wegen ihrer wirtschaftlich bedingten Mindestgröße und dem daraus resultierenden großen Einzugsgebiet nicht sinnvoll.

Die Verringerung der Organikfraktion im Restabfall, entweder durch Einführung der Biotonne oder verstärkte Eigenkompostierung sowie die Verringerung des Ofenheizungsanteils führen bei der Restabfallbehandlung zu weiteren ökologischen Verbesserungen.

7 Literatur

BAAKE 1999 — Baake, R.: BMU legt Eckpunkte für die Zukunft der Endsorgung von Siedlungsabfällen vor. BMU-Pressemitteilung, Bonn 20.08.99

ERFURT 1997 — Stadt Erfurt: Abfallentsorgung und Wertstoffsammlung in unserer Stadt. Internetseite http://umwelt.ew.ph-erfurt.de/projekte/abfallor/aufkepr1

FRICKE et al. 1999 — Fricke, Dr. K.; Müller, Dr. W. et al.: Stabilisierung von Restmüll durch mechanisch-biologische Behandlung und Auswirkungen auf die Deponierung. Kurzfassung des Endberichts zum BMBF-Verbundvorhaben „Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen“, Teilvorhaben 2/1, Witzenhausen, Juli 1999

GAB 1999 — GAB: Hausmüllanalyse Landkreis Barnim 1998. Internetseite <http://www.gab.barnim.de/hmana/hmana.htm> und nachfolgende Seiten

KOLLER et al. 1999 — Koller, M.; Thrän, D.; Hermann, T. et al.: Ökologische Bewertung der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung, In: Tagungsband Ergebispräsentation des BMBF-Verbundvorhabens, Potsdam, 7.-8.9.1999,. S. 25-42

KRAUSE 2000 — Telefonat mit Frau Krause, Umweltamt Kreis Uckermark, vom 11. April 2000

PLICKERT 1998 — Plickert, S.: Ermittlung des Hausmüllaufkommens aus dem Güterumsatz : Entwicklung eines Rechenmodells unter besonderer Berücksichtigung der Einflußgrößen in den Kreisen des Landes Brandenburg. Berlin: TU, Fachbereich 06, Diplomarbeit März 1998

SOYEZ et al. 1999 — Soyez, K.; Thrän, D.; Hermann, T.: Testphase abgeschlossen – Zur Einsatzfähigkeit der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung liegen jetzt umfangreiche Ergebnisse vor. In: Müllmagazin 4/1999. Rhombos-Verlag. Berlin 1999.

SOYEZ et al.1999a — Soyez, K.; Koller, M.; Thrän, D. et al.: Systembewertung der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung - Übersicht. In: Tagungsband Ergebnispräsentation des BMBF-Verbundvorhabens, Potsdam, 7.-8.9.1999, S. 1-24

Autoren:

Matthias Koller, Tim Hermann, Sebastian Plickert
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14, Haus 7
D - 14482 Potsdam
Tel.: 0331/977-4477
e-mail: koller@rz.uni-potsdam.de

II. Handlungsfelder

Brandenburgische Umweltberichte (BUB) 9, S. 43-50 (2000)

Stoffstromanalyse und Regionalentwicklung - Untersuchungen zur Stoffstromökonomie in Neuruppin und Freiburg

U.R. Fritsche, S. Hartard

Hintergrund der Untersuchung

Das Öko-Institut befasst sich seit mehreren Jahren mit Stoffströmen als integrativem, bedürfnisfeld-orientiertem Ansatz, mit dessen Hilfe der künftige Handlungsspielraum verschiedener Akteure im Kontext von nachhaltiger Entwicklung ermittelt werden kann - hierzu dienen insbesondere Szenarien. Ein wichtiger Teil dieser Arbeit beruht auf einer nachvollziehbaren und abgesicherten Datenbasis sowie einer breit angelegten Sichtung und Diskussion von Handlungsalternativen im Kontext ihrer ökologischen, ökonomischen und sozialen Implikationen. Derzeit entwickelt das Öko-Institut diese Arbeiten weiter, wobei es um die umsetzungsorientierte Integration in Aktivitäten zur Nachhaltigen Entwicklung geht - von lokalen Agenda 21-Prozessen bis hin zu stoffstromorientierten National-konzepten. Aktuelle Forschungsfrage ist die Verknüpfung von Stoffstrombetrachtungen mit deren ökonomischen Auswirkungen, um vertiefte Erkenntnisse über die regional-ökonomische Bedeutung von Nachhaltigkeitsprozessen zu liefern.

In Neuruppin/Vorstadt-Nord (Brandenburg) und Freiburg/Vauban (Baden-Württemberg) werden zur Zeit Konversionsflächen bebaut. Die neuen Stadtteile entstehen unter der Prämisse, die Bebauung und Nutzung nachhaltig zukunftsverträglich auszurichten. Hierbei stellt sich vor allem die Frage, wie solche Veränderungsprozesse bewertet werden können. Bisherige Arbeiten stellten die nachhaltige Entwicklung nicht in den Vordergrund und beschränken sich meist auf einen Konversionstyp.

Das Öko-Institut unterstützt die beiden Konversionsgebiete durch ein Forschungsvorhaben[1]. Die Zahl der betrachteten Modellprojekte wurde von einer Vorauswahl von sieben Konversionsflächen aus Kostengründen auf zwei reduziert. Durch die parallele Betrachtung zweier Modellprojekte und deren sorgfältige Auswahl soll sichergestellt werden, dass nicht nur eine exotische Ausnahme betrachtet wird, sondern dass die Ansätze, Handlungsstrategien und Problemlösungen für künftige Projekte übertragbar sind.

---

[1] „Nachhaltige Stadtteile auf innerstädtischen Konversionsflächen: Stoffstromanalyse als Bewertungsinstrument“, laufendes Forschungsprojekt des Öko-Instituts Darmstadt, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Die Auswahl der beiden Modellstadtteile erfolgte nach den folgenden Kriterien:

- Konversionsflächen;
- deutliche Einbindung der Flächen in die Stadtstruktur;
- Flächengröße im Vergleich zur Gesamtgröße der Stadt mit zu erwartender quartiersübergreifender Wirkung;
- vorhandener Bedarf an Flächen für Wohn-, Gewerbe- und Erholungszwecke;
- Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung der Konversionsflächen.

Die Untersuchungen stehen im Kontext der Förderinitiative „Innovative Ansätze zur Stärkung der regionalen Ökonomie“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (GSF 1999). Die beiden neuen Stadtteile werden auf Basis der Stoffstromanalyse mit Blick auf die damit verbundenen ökologischen und ökonomischen Auswirkungen untersucht. Mittels Szenarien werden die geplanten nachhaltigen Bebauungs- und Nutzungsstrukturen in Neuruppin und Freiburg mit einem „Referenzstadtteil“ verglichen[2]. Die Referenz-Stadtteile werden hinsichtlich der Stoffströme entsprechend heute üblichen Neubauvierteln definiert. Sie stellen damit *fiktive Vergleichsräume* dar, die in ihrer Funktion und Grundausstattung (insbesondere der Wohnungen) den Modell-Stadtteilen entsprechen, aber *nicht* unter Nachhaltigkeitsaspekten geplant wurden. Wesentlich ist bei dieser Vorgehensweise, dass durch den Vergleich mit einer Referenz nur jeweils die *Unterschiede* bilanziert werden, die zwischen den betrachteten nachhaltigen und den unterstellten „normalen“ Stadtvierteln auftreten. Dieses betrifft die Bauten des Stadtteils wie auch einzelne Aspekte eines veränderten Konsumverhaltens der Bewohner. Geht man zum Beispiel davon aus, dass sich das Einkaufsverhalten bei Kleidung im Bezug auf die Wahl von ökologischen Produkten zwischen den Bewohnern des normalen Referenz-Stadtteils und des nachhaltigen Stadtteils nicht wesentlich unterscheidet, so brauchen die Nachfrage nach Kleidung und die hierdurch verursachten Stoffströme nicht berücksichtigt zu werden. Anders verhält es sich im Bedürfnisfeld Waschen: Hier ist davon auszugehen, dass im nachhaltigen Stadtteil Waschmaschinen über entsprechende bauliche Voraussetzungen gemeinsam genutzt werden und entsprechend Unterschiede bei Stoffströmen auftreten.

---

[2] Nähere Informationen zu diesem Projekt finden sich unter http://www.oeko.de/service/cities/

Die Stoffstromanalyse - zur Bewertung ökonomischer und ökologischer Erfolge der nachhaltigen Regionalentwicklung

Stoffströme sind – schon lange vor dem Modewort Globalisierung – als grenzüberschreitende und oft global wirksame Pfade bekannt, entlang derer Umweltinanspruchnahmen stattfinden. Dabei gehen Stoffströme von einem Bedürfnismuster aus, also der Nachfrage – am Beispiel einer Familie zeigt Abbildung 1 schematisch die vielfältigen Gegenstandsbereiche, durch die Stoffströme ausgelöst werden bzw. die mit ihnen verknüpft sind.

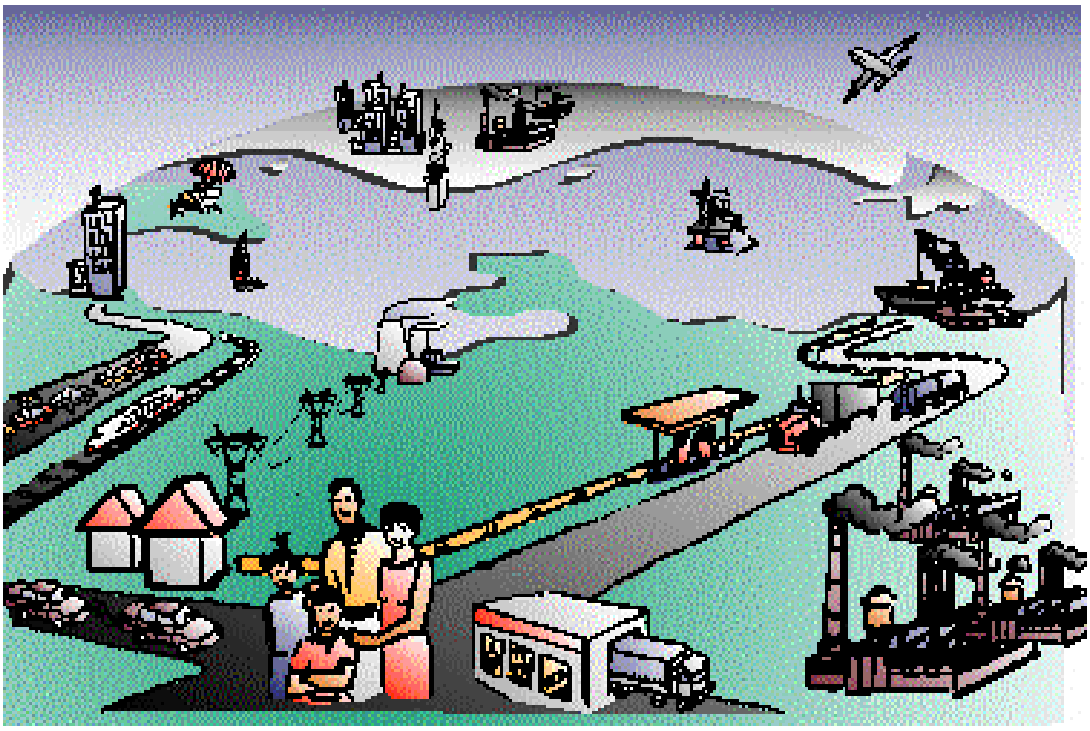


Abb. 1: Stoffströme und ihre Verknüpfung zur Nachfrage (Quelle: ÖKO 1995)

Sowohl der direkte Energiebedarf einer Familie (inkl. ihrer Wohnung) als auch die über Mobilität und Waren (inkl. Transporte) indirekt verursachten Stoffströme bilden ein grenzüberschreitendes, oft globales Geflecht. Im Gegenzug betrachtet erschließt sich dem Konsumenten heute für viele Produkte ein globales Angebotspotenzial. Dies führt wiederum zu Transporten, die häufig über die Region bzw. auch über die Nation hinausgehen, wie Abbildung 2 schematisch zeigt:

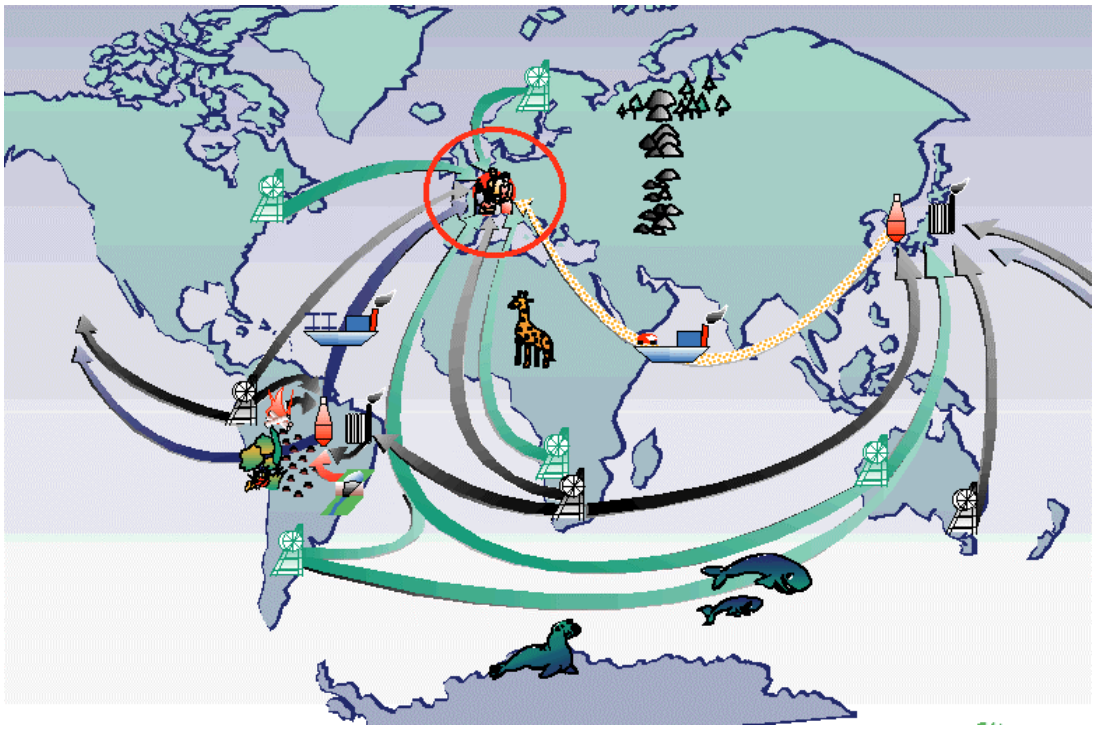


Abb. 2: Globale Verknüpfungen von Stoffströmen - Beispiel „Eisen und Stahl“ (Quelle: ÖKO 1995)

Zur Analyse der Umwelt- und Kosteneffekte von Energie- und Stoffströmen sowie Transporten entwickelte das Öko-Institut mit dem sog. GEMIS-Computermodell ein Werkzeug[3], für das mittlerweile über 5.000 Prozessdaten aus über 30 Ländern vorliegen.

Für szenario-orientierte integrierte Analysen des Zusammenspiels von Nachfrage- (Bedarfs-) und Angebotsseite ist die logische und quantitative Verknüpfung von Nachfragen in Bedürfnisfeldern (hier am Beispiel „Bauen und Wohnen“) mit den Prozessen notwendig, damit GEMIS die Stoff- und Energieflüsse bilanzieren und die davon ausgelösten Umwelteffekte bestimmen kann. Diese Verknüpfungslogik zeigt Abbildung 3.

Die Stoffstromanalyse für Neuruppin und Freiburg-Vauban erfolgt auch für sogenannte Referenzstadtteile - einem Mix an durchschnittlicher Bebauung der Bundesrepublik, erste Aussagen über die ökologischen Auswirkungen der neuen Stadtteile liegen in Form einer emissionsseitigen Betrachtung vor. Auf der Basis ausgewählter ökologischer, ökonomischer und sozialer Indikatoren wird die Analyse der Veränderungsprozesse in den Stadtteilen derzeit vertieft.

---

[3] GEMIS steht seit Version 3.x für **G**lobales **E**missions-**M**odell **I**ntegrierter **S**ysteme - siehe hierzu näher: http://www.oeko.de/service/gemis/

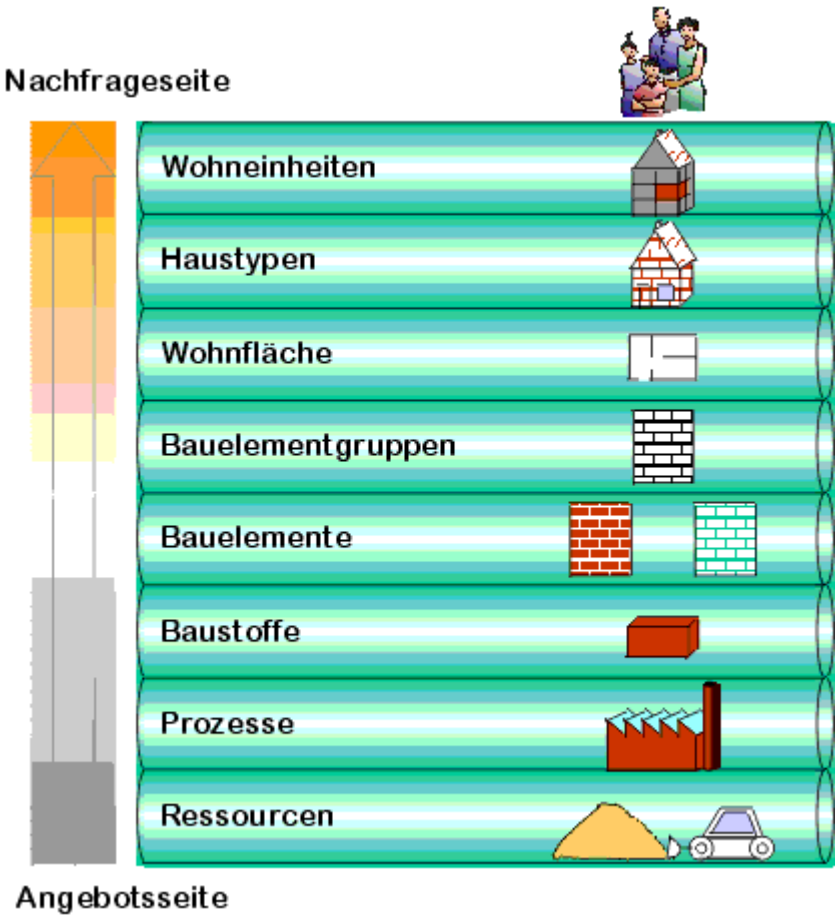


Abb. 3: Verknüpfung von Bedürfnissen und Stoffströmen - Beispiel „Wohnen“ (Quelle: ÖKO 1998)

Die Schnittstellen zur Ökonomie

Eine aus Sicht der Nachhaltigkeit interessante Eigenschaft der Stoffstrommodellierung ist, dass nicht nur ökologische Parameter bestimmt werden, sondern implizit auch *ökonomisch relevante Kenndaten*: Über die berechneten Stoff- und Energieumsätze sowie Transportaufwendungen werden auch betriebliche In- und Outputs sowie umsatzbezogene Aussagen (Stoff- und Transportmengen) bestimmt.

Ein erster Schritt ist, die im Rahmen der Stoffstromanalyse abgebildeten Stoffströme mit Preis- bzw. Kostenfunktionen zu belegen, um die mit den Stoffströmen verbundenen Finanzwerte eines Stadtteiles zu ermitteln. Dies lässt Aussagen zu über

- die Investitionskosten von Privathäusern, öffentlichen Gebäuden und Gewerbebetrieben;
- die Betriebskosten in Form der über Privathaushalte und Gewerbebetriebe nachgefragten Energie, Stoffe und Transporte;
- die mit der Gewerbetätigkeit verbundene Wertschöpfung (Verkauf von Waren und Dienstleistungen) und
- das regionale Angebots- und Nachfragepotenzial.

Ein zweiter Schritt ist, die Ökonomie speziell unter dem Aspekt der regionalen Ressourcennutzung zu betrachten. Hierbei werden die vor Ort konsumierten und aus der Region stammenden Ressourcen beschrieben und nach Möglichkeit quantifiziert.

Ein dritter und abschließender Schritt ist, die Ergebnisse der stoffstromökonomischen Betrachtungen als strategische Informationen für RegionalplanerInnen, BauleiterInnen, Bauträger, Wirtschaftsförderer und Konversionsbeauftragte aufzubereiten. Die Ergebnisse werden zum Abschluss des Forschungsvorhabens Ende Dezember 2000 vorliegen.

Die regionale Ökonomie – top-down und bottom-up-Betrachtungen

Die Stoffstromanalyse und ihre ökonomische Verknüpfung wird im Falle Neuruppins vorwiegend durch statistische, aggregierte Daten versucht („top-down"): Die aus der öffentlichen Statistik verfügbaren ökonomischen Daten werden soweit wie möglich auf den Untersuchungsraum Stadtteil heruntergebrochen.

In Falle Freiburg-Vauban erfolgt eine detaillierte Vor-Ort-Aufnahme der Daten („bottom-up"): Hier wird exemplarisch erprobt, inwiefern die Analyse mittels lokal verfügbarer Daten Aufschlüsse über die stoffstromökonomischen Fragestellungen erlaubt. Als Datengrundlage dient der per Stoffstromanalyse vorhandene Datensatz, der mit Preis- bzw. Kostenfunktionen verbunden wird. In der Vertiefungsphase werden ggf. weitere Daten vor Ort erhoben. Abbildung 4 zeigt die Verknüpfung von top-down- und bottom-up-Ansätzen zur Analyse der regionalen Stoff- und Finanzströme.

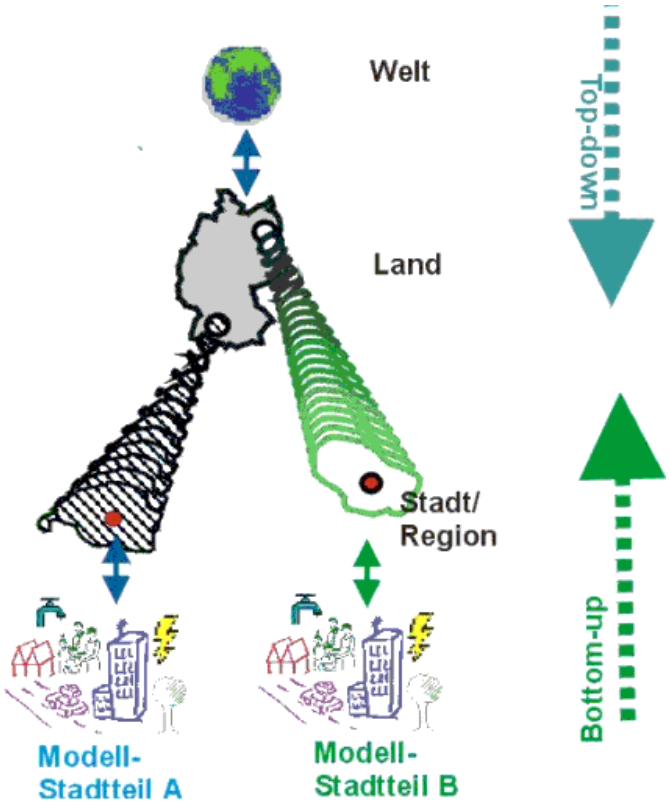


Abb. 4: Verknüpfung von top-down- und bottom-up-Ansätzen zur Analyse von regionalen Stoff- und Finanzströmen (Quelle: ÖKO 1999)

Aktuelles zum Forschungsfeld Stoffstromökonomie

Erkenntnisse zu ökonomischen Wirkungen einer nachhaltigen Regionalentwicklung liegen aus der Forschung bisher kaum vor[4]. Die bisher durchgeführten stoffstromökonomischen Analysen beziehen sich auf die gesamte Volkswirtschaft (STABU 1997, Adriaanse 1998) und weniger auf regionale Verhältnisse.
Zur Zeit werden in den Kommunen und Landkreisen eine große Anzahl von Nachhaltigkeitsindikatoren diskutiert. Hierzu gehören ökologische Indikatoren, die Stoffströme beschreiben, aber auch ökonomische Indikatoren, die bisher selten in Beziehung zur Ökologie gesetzt werden. Die Vor- und Nachteile einer isolierten bzw. gekoppelten Betrachtung von Nachhaltigkeitsindikatoren werden zur Zeit in den Akteursgruppen abgewogen.
Die Betrachtung stoffstromökonomischer Zusammenhänge ermöglicht das Herausarbeiten von win-win-Lösungen für Ökologie und Ökonomie. Das heißt zum Beispiel Häuser eines nachhaltigen Stadtteils so zu errichten, dass energiesparendes Bauen trotz höherer Investitionskosten zu Betriebskostenersparnissen führen kann. Stoffstromökonomische Maßnahmen können sein:

- das lokale Angebotspotenzial in Richtung einer nachhaltigen Konsumentenstruktur zu stärken,
- die Direktvermarktung lokal ansässiger Betriebe auszubauen,
- die Nachfrage nach Regionalprodukten zu erhöhen und
- die regionalen Nachfrage- und Angebotspotenziale per Informationsfluss besser zu verknüpfen.

Stoffstromökonomie konkret - Perspektiven für die Nachhaltige Regionalentwicklung

Durch die stoffstromökonomische Analyse wird das Wissen über den „gesellschaftlichen Stoffwechsel“ erweitert, die verschiedenen Optionen und Strategien zur (Um-)Gestaltung der Wechselwirkung zwischen menschlichen Gesellschaften und der Natur werden bewertbar.
Damit liefern Informationswerkzeuge wie GEMIS die Grundlage für am Nachhaltigkeitskonzept orientierte Politiken auf nationaler, Landes- und lokaler Ebene, bei der die gesellschaftlichen Akteure einbezogen werden.

Der praktische Nutzen solchen Wissens liegt darin,

- Indikatoren zur Bewertung der Stoff- und Finanzflüsse einer Region zu qualifizieren, um Veränderungsprozesse bewerten zu können;
- das Ziel der Nachhaltigen Region ökonomisch auszudrücken;
- Potenziale der Verknüpfung ökonomischer und ökologischer Ziele aufzuzeigen (win-win-Lösungen);
- Möglichkeiten der Einflussnahme auf den Aufbau einer regionalen Stoffkreislaufwirtschaft zu benennen und
- Handlungsalternativen für die Regionalentwicklung aufzuzeigen.

---

[4] Das o.g. Forschungsprojekt ist nur eines aus einem ganzen Programm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), das unter dem Titel *Nachhaltiges Wirtschaften in der Region* mehr als 10 verschiedene Forschungsansätze von über 30 Forschungseinrichtungen unterstützt und durch eine Querschnittsgruppe wissenschaftlich begleitet (GSF 1999).

Wie alle Informationsinstrumente können auch die Stoffstromanalyse und daran anknüpfende ökonomische Erweiterungen jedoch das Problem der *politischen Umsetzung* nicht lösen.
Ihr Vorteil liegt darin, einen wissensgestützen *Zugang* zum politischen Dialog über Nachhaltigkeit auf allen Ebenen zu erlauben und gezielt die Perspektiven einzelner Akteure einnehmen zu können, ohne den Gesamtzusammenhang zu verlieren.

Lesetips

Infos zum BMBF-Projekt http://www.oeko.de/service/cities/
Infos zum BMBF-Programm http://www.gsf.de/PTUKF/deutsch.html
Infos zum GEMIS-Computerprogramm http://www.oeko.de/service/gemis/
„Bedürfnisse und Stoffströme“, Bezug: Bibliothek des Umweltbundesamts, Berlin 1999
„Stoffwechsel“ - Politische Ökologie Band 62, ökom-Verlag München

Literatur

Adriaanse, A. et al. (1998) Stoffströme: Die materielle Basis von Industriegesellschaften. Wuppertal Texte. Birkhäuser Verlag, Berlin.

GSF (Gesellschaft für Umweltforschung mbH) 1999: Innovative Ansätze zur Stärkung der regionalen Ökonomie – Abstractband zum kick-off-meeting, München (siehe website).

ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 1995: Lokaler und globaler Stoffwechsel, Freiburg (Selbstverlag).

ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 1998: Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung, Endbericht zum Vorhaben FKZ-Nr. 29592148, Reihe UBA-Texte 47/99, Berlin.

ÖKO (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) 1999: Nachhaltige Stadtteile auf innerstädtischen Konversionsflächen: Stoffstromanalyse als Bewertungsinstrument, Kurzdarstellung zum laufenden Forschungsprojekt, Darmstadt/Freiburg (siehe website).

ÖKOM 1999: Stoffwechsel, Politische Ökologie Band 62, ökom-Verlag München.

STABU (Statistisches Bundesamt) (1997) Fachserie 19. Umwelt. Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Material- und Energieflussrechnungen.

UBA (Umweltbundesamt) 1999: Bedürfnisse und Stoffströme, Broschüre, Berlin (kostenloser Bezug über UBA-Bibliothek).

Autoren:

Uwe R. Fritsche, Susanne Hartard
Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)
Bereich Energie und Klimaschutz
Elisabethenstraße 55-57
D-64283 Darmstadt
email: fritsche@oeko.de, hartard@oeko.de

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9 S. 51-59 (2000)

Stoffstrommanagement an Konversionsstandorten

D. Baier, K. Soyez

1. Einleitung

Als Konversion werden Maßnahmen bezeichnet, mit denen Standorte aus ihrer vormaligen militärischen oder industriellen Nutzung in zivile Nutzungen übergeführt werden. Beispiele sind die Entwicklung als Gewerbegebiete, der Wohnungsbau, die Schaffung von Sportstätten, aber auch die Rückführung in naturnahe Landschaften. Das setzt Maßnahmen des Rückbaus von Gebäuden, die Sanierung von belasteten Flächen, die Entsorgung von Abfällen der früheren Nutzer etc. voraus. Derartige Maßnahmen sind stets mit Stoffströmen verbunden, die innerhalb der Konversionsstandorte fließen, oft aber auch regional oder darüber hinaus verlaufen. Sie sollten so gestaltet werden, daß sie die Kriterien der Nachhaltigkeit generell erfüllen. Das bietet die Gewähr, den einzelnen Konversionsstandorten eine zukunftsfähigen Entwicklung offenzuhalten.

Im folgenden Beitrag werden die Erkenntnisse beim Management von Stoffströmen des Konversionsstandortes Waldstadt Wünsdorf aus den letzten acht Jahren dargestellt, die in Zusammenarbeit zwischen der Entwicklungsgesellschaft Waldstadt Wünsdorf-Zehrensdorf mbH (EWZ), der Universität Potsdam und der Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V. entstanden. Die Untersuchungen beziehen sich auf den Stoffstrom Holz und die Möglichkeiten, diesen Stoffstrom unter den lokalen Gegebenheiten so zu gestalten, daß er sowohl Anforderungen an die Nachhaltigkeit erfüllt, als auch kürzerfristig wirtschaftlich tragfähig ist. Daraus werden auch Schlußfolgerungen für die Übertragbarkeit auf andere Konversionsstandorte sowie für die zivile Nutzung im Land und darüber hinaus gezogen

2. Konversionsstandort Waldstadt Wünsdorf

Im Land Brandenburg machen militärische Liegenschaften mit ihren etwa 230.000 Hektar annähernd 7 Prozent der Landesfläche aus. Allein diese Größenordnung verdeutlicht, daß es sich beim Konversionsgeschehen in Brandenburg um ein Feld von erstrangiger politischer, wirtschaftlicher und ökologischer Bedeutung handelt. Neben der beträchtlichen Belastung für das Land darf nicht übersehen werden, daß die Um- und Neugestaltung auch Chancen und Ansatzpunkte bietet, Vorstellungen einer an Nachhaltigkeit orientierten Entwicklung zu berücksichtigen und beispielhaft umzusetzen. Natürlich ist das mit den konkreten Zielen am Standort jeweils so gut wie möglich in Einklang zu bringen.

Ein Beispiel für einen militärischen Konversionsstandort ist die Liegenschaft der ehemaligen Militärstadt Wünsdorf, die nach langjähriger Nutzung durch früheres deutsches Militär über 40 Jahre Standort des Oberkommandos der sowjetischen Streitkräfte in Deutschland war. Mit dem Abzug der russischen Truppen 1994 wurde dort mit einer umfassenden Neugestaltung begonnen.

Der Standort hat eine Gesamtfläche von 550 Hektar. Er liegt außerhalb des Ortes Wünsdorf am Rand des Landschaftsgebietes der Flämingwiesen ein. Das Gelände ist mit 921 Gebäuden verschiedenster Art bebaut, von denen auf Grund des allgemein guten Bauzustandes langfristig 45 % erhalten bleiben

sollen. Weitere werden kurzfristig abgerissen oder nach Zwischennutzungen mittelfristig rückgebaut, darunter die ehemaligen Panzerhallen, in denen derzeit Abfälle behandelt werden (Abb. 1). Bedeutsam erscheint, daß ein Großteil der Gebäude für Wohnraum oder für Dienstleitungen vorgesehen ist. Damit soll sich Wünsdorf zu einer Stadt mit 10.000 Einwohnern und einem Dienstleistungszentrum mit Ausstrahlung in das Umland entwickeln.

Abb. 1: Abfallmanagement in einer ehemaligen Panzerhalle am Standort Wünsdorf

Charakteristisch für den Standort ist weiter, daß er über erhebliche Freiflächen verfügt, Produktionsfläche aufweist und durch die Lage an einer Fernstraße und durch einen Schienenanschluß infrastrukturell sehr gut erschlossen ist. Materialtransporte sind daher relativ leicht möglich. Alle erforderlichen Medien, wie Gas, Wasser, Abwasser und Elektrizität, liegen an. Das läßt auch eine gewerbliche Verwertung von Stoffen im Gelände selbst zu.

Mit Bezug auf die Umgestaltung der ehemaligen Militärstadt Wünsdorf ergeben sich charakteristische Stoffströme, von denen der von Altholz im folgenden näher betrachtet wird.

3. Stoffstrommanagement für Altholz am Konversionsstandort Wünsdorf

3.1. Methodischer Ansatz

Der methodische Ansatz der hier durchgeführten Untersuchungen sieht vor, die Verwertung über das Maß der gesetzlichen Vorgaben hinaus auf der Basis von nachhaltigkeitsbezogenen Entscheidungskriterien zu organisieren. Dabei haben diejenigen Varianten Vorrang, die gemessen am Nachhaltigkeitsforderungen das günstigere Ergebnis liefern. Allerdings müssen zumindest kurz- und mittelfristig wirtschaftliche Prämissen berücksichtigt werden, die im Betreiberinteresse ggf. auch Vorrang vor anderen Überlegungen haben. Doch gewährleistet die Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsaspekts zumindest, daß Entscheidungen in der richtigen Richtung möglich und potentielle Verwertungswege nicht versperrt werden. In der Umsetzung des Stoffstrommangments wird daher die derzeit mögliche Realisierung zwischen dem wünschbaren und dem aus reinen Kostengründen realisierbaren Ansatz liegen.

Die Nachhaltigkeitsorientierung setzt voraus, daß entsprechende Kriterien verfügbar sind, die eine optimale Zuordnung zulassen. Zwar sind dafür Grundlagen geschaffen, u.a. mit den Gestaltungsricht-

linien der Enquete-Kommission [ENQUETE 1994] und den ökologischen Prinzipien [MOSER, 1993]. Die Umsetzung in operable Kriterien für Entscheidungen zur Auswahl von Gestaltungsalternativen steht allerdings noch aus; einen Ansatz dafür zeigt der Beitrag zu Nachhaltigkeitsindikatoren in diesem Heft [THRÄN, 2000]. Ersatzweise können Kriterien herangezogen werden, die eine Steuerung von Stoffströmen in die bevorzugte Richtung erlauben.

Für das Stoffstrommanagement Holz an Konversionsstandorten erscheinen dafür folgende Prämissen als geeignet:

1. Die stoffliche Nutzung hat Vorrang vor der energetischen. Dabei ist besonders die werkstoffliche Nutzung anzustreben. Nur das nicht stofflich nutzbare Altholz soll einer energetischen Nutzung oder thermischen Beseitigung zugeführt werden. Basis einer solchen Aussage sind ökobilanzielle Abschätzungen, die im Abfallbereich durchgeführt wurden und den Vorrang der stofflichen Nutzung in den wesentlichsten ökobilanziellen Kategorien nahelegen.
2. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist dabei zu sichern, daß die durch ggf. notwendige Vorbehandlungen entstehenden schadstoffangereicherten Stoffströme gefaßt und in eine Rückgewinnung geführt werden, etwa zur Schwermetallgewinnung. Schadstoffe müssen umweltgerecht entsorgt werden.
3. Die Stoffströme sollen möglichst so gesteuert werden, daß sich Nutzungen auf dem Konversionsgelände selbst ergeben. Dafür sind geeignete Produkte zu erzeugen oder neue Verwertungsmöglichkeiten zu schaffen. Die verfügbare Technik und die infrastrukturellen Gegebenheiten, aber auch die am Ort verfügbaren Arbeitskräfte sind möglichst weitgehend einzubinden. Dieses Kriterium soll aber Verflechtungen der Stoffströme mit dem Umland nicht beschränken. Denn bestimmte Nutzungen können besser erfolgen, wenn Ressourcen der angrenzenden Region mit einbezogen werden und wenn Stoffströme in die wirtschaftliche Wertschöpfung des Umlandes einfließen. Selbst überregionale Verflechtungen sollten nicht ausgeschlossen werden; sie haben aber kein Primat.

3.2. Charakterisierung des Stoffstroms Holz in Menge und Qualität

Die bei der Konversion anfallenden Stoffe setzen sich aus mineralischen Baurestmassen, Altholz, Schrott und kontaminiertem Erdreich zusammen. Je nach Art, Zustand und geplanter Verwendung der jeweiligen Objekte entstehen so charakteristische Stoffströme. In diesem Beitrag wird der Stoffstrom Holz als einer der entscheidenden Stoffströme betrachtet. Analoge Untersuchungen sind am Standort für weitere Stoffströme, insbesondere für Baurestmassen, durchgeführt und umgesetzt worden.

Die in das Management einzubeziehenden Holzmengen entstammen in Wünsdorf zwei Quellen: Rückbau, Sanierung oder Modernisierung des Gebäudebestands liefern Altholz im Umfang von 3.750 Mg Altholz jährlich über einen Zeitraum von etwa 10 Jahren, insgesamt etwa 38.000 Mg [SOYEZ, 1996]. Darüber hinaus fallen in Wünsdorf jährlich etwa 200 Mg Restholz aus der Waldpflege an. Das Gesamtpotential an Alt- und Restholz stellt Tabelle 1 zusammengefaßt dar.

Tab. 1: Gesamtpotential an Wald- und Restholz am Standort Wünsdorf

Herkunft	**Menge [Mg/a]**	**Anteil**	**%**
Entkernung/Rückbau	3.750	davon:	100
		Parkett	10
		Fenster/Türen	20
		Dielung	50
		Span- und Faserplatten	12
		Kantholz	8
Waldpflege	200		
Summe	3.950		

Die Holzsortimente unterscheiden sich in ihrer Qualität. Holz aus der Waldpflege ist unbelastet und kann jeder Verwertung zugeführt werden. Die Altholzsortimente sind durch den Zustand, die äußerlich sichtbaren Verunreinigungen und die Belastung mit Schadstoffen gekennzeichnet. Tabelle 2 zeigt die am Standort Wünsdorf vorhandenen Sortimente in ihrer Zuordnung und zunächst groben Charakterisierung.

Tab. 2: Kennzeichnung der Holzsortimente

Sortiment	Erkennbare Behandlung	Alter	Holzart	abtrennbar
Dielung	Oberseite gestrichen und lackiert, Unterseite naturbelassen	vor 1939	Nadelholz	ohne
Span- und Faserplatten	Oberfläche beschichtet oder gestrichen	nach 1945	unbestimmbar	ohne
Türen und Fenster	gestrichen und lackiert, Fenster überwiegen weiß, Türen weiß, grün, blau z.T. beschichtet	überwiegend nach 1945	Fenster: Nadelholz, Türen: Nadelholz oder Span-/ Faserplatten, Holzrahmen	Metall- und Kunststoffteile
Parkett	Oberseite gestrichen und lackiert, überwiegend rotbraun, auch farblos, unbehandelt, teilweise Bitumenkleber	vor 1939	Eiche	ohne
Kantholz	ohne Farbanstriche und Beschichtungen, Aussehen wie naturbelassen	vor 1939	Nadelholz	ohne

Über diese Merkmale hinaus bestimmen Art und Gehalt von Schadstoffen den Nutzungsrahmen erheblich mit. So lassen sich Klebstoffe, Farben und Beschichtungen von den Materialoberflächen abtrennen. Holzschutzmittel sind hingegen häufig systemisch in den Werkstoff eingebracht und können nicht ohne weiteres wieder entfernt werden. Analytische Untersuchungen ergaben, daß das Schadstoffpotential im wesentlichen Schwermetalle umfaßt, die durch Farben und Lacke in das Holz gelangten. Holzschutzmittelbehandlungen wurden nur vereinzelt, bevorzugt an Fenstern, festgestellt.

3.3. Gestaltung der Stoffströme

Die Gestaltung der Stoffströme richtet sich nach den Verwertungsmöglichkeiten und den dafür vorzusehenden Mengen. Grundsätzlich können Varianten wie in Abb. 2 dargestellt herangezogen werden.

Welche der dargestellten Verwertungswege tatsächlich begangen werden, hängt von grundsätzlichen Verwertungsprämissen ab. Eine ausschließlich an den Kosten orientierte Verwertung wird zu anderen Stoffströmen führen müssen als eine, die ökologische oder Nachhaltigkeitsforderungen ins Kalkül zieht.. Voraussetzung aller Nutzungen ist allerdings, daß das einzusetzenden Holz entsprechende Qualitäten aufweist. Dem muß durch ein angemessenes Rückbau- und Verwertungsregimes sowie durch Entfrachtungstechnologien Rechnung getragen werden. Letztere zielen nicht unbedingt darauf ab, schadstofffreie Partien zu erzeugen, die für beliebige Einsatzfälle geeignet wären. Vielmehr dient die Entfrachtung dazu, das Schadstoffniveau so weit zu reduzieren, daß eine Verwertung überhaupt möglich wird und eine Entsorgung in Abfallbehandlungsanlagen vermieden werden kann. Auch die Entfrachtungstechnologien sind nach den Maßgaben der Nachhaltigkeit zu organisieren, d.h. in das Gesamtgeschehen der Konversion einzubinden, u.a. durch die Nutzung von vor Ort verfügbarer Technik und Materialien sowie durch Vermeidung zusätzlicher neuer Belastungen.

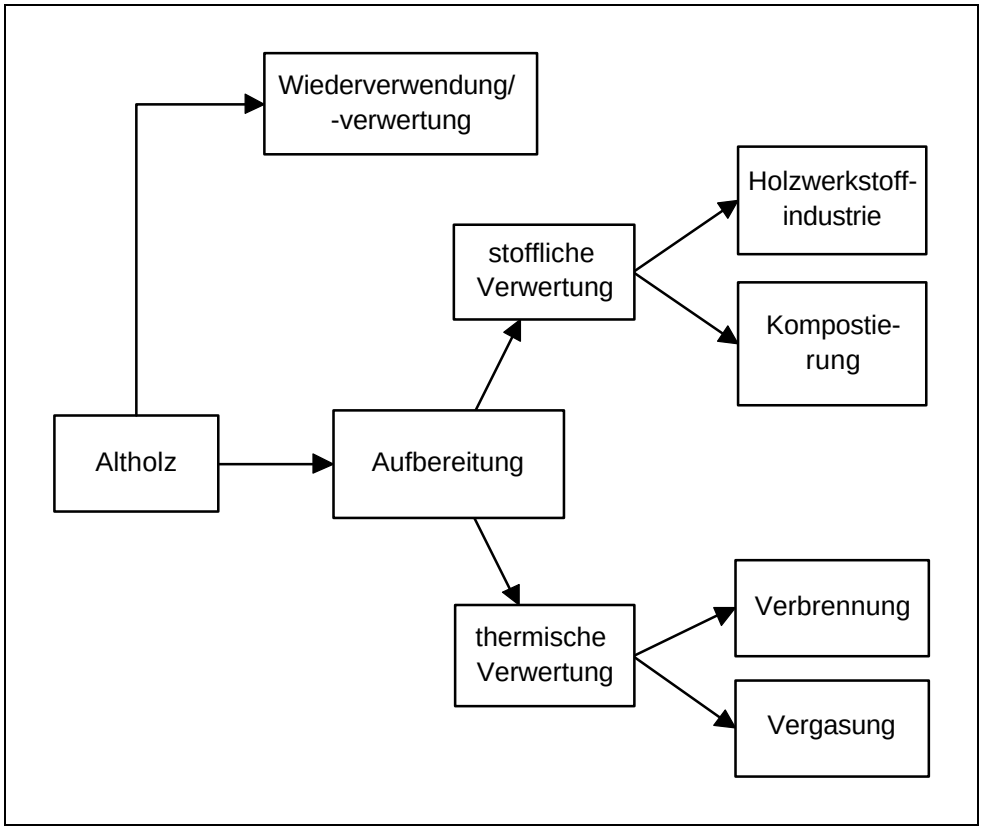


Abb. 2: Grundsätzliche Verwertungsmöglichkeiten für Altholz [BAIER, 1996]

Am Standort wurden dazu u.a. Versuche zur Entfrachtung von Schwermetallen durch Extraktionsprozesse mit organischen Säuren und durch Klassierungen unter Nutzung der am Ort verfügbaren Technik durchgeführt. Abb. 3 zeigt die erzielbaren Effekte der Abreicherung von Zink durch die Eluation mit milchsäurehaltigen Sickersäften aus nahegelegenen Siloanlagen, also mit landwirtschaftlichen Abprodukten [BAIER, 2000].

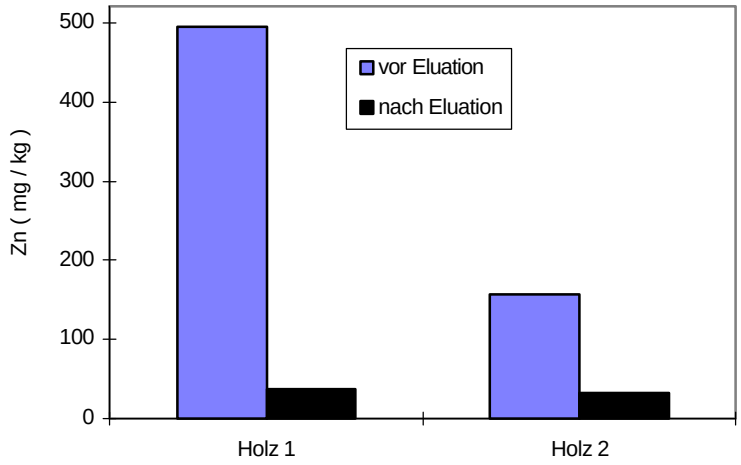


Abb. 3: Zinkabreicherung durch Eluation mit organischen Abfallsäuren [BAIER, 1999]

Am Standort Wünsdorf lassen sich aus den grundsätzlichen Verwertungsmöglichkeiten spezifische Varianten ableiten, die durch folgende Kennzeichen charakterisiert sind:

Wiederverwendung/Weiterverwendung
Diese Verwertungsoption zielt darauf ab, die rückgebauten Materialien im gleichen oder einem anderen Einsatzgebiet direkt zu verwenden. Damit werden Neumaterialien ersetzt. Da Holz als nachwachsender Rohstoff an sich ausreichend verfügbar ist, liegt der ökologische Haupteffekt bei der minderen Inanspruchnahme von Verarbeitungshilfsmitteln, Energie etc. Insgesamt gesehen stellt unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten eine Wiederverwertung eine besonders bevorzugte Variante dar. Hier sollten möglichst große Mengen einfließen.

Voraussetzung dafür sind - neben der generellen Nutzbarkeit des alten Materials - Demontagetechnologien, die einen schonenden Umgang sicherstellen und sortenreine Partien gewährleisten. Trotz weitgehender Einhaltung dieser Prämisse im praktischen Rückbaugeschehen zeigte sich in Wünsdorf eine deutliche Diskrepanz zwischen Erwartung und Realität. So bestehen trotz intensiver Bemühungen für die anfallenden Sortimente Dielung, Kantholz, Fenster und Türen sowie Spanplatten nur geringe Chancen, Produkte in den Markt zu bringen. Die besten Aussichten hat Parkett, das hochwertiges Neumaterial ersetzen kann. Da es auf diesem Gebiet kompetente Aufarbeitungsbetriebe gibt, bestehen auch gute Möglichkeiten für eine weitere wirtschaftliche Nutzung. Probeweise wurde Parkett aus Wünsdorf bei der Restaurierung eines ehemaligen Herrenhauses und in Privathaushalten [SOYEZ, 1998] erfolgreich wiederverwendet.

Kompostierung
Kompostierung ist die abfallwirtschaftliche Technologie, mit deren Hilfe organische Reststoffe wie Laub, Grasschnitt und eventuell auch Bioabfall aus der Getrenntsammlung zu Düngestoffen für den Garten- und Landschaftsbau umgesetzt werden. Dabei wird Strukturmaterial benötigt. Dafür ist unbelastetes Holz besonders gut geeignet. Belastetes Altholz kommt nicht in Frage, da strenge Qualitätsanforderungen der Bundeskompostverordnung einzuhalten sind. Das Haupteinsatzgebiet von Komposten an Konversionsstandorten liegt in der Rekultivierung und Schaffung von Grünflächen vor Ort. Es ist daher davon auszugehen, daß ein Teil des Gesamtholzstromes in die Kompostierung geschleust werden und die ansonsten von außerhalb zu beziehenden Stoffe ersetzen kann. Weitere konversionstypische Gegebenheiten unterstützen den Ansatz, am Standort selbst Kompostierungen durchzuführen: Es sind ausreichende Flächen mit der technischen Grundausstattung verfügbar; insbesondere bodenabgedichtete Flächen für die Einrichtungen eines Kompostplatzes für eine extensive Mietenkompostierung. Für diese Technologie wurden in Wünsdorf umfassende Untersuchungen angestellt. Sie erwiesen, daß sich die Mietenkompostierung an Konversionsstandorten dieses Typs sehr gut einsetzen läßt [BAIER, 1996].

Bezüglich der umzusetzenden Tonnage sollte es das Ziel sein, eine den lokalen Bedarf befriedigende Versorgung mit Kompost sicherzustellen. Wenn diese Menge eine auch technisch sinnvolle Größenordnung darstellt, kann die Eigenkompostierug am Standort wirtschaftlich sinnvoll sein. Zu denken ist allerdings auch an Varianten, die verfügbaren Reststoffe einer externen Kompostierungsanlage zuzuführen oder eine für die regionale Versorgung zugeschnittene Kapazität aufzubauen.

Die Größenordnung der für diesen Zweck bereitzustellenden Mengen läßt sich überschläglich aus dem Bedarf an Kompost abschätzen, der für die Rekultivierung und jährlichen Gaben für Düngung, Humusversorgung und Bodenverbesserung gebraucht wird. Die Situation in Wünsdorf zeigt Tabelle 3.Für die geplanten Nutzungen ist eine Menge von 400 bis 800 Mg Kompost erforderlich; bei einem Holzanteil als Strukturmaterial von 20 % (einschließlich Recycling des Grobmaterials) ist mit 100 bis 200 Mg Holz für diesen Verwendungszweck jährlich zu rechnen. Das liegt bei etwa in der Größenordnung der verfügbaren Frischholzmengen. Im Vergleich dazu ist die im ursprünglichen Stoffstrommanagement angesetzte Altholzmenge von 1090 Mg für die Kompostierung wesentlich zu hoch. Sie entspräche einer Kompostmenge von etwa 4.200 Mg. Das ist für die am Standort zu versorgenden Flächen nicht erforderlich. Der Ansatz für Kompost ist deshalb im nachhaltigen Stoffstrommanagement entsprechend zu korrigieren, falls nicht an einen Absatz des erzeugten Materials außerhalb der Waldstadt gedacht ist.

Tab. 3: Kompostbedarf in Wünsdorf

Nutzung	**Bestand**	**Plan**	**Spezifischer Bedarf**		**Bedarf für die Erstmaßnahme**		**Gesamtbedarf**	
			Erst-bedarf	**jährl. Gabe**	**Bestand**	**Plan**	**Bestand**	**Plan**
	ha	ha	t/ha	t/ha	t/Fläche	t/Fläche	t/a	t/a
Siedlungsnahe Grünfläche	4,78	13,7	bis 100	10-15	478	1.370	48-62	137-205
Wohnungsnahe Grünfläche	2,12	9,8	bis 500	10-15	1.060	4.900	21-32	98-147
Kleingärten	-	5,3	bis 500	20-60	2.650		106-318	
Friedhöfe	1,23	5,7	bis 100	10-15	123	570	12-18	57-85,5
Spielplätze (1)	0,08	2,0	bis 100	10-15	1,6	2	0,16-0,24	0,2-0,3
Gesamtfläche	**8,21**	**36,5**			**1.661**	**9.492**	**81-112**	**398-756**

Holzwerkstoffindustrie
Die aus dem Gebäuderückbau stammenden Sortimente Dielung und Kantholz sind zur Herstellung von Spanplatten geeignet. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten muß bei der Verwertung sichergestellt sein, daß schadstoffreduzierte Qualitäten hergestellt werden, bei denen Schadstoffemissionen beim Gebrauch unterbleiben. Dafür sind Verfahren bekannt und praktiziert, z.B. formaldehydreduzierte sowie sog. MHF-Platten. Zu beachten ist aber weiterhin, daß die Spanplattenproduktion nicht vor Ort erfolgen kann; im Falle von Wünsdorf werden die Althölzer an ein 60 km entferntes Werk verbracht. Die damit verbundenen Aufwendungen sind ökobilanziell zu berücksichtigen. Positiv schlagen die möglichen Erlöse zu Buche; allerdings häufig auf Kosten einer einseitigen Abhängigkeit von der Spanplattenindustrie.

Energetische Nutzung von Frisch- und Altholz
Sowohl die politischen Vorgaben auch der generelle ökologische Vorzug favorisieren die energetische Nutzung des verfügbaren Altholzes in einer dezentralen Energieversorgung der Waldstadt Eine Gesamtvorsorgung des Geländes kommt wegen der begrenzten Altholzmengen nicht in Frage. Die im Aufbau befindliche Wärmeversorgung mit einem fossilen Energieträger könnte aber durch eine Holzheizungsvariante sinnvoll ergänzt werden. Unterstützt wird der Ansatz auch durch die infrastrukturellen Gegebenheiten: Nutzung der vor Ort verfügbaren Heizmaterials mit geringem Zusatzaufwand für Transporte, Lagerkapazität, geeignete Gebäuden für den Einbau von Heizungen. Wirtschaftliche Betrachtungen verschiedener Varianten für kleine netzgebundene Nahwärmesysteme zeigen auch wirtschaftliche Vorteile auf (siehe Abb. 4).

Im günstigsten Fall kommen spezifische Wärmesgestehungskosten von etwa 7 Pf/kWh zustande. Das liegt unter dem typischen Preis anderer Energieträger. Die Detail-Bilanzierung ergibt, daß auf diese Weise etwa 1780 MWh/a energetisch nutzbar wären [MARKERT, 1998]. Trotz dieser günstigen Voraussetzungen ist diese Variante bisher nicht umgesetzt worden. Dabei spielt die Dominanz der großen Energieanbieter eine Rolle. Die für die stoffliche Verwertung ungeeigneten Sortimente werden deshalb gegenwärtig in einer entfernt gelegenen Anlage unter Zuzahlung thermisch beseitigt.

3.4. Stoffstromgestaltung im Vergleich

Der ursprüngliche Ansatz der Stoffstromgestaltung zu Beginn des Konversionsgeschehens sah eine Verteilung der Nutzungen gemäß Tab. 4 vor. Möglichst viel Material sollte einer industriellen Verwertung zugeführt werden. Kostengründe sprachen für die Verwertung in der Spanplattenproduktion Dafür waren maßgebend, daß für die Lieferung Erlöse erwirtschaftet werden konnten. Geplant war daher, eine Menge von 1960 Mg/a für diese stoffliche Nutzung bereitzustellen. Für die Kompostierung war ein Ansatz von 1210 Mg/a vorgesehen, ein geringerer Teil für die thermische Verwertung, d.h Energieerzeugung am Ort.

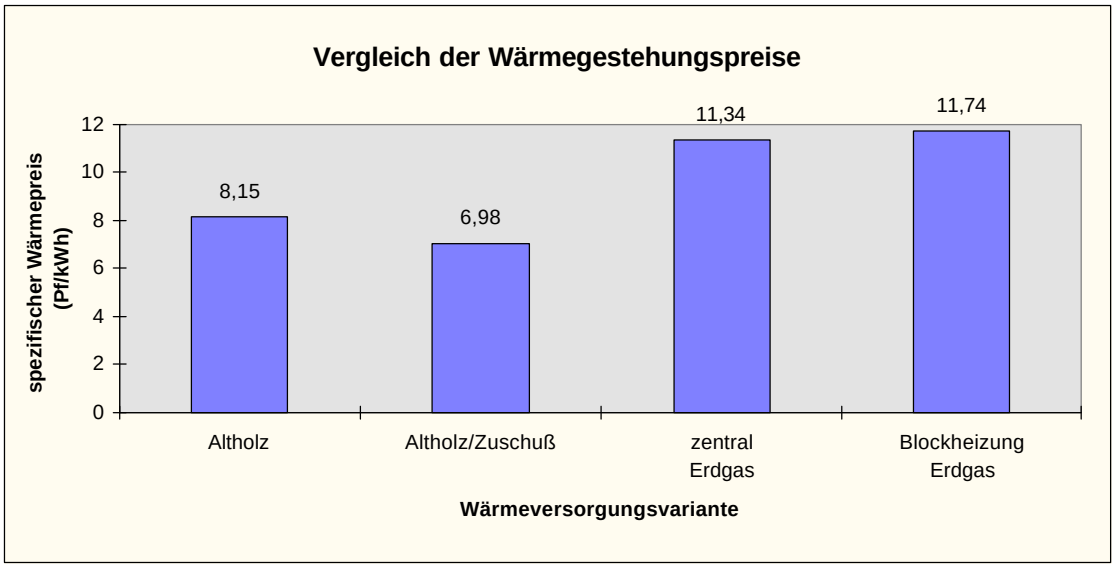


Abb. 4: Ergebnis der ökonomischen Bewertung der Versorgungsvarianten SYMBOLSYMBOLSYMBOL

Gemessen an den aus Nachhaltigkeitssicht wünschenswerten Bilanzen (siehe Tab. 4, 3. Spalte) stellte die ursprüngliche Variante im Bereich der Nutzung in der Kompostierung und für die Energieerzeugung richtige Prämissen dar. Daß überhaupt keine baustoffliche Nutzung vorgesehen war, liegt sicher an den marktseitigen Gegebenheiten, ebenso wie die Kostenvorteile für die Belieferung der Spanplattenproduktion. Hier sind die Nachhaltigkeitsforderungen nicht annähernd erfüllt. Betrachtet man allerdings die derzeit in Abänderung der ursprünglichen Planung realisierten Stoffströme (Tab. 4, Spalte 4), so ist eine weitere Entfernung von den Erfordernissen zu verzeichnen. Auch hierfür sind Marktgründe entscheidend.

Die Ergebnisse verdeutlichen, daß derzeit Nachhaltigkeitsüberlegungen für die Stoffstromgestaltung im praktischen Konversionsgeschehen lediglich eine untergeordnete Rolle spielen. Erst die Änderung der Rahmenbedingungen wird die Chance eröffnen, daß tragfähige Lösungen auch umgesetzt werden. Das ist umso dringlicher, als Chancen für eine zukunftsfähige Entwicklung auf derartigen Standorten nicht unbegrenzt bestehen.

Tab. 4: Vergleich von Varianten des Stoffstrommanagements (Mg/a)

Verwertungsvariante	**Ursprünglicher Ansatz**	**nachhaltiges Stoffstrommanagement**	**Aktuelle Verwertungspraxis**
Weiter-/Wiederverwertung als Bauteil	0	1.580	0
Spanplattenindustrie	1.960	0	2.300
Kompostierung	1.210	590	1.050
Thermische Verwertung	780	1.780	0
Thermische Entsorgung	0	0	600

5. Fazit

Ein Stoffstrommanagement der Rückbaumaterialien auf Konversionsstandorten sollte sich an den Anforderungen der Nachhaltigkeit orientieren, um Chancen und Potentiale der zukunftsfähigen Gestaltung derartiger Liegenschaften zu bewahren. Auch wenn dafür operable Kenngrößen erst noch verfügbar gemacht werden müssen, lassen sich doch Orientierungen angeben, die eine Lenkung der Stoffströme in die wünschenwerte Richtung ermöglichen. Am Beispiel von Altholz aus der Gebäudekonversion am Standort Wünsdorf ergibt sich allerdings, daß zwar technologische Optionen vorliegen und Innovationen eingesetzt werden, ihr kostenminderndes Potential aber noch nicht groß genug ist. Daher beeinflussen derzeit die Marktgegebenheiten die Stoffströme mehr als die Forderungen der Nachhaltigkeit. Erst die Änderung der Rahmenbedingungen wird die Chance eröffnen, daß tragfähige Lösungen auch umgesetzt werden.

Literatur

[BAIER, 1996] Baier, D., Meister, A., Soyez, K. : Untersuchungen zur Kompostierung am Standort Waldstadt Wünsdorf. Unveröffentlichter Forschungsbericht. Universität Potsdam, 1996

[BAIER, 1999] Baier, D., Soyez, K.: Abbauverhalten ausgewählter Schadstoffe in Althölzern. Unveröffentlichter Forschungsbericht. Universität Potsdam, 1999

[BAIER, 2000] Baier, D.; Soyez, K.: Dekontamination von Altholz. In: Loschelder, W.; Jänkel, R. (Hrsg.): Umwelforschung in Brandenburg. Brandenburger Umweltberichte BUB; Heft 9, 2000 (im Druck)

[ENQUETE, 1994] Enquete-Kommision "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestags (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten. Bonn, 1994.

[MARKERT, 1998] Markert, H.: Projektstudie Thermische Verwertung von Altholz zur Raumheizung am Standort Wünsdorf, Kaltennordheim 1996

[MOSER, 1994] Moser, A., Narodoslawsky, M.: Concept and Strategy of ecological bioprocessing: the Ecologic Principles. In: Soyez, K.; Moser A. (Edts.): Ecological bioprocessing, Challenges in practice, Beiträge zur ökologischen Technologie, Heft 1, 1993, p. 23-34.

[SOYEZ, 1996] Soyez, K., Baier, D., Meister, A., Markert, H.: Technologien für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Konversionsgebieten. Untersuchung im Auftrag des Umweltministeriums von Brandenburg - 1. Zwischenbericht. Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V. Frankenförde 1996

[SOYEZ, 1998] Soyez, K., Baier, D., Meister, A., Markert, H.: Technologien für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Konversionsgebieten. Untersuchung im Auftrag des Umweltministeriums von Brandenburg- Abschlußbericht. Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V. Frankenförde 1998

[THRÄN, 2000] Thrän, D.: Nachhaltigkeitsindikatoren für den ländlichen Stoffhaushalt. Dieses Heft.

Autoren:

Dipl.-Ing. Dieter Baier
Gesellschaft für ökologische Technologie
und Systemanalyse, Büro Sachsen-Anhalt
Neue Straße 2
06869 Coswig/Anhalt

Fax 034903 66188
gts-baier@t-online.de

Dr. Konrad Soyez
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14
14482 Potsdam

Fax 0331 977 4477
soyez@rz.uni-potsdam.de

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9, S. 60–64 (2000)

Regionale Produkte und regionale Initiativen

B. Blümlein

Einleitung

Der Gedanke des regionalen Wirtschaftens hat seinen Ursprung im ländlichen Raum. Aus der Unzufriedenheit nur Zulieferer und Ausgleichsraum für Wirtschaftszentren sein, entstand das Bedürfnis, eine eigenständige Regionalentwicklung in Gang setzen. Strukturdefizite sollten nicht mit gnädigen Subventionen von außen, sondern über eigenständig wirtschaftende Kapitalkreisläufe ausgeglichen werden.

Die Förderung regionaler Kreisläufe wird mittlerweile auf verschiedenen Ebenen diskutiert. „Die Stärkung der Regionen ist für mich nicht allein auf die Landwirtschaft beschränkt. Ich bekenne mich zu regionalen Wirtschaftskreisläufen, wo sie möglich und sinnvoll sind“, ließ erst kürzlich Brandenburgs Landwirtschafts- und Umweltminister, Wolfgang Birthler, am Brandenburgischen Landschaftspflegetag am 14. April 2000 im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin verlauten. Die Pionierregionen zu Beginn der Neunziger Jahre waren noch sehr auf sich allein gestellt. Mittlerweile gibt es eine Anzahl unterschiedlicher Förderinstrumente für den Aufbau derartiger Initiativen. Nachdem in der Vergangenheit einzelne Bundesländer, wie z.B. Hessen und Nordrhein-Westfalen, spezielle Förderprogramme aufgelegt haben, ist nun auch die Bundesregierung auf diesem Feld aktiv. Die Agrarminister des Bundes und der Länder haben bei Ihrer Sitzung am 1. Oktober 1999 in Berlin die Förderung der regionalen Verarbeitung und Vermarktung als neue Fördermöglichkeit in die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) für den Zeitraum 2000 bis 2003 aufgenommen.

Trotz der vielfach mit Regionalentwicklungsprojekten verbundenen Euphorie haben sich bislang nur wenige Projekte als wirtschaftlich tragfähig erwiesen. Dies lässt sich zum einen damit begründen, dass viele Initiativen sich momentan noch in der schwierigen Startphase befinden und eine abschließende Bewertung hier noch verfrüht wäre. Zum Anderen hat sich gezeigt, dass doch gewisse Anlaufschwierigkeiten und Fehler sehr ähnlich gelagert sind. Der Erfahrungsaustausch unter den Initiativen hat daher nach wie vor nichts von seiner zentralen Bedeutung verloren.

Regionalinitiativen in Deutschland

Im Jahr 1995 startete der **Deutsche Verband für Landschaftspflege e.V. (DVL)** das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) unterstützte Projekt "Initiierung regionaler Wirtschaftskreisläufe". Sich aktiv für den Erfahrungsgewinn und den Erfahrungsaustausch der Regionalinitiativen einzusetzen stand im Vordergrund des Vorhabens (DVL, 1998).
In den fünf neuen Bundesländern wurden in sehr unterschiedlichen Modellprojekten die Bereiche Landschaftspflege und Regionalvermarktung auf neue Weise verknüpft. Bereits ein Jahr später, 1996 konnte der DVL ein erstes Verzeichnis mit über 100 Regionalinitiativen aus dem gesamten Bundesgebiet vorstellen. Mittlerweile ist davon eine zweite erweiterte Auflage mit neuen Initiativen und weiteren Projekten – nun insgesamt 233 – aufgelegt worden (DVL, 1999). Alle in diesem

Verzeichnis genannten Initiativen und Projekte sind beim DVL in einer Datenbank erfasst, die fortlaufend ergänzt und aktualisiert wird. So wurde Ende 1999 bereits über annähernd 300 Initiativen und Projekte dort berichtet. Unter **www.reginet.de** ist dieses Verzeichnis seit September 1999 wesentlicher Bestandteil einer vom DVL initiierten Internet-Plattform für Regionalinitiativen.

Aktuelle Trends

- Viele Initiativen wurden erst in den letzten Jahren neu gegründet. EU-Strukturfördermittel in Ziel1- bzw. Ziel 5b-Gebieten, aber auch Gelder aus EU-Gemeinschaftsinitiativen wie LEADER II und INTERREG haben an dieser Gründungseuphorie einen nicht unerheblichen Anteil beigetragen. Hinzu kommen die bereits erwähnten Länderfördermittel.
- Der landwirtschaftliche Bereich nimmt oft eine Vorreiterrolle ein. Mittlerweile sind viele Initiativen am Werk, die an einer neuen Zusammenarbeit von landwirtschaftlichen Betrieben, regionalen Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen und anderen, nicht wirtschaftlichen Akteuren der Region bauen.
- Die Tendenz geht hin zu Regionalinitiativen, die im Sinne des AGENDA 21-Prozesses integrativ tätig werden und die Zusammenarbeit mit vielen Partnern, wie z.B. Kirchen, Verbrauchern, Wirtschafts- und Umweltverbänden anstreben.

Lokale Verteilung der Initiativen

Der Schwerpunkt der Verbreitung – zumindest der erfassten Initiativen – lag zum Ende des Bearbeitungszeitraumes 1999 im süd- und westdeutschen Raum. Auf die vier Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Nordrhein-Westfalen fallen fast 70% der erfassten Initiativen. Doch auch in den fünf neuen Bundesländern hat sich eine ganze Menge getan: Brandenburg steht in der Rangfolge der Bundesländer an fünfter Stelle.

Tabelle 1: Anzahl erfasster Initiativen in den verschiedenen Bundesländern und deren prozentualer Anteil am Gesamtbestand

Bundesland	Anzahl erfasster Initiativen 12/1999	Prozentualer Anteil am Bestand 12/1999
Bayern	90	31,5 %
Nordrhein-Westfalen	38	13,3 %
Baden-Württemberg	35	12,2 %
Hessen	33	11,5 %
Brandenburg	18	6,3 %
Niedersachsen	16	5,6 %
Sachsen	11	3,8 %
Mecklenburg-Vorpommern	10	3,5 %
Rheinland-Pfalz	10	3,5 %
Thüringen	9	3,1 %
Sachsen-Anhalt	9	3,1 %
Schleswig-Holstein	4	1,4 %
Bremen	1	0,4 %
Berlin	1	0,4 %
Saarland	1	0,4 %
Hamburg	0	0,0 %
SUMME	**286**	

Arbeitsschwerpunkte der Initiativen

Regionalvermarktung wurde anfangs von der Idee getragen, Produkte aus der Landschaftspflege wie Apfelsaft, Lammfleisch und Schafwolle, die in den heimischen Märkten nur ein Schattendasein fristeten, wieder verstärkt dem Markt zuzuführen. Bei der Direktvermarktung von Lebensmitteln spielen Frische, unverwechselbarer Geschmack und kontrollierte Herkunft die herausragende Rolle. „Naturschutz mit dem Einkaufskorb“ wurde ein Schlagwort für das Marketing dieser Produkte.

Der Deutsche Verband für Landschaftspflege hat die in seinem Verzeichnis erfassten Projekte bestimmten Themenbereichen zugeordnet, wobei natürlich für einzelne Projekte mehrere Stichworte zutreffen können (Tabelle 2). Der Schwerpunkt liegt bei Initiativen aus dem landwirtschaftlichen Bereich – sie umfassen fast 80 % der Projekte. Die Aufstellung macht auch deutlich, dass sich die meisten Regionalinitiativen nicht nur mit einem Schwerpunkt beschäftigen. Sie verfolgen oft vielfältige Ansätze, sind oft in verschiedenen Produktsparten gleichzeitig aktiv.

Tabelle 2: Themenbereiche der 297 erfassten Initiativen

Themenschwerpunkte	Anzahl erfasster Initiativen 12/1999*	Prozentualer Anteil am Bestand 12/1999*
Landwirtschaft & Ernährung	235	79,1 %
Naturschutz & Landschaftspflege	136	45,8 %
Bildung & Beratung	76	25,6 %
Dienstleistungen	66	22,2 %
Tourismus & Naherholung	59	19,9 %
Kultur	22	7,4 %
Bauen & Wohnen	16	5,4 %
Soziales	12	4,0 %
Energie	12	4,0 %
Wasser & Abwasser	6	2,0 %
Forschung	5	1,7 %
Verkehr	1	0,3 %
SUMME	**646***	

*** Durch Mehrfachzuordnung ergibt sich hier eine Zahl > 297; Prozentangabe bezieht sich auf die tatsächlich erfasste Projektanzahl von 297 Initiativen**

Projektbeispiele aus Brandenburg

Die in der bundesweiten Erfassung festgestellte Projektvielfalt findet sich auch in den sehr unterschiedlich gelagerten Initiativen aus Brandenburg wieder. Beispielhaft skizziert werden hier zwei erfolgreiche, inzwischen überregional bekannte Aktivitäten:

Ökospeicher Wulkow

Wulkow ist eine kleine Gemeinde mit 200 Einwohnern, die 12 km nordwestlich vom Stadtzentrum Frankfurt/Oder entfernt liegt. Früher vorwiegend landwirtschaftlich geprägt, machte der Zusammenbruch der genossenschaftlichen Agrarproduktion in Wulkow 1989/90 ein Drittel der erwerbstätigen Bevölkerung arbeitslos. Wie in anderen strukturschwachen ländlichen Regionen ging auch hier die technische und soziale Infrastruktur zurück, es drohte Abwanderung und Überalterung. Um einer Perspektivlosigkeit entgegenzuwirken, verabschiedete die Gemeindevertretung noch im Jahr 1990 ein Konzept der ökologisch orientierten Dorfentwicklung. Ziel dieses Programms war, die Gestaltung des Wulkower Lebensraums nach modernen ökologischen Kriterien in Verbindung mit

einer wirtschaftlichen Wiederbelebung des Dorfes und der Reaktivierung der traditionellen Dorfgemeinschaft.
Vieles was damals angedacht war ist mittlerweile umgesetzt: Im "Ökospeicher", einem umgebauten Getreidespeicher, entstand ein Wochenmarkt für regionale Produkte. Ökologische Betriebe (Biologischer Landbau, Landschaftsgestaltung, Gewässerpflege und Fischzucht, Energieberatung) wurden neu gegründet, traditionelles Handwerk wiederbelebt. Die Landschaft wurde durch die Renaturierung von Gewässern, Heckenpflanzungen und Entwicklung von Magerwiesen, um nur einige Beispiele zu nennen, aufgewertet. Sehr viel Engagement floss in den Aufbau einer regenerativen Energieversorgung und, last but not least - Kindergarten und Gastwirtschaft konnten als wichtige soziale Einrichtungen am Ort erhalten werden.
Der Ökospeicher-Verein in Wulkow, als "gemeinnütziger Verein zum Zwecke der Förderung ökologischer Entwicklungen im Dorf und in der Region" gegründet, ist maßgeblicher Initiator und Organisator der lokalen Wirtschaft, der ökologischen Betriebe und Pilotprojekte. Er wirkt u. a. an der Umsetzung kommunaler Aufgaben, der Gestaltung von Dorffesten und der Vermittlung überregionaler Partnerschaften mit.
Diese ökologische Orientierung machte vielen das Dorf Wulkow bekannt. Es wurde zum Vorzeigebeispiel für eine nachhaltige Dorfentwicklung, dessen Bewohner es verstanden, wirtschaftliche, sozio-kulturelle und Umweltaspekte für alle Beteiligten gewinnbringend umzusetzen.

Die Regionalmarke Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin

Die Regionalmarke Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin mit dem Signet des Biosphärenreservates garantiert dem Kunden seit Mitte 1998 als regionales Herkunftszeichen Qualität aus der Region. Unternehmen aus den Bereichen Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, Gartenbau, Ernährung, Handwerk und Gastronomie haben die Möglichkeit, mit dieser Regionalmarke für ihre Produkte und Dienstleistungen zu werben. Voraussetzung ist die Einhaltung festgelegter Kriterien hinsichtlich Regionalität und Qualität. Die Einführung der Regionalmarke verfolgt das Ziel, eine nachhaltige Regionalentwicklung im Biosphärenreservat zu unterstützen, wobei eine deutliche Stärkung und gegenseitige Verflechtung der wirtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Region angestrebt wird. Sie versucht Stoffkreisläufe zu schließen und kleinräumiger zu führen. So zirkuliert mehr eigenerwirtschaftetes Kapital in der Region, was die Wertschöpfung erhöht und vor Ort Arbeitsplätze schafft und sichert.
Seit Einführung der Regionalmarke haben dort 44 Betriebe die Regionalmarke erhalten. Eine erste Umfrage in den einzelnen Betrieben ergab, dass einige neue Geschäftsbeziehungen untereinander aufgebaut werden konnten. Diese Kooperation bereits im ersten Jahr ist ein guter Anfang und zeigt, dass die Einführung der Regionalmarke ein machbarer Weg in Richtung nachhaltige Regionalentwicklung ist.

Von der Gründung zum Erfolg

Der Trend geht eindeutig hin zur **Integration verschiedener Themenkomplexe**. Wer z.B. mit der Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte wie Rindfleisch aus Mutterkuhhaltung anfing, der betätigt sich heute etwa zusätzlich mit der Vermarktung regionalen Holzes.
Gut durchdachte **Dachmarkenkonzepte** sind bei der Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte deutlich erfolgreicher als das Nebeneinander verschiedener regionaler Logos. Hervorragend gelöst hat dies beispielsweise die Initiative BRUCKER LAND aus dem Landkreis Fürstenfeldbruck, westlich von München. Auch das oben genannte Projekt „**Regionalmarke Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin**“ kann zu den Projekten gezählt werden, denen es gelungen ist mittels Einführung eines regionalen Herkunftszeichens die Basis für die Vermarktung regional erzeugter Produkte und Dienstleistungen zu legen.

Betrachtet man **Organisationsstrukturen** der zusammengestellten Initiativen, so gibt es die unterschiedlichsten Ansätze – aber keine Patentlösung. Erfolgreich erweist sich oftmals eine

Konstellation, in der auf Erzeugerseite ein wirtschaftlich orientierter Zusammenschluss von Landwirten steht (z.B. eine Erzeugergemeinschaft), und zusätzlich eine ideell orientierte Kontroll- und Koordinationsstelle vorhanden ist. Dies kann durch die Gründung eines eigenständigen Vereins geschehen, um die Ziele, Produktionsbedingungen und weiteren darüber hinaus gehenden Verpflichtungen zu regeln. Es können aber auch die Impulsgeber, wie z.B. Landschaftspflegeverbände, weiterhin die Projektkoordination und Marketingaufgaben übernehmen.

Resümee

Erfolgreiche Regionen verfolgen einen **integrativen Entwicklungsansatz**, der sowohl die ökonomische, als auch die ökologische und die soziale Dimension von Entwicklung berücksichtigt. Wichtig ist auch, dass für diesen Entwicklungsansatz der **gesellschaftliche Dialog** in der jeweiligen Region gesucht wird. Von außen übergestülpte Konzepte verlaufen früher oder später im Sande.

„Der Staat hat für gedeihliche Rahmenbedingungen zu sorgen. Die Gestaltung von Regionalität ist in erster Linie Sache der Wirtschaft und der Bürger und Bürgerinnen einer Region und nicht so sehr Sache der Politik“, so fasst es Arnold Brosch im Leitfaden zur Regionalentwicklung zusammen (JASPER et. al., 1997).
Akteure vor Ort sind also der Dreh- und Angelpunkt. Diese müssen selbst aktiv und integrativ tätig werden, um die entscheidenden Leute zusammen zu führen. Landschaftspflegeverbände sehen hier ihren Ansatzpunkt und können hier einen Beitrag leisten durch ihre bewährte Mittlerrolle zwischen Naturschutz, Landwirtschaft und (Kommunal-)Politik.

Literatur

DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE E.V. (DVL) (1998): Regionen im Aufbruch – Kulturlandschaften auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung, Heft 2, DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“, Ansbach

DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE E.V. (DVL) (1999): Verzeichnis der Regionalinitiativen, 2. Auflage, Ansbach

JASPER ULRICH & SCHIEVELBEIN CLAUDIA (1997): Leitfaden zur Regionalentwicklung; Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (AbL), Rheda-Wiedenbrück

Autor:

Bernd Blümlein
Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V.
Eyber Straße 2
D-91522 Ansbach

Tel. 0981 / 9504-247; Fax. 0981 / 9504-246
email: bluemlein@lpv.de
URL: www.lpv.de
URL: www.reginet.de

III. Perspektiven

Brandenburger Umwelt Berichte (BUB) 9, S. 67–73 (2000)

Der Stoffhaushalt ländlicher Regionen im urbanen Schatten

R. Obernosterer, Ch. Lampert, P. H. Brunner

Einleitung

Im vorliegenden Beitrag wird die Wechselwirkung Stadt - Hinterland aus technisch-naturwissenschaftlicher Sicht diskutiert. Städte sind offene Systeme, deren Energie- und Stoffhaushalt sowohl in der Versorgung als auch in der Entsorgung mit dem Hinterland über ihren Stoffwechsel verknüpft sind. Als Hinterland werden jene, ländlichen wie auch industrialisierten Regionen außerhalb der Stadtgrenzen bezeichnet, die Ressourcen für Städte bereitstellen und ihre festen, flüssigen und gasförmigen Abfälle aufnehmen. Historisch gesehen war die Rolle des Hinterlandes diejenige des Versorgers. Die Verfügbarkeit von Ressourcen bestimmte die Entwicklungsmöglichkeit von Städten. Der folgende Artikel soll zeigen, dass zukünftig die Bedeutung des Hinterlandes als Entsorger immer wichtiger werden wird.

Abb. 1: Funktion des Hinterlandes für die Stadt

Abb. 1 zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge; das Hinterland als Ver- und Entsorgungseinheit für den urbanen Stoffhaushalt. Praktisch alle Ressourcen (Wasser, Luft, Mineralien, Brenn- und Treibstoffe, Konsum-, Investitions- und Gebrauchsgüter), welche die Stadt für ihren Stoffwechsel benötigt, kommen aus dem Hinterland. Die Vergangenheit zeigt, dass auf der Seite der Versorgung Ressourcenverknappungen meist durch Innovationen und neue Technologien, selten durch Kriege, überwunden werden konnten. An Bedeutung gewinnt jedoch die Entsorgungsfunktion des Hinterlandes. Durch den enormen pro Kopf Stoffumsatz stellt sich zunehmend die Frage, wie die zuvor der Umwelt entnommenen Rohstoffe später als feste, flüssige und gasförmige Abfälle wieder in die Umwelt zurückgeführt werden können, ohne die ökologische Tragfähigkeit des Hinterlandes zu überschreiten. Beispiele wie der Treibhauseffekt, die Ozonschichtausdünnung, die Euthrophierung von Gewässern oder die zunehmende Schwermetallbelastung im Boden zeigen, dass der anthropogene Stoffhaushalt in der Entsorgung an Grenzen stößt.

Städte sind heute zunehmend dissipationslimitiert. Der anthropogene Stoffwechsel wird also nicht durch eine Verknappung der Entnahme an Stoffen aus der Umwelt sondern durch die Abgabe an Stoffen in die Umwelt eingeschränkt. Ein Beispiel, bei dem bereits auf die Dissipationslimitation reagiert wurde, bilden die Bemühungen um ein weltweites Verbot des Einsatzes von FCKW. FCKWs bilden ein unumstrittenes Beispiel für eine Stoffgruppe, bei der die Grenzen nicht durch die Versorgung sondern durch die Entsorgung gesetzt wurden. Sie bilden weiters ein Beispiel, Probleme nicht ausschließlich durch end-of-pipe Technologien zu lösen, sondern durch Maßnahmen in der

Versorgung, sogenannter Frontendmaßnahmen. Um effiziente Lösungen zu erarbeiten, müssen demnach zukünftige Maßnahmen den gesamten anthropogenen Stoffhaushalt mit einbeziehen.

Die Wechselwirkung zwischen der Stadt und ihrem Hinterland wird in diesem Beitrag am Beispiel der Stadt Wien vorgestellt. Es ist davon auszugehen, dass die Wechselwirkung des urbanen und des ruralen Stoffhaushaltes für europäische Städte generell sehr ähnlich ist und deshalb die Schlussfolgerungen dieses Beitrages auf andere Städte übertragbar sind. Die Basis bilden zahlreiche Untersuchungen des Stoffhaushaltes der Stadt Wien, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden. Die wesentlichen phänomenologischen Ergebnisse der Stoffhaushaltsuntersuchungen bezüglich der Stadt - Land Beziehung sind im Folgenden zusammengefasst.

Phänomenologie der Wechselwirkung des Stoffhaushaltes der Stadt und ihrem Hinterland

Der urbane Schatten des Güterhaushaltes

Abb. 2 zeigt den Güterhaushalt der Stadt Wien. Städte sind in erster Linie „Durchflussreaktoren“ für die bedeutendsten Massengüter. Durch die Stadt Wien fließen jährlich etwa 150 Mg/E (Megagramm pro Einwohner) an Wasser und etwa 40 Mg/E an Luft. Dies zeigt eindrucksvoll die Rolle des Hinterlandes für die Entwicklung einer Stadt, sowohl in der Rolle als Versorger mit frischer Luft und frischem Wasser wie auch als Entsorger, durch die Aufnahme der großen Mengen an Abwasser und Abluft. Der Wasser- und Luftdurchfluß stellen die Förderbänder für gasförmige, flüssige und feste Abfallstoffe der Stadt dar. Diese Förderbänder machen 90 % des urbanen Stoffumsatzes aus, in denen die Abstoffe der Städte verdünnt und an das Entsorgungshinterland abgegeben werden.

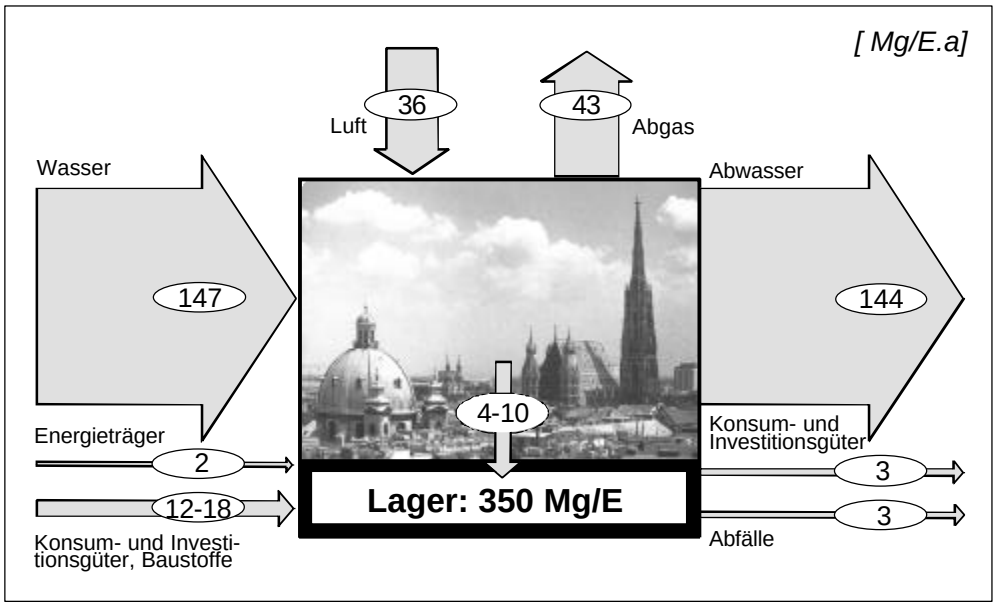


Abb. 2: Der Güterhaushalt der Stadt Wien 1991. (Daxbeck et al. 1996).
Flüsse in (Mg/E.a); Lager in (Mg/E), Einwohner Wien: 1,5 Mio.

Im Vergleich zum Wasser- und Luftdurchsatz der Städte ist die Menge an Konsum-, Investitions- und Produktionsgütern mengenmäßig wesentlich geringer. Bei diesen vorwiegend festen Gütern kommt es zu dem Phänomen der Lagerbildung. In Städten hat die Menge an akkumulierten Gütern 350 Mg pro Einwohner erreicht.

Abb. 3 zeigt den Schotterfluß durch die Stadt Wien. Der Aufbau der Städte verursacht in den ländlichen Regionen um die Städte ein Abbauvolumen an Schotter, dem der Output an „Schotterabbruch“, wie Straßen- oder Betonabbruch nicht gleich kommt. Im Hinterland bleibt deshalb rein quantitativ gesehen ein „Nettoloch“ in der Landschaft. Der Vergleich des Outputflusses mit dem Bedarf von 10 Mio. Mg/a an Input zeigt, dass selbst bei einem 100% Recycling der 1,5 Mio. Mg/a an „Schotterabbruch“ der Bedarf aus dem Hinterland nur unwesentlich abnehmen würde. Solange die Städte wachsen bleibt die Notwendigkeit des Hinterlandes als Rohstofflieferant erhalten.

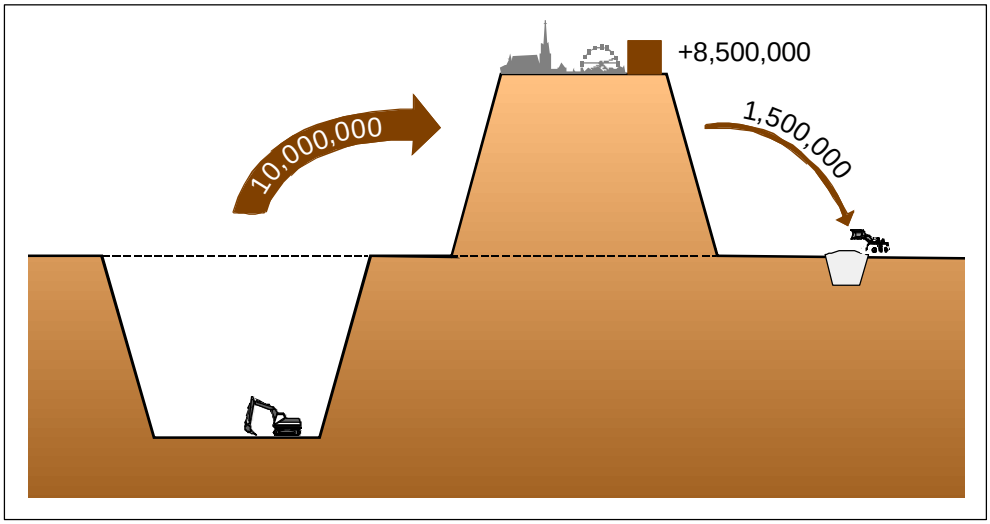


Abb. 3: Der Schotterdurchfluss des Bauwesens Wien in Mg/a. (Obernosterer et al. 1998).

Neben den Massengütern haben einzelne anorganische wie auch organische Stoffe einen hohen Stoffumsatz erreicht. Während der Güterumsatz des modernen Menschen etwa 10 mal größer ist als derjenige eines Jäger und Sammlers (Daxbeck & Brunner 1992), ist beispielsweise der pro Kopf Bleiverbrauch in den letzten 6.000 Jahren um den Faktor 10.000 gestiegen (Settle & Pattersen 1980). Das Blei, dass vorwiegend auf der südlichen Halbkugel abgebaut wird, wird zunehmend auf die Nordhalbkugel verlagert und nach der Verwendung hier deponiert. Bemerkenswert ist, dass sich 90 % des städtischen Metallagers in der gebauten Stadt selbst und lediglich etwa 10 % in ihren Deponien befinden (Obernosterer et al. 1998). Das urbane Materiallager stellt sowohl ein Umweltgefährdungs- wie auch ein Ressourcenpotential dar. In Zukunft gilt es, diese über lange Zeiträume in die Stadt verlagerten Mengen besser zu nutzen. Die Ausbeutung von Rohstoffen im Bergbau des Hinterlandes könnte zukünftig durch die Gewinnung von Ressourcen im „Stadtbergbau“ (city mining) ergänzt werden.

Der urbane Schatten durch die Auslagerung von Produktionsbetrieben in das Hinterland

Als Beispiel der Stadt Hinterlandbeziehung im Produktionsbereich wird eine Lebenszyklusanalyse von Blei für dessen Verwendung in Starterbatterien herangezogen (Smutny 1998). Dabei bilden die Daten das verwendete Blei für den Konsum innerhalb der Stadt Wien und die dadurch induzierten Bleiflüsse im Hinterland (Bergbau, Produktion, Verwertung) ab. Die Ergebnisse zeigen, dass während der Verwendung der Starterbatterien in Wien keine nennenswerten Emissionen entstehen. Wien induziert aber durch den Konsum von Blei-Starterbatterien signifikante Bleiflüsse im Hinterland. Durch Bergbau, Produktion und Recycling der Starterbatterien für Wien werden zwischen 0,3 und 3,6 Mg/a Blei in die Atmosphäre und zwischen 0,1 und 2 Mg/a in die Hydrosphere des Wiener Hinterlandes emittiert. Die große Bandbreite ergibt sich dabei aus dem unterschiedlichen Standard verschiedenster Werke, da nicht exakt festgesetzt werden kann aus welchem Bergbau bzw. Produktionsbetrieb das in Wien verwendete Blei stammt.

KFZ -Starterbatterien werden weder in Wien hergestellt noch recycliert. Provokant ausgedrückt könnte festgehalten werden, dass eine Stadt einen Teil ihrer Probleme durch die Auslagerung der Produktionsbetriebe in das Hinterland löst. Andererseits könnte gefordert werden, dass nach den Kriterien eines langfristigen umweltverträglichen Stoffhaushaltes die Stadt Verantwortung für ihren Beitrag an Emissionen im Hinterland übernimmt.

Der urbane Schatten des Nahrungsmittelkonsums

Traditionell stehen die mit der Ernährung verbundenen Aktivitäten in Wechselwirkung mit der Stadt. Sei es durch die Produktion von Nahrungsmitteln durch die Landwirtschaft im Versorungshinterland oder durch die Emission von teilgereinigten Abwässern in die Vorfluter und letztlich in die Meere als letzte Senken. Intensiv landwirtschaftlich genutzte Regionen im Versorgungshinterland können hohe Stickstoffemissionen in das Grundwasser verursachen, mit den damit verbundenen Problemen etwa für die Trinkwasserversorgung. Stickstoff kann aber auch im Entsorgungshinterland zur Euthrophierung von Gewässern beitragen. Im Falle der Stadt Wien werden die gereinigten Abwässer über die Vorfluter in die Donau eingeleitet. Aufgrund der hohen Verdünnungkapazität der Donau von im Mittel 1630 m^3/sek erhöhen die Stickstoffemissionen Wiens die Stickstoffkonzentration im Fluss um weniger als 5 %. Letztlich führen jedoch die insgesamt transportierten Stickstofffrachten zu Euthrophierungserscheinungen im Donaudelta und in Teilen des Schwarzen Meeres. Abb. 4 zeigt, dass der Beitrag der Stadt Wien selbst 5 kg Stickstoff pro Einwohner und Jahr beträgt. Der durch den Nahrungsmittelbedarf der Stadt Wien induzierte Stickstoffluß in die Donau im Versorgungshinterland beträgt hingegen das doppelte, nämlich rund 10 kg N/E.a. Maßnahmen um die Stickstoffemissionen Wiens in die Donau zu verringern, sollten auch das Versorgungshinterland berücksichtigen - möglicherweise ist es kosteneffizienter, im Hinterland Maßnahmen zu setzen. So wird der in Wien geplante Ausbau der Kläranlage mit einer Denitrifikationsstufe die N-Emissionen in den Vorfluter von 5 kg N/E.a auf etwa 2,2 kg N/E.a reduzieren (Lampert & Obernosterer 1998). Die Emissionen im Hinterland bleiben jedoch mit 10 kg N/E.a unverändert hoch. Diese Hinterland-Emissionen könnten beispielsweise durch geänderte Ernährungsgewohnheiten (insbesondere weniger Fleischverzehr) oder den Einkauf ökologischer Produkte beeinflusst werden. Das Kaufverhalten und die Ernährungsgewohnheiten der Stadt beeinflussen somit die Stickstoffemissionen im Hinterland.

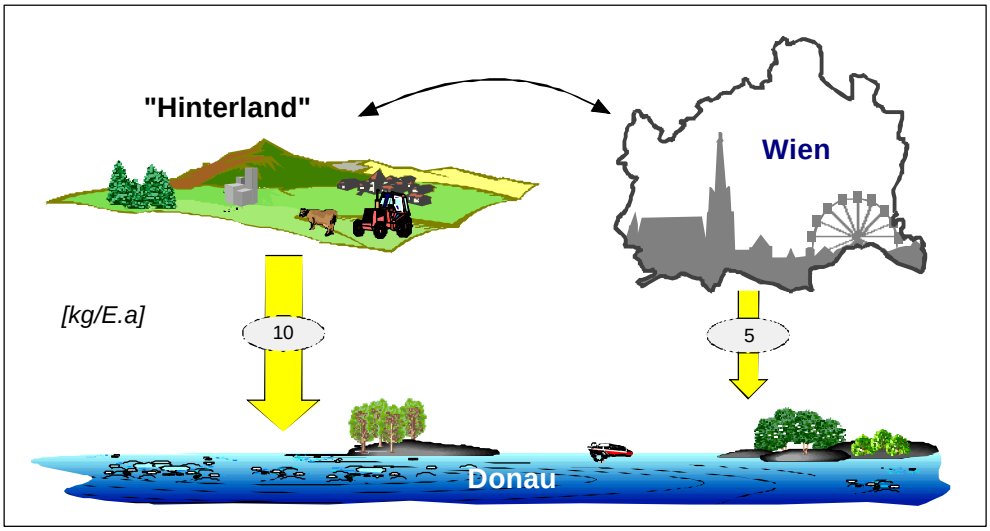


Abb. 4: Stickstoffflüsse in kg/E.a der Stadt Wien und der durch die Aktivitäten der Stadt Wien induziert Flüsse im Hinterland der Stadt. (Obernosterer et al. 1998).

Der urbane Schatten gemessen am geogenen Stoffhaushalt

Ein methodischer Ansatz zur Bewertung der Umweltverträglichkeit von Stoffflüssen aus der Stadt in ihr Entsorgungshinterland ist der Vergleich zwischen anthropogenen und geogenen Flüssen. Es zeigte sich, daß die anthropogenen Emissionen stoffspezifisch um einen Faktor 25 bis 800 größer sind als die vergleichbaren geogenen Stoffflüsse (siehe Abbildung 5). Die Stoffflüsse des „geogenen Wiens" stellen jene Werte dar, die eine natürliche standortgemäße Vegetation auf den heute versiegelten Flächen Wiens verursachen würde. Die Werte stellen demnach Indikatoren dar, in welchen Ausmaß das Hinterland mit anthropogenen Stoffen beladen wird.

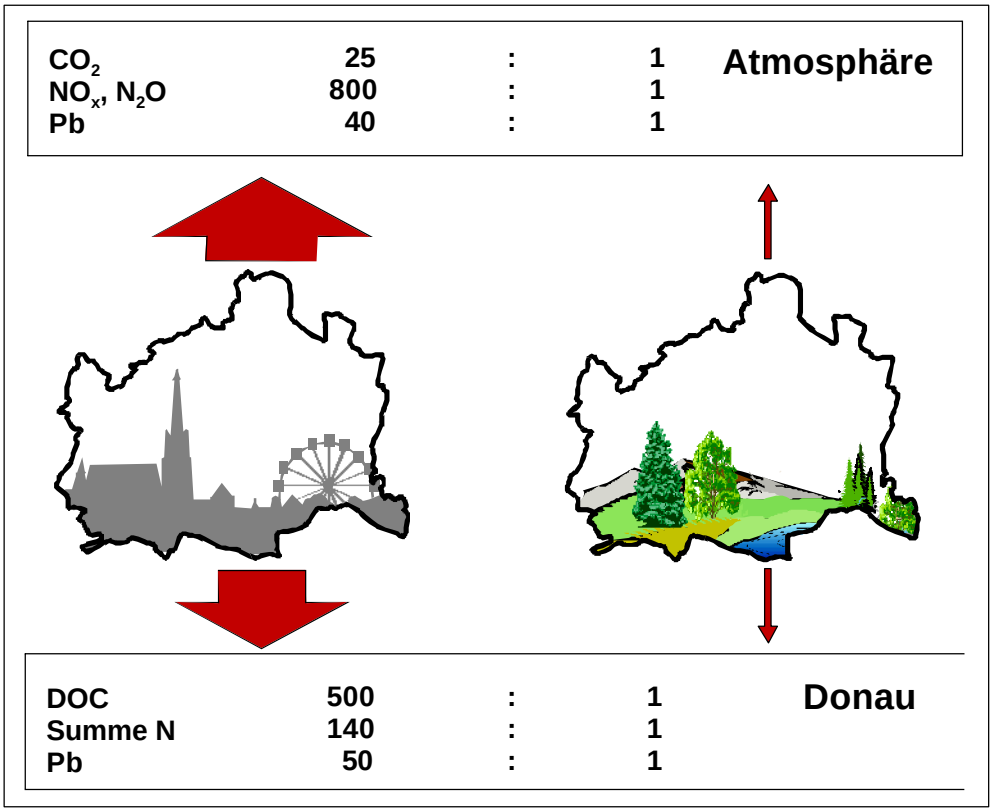


Abb. 5: Vergleich anthropogener und geogener Stoffflüsse in die Atmosphäre und in den Vorfluter Donau der Stadt Wien. (Paumann et al. 1997).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Beispiele zeigen, dass der Stoffwechsel der Stadt mit ihrem Hinterland verknüpft ist. Die Hinterlandbedingungen der Stadt beeinflussen die Entwicklungsmöglichkeit der Stadt, der Stoff- und Energieaustausch muss gewährleistet sein. In beiden Bereichen der Stadt und dem Hinterland kommt es dabei zu Möglichkeiten aber auch Grenzen in deren Entwicklung.

Der urbane Stoffwechsel entspricht primär einem linearen Durchflußreaktor: Wasser und Luft fließen vom Versorgungshinterland zur Stadt und weiter zum Entsorgungshinterland meist in linearer Form. Die Menge an Gütern und Stoffen, die vom Menschen in der Stadt (oder auch in ihrem Hinterland) rezirkuliert werden, ist verhältnismäßig gering.

Für das derzeitige Wachstum der Städte zeigt sich, dass die Kreislaufwirtschaft ansteigende Bedürfnisse nach langlebigen Gütern (bspw. Baumaterialien) nur beschränkt befriedigen kann, da der Bedarf der wachsenden Stadt das Angebot an Sekundärstoffen stark übersteigt.

Die in der Stadt akkumulierten Stoffe und Güter, das „Lager Stadt“, stellt einerseits eine zukünftige Rohstoffquelle dar (city mining); andererseits bedroht dieses Lager langfristig die Qualität von Wasser, Boden und Luft, falls es nicht nach umweltverträglichen Gesichtspunkten bewirtschaftet wird.

Die massenmäßig wichtigsten Güter (Wasser, Luft und Massenrohstoffe) stammen aus dem unmittelbaren Hinterland der Stadt. Oftmals können aber von der Stadt im Hinterland induzierte Emissionen nicht exakt lokalisiert und damit in ihrer Größe nicht exakt bestimmt werden. Es ist nicht nachvollziehbar, welchen Ursprung Ressourcen am globalen Markt haben. Damit kann der Standard von Produktionsbetrieben und daraus folgend der Beitrag an Stoffflüssen und Stofflagern im Hinterland einer Stadt nicht genau ermittelt werden.

Neben der Rolle des Hinterlandes als Versorger der Stadt rückt zunehmend die Rolle als Entsorger in den Vordergrund. Mit der Diskussion um CO_2-Zertifikate hat der Wettbewerb um das Entsorgungshinterland bereits begonnen. Die kurzfristige Antwort der stoffintensiven Gesellschaften auf die Verknappung des Entsorgungshinterlandes ist somit der Kauf von „freien“ Kapazitäten weniger industrialisierter Staaten.

In Zukunft müssen Städte ihren Stoffhaushalt nach den Kriterien langfristige Umweltverträglichkeit und optimale Ressourcenschonung ausrichten. In der Wechselwirkung Stadt - Hinterland ist es dabei notwendig, den Stoffwechsel derart zu gestalten, Stoffe entweder durch Dissipation über die Transportbänder Wasser und Luft soweit zu verdünnen, dass auch langfristig keine Schädigungen in den letzten Senken entstehen können, oder sie in sogenannten „Endlagern“ über Jahrtausende immobil abzulagern. Die Ressourcenbewirtschaftung ist also danach auszurichten, dass die Ressourcen und die letzten Senken der Stadt und dem Hinterland nicht über ihre Regenerations- und Funktionsfähigkeit hinaus übernutzt werden.

Stoffflüsse in die Umwelt können im Hinterland bedeutender sein, als jene in der Stadt selbst. Für eine zukunftsfähige Entwicklung von Städten ist es notwendig, das Hinterland in die Betrachtung einzubeziehen. Dazu ist es unumgänglich die Wechselbeziehungen der Stadt mit dem Hinterland zu kennen, den Stoffhaushalt des Gesamtsystems zu bestimmen und gemeinsam zu optimieren.

Referenzen

Baccini, P. & Brunner, P.H. (1991) Metabolism of the Anthroposphere. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag.

Daxbeck, H. & Brunner, P.H. (1992) Regional Material Balance as a Tool for Environmental Monitoring. Symposium Proceedings, International Symposium on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Budapest ´92, Seiten 474 - 476, Budapest, Hungary.

Daxbeck, H., Lampert, Ch., Morf, L., Obernosterer, R., Rechberger, H., Reiner, I. & Brunner, P.H. (1996) Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien, Projekt Pilot. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.

Lampert Ch. & Obernosterer R. (1998) Aspects of the Nitrogen Metabolism of Vienna. Proceedings to the Workshop ”Environmental Systems Analysis and Management”, October 1998, Centre for Environmental Science, Stockholm.

Maier, R., Punz, W., Weish, P., Dörflinger, A., Eisinger, K., Fussenegger, K., Geisler, A. & Gergelfi, H. (1995) Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung Wiens unter besonderer Berücksichtigung des natürlichen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Bleihaushaltes. Institut für Pflanzenphysiologie, Universität Wien.

Möslinger, J. (1998) Stadtstrukturbezogene Analyse des Güter- und Stoffhaushaltes der Stadt Wien. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.

Obernosterer, R., Brunner, P.H., Daxbeck, H., Gagan, T., Glenck, E., Hendriks, C., Morf, L., Paumann, R. & Reiner, I. (1998) Materials Accounting as a Tool for Decision Making in Environmental Policy - Case Study Report - The City of Vienna. Institute for Water Quality and Waste Management, Technical University of Vienna.

Paumann, R., Obernosterer, R. & Brunner, P.H. (1997) Wechselwirkung zwischen anthropogenem und natürlichem Stoffhaushalt der Stadt Wien am Beispiel von Kohlenstoff, Stickstoff und Blei. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien.

Settle, D.M. & Pattersen, C.C. (1980) Lead in albacore: guide to lead pollution in America. Science, 207, 1167 - 1176.

Smutny, R. (1998) Vergleich der Umwelteinwirkungen von linearen versus zyklischen Bleiflüssen anhand der Verwendung von Bleiakkumulatoren in Wien. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.

Autoren:

R. Obernosterer
Ressourcen Management Agentur (RMA)
Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung
Postfach 112, A-1163 Wien
Tel.: +43 699/101 40 136, email: robernos@pop.tuwien.ac.at

Ch. Lampert, P. H. Brunner
Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 13/226.4, A-1040 Wien
Tel.:+43 1 58801 22641, Fax.:+43 1 58801 22666
www: http:\\awsunix.tuwien.ac.at

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9 S. 74-81 (2000)

Nachhaltigkeitsindikatoren für den ländlichen Stoffhaushalt

D. Thrän

1. Indikatoren zur Beschreibung der nachhaltigen Entwicklung

Die Fragestellung der Messung nachhaltiger Entwicklung ist so alt wie das Konzept selbst (vgl. AGENDA 21, Kap. 40). Während Umweltqualitätsziele zur Umsetzung der allgemein gehaltenen Zielvorstellungen der Umweltpolitik (Leitbilder) derzeit im Mittelpunkt der umweltpolitischen Diskussion stehen, werden validierbare Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsindikatoren oft nur ungenügend berücksichtigt und sind in den bisherigen Umweltqualitätskonzepten nur bedingt zu finden.

Einen Zugang zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffhaushalten bieten die allgemeinen Regeln für den nachhaltigen Umgang mit Stoffen, wie sie von ENQUETE (1994) formuliert wurden (Abb.1).

(1) Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen soll ihre Regenerationsrate nicht überschreiten. Dies entspricht der Forderung nach Aufrechterhaltung der ökologischen Leistungsfähigkeit, d.h. (mindestens) nach Erhaltung des von den Funktionen her definierten ökologischen Realkapitals.

(2) Nicht-erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen oder höherer Produktivität der erneuerbaren sowie der nicht-erneuerbaren Ressourcen geschaffen wird.

(3) Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an der Belastbarkeit der Umwelt orientieren, wobei alle Funktionen zu berücksichtigen sind, nicht zuletzt auch die „stille“ und empfindlichere Regelungsfunktion.

(4) Das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt muß im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.

Abb. 1: Regeln für eine nachhaltige Stoffpolitik [ENQUETE 1994]

Wesentliches Ziel der nachhaltigen Entwicklung ländlicher Regionen ist die Sicherung der sozialen und ökonomischen Lebensgrundlagen, d.h. die koordinierte Nutzung der endogenen regionalen Ressourcen. Dabei gilt es, die Ist-Situation der Region beschreibbar zu machen, geeignete Soll-Größen zu entwickeln und den Prozeß der Selbstorganisation der Akteure zu

moderieren. In Hinblick auf die praktische Anwendbarkeit sind so weit verdichtete Indikatoren notwendig, die einerseits ein regelmäßiges Monitoring der Region zulassen, andererseits aber auch die Möglichkeit bieten, Vergleiche mit anderen Regionen durchzuführen. Solche Indikatoren sollen durch einen Modellansatz gewonnen werden, einen ländlichen Stoffhaushalt mit den Grundregeln für eine nachhaltige Wirtschaftsweise verknüpft. Er basiert auf einer Analyse des regionalen Stoffhaushaltes sowie der Operationalisierung der nachhaltigen Entwicklungsziele für die Regionalcharakteristika.

Ein grundsätzliches Problem bei der Bildung von Indikatoren liegt in der Abwägung zwischen der Vereinfachung des Modellansatzes und der Aggregation von Daten einerseits und der möglichst vollständigen Abbildung der vielfältigen Einflußgrößen andererseits. Indikatoren bedeuten immer eine weitgehende Reduktion der komplexen Realität. Entsprechend muß die Indikatorauswahl auf Grundlage der jeweiligen Fragestellung erfolgen, d.h. zu einer differenzierten Bewertung der nachhaltigen Entwicklung sind verschiedene Indikatorsätze notwendig.

2. Untersuchungsgegenstand

Die Untersuchung erfolgt beispielhaft am Holzhaushalt des brandenburgischen Landkreises Ostprignitz-Ruppin. Das sozio-geographische, ökonomische und ökologische Regionalprofil weicht deutlich vom nationalen Durchschnitt ab (vgl. THRÄN, SOYEZ in diesem Heft), so daß die Anwendung nationaler bzw. internationaler Nachhaltigkeitsziele und -indikatoren irreführend ist, da sie – zumeist für Verdichtungsräume entwickelt – nicht an den Problemfeldern ländlich strukturschwacher Regionen ausgerichtet sind.

Wie die Akteursanalyse entlang des Stoffstroms Holz zeigt, hat die Mehrheit der regionalen Akteure kaum einen Einfluß auf den regionalen Holzhaushalt. Dieser ist vielmehr durch die überregionalen Rahmenbedingungen und durch Großbetriebe geprägt, die zwar in der Region ansässig sind, aber keine Regionalidentität zeigen. Es fehlen alteingesessene mittelständische Unternehmen, die sich in regionalen Produktionsketten und Markenzeichen verbinden. Der Bereich des Handwerks ist zum einen wirtschaftlich unter Druck, gleichzeitig bleibt die Innovationsbereitschaft und Anpassungsfähigkeit ohne Außenwirkung. Auch sind die regionalen Aktivitäten kaum vernetzt, so daß eine abgestimmte Entwicklung des Holzhaushaltes nicht zu erwarten ist. Die Bilanz des regionalen Holzhaushaltes umfaßt sechs Prozesse (Abb. 2) und ist charakterisiert durch:

- Die natürliche Holzproduktion im Wald übersteigt die anthropogenen Restholzströme der Region um etwa das 10-fache, das natürliche Holzlager sogar fast um das 50-fache.
- Aus forstwirtschaftlicher Sicht nachhaltig wäre die Nutzung von knapp der Hälfte des nachwachsenden Holzes. Tatsächlich werden jedoch nur 15% des nachwachsenden Holzes erschlossen. Besonders unzureichend ist der Absatz des vorrätigen Brennholzes.
- In der Region sind Verarbeitungskapazitäten vorhanden, die rein rechnerisch die nutzbaren Holzmassen weitgehend bewältigen könnten. Tatsächlich besteht aber weder bei der Holzbeschaffung noch beim Absatz der erzeugten Produkte ein regionaler Bezug, d.h. die überwiegenden Ströme finden sich im Im- und Export. Dies gilt auch für die industrielle Energieholznutzung.
- Kapazitäten zur Papierherstellung sind in der Region nicht vorhanden. Der Papierverbrauch liegt in der gleichen Größenordnung wie der Holzverbrauch, ist aber durch einen hohen Recyclinganteil (Altpapierwiedereinsatz außerhalb der Region) gekennzeichnet.

- Die Prozesse Feuerung und Deponierung sind sehr viel stärker regional orientiert: Altholz und Brennholz werden kaum im- und exportiert.
- Die Energieholznutzung außerhalb industrieller Prozesse liefert 2,8% des regionalen Primärenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung für Privathaushalte und Kleinverbraucher bzw. substituiert in der Region 1,1% des klimarelevanten CO_2.
- In den letzten Jahren hat sich ein nennenswertes Holzlager auf der Deponie gebildet. Dieses Holz läßt sich allerdings nur mit aufwendigen Maßnahmen in den Wirtschaftskreislauf zurückführen.

Der größte regionale Abfallstrom, nämlich der ungenutzte Holzzuwachs im Wald, entsteht nicht durch anthropogene Produktions-, Verteilungs- und Konsumprozesse, sondern durch das Fehlen dieser Aktivitäten. Bestehende ökologische, ökonomische und soziale Potentiale bleiben dadurch ungenutzt.

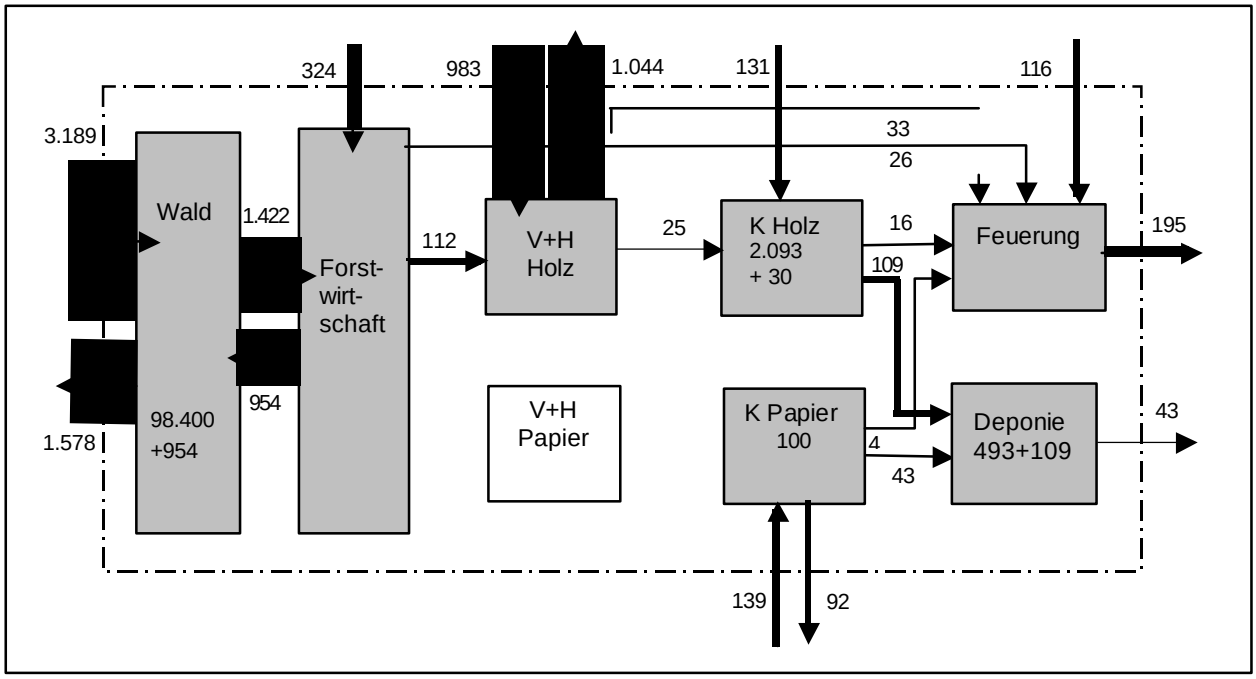


Abb.2: Regionaler Holzfluß von OPR 1995. Lager in [kg TS*E^{-1}], Lagerveränderungen und spezifische Flüsse in [kg TS *E^{-1} *a^{-1}]

3. Zielsystem und Indikatoren

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Zielsystem für die nachhaltige Entwicklung des Holzhaushaltes einer ländlich strukturschwachen Region entwickelt. Für die Zielermittlung werden *top-down*- und *bottom-up*-Verfahren in neuartiger Form kombiniert, indem die Regeln für eine nachhaltige Stoffpolitik (top-down) auf den regionalen Holzhaushalt (bottom-up) projiziert werden. Die Operationalisierung der allgemeinen Nachhaltigkeitsregeln für ländlich strukturschwache Regionen muß sich an deren Funktionen innerhalb einer dichtbesiedelten Industrienation orientieren. Für die nachfolgende Zielfestlegung werden für ländliche Regionen zunächst die allgemeinen raumspezifischen Funktionen zugrunde gelegt. Die drei Aspekte der nachhaltigen Entwicklung (Ökologie, Ökonomie, Soziales) sind darin enthalten. Die

raumspezifischen Funktionen ländlicher Regionen umfassen nach RSU (1996) und PETERS ET AL (1996):

- Bereitstellung nachwachsender Ressourcen
- Aufnahme der organischen Abfälle
- Ökologische Rückzugssräume
- Lebensräume für die ansässige Bevölkerung

Anhand dieser Funktionen werden in der ersten Ebene zwei Zielbereiche formuliert. Sie erstrecken sich einerseits auf die Ressourcenbewirtschaftung, andererseits auf die regionalen Rahmenbedingungen, d.h. den Gestaltungsraum der Akteure (Abb. 3). Insgesamt werden in der zweiten Ebene sieben Zielkategorien gebildet, die in der dritten Ebene mit Qualitätszielen und Indikatoren ausgestaltet werden. In der vierten Ebene erfolgt eine Verknüpfung der Zielgrößen und Indikatoren mit den Prozessen des Stoffhaushaltes, um Redundanzen und Widersprüche auszuräumen und die Anwenderfreundlichkeit zu erhöhen.

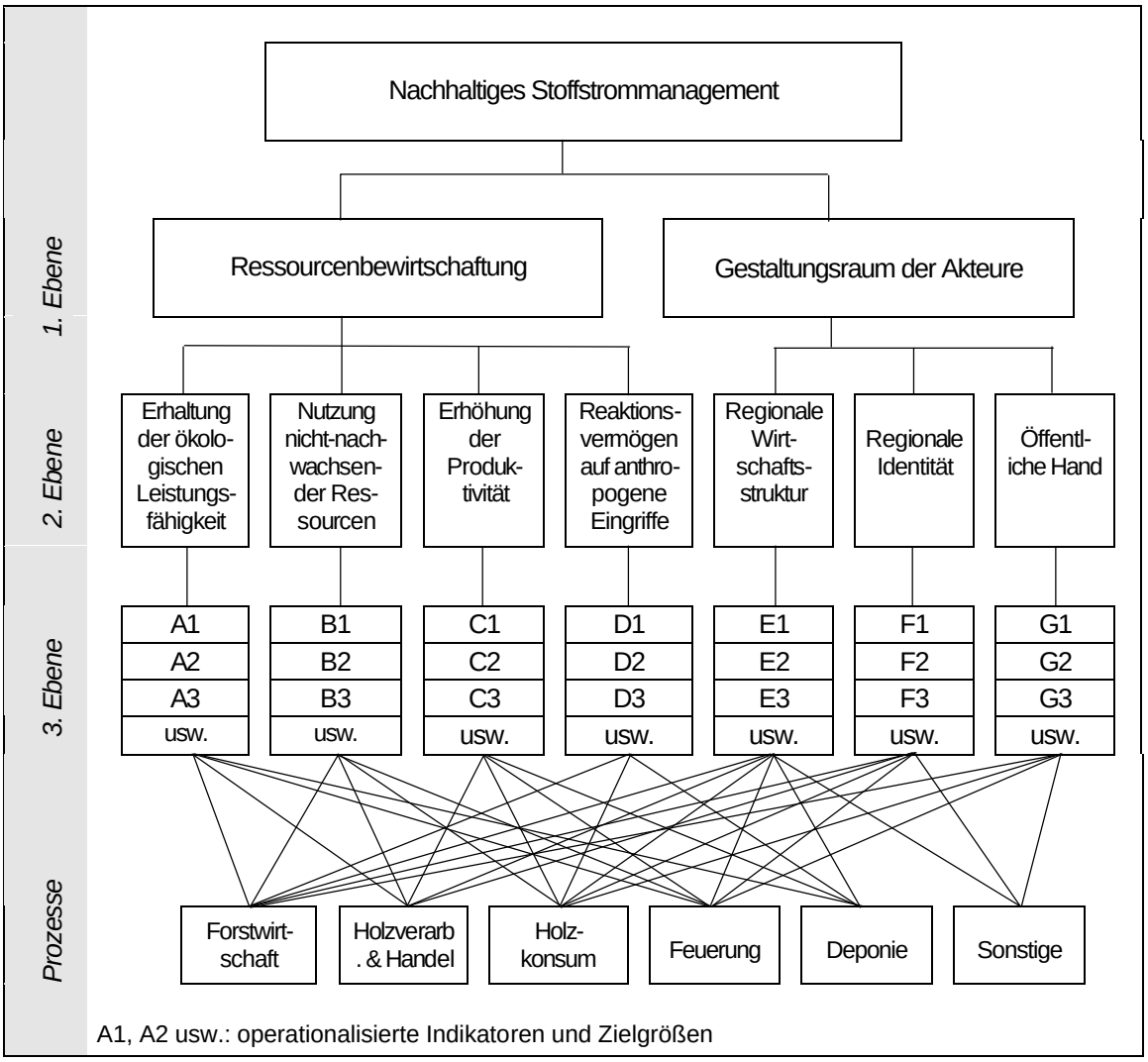


Abb. 3: Zielsystem „Nachhaltiges Stoffstrommanagement“

Bei der beispielhaften Ableitung von Indikatoren und Zielgrößen für den Stoffstrom Holz werden die Nachhaltigkeitsziele der Ressourcenbewirtschaftung auf den regionalen Holzhaushalt übertragen, die Ziele für den Gestaltungsraum der Akteure auf die Rahmenbedingungen der regionalen Holznutzung. Da im Untersuchungsbeispiel für die Prozesse Papierherstellung und -handel und Papierkonsum keine regionalspezifischen Aktivitäten ermittelt wurden, werden diese im Folgenden nicht weiter gesondert betrachtet. Der Modellansatz liefert ein problem- und zieladäquates Zielsystem, das 47 Qualitätsziele umfaßt und durch 43 Indikatoren beschrieben wird. Die Indikatoren sind so gewählt, daß sie – innerhalb des Systems „regionaler Holzhaushalt“ – in Hinblick auf das jeweilige Qualitätsziel die wesentlichen Einflußgrössen abbilden. Dabei werden nicht nur Prozeßgrößen des Holzhaushaltes gebraucht, sondern auch Faktoren, die einen unmittelbaren oder mittelbaren Einfluß auf die Prozeßgrößen haben.

Da die Mehrheit der Zielgrößen nicht naturgesetzlich begründet sind, sondern eine politische Willensentscheidung darstellen, lassen sich bislang teilweise nur unscharfe Zielgrößen benennen (z.B. *stark zunehmend*). Für die Anwendung empfohlen wird ein reduzierter Satz aus 27 Indikatoren, der alle Prozesse entlang des Stoffstroms Holz umfaßt und die Daten- und Zielgrößenverfügbarkeit berücksichtigt (Tab. 1). Vergleichsweise viele Indikatoren beschreiben den Prozeß Holzverarbeitung und Handel. Dies liegt in den vielfältigen Wechselwirkungen dieses Prozesses begründet. Die Deponierung von Holz kann – da sie gemäß des beschriebenen Zielsystems nicht nachhaltig ist – mit einem einzigen Indikator abgedeckt werden.

Tab. 1: Bereinigter Indikatorsatz zur Beurteilung des regionalen Holz-Stoffstroms

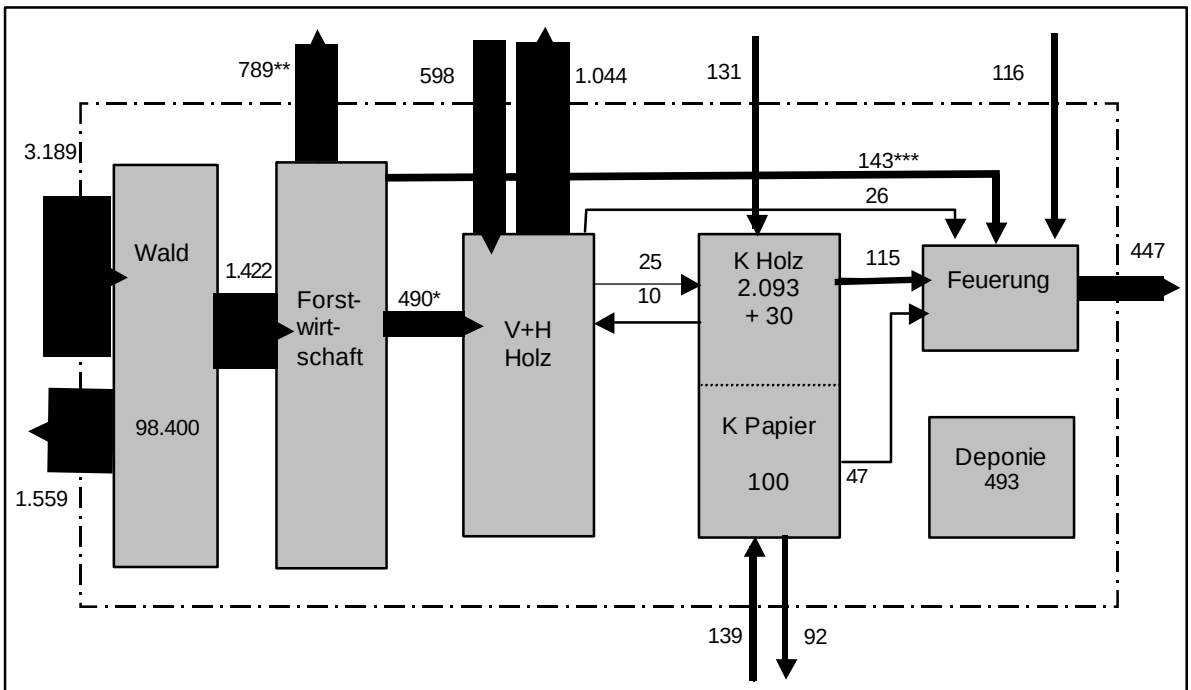
Indikator	**Zielgröße**
Forstwirtschaft	
Anteil ökologischer Vorrangflächen	5% der Waldfläche
Aufforstung	≥ 50 ha pro Jahr
(Wert)Holzzuwachs und -einschlag	vollständige Nutzung des Nachhalthiebsatzes
Zeitraum der Forstplanung	50 Jahre
Assoziierte Waldbewirtschaftung	Mehrheit der Privatwaldbesitzer
Holzverarbeitung und Handel	
Holz-Verarbeitungskapazität (gesamt)	≥ Nachhaltshiebsatz
Energiebedarf für die Holzverarbeitung	≤ 50% des aktuell. Bedarfs (pro prod. Einheit)
Emissionen bei der (Alt)Holzverarbeitung	*abnehmend (pro produzierte Einheit)*
Kapazitäten zur Stammholz-Verarbeitung	>> Verbrauch an Massivholzprodukten
Kapazitäten zur Rest- /Altholzverwertung	≥ Rest- und Altholzanfall
Verwertungsquote für Rest- /Altholz	≥ 7,5 % des Holzverbrauchs
Betriebsübergreifende reg. Kooperationen	*mehrheitl. Beteiligung der regionalen Betriebe*
KMU zur (Alt)Holzverarbeitung	*zunehmend*
Stammsitz der Großbetriebe in der Region	Mehrheit der Betriebe
Umsatz im (Alt)Holzbereich	*zunehmend*
Beschäftigte im (Alt)Holzbereich	*mindestens gleichbleibend*
Angebot an regionalem Holz	90% der Holzhändler und Baumärkte
Verarbeitung des regionalen Holzes	≥ 50% in der Region
Holzkonsum und Entsorgung	
Regionaler Holzverbrauch	<< Nachhaltshiebsatz

Indikator	Zielgröße
Anzahl von Gebäuden in Holzbauweise	*zunehmend, insbes. bei öffentlichen Bauten*
Einsatz regionaler Hölzer in öff. Bauvorhaben	*überproportional zunehmend*
Bauteilrecycling in öff. Bauvorhaben	≥ 7,5% der Holzbauteile

Feuerung	
Energieholzeinschlag	vollständige Nutzung des Potentials
Anteil von Holz-Energie bei PHH und KV	≥ 5% des aktuellen Wärmebedarfs
Anzahl der holzgeheizten öff. Einrichtungen	> 9% des Wärmebedarfs
Installationsbetriebe mit Holzkessel-Erfahrung	Mehrheit der Betriebe
Deponie	
Deponierung belasteter und unbelasteter Hölzer	0

4. Nachhaltiger Holzhaushalt

Unter Anwendung der Zielgrößen ergibt sich für den nachhaltigen regionalen Holzfluß in Ostprignitz-Ruppin beispielsweise das in Abb. 4 dargestellte Szenario. Es stellt ein *mögliches* regionales Leitbild dar. Ihm liegen Ziele und Annahmen zugrunde, die – um es als *verbindliches* Leitbild in der Region zu implementieren - der Abstimmung bzw. Modifikation der regionalen Entscheidungsträger bedürfen.



* 980/2 kg TS*E^{-1}; ** 980/2 kg TS*E^{-1} Holz zur stofflichen Nutzung + 299 kg TS*E^{-1} Energieholz; **5% des aktuellen Wärmebedarfs der PHH und KV (0,535 MWh*a^{-1}*E^{-1}) sollen durch Holz gedeckt werden (=143 kg TS*E^{-1}), dazu wird nur naturbelassenes Holz aus der Region eingesetzt (Selbstwerbung bzw. Forstwirtschaft)

Abb. 4: Nachhaltiger regionaler Holzfluß in OPR. Lager in [kg TS*E-1], Lagerveränderungen und spezifische Flüsse in [kg TS*E-1*a-1]

Das dargestellte Szenario geht von unveränderten Verarbeitungskapazitäten, Verbrauchsstrukturen, Energieholzimporten, Selbstwerbung und Lagern aus. Zusätzlich sollen 50% des Nachhaltshiebsatzes und Energieholz, das über den Eigenbedarf hinaus geht, exportiert werden. Gegenüber dem tatsächlichen regionalen Holzfluß 1995 ist für einen nachhaltigen regionalen Holzfluß zu fordern:

Verzehnfachung des regionalen Energieholzeinschlages

Vervierfachung des (Wert)holzeinschlags und der regionalen Verarbeitung des einheimischen Holzes

Verdoppelung der Recyclingkapazitäten für die Altholzverwertung

Verdoppelung der Feuerungskapazitäten bei Privathaushalten und Kleinverbrauchern bei gleichzeitigem Aufbau eines überregionalen Energieholzmarktes, über den das übrige Potential abgesetzt wird

Für die regionalen Verarbeitungskapazitäten und das Konsumniveau ergibt sich nicht die Forderung nach Veränderungen.

5. Ausblick

Grundsätzlich ist es mit dem gewählten Modellansatz gelungen, einen nachhaltigen regionalen Holzfluß zu skizzieren und Ansatzpunkte für ein regionales Stoffstrommanagement zu ermitteln. Für die konkrete Anwendung ist allerdings ein gesellschaftlicher Konsens Voraussetzung, daß die abgeleiteten Ziele tatsächlich für die Region gültig sein sollen. Dieser kann nur von den regionalen Akteuren hergestellt werden. Durch den gewählten mehrstufigen Modellansatz ist auch die Übertragung der Indikatoren auf andere – in der Struktur ähnliche – Regionen möglich:

1) Der ermittelte Indikatorsatz ist grundsätzlich für wald- und holzreiche, ländlich strukturschwache Regionen geeignet.
2) Die Einordnung von unzureichend genutzten regionalen Ressourcen als Abfallquelle erlaubt auch die Übertragung der ermittelten Nachhaltigkeitsziele auf andere nachwachsende Ressourcen in ländlich strukturschwachen Regionen. Allein der Indikatorsatz ist für den jeweiligen Stoffhaushalt entsprechend zu modifizieren.

Nicht möglich ist die Anwendung der Ergebnisse auf Regionen, in denen die Nutzung der regionalen biogenen Ressourcen ein geringerer Stellenwert zukommt. Für sie ergeben sich aus den Grundregeln für eine nachhaltige Stoffpolitik grundsätzlich andere Zielhierarchien. Die gesonderte Betrachtung von ländlich strukturschwachen Regionen stellt aber weniger eine Einschränkung dar, als vielmehr die Möglichkeit, diese Regionen als eigenständiges Element der nachhaltigen Entwicklung zu betrachten, d.h.

- die speziellen Rahmenbedingungen ländlich strukturschwacher Regionen in die überregionale Nachhaltigkeitsdebatte zu tragen,
- die speziellen Erfahrungen mit dem Management ländlicher Stoffhaushalte überregional auszutauschen und
- die speziellen Bedürfnisse ländlich strukturschwacher Regionen in den überregionalen Nachhaltigkeitsprogrammen mit speziellen Zielen und Förderungmaßnahmen würdigen.

Für die anstehende Debatte um die zukünftige Wald- und Holzbewirtschaftung in Deutschland lassen sich mit Hilfe des entwickelten Indikatorsatzes die unterschiedlichen Interessen differenzierter darstellen.

Literatur

Agenda 21: http://agenda21.ggi.uni-tuebingen.de

Enquete-Komission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (ENQUETE) (1994) (Hg.): Die Industriegesellschaft gestalten. Bonn.

Peters, U.; Sauerborn, K.; Spehl, H.; Tischer, M.; Witzel, A. (1996): Nachhaltige Regionalentwicklung – ein neues Leitbild für eine veränderte Strukturpolitik. Universität Trier.

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (RSU) (1996): Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume. Stuttgart.

Thrän, D. (2000): Measuring Sustainable Development of Rural Regions on the Basis of Material Flow Account. Beitrag zur Third International Conference of the European Society for Ecological Economies (ESEE) at the Vienna University of Economics & Business Administration in May 2000

Autorin:

Daniela Thrän
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14
14482 Potsdam

Fax: 0331-977-4433
thraen@rz.uni-potsdam.de

Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 9, S. 82–89 (2000)

Biomassehaushalt in neuen urbanen Systemen

P. Baccini

1. Von der Stadt zur urbanen Kulturlandschaft

Die urbane Lebensform wird in den nächsten zwei Generationen weltweit dominant. Demografische Statistiken zeigen, dass in den vergangenen vier Jahrzehnten eine weltweite Verschiebung menschlicher Siedlungen vom Ruralen ins Urbane stattfindet. Dieser Prozess wird sich mit grosser Wahrscheinlichkeit fortsetzen. Für viele Stadtentwerfer und -planer ist die Leitgrösse für gute Urbanität die europäische Stadt des 19. Jahrhunderts. Auf diesem Grundstock war das Urbane des 20. Jahrhunderts aufzubauen. Trotz der inzwischen stattgefundenen grossräumigen Ausdehnung der Siedlungen in einst rurale Landschaften soll diesen durch Verdichtungen das urbane Muster des letzten Jahrhunderts nachträglich aufgesetzt werden.

Eine Minderheit unter den Stadtanalytiker und -entwicklern vetritt eine andere Position. Stadt lässt sich nicht mehr räumlich definieren (Sieverts 1998). Urbanität ist primär Ausdruck eines Lebensstiles. Dieser urbane Lebensstil setzt sich auch in ruralen Kulissen fest. Stadt ist aus soziologischer Sicht ortlos geworden (Siebel 1999). Diese Wahrnehmung wird auch durch metabolische Untersuchungen unterstützt (Baccini 1997). Urbane Kulturlandschaften erstrecken sich heute über Zehntausende von km^2, mit einer mittleren Besiedlungsdichte von mehreren Hundert Einwohnern pro km^2. In den Siedlungsflächen finden sich unterschiedliche Dichten von Personen, Gütern und Informationen, sogenannte “Knoten” . Sie bilden zusammen mit den technischen Infrastrukturen, die Verbindungen zwischen den Knoten, eine “Netzstadt” (Baccini und Oswald 1998). Diese Verbindungen stehen für die Personen-, Güter- und Informationsflüsse. Morphologisch betrachtet durchdringen die Siedlungs- und Infrastrukturflächen jene für die Biomasseproduktion (Land- und Forstwirtschaft). Diese Territorien haben einen Flächenanteil am Total der urbanen Kulturlandschaft zwischen 80-90%. Solche urbane Systeme finden sich vor allem in Westeuropa (z.B. in den Niederlanden, in der Poebene, in England, aber auch in Nordamerika und in Japan). Es sind jene Siedlungsräume, in denen heute 70-80% der Menschen der entwickelten Welt leben. Die Anthroposphäre (Abb.1) entwickelt sich global zu einem Netzwerk urbaner Systeme. Damit stellen diese urbane Systeme die Schlüsselgrössen in einer “nachhaltigen Entwicklung” dar.

2. Metabolische Eigenschaften urbaner Systeme

Metabolismus wird in den Naturwissenschaften als Terminus technicus eingesetzt, um die Stoffwechselprozesse von Lebewesen in einen Begriff zu fassen. Die Lehre von den Stoffwechselprozessen nennt man Physiologie. Die naturwissenschaftliche Erforschung von Ökosystemen hat uns gelehrt, dass die Kenntnis ihrer Stoffwechselvorgänge für ein vertieftes Verständnis unerlässlich ist. Der Planet Erde kann mit seiner Biosphäre in erster Näherung als geschlossenes System betrachtet werden (Abb.1), d.h. er ist nur durchlässig für Energie.

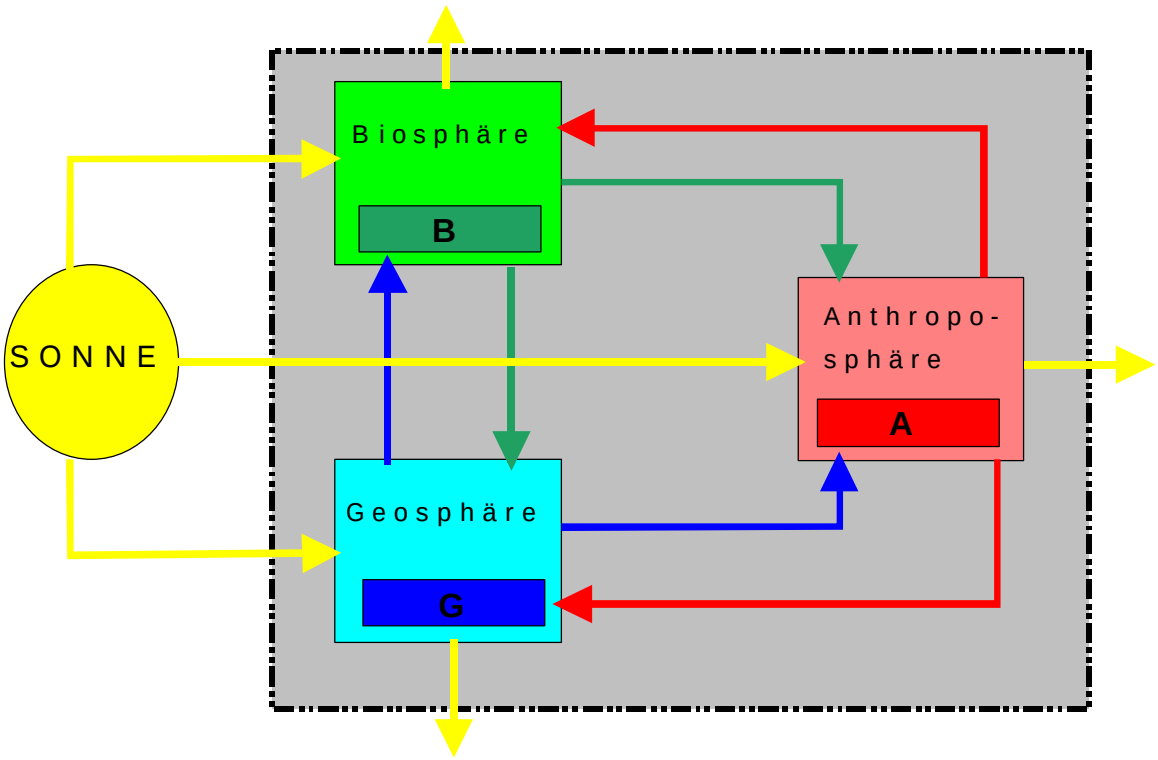


Abb. 1: Der Planet Erde als geschlossenes System. Das Schema metabolischer Prozesse zeigt den Austausch von Energie mit dem Sonnensystem. Die eingeführte Energie erlaubt den internen Transport von Materie (z.B. Wasser, Biomasse, Luft, Gesteine) zwischen den drei Subsystemen *Geosphäre* (abiotische Erdkruste, Hydrosphäre und Atmosphäre), *Biosphäre* ohne Mensch (aquatische und terrestrische Ökosysteme) und der *Anthroposphäre*, die quantitativ zunimmt und urban wird.

Die Anthroposphäre ist jenes Subsystem, welches in der jüngsten Erdgeschichte (in den letzten Jahrtausenden) ein exponentielles Wachstum durchläuft, welches noch nicht abgeschlossen ist. Einerseits steigt in den dreissig bis fünfzig Jahren die Gesamtpopulation mit grosser Wahrscheinlichkeit noch auf 8-10 Milliarden Menschen. Andererseits steigt der Pro Kopf Bedarf an Ressourcen weltweit ständig an. Dies hatte bis heute zur Folge, dass das Lager B des Subsystems Biosphäre quantitativ abnimmt und in seiner Qualität verschlechtert wird, vor allem durch die stofflichen Emissionen des Subsystems Anthroposphäre. Auch das Lager der Geosphäre (z.B. an fossilen Energieträgern, an Metallerzen) ist begrenzt, sodass ein Wachstum von A eine Reduktion von G bedeutet.

Betrachtet man das Subsystem Anthroposphäre differenzierter (Baccini und Brunner 1991), so stellt man fest, dass die urbanen Regionen der entwickelten Länder für diese metabolischen Prozesse hauptverantwortlich sind. Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung verlangt im Ressourcenbereich eine drastische Korrektur im Metabolismus dieser urbanen Systeme. Aus physiologischer Sicht sind sie nicht nachhaltig angelegt, oder anders ausgedrückt: Die urbanen Systeme des 20. Jahrhunderts sind langfristig betrachtet (zwei bis drei Menschengenerationen) nicht überlebensfähig. Weder die Raumplanung noch der Umweltschutz, welche in den siebziger Jahren dieses Jahrhunderts Korrekturen eingeleitet haben, konnten diesen Wachstumsprozess signifikant verlangsamen, bzw. verkleinern. Das Lager A der entwickelten Welt (Abb. 1) beläuft sich inzwischen auf rund 300 Tonnen pro Kopf (Hoch- und Tiefbau) und wächst weiter (Baccini und Bader 1996). Der Energiebedarf für den Betrieb dieser Systeme liegt zwischen 4 bis 10 kW pro Kopf (Primärenergie). Er wird zu mindestens 90% aus fossilen Energieträgern gedeckt (siehe auch Tab.2). Nachfolgend soll am Beispiel des Schweizer Mittellandes die aktuelle Situation im Biomassehaushalt urbaner Kulturlandschaften illustriert werden.

3. Der Metabolismus der Stadt Schweiz

Das Schweizer Mittelland ist im Verlaufe des 20. Jahrhunderts zu einer einzigen grossen Stadt zusammengewachsen (Baccini und Oswald 1998). Sie gehört zu den oben definierten neuen urbanen Systemen. Rund 5 Millionen Menschen leben auf einer Fläche von rund 10'000 km^2. Davon leben fast 80% in Siedlungen mit einer Wohnbevölkerung von weniger als 50'000 Einwohnern. Die heutigen Bewohner der einstigen Kernstädte, die "guten Städte des 19. Jahrhunderts", sind in der Minderheit. Obwohl die Flächen an Land- und Fortswirtschaft immer noch rund 85% des gesamten Territoriums bilden, leben und arbeiten dort weniger als 4% der Bevölkerung. Aber selbst dieser kleine Bevölkerungsteil ist in seinem Lebensstil nicht mehr unterscheidbar von der grossen Mehrheit.

Die morphologischen und physiologischen Problemfelder einer solchen Metamorphose wurden im Projekt SYNOIKOS (Baccini und Oswald 1998) untersucht. Beispielhaft und holzschnittartig sollen einige physiologische Randbedingungen vorgestellt werden. Folgende Arbeitshypothesen dienen als Einstieg, um den nachhaltigen Metabolismus von Regionen vom Typ Schweizer Mittelland zu gestalten. Der Metabolismus ist dann nachhaltig, wenn

1. **der Bedarf an essentiellen Massengütern** wie Biomasse, Wasser, Baumaterialien und Energieträger **zu mindestens 80% autochthon** und **langfristig** gedeckt werden kann.
2. **der Restbedarf** aus einem überregionalen "Hinterland" **so gedeckt** werden kann, dass die **globalen Kapitalien nicht signifikant reduziert** werden.
3. die **Emissionen nicht zu "Altlasten"** für künftige Generationen werden.

Erste Abschätzungen dieser Art wurden für verschiedene Regionen bereits durchgeführt (Buitenkamp et al. 1992). Für das Schweizer Mittelland lassen sich folgende Posulate aufstellen:

1) Nahrungsmittel

Aufgrund der globalen Bevölkerungsentwicklung kann in einigen Jahrzehnten eine weltweite Nahrungsmittelknappheit entstehen, so dass es für Regionen wie die Schweiz kaum ein globales Hinterland für die Grundversorgung geben wird. Das ökologische Potential der heutigen Land- und Forstwirtschaftsfläche ist langfristig essentiell und kann theoretisch, bei angepassten Menuplan, den Grundbedarf der Bevölkerung (heutige Dichten), abdecken.

2) Wasser

Das Schweizer Mittelland hat, quantitativ betrachtet und unter der Annahme stabiler Klimaverhältnisse, heute und langfristig genügend Wasser. Die noch vorhandenen qualitativen Mängel können behoben werden. Die Wasserversorgung und -entsorgung ist aber untrennbar verbunden mit dem Bauwerk und der Haustechnik. Änderungen der Wassernutzung haben sich am Rhythmus der Bauwerksänderungen zu orientieren.

3) Baumaterialien

Die massenmässig wichtigsten Baumaterialien, sowohl im bestehenden Lager wie auch in der aktuellen Baupraxis, sind Kies und Sand (Redle 1999). Holz, Metalle und Kunststoffe spielen quantitativ eine untergeordnete Rolle. Sie könnten auch in Zukunft Steine und Erden nicht ersetzen (Müller 1998). Mit Steinen ist das Schweizer Mittelland praktisch Selbstversorger.

4) Energieträger

Das Schweizer Mittelland besitzt zur Zeit einen Autarkiegrad bezüglich Energieversorgung von rund 10% (bezogen auf die Primärenergie). Die heutige Versorgung basiert hauptsächlich auf fossilen Energieträgern. Rund 80% der Energie wird für Wohnen und Arbeiten sowie für das Transportieren eingesetzt. Es sind Aktivitäten, die mit dem Bauwerk fest verknüpft sind

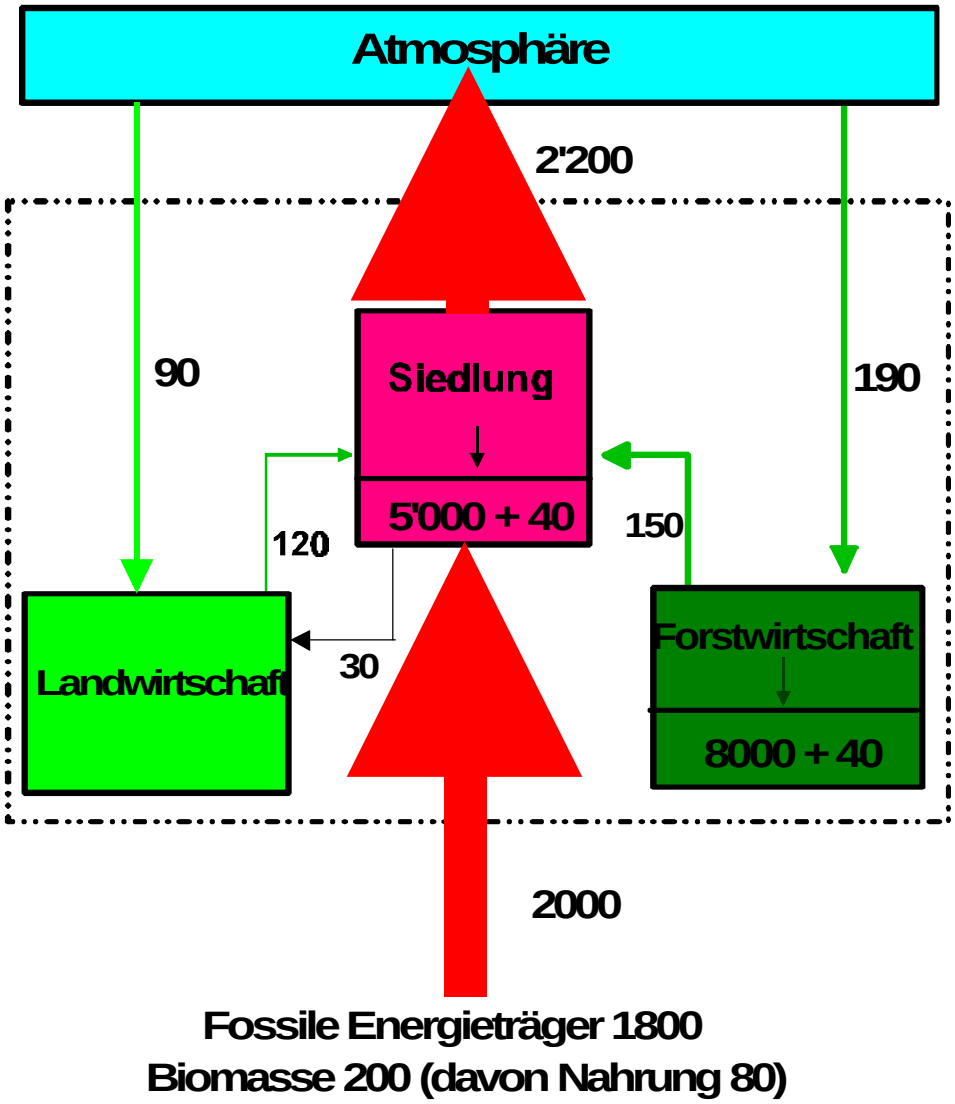


Abb. 2: Der Kohlenstoffhaushalt der Stadt Schweiz (Flüsse in kg C/Kopf und Jahr; Lager in kgC/Kopf)

Der Kohlenstoffhaushalt (Abb.2) erlaubt eine erste Abschätzung der möglichen Beiträge aus der regionalen Biomasseproduktion (Müller et al. 1995). Aus dieser ersten Analyse wird deutlich, dass aus metabolischer Sicht das Ernährungsverhalten und der Energiebedarf Schlüsselfaktoren in der Metamorphose darstellen. Der **geschwindigkeitsbestimmende Schritt** in einer Neugestaltung des Ressourcenhaushaltes der Region ist die **Veränderungsrate des Prozesses "Siedlung"** (Wohn- und Arbeitsgebäude, deren Verbindungswege und Infrastrukturanlagen). Diese liegt schon aus ökonomischen Gründen bei höchstens 1 bis 2% pro Jahr. Das Schweizer Mittelland muss eine andere Strategie wählen, um seinen Energiebedarf gemäss den obgenannten Kritereien decken zu können. Einerseits kann die Biomasseproduktion der eigenen land- und forstwirtschaftlichen Flächen keinen signifikanten Beitrag zum Ersatz der heute eingesetzten nicht erneuerbaren Energieträger leisten. Andererseits würde er vor allem auf Kosten der regionseigenen Nahrungsmittelproduktion gehen. Dies würde wiederum bedeuten, dass die Nachfrage an "globalem Hinterland" entsprechend steigen würde (Tab.1). Im Hinblick auf eine steigende Nahrungsmittelnachfrage sind aber die Reserven des globalen Hinterlandes (Bsp. Tab.1 mit der Abschätzung für Ecospace) klein.

Tab. 1: Vergleich des regionseigenen Angebots an Biomasse mit jenem eines globalen Hinterlandes

	Urb.System "Stadt Schweiz" 1990 [ha/Kopf]	**Ecospace 2010 *** [ha/Kopf]
Ackerbau I und Weideland	0.14	0.19 (Pflanzenprod.) 0.31 (Fleisch &Milch)
Ackerbau II		0.06 (anderes^)
Wald (Holzfluss)	0.075 0.5 m^3/Kopf und Jahr	0.4 m^3/Kopf und Jahr

*Action Plan Sustainable Netherlands 1992 [Buitenkamp et al. 1992]
^ z.B. Fasern für die Textilherstellung

Der Übergang zu einer "zweiten solaren Gesellschaft" ist also nur mit einer schrittweisen starken Reduktion des Primärenergiebedarfes zu erreichen. Ein mittlerer Primärenergiebedarf von 2kW pro Kopf für die Siedlung wäre eine erste Zielvorgabe (Imboden und Baccini 1996**)**. Somit braucht es mindestens zwei Generationen (60 Jahre)**,** um den Energiebedarf auf das Niveau von 2 kW pro Kopf zu senken und mit erneuerbaren Energieträgern zu decken (Tab.2).

Tab. 2: Energiehaushalt einer urbanen Region heute und in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts (Szenarion "2. solare Gesellschaft"); nach Imboden und Baccini 1996

	Heute	**Szenario "2.solare Gesellschaft"**
Primärenergiebedarf in kW pro Kopf	**6***	**2**
Anteile der Energieträger (§)		
• Fossil	78%	<1%
• Solar	<1%	50%
• Wasser	11%	36%
• Kern	8%	0
• Biomasse	1.3%	11%
• Abfall	1.0%	3%

* Dieser Wert variiert in entwickelten Ländern zwischen 4 und 10
§ Beispiel Schweizer Mittelland

3. Der Biomassehaushalt in neuen urbanen Systemen

Noch zu Beginn der neunziger Jahre produzierte die Landwirtschaft im urbanen System "Schweizer Mittelland" relative Überschüsse (Milch, Getreide). Planwirtschaftliche Korrekturen wurden in Richtung "Ökologischer Landbau" eingeleitet. Trotzdem ist der Nährstoffhaushalt noch nicht effizient genug. Ein Vergleich der Phosphorbilanz zwischen 1983 und 1994 zeigt (Tab.3), dass Inputreduktionen durch Düngerkontrollen und Phosphatverboten in Waschmitteln deutliche Wirkungen gebracht haben. Die Phosphatbelastung der Gewässer hat abgenommen. Trotzdem zeigen die Bodenbilanzen (Baccini und von Steiger 1993), dass bei der heutigen Düngepraxis die Böden immer noch mit Phosphor angereichert werden.

Tab. 3: Phosphor-Flüsse der Schweiz in 1000 t pro Jahr (nach Baccini 1983 und Siegrist 1997)

	1983	1994
Input		
• Dünger und Futter	27	20
• Waschmittel	5	1
• Deposition	1	1
Total	***33***	***22***
Output		
• Böden	25	18
• Hydrosphäre	8	4

Auch beim Stickstoffhaushalt kann noch nicht von einer "Kreislaufwirtschaft" gesprochen werden (Abb.3). Der relativ grösste Umsatz erfolgt im Prozess Landwirtschaft, von wo aus auch die grösste Verluste in die Hydrosphäre stattfinden. Erhöhte Rückführungen aus der Nahrungsmittelaufbereitung und aus dem Konsum werden erst dann gewichtig, wenn die Stickstoff-Effizienz innerhalb der Landwirtschaft wesentlich gesteigert wird. Dies wäre heute aus technischer Sicht möglich. Auch könnte die Landwirtschaft energieautark operieren (Müller et al. 1995).

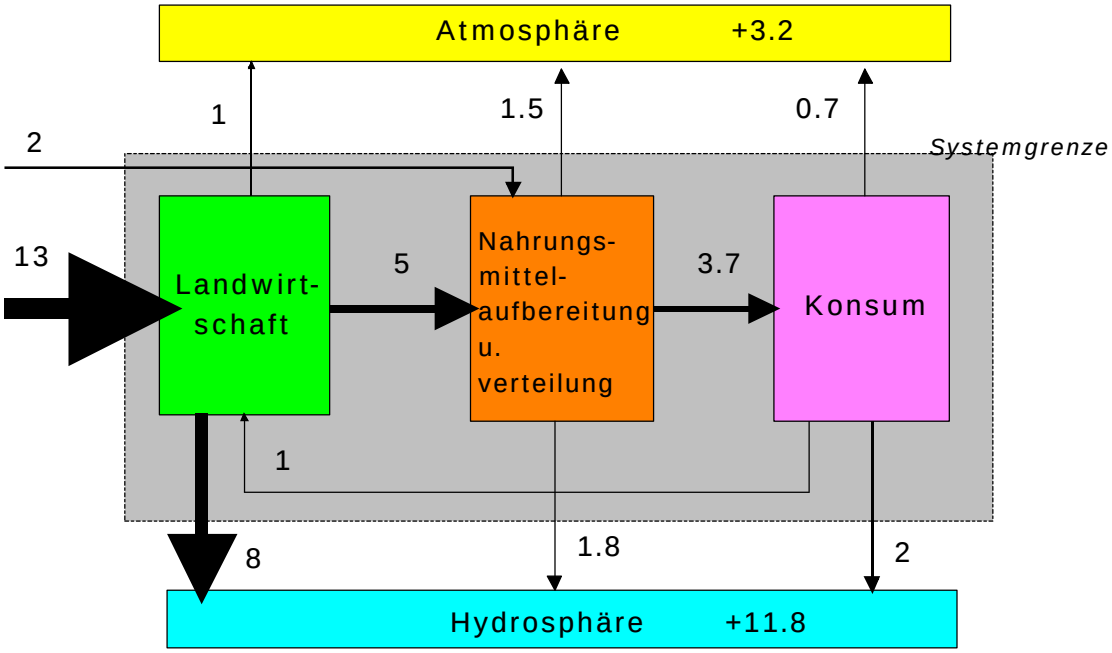


Abb.3: Stickstoffflüsse im Ernähren der Stadt Schweiz (in kg/Kopf und Jahr)

Die Forstwirtschaft nutzt zur Zeit den vorhandenen Holzbestand und die jährlich nachwachsenden Mengen suboptimal. Der Holzbestand der Wälder wächst, weil seine Nutzung für viele Besitzer ökonomisch defizitär ist. Das Holzlager in den Siedlungsgebieten (vor allem Konstruktionsholz) ist bereits in der gleichen Grössenordnung wie jenes der regionseigenen Wälder (siehe auch Abb.1). In urbanen Systemen werden die Wälder durch die Stickstoffbeiträge aus der Landwirtschaft und den Emissionen der Verbrennungsmotoren (Stickoxide) gedüngt (Baccini und Bader 1996). Es gibt starke Indizien (Müller 1998), dass diese Düngung in den vergangenen Jahrzehnten das Wachstum der Wälder beschleunigt hat, obwohl einige Abschnitte durch zu hohe Belastungen auch Vitalitätsverluste erlitten haben.

Folgerungen zur Ausgangslage

1) Ein "Hinterland" für das ERNÄHREN solcher urbaner Systeme mit dem heutigen Menüplan ist notwendig und kann nicht mit einer Substitution der regionseigenen Waldfläche sinnvoll kompensiert werden. Hingegen haben Änderungen im Ernährungsverhalten (Verhältnis tierische Produkte zu pflanzlichen Produkten) den höchsten Einfluss auf den regionalen Autarkiegrad.
2) Der Düngerhaushalt (Phosphor und Stickstoff) ist noch weit entfernt von einer Kreislaufwirtschaft und damit, physiologisch betrachet, noch nicht effizient genug.
3) De facto (politisch und ökonomisch) sind Land- und Forstwirtschaft in neuen urbanen Systemen eine Art Allmend geworden, deren Rolle von der ganzen Gesellschaft neu definiert werden muss.

Entwürfe für den Biomassehaushalt in urbanen Kulturlandschaften

In nachhaltig sich entwickelnden urbanen Systemen wachsen Land- und Forstwirtschaft mit den Siedlungen zu einer neuen Schicksalsgemeinschaft zusammen, zu einem neuen urbanen Netzwerk, in dem das "Agrarland" gleichzeitig Produktions-, Markt- und Erholungsland wird. Land- und Forstwirte sind “Städter” wie Handwerker, Volkswirte und Informatiker. Langfristig betrachtet wird die “netzinterne Nahrungsmittelversorgung” wieder lebenswichtig. Andererseits übernimmt die Land- und Fortswirtschaft eine gegenüber heute viel bedeuterende Rolle als Erholungslandschaft. Die klügere Vernetzung mit den Siedlungsräumen erhöht zudem die Vielfalt von Flora und Fauna und erhöht damit die ökologische Qualität signifikant (Baccini und Oswald 1998). Der Beitrag der Land- und Forstwirtschaft an der Gesamtenergieversorgung wird auch bei stark reduzierten Bedarf (2kW pro Kopf) rund 10% nicht übersteigen können (Bsp. in Tab. 2).
Zusammenfassend können folgende künftige Rollen im Biomassehaushalt postuliert werden:
1. die Landwirtschaft konzentriert sich sich auf die Aktivität ERNÄHREN im Nahbereich, wird selber energieautark und verdoppelt die Nährstoffeffizienz,
2. die Forstwirtschaft konzentriert sich in der Holzproduktion auf die Aktivitäten WOHNEN&ARBEITEN (Konstruktionsholz). Holz wird erst sekundär oder tertiär Energieträger.

Literatur

Baccini P., 1983, Der Phosphorhaushalt der Schweiz. Möglichkeiten und Grenzen aktueller Gewässerschutzmassnahmen, Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, 69, 133-146

Baccini P., von Steiger B., 1993, Die Stoffbilanzierung landwirtschaftlicher Böden-Eine Methode zur Früherekennung von Bodenveränderungen, Z.Pflanzenernähr.Bodenk., 156, 45-54

Baccini P. ,Bader H.P.,1996, Regionaler Stoffhaushalt, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Baccini P., 1997, A City’s Metabolism: Towards the Sustainable Development of Urban Systems, Journal of Urban Technology, 4(2), 27-39

Baccini P., Oswald F.(Hrsg.), 1998**,** Netzstadt: Transdisziplinäre Methoden zum Umbau urbaner Systeme, vdf Hochschulverlag, Zürich

Buitenkamp et al., 1992, "Action Plan Sustainable Netherlands", Bleischwitz et al., Zukunftfähiges Deutschland,1994; Büro Infras, Zukunftsfähige Schweiz (1996)

Imboden D., Baccini P., 1996, "Konzepte für eine nachhaltige Schweiz: Mit welchen Ressourcen in welchen Siedlungen auf wessen Land?",in: "Nachhaltige Entwicklung oder hoher Lebensstandard"; Hrsg. St. Wehowsky und K.Pieren, CASS-Symposium 96, Konferenz der schweizerischen wissenschaftlichen Akademien, Postfach 8160, 3001 Bern

Müller D., Oehler D., Baccini P., 1995, Regionale Bewirtschaftung von Biomasse, vdf Zürich

Müller D.B., 1998, Modellierung, Simulation und Bewertung des regionalen Holzhaushaltes, , Diss. ETH Nr. 12990, ETH Zurich

Redle M., 1999, Kies- und Energiehaushalt urbaner Regionen in Abhängigkeit der Siedlungsentwicklung. Dissertation ETH No. 13108, ETH Zürich.

Siebel W., 1999, Beitrag für den Diskurs “Stadt und Nachhaltigkeit” des Ludwig Boltzmann-Institutes für Interdisziplinäre Stadtforschung am 3./4.12.99 in Wien (in Publikation)

Siegrist H.R. 1997, Eawag News, 1997, EAWAG CH-8600 Dübendorf

Sieverts Th. 1998, Die Stadt in der Zweiten Moderne, Informationen zur Raumentwicklung, Heft 7/8, 455-473

Autor:

Prof. Dr. Peter Baccini
Professur für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik
Departement Bau, Umwelt und Geomatik
ETH Hönggerberg HIF E21
CH-8093 Zürich

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. Peter Baccini
Professur für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik
Departement Bau, Umwelt und Geomatik
ETH Hönggerberg HIF E21
CH-8093 Zürich

Dieter Baier
Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse, Büro Sachsen-Anhalt
Neue Straße 2, D-06869 Coswig/Anhalt
Fax: +49 - 34903 - 66188
gts-baier@t-online.de

Dr. Steffen Biermann, Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen
Institut für Acker- und Pflanzenbau
Martin-Luther-Universität Halle
Ludwig-Wucherer-Str. 2, D-06108 Halle
e-mail: huelsber@Jupiter.landw.uni-halle.de

Bernd Blümlein
Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V.
Eyber Staße 2, D-91522 Ansbach
Fax: +49 - 981 - 9504 246
email: bluemlein@lpv.de

Prof. Dr. Paul H. Brunner, Ch. Lampert
Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 13/226.4, A-1040 Wien
Fax.:+43 - 1 - 58801 22666
www: http:\\awsunix.tuwien.ac.at

Uwe R. Fritsche, Susanne Hartard
Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)
Bereich Energie und Klimaschutz
Elisabethenstraße 55-57, D-64283 Darmstadt
email: fritsche@oeko.de, hartard@oeko.de

Dr. Wolf-Dieter Kalk, Werner Prystav
Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
Max-Eyth-Allee 100, D-14469 Potsdam
e-mail: wkalk@atb-potsdam.de

Matthias Koller, Tim Hermann, Sebastian Plickert
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14, D-14482 Potsdam
Fax: +49 - 331 - 977 4477
koller@rz.uni-potsdam.de

Richard Obernosterer
Ressourcen Management Agentur (RMA)
Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung
Postfach 112, A-1163 Wien
Tel.: +43 699/101 40 136
email: robernos@pop.tuwien.ac.at

Dr. Konrad Soyez
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14, D-14482 Potsdam
Fax: +49 - 331 - 977 4477
soyez@rz.uni-potsdam.de

Daniela Thrän
Universität Potsdam - UP Transfer GmbH
Zentrum für Umweltwissenschaften
Park Babelsberg 14, D-14482 Potsdam
Fax: 49 - 331 - 977 4477
thraen@rz.uni-potsdam.de

Beate Wolf, Rosemarie Klonower
Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg
Dezernat Energie und Umwelt
Dortusstraße 46, D-14467 Potsdam
Fax: +49 - 331 - 39 699
email: beate.wolf@lds.brandenburg.de