© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel, download unter www.biologiezentrum.at

Die ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)

Tools for sustainability: ÖSSA - an ecosystem-based energy and material balance

Wolfgang PUNZ & Rudolf MAIER

Schlagwörter: Ökosystemanalyse; Energiebilanz; Güterbilanz; ökologische Planung; Nachhaltigkeit.

Key words: ecosystem analysis; energy balance; material balance; ecological planning; sustainability.

Zusammenfassung: Die Ökologische Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) stellt ein Instrument für die ökologisch orientierte Planung im Kommunalbereich auf wissenschaftlicher Grundlage dar. Ausgehend von einer nutzungsbezogenen räumlichen Charakterisierung des Untersuchungsgebiets (Einteilung in „Subsysteme") werden - ergänzt durch jeweils verfügbare Daten - Lager und Flüsse in den „Teilprozessen" (Boden, Vegetation, Anthroposphäre...) kalkuliert. Je nach Datenlage und Fragestellung kann die Aussageschärfe einzelner Teilprozesse variiert, es können unterschiedliche Zeitschnitte ermittelt und Zukunftsszenarien erstellt werden. Die ÖSSA integriert natürliche und anthropogene Komponenten des Ökosystems und ermöglicht so die Visualisierung von Flächenverteilung und –entwicklung einerseits, der Stoff- und Energieströme andererseits mit dem Ziel, Bürgern wie Entscheidungsträgern einen „ökologischen Haushaltsplan" vorzustellen. Studien zu zahlreichen österreichischen Gemeinden liegen bereits vor.

Summary: The ÖSSA, an ecosystem-based energy and material balance, provides a scientific tool for sustainable ecological planning on community level. It is based on the structural analysis of the investigated area and calculates stocks and flows of the "processes" (soil, vegetation, anthroposphere etc.) depending on available data and size of order. Past time series as well as the calculation of scenarios are also possible. Integrating natural and anthropogenic components of ecosystems, the ÖSSA visualises distribution and development of land use as well as material and energy fluxes, thereby

© Verlag Alexander Lutz-Bachmann, Schlüterstr. 8, 10629 Berlin, Tel. 030/8827 3070, Fax 030/8827 3071

enabling citizens and decision makers to ecological budgeting. The method was tested with several Austrian townships respective rural communities.

1. Einleitung

„Iam pauca aratro iugera regiae moles relinquent", klagt HORAZ (carm 2,15: „bald werden die königstolzen Hallen dem Pfluge nur noch wenige Joche Land übriglassen"). Landverlust vor zweitausend Jahren? Die großflächige Landschaftsveränderung setzt jedoch erst im zwanzigsten Jahrhundert ein, mit der massiven Be- und Zersiedlung der „offenen" Landschaft in den Tallagen einerseits, der Aufgabe der Landnutzung (und dem Vorrücken des Waldes) in Hoch- und Ungunstlagen andererseits. Gekoppelt sind diese strukturellen Veränderungen in der Kulturlandschaft an eine beträchtliche Zunahme (und Beschleunigung) der Energie- und Materialumsätze und damit einem enormen Ressourcenverbrauch - mit den bekannten Konsequenzen für die Umwelt. Folgerichtig schreibt HODAPP (1994), dass „die Berücksichtigung der stofflich-energetischen Komponente in einer zukünftigen Raum- und Umweltplanung eine zentrale Bedeutung erlangen wird. Ohne eine Bilanzierung der Stoff- und Energieflüsse der Techno-Ökosysteme und ihre Einbindung in eine Gesamtbilanzierung ist weder eine verursacherbezogene Planung noch eine Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit der Landschaften möglich"; und OTTO-ZIMMERMANN (in ADAM 1988) stellt besonders die Rolle der Gemeinden für eine kommunale Umweltbilanzierung heraus: „Das wesentliche Kennzeichen der Naturhaushaltswirtschaft besteht darin, ökologische Ressourcen als „Kapital" zu sehen, die knapp sind und nicht wie z.B. Geld beliebig vermehrbar. Dementsprechend muss ein Organisationsmodell erstellt werden, in dem Form und Ausmaß der Bewirtschaftung dieser knappen ökologischen Ressourcen jährlich exakt für den kommunalen Bereich festgelegt werden." Während diese Diagnose weithin unwidersprochen bleibt, stößt die praktische Umsetzung dieser Forderung auf die Schwierigkeit, die komplexe Realität der veränderten Strukturen und Stoffflusslandschaften adäquat und doch anschaulich für Bürger, Politiker und Entscheidungsträger darzustellen (EWALD 1978, SUKOPP & WITTIG 1998, FISCHER-KOWALSKI & HABERL 1993).

Mit der Ökologischen Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) wurde ein Instrument für die ökologisch orientierte Planung im Kommunalbereich auf wissenschaftlicher Grundlage erarbeitet. Der Begriff Stoffflussanalyse stammt eigentlich aus der Technik, wo sie für Produktionsprozesse schon lange durchgeführt wurde; so führten BACCINI und seine Mitarbeiter erste Analysen für geographische Großräume (Kremstal) durch, die aber ursprünglich die natürlichen Komponenten stark vernachlässigten (BACCINI & BRUNNER 1991, BACCINI et al. 1993, BACCINI & BADER 1996). Die synoptische Methode der ÖSSA integriert

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

natürliche und anthropogene Stoff- und Energieflüsse und wurde auf Basis einer Ökosystemstudie für Wien (im Auftrag von Magistrat und Wissenschaftsministerium; DÖRFLINGER et al. 1995, PUNZ et al. 1996) und einer interdisziplinären Zusammenarbeit mit der TU Wien (im Auftrag der Wiener Zukunftskonferenz; MAIER et al. 1995, BRUNNER et al. 1995) im Rahmen des Kulturlandschaftsforschungsprogramms des BMWK (MAIER et al. 1997, GEISLER et al. 1999) entwickelt (MAIER & PUNZ 2004).

2. Strukturanalyse

Für die räumliche Charakterisierung wird das Untersuchungsgebiet (in der Regel eine politische Einheit z.B. eine Gemeinde) unter Beachtung ökologischer Kriterien in Subsysteme unterteilt; als Grundlage können alle hiefür verfügbaren Daten (Nutzungstypen, Luftbilder, Kataster, Flächenwidmungsplan; historisch etwa der sogen. Franziszeische Kataster usw.) dienen. Das Ergebnis wird kartenmäßig dargestellt, die flächenbezogenen Angaben werden für die Energie- und Stoffflussanalyse benötigt.

Die ausgewählten Beispiele (Abb. 1 und 2) illustrieren den Wandel der räumlichen Situation in der Untersuchungsgemeinde Hainfeld (HAYDN 2002, HAYDN et al. 2003; im Original farbig; die unterschiedliche Gesamtfläche wurde im Vergleich berücksichtigt). Abbildung 1 zeigt den Zustand des Jahres 1820; bei den 11 ausgewiesenen Nutzungstypen dominieren Wiesen (42.6%), Weiden (31%, inklusive Waldweide!) und Äcker (17.5%), während der Wald nur 2.6% und das Bauland nur 0.6% beträgt. Abbildung 2 gibt die Subsystemverteilung im Jahr 1999 wieder: nunmehr nimmt der Wald die größte Fläche (43.7%) ein, gefolgt von den landwirtschaftlichen Nutzflächen mit 43.5%. Die Bauflächen (das Stadtgebiet von Hainfeld ist links unten erkennbar) sind immerhin auf 2.6% gewachsen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.austria-forum.org

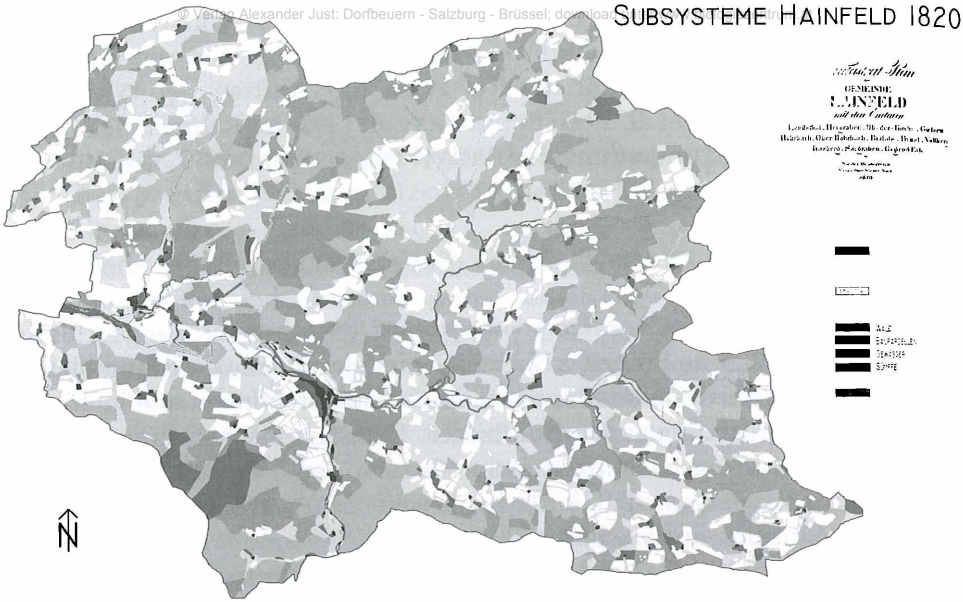


Abb. 1: Strukturanalyse, kartenmäßige Umsetzung (Beispiel). Gliederung einer untersuchten Gemeinde auf Grund historischer Daten in Subsysteme (HAYDN 2002); vgl. Abb. 2.

3. Energie- und Stoffflussanalyse

Die Energie- und Stoffflüsse werden für ausgewählte abgegrenzte Bilanzierungseinheiten, die durch Input, Flüsse und Lager charakterisiert sind, ermittelt; in Anlehnung an die Terminologie der Abfallwirtschaft werden diese Bilanzierungseinheiten als Prozesse bezeichnet. Für diese Prozesse („Vegetation", „Boden", „Anthroposphäre" und „Landwirtschaft" als Minimalvariante) werden in der Regel die Flüsse von Energie, Wasser, Kohlenstoff und Stickstoff ermittelt; vorgeschaltet ist meist die Erstellung einer Güterbilanz.

Zur Illustration der Methode sind vereinfachte Bilanzschemata für einzelne Flüsse nachfolgend wiedergegeben:

© Verlag Alexander Just, Dornbirn, Südtirol, Bozen, Österreich, www.biologiezentrum.at

Energie $Q_S + Q_N + Q_T + Q_M + Q_V + Q_K + Q_Z = 0$

Q_S ..... Strahlungsbilanz
Q_N ..... Energiegehalt der Nettoprimärproduktion
Q_T ..... Energieumsatz Tiere
Q_M ..... Energieumsatz Menschen
Q_V ..... Evaporationsenergie
Q_K ..... Energie der Konvektion
Q_Z ..... Zusätzliche Energie (anthropogene Komponente)

Wasser $Z_0 + A_0 + D_{sp} + NS + ET_0 + A = 0$

Z_0 ..... Oberirdischer Zufluss
A_0 ..... Oberirdischen Abfluss
D_{sp} ..... Versickerung
NS ..... Niederschlag
ET_0 ..... Evapotranspiration
A ..... anthropogene Komponente = $Z_a + A_a + E_{gw} + V_a + ET_a$
Z_a ..... Zufuhr durch Wasserleitungen
A_a ..... Abfuhr durch die Kanalisation
E_{gw} ..... Grundwasser
V_a anthropogen bedingte Versickerung
ET_a ..... Anthropogen bedingte Evaporation

Kohlenstoff $CA_n = NPP - d_r$

CA_n ..... natürliche Kohlenstoffbilanz
NPP ..... Nettoprimärprodukton
d_r ..... Respiration

$CA_a = F_v + O_v + N_v + A_o + EI$

CA_a ..... Kohlenstoffbilanz der Anthroposphäre
F_v Verbrauch an fossilen Energieträgern
O_v ..... Verbrauch an organischen Hilfsenergieträgern
N_v ..... Respiration der Nahrung
A_o ..... Oxidation von Abfällen
EI ..... Export/Import von Gütern

Stickstoff* $N_{Deposition} + N_{AsymbiontischeFixierung} + N_{SymbiontischeFixierung} + N_{Bestandesabfall} + N_{Dünger} + N_{Saatgut} = N_{Denitrifikation} + N_{Nitrifikation} + N_{Abgasung} + N_{Auswaschung} + N_{Ernte} + N_{Aufnahme} + N_{Lagerzuwachs}$

* Exemplarisch für die verschiedenen Stickstoffbilanzen ist hier nur die Bilanzgleichung für Ein- und Austräge im Prozess Boden formuliert.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

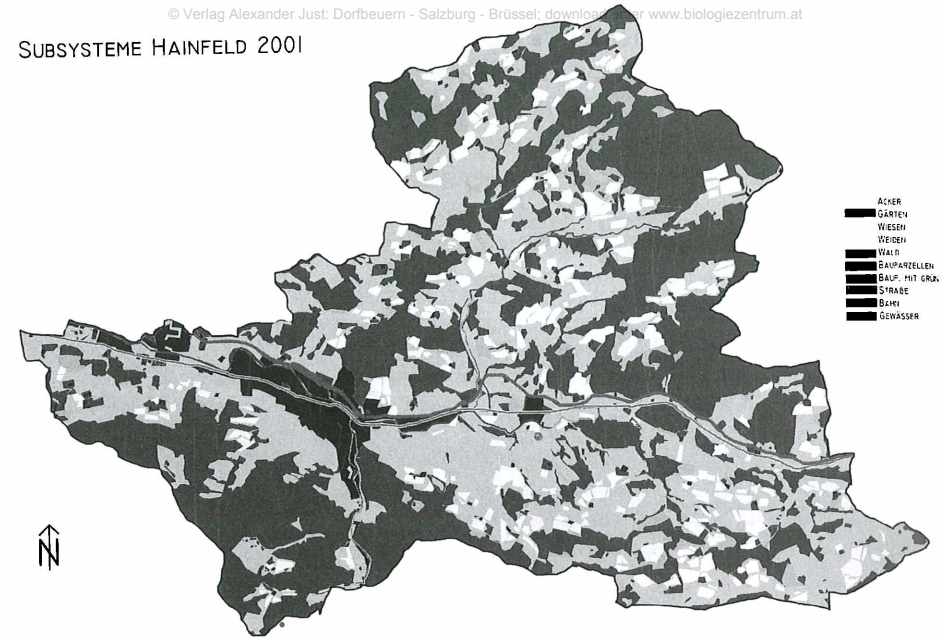


Abb. 2: Strukturanalyse, kartenmäßige Umsetzung (Beispiel). Gliederung einer untersuchten Gemeinde (aktuelle Situation) in Subsysteme (HAYDN 2002); vgl. Abb. 1. Auch auf der schwarzweißen Wiedergabe sind die Abnahme der kleinteiligen Gliederung sowie die Zunahme von Wald und Siedlungsfläche gut erkennbar.

Die unterschiedliche Quellenlage bedingt, dass nicht nur lokale Unterlagen benutzt werden können, sondern gegebenenfalls auch auf regionale und nationale statistische Daten rekurriert werden muss. Die graphische Umsetzung der Ergebnisse berücksichtigt das Kreislaufprinzip in Ökosystemen wie auch die Stoffflussschemata der Abfallwirtschaft (BRUNNER & RECHBERGER 2003).

Als Beispiele (historisch/aktuell) für eine Gesamtgüterbilanz mögen die Abbildungen 3 und 4 dienen, welche an Hand der „Gesamtgüterbilanz" die Stoffflusssituation der Gemeinde Bisamberg zur Zeit des franziszeischen Katasters und heute (1996) zeigen (MAIER et al. 1997, 2003, AIGNER 2000). Bei der Betrachtung der Güterbilanz 1820 (Abb. 3) fallen die weitgehende „Autonomie" des Systems (geschlossene Kreisläufe!) sowie der geringe Anteil der anthropogenen Flüsse im Vergleich zur heutigen Situation auf. Der einzige nennenswerte Güterfluss, der aus dem System Bisamberg hinausführt, ist der Export landwirtschaftlicher Produkte ins Umland (v.a. Wien). Lediglich das berechnete „Lager"

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

von Baumaterialien erreicht die Größenordnung der natürlichen (also in Biomasse gespeicherten) Stoffe. Im Vergleich dazu fällt bei der Situation des Jahres 1996 (Abb.4) sofort die Offenheit der Güterflüsse ins Auge; vor allem die Anthroposphäre weist zahlreiche, zum Teil beträchtliche Input- und Outputparameter auf. Die größten Flüsse in das System sind der Trinkwasserimport (312.000 t), der Energieträgerimport (4.100 t) und der Nahrungsmittelimport (3.500 t). Diese Güter verlassen das System nach entsprechender Umwandlung in andere Formen (CO_2, Fäkalien, Müll ...) in annähernd gleicher Größenordnung; hinzu kommt der (gegenüber historischen Verhältnissen stark gestiegener) Ernteexport (etwa 3.000 t). Trotz der Zunahme der pflanzlichen Biomasse gegenüber 1820 übersteigt das anthropogene Lager das natürliche etwa um das Doppelte.

4. Einsatz und Erweiterungsmöglichkeiten

Die ÖSSA stellt ein Instrument der ökologisch orientierten Planung vorwiegend für den Kommunalbereich auf wissenschaftlicher Basis dar. Die Visualisierung durch Subsystemkarten und diagrammatischer Darstellung von Stoff- und Energieflüssen ermöglicht eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für Planung, Verwaltung und Bürger. Eine Ergänzung durch Zeitschnitte in Vergangenheit (vgl. Abb. 1, 3) und Zukunft (Szenarienentwicklung) ist ebenso möglich wie eine Fokussierung (kombiniert mit entsprechender Präzisierung) auf einzelne Stoffflüsse.

Als Beispiel für die beiden letztgenannten Erweiterungsmöglichkeiten kann die Stickstoffbilanz für Wien (Abb. 5) dienen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde für ein einziges „Gut", nämlich den Stickstoff ein detailliertes Stoffflussschema erarbeitet, welches durch die Quantifizierung aller zugänglichen Teilflüsse die Stickstoffbilanz so genau wie möglich abbildet. Eine solche Darstellung hat zum Ziel, Planung und Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen (so etwa Antwort auf die Fragen, an welchen Stellen des Stoffstromsystems der Stofffluss einer möglichst effizienten Steuerung zugänglich ist; welche Regelungsinstrumente je nach Ansatzpunkt besonders wirksam sind usw.; vgl. BMU 1996) zu ermöglichen, ebenso wie eine (hier dargestellte) Extrapolation der Untersuchung (Stand 1996) auf das Jahr 2006, oder auch eine Szenarienentwicklung für hypothetisch nachhaltige Bedingungen (Details bei GEISLER 1998).

Einen Überblick über bereits vorliegende Untersuchungen auf kommunaler Ebene gibt Tabelle 1. Darüber hinaus wurden im Rahmen von Projektstudien der Universität Wien die Wiener Bezirke II, XVI, XVIII und XX sowie die niederösterreichischen Gemeinden Hagenbrunn und Traiskirchen mit der Methode der ÖSSA bearbeitet.

© Verlag Alexander Just, Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel, download unter www.biologiezentrum.at

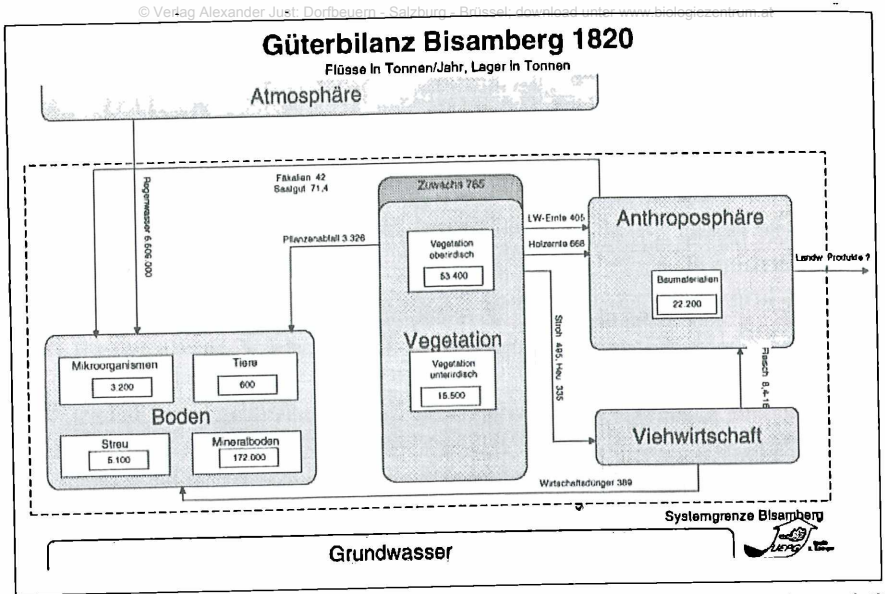


Abb. 3: Stofflussdiagramm (Beispiel) einer untersuchten Gemeinde auf Grund historischer Daten (MAIER et al. 1997); vgl. Abb. 4.

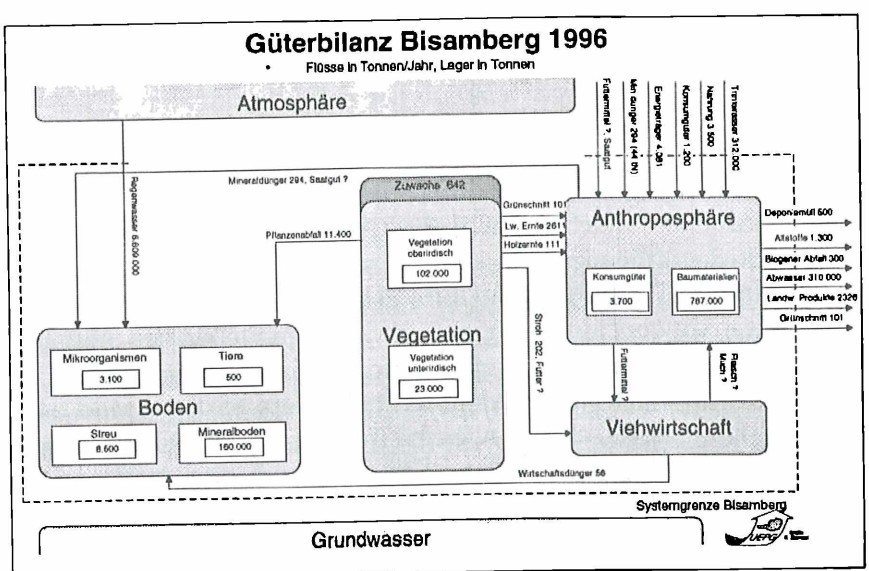


Abb. 4: Stofflussdiagramm (Beispiel) einer untersuchten Gemeinde auf Grund historischer Daten (MAIER et al. 1997); vgl. Abb. 3. Die Zunahme des Energie- und Materialdurchsatzes ist deutlich erkennbar.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg

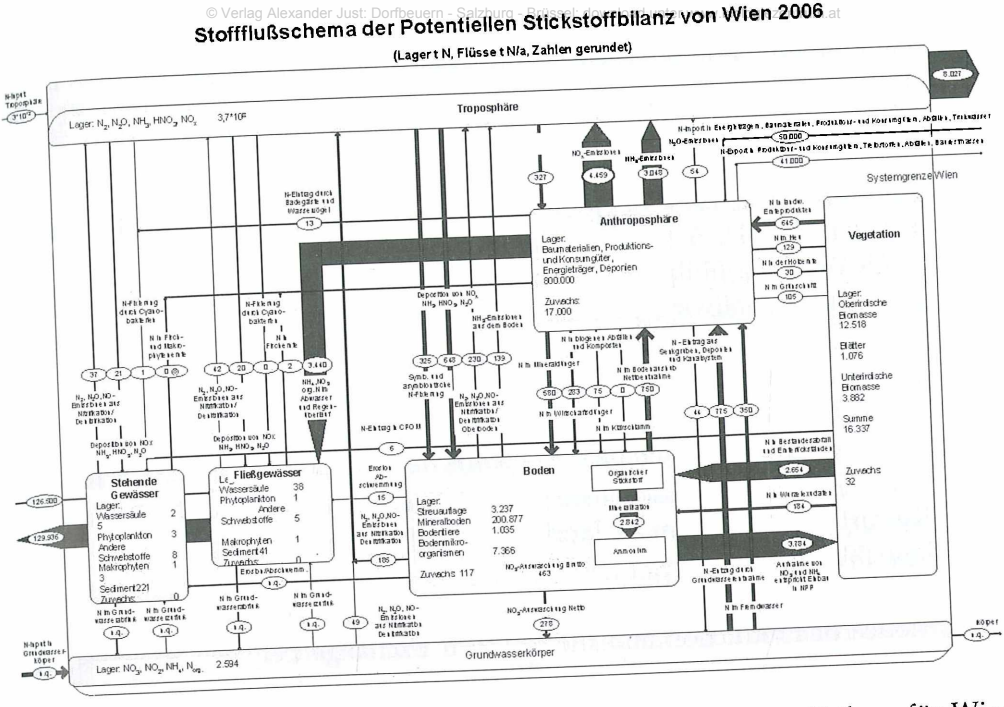


Abb.5: Das (vereinfachte) Diagramm der „Potentiellen Stickstoffbilanz für Wien 2006" zeigt am Beispiel eines Zukunftsszenarios die Fokussierung auf einen einzigen Stofffluss (Stickstoff) bei entsprechender Tiefenschärfe (GEISLER 1998).

5. Literatur

ADAM, K., 1988: Stadtökologie in Stichworten. - Hirt Unterägeri.

AIGNER, B., 2000: Ökologische Charakteristik der Marktgemeinde Bisamberg. Diplomarbeit Univ. Wien.

BACCINI, P & BADER, H., 1996: Regionaler Stoffhaushalt – Erfassung, Bewertung und Steuerung. - Spektrum Verlag, Heidelberg.

BACCINI, P. & BRUNNER, P., 1991: Metabolism of the Anthroposphere. – Springer Berlin.

BACCINI, P DAXBECK, H., GLENCK, E. & HENSELER, G., 1993: Metapolis. Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. - Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaft Zürich.

© Verlag Alexander Art Tutzing, Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

BMU, 1996 = Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Umwelt an den Nationalrat. Teil B: Umweltkontrolle und Bestandsaufnahmen. BMU Wien.

BRUNNER, P.H. & RECHBERGER, H., 2003: Practical Handbook of Material Flow Analysis. - CRC Lewis Publisher, Baton Rouge.

BRUNNER, P.H., DAXBECK, H., LAMPERT, C., MORF, L., OBERNOSTERER, R., RECHBERGER, H. & REINER, I., 1995: Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien, Stoffbilanzen. - Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft der TU Wien.

DÖRFLINGER, A.N., HIETZ, P., MAIER, R., PUNZ, W. & FUSSENEGGER, K,.1995: Ökosystem Großstadt Wien. Quantifizierung des Energie-, Kohlenstoff-, und Wasserhaushaltes unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation. - Im Auftrag des BMWF und des Magistrats der Stadt Wien (MA 22). Wien.

EWALD, K.C., 1978: Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. - Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland 30: 55-308.

FISCHER-KOWALSKI, M. & HABERL, H., 1993: Metabolism and Colonisation. Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature. - Schriftenreihe Soziale Ökologie 32, IFF, Wien.

GEISLER, A., 1998: Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien. - Diplomarbeit Univ. Wien.

GEISLER, A., 2005: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) und Beitrag zu einer konsistenten Kohlenstoff-Datenbank für Österreich. - Dissertation Universität Wien.

GEISLER, A., MAIER, R., PUNZ, W., AIGNER, B. & PAVLICEV, M., 1999: Ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse II. Abschlußbericht SU2 [Projektphase 2]. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien. Im Auftrag BMWV BKA BMU Wien.

GERGELYFI, H., 2001: Blei im Ökosystem Großstadt Wien. - Diplomarbeit Univ. Wien.

GRUBER-KÖLLERSBERGER, M., MAIER, R. & PUNZ, W., 2003: Ökologisches Profil der Stadt Krems an Hand einer Strukturanalyse und ausgewählten Stoffflüssen. - Wiss.Mitt. Niederösterr. Landesmuseum 15: 157-194.

HAYDN, M., 2002: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Gemeinde Hainfeld. - Diplomarbeit Univ. Wien.

HAYDN, M., PUNZ, W. & MAIER, R., 2003: Hainfeld (N.Ö.) 1820 und 1999. Flächenstruktur, Energie- und Kohlenstoffbilanz. Wiss.Mitt. Niederösterr. Landesmuseum 15: 115-156.

© Verlag Alexander Just; Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

HODAPP, U., 1994: Von der Raumordnung zur Umweltordnung Planerische Konsequenzen eines ökosystemaren Denkansatzes.Raumforschung und Raumordnung, Heft 4/5.

JAINDL, M., 2001: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Landeshauptstadt Freistadt Eisenstadt. - Diplomarbeit Univ. Wien.

KÖLLERSBERGER, M., 2001: Ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse der Stadt Krems. - Diplomarbeit Univ. Wien.

KREUZSTETTEN, 2005: Flächennutzungsstruktur und Analyse von Energie-Kohlenstoff und Stickstoffflüssen in einer landwirtschaftlich geprägten Gemeinde im Weinviertel. Projektpraktikum „Ökologie von Siedlungsräumen" am Department für Ökophysiologie und funktionelle Anatomie der Pflanzen (Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien).

LEIDENFROST, I., 2006: Kohlenstoffbilanz und Kohlendioxidreduktionspotentiale der Gemeinde Krems an der Donau. - Diplomarbeit Univ. Wien.

LEOBENDORF, 2006. Analyse von Struktur, Kohlenstoff-, Stickstoff-, Güter- und Energieflüssen der Marktgemeinde Leobendorf. - Projektpraktikum „Ökologie von Siedlungsräumen" am Department für Ökophysiologie und funktionelle Anatomie der Pflanzen (Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien).

MAIER, R., PUNZ, W., WEIHS, P., DÖRFLINGER, A.N., EISINGER, K., FUSSENEGGER, K., GEISLER, A., & GERGELYFI, H., 1995: Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung Wiens. Wissenschaftliche Berichte der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz 19, Wien.

MAIER, R., GEISLER, A., AIGNER, B., EISINGER, K., GÖD, U. & PUNZ, W., 1997: Die Dynamik der Urbanen Agglomeration als Determinante der Kulturlandschaftsentwicklung. Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Marktgemeinde Bisamberg. Abschlußbericht SU2 SM1 PP1. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien. Im Auftrag BMWV BKA BMU Wien.

MAIER, R., GEISLER, A, AIGNER, B. & PUNZ, W., 2003: Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck. Eine ökologische Analyse der Marktgemeinde Bisamberg aus historischer und aktueller Sicht. - Wiss.Mitt. Niederösterr. Landesmuseum 15: 195-282.

MAIER, R. & PUNZ, W., 2004: Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) 3 Fallstudien. Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Wien. 184pp.

PAVLICEV, M., 1998: Ökosystemare Stoffflußanalyse der Stadt Ptuj im Nordosten Sloweniens. - Diplomarbeit Univ. Wien.

PAVLICEV, M., PUNZ, W. & MAIER, R., 2000: Ökosystemare Stoffflußanalyse der Stadt Ptuj (SLO). - Verh. Zool.-Bot.Ges. 137: 265-283.

©Verlag Alexander Koch, Postfach 10 61 42, D-70052 Stuttgart, Download unter www.biologiezentrum.at

PICHLER, R., 1999: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Marktgemeinde Persenbeug-Gottsdorf. - Diplomarbeit Univ. Wien.

PUNZ, W., MAIER, R., HIETZ, P. & DÖRFLINGER, A.N., 1996: Der Energie- und Stoffhaushalt Wiens. - Verh. Zool.-Bot. Ges. 133: 27-39.

RATH, M., 2000: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Marktgemeinde Riegersburg. - Diplomarbeit Univ. Wien.

SUKOPP, H. & WITTIG, R., 1998: Stadtökologie. Fischer Stuttgart.

WAPPEL, D., 2002: Der Einfluß der anthropogenen Energieverwendung auf den Energiehaushalt und Kohlenstoffhaushalt natürlicher Ökosysteme am Beispiel der Marktgemeinde Pinggau. - Diplomarbeit Univ. Wien.

ZIEHMAYER, D., 2000: Die historische und die aktuelle Gemeinde Altenberg bei Linz. Eine Analyse ausgewählter Stoffkreisläufe. Diplomarbeit Univ. Wien.

ZIEHMAYER, D., MAIER, R. & PUNZ, W., 2002a: Struktur- und Stoffflussanalyse zur ökologischen Bilanzierung einer Gemeinde am Beispiel der historischen und aktuellen Situation von Altenberg bei Linz. - Wissenschaftliche Nachrichten BMBWK 118: 9-14.

ZIEHMAYER, D., MAIER, R. & PUNZ, W., 2002b: Ökologische Bilanzierung der Gemeinde Altenberg bei Linz auf Basis von Energie, Kohlenstoff und Stickstoff im historischen und aktuellen Vergleich. Verh.Zool.-Bot. Ges. 139: 97-108.

Eingelangt: 4/2004

Angenommen: 7.7.2005

Adresse:

Ass.Prof.Mag.Dr. Wolfgang PUNZ
Univ.-Prof.Dr. Rudolf MAIER
Fakultätszentrum Ökologie
Universität Wien
Althanstrasse 14
A-1090 Wien

Email:

wolfgang.punz@univie.ac.at
rudolf.maier@univie.ac.at

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalysen (ÖSSA) von Gemeinden und Städten durch die Arbeitsgruppe UEPG (Department für Ökophysiologie und funktionelle Anatomie der Pflanzen - Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien; vormals Abteilung für Ökophysiologie der Pflanzen - Institut für Ökologie und Naturschutz). Aktualisiert 2006.

Untersuchungsgebiet	Jahr	Autor	Typ
Wien	1998	GEISLER	Diplomarbeit
Ptuj	1998	PAVLICEV	Diplomarbeit
Niedernsill	1999	GEISLER et al.	Projektbericht
Hirschegg	1999	GEISLER et al.	Projektbericht
Persenbeug	1999	PICHLER	Diplomarbeit
Ptuj	2000	PAVLICEV et al.	Publikation
Bisamberg	2000	AIGNER	Diplomarbeit
Riegersburg	2000	RATH	Diplomarbeit
Altenberg	2000	ZIEHMAYER	Diplomarbeit
Eisenstadt	2001	JAINDL	Diplomarbeit
Krems	2001	KÖLLERSBERGER	Diplomarbeit
Wien	2001	GERGELYFI	Diplomarbeit
Altenberg	2002	ZIEHMAYER et al. (a,b)	Publikation
Hainfeld	2002	HAYDN	Diplomarbeit
Pinggau	2002	WAPPEL	Diplomarbeit
Bisamberg	2003	MAIER et al.	Publikation
Krems	2003	GRUBER-KÖLLERSBERGER et al.	Publikation
Hainfeld	2003	HAYDN et al.	Publikation
Kreuzstetten	2005		Projektstudie
(*Methodenentwicklung*)	2005	GEISLER	Dissertation
Krems	2006	LEIDENFROST	Diplomarbeit
Leobendorf	2006		Projektstudie

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 14

Autor(en)/Author(s): Maier Rudolf, Punz Wolfgang

Artikel/Article: Die ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) 257-269