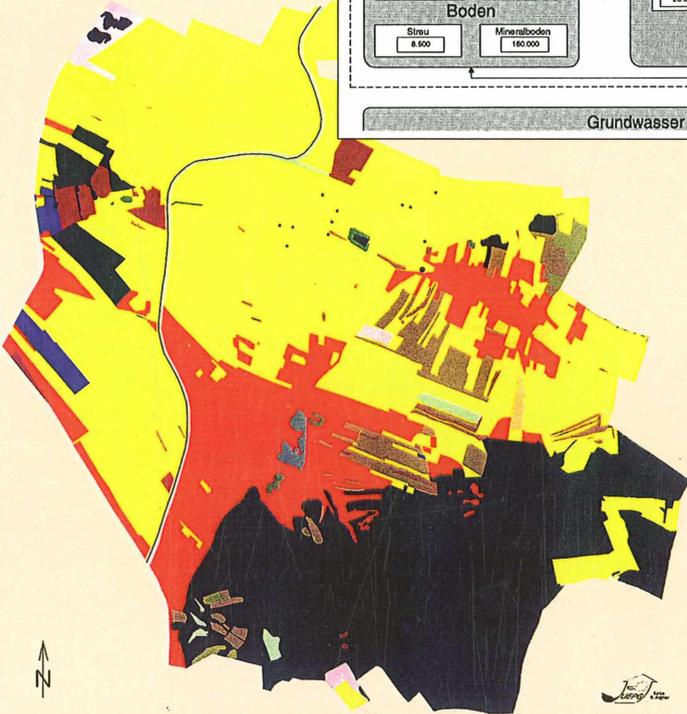
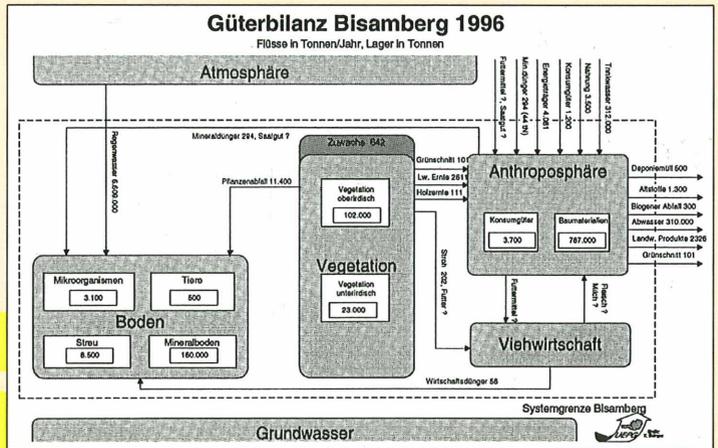


Die ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)



3 Fallstudien
Bisamberg
Hainfeld
Krems

Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)

3 Fallstudien

Bisamberg

Hainfeld

Krems

**Herausgegeben von
RUDOLF MAIER & WOLFGANG PUNZ**

Die 3 Fallstudien sind ein unveränderter Nachdruck aus den Mitteilungen des N.Ö. Landesmuseums mit Genehmigung der Schriftleitung

MAIER R. & PUNZ W. (Hg.)
Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA).
3 Fallstudien Bisamberg – Hainfeld – Krems
ISBN 3-901294-09-0
Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich
Wien 2004

Inhaltsverzeichnis

Karl SCHLIEFELLNER:

Vorwort

Rudolf MAIER & Wolfgang PUNZ:

Die Methode der ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse
(Einleitung)

Rudolf MAIER, Andreas GEISLER, Bettina AIGNER, & Wolfgang PUNZ:

Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck. Eine ökologische Analyse der Markt-
gemeinde Bisamberg aus historischer und aktueller Sicht

Martina HAYDN, Wolfgang PUNZ & Rudolf MAIER:

Hainfeld (NÖ) 1820 und 1999. Flächenstruktur, Energie- und Kohlenstoff-
bilanz

Martina GRUBER-KÖLLERSBERGER, Rudolf MAIER & Wolfgang PUNZ:

Ökologisches Profil der Stadt Krems an Hand einer Strukturanalyse und aus-
gewählten Stoffflüssen

Vorwort

Als Bürgermeister von Bisamberg in den Jahren von 1985–2000 konnte ich vieles aus historischer und aktueller Sicht über unsere Kulturlandschaft durch meinen Freund Prof. Dr. Rudolf Maier in Erfahrung bringen.

Prof. Dr. Rudolf Maier war in verschiedenen Funktionen, insbesondere als geschäftsführender Gemeinderat für Umweltschutz, Gesundheit, Abfallbeseitigung, Feuerwehrwesen, Ortsbild- und Brauchtumpflege ebenfalls 15 Jahre in der Marktgemeinde Bisamberg tätig, er war mein fachkundiger Wegbegleiter und hat wesentlichen Anteil an der positiven Entwicklung unserer Gemeinde. Ich gehöre einer Generation an, die die Auswirkungen des Zweiten Weltkrieges noch selbst verspürte. Zweifelsohne war es in den Nachkriegsjahren notwendig, dem materiellen Nichts durch vollen Einsatz im Glauben an Wirtschaftswachstum und Technisierung entgegenzutreten.

Es ist gelungen, wieder Lebensqualität in die Gemeinden zu bringen. Gerade im Umland von Wien führte der Aufschwung zu starker Siedlungstätigkeit, durchaus erwünscht, ist doch damit auch eine Aufbesserung des Gemeindebudgets verbunden. Doch die Attraktivität als Wohngemeinde ist an eine entsprechende Infrastruktur, genauso wie an eine abwechslungsreiche Kulturlandschaft gebunden. Die Entscheidung musste getroffen werden: Quantität oder Qualität?

Die Frage ist für Bisamberg beantwortet, wenn eine Gemeinde 15-jähriges Bauland, aufgeschlossen durch Straßen, versorgt mit Wasser, Strom, Gas und Telefon in Grünland-Wald rückwidmet. Als Bürgermeister hatte ich den Mut, bei meiner Amtsübernahme im Jahre 1985 diesen Schritt zu setzen. Nein zu sagen zu attraktiven Baugründen in einem Ausmaß von 40.000 m², das war etwa die Hälfte des gewidmeten Baulandes in diesem sensiblen Bereich am Hang des Bisamberges, und ja zu sagen zu einer Wohnqualität, die der bestehenden, durchaus nicht knappen infrastrukturellen Kapazität angepasst war, die aber durch ein Mehr von ca. 1000 Bewohnern und ca. 500 Autos ihre Grenzen wesentlich überschritten hätte. Nicht im Sinne aller Gemeinderäte, aber bestärkt durch die Unterstützungserklärungen vieler Bisamberger wurde die Rückwidmung Wirklichkeit. Schwierig war das Suchen nach den Budgetmitteln, die diese Rückwidmung von aufgeschlossenem Bauland nach sich zog – es waren 72 Millionen Schilling aufzubringen. Dank der Hilfe des Vereines NÖ-Wien – Gemeinsame Erholungsräume, dank der gemeinnützigen Wohnbaugesellschaft WET, und hier insbesondere

des Geschäftsführers KR Direktor Ferdinand Rubel, blieben als Belastung des Gemeindegelds 12 Millionen Schilling übrig.

Was wir damals mehr aus dem Gefühl heraus umsetzten, kann heute durch die wissenschaftliche Arbeit von Prof. Dr. Rudolf Maier, Mag. Andreas Geisler, Mag. Bettina Aigner und Ass.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang Punz in ihrer Studie über Bisamberg im Rahmen eines interdisziplinären Projektes als richtige Entscheidung gewertet werden.

Es war kein Zufall, dass die Marktgemeinde Bisamberg zum Pilotprojekt der Kulturlandschaftsforschung: „Die Dynamik urbaner Agglomerationen als Determinante der Kulturlandschaftsentwicklung“ ausgewählt wurde. Was immer ich mir damals darunter vorstellte, es war wohl der Blick in die Zukunft, der mich als Bürgermeister – natürlich bestärkt durch die Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Rudolf Maier – veranlasst hat, das Gemeindeamt für das Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, das Institut für Raumplanung und ländliche Neuordnung der Universität für Bodenkultur in Wien, das Interdisziplinäre Institut für Umwelt und Wirtschaft der Wirtschaftsuniversität Wien, das Österreichische Ökologieinstitut für angewandte Umweltforschung in Wien sowie für die Raumplanungsbüros Ingenieurbüro Rosinak in Wien und Arch. DI Helmut Hoffmann in Graz zu öffnen.

Aus diesem umfangreichen Werk liegen nun die Ergebnisse der Struktur- und Stoffflussanalyse von Bisamberg in publizierter Form vor. Gleichzeitig sind auch schon Nachfolgestudien im Buch enthalten. Es lohnt sich also, offen zu sein für die heutige Sichtweise ökologischer Forschung.

Ich möchte diesem Team für die Schaffung dieser für den Ort Bisamberg so wesentlichen wissenschaftlichen Grundlage herzlich danken. Ich kann nur hoffen, dass meine Nachfolger sich nicht nur vom momentanen tagespolitischen Erfolg leiten lassen und diese wissenschaftliche Arbeit für die weitere Entwicklung unseres Ortes als Grundlage betrachten.

Karl Schließner
Bürgermeister a. D.

Die Methode der ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse

Rudolf MAIER & Wolfgang PUNZ

Kommunale Planung ist oft mehr vom Reagieren als vom Agieren geprägt. Der Stellenwert der natürlichen Lebensgrundlagen, der wünschenswerte Erhalt unversiegelter Flächen, in jüngster Zeit auch noch die geeignete Anwendung des mittlerweile allgemein akzeptierten Prinzips der Nachhaltigkeit – all diese Zielvorstellungen werden zwar verbal uneingeschränkt bejaht, aber kaum in adäquater Weise umgesetzt.

Hiefür sind viele Gründe massgeblich. Sicherlich nicht der unwesentlichste ist der Umstand, dass zwar ökologische Bewertungen von Gemeinden unter den Stichwörtern „Ökobudget“, „Kommunaler ökologischer Haushaltsvoranschlag“, „jährliche Naturhaushaltsrechnung mit ökologischer Bilanz“ u. dgl. wohl von verschiedenen Seiten gefordert werden, dass jedoch „griffige“ Instrumente und Argumentationshilfen vielfach fehlen. So schreibt einerseits 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.“ Andererseits 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, THRÄN & SOYEZ 2000).

Dies waren die forschungsleitenden Gedanken, die zur Entwicklung der Methode „Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse, „ÖSSA““ geführt haben,

welche als Basis einer derartigen kommunalen „Öko-Buchhaltung“ dienen könnte. 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 natürliche und anthropogene Stoff- und Energieflüsse und wurde auf Basis einer Ökosystemstudie für Wien (im Auftrag von Magistrats und Wissenschaftsministeriums; 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, 1996, BRUNNER et al. 1995) im Rahmen des Kulturlandschaftsforschungsprogramms des BMWK entwickelt (MAIER et al. 1997, GEISLER et al. 1999).

Die Methode der ÖSSA

Die synoptische Methode der ÖSSA basiert auf einem integrativen Ansatz, welcher sich aus einer Strukturanalyse und einer anschließenden Energie- und Stoffflussanalyse zusammensetzt.

Strukturanalyse

Grundlage ist eine Ermittlung der kommunalen Flächennutzungsstruktur auf ökologischer Basis. Hierbei wird – möglichst unter Verwendung vorhandener Daten – das Gemeindegebiet nach ökologischen Kriterien in Subsysteme eingeteilt und flächenmäßig quantifiziert. Als Grundlage können alle hierfür verfügbaren Daten (Nutzungstypen, Luftbilder, Kataster, Flächenwidmungsplan; historisch etwa der sogenannte „Franziszische Kataster“ usw.) dienen. Das Ergebnis wird kartenmäßig dargestellt; die flächenbezogenen Angaben werden für die Energie- und Stoffflussanalyse benötigt.

Energie- und Stoffflussanalyse

Auf Basis der in der Strukturanalyse ermittelten Daten werden Energie- und Stoffflüsse für ausgewählte abgegrenzte Bilanzierungseinheiten, die durch Input, Flüsse und Lager charakterisiert sind, ermittelt; in Anlehnung an die Terminologie der Abfallwirtschaft (BACCINI et al. 1993) werden diese Bilanzierungseinheiten als Prozesse bezeichnet. Für diese Prozesse („Vegetation“, „Boden“, „An-

throsphäre“ und „Landwirtschaft“ als Minimalvariante) werden in der Regel die Flüsse von Energie, Wasser, Kohlenstoff und Stickstoff ermittelt; vorgeschaltet ist meist die Erstellung einer Güterbilanz. Charakteristisch für die Methode der ÖSSA ist dabei die *gleichzeitige* Ermittlung von natürlichen und anthropogenen Stoffflüssen, da aus ökologischer Sicht der Balance bzw. Imbalance zwischen diesen beiden Komponenten eine wesentliche Aussagekraft zukommt. 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). Zur Illustration der Methode sind vereinfachte Bilanzschemata für einzelne Flüsse nachfolgend wiedergegeben.

$$\text{Energie } Q_S + Q_N + Q_T + Q_M + Q_V + Q_K + Q_Z = 0$$

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)*

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

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	<i>natürliche Kohlenstoffbilanz</i>
NPP	<i>Nettoprimärproduktion</i>
d_r	<i>Respiration</i>
	$CA_a = F_v + O_v + N_v + A_o + EI$
CA_a	<i>Kohlenstoffbilanz der Anthroposphäre</i>
F_v	<i>Verbrauch an fossilen Energieträgern</i>
O_v	<i>Verbrauch an organischen Hilfsenergieträgern</i>
N_v	<i>Respiration der Nahrung</i>
A_o	<i>Oxidation von Abfällen</i>
EI	<i>Export/Import von Gütern</i>

Stickstoff*)

$$\begin{aligned}
 & N_{\text{Deposition}} + N_{\text{AsymbiotischeFixierung}} + N_{\text{SymbiotischeFixierung}} + N_{\text{Bestandesabfall}} + N_{\text{Dünger}} + N_{\text{Saatgut}} = \\
 & = N_{\text{Denitrifikation}} + N_{\text{Nitrifikation}} + N_{\text{Abgasung}} + N_{\text{Auswaschung}} + N_{\text{Ernte}} + N_{\text{Aufnahme}} + N_{\text{Lagerzuwachs}}
 \end{aligned}$$

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

Produkt

Das Ergebnis der ÖSSA ist einerseits die kartenmäßige Darstellung von ökologisch unterschiedlichen Flächen (Subsysteme), andererseits die diagrammatische Darstellung von Stoff- und Energieflüssen im Untersuchungsgebiet. Die Visualisierung durch Subsystemkarten und die Darstellung von Stoff- und Energieflüssen ermöglicht eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für Planung, Verwaltung und Bürger.

Erweiterungsmöglichkeiten

Je nach Auftragsumfang bzw. Datenlage ermöglicht die ÖSSA zahlreiche Erweiterungsmöglichkeiten bzw. Modifikationen. An erster Stelle ist hier die Ergänzung durch Zeitschnitte zu nennen, also die Ermittlung vergleichbarer Daten aus der Vergangenheit. Klassisches Beispiel hierzu ist der Vergleich mit den sehr detaillierten Angaben des sogenannten „Franzsiszeichen Katasters“. Umgekehrt können die Ergebnisse extrapoliert bzw. in Form von Szenarientwicklung weiterentwickelt werden (vgl. auch AIGNER et al. 1999). Die einzelnen Bilanzen bzw. Teilbilanzen können ebenso je nach Fragestellung vereinfacht oder verfeinert

werden; als Extrembeispiel einer derartigen Präzisierung sei die Stickstoffbilanz für Wien von GEISLER (1998) genannt.

Die ÖSSA – eine erprobte Methode

Die „ÖSSA“ wurde im Rahmen des Projekts „Kulturlandschaftsforschung“ des BMJUF entwickelt (MAIER et al. 1997, GEISLER et al. 1999); grundlegende Voraussetzungen hierfür bildeten die Untersuchungen zum Ökosystem Wien von DÖRFLINGER et al. 1995 und MAIER et al. 1996 (vgl. auch PUNZ et al. 1996, PUNZ & MAIER 2005). Die nachfolgend angeführten Studien folgten: Wien (GEISLER 1998), Ptuj (PAVLICEV 1998, PAVLICEV et al. 2000), Persenbeug (PICHLER 1999), Bisamberg (AIGNER 2000, MAIER et al. 2003), Riegersburg (RATH 2000), Altenberg (ZIEHMAYER 2000, ZIEHMAYER et al. 2002a,b), Eisenstadt (JAINDL 2001), Krems (KÖLLERSBERGER 2001, GRUBER-KÖLLERSBERGER et al. 2003), Hainfeld (HAYDN 2002, HAYDN et al. 2003), Pinggau (WAPPEL 2002). Darüber hinaus liegen in Form von Projektstudien der Universität Wien zahlreiche weitere Struktur- und Stoffflussanalysen sowohl aus dem ländlichen Raum als auch dem großstädtischen Bereich vor (Hagenbrunn, Traiskirchen, mehrere Wiener Bezirke).

Zu den vorliegenden Fallstudien

Die erste Fallstudie (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: 195–281*) spiegelt die ursprünglich entwickelte ÖSSA am besten wieder: es ist ein Zeitvergleich zwischen 1820 und der Gegenwart auf der Basis von Flächennutzung einerseits, von Güter- und Energiebilanzen andererseits dargelegt.

Während sich die vorgenannte Arbeit mit einer stadtnahen Gemeinde (Bisamberg) befasst, welche im Untersuchungsintervall von 150 Jahren auch grossen Veränderungen hinsichtlich Bevölkerung und Flächennutzung unterworfen war, widmet sich die zweite Arbeit (HAYDN, M., PUNZ, W. & MAIER, R., 2003: *Hainfeld (N.Ö.) 1820 und 1999. Flächenstruktur, Energie- und Kohlenstoffbilanz. – Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum 15: 115–155*) einer durch Forst- und Landwirtschaft geprägten Voralpengemeinde. Der grossflächige Nutzungswandel ist hier eher auf die genannten Subsysteme beschränkt; es werden jedoch auch hier eingehend die sozioökonomischen Rahmenbedingungen, welche diesen Wandel begleitet und teilweise bedingt haben, vorgestellt und diskutiert.

Die dritte Fallstudie beleuchtet Krems (*GRUBER-KÖLLERSBERGER, M., MAIER, R. & PUNZ, W., 2003: Ökologisches Profil der Stadt Krems an Hand einer Struktur-analyse und ausgewählten Stoffflüssen. – Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum 15: 157–193*), eine Kleinstadt, wenn auch in einer spezifischen naturräumlichen Situation. Anders als bei den beiden vorgenannten Arbeiten wurde hier auf einen zusätzlichen Zeitschnitt verzichtet. Mit dem Umlegen der Stoffflussergebnisse auf Pro-Kopf-Daten und einer Kalkulation des ökologischen Fussabdrucks für verschiedene Zukunftsszenarien besitzt diese Arbeit einen stärkeren Schwerpunkt für die unmittelbare Anwendungsorientierung.

Dank

Das Entgegenkommen der Schriftleitung der „Mitteilungen aus dem NÖ Landesmuseum“ ermöglichte es uns, die vorgelegten Studien auf einfache Weise einem breiteren Kreis zugänglich zu machen. Der Schriftleitung, namentlich Herrn HR Dr. Erich STEINER sei dafür an dieser Stelle unser Dank ausgesprochen.

Literatur

- ADAM, K., 1988: Stadtökologie in Stichworten. – Hirt Unterägeri.
- AIGNER, B., DOSTAL, E., FAVRY, E., FRANK, A., GEISLER, A., HIESS, H., LECHNER, R., LEITGEB, M., MAIER, R., PAVLICEV, M., PFEFFERKORN, W., PUNZ, W., SCHUBERT, U., SEDLACEK, S., TAPPEINER, G. & WEBER, G., 1999 Szenarien der Kulturlandschaft. BMWV (Hg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft 5, Wien.
- 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.
- 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., 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.
- 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: 157–193.
- 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: 115–155.
- 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.
- 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., PUNZ W., DÖRFLINGER A., EISINGER K., GEISLER A. & GERGELYFI H. 1996: Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung Wiens. Im Auftrag Fa. Compress.
- 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: 195–281.
- 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.

- 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.
- PUNZ W. & MAIER R., 2005: Die ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). Sauteria, in pr.
- RATH, M., 2000: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Marktgemeinde Riegersburg. – Diplomarbeit Univ. Wien.
- SUKOPP, H. & WITTIG, R., 1998: Stadtökologie. Fischer Stuttgart.
- THRÄN, D. & SOYEZ, K. (Hg.), 2000: Der Stoffhaushalt ländlicher Regionen. Brandenburgische UmweltBerichte 9. Schriftenreihe Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Potsdam
- 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.

Univ.-Prof. Dr. Rudolf MAIER & Ass.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang PUNZ
Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Wien
A-1090 Wien, Althanstrasse 14
E-Mail: rudolf.maier@univie.ac.at, wolfgang.punz@univie.ac.at

Kurzfassung

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. Der vorliegende Band fasst die bereits publizierten Ergebnisse zu drei niederösterreichischen Gemeinden Bisamberg, Hainfeld, Krems) zusammen.

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 enabling citizens and decision makers to ecological budgeting. This volume comprises the results from three communities (Bisamberg, Hainfeld, Krems) in Lower Austria.

Schlüsselwörter: Ökosystemanalyse; Energiebilanz; Güterbilanz; ökologische Planung; Nachhaltigkeit; Bisamberg; Hainfeld; Krems; Niederösterreich

Key words: ecosystem analysis; energy balance; material balance; ecological planning; sustainability; Bisamberg; Hainfeld; Krems; Lower Austria

Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck Eine ökologische Analyse der Marktgemeinde Bisamberg aus historischer und aktueller Sicht

RUDOLF MAIER, ANDREAS GEISLER, BETTINA AIGNER & WOLFGANG PUNZ

Zusammenfassung

Am Beispiel der Marktgemeinde Bisamberg wurde auf Basis einer Flächenstrukturanalyse eine Güter- und Stoffbilanz (Kohlenstoff und Stickstoff) im Zeitvergleich 1820 – 1993 (1996) erstellt mit dem Ziel, eine neue Form der Ökosystembilanzierung zu erarbeiten. Grundlage der Flächenstrukturanalyse waren der FRANZISZEISCHE KATASTER (1820) und Luftbilder (1993), Basis für die Stoffbilanzen waren lokale bzw. statistische Daten.

1820 waren noch 79% der Gemeindefläche landwirtschaftlich genutzt gegenüber aktuell nur mehr 50%; die Flächen mit hohem Biomassentzug haben sich gegenüber Subsystemen mit geringerer Aneignung von Nettoprimärproduktion (Wald, Wohnen mit Grün) verringert. Trotz der sehr starken Ausweitung von Siedlung, Gewerbe und Industrie von historisch 3% zu aktuell 19% der Gemeindefläche hat sich die unproduktive Fläche nur um 6% erhöht. Der Baumanteil in der Gemeinde Bisamberg hat sich seit 1820 verdoppelt, verschwunden sind die historischen 6% Flächen mit multikultureller Nutzung. Während früher auf jeden Bisamberger noch 13.725 m² Grünfläche entfielen, sind es heute nur mehr 2.318 m². Die Zunahme der durchschnittliche Biomasse von 6,4 kg/m² auf 11,6 kg/m² bezogen auf die Gemeindefläche ist ein Indikator für das Anwachsen des Ressourcenvorrates seit 1820, vorwiegend basierend auf der Zunahme der Waldflächen, aber auch der Grünstruktur des Subsystems Wohnen mit Grün.

Im historischen Ökosystem Bisamberg waren die Nahrungskreisläufe kleinräumig geschlossen, heute sind sie offen. Der Stickstoffbilanzsaldo in Bisamberg war zur Zeit der historischen Dreifelderwirtschaft auf den Kulturflächen negativ (-6,6 kg N/ha), auf den Ackerbrachen deutlich positiv (64 kg N/ha). Der aktuelle Stickstoffbilanzsaldo im Subsystem Acker (60 kg N/ha.a) weist auf eine moderate Düngung hin.

Schlüsselwörter: Ökosystemanalyse; Bisamberg; Niederösterreich; Stickstoffbilanz; 1820–1993 (1996)

Summary

For the community of Bisamberg (Lower Austria), an ecosystem-based structural analysis was combined with calculations of natural and anthropogenic fluxes (carbon and nitrogen) comparing the years 1820 – 1993 (1996) to develop a new integrated form of ecosystem balances. For structural analysis, the FRANZISISCHE KATASTER (1820) and aerial photographs (1993) were used; data for input/output calculations were collected from local and statistical sources.

From the decreasing agricultural use (1820: 79%; 1993: 50%), a lower human appropriation of net primary production results. Housing and industrial areas increased from 3% to 19%; this is far more than the augmentation of unproductive areas (only 6%). The number of trees doubled since 1820 while areas with multicultural use (1820: 6%) disappeared completely. Green area per inhabitant fell from 13.725 m² in 1820 to 2.318 m² today. Average biomass of the community is now 6.4 kg/m² compared with 11.6 kg/m² in 1820: this means an increase of biomass resources, mainly because of greater forest areas and the green spaces in settlement areas.

In 1820 nourishment was produced completely in the community forming a closed circuit, while today most edibles are imported. Nitrogen balance on acres was negative in 1820, while today's positive balance (70 kg N/ha) shows moderate use of fertilizers.

Keywords: ecosystem analysis; Bisamberg; Lower Austria; nitrogen balance; 1820 – 1993 (1996)

Einleitung

Die Marktgemeinde Bisamberg liegt nördlich von Wien, ca. eine halbe Autostunde vom Stadtzentrum entfernt, also noch im Agglomerationsraum der Bundeshauptstadt und zudem im Umfeld der Stadt Korneuburg. Mit dem Bisamberg, knapp 360 m hoch, dem letzten Ausläufer des Alpenbogens, und dem landwirtschaftlich strukturierten flachen Land des Weinviertels verschmelzen die beiden Ortschaften Bisamberg und Klein-Engersdorf auf einer Fläche von 10,71 km² und einer heutigen Einwohnerzahl von 4.750 (Bisamberg: 4.111, Klein-Engersdorf: 639) zu einer abwechslungsreichen Kulturlandschaft, die aber auch im Konfliktfeld zwischen Nutzungsinteresse, Erholungsfunktion und Naturschutzansprüchen steht. Der Bisamberg mit z.T. naturnahen Strukturen (u.a. MAIER

1982, PFUSTERSCHMIED 1998), das Agrarland des Weinviertels, die Nähe zur Donau, zur Stadt Korneuburg – dem regionalen Zentrum – und zur Millionenstadt Wien sind attraktive Argumente, den enormen Siedlungsdruck auf die beiden Orte Bisamberg und Klein-Engersdorf verständlich zu machen. Im Zwang des Siedlungsdruckes und der damit verbundenen rasanten Entwicklung und Veränderung der Struktur und der Stoffströme von Kulturlandschaften sind jedoch heute emotionell-subjektive Aspekte zu wenig, um zukünftige Siedlungs- und Landschaftsentwicklung auf ökologisch fundierte Planungsgrundlage zu stellen. MANG (1992) fordert im WWF-Naturschutzkonzept für Österreich Landschaftspläne auf Gemeindeebene, die in Ergänzung zur bisherigen Praxis (gemeint ist die Biotopkartierung 1:5.000) auch den Wald und die Siedlungsräume miteinbeziehen; diese könnten als „ökologische Flächenwidmungspläne“ angesehen werden. Daraus sollte je nach Kulturlandschaftstyp ein ökologisches Leitbild erarbeitet werden, das die künftige Entwicklung des Gemeindegebietes (Freiflächen, Biotopverbundsystem etc.), untermauert mit einem Maßnahmenkatalog, Managementplan und Finanzplan zur Realisierung der Ziele, festlegt.

Neben strukturellen Veränderungen in der Kulturlandschaft unterliegen auch die Stoffflüsse einem beträchtlichen Wandel. Kulturlandschaften sind immer auch „Stoffstromlandschaften“ Diese zunehmende Bedeutung der Stoffflüsse wird insbesondere im baulich-technischen Teil der Kulturlandschaft (Städte, Siedlungen, Gewerbe und Industrie) ersichtlich (FISCHER-KOWALSKI & HABERL 1993, DÖRFLINGER et al. 1995, BRUNNER et al. 1996). Viele Umweltprobleme haben ihre Ursache in der Größe der damit verbundenen Stoffflüsse. *„Die Berücksichtigung der stofflich- energetischen Komponente wird in einer zukünftigen Raum- und Umweltplanung eine zentrale Bedeutung erlangen. 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“*, schreibt HODAPP (1994). 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.*

Methodik

Die Methodik der Stoffflussanalyse hat sich in den letzten Jahren etabliert (BACCINI et al. 1993, BRUNNER 1996, GÖTZ & ZETHNER 1996). Kritisch anzumerken ist bei regionalen Bilanzierungen die fehlende Einbeziehung der natürlichen Komponenten des Ökosystems, eines wesentlich mitbestimmenden Teils der Kulturlandschaft und der urbanen Agglomeration (MAIER et al. 1995). Die Verknüpfung der natürlichen und anthropogenen Stoffflüsse und Lager verfolgt die ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (DÖRFLINGER et al. 1995, 1996, PUNZ et al. 1996).

Grundlage bildet die räumliche Charakterisierung des Untersuchungsgebietes nach der Nutzung. Die Parzellen eines im Kataster ausgewiesenen bzw. aus Flugbildern abgeleiteten Nutzungstyps ergeben in der Flächensumme das jeweilige Subsystem. Zu beachten ist allerdings, dass die Auswertung anhand von Flugbildern der tatsächlichen Nutzung und nicht nur der Widmung der Flächen, wie in Katasterplänen, entspricht. Die Subsysteme werden, um der Übersichtlichkeit zu entsprechen, zu Subsystemklassen zusammengefasst (vgl. dazu auch MAIER et al. 1996a). Dieser methodische Ansatz wurde auch hier gewählt, da Nutzungen und damit Stoffflüsse immer relativ zur Ökosystemgröße zu beurteilen sind. Untersucht werden selektiv Lager und Flüsse von Biomasse und Stickstoff in den Prozessen „Vegetation“, „Boden“, „Viehwirtschaft“ und „Anthroposphäre“

Systemgrenzen:

Untersucht wird das Gebiet der heutigen Marktgemeinde Bisamberg (im Text GG Bisamberg), bestehend aus den Katastralgemeinden Bisamberg (im Text KG Bisamberg) und Klein-Engersdorf (im Text KG Klein-Engersdorf). Die räumliche Bezugsgrenze nach oben wird mit 500 m angenommen, jene nach unten stellt die Grundwasserschicht dar.

Der Studie liegt ein Zeitvergleich 1820 und 1993 (1996) zugrunde.

Als historischer Bezugsrahmen wird das Jahr 1820 gewählt. Der Flächenbezug stützt sich auf den FRANZISZEISCHEN KATASTER (1819,1820), der für die KG Bisamberg mit dem Jahr 1819 (Flächenausweis aus dem Jahre 1820) und für die KG Klein-Engersdorf mit 1820 datiert ist. Aufgrund der unzureichenden Datenlage für das Jahr 1820 werden teilweise Daten aus dem Zeitraum von

1770–1848 verwendet, und soweit plausibel, auf das Bilanzierungsjahr bezogen. Die Daten zur Erhebung der historischen Stoffströme basieren weitgehend auf Angaben von ZITTERHOFER (1887) und SANDGRUBER (1978, 1982).

Der aktuellen Strukturhebung und Stoffflussanalyse liegen Flugaufnahmen 1:5.000 der Landesaufnahme 1993 (BUNDESAMT F. EICH- UND VERMESSUNGSWESEN, Flug 1993) zugrunde, auf denen Nutzungs- bzw. Vegetationsformen aus- geschieden und Subsystemen bzw. Subsystemklassen zugewiesen wurden. Daten für die Stoffflussanalyse sind neben der Verwendung der Grundstückdatenbank der Katastralgemeinden Bisamberg und Klein-Engersdorf (BUNDESAMT F. EICH- UND VERMESSUNGSWESEN 1996) meist Durchschnittswerte für die österreichische Bevölkerung, da regionale oder lokale Daten kaum zur Verfügung stehen. Vor allem auf Versorgungsseite gibt es große Lücken. Wesentlich besser ist die Datenverfügbarkeit auf der Entsorgungsseite.

Bisamberg 1820

Sozioökonomisches Umfeld

Zum Verständnis des Kulturlandschaftszustandes zur Zeit des FRANZISZE- ISCHEN KATASTERS werden in der Folge die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (v. a. nach SANDGRUBER 1978, 1982) kurz dargestellt.

Industrialisierung: Das 18. Jh. brachte allgemein tief greifende Umstruk- turierungen der wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen, die jedoch noch nicht in einer industriellen Revolution mündeten. In den sechziger Jahren des 18. Jhs. kam es zu einer verstärkten Gründung von Manufakturen und Fabriken, in den frühen siebziger Jahren folgte eine Hungersnot, die eine Industriekrise nach sich zog, und das Ende der siebziger Jahre war wieder von einer Phase wirt- schaftlichen Wachstums gekennzeichnet. Die neunziger Jahre des 18. Jhs. waren von einer wirtschaftlichen Depression bestimmt, deren Ursachen in den Türkeneinfällen und Missernten gesucht werden. Um die Jahrhundertwende setz- te hingegen wiederum ein wirtschaftlicher Aufschwung ein.

Internationaler Konjunkturaufschwung, gute Ernten zwischen 1795 und 1798 und inflationäre Vermehrung der Papiergeldzirkulation waren für den Boom um die Jahrhundertwende verantwortlich. 1811/12 verursachte das Finanzpatent einen Einbruch der Konjunktur. In den folgenden drei Jahren waren die Fabriken gut ausgelastet, nicht zuletzt durch den Wiener Kongress. 1816 folgte der durch die

Missernte und den Übergang zur Friedenswirtschaft hervorgerufene Zusammenbruch, der unter anderem zum Stillstand von $\frac{2}{3}$ der 10.000 Wiener Webstühle führte. Auch die Textilfabriken in Niederösterreich wurden schwer getroffen, ebenso wie die Eisenproduktion. Wien wies jedoch eine größere Stabilität als die ländlichen Regionen auf, daher ging auch der Lebensmittelverbrauch nur gering zurück. Die Wirtschaftskrise dauerte bis in die Mitte der zwanziger Jahre des 19. Jhs. an, erst von da an setzte nach Meinung verschiedener Autoren die Industrialisierung in Österreich ein.

Landwirtschaft: Für die Politik des 18. Jhs. war die Bevölkerungszahl der vorrangige Indikator der militärischen, fiskalischen und wirtschaftlichen Bedeutung eines Landes. Förderung des Bevölkerungswachstums und der Industrieproduktion war das erklärte Ziel. Das damit einhergehende Ernährungsproblem schien prinzipiell lösbar, obwohl dieses im 18. Jh. wesentlich optimistischer gesehen wurde als später im 19. Jh. Dennoch: Der Schlüssel zu einer Förderung der oben genannten Ziele lag in einer entsprechenden Entwicklung der Landwirtschaft.

Im Mittelpunkt des Interesses stand daher die intensivere Nutzung des verfügbaren Bodens durch Verminderung der Brachflächen sowie Anbau von Hackfrüchten und Leguminosen im Zuge der Dreifelderwirtschaft, womit durch die Einführung der Sommerstallfütterung des Viehs eine Ausdehnung und Intensivierung der Viehhaltung, eine Verbesserung der Düngung und damit eine Steigerung der Erträge erreicht werden sollte. Die Hackfrüchte und Leguminosen spielten dabei eine entscheidende Rolle, denn mit ihrer Hilfe wird es möglich, die Brachflächen und Brachzeiten ohne einschneidende Einbußen der Ertragskraft der Äcker zu reduzieren und die durch die Begrenztheit des tierischen Düngers statische Situation zu überwinden.

Das Ergebnis dieser Entwicklung mündete aber vorerst nur in einer Ausweitung der Viehhaltung, eine unmittelbare Auswirkung auf die Ernährungsbasis erfolgte nur teilweise. *„Insgesamt erscheint daher für die Agrarentwicklung im späten 18. und frühen 19. Jh. kennzeichnend, dass die Produktionszuwächse durch eine beträchtliche Steigerung des Arbeitseinsatzes erreicht werden und die Zunahme der Arbeitsproduktivität gering blieb, während seit der zweiten Hälfte des 19. Jhs. die Arbeitsproduktivität durch Abgabe von Arbeitskräften und entsprechende Mechanisierung zuzunehmen begann“*, so SANDGRUBER (1982).

Die Intensivierungstendenzen verliefen in Österreich sehr unterschiedlich. Besonders in den östlichen Regionen Österreichs, die das größte Marktpotential

hinter sich hatten, wollten die Neuerungen nicht greifen.

In der zweiten Hälfte des 18. Jhs. kam es durch erneute Rodungsanstrengungen zu einer Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Niederösterreich. Die Ackerfläche stieg in Niederösterreich von 740.000 ha im Jahr 1789 auf 861.000 ha im Jahr 1897. Die genutzte Fläche nahm ebenfalls deutlich zu, womit es zu einer starken Verminderung der naturnahen Restflächen kam: Im Jahr 1897 sind nur 3,7% der Landesfläche als nicht genutzt ausgewiesen.

Etwa 60% der gesamten Ackerfläche waren Getreidefelder. Der Mais konnte sich in Niederösterreich im 19. Jh. nicht durchsetzen. Die Kartoffel war um 1820 schon allgemein bekannt, allerdings nur sehr wenig in Kultur. 1830 nahmen die Anbauflächen für Kartoffel 1,7% der Ackerflächen Niederösterreichs ein. Eine besondere Stellung im agrarwissenschaftlichen Schrifttum der damaligen Zeit nahm der Kleebau ein. Mit diesem war eine intensivere Viehhaltung wie auch eine Reduzierung der Brachflächen ohne eine Verminderung der Getreideerträge möglich. Die natürliche Düngewirkung der Leguminosen und die damit zunehmende tierische Düngerproduktion bewirkten eine allgemeine Zunahme der Fruchtbarkeit des Bodens. In Niederösterreich wurde der Kleebau erst sehr spät eingeführt. 1830 waren erst 1,9% der Ackerflächen mit Klee bebaut, obwohl Niederösterreich mit der Stadt Wien den potentiell kaufkräftigsten Markt im Rücken hatte. Die Ursache liegt in den auf den Brachfeldern üblichen Gemeindeweiden, welche der Ausbreitung des Kleebaus und anderer Futterkräuter im Wege stand. Die Zerteilung der Gemeindeweiden ging nur sehr langsam vor sich.

Forstwirtschaft: BOHMANN (1993) zitiert einen Vortrag aus dem Jahr 1872, welcher den historischen Waldzustand der Bauernwälder in Niederösterreich folgendermaßen beschreibt (der Zustand der Herrschaftswälder wird als befriedigend bezeichnet): *„Man hat an nur zu vielen Orten sich nicht mit den Jahresnutzungen, mit den Kapitalzinsen zufriedengestellt, man hat das Kapital selbst aufgezehrt. Tragen wir der nicht in Abrede zu stellenden Thatsache Rechnung, dass dermalen die Materialüberschüsse in den Herrschaftsforsten erschöpft, die Holzvorräte der Bauernwälder vielfach ganz abgeholzt sind, dann kommen wir zu dem Schlusse, dass die oben erwähnte, durch den Kataster ermittelte jährliche Holznutzung der Wälder Niederösterreichs sich nicht mehr nachhaltig beziehen läßt. Es ist dieses eine bedenkliche, leider aber nur zusehr begründete Schlußfolgerung, deren Konsequenzen für Wien von hervorragender Bedeutung sind.“*

Unter den sogenannten Nebennutzungen des Waldes, worunter die

Waldstreu, das Waldgras, die Lohrinde, das Harz etc. gehören, erwähne ich zunächst die Waldstreu, welche aus dem Grunde, weil sie als Stallstreu verwendet wird, für die Landwirtschaft und Viehzucht von grossem Werte ist. Nur an zu vielen Orten bereitet die rücksichtslose Ausübung dieser Nutzung dem Walde grosse Nachteile indem durch die Entkräftung des Bodens die Holzproduktion sehr zurückgesetzt wird.“

Viehwirtschaft: Sie hatte im 18. Jh. nur indirekt Bedeutung für die Nahrungsmittelproduktion. Pferde und Rinder wurden vorwiegend als Zugtiere und Düngerproduzenten gebraucht, erst in zweiter Linie zur Gewinnung von Fleisch, Milch oder Käse. Die wichtigste Neuerung bestand in der Einführung der ganzjährigen Stallfütterung. Die Milchviehhaltung besaß regional sehr unterschiedliche Bedeutung, im Wiener Umland wurde sie stärker betrieben.

In der zweiten Hälfte des 19. Jhs. verursachte das Wachstum von Wien und der umliegenden Industriesiedlungen einen stark steigenden Bedarf an Milch- und Milchprodukten, welcher der niederösterreichischen Landwirtschaft aufgrund ihrer Lage große Absatzchancen eröffnete, so dass gegen Ende des 19. Jhs. die Viehzucht ein Hauptträger der ökonomischen Einkünfte der niederösterreichischen Bauern wird.

Die Schafzucht besaß in Niederösterreich zu Beginn des 19. Jhs. große Bedeutung. Der Höhepunkt des Bestandes war 1840 erreicht, siebenzig Jahre später hatte die Schafzucht keine Bedeutung mehr.

Die Entwicklung der Schweinezucht hängt stark mit der Ausweitung des Hackfruchtanbaus zusammen. Zu einem Aufschwung kam es erst in der zweiten Hälfte des 19. Jhs.

Über die Geflügelzucht liegen nur sehr wenige Angaben vor, vor allem im Einzugsbereich von Wien stellte diese einen nicht unbedeutenden Teil des bäuerlichen Einkommens (v.a. der Frauen) dar.

Nahrung: Im Gegensatz zur städtischen Bevölkerung (und hier insbesondere Wien) musste gerade die ländliche Bevölkerung oft nur mit dem Notwendigsten auskommen. ZITTEHOFER (1887) führt in seiner Geschichte über die Pfarre Klein-Engersdorf für den Zeitraum um das Jahr 1820 die Armut der bäuerlichen Bevölkerung an: *„Wie schwer war es damals für die kleinbestifteten Bauern der hiesigen Gegend, ihren Kindern auch nur genügend Brot zu geben.“*

Feudallasten (bis 1848): Für die Überlegungen bezüglich des vermarktbaren Anteils der landwirtschaftlichen Produktion müssen das Ausmaß und die Art der Abgaben berücksichtigt werden. Die Grundherren hatten sich an Ansprüchen gesichert: Arbeitsleistungen, Naturalabgaben, Geldzahlungen, Bann- und Vorkaufsrechte. Ob die Abgaben in Form von Natural- oder Geldabgaben erfolgten, kann nicht generell gesagt werden, da die Form der Abgaben stark variiert haben dürfte.

Bekleidung: In Österreich war die wichtigste Textilfaser der Flachs, der fast überall angebaut und von den Bauern selbst verarbeitet werden konnte. Daneben wurden Wolle und zum Teil Leder selbst verarbeitet. Die Leinenerzeugung stand an erster Stelle. Zu Beginn des 19. Jhs. gewann die Schafzucht und damit die Wollerzeugung an Bedeutung. Baumwolle erlebte ihre erste Blüte in Österreich um 1810.

Im ausgehenden 18. Jh. wurde die sozioökonomische Struktur Wiens von der Seidenverarbeitung geprägt. Selbst im bäuerlichen Milieu kam es an der Wende vom 18. ins 19. Jh. zur Nachfrage nach Seidenprodukten.

Der Wechsel von der selbst erzeugten zur gekauften Kleidung war in Niederösterreich in der zweiten Hälfte des 18. Jhs. bereits weit fortgeschritten. Die Bevölkerung des Wiener Umlandes hatte sich bereits zu Ende des 18. Jhs. ganz dem städtischen Vorbild angepasst.

Ländliches Wohnen: Der Steinbau war im Gegensatz zum Holzbau in Niederösterreich im 18. Jh. bereits weit verbreitet. Besonders in der Gegend um Wien waren die Bauernhäuser fast alle von unten auf gemauert oder mit Bruchsteinen aufgeführt. Zu Ende der napoleonischen Zeit bestanden bereits an die 60% der Häuser Niederösterreichs aus Stein oder gebrannten Ziegeln, 8% aus ungebrannten Lehmziegeln und nur mehr ein Drittel aus Holz.

Eine beispielhafte Beschreibung der Einrichtung von Bauernhäusern gibt der Pfarrer MAY für die Häuser der Pfarre Schwarzau im Jahr 1813: Esstisch, Ofen, Schlafbereich, umlaufende Bank. Dazu kamen noch Küchengeschirr und Bettwäsche. An Luxusgütern sind vor allem Uhren und Spiegel zu nennen.

Siedlungsentwicklung: Bereits um die Mitte der Jahre 1790 – 1800 wurden Anstrengungen unternommen, das Wachstum von Wien zu begrenzen. 1810 wurde die Bautätigkeit wieder angekurbelt und damit erneut der Druck auf die Vororte erhöht.

Flächenstrukturen

Die historische Subsystem-Flächenstruktur bezieht sich auf den FRANZISZEISCHEN KATASTER, der für die KG Bisamberg 1819 (mit einem Flächenausweis aus dem Jahre 1820) und für die KG Klein-Engersdorf 1820 erstellt wurde. Die Flächen der im Kataster ausgewiesenen Nutzungstypen (Acker, Acker mit Obstbäumen, Weingärten, Weingärten mit Obstbäumen, Obstgärten, Gemüsegärten, Wiesen, Wiesen mit Obstbäumen, Weiden (Hutweiden), Weiden mit Obstbäumen, Waldungen, Wegparzellen, Bauflächen, Park, Öden und Gewässer) wurden auf Transparent-Zeichenpapier von einer Kopie des FRANZISZEISCHEN KATASTERS durchgepaust und die parzellengenaue Ausweisung der Flächen insofern vereinfacht, als nebeneinander liegende Parzellen, die dem gleichen Nutzungstyp angehören, zu einer gemeinsamen Fläche zusammengefasst wurden. Einzelheiten, welche auf den Kopien nicht klar ersichtlich waren, wurden im Archiv des Bundesamtes für Amt für Eich- und Vermessungswesen anhand der Original-Katasterpläne überprüft und eingezeichnet. Kleinstrukturen wie z.B. Feldgehölze, Wegraine etc. waren, sofern nicht als Öden ausgewiesen, aus dem Kataster nicht ersichtlich.

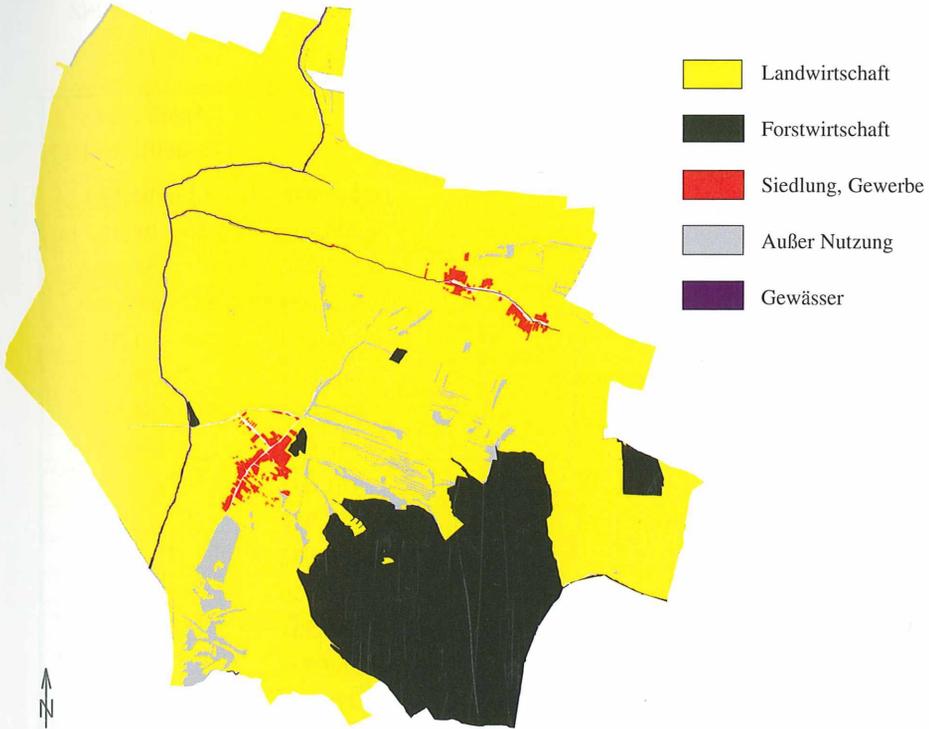
Die Parzellen eines im Kataster ausgewiesenen Nutzungstyps ergeben in der Flächensumme das jeweilige Subsystem bzw. übergeordnet die Subsystemklasse.

Zur Herstellung der Karten wurden die Pausen gescannt und als pcx-files abgespeichert. Die gescannten Bilder wurden in das CAD-Programm ACAD 12 importiert und weiterverarbeitet. Dabei wurde jedem Subsystem ein Layer zugewiesen und insgesamt 15 Layer generiert. Das Straßen- und Wegenetz wurde nicht auf einem eigenen Layer gezeichnet, die Verkehrsflächen ergaben sich aus den Restflächen.

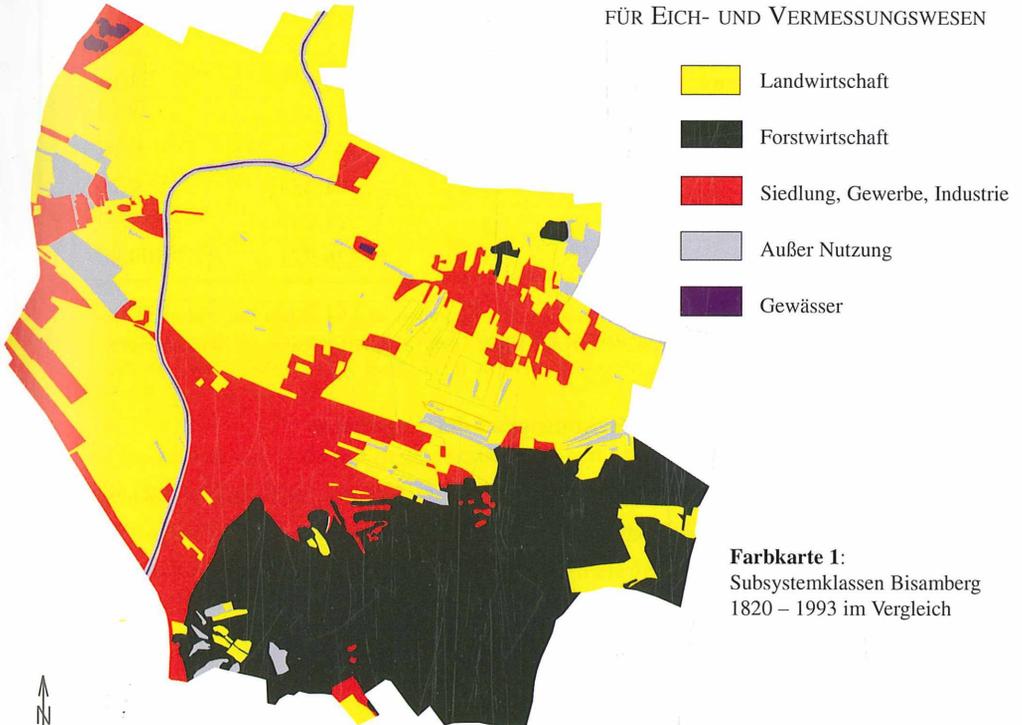
Ein spezielles Problem bei der Erstellung der Karte für das gesamte Gemeindegebiet ergab sich aus der Zusammenführung der Teilkarten des Katasters. Es traten Diskontinuitäten im Flächenverlauf auf, welche für die Kartendarstellung händisch ausgeglichen wurden. Die zusammengefügte Teile wurden in das Zeichenprogramm COREL DRAW 3.0 importiert und den zu den einzelnen Subsystemen gehörenden Flächen bestimmte Farben zugewiesen.

Die nach der Flächennutzung ausgewiesenen Subsysteme bzw. übergeordneten Subsystemklassen sind flächenmäßig in Tabelle 1 wiedergegeben, die räumliche Verteilung ist der Farbkarte 1 zu entnehmen.

Subsysteme Bisamberg 1820 • Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER



Subsysteme Bisamberg 1993 • Quelle: Orthophotos des BUNDESAMTS FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN



Farbkarte 1:
Subsystemklassen Bisamberg
1820 – 1993 im Vergleich

Subsystemklasse	Fläche [m ²]	Anteil an der Gesamtfläche [%]
Subsystem		
A) Land- und Forstwirtschaft	10.040.073	93,60
a) Landwirtschaft	8.470.742	78,97
Acker	6.238.950	58,17
Acker mit Obstbäumen	14.505	0,14
Weingärten	133.606	1,25
Weingärten mit Obstbäumen	601.605	5,61
Obstgärten	166.769	1,55
Gemüsegärten	36.961	0,34
Wiesen	161.092	1,50
Wiesen mit Obstbäumen	56.912	0,53
Weiden	1.052.692	9,81
Weiden mit Obstbäumen	7.650	0,07
b) Forstwirtschaft	1.569.331	14,63
Waldungen	1.569.331	14,63
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie	328.122	3,06
Wegparzellen	224.400	2,09
Bauflächen	78.440	0,73
Park	24.082	0,22
Schotter- und Sandgruben	1.200	0,01
C) Außer Nutzung („Öden“)	336.537	3,14
Unbenützter Boden	231.323	2,16
Unbenützbarer Boden	105.214	0,98
D) Gewässer	21.289	0,20
Fließgewässer	21.289	0,20
Summe	10.726.021	100,00

Tab. 1: Flächenbilanz der Subsysteme in der KG Bisamberg und KG Klein-Engersdorf 1820
Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1819/1820, Digitalisierung, Berechnungen

Deckungsgrad der Vegetation

Die Fläche der einzelnen Subsysteme wurde zunächst auf die Kategorien unproduktiv und produktiv aufgeteilt. Der produktive (=vegetationsbedeckte) Anteil wird in Baum-, Strauch-, Kraut/Grasschicht sowie Sonderflächen (Acker, Weingarten) differenziert.

	unproduktiv	produktiv			
		Baum [%]	Strauch [%]	Kraut [%]	Sonderfl. [%]
A) Land- und Forstwirtschaft	0	17,1	0	34,3	48,5
a) Landwirtschaft	0	1,8	0	40,7	57,5
Acker			-	-	100
Acker mit Obstbäumen	0	5	0	0	95
Ackerbrachen	0	0	0	100	0
Weingärten		-			100
Weingärten mit Obstbäumen	0	5	0	0	95
Obstgärten	0	70	0	30	0
Gemüseärten	0	0	0	100	0
Wiesen	0	0	0	100	0
Wiesen mit Obstbäumen	0	5	0	95	0
Hutweiden	0	0	0	100	0
Weiden mit Obstbäumen	0	5	0	95	0
b) Forstwirtschaft	0	100	0	0	0
Waldungen	0	100	0	0	0
B) Siedlung, Gewerbe, Industrie	92,7	7,3	0	0	0
Wegparzellen	100	0	0	0	0
Baufläche	36	14	0	50	0
Park	0	100	0	0	0
Schotter- und Sandgruben	100	0	0	0	0
C) Öden	0	10	30	60	0
Unbenützter Boden	0	10	30	60	0
Unbenützbarer Boden	0	10	30	60	0
D) Gewässer	-	-	-	-	100
Fließgewässer	0	0	0	0	100
Summe	2,8	16,6	0,9	34	45,6

Tab. 2: Deckungsgrad der Subsysteme in der KG Bisamberg und KG Klein-Engersdorf 1820

Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1819/1820, Berechnungen

Für die historische Analyse liegen keine Angaben über den Versiegelungsgrad vor. Für Bauflächen wird aus dem Verhältnis Gebäudefläche zu Parzellenfläche auf Grund des FRANZISZEISCHEN KATASTERS ein Deckungsgrad von 36% ermittelt. Schotter- und Sandgruben, bzw. Wegparzellen werden (zu 100%) als vegetationslos (= unproduktiv) angenommen, alle anderen Flächen zu 100% als Produk-

tivflächen gewertet. Den Subsystemen Acker, Wiesen, Weiden mit Obstbäumen wird ein Baumanteil von 5% zugerechnet, bei Obstgärten 70% als Baumschicht und 30% als Kraut/Grasschicht angenommen. Dem Subsystem Park wird ein Deckungsgrad der Baumschicht von 100% zugeordnet. Die Gewässer werden aufgrund ihres geringen Flächenanteiles nicht bearbeitet. Für die Öden wird ein Deckungsgrad von 10% Baum-, 30% Strauch-, und 60% Kraut/Grasschicht angenommen.

Die Aufgliederung der jeweiligen Deckungsgrade für die einzelnen Subsysteme ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Pflanzliche Biomasse, Nettoprimärproduktion (NPP) und Biomassezuwachs

Der **Biomasse** liegen dort, wo historische Datenquellen fehlen, Biomassedaten auf Basis von Mittelwerten, die DÖRFLINGER et al. (1995) aus Literaturdaten erhoben haben, zugrunde. Bei Bäumen wurde je nach Nutzungsart und Vegetationsform (Einzelbäume bis zu Wald) mit Biomassewerten zwischen 25,8 (Öden) und 34,4 kg TG/m² (Hutweiden, Waldungen) und für Sträucher von 6 kg TG/m² (Öden) auf die jeweiligen Subsystem-Gesamtflächen hochgerechnet. Für die Kraut/Grasschicht wurden Werte von 1,3 und 1,6 kg TG/m² angenommen (Tab. 3).

Eine Ausnahme bilden die Sonderflächen Acker und Weingarten. Bei den Äckern werden historische Ertragsdaten zur Berechnung herangezogen und es wird vereinfachend angenommen, dass die im Jahr gebildete ober- und unterirdische Biomasse die Nettoprimärproduktion darstellt (KÖRNER et al. 1993). Im Falle der Weingärten wird bei Annahme eines Deckungsgrades von 50% ein Wert von 0,42 kg TG/m² (s. DÖRFLINGER et al. 1995) eingesetzt (Tab. 3 und 4).

Die Aufteilung der pflanzlichen Biomasse auf die ober- und unterirdischen Pflanzenteile wird nach GISI & ÖRTL (1981), ELLENBERG (1986), sowie PUTZGRUBER (1993) errechnet. Die Baumschicht verteilt sich demnach auf 82,1% oberirdische und 17,9% unterirdische Biomasse, bei der Krautschicht steht das Verhältnis 27%:73%, und die Biomasse der Sonderflächen verteilt sich zu 86% auf oberirdische und 14% auf unterirdische Biomasse. Die Werte werden dem Prozess Vegetation zugerechnet und nicht dem Prozess Boden (Tab. 3).

Für die Berechnung der **Nettoprimärproduktion** der Baum- und Strauchschicht werden ebenfalls Werte nach DÖRFLINGER et al. (1995) zwischen 1,64 und 1,73 kg TG/m² und für die Kraut/Grasschicht der Obstgärten, der Waldungen, der Bau- und Parkflächen sowie der Öden zwischen 1,29 und 1,4 kg TG/m² herange-

Subsystemklasse	Baum	Strauch	Kraut	Sonderfl.	Baum	Strauch	Kraut	Sonderfl.	Gesamt	ges. oi.	ges. ui	Gesamt
Subsystem	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[kg/m ²]
A) Land- und Forstwirtschaft					58.717		5.515	1.730	65.961	51.183	14.778	6,6
a) Landwirtschaft					4.732		5.515	1.730	11.976	6.861	5.115	1,4
Acker	32,7	6	1,6	0,34	0		0	1.429	1.429	1.229	200	0,3
Acker mit Obstbäumen	32,7	6	1,6	0,34	24		0	5	28	24	5	2,0
Ackerbrachen	32,7	6	1,6		0		3.335	0	3.335	900	2.435	1,6
Weingärten	32,7	6	1,6	0,42	0		0	56	56	48	8	0,4
Weingärten mit Obstbäumen	32,7	6	1,6	0,42	984		0	240	1.224	1.014	210	2,0
Obstgärten	31	6	1,6		3.619		80	0	3.699	2.993	706	22,2
Gemüseärten	31	6	1,6		0		59	0	59	16	43	1,6
Wiesen	31	6	1,6		0		258	0	258	70	188	1,6
Wiesen mit Obstbäumen	32,7	6	1,6		93		87	0	180	100	80	3,2
Weiden	34,4	6	1,6		0		1.684	0	1.684	455	1.230	1,6
Weiden mit Obstbäumen	32,7	6	1,6		13		12	0	24	13	11	3,2
b) Forstwirtschaft					53.985		0	0	53.985	44.322	9.663	34,4
Waldungen	34,4	6	1,6		53.985		0	0	53.985	44.322	9.663	34,4
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie					1.147		51		1.198	955	242	3,6
Wegparzellen												
Bauflächen	32,7	6	1,3		359		51		410	309	101	5,2
Park	32,7	6	1,3		787		0		787	647	141	32,7
Schotter- und Sandgruben												0,0
C) Außer Nutzung (Öden)					868	606	323	0	1.797	1.297	500	5,3
Unbenützter Boden	25,8	6	1,6		597	416	222	0	1.235	892	343	5,3
Unbenützbarer Boden	25,8	6	1,6		271	189	101	0	562	406	156	5,3
D) Gewässer												0,0
Fließgewässer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Gesamt					60.732	606	5.889	1.730	68.956	53.436	15.520	6,4

Tab. 3: Pflanzliche Biomasse in der GG Bisamberg 1820

zogen. Für die Kraut/Grasschicht der übrigen Subsysteme wie Gemüsegärten, Wiesen, Wiesen mit Obstgärten, Hutweiden und Weiden mit Obstbäumen wurden die NPP-Werte aus historischen Ertragszahlen ermittelt. Auch den Daten für Äcker, Äcker mit Obstgärten sowie Weingärten und Weingärten mit Obstbäumen liegen historische Ertragswerte zu Grunde (Tab. 4).

Subsystemklasse	B.+Str.	Kraut	Sond.	Baum+Str.	Kraut	Sond.	NPP ges.	NPP
Subsystem	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[t]	[t]	[t]	[t]	[kg]
A) Land- und Forstwirtschaft				2.976	878	1.560	5.414	
a) Landwirtschaft				261	878	1.560	2.699	
Acker	1,64	1,40	0,36	0	0	1.487	1.487	
Acker mit Obstbäumen	1,64	1,40	0,36	1	0	5	6	
Ackerbrachen	1,64	0,11		0	223	0	223	
Weingärten	1,73	1,40	0,10	0	0	13	13	
Weingärten mit Obstbäumen	1,73	1,40	0,10	52	0	55	107	
Obstgärten	1,73	1,40		202	70	0	272	
Gemüsegärten	1,73	0,37		0	14	0	14	
Wiesen	1,73	0,57		0	92	0	92	
Wiesen mit Obstbäumen	1,73	0,57		5	31	0	36	
Weiden	1,73	0,42		0	445	0	445	
Weiden mit Obstbäumen	1,73	0,42		1	3	0	4	
b) Forstwirtschaft				2.715	0	0	2.715	
Waldungen	1,73	1,40		2.715	0	0	2.715	
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie				61	55	0	116	
Wegparzellen								
Bauflächen	1,73	1,4		19	55	0	74	
Park	1,73	1,4		42	0	0	42	
Schotter- und Sandgruben								
C) Außer Nutzung (Öden)	1,64	1,29		221	260	0	481	
Unbenützter Boden	1,64	1,29		152	179	0	331	
Unbenützbarer Boden	1,64	1,29		69	81	0	150	
D) Gewässer								
Fließgewässer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Gesamt				3.257	1.193	1.560	6.010	

Tab. 4: Nettoprimärproduktion in der GG Bisamberg 1820

Landwirtschaftliche Erträge als Basis der NPP:

Zur Bestimmung der landwirtschaftlichen Produktion ist sowohl die Ackerflächenaufteilung, die für das Gebiet der heutigen Marktgemeinde Bisamberg dem FRANZISZEISCHEN KATASTER (1819/20) entnommen wurde, als auch die Art der angebauten Produkte wichtig. Die Anbauflächen der jeweiligen

Kultursorten leiten sich von der durchschnittlichen Ackerflächenaufteilung Niederösterreichs (SANDGRUBER 1978), modifiziert aufgrund der Angaben von ZITTERHOFER (1887) für Klein-Engersdorf ab, die unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse auch für die KG Bisamberg anwendbar erscheinen. Die Berechnung der Anbauflächen und die Ermittlung von Erträgen wurden durch Angaben bei ZITTERHOFER (1887), SANDGRUBER (1978), weiters WAGNER (1886), LIERKE (1887) und KÖPPNER (1911) (detaillierte Datengrundlage bei MAIER et al. 1997) möglich. Zur Umrechnung historischer Flächen- und Hohlmaße sowie zur Umrechnung von Volumen- in Gewichtseinheiten wurden SANDGRUBER (1978) und BUNDESAMT F. EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (1996a) herangezogen bzw. wurden durch Messungen erhoben.

Die **vorwiegend angebauten Produkte** waren Roggen (Korn) und Hafer, wie sowohl aus den Gesamterträgen der KG Klein-Engersdorf als auch aus den Aufzeichnungen über die Landwirtschaft der Pfarre Klein-Engersdorf hervorgeht (ZITTERHOFER 1887). Aus den Rechnungen der Pfarre ist ersichtlich, dass der Zehent in Form von Weizen, Gerste und Buchweizen sowie Wein abgeliefert wird. Quantitativ hatten Weizen, Gerste und Buchweizen allerdings nur sehr geringen Anteil an der landwirtschaftlichen Produktion.

ZITTERHOFER (1887) bemerkt zur Landwirtschaft der Pfarre Klein-Engersdorf in den Jahren 1774 – 1781: *„Aus diesen Tabellen und den Pfarr-Rechnungen zeigt sich, daß die Dreifelder-Wirtschaft mit Brache getrieben, daß vorzüglich Korn und Hafer; hingegen Weizen und Gerste, wie auch Buchweizen, sehr wenig gebaut werden. Die Hackfrüchte, Burgunder-Rüben, Mais, Kartoffeln, erscheinen gar nicht in den Verrechnungen, werden daher nur insofern gebaut, als es der Hausbedarf erforderte. Der Stand der Kühe blieb sich gleich, abwechselnd vier oder fünf Stück. Schafzucht bestand nicht, Schweinezucht war unbedeutend.“* Dies änderte sich bis 1820 nach den Aufzeichnungen ZITTERHOFERS mit Ausnahme der zunehmenden Schafzucht praktisch nicht.

Die Situation in Klein-Engersdorf (ZITTERHOFER 1887) stimmt prinzipiell mit der Situation in Niederösterreich überein (SANDGRUBER 1978). Für die KG Bisamberg liegen diese Informationen nicht vor, die Schilderungen von ZITTERHOFER (1887) zeigen jedoch, dass auch in den Nachbargemeinden Hagenbrunn und Flandorf ähnliche Verhältnisse herrschten. Es wird daher davon ausgegangen, daß unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse die Daten der KG Klein-Engersdorf auf die KG Bisamberg übertragen werden können.

Zur Bestimmung der landwirtschaftlichen Produktion ist neben dem Wissen über die Art der angebauten Produkte vor allem die **flächenmäßige Verteilung**

dieser Kulturarten von Interesse. Unter der Annahme, dass noch strenge Dreifelderwirtschaft betrieben wird (ZITTERHOFER 1887) und damit der Brachflächenanteil etwas höher als bei SANDGRUBER (1978) für Niederösterreich einzuschätzen ist, und weiters neben Weizen und Gerste Buchweizen angebaut wird (ZITTERHOFER 1887) sowie andererseits Klee noch nicht erwähnt wird (ZITTERHOFER 1887) erfolgt die Ackerflächenaufteilung nach Tabelle 5.

	Verteilung in NÖ	Verteilung in Bisamberg
	830/50 [%]	1820 [%]
Gesamtackerfläche	100	100
Brache	28	31
Getreide ohne Buchweizen	61	62
Roggen	27,7	27,0
Hafer	23,9	27,0
Weizen	5,6	4,0
Gerste	3,8	4,0
Buchweizen		4,2
Hackfrüchte/Neue Feldfrüchte	3,7	1,8
Mais	0	0
Kartoffeln	1,7	1,7
Zuckerrüben	0,1	0,1
Klee und Mengfrucht	1,9	0

Tab. 5: Ackerflächennutzung in NÖ (1830/50) und in der GG Bisamberg unter Berücksichtigung von Angaben für Klein-Engersdorf.

Quelle: SANDGRUBER (1978), ZITTERHOFER (1887), z.T. modifiziert

Die Annahme der strengen Dreifelderwirtschaft unterliegt allerdings gewissen Einschränkungen, wie folgendes Zitat belegt: „*Es ist wirklich interessant, zu beobachten, wie sich aus der Art des Wirtschaftsbetriebes die Zustufung dieses Riedes zeigt. Die Bauern des unteren Ortes haben als die sogenannten Dreihauptfelder: 1. Linzgründe bei 39 Joch; 2. Rohrfeld bei 42 Joch; 3. Sandfeld und Auflängfeld zusammen bei 44 Joch. Der Turnus in der Fruchtfolge (Korn, Hafer, Brache oder statt dieser jetzt Kartoffel) ist durch Jahrhunderte sich stets gleich geblieben. Für volle 200 Jahre läßt er sich urkundlich nachweisen (nämlich seit 1665). Die ca. 19 Joch der Kühlacke (des Ganserfeldes) nun haben für sich einen ganz abweichenden Turnus, obwohl schon dieselben Früchte gebaut*

werden.“ (ZITTERHOFER 1887).

Der Name „Kühlacke“ stammt wahrscheinlich daher, dass es sich hier um eine weitgehend sumpfige Wiesenfläche handelte. In einer Mulde, die vermutlich auf den Rest eines alten Donauarms zurückgeht, befand sich ein teichähnliches Gewässer. Die Kühlacke diente über mehr als drei Jahrhunderte der Tränke und Weide von Klein-Engersdorfer und Flandorfer Rindvieh (ANGELI 1996). Mit der Einführung von Reformen in der Landwirtschaft des 18. Jhs. (bessere Nutzung der Hutweiden, langsames Aufhören der Dreifelderwirtschaft, Anpflanzung von Futterpflanzen und Einführung der Stallfütterung) wird durch die Einführung neuer Schafarten die Kühlacke auch als Schafweide interessant. Zur Zeit des FRANZISZEISCHEN KATASTERS waren Teile der Kühlacke bereits trockengelegt und parzelliert.

Für die KG Klein-Engersdorf liegen Ertragszahlen über den gesamten Burgfrieden (Gesamtkatasterfläche) für das Jahr 1787 vor (ZITTERHOFER 1887): Korn 2.472 Metzen = 107 t, Hafer 2.484 Metzen = 108 t, Heu 322 Centner = 18 t, Grummet 118 Centner = 7 t und Wein: 314 Eimer = 17,8 t.

Die Getreideerträge beziehen sich auf die Gesamtackerfläche, also inklusive der Brachen. Aus den Aufzeichnungen von ZITTERHOFER (1887) lassen sich nicht nur die Flächenanteile ablesen, sondern auch die durchschnittlichen Hektarerträge für Roggen, Hafer und Wein berechnen. Für Weizen, Gerste und Buchweizen liegen zwar Gesamterträge vor, jedoch keine Angaben über Anbauflächen. Über durchschnittliche historische Ertragszahlen aus der Literatur (ZITTERHOFER 1887, SANDGRUBER 1978, WAGNER 1886, LIERKE 1887, KÖPPNER 1911, detailliert dargestellt bei MAIER et. 1997) können auch für diese Produkte Anbauflächen ermittelt werden, um die Kulturartenverteilung der Pfarre Klein-Engersdorf vollständig darstellen zu können. Mit den so ermittelten Durchschnittserträgen der Pfarre Klein-Engersdorf und den Anbauflächen in Tabelle 5 konnte die gesamte landwirtschaftliche Produktion der GG Bisamberg bestimmt werden (Details siehe MAIER et al. 1997).

Der Durchschnittsertrag von Roggen (Korn) und Hafer variiert beträchtlich. In den Jahren 1812 – 1819 lag der Durchschnittskornertrag bei Roggen in der Höhe von 15,9 Metzen/Joch, bei Hafer in der Höhe von 18,8 Metzen (ZITTERHOFER 1887). Der Ertrag von Äckern und Weingärten war viel unmittelbarer von der Witterung abhängig, als jener einer Wiese oder Weide. Aber es gab auch Jahre, in denen Viehfutter Mangelware war (ZITTERHOFER 1887). Im Vergleich zu heute war der Durchschnittsertrag pro ha Getreide um den Faktor 4 kleiner.

Die errechnete Getreideernte beinhaltet den Verlust durch Drusch. In

Niederösterreich war bis 1850 der Flegeldrusch vorherrschend; dabei blieben 5–10% der Körner im Stroh (SANDGRUBER 1978). In den Daten von ZITTERHOFER (1887) ist dieser Verlust bereits enthalten.

Von der landwirtschaftlichen Ernte ist noch die Saatgutmenge abzuziehen, die den tatsächlichen Ertrag zum Teil empfindlich schmälert, wie ZITTERHOFER (1887) bemerkt. Zur Berechnung werden Angaben aus KÖPPNER (1911) herangezogen. Aus den Angaben für Drill- und Breitsaat wird der Mittelwert gebildet und mit Daten aus SANDGRUBER (1978) verglichen. Der durchschnittliche Saatgutbedarf wird mit den Anbauflächen multipliziert von den ermittelten Erträgen abgezogen. Daraus ergibt sich für die GG Bisamberg eine Saatgutmenge bei Roggen von 37 t FG, bei Hafer von 25 t FG, bei Weizen 6 t FG, bei Gerste 14,5 t FG, bei Buchweizen 5 t FG, bei Kartoffeln 13 t FG, und bei Zuckerrüben von 30 kg FG.

Die **Gemüsegärten** sind mit einer Größe von 3,7 ha angegeben. „Kraut und Rüben“ (MAIER 1982) seien als Sammelbezeichnung für die dort angebauten Produkte erlaubt, erwähnenswert ist u.a. auch der Spargelbau (SCHWEICKHARDT 1833). Einerseits diente das Gemüse der Eigenversorgung, andererseits wurden Produkte für den (Wiener) Markt erzeugt (ZITTERHOFER 1887). Zur Berechnung der Produktion werden die durchschnittlichen Gemüseerträge pro ha der Wiener Landwirtschaft (STATISTISCHES JAHRBUCH DER STADT WIEN 1992), verkleinert um den Faktor 4 (wie bei Getreide), verwendet.

Vom Ertrag der **Weingärten** in der Pfarre Klein-Engersdorf läßt sich nicht auf die Gesamtsituation schließen, da nach ZITTERHOFER (1887) die Weinstöcke der Pfarre nur noch in den Jahren 1812 und 1818 „reiche Lese“ gaben. Die Weinerträge schwankten sehr stark. 1775 war der Ertrag 61 – 64 Eimer/Joch, während es 1773 nur 8 – 16 Eimer waren. Der Gesamtweinertrag der KG Klein-Engersdorf im Jahr 1787 betrug 314 Eimer (ZITTERHOFER 1887).

Vom Ausgang des Mittelalters bis zur Wende vom 18. ins 19. Jh. hatte sich die Anbautechnik in der Weinkultur kaum verändert. Es herrschten gemischter Rebsatz und unregelmäßige Zeilung vor. Der Abstand der Stöcke von 60 cm ließ bis zu 34.000 Reben/ha zu. Ein Vergleich illustriert die Veränderungen der jüngsten Zeit: 1965 waren es nur mehr 10.000/ha bei Pfahlkulturen und 2.400/ha bei Hochkulturen (ECKER 1996). Die STATISTISCHE KARTE DES WEINBAUES IN NIEDERÖSTERREICH (1866) gibt die Rebstockdichte mit 10 – 15.000 pro österreichischem Joch an. Weinbau war reiner Gartenbau, wobei alle Arbeiten mit der Hand erfolgten. Die durchschnittlichen Hektarerträge in Niederösterreich waren relativ gering. An der Thermenlinie lagen sie bei 25 hl/ha, in Retz hingegen bei 60 – 80 hl/ha. Die Hauptursache der geringen Produktivität lag in der mangelhaften

Düngung. Eine Düngung alle 6 Jahre galt als häufig (ECKER 1996).

Laut der STATISTISCHEN KARTE DES WEINBAUES IN NIEDERÖSTERREICH (1866) lag der durchschnittliche Ertrag im Bezirk Korneuburg bei 17 Eimern/Joch. Die Weinbauflächen im Bezirk werden mit 2.611 Joch und 36 Quadratklaftern bei einer Gesamtbezirksfläche von 48.600 Joch angegeben. Die Gesamtproduktion betrug daher 44.390 Eimer. Der minimale Durchschnittsertrag wird für die Bezirke Wiener Neustadt und Persenbeug mit 7 Eimern/Joch angeführt. Der maximale Ertrag wird in Baden mit 49 Eimern/Joch erwirtschaftet. Über die Düngung der Weinreben wird gesagt: „Die Düngung erfolgt theils bei ganzen Weingärten, theils aber nur beim jeweiligen Vergruben mit sehr viel Dünger, wozu in der Regel ein Rebstock in je 20–30 Jahren an die Reihe kömmt.“

Von der gesamten Fläche Niederösterreichs waren im Jahr 1866 1,9%, von der produktiven Bodenfläche 2,0% dem Weinbau gewidmet.

Die Berechnung des Weinertrags der GG Bisamberg erfolgt durch Multiplikation des Durchschnittsertrags mit der Gesamtweinbaufläche von 1819/20. Als Durchschnittsertrag wird jener aus der STATISTISCHEN KARTE DES WEINBAUES IN NIEDERÖSTERREICH (1866) für den Bezirk Korneuburg angenommen.

1763 verordnete die Regentin Maria Theresia die Anpflanzung von Streuobstbäumen entlang sämtlicher Landes- und Bezirksstraßen der Monarchie. Unter Kaiser Joseph II. hatten junge Ehepaare die Pflicht, mindestens zwei Obstbäume zu pflanzen und zu unterhalten (NÖ AGRARBEZIRKSBEHÖRDE 1996). Streuobst umfasst alle Obstbäume auf Hochstämmen (Stammhöhe mind. 1,60 m), die einzeln, in Gruppen, Reihen oder flächig gepflanzt und über die landwirtschaftliche Flur sozusagen „verstreut“ sind (NÖ AGRARBEZIRKSBEHÖRDE 1996). Wegen des meist unterschiedlichen Alters, der geringen Pflegeintensität und des vielfältigen Angebots an verschiedensten Lebensräumen sind Streuobstwiesen überaus wertvolle Elemente der Kulturlandschaft. Für die ökologische Bedeutung ist dabei die enge Verbindung der Baumschicht und des meist extensiv bewirtschafteten Unterwuchses wesentlich. Es treffen zwei Großlebensräume zusammen, die mit ihren zahlreichen Teillebensräumen ein weites Angebot an ökologischen Nischen für Pflanzen und Tiere darstellen. Der hohe ökologische Wert von Obstwiesen im Gegensatz zu Intensivobstbauanlagen wird von MADER (zitiert n. NÖ AGRARBEZIRKSBEHÖRDE 1996) dokumentiert. In der historischen Kulturlandschaft von Bisamberg waren zahlreiche Streuobstwiesen vorhanden (siehe Tab. 1), die in der aktuellen Kulturlandschaft der GG Bisamberg leider nicht mehr zu finden sind.

Zur Bestimmung der Erträge historischer Obstbaumwiesen werden Daten der

NÖ AGRARBEZIRKSBEHÖRDE (1996) über die Obstbaumerhebung im Bezirk Amstetten 1938 herangezogen. Der gesamte Obstbaumbestand von Amstetten betrug 1938 ca. 13,6% von Niederösterreich. Pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche ergibt sich ein durchschnittlicher Gesamtobstbaumbestand von 15,88 Stück. In den Gemeinden reicht die Spanne bis 28,7 Stück/ha. Der durchschnittliche Baumbesatz auf Obstwiesen wird mit 70–80 Stück/ha angegeben. Für 1994 wird ein durchschnittlicher Gesamtobstbaumbestand von 4,69 Bäumen/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche errechnet. Als Vergleichsgröße dienen Daten von GÖTZ (1995). Zur Berechnung wird eine Obstbaumdichte von 70 Stück/ha angenommen. Durchschnittliche Erträge von Extensivobstbaumbetrieben in kg/Baum werden dem Statistischen Jahrbuch (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT 1982) entnommen (mittlerer Ertrag von Äpfeln 13,4 kg/Baum, von Birnen 11,9 kg/Baum), daraus errechnet sich ein Ertrag für die GG Bisamberg von 10,3 t FG bzw. 1,0 t TG.

Historische Daten zu den Erträgen von Wiesen und Weiden liegen von ZITTERHOFER (1887) und von SANDGRUBER (1982) vor. Der Heuertrag für Weiden und Brachweiden stammt aus SANDGRUBER (1978). Nach diesen Autoren und sowie nach Angaben der PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE (1997) wurden die brachliegenden Ackerflächen ebenfalls als Weiden genutzt. Dabei spielte allerdings der Düngeeffekt eine wesentlich größere Rolle als die Beweidung.

Von den Erträgen zur NPP:

Durch Multiplikation der erhobenen Durchschnittserträge mit den angenommenen Ackeranbauflächen bzw. mit den tatsächlich im FRANZISZEISCHEN KATASTER ausgewiesenen Flächen wird der Gesamtertrag in t FG eines Jahres bestimmt (Tab. 6). Über durchschnittliche Wassergehalte (WOLFF 1869) wird das Trockengewicht der Erträge bestimmt (t TG). Der Stroh- bzw. Blattanteil bei Getreide und den Hackfrüchten wird mit Daten aus SANDGRUBER (1978) berechnet (t FG). Die Bestimmung des Trockengewichtes erfolgt wieder mittels Wassergehalten aus WOLFF (1869). Durch Addition ergibt sich der Gesamtertrag in t FG und t TG. Die Nettoprimärproduktion in t TG wird über Erntefaktoren aus HABERL (1995) und DÖRFLINGER et al. (1995) berechnet. Dividiert durch die Anbaufläche erhält man die Nettoprimärproduktion pro Fläche (hier kg TG/m²).

NPP und Biomassezuwachs des Waldes:

Datengrundlagen zur Berechnung der NPP der Baum- und Strauchschicht wurden bereits oben definiert. Darüber hinaus ist für die Stoffflussanalyse auch der Biomassezuwachs interessant:

Die Nettoprimärproduktion ist definiert durch (ROBERTS et al. 1993):

$$NPP = dB + dl + dg + de$$

NPP	Nettoprimärproduktion
dB	Differenz der Biomasse (Zuwachs)
dl	Transport, Tod
dg	Fraß
de	Wurzelausscheidungen

Der Biomassezuwachs ergibt sich aus:

$$dB = NPP - (A+A) - \text{Transport}$$

dB	Differenz der Biomasse (Zuwachs)
NPP	Nettoprimärproduktion
A+A	Abbau und Atmung
Transport	direkter anthropogener Transport

Der Biomassezuwachs ist somit jener Teil der Nettoprimärproduktion, welcher in Form von Biomasse (in unseren Breiten als Holz) festgelegt wird und nicht vom Menschen entzogen wird oder Tierfraß bzw. Zersetzung zum Opfer fällt.

Der historische Biomassezuwachs könnte über Nutzungsdaten des Waldes abgeschätzt werden. Es liegen allerdings darüber für Bisamberg keine Angaben vor. Es kann, unter Bezug auf STROHAL (1854) und WESSELN (1863) davon ausgegangen werden, dass vor allem die Brennholzentnahme (s. auch SANDGRUBER 1978), aber auch das Laubstreusammeln vordergründige Nutzungen des Waldes am Bisamberg, wie auch sonst in Bauernwäldern, waren; die Bauholzgewinnung dürfte untergeordnete Bedeutung gehabt haben (s. Kap. Sozioökonomisches Umfeld).

Wenn auch nicht vorbehaltlos auf den Bisamberg übertragbar, da der Bisamberg zwar geologisch einen Ausläufer des Wienerwalds darstellt, aus botanischer Sicht jedoch anders eingestuft werden muss, sei dennoch auf Daten aus dem Wienerwald zurückgegriffen (STROHAL 1854, WESSELN 1863), um einen Anhaltspunkt für potentiell zur Entnahme zur Verfügung stehende Holz- und

	Ackerflächen	Flächen	Ertrag	Weinertrag	Ertrag	N-Gehalt Frucht	N-Gehalt Frucht	Wassergehalt	Ertrag	Ertrag	Ertrag	N-Gehalt	N-Gehalt
	Eigene Annahmen				Frucht	n. Wolff (1869)	Summe	Frucht	Frucht	Stroh	Stroh/Blatt	Stroh/Blatt	Stroh/Blatt
										n. Sandgruber (1978)		n. Wolff (1869)	
	[%]	[ha]	[kg FG/ha]	[1000 Liter]	[t FG]	[%]	[t N]	[%]	[t TG]	[kg Stroh/kg Frucht]	[t FG]	[%]	[t]
Getreide o. BW	62,0	386,4											
Roggen	27,0	168,3	938		157,8	1,76	2,78	14,9	134,3	1,91	301,4	0,24	0,72
Hafer	27,0	168,3	934		157,2	1,92	3,02	14	135,1	1,21	190,2	0,40	0,76
Weizen	4,0	24,9	1.210		30,2	2,08	0,63	14,3	25,8	1,34	40,4	0,32	0,13
Gerste	4,0	24,9	1.240		30,9	1,52	0,47	14,5	26,4	1	30,9	0,48	0,15
Buchweizen	4,2	26,2	580		15,2	1,44	0,22	14,1	13,0	1	15,2	1,30	0,20
Neue Feldfrüchte	1,8												
Kartoffeln	1,7	10,6	7.250		76,8	0,32	0,25	75	19,2	0,13	10,2	0,49	0,05
Zuckerrüben	0,1	0,6	19.400		12,1	0,16	0,02	84	1,9	0,25	3,0	0,30	0,01
Summe Ackerland		423,8			480,1		7,4		355,9		591,4		2,0
Weinbau		70,51	1.672	117,9	168,4	0,00	0,00	77,9	37,2				
Heuertrag													
Wiesen		21,5	2.668								57,4	1,31	0,75
Weiden Heu		106,0	195								20,7	1,31	0,27
Weiden Vieh		106,0	2.000								212,0	1,31	2,78
Brachweiden Vieh		208,4	500								104,2	1,31	1,37
Brachweiden Heu		208,4	95								19,8	1,31	0,26
Gemüse		3,7	9.725		36	0,20	0,07	70	10,8				
Obstgärten		11,7	884		10,3	0,05	0,01	90	1,0				
Summe					695		7,45		405		1.005		7,44

	N-Entzug Ernte	N-Entzug Ernte	N-Entzug Vegetation	Wassergehalt Stroh/Blatt	Ertrag Stroh/Blatt	Ertrag Gesamt	Ertrag Gesamt	Erntefaktoren n. Dörflinger (1995)		NPP	NPP	Saatgut- mengen	Wassergehalt Frucht	N-Gehalt Saatgut	N [t]	Saatgut- mengen
	Lierke (1887)	Lierke (1887)	Ernte + 20%	Wolff (1869)				n. Haberl (1995)					n. Wolff (1869)			
	[kg N/ha]	[kg N/ha]	[kg N/ha]	[%]	[t TG]	[t FG]	[t TG]	FG	TG	[t TG]	[kg TS/m ²]	[t FG]	[%]	[%]		[t TG]
Getreide	Ertrag/N-Entzug															
Roggen	900/28,7	20,81	24,97	15,4	255,0	459,3	389,3		4,16	558,7	0,33	37,03	14,9	1,76	0,65	31,51
Hafer	1100/35	22,45	26,94	14,1	163,3	347,3	298,5	4,66	5,3	716,3	0,43	25,25	14	1,92	0,48	21,71
Weizen	1100/34,6	30,36	36,43	14,1	34,7	70,6	60,6	3,25	3,69	95,4	0,38	5,98	14,3	2,08	0,12	5,12
Gerste		24,80	29,76	14	26,6	61,8	53,0		2,28	60,3	0,24	6,23	14,5	1,52	0,09	5,32
Buchweizen		15,89	19,07	16	12,8	30,4	25,8		2,5	32,6	0,12	5,24	14,1	1,44	0,08	4,50
Neue Feldfrüchte																
Kartoffeln	15000/58,4	27,94	33,52	77	2,4	87,0	21,6	0,62	2,47	47,4	0,45	13,03	75	0,32	0,04	3,26
Zuckerrüben	20000/47	45,59	54,71	89,7	0,3	15,1	2,2	3,33	3,33	6,4	1,03	0,03	84	0,16	0,00	0,01
			[t N]													
Summe Ackerland			11,27		495,1	1071,5	851,0			1517,1	0,358	92,8			1,5	71,4
			angenommen													
Weinbau	4000/34,5	0,00	20,00				37,2	0,4	2,47	67,4	0,096					
Heuertrag					335,4											
Wiesen		34,95	41,94	14,4	49,1	57,4	49,1	1,12	2,5	122,8	0,571					
Weiden Heu		2,55	3,07	14,4	17,7	20,7	17,7	1,12	2,5	44,2	0,042					
Weiden Vieh		26,20	31,44	15,4	179,4	212,0	179,4	1,12	2,5	448,4	0,423					
Brachweiden Vieh		6,55	7,86	14,4	89,2	104,2	89,2	1,12	2,5	223,0	0,107					
Brachweiden Heu		1,24	1,49	15,4	16,7	19,8	16,7	1,12	2,5	41,9	0,020					
Gemüse		19,45	23,34			35,9	10,8	0,38	2,88	13,7	0,370					
Obstgärten		0,48	siehe Tab. 9.34			10,3	1,0		2,5	2,6	0,022					
					847	1.532	1.252			2.481		Obstbaum 1,63				

Tab. 6b: Landwirtschaftliche Nettoprimärproduktion, Saatgutaufwand und Daten zum Stickstoffentzug von Bisamberg 1820

Quelle: Literatur, Berechnungen

Laubstreumengen historischer Holznutzung zu haben. Nach Hochrechnung auf die Bisamberger Waldflächen ergibt sich daraus ein Biomassezuwachs von 710 t TS, der Ertrag, also die Holznutzung liegt bei 668 t TS. Der Gesamtzuwachs ist im langjährigen Durchschnitt also höher als die Gesamtentnahme, die alleinige Betrachtung dieses Kriteriums deutet auf eine nachhaltige Nutzung hin.

Für Subsysteme außerhalb des Waldes, in denen es ebenfalls eine Baum- und Strauchschicht gibt, wird ein Biomassezuwachs in der Größenordnung von 10% der NPP angenommen (Vorgangsweise entsprechend ELLENBERG 1986).

Biomasse im Boden

Biomasse von Bodentieren: Für die tierische Biomasse werden der Vegetationsform entsprechende Werte ermittelt (PETERSEN & LUXTON 1982, ELLENBERG 1986, SCHAEFER 1990, GOODAL 1992). Dabei wird vorwiegend auf Bodenfauna geachtet, deren Großteil die Regenwürmer ausmachen (DUVIGNEAUD & DENAYER DE-SMET 1977, SCHEFFER 1989). Der Beitrag der oberirdisch lebenden Fauna (Wild, Vögel, Insekten und dergleichen) zur Biomasse ist vernachlässigbar.

Die Biomasse beträgt $0,05 \text{ kg TG/m}^2$, das entspricht einer Gesamtbiomasse an Bodentieren von 558 t.

Biomasse von Mikroorganismen: Hier werden aktuelle Daten aus Untersuchungen von POST & BEEBY (1993), SMITH et al. (1993) und OHTONEN (1994) herangezogen. Da die meisten Untersuchungen allerdings nicht eine Gesamtheit der Mikroorganismen betrachten, sondern lediglich Dichteuntersuchungen über die obersten 1–10 cm beinhalten, werden die Werte mit der Abnahme der organischen Substanz mit Zunahme der Tiefe verrechnet. Es erscheint plausibel, davon auszugehen, dass der Anteil an organischer Substanz in einem bestimmten Bodenhorizont mit dem Anteil der Mikroflora in diesem Horizont korreliert ist (SCHEFFER 1989).

So berechnet, ergibt die Biomasse der Mikroorganismen $0,31 \text{ kg TG/m}^2$, auf die Subsysteme hochgerechnet sind das 3.240 t.

Streuaufgabe und abgestorbene organische Substanz des Bodens: Die Berechnungen stützen sich auf aktuelle Daten von ELLENBERG (1986), KÖRNER et al. (1993), PUTZGRUBER (1993), TROEH & THOMPSON (1993), BARBOUR et al. (1991) und WOODWELL (1984). Bei den Ackerflächen wird davon ausgegangen,

dass das Stroh zur Gänze dem System entzogen wird, die Stoppeln aber in den Mineralboden eingeachert werden. Diese „Streu“ ist somit im Humusgehalt impliziert. Die Berechnungen der organischen Substanz werden vereinfachend mit einer Bodentiefe von 50 cm begrenzt, wenngleich in dieser Tiefe je nach Bodentyp noch Kohlenstoff- bzw. Stickstoffmengen von bis zu 20% vorkommen können. Die Änderung der toten organischen Substanz im Verlaufe eines Jahres kann auf Grund fehlender historischer Daten nicht berücksichtigt werden; es wird eine konstante Menge an organischer Substanz im Boden angenommen. Für die Streu ergeben sich Mittelwerte von $0,49 \text{ TG kg/m}^2$, d.s. 5.084 t, für die übrige organische Substanz $16,41 \text{ TG kg/m}^2$, das sind hochgerechnet auf die Fläche der GG Bisamberg 171.856 t TG.

Biomasseverlust durch Abbau und Atmung: Geht man davon aus, dass die organische Substanz im Boden nicht zunimmt (siehe oben), so bleibt für „Abbau und Atmung“ jener Restbetrag der Nettoprimärproduktion zur Verfügung, welcher weder als Zuwachs gebunden noch dem System in Form von anthropogenem Export entzogen wird. Der Metabolismus von Mikroorganismen und Bodentieren ist schwer nachvollziehbar, da er von vielen Faktoren wie Bodentyp, Bodenwasser, Bodenstruktur, Außentemperatur abhängt und auch räumlich sehr heterogen ist. Für die Aufteilung des abgebauten und veratmeten Materials wird auf Daten von ELLENBERG (1986) zurückgegriffen (Mikroorganismen 94,5% und Tiere 5,5%). Der Biomasseverlust durch Abbau und Atmung auf der Fläche der GG Bisamberg entspricht 3.521 t/a.

Viehbestandszahlen und Biomasse der Haustiere

Einerseits liegen für das Jahr 1820 keine Viehbestandszahlen vor, andererseits veränderten sich zur betreffenden Zeit gerade die wirtschaftlichen Randbedingungen, welche zu einer steigenden Bedeutung der Schafzucht führten (s. Kap. Sozioökonomisches Umfeld).

Grundlage für die Berechnungen ist die Viehbestandszahl. Für das Jahr 1833 werden 665 Schafe (v.a. in der herrschaftlichen Schäferei), 113 Kühe und 31 Pferde in der KG Bisamberg angegeben (SCHWEICKHARDT 1833), für Klein-Engersdorf liegen Daten aus der Pfarre vor („Inventar“; ZITTERHOFER 1887); die allgemein steigende Bedeutung der Schafzucht ist auch darin ersichtlich. Zur Landwirtschaft in den Jahren von 1773–1784 bemerkt ZITTERHOFER (1887): „Die Bauern betrieben ihre Wirtschaften mit der viel billigeren Zugkraft der Kühe oder

durch die gemietete Pferdekraft. Es gab im ganzen Orte kaum mehr als 5 bis 6 Pferde. Man düngte wenig, ja man bebaute nicht einmal alle Äcker.“ „Pfarrer Gerard behielt den Dreifelder-Turnus mit der Brache im Allgemeinen bei. Hie und da baute er ins Brachfeld Kartoffel. Federvieh, besonders Hühner, Enten, Tauben, züchtete er in grosser Menge und verkaufte die Eier nach Wien.

Bedeutende Änderungen ergaben sich erst nach 1848 (ZITTERHOFER 1887). Die Viehzählung aus dem Jahr 1934 ergibt einen Viehbestand von 112 Rindern, 37 Pferden, 163 Ziegen, 381 Schweinen, 2479 Hühnern, 35 Enten, 12 Gänsen und 92 Bienenstöcken (MAIER 1982). Schafe scheinen keine auf, dafür gibt es viele Schweine und Ziegen, während die Zahl der Rinder und Pferde annähernd gleich geblieben ist.

Zur Abschätzung der Viehbestandszahlen für das Jahr 1820 in der GG Bisamberg wird die Großviehzahl der KG Bisamberg (1833) auf die Einwohner bezogen, auf die Bevölkerung der KG Klein-Engersdorf hochgerechnet und die beiden Zahlen addiert. Für die Berechnung der Kleinviehzahl wird die Zählung der Hühner, Enten und Gänse von 1934 herangezogen. Diese Zahlen werden ebenfalls mit der Bevölkerung im Jahr 1934 in Bezug gesetzt und auf die Bevölkerungszahl aus dem Jahr 1820 umgelegt. Daraus ergibt sich für die GG Bisamberg folgender kalkulierter Viehbestand im Jahre 1820: 43 Pferde, 158 Rinder, 955 Schafe, 1327 Hühner, 19 Enten, 6 Gänse.

Um von der Bestandeszahl auf die Biomasse schließen zu können, werden diese mit dem Großvieheinheitenschlüssel von SANDGRUBER (1978) in Großvieheinheiten (GVE) umgerechnet (Tab. 7). Eine historische GVE entspricht 330 kg (SANDGRUBER 1978), aktuell wird mit 500 kg/GVE gerechnet. Aus diesem Grund wird die historische GVE in Beziehung zur aktuellen gesetzt. Der Umrechnungsfaktor beträgt somit 0,66. Durch Multiplikation der so errechneten GVE mit dem Lebendgewicht einer Kuh (=1GVE) ergibt sich die Biomasse der Haustiere, sie beträgt 108 t FG, d.s. 43,2 t TG bei einer Annahme von 60% (s. FLINDT 1985) Wassergehalt.

Großvieheinheitenschlüssel	[GVE]
Pferd über 3 Jahre	1,3
Füllen 1–3 Jahre	1
Füllen unter 1 Jahr	0,75
Stiere und Ochsen	1,15
Kühe	1
Kälber unter 3 Jahren	0,75
Schafe	0,1
Ziegen	0,1
Schweine	0,22
Maultiere, Esel	0,75

Tab. 7: Historischer Großvieheinheitenschlüssel.
Quelle: SANDGRUBER (1978)

Stoffumsatz der Haustiere

Futter: Der Futterbedarf des Viehs kann nur für die Pferde genau ermittelt werden. Laut ZITTERHOFER (1887) verbrauchten zwei Pferde 140 Metzen Hafer/a. Dies entspricht einem Verbrauch von 3.030 kg Hafer/Pferd.a. Der Tagesverbrauch ergibt so 8,3 kg Hafer/Pferd. Für 43 Pferde in der GG Bisamberg waren somit ca. 65 t Hafer notwendig. Für Rinder werden 3% vom Lebendgewicht als Futterbedarf angesetzt (FLINDT 1985, s.a. z.B. Tabellenanhang LANDBAU-KALENDER 1932), für Hühner 3,5% (FLINDT 1985), für Schafe 3%; Enten und Gänse wurden nicht kalkuliert. Daraus ergibt sich ein Gesamt-Futterbedarf von 131 t FG für Pferde, 570 t FG für Rinder, 345 t FG für Schafe und 73 t FG für Hühner.

Einstreu: Die Winterstallhaltung insbesondere der Kühe (ZITTERHOFER 1887) erforderte einen hohen Einstreubedarf, welcher aus Angaben nach WESSELN (1863) und BMLF (1991) kalkuliert wird. WESSELN (1863) gibt den Laubstreubedarf von Großtieren mit 4,5 kg FG/GVE an. Es kann nicht gesagt werden, ob der Einstreubedarf ausschließlich mit Stroh oder auch mit Laubstreu aus den Wäldern gedeckt wird. Die Berechnung ergibt einen jährlichen Einstreubedarf von 173,2 t FG/a.

Mist: Der anfallende Mist ergibt sich aus der Multiplikation aktueller spezifischer Dungmengen/GVE (Pferde 8 t FG/a, Rinder 9t FG/a, Schafe 12 t FG/a, Hühner 0,065 t FG/a) vermindert um den Umrechnungsfaktor (0,66) für die historische GVE. Daraus resultiert ein Wirtschaftsdüngeranfall von 2.047 t FG/a bzw. 389 t TG/a (Wassergehalte n. BMLF 1991).

Milch: Die produzierte Milchmenge wird durch Multiplikation der spez. Milchleistung von 900 l/Kuh.a (SANDGRUBER 1978) mit der Anzahl der Milchkühe errechnet, das ergibt 142.000 l Milch, d.s. pro Einwohner 186 l/a (vgl. dazu 180 l/a n. SANDGRUBER 1982).

Fleisch: Eine Abschätzung der Fleischproduktion erfolgt unter den Annahmen, dass jährlich 10% der Rinder und 10% der Schafe geschlachtet werden, und das Fleischgewicht 65% des Lebendgewichtes ausmacht (SANDGRUBER 1978), so ergibt sich in Summe eine Fleischproduktion von 8,4 t/a bzw. 11 kg/Einwohner.a. FLAIG & MOHR (1996) geben den Fleischverbrauch in Deutschland um 1800 mit 13 kg pro Kopf und Jahr an. Bezieht man in Bisamberg eine

Kälberquote von 50% bei einer Schlachtquote von ebenfalls 50% mit ein (SANDGRUBER 1978), ergäbe sich eine zusätzliche Fleischproduktion von 4 kg pro Einwohner und Jahr.

Schafwolle: Einen Anhaltspunkt für die Größenordnung der anfallenden Schafwolle gibt ZITTERHOFER (1887) für das Jahr 1706, wo im „Bestand-Schaffler-Contracte“ eine Schur mit 0,5 Pfund/Schaf gerechnet wird. SANDGRUBER (1978) gibt den Wollertrag/Schaf und Jahr mit 1 kg an. Die gesamte Schurwollmenge der GG Bisamberg ergäbe somit pro Schur für einen Bestand von 955 Schafen 955 kg Wolle.

Anthroposphäre

Bevölkerungszahlen:

KLEIN (o.J.) gibt die Bevölkerungszahl der GG Bisamberg für 1794/1797 mit 646 Einwohner (KG Bisamberg 427, KG Klein-Engersdorf 219) und für das Jahr 1869 mit 984 Einwohnern (KG Bisamberg 656, KG Klein-Engersdorf 328) an. Da in der Literatur zwar öfters Einwohnerzahlen für die KG Bisamberg auftauchen (z.B. in SCHÜTZENBERGER 1829, SCHWEICKHARDT 1833, SCHMIDL 1838, ZITTERHOFER 1887, POLAK-MÜRZSPRUNG 1929) nicht aber für die GG Bisamberg, werden, um die Einwohnerzahlen von 1820 zu ermitteln, die Daten von KLEIN hochgerechnet. Es wird ein lineares Bevölkerungswachstum zwischen 1794 und 1869 angenommen. Daraus ergibt sich für die GG Bisamberg 1820 eine Gesamtbevölkerung von 763 Personen (KG Bisamberg 506, KG Klein-Engersdorf 257). Seuchenbedingte Schwankungen werden dabei außer Acht gelassen.

Nahrung: Daten zur durchschnittlichen Ernährung der niederösterreichischen Bevölkerung um 1860 (SANDGRUBER 1982) hochgerechnet auf die Bevölkerung der GG Bisamberg ergibt den Nahrungsmittelumsatz, dargestellt in Tabelle 8. Eine prozessübergreifende Darstellung der Nahrungs- und Futtermittelprodukte sowie des Verbrauches an Nahrungsmitteln, Viehfutter und Wasser, die gleichzeitig die Plausibilität der getroffenen Annahmen und Berechnungen bestätigt, gibt Tabelle 9.

Wasser: Zum Wasserangebot der KG Klein-Engersdorf liegen nur qualitative Aussagen vor (ZITTERHOFER 1887). Fast jedes Haus besaß einen eigenen Brunnen, zusätzlich waren Quellen mit guter Trinkwasserqualität vorhanden. „An einer der

	Verbrauch pro Kopf [kg]	Verbrauch gesamt [kg]	Wasser %	TG [kg]	C-Gehalt [%]	Kohlenstoff gesamt [kg]	Eiweiss [%]	Eiweiss [kg]	Stickst gesamt
Fleisch	21,8	16.633	66	5.655	65	3.676	15,0	2.495	
Wild	2,1	1.602	70	481	65	312	17,0	272	
Fische	2,1	1.602	61	625	65	406	16,0	256	
Butter, Käse	8,4	6.409	17	5.294	65	3.441	10,0	641	
Eier	2,9	2.175	65	761	65	495	11,0	239	
Zucker	1,9	1.450	0	1.450	50	725	0,0	0	
Mehl, Hülsenfrüchte	127,7	97.435	12	85.743	50	42.871	17,0	16.564	2.
Kartoffeln	83,6	63.787	78	14.161	50	7.080	2,0	1.276	
Kraut	42,4	32.351	90	3.235	50	1.618	0,9	291	
Rüben	16,0	12.208	90	1.221	50	610	0,9	110	
Sonstiges Gemüse	10,2	7.783	90	778	50	389	0,9	70	
Obst	12,8	9.766	79	2.051	50	1.025	0,3	29	
Wein	50,2	38.303	89	4.213	50	2.107	0,2	77	
Bier	70,5	53.792	91	4.841	50	2.421	5,0	2.690	
Milch	180,0	137.340	89	15.794	65	10.266	3,2	4.395	
Gesamt	632,6	482.636		130.509		67.177		25.010	4.
davon tierisch	217,3	165.762		12.816		8.330		3.904	
davon pflanzlich	415,3	316.874		117.693		58.846		21.106	3.

Tab. 8: Der Nahrungsumsatz der Bevölkerung von Bisamberg 1820: Wasser-, Kohlenstoff-, Eiweiß und Stickstoffgehalt der Nahrung. Quelle: SANDGRUBER 1982, Berechnungen

Angebot			Verbrauch		
Produkt	Menge [t FG/a]	Menge [kg FG/EW.a]	Produkt	Menge [t FG/a]	Menge [kg FG/EW.a]
Roggen	121	158	Mehl, Hülsenfrüchte		127,7
Hafer	132	173			
Weizen	24	32			
Gerste	25	32			
Buchweizen	10	13			
Kartoffeln	64	84	Kartoffeln		64,5
Gemüse	36	47	Kraut		42,4
			Rüben		16
			Sonstiges Gemüse		10,2
			Obst		12,8
Zuckerrüben	12	16	Zucker		1,9
Fleisch	8,4-15	15	Kaffee, Zichorie u. Gewürze		0,7
			Fleisch		21,8
			Wild		2,1
			Fische		2,1
			Milch		180
			Käse, Butter, Milch reduziert		8,4
			Eier		57
Wein	118	155	Honig		0,6
			Salz		4,5
			Wein, Obstmost		50,2
			Bier		70,5
			Spirituosen		1,4
Gras/Heu Stroh/Blatt	415 591		Wasser		20
			Haferverbrauch Pferde	131	
			Futter Rinder	570	
			Futter Schafe	345	
Futter Hühner	73				
Holz	668	875			

Tab. 9: Gegenüberstellung von land- und forstwirtschaftlicher Produktion mit dem Verbrauch in Bisamberg 1820. Quelle: Berechnungen

tiefsten Stellen (neben der Veits-Kirche) entspringt eine Quelle, die sehr gutes, frisches Trinkwasser liefert.“ Und an anderer Stelle: „Von großem Werte ist für Klein-Engersdorf der Reichtum an gutem, gesundem Trinkwasser. Es gibt nur wenige Häuser, die keinen Brunnen haben. Das Wasser ist mehrenteils gut, ohne jeglichen Beigeschmack. Merkwürdig ist nur, daß das Wasser vieler Brunnen, die der nördlichen Häuserzeile angehören, nicht genießbar ist. Sogenannte Gemeindebrunnen sind der im Gemeinde-Gasthause und jener vor dem Hause N.31 auf Gemeindegrund stehende. Wo die beiden Rieden: Aufläng- Wiese und Hausweingärten zusammengrenzen, findet sich eine Quelle, die bisweilen stark säuerlich ist. Nahe beim Hause N. 8 ist eine besonders treffliche Quelle, deren Wasser fast immer die gleiche Temperatur hält. Von dieser Quelle höchstens 120 Schritte entfernt, entspringt abermals eine reichliche, gute Quelle.

Auch von Erosionserscheinungen wird berichtet: *„Da hier alles beurbarte Land wellenförmig ist, kommt bei bedeutenderen Regengüssen leicht Abschwemmung vor“ (ZITTERHOFER 1887).*

Eine ähnliche Situation der Wasserversorgung mit Grund- und Quellwasser ist auch für die KG Bisamberg anzunehmen, wobei die Quellwasserversorgung des Bisamberger Schlosses eine Sonderstellung einnimmt (Brunnstube, MAIER 1982).

Eine Größenordnung über den Wasserverbrauch der Wiener Bevölkerung zur damaligen Zeit gibt GYÖRGY (o.J.). Mitte des 19. Jh.s lieferten sämtliche Wiener Wasserleitungen etwa 1600 m² täglich, was bei einer Einwohnerzahl von 326.000 4 - 5 Liter pro Tag und Einwohner entspricht (zum Vergleich: heute wird mit 20 l/EW.d gerechnet). VETTER (1988) gibt den durchschnittlichen Wasserverbrauch in den Haushalten Deutschlands im Jahr 1850 mit 20 l/EW.d an. Nimmt man für die ländliche Bevölkerung 5 l/EW.d als Untergrenze und den Wert von 20 l/EW.d als Obergrenze errechnet sich bei einer Bevölkerung von 763 Personen in der GG Bisamberg ein jährlicher Wasserverbrauch zwischen 1.392.475 und 5.569.900 Liter (1.392 - 5.569 m²).

Häuserzahl und Bauparzellengröße: Eine Quantifizierung des Baumaterialienlagers mangels entsprechender Daten ist nicht zielführend. Wieder liegen zwar für die KG Bisamberg Angaben in der bereits bei der Einwohnerzahl angeführten Literatur Angaben über die damalige Häuserzahl vor, doch nur bei KLEIN (o.J.) finden sich die Häuserzahlen für Bisamberg und Klein-Engersdorf. Aus den bei KLEIN vorliegenden Angaben aus den Jahren 1794/1797 und 1869 wurde für die GG Bisamberg ein Häuserbestand von ca. 136 Häuser (KG Bisamberg 84, KG Klein-Engersdorf 52) errechnet (s. Berechnung Bevölkerungszahl).

Die Fläche der Bauparzellen wird im FRANZISZEISCHEN KATASTER mit 88.200 m² für die GG Bisamberg angegeben. Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Bauparzellengröße von 648 m². Stichprobenartige Messungen aus dem FRANZISZEISCHEN KATASTER ergeben eine durchschnittliche Gebäudegrundfläche pro Bauparzelle von 64 m².

Von 1794 - 1869 wurden nach den Bestandszahlen von KLEIN (o. J.) 19 Häuser in der GG Bisamberg gebaut. Das entspricht einer durchschnittlichen Baurate von 0,25 Häusern pro Jahr. Der Großteil der Häuser in Niederösterreich wurde damals bereits aus Stein und Ziegeln gebaut (s. Kap. Sozioökonomisches Umfeld).

Gewerbe: 1819 gab es in Bisamberg 43 Hauer, 17 Kleinhäusler, 7 Bauern sowie die drei Gewerbetreibenden Binder, Hufschmied und Zimmermann (MAIER 1982). Zusätzlich dürfte sich der Betrieb des Steinbruchs in der Nähe der Veits-Kirche in bedeutenderen Stoffflüssen niedergeschlagen haben (ZITTERHOFER 1887). Über das Gewerbe in Klein-Engersdorf liegen keine Informationen vor.

Aneignung von Nettoprimärproduktion

Unter Aneignung von Nettoprimärproduktion wird die „menschliche Aneignung von Nettoprimärproduktion“ verstanden, wie sie HABERL (1995) definiert: Differenz zwischen der Nettoprimärproduktion der hypothetischen natürlichen Vegetation und der tatsächlich in der Natur (also an dem Ort, an dem sie gebildet wird) verbleibenden Nettoprimärproduktion. Aneignung von Nettoprimärproduktion entsteht somit einerseits durch direkte Biomasseentnahme (Ernte), andererseits durch Produktivitätsveränderung, bedingt etwa durch Verbauung.

Als potentiell (hypothetische) natürliche Vegetationsform des gesamten Gemeindegebietes von Bisamberg wird ein Eichenmischwald angenommen (MAIER 1982). Die hypothetische Nettoprimärproduktion hierfür wird aus Literaturwerten errechnet (DÖRFLINGER et al. 1995, MAIER et al. 1996b). Die tatsächlich im Ökosystem verbleibende Nettoprimärproduktion ergibt sich aus der Differenz zwischen aktueller und entnommener Nettoprimärproduktion (siehe oben). Um die tatsächlich im System verbleibende Nettoprimärproduktion errechnen, wird die geerntete Nettoprimärproduktion von der aktuellen Gesamt-Nettoprimärproduktion abgezogen. Die Aneignung von Nettoprimärproduktion durch die Versiegelung der Flächen ist in der verminderten Nettoprimärproduktion

dieser Flächen enthalten. Um Unterschiede zwischen den Nutzungsformen besser erkennen zu können, werden diese Berechnungen für alle Subsysteme separat durchgeführt.

Die Aneignung von Nettoprimärproduktion errechnet sich aus:

$$NPP_A = NPP_0 - NPP_t$$

$$NPP_t = NPP_{akt} - NPP_E$$

NPP_A	NPP-Aneignung
NPP_0	NPP potentiell natürlicher Vegetation
NPP_{akt}	NPP aktueller Vegetation
NPP_E	NPP geerntet
NPP_t	NPP, die tatsächlich im Ökosystem verbleibt

Daten hiezu finden sich im Kapitel „Infrastrukturdynamik – ein Vergleich“

Stickstoffbilanz (Abb. 1)

Stickstoff (N) ist jener Nährstoff, der bei Minimierung das Pflanzenwachstum am stärksten beschränkt. Dies ist für eine Bilanzierung des historischen Stickstoffkreislaufs von besonderem Interesse, da vom Stickstoffangebot auch das Energieangebot (in Form von Nahrung) für Mensch und Tier abhängt. Zur Zeit des FRANZISZEISCHEN KATASTER spielte die mineralische Düngung noch keine Rolle. Das Haber-Bosch-Verfahren sowie andere technische Möglichkeiten zur Bereitstellung mineralischen Düngers waren noch nicht vorhanden.

Somit ist das historische Bisamberg als „nährstofflimitiertes Ökosystem“ anzusehen. Die Nährstoffe werden rezykliert, sowohl durch Nutzung des Viehdungs als auch durch Verwendung der menschlichen Fäkalien als Dünger.

Die PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE (1997) zitiert VASEY, der Berechnungen zum Stickstoffbudget eines mittelalterlichen Zweifeldersystems anstellte. Demnach werden bei einer Ernte von 1.000 kg Weizen/ha dem Boden 20 kg Stickstoff entzogen. Das ausgebrachte Saatgut führt zu einem Stickstoffinput von 4 kg N/ha, Regen, Staub und Vogelexkrementen verursachen einen weiteren Input von 8-12 kg N/ha und die asymbiontische Fixierung wird mit 4-10 kg N/ha angenommen. Der Eintrag durch Wirtschaftsdünger wird in der Höhe von 5 kg N/ha angenommen, wobei dieser Wert als gering eingeschätzt wird. Im Vergleich dazu weist die Dreifelderwirtschaft einen wesentlich höheren Nährstoffbedarf auf, der durch Beweidung gedeckt werden muss (PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE 1997).

STICKSTOFFBILANZ BISAMBERG 1820

Flüsse in Tonnen/Jahr, Lager in Tonnen

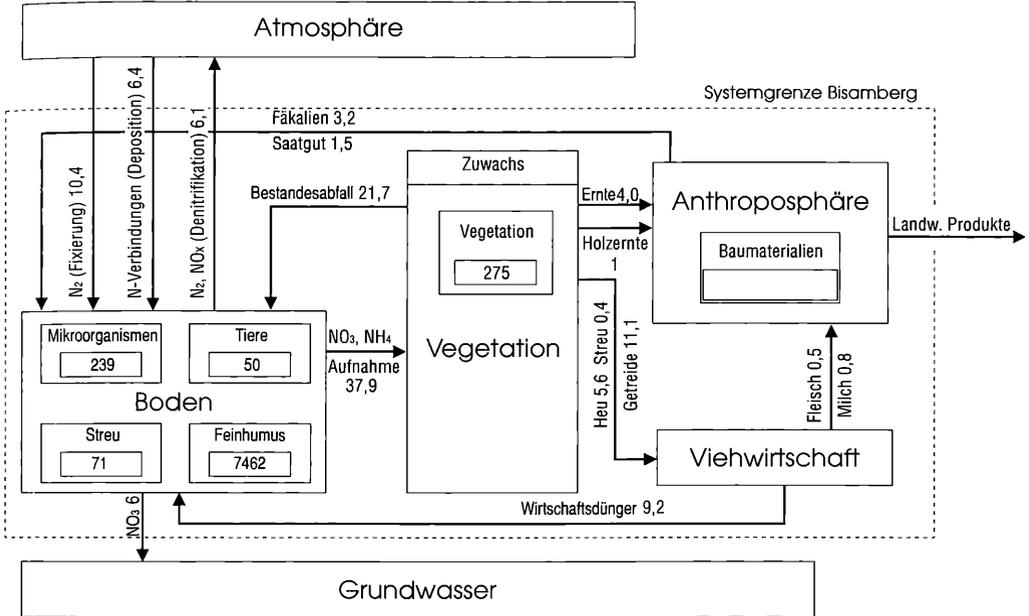


Abb. 1: Stickstoffbilanz Bisamberg 1820, Quelle: Berechnungen

Die Autoren weisen aber auch speziell auf die Bedeutung der Gründüngung in der historischen Landwirtschaft von Theyern hin.

Das historische Ökosystem Bisamberg war jedoch nicht vollständig geschlossen, Nährstoffeinträge waren durch folgende Pfade gegeben: Zufuhr durch atmosphärische Deposition in geringen Mengen, Zukauf von Heu für das Vieh, Zukauf von Nahrungsmitteln, Import von Wirtschaftsdünger aus Wien. Nährstoffabgänge waren durch Abgabe des Zehents an die Stifte Klosterneuburg und Schotten sowie an Graf Abensperg und Traun (dessen Schüttkasten sich allerdings in Bisamberg befand) und Verkauf der Produkte in Wien gegeben.

Aus historischen Zitaten werden vor allem die Veränderungen in Bezug auf den Nährstoffhaushalt ab dem Jahr 1848 ersichtlich. Während ZITTERHOFER (1887) für das Jahr 1838 noch berichtet (S. 262): „Pfarrer Michael Seine Bemerkungen über den Stalldünger und dessen Behandlung, über die Verwertung der Jauche, über Gründüngung etc. sind gediegen und geben Zeugnis davon, dass er ein tüchtiger, praktischer Oeconom war“, so herrschten ab 1848 andere

Verhältnisse (S.163-165): „Im Grossen und Ganzen benützten die Bauern sämtlicher drei Pfarrgemeinden die gewonnene Herrschaft über Grund und Boden sehr tüchtig. Von 1848 an schwand allgemach immer mehr das sogenannte Brachjahr aus dem Cultur-Turnus. Es bildete sich folgende Bodenbenützung aus: 1. Jahr, nach starker Düngung, Kartoffelbau, 2. Jahr Korn, selten Weizen, für welchen im allgemeinen wenig geeignetes Land da ist; 3. Jahr Hafer, Gerste selten. Manche der hiefür geeigneten Gründe werden zweimal im Jahre geerntet, indem erstlich zu Hause in Sand eingelegte und getriebene Kartoffel Ende März oder Anfang April gelegt, Anfang oder Mitte Juni als Früh-Erdäpfel ausgenommen werden, worauf man Mais als Grünfutter baut, nach dessen Gewinnung die Aussaat der Winterfrucht vorgenommen wird. Aber diese Methode schlägt leicht fehl, und zwar wegen der in hiesiger Gegend so überaus häufigen Fröste, die manchmal bis Ende Mai noch auftreten und Ende October abermals ihre Herrschaft beginnen. Die übergrossen Quantitäten Dünger, die zu diesem Wirtschaftsbetriebe erfordert werden, werden größtenteils von Wien herausgeführt, wohin der Bauer, der hier Producent und Händler zugleich ist, mit seinen Erzeugnissen zu Markte kommt. Dazu bedarf man nun vieler, tüchtiger Zugkräfte. Es hat sich demgemäß die Anzahl der Pferde gegen früher bedeutend vermehrt. Hagenbrunn, das in den ersten Decennien dieses Jhs. kaum mehr als 10 Pferde eingestallt hatte, weist jetzt 70 auf In Klein-Engersdorf stieg die Zahl von 8 auf 39....

Die Viehzucht ist seit 1848 im bedeutenden Rückgange. Schafe, die früher fast in jedem Hause sich fanden, sind gar nicht mehr vorhanden. Grund hiefür war einerseits die Räude-Krankheit, die sich eingestellt hatte, andererseits – und zwar hauptsächlich – die Abstellung des Weiderechtes und des Brachjahres. Der Stand der Kühe ist seit zwei Decennien um ca. 12-15% zurückgegangen. Man sagt, das Land, das zum Viehfutter benützt wird, rentiere sich nicht so, wie als Korn- oder Kartoffelgrund. ferner gedeihe der Klee hier ohnedies nicht gut, die Wiesen seien selten und haben wenig süßes Gras; den Dünger endlich beziehe man billiger von Wien. Die Obstzucht hat fast ganz aufgehört, besonders in Klein-Engersdorf und Flandorf In Hagenbrunn sind nur wenige Gärten, die bisweilen ein bedeutenderes Erträgnis abwerfen. Die Haupteinnahme für den hiesigen Bauer sind die Kartoffel.“

Im Jahr 1880 wird berichtet (S.299): „Gedüngt wird in der Regel sehr ausgiebig. Stall- und Kehrrecht-Dünger (letzterer hier Fleckelmist genannt) wird von Wien herausgeführt.“ Und über die Gemeinde Hagenbrunn (S.368): „...die Art der Bewirtschaftung ist dieselbe wie in Klein-Engersdorf, die Viehzucht ist nicht nennenswert, vielmehr ist dieselbe bei der Leichtigkeit, Dünger von Wien zu bezie-

hen, in stetem Rückgange.

Über die Düngung zur Zeit der Jahrhundertwende (19./20.) schreibt KÖPPNER (1911): *„Die durchschnittlich vom Hektar pro Jahr geernteten Roggen- und Weizenmengen haben zwar im Laufe der letzten 20 Jahre schon eine recht erfreuliche Steigerung erfahren, jedoch ist noch ein wesentlicher Mehrertrag, wenigstens an Weizen, erforderlich, um den Einfuhrbedarf zu decken.*

„Steigerung und Verbilligung der Erzeugung muß heute die Losung des Landwirtes lauten, er muß Wege suchen und Maßnahmen ergreifen, die seine Wirtschaft in der Rentabilität auf eine höhere Stufe zu erheben geeignet sind, wodurch er dem Boden mehr abzurufen und die Produktionskosten zu verringern vermag. Schon die immer in weiterem Steigen begriffenen menschlichen Arbeitslöhne zwingen den Landwirt, allen Maßnahmen zur Erhöhung der Rentabilität eine gebührende Berücksichtigung erfahren zu lassen.

„Bis heute gilt noch vielfach der Stallmist als das wichtigste Mittel, dem Boden vollen Ersatz an allen nötigen Nährstoffen in der Düngung zu bieten“

so kann bei beabsichtigter Steigerung der Ernten der Stallmist allein niemals ausreichen; neben ihm müssen unter allen Umständen zugleich künstliche Dünger mit benutzt werden.

„Haben wir doch jetzt schon ganze Distrikte, wo auf diese Weise der Ertrag vom Roggen von 14 dz Körner auf 24 dz und noch mehr pro Hektar gesteigert wird

„Deshalb sollte es heute auch in der Landwirtschaft nicht mehr heißen: „Stallmist oder Kunstdünger“, sondern „Stallmist und Kunstdünger“

„Der große Liebig hatte seiner Zeit, als er gelegentlich seiner Nährstoffersatztheorie das Augenmerk auf die weise Sparsamkeit der Chinesen und Japaner betreffs der dort üblichen sorgfältigen Sammlung menschlicher Auswurfstoffe lenkte und den Ausspruch tat, daß es keinen Markt in der Welt gäbe, wo man die Mittel zur Wiederherstellung der Fruchtbarkeit ausgeraubter Felder kaufen könne, fraglos die erfinderische Gabe unserer Techniker und Geschäftsleute unterschätzt.“

Bilanzgleichungen:

Die Quantifizierung der historischen Stickstoffbilanz erfolgt im wesentlichen wie jene für eine aktuelle Stickstoffbilanz. Da für letztere wesentlich detaillierte Informationen vorliegen, wird auf die dortigen Ausführungen verwiesen. Hier wie da gelten aber für vegetationsbedeckte Flächen folgende Bilanzgleichungen für Stickstoff:

Bilanzgleichung für das Lager in der Vegetation

$$N_{\text{Lager Vegetation}} = N_{\text{oberird. Vegetation}} + N_{\text{unterird. Vegetation}}$$

Bilanzgleichung für das Lager im Boden

$$N_{\text{Lager Boden}} = N_{\text{Humusschicht}} + N_{\text{Streuaufgabe}} + N_{\text{Mikroorganismen}} + N_{\text{Bodentiere}}$$

Bilanzgleichung für Ein- und Austräge im Prozess Boden

$$N_{\text{Deposition}} + N_{\text{Asymbiontische Fixierung}} + N_{\text{Symbiontische Fixierung}} + N_{\text{Bestandesabfall}} + N_{\text{Dünger}} + N_{\text{Saatgut}} = N_{\text{Denitrifikation}} + N_{\text{Nitrifikation}} + N_{\text{Abgasung}} + N_{\text{Auswaschung}} + N_{\text{Ernte}} + N_{\text{Aufnahme}} + N_{\text{Lagerzuwachs}}$$

Bilanzgleichung für die Aufnahme und Abgabe im Prozess Vegetation

$$N_{\text{Aufnahme}} = N_{\text{Bestandesabfall (Ernterückstände)}} + N_{\text{Ernte}}$$

N-Lager Pflanze: Der N-Gehalt der pflanzlichen Biomasse wird beim Acker über historische N-Gehalte (WOLF 1869) berechnet. Für Wein wird der Faktor 0,4% TG verwendet. Der N-Gehalt in den übrigen Subsystemen wird bei den Bäumen mit dem Faktor 0,33% TG, bei Sträuchern mit 0,4 und bei der Kraut/Grasschicht mit 2,3 % TG berechnet (MAIER et al. 1997, GEISLER 1998). Daraus ergibt sich ein N-Gehalt in der Biomasse bei landwirtschaftlichen Kulturen von 81 t N, beim Wald von 178 t N, bei den Öden von 13 t N und bei Bäumen im Subsystem Siedlung und Gewerbe von 3 t N, insgesamt also von 275 t N.

N-Lager Boden: Zur Methodik siehe Kapitel Aktuelle N-Bilanz. Das N-Lager auf den vegetationsbedeckten Flächen der GG Bisamberg ergibt sich aus dem N-Gehalt der Feinhumusschicht des Bodens mit 7.462 t N, der Streuaufgabe mit 71 t N, der Mikroorganismen mit 239 t N und der Tiere mit 50 t N.

Mineralisierungsrate: Unter Bezug auf die Berechnungsgrundlagen im Kapitel Aktuelle N-Bilanz ergeben sich für den unversiegelten Boden der GG Bisamberg 75,4 t N/a.

Atmosphärische N-Deposition: Die Industrie befand sich am Beginn des 19. Jhs. erst im Aufschwung, daher wird mit einer Depositionsrate gerechnet, die in der Größenordnung von anthropogen unbeeinflussten Ökosystemen (BORMANN et al. 1977) liegt. VASEY in PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE (1997) rechnet mit

einem Stickstoff-Input durch Regen, Staub und Vogelexkrementen von 8-12 kg N/ha, FLAIG & MOHR (1996) geben den historischen Stickstoffeintrag durch Deposition mit 1-5 kg N/ha an. Zur Berechnung werden 6 kg N/ha verwendet. In Summe ergibt dies einen Eintrag von 6,4 t N/a.

Biologische N-Fixierung: Es liegt kein Hinweis für die symbiotische Fixierung z.B. durch Kleebau für das Jahr 1820 vor, daher wird diese vernachlässigt, denn der Kleeanbau wurde erst später forciert. Für die asymbiotische Fixierung wird auf allen Produktivflächen ein Wert von 10 kg/ha angenommen (Literaturübersicht bei GEISLER 1998). Hochgerechnet auf die vegetationsbedeckte Fläche der GG Bisamberg ergibt die N-Fixierung 10,4 t N/a.

N im Bestandesabfall: Die Differenz aus aufgenommenem und durch Ernte entzogenem sowie im Zuwachs gebundenen Stickstoff ergibt die Menge an N, die durch den Bestandesabfall zugeführt wird, es sind dies 21,7 t N/a.

N im Organischer Dünger: Zur Bilanzierung des Wirtschaftsdüngers werden aktuelle Werte der Düngerproduktion von Pferd, Rind, Schaf und Huhn (BMLF 1991) mit dem Abschlagsfaktor 0,66 multipliziert (vgl. Kap. Viehwirtschaft). Für Abgasungen bei Lagerung und Ausbringung werden ebenfalls Werte aus BMLF (1991) verwendet.

In Summe fallen 13,2 t N an. Es wird angenommen, dass davon die Hälfte (6,6 t N) im Stall, ein Viertel auf den Ackerbrachen (3,3 t N) und ein Viertel auf den Weiden (3,3 t N) ausgeschieden wird. Es wird weiters angenommen, dass der im Stall anfallende Wirtschaftsdünger und damit der entsprechende Stickstoffanteil auf die Ackerbrachen ausgebracht wird. Da ein nicht unbedeutender Anteil des ausgeschiedenen Stickstoffs durch Ausgasung verloren geht, ist der Anteil des sogenannten feldfallenden Stickstoffs, also jener Stickstoff, der tatsächlich biologisch wirksam werden kann, geringer. Der Anteil des feldfallenden Stickstoffs beträgt 70%, so dass der Stickstoffeintrag in die Ackerbrachen 6,9 t N, in die Weiden 2,3 t N beträgt.

Zusätzlich wird der Stickstoffanfall durch menschliche Ausscheidungen berücksichtigt, welcher sich aus den Ernährungsdaten errechnen lässt (Annahme: die ausgeschiedene Stickstoffmenge entspricht langfristig der aufgenommenen, Details s. MAIER et al. 1997). Der feldfallende Stickstoffanteil wird mit 70% angenommen, somit ergibt sich ein durchschnittlicher Düngereintrag von 3,2 t.

N im Saatgut: Der Stickstoffimport auf die Äcker durch das Saatgut wird mit N-Gehalten nach WOLFF (1869) für die einzelnen Kulturarten bestimmt. Insgesamt ergibt sich daraus ein N-Gehalt im Saatgut von 1,5 t N/a.

Denitrifikation: Da nur wenig gedüngt wurde, wird für Acker und Weingarten ein Wert von 8 kg N/ha.a angenommen, die restlichen produktiven Subsystemflächen werden mit 4 kg N/ha kalkuliert (s. auch GEISLER 1998); das bringt einen Gesamt-N-Verlust von 6,1 t N/a. Ein eventueller Verlust durch Nitrifikation und Ammoniakausgasung wurden nicht berücksichtigt.

N-Auswaschung: Es werden bei Acker und Weingarten Auswaschungsverluste von 10 kg N/ha.a und bei sonstigen Flächen mit einer Baum-, Strauch- und Kraut/Grasschicht 2 kg N/ha den Berechnungen zugrunde gelegt (s. auch GEISLER 1998), das ergibt hochgerechnet 6 t N/a.

N-Aufnahme der Pflanzen aus dem Boden: Die Berechnung der N-Aufnahme durch Pflanzen erfolgt bei Sonderflächen (Acker, Weingarten) über die erhobenen historischen Ernterträge und N-Gehalte nach WOLFF (1869) und LIERKE (1887), für die übrigen Subsysteme mittels Literaturdaten (Übersicht bei GEISLER 1998, detaillierte Berechnung bei MAIER et al. 1997).

Auf die vegetationsbedeckten Subsystemflächen hochgerechnet, beträgt die N-Aufnahme aus dem Boden 37,9 t N/a.

N-Entzug durch Ernte: Die Bilanzierung des Nährstoffentzugs bei landwirtschaftlichen Kulturen erfolgt über den Stickstoffgehalt der Ernteprodukte. Um den historischen Aspekt zu berücksichtigen, wird der Stickstoffgehalt nach WOLFF (1869) berechnet. Zum Vergleich werden Daten von LIERKE (1887) über den Nährstoffentzug von Weizen, Roggen, Hafer, Kartoffel, Zuckerrübe und Wein bei schwachen Erträgen sowie auch die Annahmen von VASEY (in PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE 1997) herangezogen. Die Berechnung erfolgt getrennt für den Frucht- und Stroh/Blattanteil.

Daraus ergibt sich ein N-Gesamtentzug durch die Anthroposphäre (Roggen, Weizen, Buchweizen, Kartoffeln, Gemüse, Obst) von 4,0 t N/a und durch die Viehwirtschaft (Hafer, Gerste, Zuckerrübe, Heu, Stroh) von 11,1 t N/a, in Summe rund 15 t N/a.

Der Stickstoffentzug durch die **Holzernte** wird mit Angaben aus PUTZGRUBER

(1993) kalkuliert, er beträgt für den Wald in Bisamberg 1 t N/a. Eine Schätzung zum Nährstoffentzug durch Streunutzung liegt von KRAPPENBAUER (zitiert in JANDL 1991) vor. Demnach wurden dem Boden im Kobernauser Wald 6 kg N/ha.a über eine 300-jährige Nutzungsperiode (1550-1850) durch Streunutzung entzogen. Unter der Annahme einer gleich hohen Streunutzung des Waldes am Bisamberg würde dies einen Nährstoffentzug von 187 kg N/a bedeuten.

Zuwachs: Die Holzzuwächse der Biomasse (s. Kapitel Biomasse) werden mit dem üblichen N-Faktor von 0,15% TG, s. GEISLER 1998) hochgerechnet und ergeben für den Bisamberger Wald einen Lagerzuwachs von 1,1 t N/a.

Tierischer N-Entzug: Die aus dem Prozess Viehwirtschaft in den Prozess Anthroposphäre fließende N-Mengen sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

Fäkalien: Eine Abschätzung der anfallenden Fäkalien ist nur grob möglich, da es einerseits keine historischen Daten zum respirierten Anteil der Nahrung gibt und andererseits die tatsächlich konsumierte Nahrung oben genannten Annahmen unterliegt. Zur Bestimmung der Stickstoffausscheidungen wird der Eiweißanteil der Nahrung mit dem Faktor 0,18 multipliziert (Tab. 8; vgl. STRASBURGER 1991). Es ist da-von auszugehen, dass die menschlichen Fäkalien ebenfalls als Dünger verwendet wurden (WOLFF 1869, KÖPPNER 1911, PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE 1997).

Die Berechnung des N-Bilanzsaldos ist auf den Kulturflächen negativ (-6,6 kg N/ha), während er auf den Ackerbrachen deutlich positiv war (64 kg N/ha).

Bisamberg 1993 (1996)

Flächenstrukturen

Für die Erhebung der aktuellen Gemeindestruktur wurden Luftaufnahmen der Marktgemeinde Bisamberg im Maßstab 1 : 5.000 aus dem Jahre 1993 verwendet; dies vor allem deshalb, weil vor allem in heutigen Katasterplänen, nicht selten eine Diskrepanz zwischen tatsächlicher Nutzung und Widmung besteht. Die Fläche der heutigen Marktgemeinde Bisamberg ist durch 2 Halbbilder (7636-100, 7636-200, BUNDESAMT F. EICH- UND VERMESSUNGSWESEN, Flug 1993) abgedeckt. Auf einer über die Luftaufnahmen gelegten durchsichtigen Folie wurden zunächst

die Gemeindegrenzen eingezeichnet, dann Subsysteme ausgewiesen, die sich auf die jeweiligen Nutzungs- bzw. Vegetationsformen beziehen. Die Subsysteme wurden wie in der historischen Bestandesanalyse in Subsystemklassen zusammengefasst. Für manche Subsysteme wurden zunächst Untergliederungen in Flächen verschiedener Nutzung vorgenommen.

Subsystemklasse	Flächen [m ²]	Prozent der Gesamtfläche [%]
Subsystem		
A) Land- und Forstwirtschaft	8.126.889	75,88
a) Landwirtschaft	5.404.945	50,46
Acker	5.059.371	47,24
Weingarten	328.655	3,07
Obstplantage	16.919	0,16
b) Forstwirtschaft	2.721.944	25,41
Wald	2.721.944	25,41
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie	2.057.977	19,21
Kleingärten	100.482	0,94
Wohnen mit Grün	1.674.256	15,63
Park	25.308	0,24
Gewerbe und Industrie	143.273	1,34
Sportfläche	85.140	0,79
Baumgruppe	29.517	0,28
C) Außer Nutzung	483.234	4,51
Baumbestand	185.167	1,73
Wiese	148.676	1,39
Feldgehölze	74.313	0,69
Buschgesellschaft	55.425	0,52
Trockenrasen	18.094	0,17
Einzelbäume	1.559	0,01
D) Gewässer	42.564	0,40
Stillgewässer	23.973	0,22
Fließgewässer	18.591	0,17
Summe	10.710.665	100,00

Tab. 10: Flächenbilanz der Subsysteme in der GG Bisamberg 1993

Quelle: Luftbild 1993 | 5.000, Auswertung, Berechnungen

Treten innerhalb des Subsystems Wohnen mit Grün Waldinseln mit einer Größe über 1.000 m² auf, wurden sie gesondert ausgewiesen. Dasselbe gilt für Acker- bzw. Weinbau- oder Wiesenflächen innerhalb dieses Subsystems. Sofern eine eindeutige Zuordnung von Grünflächen zu einem Subsystem nicht möglich war, war das Kriterium für eine gesonderte Subsystemausweisung eine Flächengröße von 1.000 m² (Schablone), andernfalls wurde die Fläche jenem Subsystem zugeordnet, in welchem sie eingebettet liegt. Aus pragmatisch-methodischen Gründen wurden die Verkehrsflächen jenem Subsystem zugeordnet, an welches sie angrenzen bzw. durch welches sie verlaufen, d. h. sie sind nicht als eigenes Subsystem ausgewiesen. Der Grund hierfür ist vor allem, dass bei der Auswertung des Luftbildes einige Details nicht zu erkennen sind: so sind viele Waldwege unter dem dichten Kronendach nicht zu sehen.

Die aktuellen Flächenstrukturen gliedert in Subsystemklassen, bzw. Subsysteme sind der Tabelle 10 zu entnehmen, die flächenhafte Aufteilung zeigt die Farbkarte 1.

Deckungsgrad

Der aktuelle Deckungsgrad und die Deckungsform wurden durch eine Flugbilddauswertung (Flug 1993) ermittelt. Baum-, Strauch- und Kraut/Gras-schicht wurden flächenmäßig erfasst, bei Bäumen und Sträuchern die Kronenprojektionsfläche für den Deckungsgrad herangezogen. Aufgrund der Bedeutung in der Kulturlandschaft wurden auch einzeln stehende Bäume und Baumgruppen innerhalb von Acker-, Weinbau- oder Wiesenflächen, deren Kronenprojektionsfläche den Deckungsgrad ergibt, ebenfalls berücksichtigt (s.a. AIGNER 2000). Detailliertere Methoden, wie die Luftbildinterpretation anhand von Farbinfrarot-Luftbildern, wobei stichprobenartig mittels eines Rasters die Deckung ermittelt wird (BRANDLHOFER 1996, MAIER et al. 1996b), konnten wegen des unverhältnismäßig großen Zeitaufwandes nicht angewendet werden.

Die Ackerflächen bestehen mit 97,5% fast zur Gänze aus den eigentlichen Anbauflächen und nur zu geringem Anteil aus Baum-, Strauch-, Kraut/Gras-schicht. Bei den Weingärten nehmen die Rebstöcke 50% ein, ein nicht geringer Anteil ist vegetationslose Fläche.

Baumdominiert sind die Wälder (99,3%, hier wurde das geschlossene Wald-gebiet vom offenen Waldrand unterschieden, und für beide ein eigener Deckungsgrad ermittelt und unter Bezug auf die Fläche der Deckungsgrad des Wald-Subsystems errechnet) und Obstplantagen (100%), hoch ist der Baumanteil

auch in den Subsystemen Park (90%), Baumgruppe (85,7%) und Feldgehölze (50%). Relativ hoch ist der Baumanteil im Subsystem Wohnen mit Grün (37%), das mit 75% einen hohen Anteil an den Produktivflächen aufweist, bzw. anders ausgedrückt: nur 25% des Subsystems sind versiegelt. Dagegen weisen Kleingärten 60% an vegetationslosen Flächen auf, begründet im hohen Versiegelungsgrad der Badeteichparzellen. Hohe unproduktive Anteile haben neben den Weingärten

	unproduktiv [%]	produktiv			
		Baum [%]	Strauch [%]	Kraut [%]	Sonderfl. [%]
A) Land- und Forstwirtschaft	1,3	33,4	0,1	0,6	64,6
a) Landwirtschaft	1,9	0,2	0,1	0,7	97,1
Acker	2,0	0,0	0,0	0,5	97,5
Weingarten	42,0	3,0	2,0	3,0	50,0
Obstplantage	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
b) Forstwirtschaft	0,1	99,3	0,1	0,5	0,0
Wald	0,1	99,3	0,1	0,5	0,0
B) Siedlung, Gewerbe u. Industrie	31,9	33,6	6,4	28,2	0,0
Wohnen mit Grün	25,0	37,0	7,0	31,0	0,0
Kleingärten	60,0	15,0	10,0	15,0	0,0
Gewerbe und Industrie	94,2	2,9	1,2	1,7	0,0
Sportfläche	49,5	5,1	2,5	43,0	0,0
Baumgruppe	0,0	85,7	0,0	14,3	0,0
Park	0,0	90,0	0,0	10,0	0,0
C) Außer Nutzung	3,6	16,8	34,9	44,7	0,0
Baumbestand	7,0	17,0	63,0	13,0	0,0
Wiese	0,0	4,4	9,5	86,0	0,0
Feldgehölze	0,0	50,0	40,0	10,0	0,0
Buschgesellschaft	4,0	5,5	11,7	78,8	0,0
Trockenrasen	13,1	6,6	7,9	72,4	0,0
Einzelbäume	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
D) Gewässer	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Stillgewässer	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Fließgewässer	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Summe	7,3	32,5	2,9	7,9	49,4

Tab. 11: Deckungsgrad der Vegetation in den Subsystemen der GG Bisamberg 1993

Quelle: Luftbild 1993 1 : 5.000, Auswertung, Berechnungen

(42%) die Sportflächen (49,5%) und vor allem das Subsystem Gewerbe und Industrie (94,2%) (Tab. 11).

Pflanzliche Biomasse, Nettoprimärproduktion (NPP) und Biomassezuwachs

Die räumlichen Systemgrenzen bilden wiederum die Gemeindegrenzen der GG Bisamberg. Um den aktuellsten Kulturlandschaftszustand zu erfassen, wird das Jahr 1996 als Bilanzierungsperiode herangezogen. Einige Daten liegen nur für einen früheren Zeitpunkt vor, daher werden diese verwendet. Die kartographischen Darstellungen weichen geringfügig vom aktuellen Stand ab, da das Luftbild aus dem Jahr 1993 stammt. An den betreffenden Stellen wird darauf hingewiesen. Die räumliche Bezugsgrenze nach oben beträgt 500 m, jene nach unten bildet der Grundwasserspiegel. Die bilanzierten Prozesse sind „Anthrosphäre“, „Viehwirtschaft“, „Boden“ sowie „Vegetation“. Die Einteilung der Prozesse erfolgt nach räumlichen und funktionalen Gesichtspunkten. Bei jedem Stofffluss ist die Reichweite der Ver- bzw. Entsorgung relevant.

Landwirtschaft: In der KG Bisamberg gibt es 5 hauptberufliche und 6 Nebenerwerbsbauern, für die KG Klein-Engersdorf werden 2 hauptberufliche und 3 Nebenerwerbsbauern angegeben. Auf einen Betrieb kommen an landwirtschaftlichen Maschinen: 2 Traktore, 1 Pflug, 2 Anhänger, 1 Fräse, 1 Grubber und 1 Sämaschine (WEBER, Bezirksbauernkammer Korneuburg, schriftliche Mitteilung 1997).

Landwirtschaftliche Erträge als Basis der NPP: Zur Berechnung der landwirtschaftlichen Erträge steht eine Auflistung der Kulturflächen der Bisamberger Landwirte aus der Land- u. Forstw. Betriebszählung 1990 (Bodennutzungserhebung, ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT 1995) zur Verfügung. Die angegebenen Flächen stimmen allerdings nicht mit den Ackerflächen auf Bisamberger Gemeindegebiet nach dem Flächenausweis der Grundstücksdatenbank (BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN 1996) überein, was auf die Besitz- und Pachtverhältnisse zurückzuführen ist. Zur Korrektur dieser Unschärfe wird die aus dem Luftbild ermittelte Ackerfläche anteilmäßig nach ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1995) auf die verschiedenen Kulturarten aufgeteilt (Tab. 12). Die durchschnittlichen Ertragszahlen pro Hektar wurden von der Bezirksbauernkammer Korneuburg (WEBER, Bezirksbauernkammer Korneuburg, schriftliche Mitteilung 1997) zur Verfügung gestellt. Durch Multiplikation mit den

	Fläche*	Erträge*	Erträge	Fläche**	Erträge**
	[ha]	[t FG]	[t FG/ha]	[ha]	[t FG]
Weizen	97,7	488	5,0	145,7	728,7
Roggen	17,3	69	4,0	25,8	103,1
Gerste	3,2	16	5,0	4,8	23,9
Sommergerste	108,2	487	4,5	161,4	726,4
Körnermais	11,1	83	7,5	16,5	123,8
Kartoffeln	7,9	178	22,5	11,8	265,3
Spätkartoffeln	4,1	123	30,0	6,1	183,6
Zuckerrüben	5,8	290	50,0	8,7	432,8
Körnerleguminosen	31,3	86	2,8	46,7	128,5
Raps	16,4	33	2,0	24,4	48,8
Sonnenblumen	10,6	32	3,0	15,8	47,4
Hafer	1,8	7	4,0	2,7	10,7
Sommernenggetreide	6,8	27	4,0	10,1	40,6
Silo- und Grünmais	1,6		40,8	2,4	97,4
Sojabohnen	2,4	4	1,5	3,6	5,4
Ananas-Erdbeeren	2,1		2,6	3,1	8,2
Luzerne	1,2		6,9	1,8	12,3
Geförderte Brachen	1,2		0,0	1,8	0,0
Summe Ackerland	330,6	1.922,5		493,3	2.986,9

Tab. 12: Flächen nach der Betriebszählung und durchschnittliche Hektarerträge der Landwirte Bisamberg 1996 Flächen nach ÖSTAT (1995), Flächen nach Luftbild

Anbauflächen werden die Ernteerträge für die Acker- und Weinbauflächen ermittelt. Die Berechnung der Biomasse (Tab. 13) und der Nettoprimärproduktion (Tab. 14) erfolgt analog der Berechnung im historischen Teil.

Die Ernte besteht aus der Körner(Frucht)ernte und der Stroh/Blatternte. Die Stroh/Blatternte wird mit Faktoren aus der Grundwassersanierungsstudie Korneuburger Bucht (GRUPPE WASSER 1993) errechnet (Tab. 15). Zur Kontrolle werden die aus Bisamberg ins Lagerhaus Rückersdorf gelieferten Erntemengen (WAITZ, Raiffeisen-Lagerhaus Harmannsdorf/Rückersdorf, schriftliche Mitteilung 1997) herangezogen, auch wenn diese nicht mit den errechneten Erntemengen übereinstimmen, da nicht jedes Verkaufsgeschäft der Bisamberger Bauern über das Lagerhaus Rückersdorf abgewickelt wird. Ein kleiner Teil der Ernte (ca. 1%) wird als Viehfutter für die lokale Viehwirtschaft verwendet. Ein Drittel der Kartoffelernte wird direkt vermarktet, zwei Drittel gehen in den Handel. 50% der Weinernte wird in den Heurigen konsumiert, 50% werden direkt ab Hof verkauft

Subsystemklasse	Baum	Strauch	Kraut	Sonderfl.	Baum	Strauch	Kraut	Sonderfl.	Gesamt	ges. oi.	ges. ui	Gesamt
Subsystem	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[kg/m ²]
A) Land- und Forstwirtschaft					93.285	51	79	7.394	100.809	83.009	17.800	12,40
a) Landwirtschaft					322	39	56	7.394	7.813	6.671	1.141	1,45
Acker	32,7	6,0	1,6	1,46	0	0	40	7.201	7.241	6.203	1.038	1,43
Weingarten	32,7	6,0	1,6	0,84	322	39	16	138	516	420	96	1,57
Obstplantage	32,7	6,0	1,6	3,30	0	0	0	56	56	48	8	3,30
b) Forstwirtschaft					92.963	11	23	0	92.997	76.338	16.659	34
Wald	34,4	6,0	1,6		92.963	11	23	0	92.997	76.338	16.659	34,17
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie					18.241	750	755	0	19.746	15.795	3.951	9,59
Wohnen mit Grün	25,8	5,7	1,3		15.982	668	675	0	17.325	13.852	3.473	10,35
Kleingärten	31,0	6,0	1,3		467	60	20	0	547	438	109	5,45
Gewerbe und Industrie	25,8	5,7	1,3		108	10	3	0	120	97	23	0,84
Sportfläche	25,8	5,7	1,3		111	12	48	0	171	114	57	2,01
Baumgruppe	32,7	6,0	1,6		828	0	7	0	834	681	153	28,27
Park	32,7	6,0	1,3		745	0	3	0	748	612	136	29,56
C) Außer Nutzung					2.650	1.011	346	0	4.007	3.099	908	8,29
Baumbestand	32,7	6,0	1,6		1.029	700	39	0	1.768	1.430	338	9,55
Wiese	32,7	6,0	1,6		216	85	205	0	506	303	203	3,40
Feldgehölze	32,7	6,0	1,6		1.215	178	12	0	1.405	1.147	258	18,91
Buschgesellschaft	32,7	6,0	1,6		100	39	70	0	209	133	76	3,77
Trockenrasen	32,7	6,0	1,6		39	9	21	0	68	45	24	3,78
Einzelbäume	32,7	6,0	1,6		51	0	0	0	51	42	9	32,70
D) Gewässer					0	0	0	0	0	0	0	0,00
Stillgewässer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Fließgewässer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Summe					114.176	1.812	1.180	7.394	124.562	101.904	22.658	11,63

Tab. 13: Pflanzliche Biomasse in der GG Bisamberg 1993

Subsystemklasse	B.+Str.	Kraut	Sond.	B.+Str.	Kraut	Sond.	NPP ges.	NPP
Subsystem	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[t]	[t]	[t]	[t]	[kg/m ²]
A) Land- und Forstwirtschaft				4.707	69	7.280	12.056	1,48
a) Landwirtschaft				28	49	7.280	7.357	1,36
Acker	1,64	1,40	1,46	0	35	7.202	7.237	1,43
Weingarten	1,73	1,40	0,38	28	14	62	105	0,32
Obstplantage			0,90	0	0	15	15	0,90
b) Forstwirtschaft				4.678	20	0	4.698	1,73
Wald	1,73	1,40		4.678	20	0	4.698	1,73
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie				1.296	812	0	2.107	1,02
Wohnen mit Grün	1,56	1,40		1.149	727	0	1.876	1,12
Kleingärten	1,73	1,40		43	21	0	65	0,64
Gewerbe und Industrie	1,47	1,26		9	3	0	12	0,08
Sportfläche	1,73	1,40		11	51	0	62	0,73
Baumgruppe	1,73	1,40		44	6	0	50	1,68
Park	1,73	1,40		39	4	0	43	1,70
C) Außer Nutzung				417	303	0	720	1,49
Baumbestand	1,64	1,40		243	34	0	277	1,49
Wiese	1,73	1,40		36	179	0	215	1,45
Feldgehölze	1,73	1,40		116	10	0	126	1,70
Buschgesellschaft	1,64	1,40		16	61	0	77	1,39
Trockenrasen	1,73	1,40		5	18	0	23	1,26
Einzelbäume	1,64	1,40		3	0	0	3	1,64
D) Gewässer				0	0	0	0	0,00
Stillgewässer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Fließgewässer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Summe				6.420	1.183	7.280	14.883	1,39

Tab. 14: Nettoprimärproduktion in der GG Bisamberg 1993

(WEBER, Bezirksbauernkammer Korneuburg, schriftliche Mitteilung 1997).

Erntewerte für die Obstplantage werden der Literatur (GÖTZ & ZETHNER 1996, ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT 1982, AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG 1995a) entnommen.

Die unter Wiese fallenden Flächen sind zum Großteil ungenutzt (der Donaugarben z.B. wird zwar aus pflegerischen Maßnahmen gemäht, das Mähgut bleibt aber liegen), doch werden gelegentlich manche Wiesen zur Heugewinnung herangezogen (ZÖCH, Obmann der Waldgenossenschaft Bisamberg, persönliche Mitteilung 1997); Teilflächen des Subsystems Wiese wurde daher ein durchschnittlicher Heuertrag aus GÖTZ & ZETHNER (1996) zugerechnet; der Gesamt-Heuertrag beträgt 3 t TG. Dieses Heu geht vollständig in den Eigenverbrauch, Weidehaltung kommt in Bisamberg nicht vor (WEBER, Bezirksbauernkammer Korneuburg, schriftliche Mitteilung 1997).

Über den Pestizideinsatz liegen der Bezirksbauernkammer Korneuburg keine Informationen vor.

	Ernte	Erntefaktor	NPP	TG	Erntefaktor	Ernte	Fläche	Ernte TG	Stroh	Feuchte	Stroh	NPP	BM = NPP
	t FG	FG	t TG	t	TG	[t TG]	[ha]	[kg/m ²]	[t FG]	[%]	[t TG]	[kg TG/m ²]	[t TG]
Getreide													
Weizen	729	3,25	2.368		3,69	642	145,7	0,4	874,4	14,0	752,0	1,63	2.368
Hafer	11	4,66	50		5,30	9	2,7	0,4	12,9	14,0	11,1	1,86	50
Winter- u. Sommerroggen	103		370	89	4,16	89	25,8	0,3	123,7	14,0	106,4	1,44	370
Sommermenggetreide	41	2,1	85		2,44	35	10,1	0,3	40,6	14,0	34,9	0,84	85
Gerste	750		1.511	663	2,28	663	166,2	0,4	750,3	14,0	645,2	0,91	1.511
Körnermais	124	2,31	286		2,62	109	16,5	0,7	148,5	60,0	59,4	1,73	286
Hülsenfrüchte													
Körnererbsen	128	2,13	274		2,36	116	46,7	0,2	141,3	14,0	121,6	0,59	274
Sojabohnen	5	3,98	22		4,52	5	3,6	0,1	7,1	12,0	6,2	0,60	22
Hackfrüchte													
Kartoffel	449	0,62	278		2,47	113	17,9	0,6	134,6	77,7	30,0	1,55	278
Zuckerrüben	433	3,33	1.441		3,33	433	8,7	5,0	346,2	85,0	51,9	16,65	1.441
Ölfrüchte													
Raps	49	2,83	138		3,05	45	24,4	0,2	83,0	43,6	46,8	0,57	138
Sonnenblumen	47		103	47	2,19	47	15,8	0,3	80,6	43,6	45,5	0,65	103
Silo- und Grünmais (Grünmasse)	97	2,31	225		2,62	86	2,4	3,6	116,9	28,0	84,2	9,38	225
Heu	21	1,12	23		1,30	18	4,9	0,4	24,6	20,0	19,7	0,47	23
brachliegende Flächen			27				1,8	0,0	0,0			1,49	27
Summe [t], [ha], Mittelwert [kg/m²]	2.987		7.201			2.409	493,3	0,49	2.885		2.015	1,46	7.201

Tab. 15: Aktuelle landwirtschaftliche Nettoprimärproduktion und Biomasse, Quelle: Berechnungen

Forstwirtschaft: Die Waldgenossenschaft Bisamberg besitzt 48 ha Wald am Bisamberg. Jährlich werden ca. 200 Raummeter geschlagen, die Gemeinde Bisamberg schlägt ca. 60 - 80 rm/a. Einige Privatbesitzer schlagen nur sehr geringe Mengen (5 rm/a). Der Großteil des Holzes ist Brennholz und wird selbst verbraucht. Nur das schönste Holz (ofenfertig) wird verkauft (ca. 20 rm). Die Gemeinde Wien schlägt aus Sicherheitsgründen nur alte Individuen, eine weitergehende Nutzung erfolgt nicht (ZÖCH, Obmann der Waldgenossenschaft Bisamberg, persönliche Mitteilung 1997). Insgesamt ergibt sich daraus unter Verwendung verschiedener Umrechnungsfaktoren eine Biomasseentnahme von 111 t TG für den Wald, von denen rund 102 t als Brennholz genutzt werden und 9 t verkauft werden.

Biomassezuwachs: Für die Baum- und Strauchschicht wird wie in der historischen Analyse ein Zuwachs von 10% der NPP angenommen (ELLENBERG 1986).

Biomasse im Boden

Biomasse von Bodentieren und von Mikroorganismen: Die Berechnung der Parameter erfolgte analog zur historischen Analyse.

Tote organische Substanz im Boden: Für die Berechnung der Gehalte an organischer Substanz in den landwirtschaftlich genutzten Böden werden Erhebungen der Österreichischen Bodenkartierung (BMLF 1962) als Grundlage verwendet. Daraus errechnet sich nach der Verteilung der unterschiedlichen Bodentypen ein mittlerer Humusgehalt aller Ackerflächen. Für die Böden der Subsystemklasse Siedlung, Gewerbe und Industrie werden Daten aus SUKOPP & WITTIG (1993) verwendet. Für die Streuauflage werden Datengrundlagen von DÖRFLINGER et al. (1995) verwendet (Tab. 16).

Abbau und Atmung: Die Berechnung der Parameter erfolgte analog zur historischen Analyse.

Viehwirtschaft

Die Viehzählung 1993 (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT 1995) weist für Bisamberg 45 Pferde, 12 Rinder, 209 Schweine und 104 Stück Geflügel aus. Bei den Rindern handelt es sich dabei ausschließlich um Jungvieh, bei den

Subsystemklasse	Streu	Humus	Gesamt	Streu	Humus	Gesamt	Abbau +	Respiration [t]			Respiration [kg/m ²]		Biomasse [kg/m ²]		Biomasse [t]	
	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[t]	[t]	[t]	Atmung [t]	Mikroorg.	Tiere	Mikroorg.	Tiere	Mikroorg.	Tiere	Mikroorg.	Tiere	
A) Land- und Forstwirtschaft	0,94	16,85	17,26	7.448	132.861	140.309	8.871	8.374	497	1,06	0,06	0,31	0,045	2.444	353	
a) Landwirtschaft	0,02	16,10	15,41	108	83.168	83.276	4.752	4.486	266	0,87	0,05	0,31	0,060	1.601	310	
Acker	0,00	16,10	15,78	0	79.827	79.827	4.683	4.420	262	0,89	0,05	0,31	0,060	1.537	297	
Weingarten	0,52	16,10	9,64	99	3.069	3.168	57	54	3	0,28	0,02	0,31	0,060	59	11	
Obstplantage	0,52	16,10	16,62	9	272	281	11	11	1	0,64	0,04	0,31	0,060	5	1	
b) Forstwirtschaft	2,70	18,28	20,95	7.340	49.693	57.033	4.119	3.889	231	1,43	0,08	0,31	0,016	843	43	
Wald	2,70	18,28	20,95	7.340	49.693	57.033	4.119	3.889	231	1,43	0,08	0,31	0,016	843	43	
B) Siedlung, Gewerbe und Industrie	0,61	13,92	9,89	849	19.513	20.362	1.877	1.772	105	1,26	0,07	0,36	0,050	502	70	
Wohnen mit Grün	0,52	13,79	10,73	653	17.320	17.973	1.671	1.577	94	1,26	0,07	0,37	0,051	462	64	
Kleingärten	0,52	13,45	5,59	21	541	561	57	54	3	1,35	0,08	0,25	0,051	10	2	
Gewerbe und Industrie	0,52	8,62	0,53	4	72	76	10	10	1	1,16	0,07	0,37	0,051	3	0	
Sportfläche	0,52	13,45	7,06	22	579	601	58	55	3	1,28	0,08	0,25	0,051	11	2	
Baumgruppe	2,70	18,28	20,98	80	540	619	43	41	2	1,38	0,08	0,31	0,016	9	0	
Park	2,70	18,28	20,98	68	463	531	37	35	2	1,39	0,08	0,25	0,051	6	1	
C) Außer Nutzung	0,46	15,99	15,85	212	7.445	7.657	676	638	38	1,37	0,08	0,30	0,044	140	21	
Baumbestand	0,52	16,10	15,46	90	2.773	2.862	252	238	14	1,38	0,08	0,29	0,060	51	10	
Wiese	0,32	16,10	16,42	48	2.394	2.441	209	197	12	1,33	0,08	0,31	0,016	46	2	
Feldgehölze	0,52	16,10	16,62	39	1.196	1.235	115	108	6	1,45	0,09	0,29	0,060	22	4	
Buschgesellschaft	0,52	15,10	15,00	28	804	831	75	71	4	1,33	0,08	0,29	0,060	16	3	
Trockenrasen	0,52	16,10	14,44	8	253	261	22	21	1	1,35	0,08	0,31	0,016	5	0	
Einzelbäume	0,52	16,10	16,62	1	25	26	2	2	0	1,39	0,08	0,29	0,060	0	0	
D) Gewässer	0,52	12,00	12,52	22	511	533	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000	0	0	
Stillgewässer	0,52	12,00	12,52	12	288	300	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Fließgewässer	0,52	12,00	12,52	10	223	233	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Summe [t], Mittelwert [kg/m²]	0,87	16,37	15,77	8.531	160.330	168.861	11.423	10.783	640	1,10	0,07	0,32	0,045	3.085	445	

Tab. 16: Organische Substanz im Boden im aktuellen Ökosystem Bisamberg, Quelle: Literatur, Berechnungen

Schweinen überwiegen die Mastschweine (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT 1995). Die Berechnung der Stoffflüsse erfolgt mit den Angaben für das Jahr 1996. Der Wirtschaftsdünger spielt aufgrund der geringen Viehzahlen nur eine untergeordnete Rolle. Der Mineraldüngerimport nach Bisamberg wird mit 34.750 kg N angegeben (RAIFFEISENLAGERHAUS RÜCKERSDORF, persönliche Mitteilung, 1997).

Zur Schweinemast werden Sojaprodukte verwendet, die restlichen Futtermittel stammen aus dem eigenen Betrieb (WEBER, Bezirksbauernkammer Korneuburg, schriftliche Mitteilung 1997). Die Futtermittelmengen werden mangels Angaben nicht kalkuliert, die anfallenden Wirtschaftsdüngermengen werden über Angaben von WEBER (Bezirksbauernkammer Korneuburg, schriftliche Mitteilung), des BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1991) sowie Erhebungen von REINER (1995) errechnet (Tab. 17). Die Produktion von Milch und Fleisch wird aufgrund fehlender Angaben sowie der geringen Bedeutung nicht quantifiziert.

	Anzahl [Stk.]	DGVE	DGVE Summe	Wirtschaftsdüngeranfall	TS-Gehalt [%]	Wirtschaftsdüngeranfall [t FG]	Wirtschaftsdüngeranfall [t TG]
Pferde	18	0,9	16,2	8 t/GVE.a Stallmist	27	130	35,0
Rinder	12	1	12	15 t/GVE.a Gülle	10	180	18,0
Schweine	17	0,43	7,31	0,55 t/Schwein u. 120 Tage	10	28	2,8
Summe	47						

	N-Gehalt [kg/t]	N-Gehalt [kg]	N-Ausscheidung/GVE.a [kg N/GVE.a]	N-Ausscheidung/a [kg N/a]	Feldfallend [kg N/a]
Pferde	6	778	48	777,6	
Rinder	4,5	810	68	816	
Schweine	7,5	210	31	527	
Summe				2120,6	1484,42

Tab. 17: Berechnung der aktuellen Viehwirtschaft

Quelle: WEBER, persönliche Mitteilung, 1997, BMLF 1991, Berechnungen

Anthroposphäre

Aus der Vegetation werden in die Anthroposphäre exportiert: landwirtschaftliche Ernte, Stroh, Grünschnitt, Holz. Der Import aus der Viehwirtschaft ist unbedeutend.

Aneignung von Nettoprimärproduktion

Die Berechnungsmethode gleicht jener im historischen Ansatz. Daten hiezu finden sich im Kapitel „Infrastrukturdynamik – ein Vergleich“

Stickstoffbilanz (Abb. 2)

Die Bilanzgleichungen für die vegetationsbedeckten Flächen der GG Bisamberg entsprechen jener im historischen Teil, ergänzt um den Eintrag an mineralischem Dünger.

STICKSTOFFBILANZ BISAMBERG 1996

Flüsse in Tonnen/Jahr, Lager in Tonnen

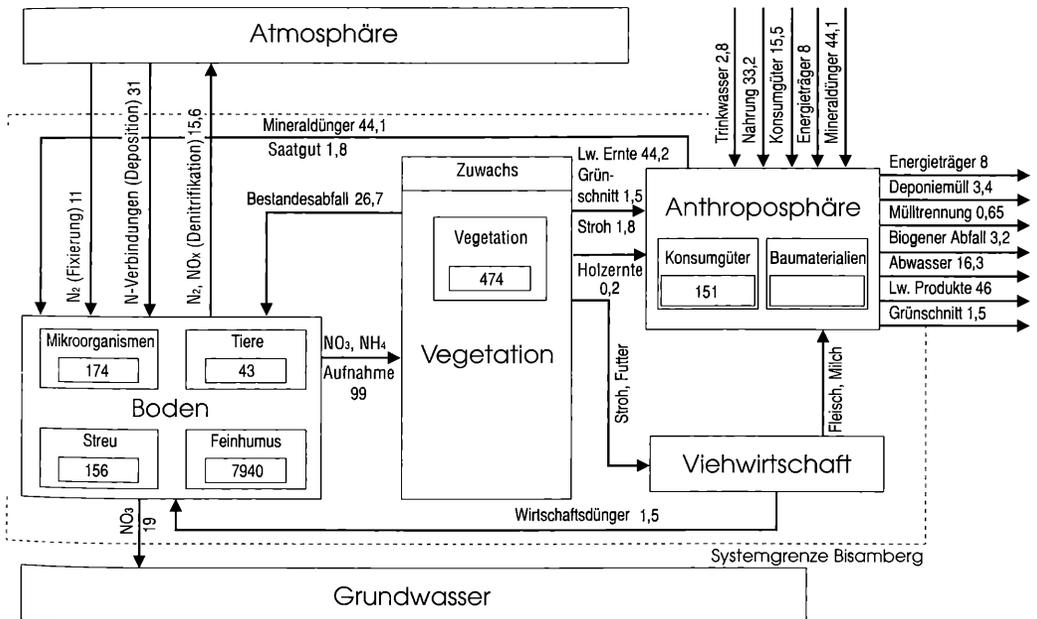


Abb. 2: Stickstoffbilanz Bisamberg 1996, Quelle: Berechnungen

N-Lager Pflanze: Das Stickstofflager in der Biomasse wird für die Biomasse der Ackerflächen und Weingärten sowie für die übrigen Systeme mit die Baum-, Strauch- und Kraut/Grasschicht berechnet. HENDERSON & HARRIS (in ZECHMEI-

STER-BOLTENSTERN 1993) geben das Stickstofflager in der Vegetation eines Eichen-Hainbuchenwaldes mit 492 kg N/ha an. DUVIGNEAUD & DENAYER DE-SMET (1968) stellten in einem Eichen-Eschenwald ein Lager von 1.260 kg N/ha in der Biomasse von 380 t TG/ha (0,332%) fest. In einem reinen Eichenwald mit einer Biomasse von 156 t TG/ha fanden sich 533 kg N/ha (0,342% DUVIGNEAUD & DENAYER DE-SMET 1968). OVERTON in REICHEL (1970) ermittelte für einen 47 Jahre alten Eichenwald ein Stickstofflager von 369 kg N/ha. RODIN & BAZILEVICH (1970) geben für einen zwölfjährigen Eichenwald mit einer Biomasse von 69 t TG/ha, die jener der hier gewählten Größe der Biomasse der Strauchschicht entspricht, ein Stickstofflager von 278 kg N/ha an (0,402%). PUTZGRUBER (1993) gibt für einen Buchenbestand im Wienerwald 780 kg N/ha bezogen auf eine Biomasse von 300 t TG/ha an (0,26%). Die Stickstoffgehalte von Waldbodenpflanzen eines Eichenmischwaldes variieren zwischen 2 und 3,3% TG (DUVIGNEAUD & DENAYER DE-SMET 1968).

Die Berechnung des Stickstofflagers auf den Ackerflächen wird wie im historischen Teil über den N-Gehalt der Ernteprodukte (Tab. 18) berechnet, für die übrigen Subsysteme wird das Biomasse-TG der Baumschicht mit 0,33 % TG, jenes der Strauchschicht und der Sonderfläche Weinbau mit 0,4% TG und jenes der Kraut/Grasschicht mit 2,3% TG multipliziert.

Das Lager in der Biomasse der Pflanzen beträgt demnach in den landwirtschaftlichen Subsystemen 65 t N, in der Forstwirtschaft 307 t N, in den Subsystemen Siedlung und Gewerbe 81 t N und in den außer Nutzung stehenden Subsystemen 21 t N, das sind in Summe 474 t N.

N-Lager Boden:

Streu- und Feinhumusschicht: Zur Klassifikation der Böden der GG Bisamberg stehen die Ergebnisse der Bodenkartierung 1962 zur Verfügung (BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT 1962a,b). PUTZGRUBER (1993) gibt für den Stickstoffgehalt der Streuauflage eines 40-jährigen Buchenbestand im Wienerwald eine Bandbreite von 1,28 – 1,89% TS an, HUBER (1993) ermittelte für Eichenwälder 0,93 – 1,41% TS und ELLENBERG (1986) für Buche 1,18% TS. Zur Berechnung aller Subsysteme werden 1,4% TS angenommen. Für den Gesamtstickstoffgehalt der Böden einzelner Subsysteme finden sich stark variierende Stickstoffangaben (BLAY 1989, GÖTZ 1995, ELLENBERG 1986, DIETL 1996). Die Angaben bewegen sich in einer Bandbreite von 2.900 kg N/ha für magere Böden von Eichenwäldern (HUBER 1993) bis zu 16.000 bzw. 17.000

kg N/ha für landwirtschaftliche Böden und Auwaldböden (GÖTZ 1995, JANDL 1991). Für das Subsystem Wald werden 5000 kg N/ha angenommen (BLAY 1989, JANDL 1991, HUBER 1993, ELLENBERG 1986, REICHLER 1970). Die Subsysteme Acker, Weinbau sowie Obstplantagen weisen infolge der starken Düngereinträge wesentlich höhere Stickstoffmengen auf (GÖTZ 1995, HONSIG 1989, MUSTER 1995, KLOIBHOFER 1992). Der Berechnung des N-Lagers der Ackerflächen sowie der Wein- und Intensivobstbauflächen werden 11.000 kg N/ha zu Grunde gelegt.

Die Stickstofflager in den Böden der Subsystemklasse Siedlung, Gewerbe und Industrie unterliegen sehr unterschiedlichen Einflüssen (AUTENGRUBER 1995, ALBERT 1987, HÖRL 1991, REINIRKENS 1991). Zur Bilanzierung werden 5.000 kg N/ha angenommen. Eine Sonderstellung unter den außer Nutzung stehenden Subsystemen nehmen die mageren Trockenrasenstandorte ein, für die ein Stickstoffgehalt von 2.000 kg/ha angenommen wird. Die restlichen Subsysteme in dieser Subsystemklasse werden mit 5.000 kg/ha bilanziert.

In der großen Zahl von Annahmen spiegelt sich die schlechte Datenlage für die unterschiedlichen Subsysteme wieder. Daten liegen vor allem für Wald- und landwirtschaftliche Böden wie auch für Stadt- und insbesondere Parkböden vor.

Unter den vorgegebenen Annahmen errechnet sich die GG Bisamberg ein N-Lager in der Streu von 156 t N, im Bereich des Feinhumus von 7.940 t N.

N-Pool der Bodentiere und Mikroorganismen: Der in den Bodentieren und Mikroorganismen gespeicherte Stickstoff wird über das C/N Verhältnis von Bakterien und Pilzen sowie Regenwürmern berechnet. Das C/N-Verhältnis von Bakterien und Pilzen beträgt 10, jenes von Regenwürmern 5 (KAMPICHLER & KANDELER 1993). Es errechnet sich ein N-Lager in der Biomasse der Tiere von 43 t N, und in jener der Mikroorganismen von 174 t N.

Mineralisierung: Die Mineralisierungsraten hängen stark von Bodenart und Bodentyp ab. AMBERGER (1983) gibt eine Bandbreite von 20-50 kg N/ha für Podsole bis zu 75-160 kg N/ha für Schwarzerden an. Die Mineralisierung des Bodenstickstoffs beträgt bei Getreideanbau ca. zwischen 25 und 50 kg N/ha (STURM & BUCHNER in GÖTZ 1995). In situ Messungen der jährlichen Stickstoffmineralisation von Laubwaldstandorten der südöstlichen-USA verschiedener Autoren in JANDL (1991) bewegen sich in einem Bereich von 65-140 kgN/ha.a.

Die Mineralisierungsrate von Trockenrasen wird mit 20 kg N/ha.a angenommen, die Wälder mit 90 kg N/ha und für die restlichen Subsysteme wird mit 70 kg N/ha.a kalkuliert. Insgesamt bringt die Mineralisierung in der GG Bisamberg 74 t N.

	Anbauflächen	Ernte	N Erntegut	N Erntegut	Frucht	Stroh						
	[ha]	t FG	[g/kg]	[t]	N-Entzug	N-Entzug	Frucht/Stroh	Stroh	N-Entzug	N-Entzug	N-Fixierung symb.	N-Fixierung symb.
					[kg/ha.a]	[t N]	[]	[t FG]	[g/kg]	[t N]	[kg/ha.a]	[t N/a]
GETREIDE												
Weizen	145,7	729	19,58	14,27	120	17,48	1,20	874,44	5,12	4,48		
Hafer	2,7	11	17,28	0,19	77	0,21	1,20	12,89	5,12	0,07		
Winter- u. Sommerroggen	25,8	103	16,24	1,67	94	2,43	1,20	123,71	5,12	0,63		
Sommernenggetreide	10,1	41	17,84	0,72	70	0,71	1,00	40,59	5,76	0,23		
Gerste	166,2	750	16,59	12,45	72	11,88	1,00	750,29	5,76	4,32		
Körnermais	16,5	124	15,49	1,92	96	1,58	1,20	148,55	9,44	1,40		
HÜLSENFRÜCHTE												
Körnererbsen	46,7	128	48,00	6,17	150	7,01	1,10	141,34	14,72	2,08	120,00	5,60
Sojabohnen	3,6	5	48,00	0,26	150	0,54	1,30	7,07	12,00	0,08	80,00	0,29
HACKFRÜCHTE												
Kartoffel	17,9	449	3,37	1,51	105	1,88	0,30	134,65	4,16	0,56		
Zuckerrüben	8,7	433	1,94	0,84	90	0,78	0,80	346,22	3,36	1,16		
ÖLFRÜCHTE lufttrocken												
Raps	24,4	49	35,00	1,71	105	2,56	1,70	82,96	5,40	0,45		
Sonnenblumen	15,8	47	30,50	1,45	90	1,42	1,70	80,60	15,00	1,21		
Silo- und Grünmais (Grünmasse)	2,4	97	2,90	0,28			1,20	116,88	9,44	1,10		
KLEE UND HEU												
Heu	4,9	21	21,46	0,44								
SUMME	491	2.987		44		48,48		2.860		18		6
Wein			[g/hl]	?								
Ernte: 4500 l/ha auf 31,22 ha ergibt l:	31,22	140.490	0,10	0,14	90	2,81						
Gesamternte (inkl. Wein)		3.031		47		51,29						
OBST Früchte frisch*			[g/kg]									
intensiv	1,5	38,068	0,760	0,029	90	0,14						
extensiv	1,5	38,068			90	0,14						
Gesamt + Obst						51,43						

	Min	Max	Min	Max	Mittel	Getreide	Mittel 1988/92		BMLF (1996)	
	N-Auswaschung	N-Auswaschung	N-Auswaschung	N-Auswaschung	N-Auswaschung	N-Auswaschung	N Input Saatgut	N Input Saatgut	Düngeempfehlung	Düngeempfehlung
	[kg N/ha.a]	[kg N/ha.a]	[t N/a]	[t N/a]	[t N/a]	[t N/a]	[kg N/ha]	[t N/ha]	[kg N/ha]	[t N]
GETREIDE					19	9				
Weizen	20	80	2,91	11,66	7,29	3,64	3,95	0,58	110	16,03
Hafer	20	80	0,05	0,22	0,14	0,07	2,65	0,01	80	0,22
Winter- u. Sommerroggen	20	80	0,52	2,06	1,29	0,65	3,00	0,08	90	2,32
Sommernungetreide	20	80	0,20	0,81	0,51	0,25	3,25	0,03	90	0,91
Gerste	20	80	3,32	13,30	8,31	4,16	3,25	0,54	90	14,96
Körnermais	50	130	0,83	2,15	1,49	0,41	0,30	0,00	130	2,15
HÜLSENFRÜCHTE										
Körnererbsen	50	50	2,34	2,34	2,34		8,93	0,42	0	0
Sojabohnen	50	50	0,18	0,18	0,18		5,15	0,02	0	0
HACKFRÜCHTE										
Kartoffel	39	90	0,70	1,61	1,15		5,90	0,11	100	1,79
Zuckerrüben	50	80	0,44	0,70	0,57		0,00	0,00	80	0,70
OLFRÜCHTE lufttrocken										
Raps	10	61	0,24	1,49	0,87		0,20	0,00	130	3,17
Sonnenblumen	50	50	0,79	0,79	0,79		0,18	0,00	50	0,79
Silo- und Grünmais (Grünmasse)	50	130	0,12	0,31	0,22		0,28	0,00	130	0,31
KLEE UND HEU										
Heu	9	40	0,04	0,20	0,12					
SUMME			13	38	25	15		1,79		43,3
Wein										
Ernte: 4500 l/ha auf 31,22 ha ergibt l:										
Gesamternte (inkl. Wein)										
OBST Früchte frisch*										
intensiv										
extensiv										
Gesamt + Obst										

Tab. 18: Aktueller Stickstoffentzug, Fixierung, Auswaschung und Düngeempfehlungen zur landwirtschaftlichen Ernte, Quelle: Literatur, Berechnungen

Atmosphärische N-Deposition: Die GRUPPE WASSER (1993) rechnet in Bisamberg mit einem atmosphärischer Stickstoffeintrag von 28,5 kg N/ha.a, der Freilandniederschlag beträgt dabei 8,5 kg N/ha.a (AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG 1994). JANDL (1991) gibt für den Standort Jägerwiese im Wienerwald den Freiflächenniederschlag mit 14,1 kg N/ha.a an, der Bestandesniederschlag liegt bei 19,2 kg N/ha.a. Die Berechnung erfolgt mit dem Wert der GRUPPE WASSER (1993), d. s. für die GG Bisamberg 31 t/a.

Biologische N-Fixierung: Die Stickstofffixierung durch freilebende Mikroorganismen in ackerbaulich genutzten Böden wird mit 10-25 kg N/ha.a angegeben (SCHEFFER 1989). SIEBENEICHER in GÖTZ (1995) gibt die N₂-Fixierung freilebender Mikroorganismen mit einem Mittelwert von 10 kgN/ha.a für ein Durchschnittsjahr und einen mittleren Boden an. Das Subsystem Wald wird mit 1 kg N/ha.a gerechnet, die restlichen Subsysteme mit 10 kg N/ha (Datenübersicht bei GEISLER 1998). Die symbiotische N-Fixierung erreicht unter günstigen Bedingungen nach SCHEFFER (1989) 100-200 kg N/ha.a, nach QUISPEL in ZECHMEISTER-BOLTENSTERN (1993) bis zu 670 kg N/ha.a (Tropen). Die symbiotische Fixierung hängt stark von der angebauten Kultur ab. Die Berechnung der biologischen Fixierung mit Durchschnittswerten aus GÖTZ (1996) und REINER (1995) ergibt für die unversiegelte Fläche der GG Bisamberg 11 t N/a.

N im Bestandesabfall: Die Differenz aus aufgenommenem und durch Ernte entzogenem sowie im Zuwachs gebundenen Stickstoff ergibt 26,7 t N/a.

N im organischen Dünger: Die Stickstoffausscheidungen der Pferde, Rinder und Schweine werden nach BMLF (1991) berechnet. Von 2,1 t ausgeschiedenem Stickstoff sind 1,5 t als Wirtschaftsdünger feldfallend anzunehmen (BMLF 1991). Der nicht feldfallende Anteil wird in Abb. 2 [N-Bilanz 1996] nicht dargestellt. Zur Bilanzierung siehe Anmerkungen im Kapitel Historische N-Bilanz.

N-Import durch Mineraldünger: Das Raiffeisenlagerhaus (RLH) Rückersdorf verkaufte 1996 34.750 kg Rein-Stickstoff in Form von Mineraldünger an Bisamberger Landwirte. Diese Menge reicht nicht zur sachgerechten Düngung (Düngeempfehlungen des BMLF 1991) der errechneten Ernteerträge aus. Hierfür wäre eine Stickstoffmenge von 43 t notwendig. Diese Menge ist etwas kleiner als der errechnete Stickstoffgehalt in den Ernteprodukten (44,1 t N, Frucht).

N im Saatgut: Die aufgebrauchten Saatgutmengen sind nicht bekannt. Zur Berechnung des Stickstoff-Inputs mittels Saatgut werden Untersuchungen der GRUPPE WASSER (1993) herangezogen und auf die Flächen der GG Bisamberg bezogen, das ergibt 1,8 t N/a.

Denitrifikation und andere Ausgasungsverluste: Selten direkt erfaßbar sind die gasförmigen Verbindungen von Stickstoff, Lachgas (N_2O), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2). STURM & BUCHNER in GÖTZ (1995) geben an, daß unter mitteleuropäischen Verhältnissen bis zu 8% der Brutto-Mineralisation und 20% des Düngerstickstoffs durch Ausgasung verloren gehen können. Die Denitrifikationsraten korrelieren also mit den Nitrat-N Werten im Boden. GÖTZ (1995) wählte in ihrer Bilanz für die Denitrifikationsverluste 5% der Brutto-Mineralisierung und 10% des Düngerstickstoffs. Ausgasungsverluste von Stickstoff aus Böden in Wien wurden von HOLTERMANN (1994) in Neustift am Walde und in der Lobau gemessen. Weitere Literaturwerte stammen aus ELLENBERG (1986), JANDL (1991) HUBER (1993), SAILER (1993), KOUACOU (1994), MUSTER (1995) und REINER (1995). Zur Berechnung werden für das Subsystem Wald und die Subsystemklassen Siedlung, Gewerbe und Industrie sowie Außer Nutzung 6 kg N/ha.a herangezogen (JANDL 1991), für die Acker-, Weinbau-, und Obstbauflächen 25 kg N/ha.a (KOUACOU 1994). So gerechnet, betragen die N-Verluste auf diesem Weg in der GG Bisamberg 15,6 t N/a.

N-Auswaschung: Nach WEHRMANN & SCHARPF in FRITZ et al. (1983) erfolgt eine Zunahme der Nitratauswaschung in der Reihenfolge Wald, Grünland, Ackerbau, Ackerbau mit Viehhaltung sowie Gemüse- und Weinbau. Faktoren für die Auswaschung stellen Nitratmenge und -verteilung im Boden zu Beginn von Auswaschungsperioden, besonders im Herbst und im Winter, die Speicherfähigkeit des Bodens für Wasser (Lehm > Sand) sowie Höhe und Verteilung der Niederschläge dar. Die Gefahr der Auswaschung ist vor allem bei Sandböden groß. Ursachen für große Nitratmengen in Böden mit Gemüse sind eine hohe Düngung mit Mineralstickstoff, eine unvollständige Nutzung des mineralischen Stickstoffs im Boden bis zur Ernte, der Anfall stickstoffreicher schnell zersetzbarer Ernterückstände sowie der Anbau von flachwurzelnden Pflanzenarten. Bekannt sind auch mögliche Gegenmaßnahmen: die Ernterückstände sollten möglichst spät (gegen Ende des Winters) in den Boden eingearbeitet werden. CZERATZKI in FRITZ et al. (1983) reiht die Einflußgrößen der NO_3 -Auswaschung nach deren Bedeutung folgendermaßen: Art und Dauer des Bewuchses, Bodenart

und Durchlässigkeit des Bodens, Biologische Aktivität des Bodens, Organische Düngung, Mineralische Düngung. Die Nitratauswaschung der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Kulturen wird mit Werten aus GÖTZ & ZETHNER (1996) kalkuliert. Die Baum-, Strauch- und Kraut/Grasschicht wird mit 7 kg N/ha.a kalkuliert. Sie beträgt insgesamt für die vegetationsbedeckte Fläche der GG Bisamberg 19.0.t N/a.

N-Aufnahme der Pflanzen aus dem Boden: Die Stickstoffaufnahme unterschiedlicher Vegetationsbestände variiert sehr stark. Während Ackerbaukulturen sehr hohe Stickstoffaufnahmeleistungen pro ha und Jahr zeigen, sind Wälder Stickstoffsparer und insbesondere Trockenrasen schon von der Angebotsseite her limitiert. GRUBER in FRITZ et al. (1983) gibt für Winterweizen 115 kg N/ha.a, für Kartoffel 120 und für Mais 224 kg N/ha.a an. Über 200 kg N/ha.a benötigen Gemüsekulturen und bis 400 kg N/ha.a werden von einer Fettwiesenvegetation aufgenommen. WALTER & RESCH in FRITZ et al. (1983) geben den Stickstoffentzug von Reben mit 60-100 kg/ha.a an. Als optimal wird von den Autoren ein Entzug von 90 kg/ha.a genannt. Die Entzugszahlen für die Landwirtschaft werden mit Daten aus GÖTZ & ZETHNER (1996) sowie REINER (1995) berechnet. Die nicht zur Landwirtschaft gehörenden Subsysteme werden mit Werten, zusammengestellt bei GEISLER (1998) berechnet. Durch die Pflanzen werden dem System GG Bisamberg ca. 99 t N/a entzogen.

N-Entzug durch Ernte: Die Bilanzierung des Nährstoffentzugs bei landwirtschaftlichen Kulturen erfolgt über den Stickstoffgehalt der Ernteprodukte. Es errechnet sich ein N-Gesamtentzug durch die Anthroposphäre (inklusive Viehwirtschaft) an Getreide von 44,2 t N/a, Stroh von 1,8 t N/a und Grünschnitt von 1,5 t N/a t N/a; der Stickstoffentzug durch die Holzernte wird mit Angaben aus PUTZGRUBER (1993) kalkuliert, er beträgt für den Bisamberg 0,17 t N/a.

N in Konsumgütern: Der Verbrauch an Konsumgütern in den Privathaushalten der GG Bisamberg wird größenordnungsmäßig abgeschätzt. Es liegen keine lokalen Daten zur Erfassung der Konsumgüterinputs vor. Im interdisziplinären Forschungsprojekt „Der anthropogene/natürliche Stoffhaushalt der Stadt Wien“ (BRUNNER et al. 1996, MAIER et al. 1995) werden zur Berechnung der Inputgrößen in die Privathaushalte eine österreichische (BESCHORNER 1996: 811 kg pro Einwohner und Jahr an Verbrauchsgütern) sowie eine Schweizer Studie (BACCINI et al. 1993: 1043 kg) herangezogen. Die gemittelten Daten werden mit der Ein-

wohnerzahl von Bisamberg multipliziert. Als Kontrollgröße dienen die Abfallflüsse aus den Jahren 1993-96 (Amt der NÖ Landesregierung 1994-1997). Über die Stickstoffkonzentration von Ver- und Gebrauchsgütern (BRUNNER et al. 1996) wird der N-Fluss bzw. das N-Lager ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 ersichtlich

N im Abfall: Grundlage sind die NÖ Abfallwirtschaftsberichte 1993-1995 (AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG 1994c, 1995b, 1996) und der ABFALLWIRTSCHAFTSBERICHT 1996 der Gemeinde Bisamberg (1997). Um Pro-Kopf-Werte zu erhalten, werden die Abfalldaten durch die Einwohnerzahl dividiert, wobei Nebenwohnsitze halb verrechnet werden. Der Stickstoffgehalt der Abfallfraktionen wird ebenfalls mit Daten aus BRUNNER et al. (1996) ermittelt. Bei den biogenen Abfällen und beim Grünschnitt beziehen sich die angegebenen Faktoren auf das Trockengewicht. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 zusammengefasst.

N im Trink- und Abwasser: Die NÖSIWAG (DINHOBEL, schriftliche Mitteilung 1997) lieferte an Bisamberg im Jahr 1996 311.677 m³ Wasser. Dies entspricht sehr genau der vom Abwasserverband Korneuburg errechneten Abwassermenge von 200 I/EGW.a (OBRECHT, Amt der NÖ Landesregierung, schriftliche Mitteilung 1997). Der Wasserverbrauch war im dritten Quartal 1996 mit 91.800 m³ am größten, im vierten Quartal wurden 63.164 m³ verbraucht. Die Zuordnung des Wasserbedarfs zu den Kategorien „Öffentlichen Gebäude“, „Privathaushalte“ und „Betriebe“ ist nicht möglich. Eine Abschätzung des Wasserbedarfs der ansässigen Gewerbebetriebe erfolgt über den durchschnittlichen Bedarf der im Bezirk Korneuburg ansässigen Großgewerbebetriebe (AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG 1995a). Dieser beträgt 1.170 m³ pro Betrieb und Jahr und ist damit gegenüber dem restlichen Verbrauch gering. Nicht berücksichtigt werden der Wasserbedarf zur Beregnung der Felder sowie Leitungs- und andere Wasserverluste. Bei einer durchschnittlichen Nitratkonzentration von 40mg/l (MAIER, persönliche Mitteilung, 1997) und einem Wasserimport von 311.677 m³ im Jahr 1996 ergibt sich ein Stickstoffimport mit dem Trinkwasser von 2,8 t.

Zur Kalkulation der im Abwasser anfallenden Schmutzfrachten werden die für die GG Bisamberg zur Berechnung der in der Kläranlage Korneuburg anfallenden Einwohnergleichwerte (EGW) verwendet (4.944 EGW für Oktober 1995: OBRECHT, Amt der NÖ Landesregierung, schriftliche Mitteilung). Der Gesamtabwasseranfall für die GG Bisamberg betrug 1995 850 m³/d. Aus diesen Angaben wird der Anfall an organischer Substanz, der Stickstoffanfall sowie der

Phosphoranfall über die spezifischen EGW kalkuliert. Der Stickstofffluss im Abwasser wird über die Einwohnergleichwerte errechnet und beträgt 16,3 tN/a (Näheres bei MAIER et al. 1997).

N in den Energieträgern: Zur Bestimmung des Stickstoffflusses in den Energieträgern wird der errechnete Energieverbrauch über den Heizwert je Mengeneinheit (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT 1982) in die verbrauchte Menge der einzelnen Energieträger umgerechnet. Mittels spezifischer Emissionsfaktoren (g NO_x/kg Brennstoff, BRUNNER et al. 1996) wird die Menge an Stickoxiden berechnet. Die Vergleichsrechnung erfolgt mit Umrechnungsfaktoren aus dem Leitfaden Klimaschutz (mg NO_x/erzeugte kWh, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT 1995). Der Vergleich mit dem errechneten Wert aus dem Emissionskataster NÖ (AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG 1994a,b) zeigt eine gute Übereinstimmung. Über das Molekulargewicht wird die emittierte Stickstoffmenge berechnet, diese beträgt 8 t N/a (Abb. 2).

N in der Nahrung: Es wird auf den durchschnittlichen Lebensmittelverbrauch eines Österreicherers/a zurückgegriffen (ERNÄHRUNGSBILANZ 1995). Die Gesamtmengen der in Bisamberg verbrauchten Lebensmittel (d.s. 3.457 t) werden durch die Multiplikation mit der Einwohnerzahl (Nebenwohnsitze zählen die Hälfte) errechnet (Näheres bei MAIER et al. 1997). Der Stickstoffgehalt der Nahrung wird über den durchschnittlichen Eiweißgehalt der einzelnen Nahrungsmittel errechnet. Der Stickstoffanteil wird mit 18% der Eiweißmenge kalkuliert; das ergibt 19.150 kg N in der tierischen und 14.087 kg N in der pflanzlichen Nahrung, zusammen also 33.237 kg N.

Infrastrukturdynamik der Marktgemeinde Bisamberg Ein Vergleich 1820 und 1993 (1996)

Subsysteme und Flächenbilanz

Der Vergleich des FRANZISZEISCHEN KATASTERS mit dem aktuellen Zustand zeigt eine starke Zunahme von anthropogenen Kulturlandschaftselementen, verbunden mit Änderungen in der Subsystemstruktur und -größe (Farbkarte 1 „Subsystemklassen“ von 1820 und 1993). Erkentlich auch im Straßen- und Wegenetz der Gemeinde, das in historischer Zeit netzartig den Bisamberg deckt, und das sich heute in den Siedlungsbereich verlagert hat (s. MAIER et al. 1997).

Zur Zeit des FRANZISZEISCHEN KATASTERS dominierte Getreidebau in der Ebene des Donaubeckens, kleinflächig waren Wiesen (v.a. auf Klein-Engersdorfer Gebiet), Weiden, Gemüsegärten und Weingärten mit Obstbäumen vorhanden. Der Ortskern von Bisamberg war von Obstgärten umgeben, und um den zweigeteilten Ortskern von Klein-Engersdorf dominierten Wiesen mit Obstbäumen. Weiden mit Obstbäumen befanden sich entlang der Straße von Bisamberg nach Korneuburg. Die Gemüsegärten waren außerhalb von Bisamberg entlang des Weges nach Flandorf situiert. Die Weingärten waren großteils mit Obstbäumen bestanden (Subsystem Weingärten mit Obstbäumen). Dieses Prinzip der multikulturellen Nutzung bildet sich im FRANZISZEISCHEN KATASTER deutlich ab. Die erstellte Farbkarte „Multikulturell genutzte Flächen 1820“ (MAIER et al. 1997) macht deutlich, daß der Großteil dieser Flächen an der Achse zwischen Bisamberg und Klein-Engersdorf bis zum Veiglberg angeordnet ist. Es ist auch jenes Gebiet mit der größten landschaftlichen Diversität. Entlang des Donaugrabens herrschten flussbegleitende Öden vor. Der Bisamberg war zu großen Teilen unbewaldet, die offenen Flächen dienten als Weiden für das Vieh. Die heutzutage floristisch wertvollen Anteile der Westseite (u.a. ÖIR 1979, MAIER 1982, ERHOLUNGSGEBIET BISAMBERG 1995) wurden zum Ödland (Subsystem Außer Nutzung) gezählt, sie waren also offensichtlich nicht genutzt. Waldbestände außerhalb des geschlossenen Waldgebietes am Bisamberg gab es nur noch beim Donaugraben, am Feuchtstandort „Rohrwiese“ und westlich der Veitskirche.

Der Bereich westlich des Donaugrabens, der früher ausschließlich von Ackerland bedeckt war, ist heute verschiedenartig genutzt. Neu angelegt wurde der Badeteich mit der umgebenden Kleingartensiedlung; daran schließt eine Gärtnerei an. Das Gewerbegebiet Bisamberg sowie die Sporteinrichtungen (Fußballplatz) nehmen einen weiteren großen Teil der Fläche ein. Die Dynamik der urbanen Agglomeration geht nicht allein von der Großstadt Wien aus, sondern auch von der Bezirkshauptstadt Korneuburg, erkennbar an der Ausweitung des Wohngebietes Richtung Bisamberg etwa im Bereich der Kaiserallee; u.a. befindet sich das von Korneuburg und Bisamberg gemeinsam betriebene Schwimmbad auf Bisamberger Gemeindegebiet (der gesamte Bereich ist als Subsystem Sportfläche ausgewiesen und gibt die Situation 1993 wieder, sodass das später fertiggestellte Hotel noch nicht berücksichtigt ist). Die Wohngebietsentwicklung entlang der Korneuburger Straße und der Bundesstraße führte zu einer weiteren Reduzierung des Ackerlandes. Das Wasserschutzgebiet der NÖSIWAG nimmt ebenfalls Flächen aus der Produktion. Neben dem Donaugraben entstanden im Agrarraum das Altstoffsammelzentrum, ein Tennisplatz sowie der „Fun-Court“ als Freizeitein-

richtung. Demgegenüber ist die ökologische Strukturierung sowie die Ausstattung mit kleinräumigen natürlichen Kulturlandschaftselementen westlich des Donaugraben als gering einzuschätzen: gezählt wurden sechs Gehölzgruppen.

Bisamberg 1820		Bisamberg 1993		Verändg.
Subsystemklasse/Subsystem	Flächen [m ²]	Subsystemklasse/Subsystem	Flächen[m ²]	Flächen[%]
A) Land- und Forstwirtschaft	10.040.073	A) Land- und Forstwirtschaft	8.126.889	81
a) Landwirtschaft	8.470.742	a) Landwirtschaft	5.404.945	64
Acker	6.238.950	Acker	5.059.371	81
Acker mit Obstbäumen	14.505			
Weingärten	133.606	Weingarten	328.655	45
Weingärten mit Obstbäumen	601.605			
Obstgärten	166.769	Obstplantage	16.919	10
Gemüseegärten	36.961			
Wiesen	161.092			
Wiesen mit Obstbäumen	56.912			
Hutweiden	1.052.692			
Weiden mit Obstbäumen	7.650			
b) Forstwirtschaft	1.569.331	b) Forstwirtschaft	2.721.944	173
Waldungen	1.569.331	Wald	2.721.944	173
B) Siedlung, Gewerbe, Industrie	328.122	B) Siedlung, Gewerbe, Industrie	2.057.977	627
Wegparzellen	224.400	Kleingärten	100.482	
Bauflächen	78.440	Wohnen mit Grün	1.674.256	2134
Park	24.082	Park	25.308	105
Schotter- und Sandgruben	1.200	Gewerbe und Industrie	143.273	
		Sportfläche	85.140	
		Baumgruppe	29.517	
C) Außer Nutzung („Öden“)	336.537	C) Außer Nutzung	483.234	144
Unbenützter Boden	231.323	Baumbestand	185.167	
Unbenützbarer Boden	105.214	Wiese	148.676	
		Feldgehölze	74.313	
		Buschgesellschaft	55.425	
		Trockenrasen	18.094	
		Einzelbäume	1.559	
D) Gewässer	21.289	D) Gewässer	42.564	200
Fließgewässer	21.289	Stillgewässer	23.973	
		Fließgewässer	18.591	

Tab. 19: Subsystemgrößen 1820 und 1993 von Bisamberg und deren Veränderung in %
 Quelle: Flächenausweis FRANZISZEISCHER KATASTER 1819/1820, Luftbild 1993 1:5.000, Berechnungen

Der Donaugarben wurde mit einem Hochwasserschutzdamm versehen, der heute Wiesencharakter hat und durch Baum- und Strauchbestände aufgelockert ist. Östlich des Donaugarbens entwickelte sich das Klein-Engersdorfer Industriegebiet auf ehemaligen Weiden; auf der Wiese entlang der Klein-Engersdorfer Straße wurde ein Teich mit Baumbestand angelegt. Das Ortsgebiet von Klein-Engersdorf weist starke Zersiedelung auf, die auf den übermäßigen Baulandausweis in den siebziger Jahren zurückzuführen ist. Die Siedlungsentwicklung in Bisamberg führte zu einer geschlossenen Verbauung des Bereichs zwischen Hangfuß des Bisambergs und dem Donaugarben, und auch entlang der Straße Richtung Flandorf kam es zur Siedlungsausweitung; das ehemalige Feuchtwiesengebiet „Rohrwiese“ wurde durch eine Kleingartensiedlung ersetzt. Von besonderer ökologischer Relevanz ist die Ausweitung des Siedlungsgebietes auf die Hänge des Bisambergs.

Zwischen Bisamberg und Klein-Engersdorf sowie am Fuß des Veiglbergs finden sich 30 ha Weinbauflächen. Die Ausstattung der Ackerflächen mit ökologischen Kleinstrukturen ist zwischen Bisamberg und Klein-Engersdorf am höchsten. Multikulturell genutzte Flächen wie zur Zeit des FRANZISZEISCHEN KATASTERS findet man jedoch heute nicht mehr. Gegenüber dem Zustand von 1820 ist durch den Rückgang der bäuerlichen Nutzung und den Wegfall kriegsbedingter Eingriffe die Zunahme der als Wald ausgewiesenen Flächen am Bisamberg deutlich zu sehen.

Der Flächenvergleich historisch-aktuell in Tabelle 19 ergibt, dass in der Zeit von 1820 bis 1993 die landwirtschaftlich genutzten Flächen um ein Drittel zurückgegangen sind und die Weingärten nur mehr die Hälfte der ursprünglichen Flächen einnehmen. Der Wald hingegen hat sich, bedingt durch die Bewaldung der früher als Weiden genutzten Flächen, durch die Aufgabe von Weingärten und durch Erholung von Kriegsschäden vergrößert (Abb. 3 und 4).

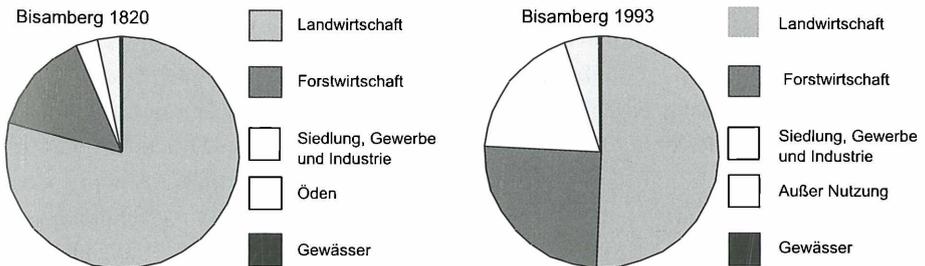


Abb. 3: Prozentueller Anteil der Subsystemklassen an der Gemeindefläche 1820 – 1993

Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1819/1820, Luftbild 1993 1:5.000, Auswertung, Berechnungen

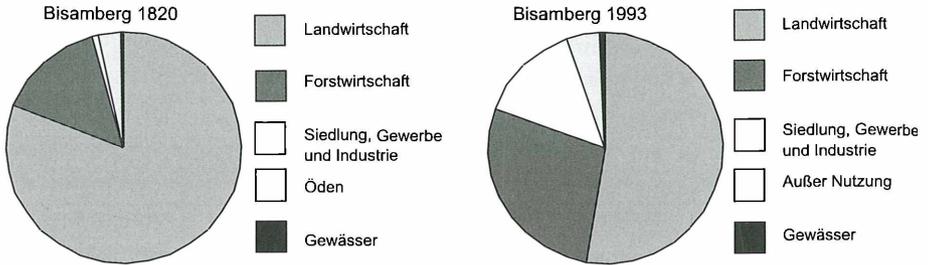


Abb. 4: Prozentueller Anteil der Subsystemklassen an der Produktivfläche der Gemeinde 1820 – 1993
Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1819/1820, Luftbild 1993 1:5.000, Auswertung, Berechnungen

Das Subsystem Siedlung, Gewerbe und Industrie hat sich zwischen 1820 und 1993 in etwa versechsfacht, der Anteil der Bauflächen mehr als verzwanzigfacht. Auch zeigt sich eine – maßstabsbedingt in den Abbildungen 3 und 4 nicht unterscheidbare – Zunahme der Gewässerflächen, was jedoch hauptsächlich auf die Anlage des Badeteiches im NO des Gemeindegebietes zurückzuführen ist. Vergleicht man die Öden um 1820 mit dem aktuellen Subsystem Außer Nutzung, dann ist hier eine Zunahme um 50% zu verzeichnen. Bei diesem Wert ist allerdings zu berücksichtigen, dass beispielsweise Feldgehölze und Einzelbäume im FRANZISZEISCHEN KATASTER nicht gesondert ausgewiesen sind. In Abbildung 3 ist der Anteil der Subsystemklassen an der Gemeindefläche Bisamberg, in Abbildung 4 der Anteil der Subsystemklassen an der Produktivfläche der Gemeinde ersichtlich.

Für die Beurteilung der zukünftigen Entwicklung von Bisamberg sind die ausgewiesenen Baulandflächen von Interesse, also jene Zonen, wo es in Zukunft zu Konflikten zwischen anthropogener Nutzung und ökologischen Erfordernissen kommen kann bzw. wird.

Im Bereich nördlich des bestehenden Sportplatzes und des Tenniscenters ist eine große Fläche als „Grünland Spiel- und Sportanlagen“ gewidmet. Die momentane Nutzung erfolgt durch die Landwirtschaft. Kleinere Flächen des „Bauland-Wohngebietes“ Richtung Korneuburg sind noch nicht verbaut. Auch hier stehen derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen zur Disposition. Entlang der Korneuburger Straße sind beträchtliche Flächen als „Bauland-Aufschließungszone“ gewidmet, die Realnutzung ist auch hier Landwirtschaft. Die landwirtschaftlichen Flächen neben dem Florian-Berndl-Bad sind als „Grünland Spiel- und Sportanlagen“ gewidmet.

Die „Bauland-Industriegebiet“-Reserven des Klein-Engersdorfer Industriegebietes werden durch Brachflächen mit Feldgehölzen repräsentiert. Im Norden des Siedlungskörpers von Bisamberg stehen landwirtschaftliche Flächen zur Bebauung zur Verfügung. Im Ortsgebiet von Klein-Engersdorf sind Acker- und Weinbauflächen als „Bauland-Wohngebiet“ ausgewiesen. Einige Parzellen der Waldsiedlung am Hang des Bisamberges sind ebenfalls noch nicht bebaut.

Aus ökologischer Sicht ist also festzuhalten, daß bei Ausnutzung der vorhandenen Baulandreserven großteils Agrarflächen, teilweise Weinbauflächen und zum geringen Teil Waldflächen verschwinden werden. Dies bedeutet aus ökosystemarer Sicht, dass die Eingriffe vor allem die Produktionsfunktion des Gesamtökosystems betreffen. Im Sinne des Nachhaltigkeitsprinzips für Kulturlandschaften muß eine Minimierung der weiteren Verbauung in land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen angestrebt werden.

Deckungsgrad der Vegetation

Der Vergleich des Deckungsgrades der Vegetation zwischen 1820 (Tab. 2) und 1993 (Tab. 11) zeigt, daß der Anteil an unproduktiven Flächen insgesamt um rund 4,5% gestiegen ist.

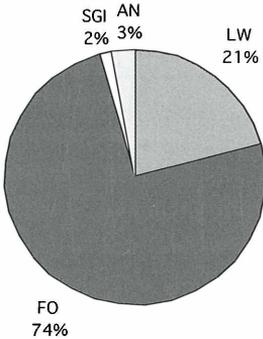
Der Baumflächenanteil hat sich in dieser Zeit fast verdoppelt, was großteils auf die Wiederbewaldung vor allem der früheren Weideflächen bzw. auf den Rückzug aus landwirtschaftlichen Produktionsflächen an den Flanken des Bisamberges zurückzuführen ist. So sind im heutigen FLÄCHENWIDMUNGSPLAN (1996) der Gemeinde als „Grünland-Landwirtschaft“ gewidmete Flächen am Bisamberg (entlang der Bisamberger Hauptstraße) sowie am Veiglberg in Wald übergegangen (Farbkarten „Subsystemklassen“ von 1820 und 1993).

Der Kraut/Grasflächenanteil ist in der Zeit 1820–1993 von 34% auf knapp 8% zurückgegangen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zur Zeit des FRANZISZEISCHEN KATASTERS jeweils ein Drittel der Ackerflächen brachlagen, wobei diese Flächen dann zwischenzeitlich krautig/grasigen Bewuchs aufwiesen. Der Anteil an Sonderflächen ist nahezu gleichgeblieben. Fast 80% der gesamten Produktivfläche wurde 1820 von der Landwirtschaft eingenommen, während der aktuelle Anteil der Landwirtschaft rund 50% beträgt.

Biomasse

Die Verteilung der pflanzlichen, tierischen und mikrobiellen Biomasse in den Subsystemklassen (Abb. 5, Tab. 3 und 13) zeigt das enorme Biomassepotential, welches in Wäldern steckt, nämlich deutlich über 70% der Gesamtbio­masse (bei einem Flächenanteil von 15% 1820 bzw. 25% 1993). Die Abnahme der Biomasse im Zeitraum 1820-1993 in den landwirtschaftlich genutzten Flächen hängt mit dem Rückgang der Agrarflächen zusammen, die Zunahme der Biomasse in den Grünflächen der Siedlungsgebiete ist zum Großteil auf die Flächenzunahme der Subsystemklasse Siedlung, Gewerbe und Industrie zurückzuführen.

Biomassen in den Subsystemklassen 1820



Biomassen in den Subsystemklassen 1993

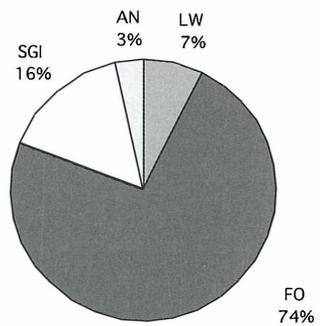


Abb. 5: Vergleich der Biomasse 1819/1820 und 1993 in den Subsystemklassen.

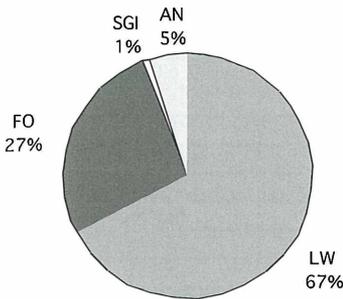
LW Landwirtschaft, FO Forstwirtschaft, SGI Siedlung, Gewerbe und Industrie, AN Außer Nutzung.

Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1820, Luftbild 1993 1:5.000, Auswertung, Berechnungen

Nettoprimärproduktion (NPP)

In Abbildung 6 ist die Nettoprimärproduktion in den Subsystemklassen von 1820 und 1993 dargestellt; es fällt auf, daß der Anteil der Landwirtschaft an der Nettoprimärproduktion weniger zurückgegangen ist als bei Biomasse (Abb. 5) und organischer Substanz (Abb. 7). Der Grund ist die erhöhte Produktivität der heutigen landwirtschaftlichen Kulturen, welche den Flächenverlust der Landwirtschaft (Abb. 3) teilweise kompensiert. Dem Wachstum der Siedlungsfläche entsprechend steigt auch die Nettoprimärproduktion der Subsystemklasse Siedlung, Gewerbe und Industrie. Die Produktivität des Waldes dagegen hat sich seit 1820 praktisch nicht verändert, sodaß dessen Anteil an der Gemeinde-Nettoprimärpro-

NPP in den Subsystemklassen 1820



NPP in den Subsystemklassen 1993

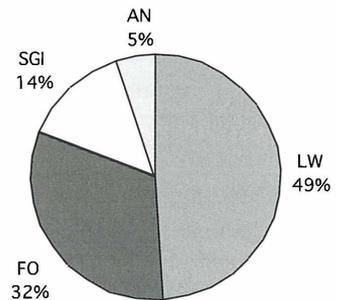
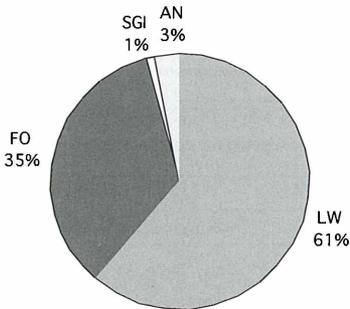


Abb. 6: Vergleich der Nettoprimärproduktion 1820 und 1993 in den Subsystemklassen
 LW Landwirtschaft, FO Forstwirtschaft, SGI Siedlung, Gewerbe und Industrie, AN Außer Nutzung
 Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1819/1820, Luftbild 1993 1:5.000, Auswertung, Berechnungen

Organische Substanz in den Subsystemklassen 1820



Organische Substanz in den Subsystemklassen 1993

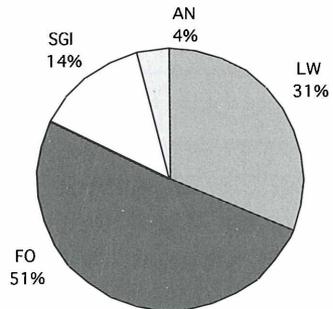


Abb. 7: Vergleich der organischen Substanz 1819/1820 und 1993 in den Subsystemklassen.
 LW Landwirtschaft, FO Forstwirtschaft, SGI Siedlung, Gewerbe und Industrie, AN Außer Nutzung
 Quelle: FRANZISZEISCHER KATASTER 1820, Luftbild 1993 1:5.000, Auswertung, Berechnungen

duktion (Abb. 6) relativ geringer gewachsen ist als die Waldfläche (Abb. 3).

In Tabelle 20 werden die historischen und aktuellen Lager und Flüsse in Vegetation und Boden der Gemeinde Bisamberg einander gegenübergestellt. Die Biomasse der Pflanzen lag 1820 bei rund 69.000 t und ist heute beinahe doppelt so hoch, nämlich rund 125.000 t. Dies ist auf den höheren aktuellen Waldanteil zurückzuführen, der vor allem oberirdisch sehr viel Biomasse zu binden vermag. Eng mit der Biomasseerhöhung ist eine Zunahme der Nettoprimärproduktion verbunden (von 6.000 t auf 15.000 t). Durch Wirtschaftsdüngeraufbringung wird

		1820	1993
		[t TG/a]	[t TG/a]
Vegetation			
Herkunftsprozesse	Inputfaktoren	6.010	14.883
Atmosphäre	Kohlendioxid	6.010	14.883
Zielprozesse	Outputfaktoren	-5.246	-4.687
Boden	Pflanzenabfall	-3.326	9.554
Anthroposphäre	Ernte	-1.920	-4.687
Differenz	Biomassezuwachs	764	10.196
Lager	Summe Lager	68.956	124.562
	Pflanzen oberirdisch	53.436	101.904
	Pflanzen unterirdisch	15.520	22.658
Boden		[t TG/a]	[t TG/a]
Herkunftsprozesse	Inputfaktoren	3.521	9.610
Vegetation	Pflanzenabfall	3.326	9.554
Viehwirtschaft	Wirtschaftsdünger	195	56
Zielprozesse	Outputfaktoren	-3.521	-9.610
Atmosphäre	Kohlendioxid	-3.521	-9.610
Differenz		0	0
Lager	Summe Lager	180.738	172.391
	Streu	5.084	8.531
	Humus	171.856	160.330
	Mikroorganismen	3.240	3.085
	Tiere	558	445

Tab. 20: Historische und aktuelle Flüsse und Lager der Prozesse Vegetation und Boden
Quelle: Berechnungen

organische Substanz vor allem auf die Felder gebracht. Dieser Import in die natürlichen Systeme war in historischen Zeiten höher als heute (195 t gegenüber 56 t). Umgekehrt sind die Verhältnisse bei der Biomasseentnahme – die Ernten haben sich in den letzten 200 Jahren fast verdreifacht. Der tatsächliche Biomassezuwachs im Gemeindegebiet wird dadurch vermindert, obwohl heute eine größere Waldfläche zur Verfügung steht.

Die organische Substanz im Boden hat abgenommen. Waren es früher 177.000 t, so sind es heute 169.000 t. Die Abnahme begründet sich im heute höheren Versiegelungsgrad. Dadurch bedingt, dürfte auch die Biomasse der Bodentiere abgenommen haben. Die Streuauflage ist als Folge des größeren Waldanteiles höher als vor 200 Jahren.

Potentiell natürliche Vegetation

Aufgrund der Versiegelung einerseits und der verminderten Biomasse und Nettoprimärproduktion durch Veränderung der Vegetationsformen andererseits nahm die Biomasse vom „Urzustand“ bis 1820 stark ab. Durch den heute größeren Waldanteil wurde wieder mehr Biomasse ins System eingebracht, auch die Nettoprimärproduktion ist heute höher als 1820, einerseits bedingt durch die Verbesserung der Landwirtschaft, andererseits durch den höheren Waldanteil. In Tabelle 21 werden ökosystemrelevante Daten für potentiell natürliche Vegetationsverhältnisse aufgelistet und den Werten der tatsächlichen Vegetationsverhältnisse von 1820 und 1993 gegenübergestellt.

	potentiell	1820	1993
versiegelte Fläche	0	304.040	916.147
produktive Fläche	10.710.665	10.421.981	9.794.518
terrestrische Fläche	10.692.074	10.400.692	9.751.954
aquatische Fläche	18.591	21.289	42.564
BM [t]	304.083	68.956	124.562
BM [kg/m ²]	28,4	6,4	11,6
NPP [t]	18.514	6.010	14.883
NPP [kg/m ²]	1,7	0,6	1,4
org. Subst. Boden [t]	221.293	176.940	168.861
org. Subst. Boden [kg/m ²]	20,7	16,9	15,8

Tab. 21: Kalkulierte Biomasse (BM), Nettoprimärproduktion (NPP) und organische Substanz im Boden der GG Bisamberg, unter Annahme potentiell natürlicher Vegetation, der Vegetation von 1820 und 1993, Quelle: Berechnungen

Aneignung von Nettoprimärproduktion

Bezugnehmend auf die Tabelle 22 würde unter Annahme potentiell natürlicher Vegetationsstrukturen im Untersuchungsgebiet die Nettoprimärproduktion 1,73 kg TG/m² betragen. Durch die Umformung der Landschaft durch den Menschen verringert sich die tatsächliche Nettoprimärproduktion auf 0,56 kg/m² im Jahr 1820 und 1,39 kg/m² im Jahr 1993. Abzüglich der Entnahme durch die Land- und Forstwirtschaft ergeben sich somit an Aneignung von Nettoprimärproduktion (bezogen auf ober- und unterirdische Nettoprimärproduktion) für 1820 1,35 kg/m² und für 1993 0,78 kg/m² (entsprechend 14.407 t bzw. 8.302 t).

	1820	1993	1820	1993
	[t]	[t]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
NPP₀	18.497	18.497	1,73	1,73
NPP_{akt}	6.010	14.883	0,56	1,39
NPP_E	1.920	4.687	0,18	0,44
NPP_t	4.090	10.196	0,38	0,95
NPP_A	14.407	8.302	1,35	0,78

Tab. 22: Aneignung von Nettoprimärproduktion in der GG Bisamberg im Vergleich 1820 und 1993
 NPP₀: Nettoprimärproduktion der potentiell natürlichen Vegetation, NPP_{akt}: Nettoprimärproduktion der aktuellen Vegetation, NPP_E: geerntete Nettoprimärproduktion, NPP_t: im Ökosystem verbleibende Nettoprimärproduktion, NPP_A: Aneignung von Nettoprimärproduktion.
 Quelle: Berechnungen

Es scheint überraschend, dass vor 200 Jahren eine höhere Aneignung von Nettoprimärproduktion gegeben war. Der Grund, warum heute weniger Biomasse entnommen wird als vor 200 Jahren ist in der veränderten Vegetation zu suchen: 1820 waren rund 15% der Gemeindefläche mit Wald (hohe Biomasse) bedeckt, etwa 80% mit Landwirtschaftsflächen (niedrige Biomasse). 1993 hingegen betrug der Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen nur mehr 50%, jener von Wald 25%. In den heutigen höher produktiven landwirtschaftlichen Kulturen bleibt eine entsprechend größere unterirdische Biomasse zurück. Die Biomasse ist also heute höher als 1820; entsprechend der Definition der Aneignung von Nettoprimärproduktion ergibt sich für 1993 daraus rechnerisch der geringere Wert.

Das Verhältnis – also der Quotient – von angeeigneter Nettoprimärproduktion (NPP_A) zur tatsächlichen Nettoprimärproduktion (NPP_{akt}) liegt 1820 bei 240%, heute hingegen bei 56%. Der Grund für diese drastische Verschiebung ist zweifach. Einerseits ist die Aneignung von Nettoprimärproduktion heute geringer wegen der geringeren Entnahme aus dem System (kaum Waldnutzung) und der höheren Biomasse (Wald, aber weniger landwirtschaftliche Fläche); andererseits steigt der Wert für die tatsächliche NPP (also unterhalb des Bruchstrichs) wegen der viel höheren Leistungsfähigkeit, also Produktivität, der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Die Kombination aus beiden Faktoren ergibt den deutlich geringeren, also scheinbar viel günstigeren Wert für 1993. Allerdings darf dieses Verhältnis NPP_A/NPP_{akt} nicht kritiklos als einziger Indikator herangezogen werden: so ist z.B. der massiv erhöhte Dünge- und Energieeinsatz in der Landwirtschaft nicht berücksichtigt.

Die Nettoprimärproduktion der Landwirtschaft ist aufgrund der erhöhten Produktivität der heutigen landwirtschaftlichen Kulturen von 2.699 t auf 7.357 t gestiegen. Aus dem gleichen Grund liegt der Nettoprimärproduktionsanteil der Landwirtschaft heute (trotz verminderter landwirtschaftlicher Produktionsfläche) mit 82% höher als 1820 (66%). Ebenfalls aus dem gleichen Grund liegt der Anteil der landwirtschaftlichen NPP an der gesamten angeeigneten NPP heute mit 89% weitaus höher als 1820 (19%).

Stickstoffbilanz

Der historische Stickstoffhaushalt (Abb. 1) ist mit den in der Methodik angesprochenen Ausnahmen als geschlossen anzusehen. Wie ZITTERHOFER (1887) berichtet, wurde vor allem mit dem Wirtschaftsdünger sehr sorgsam umgegangen. Die Berechnungen zeigen, dass der feldfallende Stickstoff auf die Ackerbrachen ca. 6,9 t/a ausmacht. Hinzu kommen 3,5 t Stickstoff in Form der menschlichen Fäkalien, die ebenfalls als Dünger verwendet wurden. Der Stickstoffeintrag mit dem Saatgut wurde mit 1,5 t berechnet. Der Stickstoffentzug mit dem Erntegut beträgt 9,4 t Stickstoff, wobei 7,5 t mit dem Fruchtanteil und 1,9 t mit dem Stroh entnommen wurden. Bezieht man die historischen Depositionsdaten sowie die Stickstofffixierung mit ein, ergibt sich ein Stickstoffbilanzsaldo von -2,8 t. Nach den vorgenommenen Berechnungen ergibt sich somit ein Nährstoffmangel auf den Kulturflächen, der auf die Fläche bezogen -6,6 kg N/ha ausmacht. Auf den Ackerbrachen hingegen kommt es aufgrund der oben genannten Einträge zu einem positiven Stickstoffbilanzsaldo von 70 kg N/ha. Dies scheint ein im Vergleich zu aktuellen Daten hoher Wert zu sein. Andererseits zeigt sich aufgrund der Stickstoffentzugswerte aus Tab. 6, dass die mittleren Werte des Stickstoffentzugs mit dem Erntegut in der Größenordnung von 35 kg N/ha.a liegen. Damit würde der Düngeneffekt gerade für die nächsten zwei Jahre Ernte reichen und wird dadurch wieder sehr plausibel. Aufgrund der sehr niedrig angenommenen Werte für die Nitratauswaschung, wie auch für die Denitrifikation, die durch die Literatur bestätigt werden, ergibt sich für die meisten Subsysteme ein positiver Stickstoffbilanzsaldo, es kommt also bereits historisch zu einer Akkumulation von Stickstoff im Boden. Ein interessantes Ergebnis zeigt auch noch die Wiesennutzung bei den angegebenen historischen Erträgen: der Stickstoffentzug beläuft sich in diesem Subsystem auf -30 kg N/ha. Die PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE (1997) weist auf die Bedeutung des Grünlands für den Nährstoffhaushalt hin, und erwähnt insbesondere die ausgehagerten Wiesen in der Gemeinde

Theyern im Traisental. Bei fehlender Düngung kommt es hier also zu einem entsprechenden Nährstoffentzug in der Größe des Entzuges der Ackerflächen.

Aktuell importiert die Gemeinde Bisamberg mindestens 44 t Stickstoff jährlich in Form von Mineraldünger (Abb. 2), dieser Betrag entspricht den empfohlenen Düngermengen für die einzelnen Feldfrüchte). Die Viehwirtschaft und damit der Wirtschaftsdünger spielen nur mehr eine untergeordnete Rolle (WEBER, Bezirksbauernkammer Korneuburg, mündliche Mitteilung 1997) und ist im Vergleich zum Mineraldüngereinsatz praktisch zu vernachlässigen. Der Stickstoffentzug mit den Ernteprodukten beträgt 44 t Stickstoff in den Früchten und 18 t Stickstoff im Stroh bzw. Blatt. Der atmosphärische Stickstoffeintrag durch Deposition hat sich seit 1820 mehr als vervierfacht, und nicht zuletzt daher ergibt sich für die Ackerflächen ein positiver Stickstoffbilanzsaldo in Höhe von 60 kg N/ha.a. Für naturnahe Ökosysteme kann eine Stickstoffdeposition in Höhe von 28,5 kg N/ha nach dem critical-loads-Konzept bereits eine Beeinträchtigung darstellen (FLAIG & MOHR 1996). Entsprechend den höheren Stickstoffeinträgen in die Ackerflächen kommt es auch zu einer erhöhten Nitratauswaschung ins Grundwasser, welche von der GRUPPE WASSER (1993) parzellengenau untersucht wurde. Es zeigt sich also der für replacement landscapes (VOS, Diskussionsbeitrag SYMPOSIUM 1996) typische Nährstofftransfer durch das Ökosystem.

Der Stickstoffexport im Grünschnitt beträgt 1,5 t Stickstoff jährlich, ist also gleich groß wie der feldfallende Stickstoff im Wirtschaftsdünger. Die aktuelle Holznutzung spielt für den Nährstoffexport keine Rolle (0,17 t N).

Die Stickstoffimporte mit den Energieträgern liegen in der Größenordnung von 13 t Stickstoff, mit den Konsumgütern werden jährlich 33 t Stickstoff in die Gemeinde importiert. Die 33 t Stickstoff, die sich aus der theoretischen Berechnung des über die Nahrung konsumierten Stickstoffs ergeben, sind sicher zu hoch, da in der Abwasserwirtschaft mit der Hälfte dieses Wertes kalkuliert wird. So beträgt der Stickstoffexport über das Abwasser in die Kläranlage Korneuburg 16 t Stickstoff jährlich. Da auf die landwirtschaftlichen Flächen in Bisamberg kein Klärschlamm aufgebracht wird, kommt es auch zu keinem Rückfluss von Stickstoff. Der größte Stickstofffluss im Müllaufkommen findet sich im biogenen Abfall. Dem errechneten Stickstoffimport über die Konsumgüter (15,5 t N) stehen wesentlich geringere Stickstoffmengen im Abfall gegenüber, daher sollte es zu einem Lagerzuwachs an Stickstoff in Bisamberg kommen. Der größte Stickstofffluss in Bisamberg erfolgt über den mineralischen Dünger und den Entzug über die Ernteprodukte (44 t N). Daten zur Stickstoffbilanz finden sich in den Tabellen im Anhang zu MAIER et al. (1997).

Diskussion

Ökologische Bewertungen von Gemeinden („Ökobudget“, „Kommunaler ökosystemarer Haushaltsvoranschlag“) werden von verschiedenster Seite gefordert (u.a. HODAPP 1994), da gerade von den Gemeinden zukunftsrelevante Entscheidungen getroffen werden, die wesentlich die Kulturlandschaftsentwicklung beeinflussen. Prospektive Bewertungen, die im Blickwinkel der Reduzierung anthropogen verursachter Stoffströme, der Sicherung der Grundlagen der Biodiversität und Lebensqualität sowie der Förderung einer Vielfalt von Lebens- und Entwicklungsoptionen zu sehen sind, sollten daher in Entwicklungskonzepte aufgenommen werden, um dem verantwortungsvollen Umgang mit dem Naturraumpotential Rechnung zu tragen.

Die vorliegende ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse orientiert sich an einer Testgemeinde, der Marktgemeinde Bisamberg. Der praxisnahe Ansatz zeigt sich auch darin, dass nicht naturräumliche Grenzen der Stoffflußanalyse zugrundegelegt werden, sondern die politisch-administrativen Gemeindegrenzen. Der Studie liegt ein Zeitvergleich 1820 und 1993 (1996) zugrunde.

Datengrundlagen zur Erhebung der historischen Stoffflüsse

Die Daten zur Erhebung der historischen Stoffströme basieren weitestgehend auf Angaben von ZITTERHOFER (1887) und SANDGRUBER (1978, 1982). Von ZITTERHOFER (1887) liegen sehr kleinräumige und detaillierte Daten zur Bewirtschaftung der Gemeinde Klein-Engersdorf und Umgebung vor, während SANDGRUBER (1978, 1982) Daten für Niederösterreich vorlegt. Die Berechnung der landwirtschaftlichen Erträge der Pfarre Klein-Engersdorf und die Daten für Niederösterreich stimmen jedoch weitgehend überein. Noch detailliertere Ergebnisse würde das Studium der Schätzungsoperatere des FRANZISZEISCHEN KATASTERS für die beiden Katastralgemeinden Klein-Engersdorf und Bisamberg ergeben, wie dies die PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE (1997) für die beiden Gemeinden Nußdorf und Theyern im Traisental zeigt. Unter anderem wird in dieser Studie für Theyern der Anbau von stickstofffixierenden Pflanzen (Eingrasung) nachgewiesen; auch für Klein-Engersdorf liegt bei ZITTERHOFER (1887) eine Bemerkung vor, die auf diese Bewirtschaftungsweise hinweist, allerdings fehlt jede weitere Information in dieser Richtung, sodass dieser Umstand auch keine Berücksichtigung in der Berechnung der Stickstoffbilanz gefunden hat.

Ein Vergleich der Daten vorliegender Studie bekräftigt jedoch die Annahme,

dass sich an den Größenordnungen der historischen Stoffflüsse selbst nach einem Studium der Schätzungsoperatte des FRANZISZEISCHEN KATASTERS nur geringfügige Änderungen ergeben würden. Die von uns verwendete Datengrundlage zur Erhebung der historischen Stoffströme ist als ausreichend und zuverlässig zu qualifizieren.

Datengrundlagen zur Erhebung der aktuellen Stoffflüsse

Für eine Vielzahl von Daten müssen gesamtösterreichische statistische Durchschnittswerte verwendet werden, da regionale oder lokale Daten kaum zur Verfügung stehen. Vor allem auf der Versorgungsseite gibt es große Wissenslücken, wobei dieses Problem wahrscheinlich prinzipiell nicht lösbar ist, da die Vielzahl individueller Versorgungsentscheidungen nie vollständig nachvollziehbar sein kann. Selbst BACCINI et al. (1993) griffen in ihrer sehr aufwendigen Untersuchung über die Stoffströme der Privathaushalte der Stadt St. Gallen auf Schweizer Durchschnittswerte zurück. Viel besser sieht es auf der Entsorgungsseite aus: Das Führen von Aufzeichnungen über die Abfallwirtschaft hat sich etabliert, und vor allem die Abwasserwirtschaft kann gute Daten zur Verfügung stellen. Zahlen über den Gesamtstrom- und -energiebedarf von Bisamberg, und damit wohl auch für andere Gemeinden, unterliegen nach Auskunft von Wienstrom und EVN dem Datenschutz und können somit nicht zur Bilanzierung herangezogen werden. Durchschnittliche Energieverbrauchswerte erlauben aber eine gute Annäherung an den tatsächlichen Energieverbrauch und decken sich weitgehend mit den Berechnungen des Niederösterreichischen Emissionskatasters (AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG 1994a). Die Daten über die lokale Landwirtschaft sind mit einigen Problemen behaftet, da die Zuordnung der landwirtschaftlichen Flächen nach dem Wirtschaftsprinzip erfolgt; Grundbesitz und Stoffflüsse sind nicht an Gemeindegrenzen gebunden und verfälschen daher die gemeindebezogene Statistik, so ist auch für die Gemeinde Bisamberg eine zu geringe landwirtschaftliche Fläche ausgewiesen. Auf die Problematik weisen auch HABERL (1995) sowie GÖTZ & ZETHNER (1996) hin. Damit verbunden ist die Schwierigkeit der Erhebung der tatsächlich in das Gemeindegebiet importierten Mineraldüngermengen wie auch der Export von landwirtschaftlichen Produkten, im Fall von Bisamberg hauptsächlich in das Raiffeisen-Lagerhaus Harmannsdorf/Rückersdorf. Genaue Erhebungen wären mit einem verhältnismäßig großen Aufwand verbunden, der auch eine Befragung der ortsansässigen Landwirte inkludieren müsste. Dies konnte im zeitlichen wie finanziellen Rahmen nicht

abgedeckt werden. Aus den Untersuchungen der GRUPPE WASSER (1993) liegen jedoch für einen Teil von Bisamberg sehr genaue landwirtschaftliche Erhebungen vor, die zum Teil in dieser Arbeit berücksichtigt wurden. Auf jeden Fall ist die Einbeziehung des lokalen Know-hows von außerordentlicher Wichtigkeit für die Erhebung der kommunalen Stoff- und Energieströme. Insgesamt können die verwendeten Datengrundlagen als zureichend für eine Stoffflußbilanz qualifiziert werden.

Die Datengrundlagen für die Erhebung der natürlichen Stoffflüsse

Die Bilanzierung der natürlichen Stoffflüsse und Stofflager erfolgt über Literaturwerte, die aus lokalen, regionalen oder internationalen Untersuchungen stammen. Lokal sind meist nur Informationen aus der Bodenkartierung vorhanden, und diese ist für eine Vielzahl von Gemeinden nicht auf dem aktuellsten Stand. Wie die Erfahrungen zeigen, eignen sich die verwendeten Literaturwerte durchaus für eine Bilanzierung, da sich die meisten natürlichen Stoffflüsse innerhalb einer bestimmten Bandbreite bewegen. Mit der Genauigkeit bei der Erhebung der Subsystemflächen und der Bestimmung des Deckungsgrades nimmt auch die Genauigkeit der bilanzierten natürlichen Stoffströme zu.

Gerade die aktuelle Diskussion um den Stickstoffkreislauf zeigt den Wunsch nach quantifizierbaren Größen für eine Ökosystembeeinträchtigung. Ein diesbezügliches Ergebnis: Der Stickstoffbilanzsaldo der außer Nutzung stehenden Subsysteme in Bisamberg ist deutlich positiv (atmosphärischer Stickstoffeintrag), und zwar in einer Größenordnung, in der von verschiedenen Autoren bereits ein Überschreiten jener Grenze auftritt, bei der eine ökosystemare Beeinträchtigung zu erwarten ist (FLAIG & MOHR 1996). Bisamberg zeigt sich ansonsten als Testgemeinde, in der die anthropogen verursachten Güterflüsse (Konsumgüter, Nahrungsmittel, Abfall) noch in der Größenordnung der natürlichen Güterflüsse (Pflanzenabfall) liegen. In vergleichbaren Studien von Wien (DÖRFLINGER et al. 1995, MAIER et al. 1995) überwiegen die anthropogenen Güterflüsse (10-100 mal höher als die natürlichen) bei weitem.

Die Aneignung von Nettoprimärproduktion als praktikabler Indikator?

Die Aneignung von Nettoprimärproduktion wurde hier das erste Mal flächenscharf für eine Gemeinde berechnet. Es zeigt sich, dass speziell das Subsystem Gewerbe und Industrie die höchsten Werte der Aneignung von Nettoprimärpro-

duktion aufweist; die Ursache liegt im hohen Versiegelungsgrad dieses Subsystems. An die Stelle eines potentiell hoch produktiven Eichen-Hainbuchenwaldes tritt eine betonierte Fläche, die Aneignung von Nettoprimärproduktion ist somit gewissermassen „maximal“

Zu interessanten Ergebnissen kommt man beim Vergleich der Aneignung von Nettoprimärproduktion (oberirdisch und unterirdisch) in der historischen und in der aktuellen Landwirtschaft: die historische Aneignung von Nettoprimärproduktion ist größer als die aktuelle, die Begründung liegt in der höheren unterirdischen Nettoprimärproduktion der heutigen landwirtschaftlichen Kultursorten. Die Abnahme der Aneignung von Nettoprimärproduktion im Subsystem Wald ist das Resultat der verringerten Nutzung. Auch in den anderen Subsystemklassen ist die Aneignung von Nettoprimärproduktion zurückgegangen. Bei aktuellem Bezug der Aneignung von Nettoprimärproduktion innerhalb der Subsysteme wäre darauf hinzuweisen, dass das Subsystem Gewerbe und Industrie aufgrund der Versiegelung die höchsten Werte aufweist. Erst unter Einrechnung des Subsystems Wohnen mit Grün sinkt die Aneignung von Nettoprimärproduktion in der Subsystemklasse.

Die hier im ökosystemaren Ansatz verwendete Berechnungsmethode bezieht sich auf die gesamte Aneignung von Nettoprimärproduktion. Es ist aber sehr wohl möglich, für den Indikator Aneignung von Nettoprimärproduktion nur den oberirdischen Teil der Vegetation heranzuziehen. Diese Betrachtungsweise würde ein etwas anderes Bild ergeben.

Welches Gewicht hat die Aneignung von Nettoprimärproduktion als Indikator der Nachhaltigkeit? Generelles Ziel ist die Verminderung der Aneignung von Nettoprimärproduktion, d.h. entweder wird weniger geerntet, sodass ein entsprechend höherer Anteil der Nettoprimärproduktion im Ökosystem zurückbleibt, oder man versucht, versiegelte Flächen wieder zu begrünen, oder man nimmt Produktivflächen überhaupt aus der Nutzung. Dieser Indikator kann Nachhaltigkeit jedoch nur in einer Richtung anzeigen, er sagt nur indirekt etwas über die Umlandabhängigkeit einer Gemeinde aus. Wollte die Gemeinde ihre Umlandabhängigkeit vermindern und z.B. verstärkt Holz in den eigenen Wäldern schlagen, würde sich dies in einer Erhöhung der Aneignung von Nettoprimärproduktion niederschlagen.

Die NPP-Aneignung ist laut HABERL (1993) „als ein (unter mehreren möglichen) Indikator für raumbezogene Eingriffe des Menschen in die Natur zu werten. Sollte die Artenzahl-Energiethorie weiter bestätigt werden und weitere Ergebnisse über die Form von Arten-Energiekurven gewonnen werden können, so

wäre es möglich, aus derartigen Daten auch quantitative Aussagen über die Gefährdung von Arten abzuleiten. Umgekehrt könnte es möglich sein, anhand regionaler Daten zur NPP-Aneignung und zur Artengefährdung weitere empirische Untersuchungen zur Arten-Energietheorie durchzuführen, die von allgemeinem biologischen Interesse im Hinblick auf Fragen der Biodiversität sein können“

In diesem Zusammenhang ist noch speziell auf die Bedeutung der potentiell natürlichen Vegetation für die Berechnung der Aneignung von Nettoprimärproduktion hinzuweisen: Je exakter diese erhoben bzw. festgelegt wird, desto sicherer sind auch die erhaltenen Ergebnisse der Aneignung von Nettoprimärproduktion.

Erhebungsaufwand

Der Erhebungsaufwand der betrachteten Stoff- und Energieströme ist zum Teil sehr hoch, daher wäre es wünschenswert, weitere Faustzahlen, insbesondere auch für die natürlichen Stoffströme, aufzustellen, um eine schnellere Abschätzung des Untersuchungsgegenstandes zu ermöglichen. Gerade für die Etablierung einer kommunalen Stoffbuchhaltung ist es zweckmäßig, vorgefertigte Berechnungsbögen mit solchen Faustzahlen zu erstellen, um durch Eingabe entsprechender Flächen-, Nutzungs- und z.B. auch Abfalldaten eine schnelle Übersicht über die Stoffströme in der Gemeinde zu bekommen. Da viele der hier verwendeten Informationen in den Gemeindeämtern aufliegen, bzw. dort schneller erhoben werden können, sollte es möglich sein, für praktische Zwecke den Erhebungsaufwand wesentlich zu verringern.

Die Flächengrundlagen

Während der Untersuchung zeigte es sich, dass für eine ökologische Charakterisierung der Gemeinde Bisamberg nur unvollständige flächenbezogene Angaben vorhanden sind. Die am Vermessungsamt Korneuburg aufliegende Grundstücksdatenbank „Regionalinformation“ (BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN 1996b) ist nicht sehr differenziert ausgelegt; es werden die Benützungstypen Bauflächen, Landwirtschaftlich genutzte Flächen, Gärten, Weingärten, Wald, Gewässer und Sonstige unterschieden. Aus der Unterscheidung der Bauflächen in „Gebäude“ und „nicht begrünt“ lässt sich kein Versiegelungsgrad errechnen, da bei einem Großteil der Grundstücke diese Gliederung nicht vorliegt. Eine Verortung ist zwar über den Katastralmappenplan möglich, aller-

dings fehlt diesem, im Gegensatz zum historischen FRANZISZEISCHE KATASTER, jeglicher ökologische Flächenausweis.

Der Flächenwidmungsplan der Gemeinden sollte auch eine ökologische Charakterisierung der einzelnen Grünlandflächen aufweisen (MANG 1992). Spätestens ab der Verfügbarkeit eines digitalen Katasters wäre an die Erstellung eines ebenfalls digitalen ökologischen Subsystem- oder Biotopausweises zu denken, um vor allem auch eine Quantifizierung des Naturraumpotentials nach der Flächengröße zu ermöglichen. Im konkreten Beispiel Bisamberg wurden 48 ha außer Nutzung stehende Flächen ermittelt, dies entspricht 4,5% der Gemeindefläche. Bezieht man allerdings in Bisamberg den nur wenig genutzten Wald in die außer Nutzung stehenden Flächen ein, erhöht sich dieser Anteil auf knapp 30% der Gemeindefläche. Im Kontext der Forderung von MANG (1992), dass „generell in jeder Gemeinde des Flach- und Hügellandes 10 bis 15 Prozent naturnahe Landschaftsteile in der bewirtschafteten Fläche, im alpinen Bereich 30 Prozent, gesichert bzw. geschaffen werden“ sollten, ist die „Papierform“ der Untersuchungsgemeinde infolge des Bisambergs mit seinem kaum genutzten Wald und seinen schutzwürdigen Trockenrasen als günstig zu bezeichnen. Ein Blick auf die seit dem FRANZISZEISCHEN KATASTER (1819/1820) verlorengegangenen Landschaftselemente, Lebensräume wie Feuchtwiesen, Obstwiesen, Gehölzgruppen, usw., macht gleichwohl die Dringlichkeit deutlich, durch die Methode der ökosystemaren Struktur- und Stoffflußanalyse den Blick für Schutz, Erhalt und Ausbau der nachhaltigen Kulturlandschaft zu schärfen. In den noch verbliebenen reich strukturierten Gebieten muß das Hauptaugenmerk auf die Erhaltung und Pflege vorhandener Lebensräume gerichtet sein. Dies umfaßt vor allem die Sicherung von Trockenrasen, Magerwiesen und -weiden, Almen, Feuchtwiesen, Obstbaumwiesen, Raine und Böschungen, Gehölzgruppen und Einzelbäume in der Landschaft (MANG 1992).

Resumee

Testgemeinde für die vorliegende ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse war die Marktgemeinde Bisamberg (10,71 km²), bestehend aus der KG Bisamberg und der KG Klein-Engersdorf. Es wurde eine Güter- und Stoffbilanz (Kohlenstoff und Stickstoff) erstellt. Der forschungsleitende Gedanke war, eine Methode der Ökosystembilanzierung zu erproben und Indikatoren zu formulieren, um dadurch den verantwortungsvollen Umgang mit dem unvermehrbaaren Gut Boden, den begrenzten energetischen und stofflichen Ressourcen und der Vielfalt

der Kulturlandschaft zu fördern.

Der Studie liegt ein Zeitvergleich 1820 und 1993 (1996) zugrunde. Für flächenbezogene Daten wurde als historischer Bezugspunkt der FRANZISZEISCHE KATASTER (1819/1820) verwendet; die angegebenen Flächennutzungstypen wurden zu Subsystemen zusammengefaßt und diese zu Subsystemklassen aggregiert. Die Daten zur Erhebung der historischen Stoffströme basieren weitestgehend auf Angaben von ZITTERHOFER (1887) und SANDGRUBER (1978, 1982). Für die Gegenwart dienten als Grundlage Luftbilder 1:5.000 der Landesaufnahme 1993, auf denen Nutzungs- bzw. Vegetationsformen ausgeschieden und Subsystemen bzw. Subsystemklassen zugewiesen wurden. Daten für die Stoffflußanalyse sind meist Durchschnittswerte für die österreichische Bevölkerung, da regionale oder lokale Daten kaum zur Verfügung stehen. Vor allem auf Versorgungsseite gibt es große Lücken. Wesentlich besser ist die Datenverfügbarkeit auf der Entsorgungsseite.

Der Erhebungsaufwand ist zum Teil sehr hoch, es wäre für die Praktikabilität in den Gemeinden wünschenswert, Faustzahlen, insbesondere auch für die natürlichen Stoffströme, aufzustellen. Weiters wäre gemeindeseits an die Erstellung eines digitalen ökologischen Subsystem- oder Biotopausweises zu denken, um eine Quantifizierung des Naturraumpotentials nach der Flächengröße zu ermöglichen.

Die Ergebnisse wurden kartenmäßig und graphisch aufbereitet und tabellarisch dokumentiert. Die Anführung einiger Ergebnisse soll die Relevanz einer quantitativ durchgeführten Bewertung der Kulturlandschaft „Bisamberg“ in Richtung Nachhaltigkeit unterstreichen:

Während in Bisamberg 1820 noch 79% der Gemeindefläche landwirtschaftlich genutzt waren, sind es aktuell nur mehr 50,5%; die Fläche mit hohem Biomassenzug hat sich damit stark verringert, und Subsysteme mit geringerer Aneignung von Nettoprimärproduktion (Wald, Wohnen mit Grün) nehmen eine größere Fläche ein. Trotz der sehr starken Ausweitung von Siedlung, Gewerbe und Industrie von historischen 3% zu aktuellen 19,2% an der Gemeindefläche hat sich die unproduktive (im wesentlichen versiegelte Fläche) nur um 6% erhöht. Der Baumanteil in der Gemeinde Bisamberg hat sich seit 1820 verdoppelt. Verschwunden sind hingegen die historischen 6% an Flächen mit multikultureller Nutzung. Die Subsystemdiversität zeigt 1820 die gleiche Anzahl an Subsystemen wie heute, doch innerhalb der Subsystemklasse Landwirtschaft verringert sich die Subsystemanzahl von 10 auf 3 und innerhalb der Subsystemklasse Siedlung, Gewerbe und Industrie erhöht sich die Subsystemanzahl von 4 auf 6. Innerhalb der

Subsystemklasse Außer Nutzung erhöht sich die Anzahl der Subsysteme von 2 auf 6, bei gleichzeitiger Vergrößerung des Flächenanteils mit wertvollem Naturraumpotential (Trockenrasen, Wald). Während früher auf jeden Bisamberger noch 13.725 m² Grünfläche entfielen, sind es heute nur mehr 2.318 m². Die Zunahme der durchschnittliche Biomasse von 6,4 kg/m² auf 11,6 kg/m², bezogen auf die Gemeindefläche, ist Indikator für das Anwachsen des Ressourcenvorrates seit 1820, vorwiegend basierend auf der Zunahme der Waldflächen, aber auch der Grünstruktur des Subsystems Wohnen mit Grün. Interessant ist auch, daß die Subsystemklasse Siedlung, Gewerbe und Industrie einen hohen Biomassewert aufweist. Die Aneignung von Nettoprimärproduktion hat sich im historischen Vergleich im Gemeindegebiet verringert. Als Hauptfaktoren wären die größere unterirdische Nettoprimärproduktion der heutigen Ackerflächen und der höhere Anteil von weitgehend ungenutzten Wäldern zu nennen.

Im historischen Ökosystem Bisamberg waren die Nahrungskreisläufe kleinräumig geschlossen, heute sind sie offen. Der Stickstoffbilanzsaldo in Bisamberg war zur Zeit der historischen Dreifelderwirtschaft auf den Kulturflächen negativ (-6,6 kg N/ha), auf den Ackerbrachen deutlich positiv (70 kg N/ha). Der aktuelle Stickstoffbilanzsaldo im Subsystem Acker (60 kg N/ha.a) weist auf eine moderate Düngung hin, die hohen Saldi in den naturnahen Subsystemen durch atmosphärische Einträge sind als problematisch einzustufen (critical loads).

Quellen und Literatur

- ABFALLWIRTSCHAFTSBERICHT (1997): Aufzeichnungen zum Abfallwirtschaftsbericht 1996. Gemeindeamt Bisamberg
- ADAM, K. (1988): Stadtökologie in Stichworten. Hirt Unterägeri
- AIGNER, B. (2000): Ökologische Charakteristik der Marktgemeinde Bisamberg. Diplomarbeit Univ. Wien
- ALBERT, R. (1987): Allein in Wien - Zustandserhebung und Ergebnisse von Bodensanierungsmaßnahmen. Im Auftrag MA22 Wien
- AMBERGER, A. (1983): Pflanzenernährung: Ökologische und physiologische Grundlagen; Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente. Ulmer Stuttgart
- AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG (1994a): Emissionskataster NÖ - Flächenbilanz luftverunreinigender Stoffe stationärer Emissionsquellen. Wien
- AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG (1994b): Verkehrsemissionskataster NÖ - Luftschadstoffe aus mobilen Quellen. Wien
- AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG (1994c): Auswertung der NÖ Abfallwirtschaftsberichte 1993, Bezirksübersicht Korneuburg, Wien
- AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG (1995a): Statistisches Handbuch des Landes Niederösterreich. 19. Jahrgang, 1994/95. Maria Enzersdorf
- AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG (1995b): Auswertung der NÖ Abfallwirtschaftsberichte 1994, Bezirksübersicht Korneuburg, Wien

- AMT DER NÖ LANDESREGIERUNG (1996): Auswertung der NÖ Abfallwirtschaftsberichte 1995, Bezirksübersicht Korneuburg. Wien
- ANGELI, E. (1996): Die Kühllacke, Korneuburger Kulturnachrichten 3/4: 12-15
- AUTENGRUBER, C. (1995): Elektrophoretische Darstellung von Enzymen von Böden des Wiener Raums. Diplomarbeit Univ. Wien
- 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
- BARBOUR, M. G., BURK, J. H. & PITTS, W. D. (1991): Terrestrial plant ecology. Benjamin/Cummings, Menlo Park
- BESCHORNER, S. (1996): Die Entsorgung im Spiegel der Versorgung. Diplomarbeit TU Wien
- BLAY jr, D. (1989): Nitrogen stores in beech forest ecosystems of the Vienna Woods. Dissertation Univ. Bodenkultur Wien.
- BLUM, E. H. (1995): Sicherung und Nutzung von Freiflächen im Walgau - Beitrag zu einer nachhaltigen Kulturlandschaftsentwicklung. Im Auftrag Amt der Vorarlberger Landesregierung und BMWFK. Wien
- BOHMANN, W. (1996): Wo Wälder sein müssen - die Wohlfahrtswälder der Stadt Wien. Geschichte des Wiener Forstamtes zum 50jährigen Jubiläum. MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien
- BORMANN, F. H., LIKENS, G. E., & MELILLO, J. M. (1977): Nitrogen budget for an aggrading northern hardwood forest ecosystem. Science 196: 981-983
- BRANDLHOFFER, M. (1996): Untersuchungen zur Vegetationsstruktur und Nettoprimärproduktion der Stadt Wien. Diplomarbeit Univ. Wien
- BRUNNER, P. (1996): Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien. Compress Wien. BMWFK
- BRUNNER, P. H., DAXBECK, H., LAMPERT, C., MORF, L., OBERNOSTERER, R., RECHBERGER, H. & REINER, I. (1996): Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien, Stoffbilanzen. Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft der TU Wien
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (1993): Landesaufnahme - Flugbilder (Orthophotos) 7636-100 südliche Hälfte und 7636-102 nördliche Hälfte, Flug 7/93, Wien
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (1996a): Physikalisch-technischer Prüfdienst - Umrechnungstabellen für historische Maße. Wien
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (1996b): Grundstückdatenbank der Katastralgemeinden Bisamberg und Klein-Engersdorf. Korneuburg
- BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, (Hg.) (1962): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:5000 KB 068, Klein-Engersdorf. Wien
- BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, (Hg.) (1962): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:5000 KB 069, Bisamberg. Wien
- BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1991): Wirtschaftsdünger - Richtige Gewinnung und Anwendung. Förderungsdienst (Sonderausgabe). Wien
- BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT (1995): Leitfaden Klimaschutz auf kommunaler Ebene. 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
- DUVIGNEAUD, P. & DENAYER DE-SMET, S. (1968): Biomass, productivity and mineral cycling in deciduous mixed forests in Belgium. In: YOUNG, H. E. (Ed.), Symposium on primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems, Orono, Univ. Maine: 167-186
- DUVIGNEAUD, P. & DENAYER DE-SMET, S. (1977): L'ecosysteme urbs. L'ecosysteme urbain Bruxellois. In: DUVIGNEAUD, P. & KOSTEMONT, P. (Eds.), Productivite biologique en Belgique. Scope, Travaux de la Section belge du Programme Biologique International: 581-599
- ECKER, K. (1996): Geschichte und Vegetationsentwicklung aufgelassener Weinberge im Wiener Raum. Diplomarbeit Univ. Wien

- ELLENBERG, H., (Hg.) (1986): Ökosystemforschung Ergebnisse des Solling-Projektes 1966-1986. Ulmer Stuttgart
- ERHOLUNGSGEBIET BISAMBERG I-III (1995). Seminararbeit am Institut für Landschaftsgestaltung, Universität für Bodenkultur Wien
- ERNÄHRUNGSBILANZ 1993/1994 (1995): Statistische Nachrichten 2/1995, 130-140
- 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
- FLÄCHENWIDMUNGSPLAN DER MARKTGEMEINDE BISAMBERG (1996)
- FLAIG, H. & MOHR, H. (1996): Der überlastete Stickstoffkreislauf. Nova Acta Leopoldina 289, Band 70. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle
- FLINDT, R. (1985): Biologie in Zahlen. Fischer Stuttgart
- FRANZISZEISCHER KATASTER (1819): Katastral Plan der Gemeinde Bisamberg in Nieder-Oesterreich, Viertel-Unter-Manhartsberg 1819 sowie Flächenausweis aus dem Jahre 1820. Katastralmappenarchiv des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Wien
- FRANZISZEISCHER KATASTER (1820): Katastral Plan der Gemeinde Klein Engersdorf in Nieder-Oesterreich, Viertel-Unter-Manhartsberg 1820. Katastralmappenarchiv des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Wien
- FRITZ, D., LENZ, F., VENTER, F. & WENDT, TH., (Hg.) (1983): Nitrat in Gemüse und Grundwasser, Vortragstexte. Vortragstagung Bad Honeff, 6./7. April 1983, veranstaltet vom Institut für Obstbau und Gemüsebau der Universität Bonn und vom Institut für Gemüsebau der TU München, Weihenstephan
- GEISLER, A. (1998): Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien. Diplomarbeit Univ. Wien
- GISI, U. & OERTLI, J. (1981): Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. Acta Oecol. 2(1), 798-86
- GOODAL, D. W. (ed.) (1992): Ecosystems of the World. 8.: Natural Grasslands. Elsevier, Amsterdam, New York
- GÖTZ, B. & ZETHNER, G. (1996): Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft. Der Nährstoffhaushalt im Hinblick auf seine Umweltwirkung am Beispiel des Einzugsgebietes Strem. Monographien Umweltbundesamt 78, Wien
- GÖTZ, B. (1995): Nährstoffbilanzierung von Agrarökosystemen am Beispiel eines biologisch wirtschaftenden Betriebes im Unteren Mühlviertel. Diplomarbeit Univ. Wien
- GRUPPE WASSER 1993: Grundsatzkonzept Grundwassersanierung Korneuburger Bucht. Amt der N.Ö. Landesregierung und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien
- GYÖRGY, L. D. (o.J.): Geschichte der Siedlungswasserwirtschaft. Stadtarchiv der Stadt Wien
- HABERL, H. (1993): Theoretische Überlegungen zur ökologischen Bedeutung der menschlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion. Diplomarbeit Univ. Wien
- HABERL, H. (1995): Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluss von Ökosystemen - Sozioökonomische Aneignung von Nettoprimärproduktion in den Bezirken Österreichs. Diss. Univ. Wien.
- HODAPP, U. (1994): Von der Raumordnung zur Umweltordnung Planerische Konsequenzen eines ökosystemaren Denkansatzes. Raumforschung und Raumordnung, Heft 4/5
- HOLTERMANN, C. (1994): Stickoxidemission aus Böden: Ursachen und Auswirkungen, Adaptierung eines Meßsystems und Verifizierung über Messergebnisse. Diss. Univ. für Bodenkultur, Wien
- HONSIG, M. (1989): Nährstoffgehaltsentwicklung in fünf Weingartenböden in den Jahren 1971-1986. Diplomarbeit Univ. für Bodenkultur, Wien
- HÖRL, M. (1991): Schwermetalle - Belastung und Verteilung in Wiener Grünanlagen. Diplomarbeit, Univ. Wien
- HUBER, S. (1993): Bodenmineralstoffhaushalt, Ernährungszustand und Kronenverlichtung von Eichenwäldern im nordöstlichen Österreich. Diplomarbeit Univ. für Bodenkultur, Wien

- JANDL, R. (1991): Biogeochemische Prozesse an Bärlauch (*Allium ursinum*)-Waldstandorten des Wienerwaldes. Diss. Univ. für Bodenkultur, Wien
- KAMPICHLER, C. & KANDELER, E. (1993): Skriptum zur Vorlesung „Einführung in die Bodenbiologie“ Universität Wien
- KLEIN, K. (o.J.): Bevölkerung der Niederösterreichischen Ortschaften. Stadtarchiv der Stadt Wien
- KLOIBHOFER, G. (1992): Grundlagen zur Beurteilung der Nitratbelastung des Grundwassers im 22. Wiener Gemeindebezirk. Diplomarbeit Univ. für Bodenkultur, Wien
- KÖPPNER, G. (1911): Die Kunstdüngemittel. Reichenbach'sche Verlagsbuchhandlung, Leipzig
- KÖRNER, C., SCHILCHER, B., & PELAEZ-RIEDL, S. (1993): Vegetation und Treibhausproblematik: eine Beurteilung der Situation in Österreich unter besonderer Berücksichtigung der Kohlenstoff-Bilanz. In: Anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich Mögliche Maßnahmen in Österreich. Dokumentation. Verlag der Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien.
- KOUACOU, M. (1994): Flächenbezogene N-Bilanzen in einem kleinen Einzugsgebiet bei Petzenkirchen. Diplomarbeit Univ. für Bodenkultur, Wien
- LANDBAU-KALENDER für Kärnten (1932)
- LIERKE, E. (1887): Praktische Düngetafeln. Paul Parey, Berlin
- LUEGER, J. (1994): Bisamberg Bevorzugte Wohngemeinde: Eine Analyse des durch Zuwanderung induzierten Wandels der Gemeindefstruktur und der Rolle der Raumordnung. Diplomarbeit, TU Wien
- MAIER, R. (1982): Marktgemeinde Bisamberg. Bisamberg
- 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., PUNZ, W., DÖRFLINGER, A. N., HIETZ, P., BRANDLHOFER, M. & FUSSENEGGER, K. (1996a): Ökosystem Wien - Die Subsysteme und deren Vegetationsstruktur. Verh. Zool.-Bot. Ges. 133: 1-26
- MAIER, R., PUNZ, W., DÖRFLINGER, A. N. & GRÜNWEIS, F. M. (1996b): Die potentiell natürliche Vegetation Wiens und die anthropogene Aneignung der Nettoprimärproduktion. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 133: 77-86.
- 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 PPI. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien.
- MANG, J. (1992): WWF-Naturschutzkonzept für Österreich. WWF Wien
- MUSTER, H. (1995): Stickstoff-Betriebsbilanzen am Beispiel des Grundwassereinzugsgebietes Leibnitzfelder Feld, Steiermark. Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur Wien
- NÖ AGRARBEZIRKSBEHÖRDE (1996): Most & Obst: Obstbaumbestände, Sortenvielfalt und Wege der Vermarktung im Bezirk Amstetten. Fachberichte. NÖ Landschaftsfonds 4/1996, Wien
- OHTONEN, R. (1994): Accumulation of Organic Matter along a Pollution Gradient: Application of Odum's Theory of Ecosystem Energetics. *Microbial Ecology* 27(1): 43-55
- ÖIR (1970): Der Bisamberg - Vorstudie zu einer Landschaftsplanung. Im Auftrag des Magistrates der Stadt Wien
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1995): Ein Blick auf die Gemeinde Bisamberg. Wien
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1982): Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich, Wien
- PETERSEN, H. & LUXTON, M. (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39(3): 287-388
- PFUSTERSCHMIED, S. (1998): Die Trockenrasengesellschaften der westlichen Steilhänge des Bisamberges bei Wien. Diplomarbeit Univ. für Bodenkultur Wien

- POLAK-MÜRZSPRUNG, H. A. (1929): Beiträge zur Herrschafts- und Besitzchronik von Bisamberg. Selbstverlag Bisamberg
- POST, R. D. & BEEBY, A. N. (1993): Microbial Biomass in Suburban Roadside Soils: Estimates Based on Extracted Microbial C and ATP. *Soil Biol. Biochem.* 25(2): 199-204
- PROJEKTGRUPPE UMWELTGESCHICHTE (1997): Historische und ökologische Prozesse in einer Kulturlandschaft. Im Auftrag BMWVK, Wien
- PUNZ, W., MAIER, R., HIETZ, P. & DÖRFLINGER, A. N. (1996): Der Energie- und Stoffhaushalt Wiens. *Verh. Zool.-Bot. Ges.* 133: 27-39
- PUTZGRUBER, N. (1993): Biomassen- und Nährstoffuntersuchungen in einem 40-jährigen Buchenbestand. Diss. Univ. für Bodenkultur, Wien
- REICHLÉ, E. (1970): Analysis of temperate forest ecosystems. *Ecological studies* 1. Springer New York
- REINER, I. S. (1995): Die Stickstoffbilanz des landwirtschaftlichen Betriebs. Diplomarbeit Univ. Wien
- REINIRKENS, P. (1991): Siedlungsböden im Ruhrgebiet: Bedeutung und Klassifikation im urban-industriellen Ökosystem Bochums. Schöningh, Paderborn
- ROBERTS, M. J., LONG, S. P., TIESZEN, L. L. & BEADLE, C. L. (1993): Measurement of plant biomass and net primary production of herbaceous vegetation. In: HALL, D. O., SCURLOCK, J. M. O., BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R., LEEGOOD, R. L. & LONG, S. P. (Eds.), *Photosynthesis and production in a changing environment: a field laboratory manual* Chapman & Hall, London
- RODIN, L. & BAZILEVICH, N. (1966): Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. Oliver & Boyd, Edinburgh London
- SAILER, C. (1993): Wasserhaushalt und Stickstofftransport in einem seichtgründigen Boden im Leibnitzer Feld. Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur, Wien
- SANDGRUBER, R. (1978): Wirtschafts- und Sozialstatistik Österreich-Ungarns. 2. Österreichische Agrarstatistik 1750-1918. Verlag für Geschichte und Politik, Wien
- SANDGRUBER, R. (1982): Die Anfänge der Konsumgesellschaft: Konsumgüterverbrauch, Lebensstandard und Alltagskultur in Österreich im 18. und 19. Jahrhundert. Verlag für Geschichte und Politik, Wien
- SCHAEFER, M. (1990): The soil fauna of a beech forest on limestone: trophic structure and energy budget. *Oecologia* 82(1): 128-136
- SCHAEFFER, F. (1989): Lehrbuch der Bodenkunde. Enke, Stuttgart
- SCHMIDL, A. (1838): Wiens Umgebungen aus zwanzig Stunden im Umkreise Bd. 5. Carl Gerold Wien
- SCHÜTZENBERGER, A. (1829): Kirchliche Topographie. Pfarre Bisamberg
- SCHWEICKHARDT, F. X. (1833): Darstellung des Erzherzogtums Österreich unter der Enns. Wien
- SMITH, J. L., HALVORSON, J. J., BOLTON, H. (1993): Soil Microbial Biomass and Activity of a Disturbed and Undisturbed Shrub-Steppe Ecosystem. *Soil Biol. Biochem.* 25(5): 545-552
- STATISTISCHEN KARTE DES WEINBAUES IN NIEDERÖSTERREICH (1866): Herausgegeben von der k.k. Landwirtschafts-Gesellschaft in Wien, unter Mitwirkung der k. k. Direction für administrative Statistik. Selbstverlag, Wien
- STRASBURGER, E. (1991): Lehrbuch der Botanik. Fischer, Berlin
- STROHAL, R. (1854): Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen 4, 1. Heft. Wilhelm Braumüller, Wien
- SUKOPP, H. & WITTIG, R. (1993): Stadtökologie. Fischer Stuttgart
- SYMPOSIUM (1996): Österreichische Kulturlandschaften Aspekte ihrer Entwicklung & Erhaltung. Bundesamt & Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien
- TROEH, F. R. & THOMPSON, L. M. (1993): Soils and soil fertility. Oxford Univ. Press, New York
- VETTER, H. (1988): Landwirtschaftliche Produktion, Nahrungsqualität und Umwelt. VDLUFA-Schriftenreihe 28 (Kongressband) Teil 1, Bonn
- WAGNER, P. (1886): Einige praktische Düngungsfragen. Winter'sche Buchdruckerei, Darmstadt
- WESSELN, J. (1863): Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen 13. Wilhelm Braumüller, Wien
- WOLFF, E. (1869): Praktische Düngungslehre. Wiegandt-Verlag, Berlin

- WOODWELL, G. M. (ed.) (1984): The role of terrestrial vegetation in the global carbon cycle: measurement by remote sensing. Scope 23, Wiley & Sons, Chichester
- ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S. (1993): Skriptum zur Vorlesung „Ökologie des Stickstoffkreislaufs“. Univ. Wien
- ZITTERHOFER, A. (1887): Die Pfarre Klein-Engersdorf. Blätter des Vereins für Landeskunde Niederösterreich

Anschrift der Autoren:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Rudolf MAIER
Mag. Andreas GEISLER
Mag. Bettina AIGNER
Ass.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang PUNZ

Institut für Ökologie und Naturschutz
Universität Wien
Althanstraße 14
1090 Wien

Hainfeld (N.Ö.) 1820 und 1999 Flächenstruktur, Energie- und Kohlenstoffbilanz

MARTINA HAYDN, WOLFGANG PUNZ & RUDOLF MAIER

Zusammenfassung

Die Untersuchung der Gemeinde Hainfeld in Niederösterreich mittels der ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) im Vergleich 1820 und 1999 ergab eine Zunahme des Waldes (zwanzigfache Fläche) und eine Verfünffachung der Siedlungsfläche. Die Gesamtbiomasse der Gemeinde stieg von 95 auf 200 t C/ha. Die C-Fixierung durch die NPP hat sich verdreifacht. Die landwirtschaftlichen Flächen erwirtschaften auf einem Fünftel der Fläche von 1820 annähernd den gleichen Ertrag. Zusätzlich werden heute 1.800 t C in das System importiert. 1820 wie 1999 stellt die Gemeinde Hainfeld eine CO₂-Senke dar. Der anthropogene Energiebedarf ist auf das achtfache gestiegen. Der Pro-Kopf-Flächenanteil beträgt 1.2 ha (1820: 3 ha). Die NPP-Aneignung ist von 70% auf 19% der potentiell natürlichen Vegetation zurückgegangen.

Schlüsselwörter: Ökosystemanalyse; Hainfeld; Niederösterreich; Energiebilanz; Kohlenstoffbilanz

Summary

Ecosystem-based energy and carbon balance of the rural village Hainfeld (Lower Austria) comparing historical and present data. The community Hainfeld (Lower Austria) was investigated by means of the ÖSSA, a synoptical method combining ecosystem-based structural analysis with calculations of natural and anthropogenic fluxes. From 1820 to 1999, forest increased twenty-fold, settlement area increased five-fold. Total biomass increased from 95 to 200 t C/ha, carbon fixation is triple-fold now. Agricultural areas are reduced to a fifth of 1820 still producing the same quantity of biomass. Additionally, a 1.800 t C are imported into the system; nevertheless, Hainfeld is still a sink for CO₂. Anthropogenic energy consumption is eight-fold compared with 1820. The per-capita-area decreased from 3 to 1.2 ha; the appropriation of net primary production decreased from 70% to 19% compared with the potential natural vegetation.

Keywords: ecosystem analysis; Hainfeld; Lower Austria; energy balance; carbon balance

Einleitung

In den letzten beiden Jahrhunderten ist es zu einem massiven Wachstum der anthropogenen Energie- und Materialumsätze gekommen. Insbesondere die technischen Innovationen haben es dem Menschen ermöglicht, aktiv in den globalen Energie- und Stoffkreislauf einzugreifen (BACCINI et al. 1993, BACCINI & BADER 1996). Damit beeinflusst und beschleunigt er die ursprünglich regional im Trophiestufen-Kreislauf verschalteten Stoffe und Güter. Ein Ansatz zur Quantifizierung dieser Faktoren liegt hierbei in der Durchleuchtung regionaler Stoffhaushalte und Energiebilanzen. Die Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Situation und der Vergleich mit historischen Daten kann in weiterer Folge helfen, Entwicklungstendenzen festzustellen, Defizite aufzudecken, Schwachstellen zu analysieren und Verbesserungskonzepte für das zukünftige umweltgerechtere Zusammenwirken mit der Natur zu entwickeln (vgl. MAIER et al. 1997, PICHLER 1999, AIGNER 2000, PAVLICEV et al. 2000, JAINDL 2001, KÖLLERSBERGER 2001, ZIEHMAYER et al. 2002).

Ziel dieser Arbeit ist es, ein möglichst umfassendes Modell der Gemeinde Hainfeld zu erstellen, sozusagen ein ökologisches Profil, mit dem das Funktionieren der grundlegenden ökologischen Faktoren und deren Zusammenhänge und Wechselwirkungen mit sozio-ökonomischen Faktoren überprüft werden kann. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Verknüpfung der Untersuchung der Biosphäre mit der Anthroposphäre. Gemeint sind hier die Veränderungen und Wechselwirkungen zwischen den gesellschaftlichen und natürlichen Prozessen.

Die historische Bestandsaufnahme soll dabei helfen, die Entstehungsgeschichte der historisch gewachsenen Kulturlandschaft der Gemeinde zu verstehen und aus den gesellschaftlichen Veränderungen und deren Abbild in der Natur, wenn möglich, eine zukünftige Entwicklung abzusehen. Interessant ist auch, ob die damalige Gesellschaft im Umgang mit ihren natürlichen Ressourcen als nachhaltiger einzustufen ist und wenn ja, wie eine Annäherung an diesen nachhaltigeren Umgang erreicht werden kann.

Die Untersuchung stützt sich auf eine Analyse der Flächenstrukturen und der an sie gekoppelten Stoff- und Energiedurchsätze, und auf eine Analyse der sogenannten sozioökonomischen Faktoren. Dabei soll die Entwicklung der Gemeinde hinsichtlich ihres Naturverbrauchs – hier ist Ressourcen-, Energie- und Flächenverbrauch eingeschlossen – und der Intensität ihrer Naturnutzung bzw. die Tiefe ihrer Eingriffe in den Naturhaushalt untersucht werden. Verglichen werden die

Größenordnungen der historischen Stoff- und Energieflüsse und die Flächenstrukturen im Jahre 1820 mit dem aktuellen im Jahr 1999.

Der Vergleich soll klären, ob der Mensch durch die Veränderung der von ihm geschaffenen kulturlandschaftlichen Strukturen Veränderungen auf stofflich materieller Ebene bewirkt. Weiters soll untersucht werden, ob sich aus den Strukturdaten Indikatoren für zukünftige Planungsentscheidungen ableiten lassen. Die Indikatoren im Bereich der Flächenstrukturanalyse können unter anderem zeigen, wie groß der Druck der Siedlungsflächen auf die Restflächen ist, in welche Richtung sich die landwirtschaftlichen Flächen entwickeln, und ob es notwendig erscheint, Flächen unter Naturschutz zu stellen, um Rückzugsräume zu erhalten. Im Bereich des Kohlenstoffhaushalts kann ein Vergleich der natürlichen Pools und Kohlenstoffflüsse mit den anthropogen verursachten das Ungleichgewicht zwischen Freisetzung und Aufnahmekapazität zeigen. Bei den steigenden Abhängigkeiten der Gemeinden von Energie- und Stoffflüssen von außen soll auch die Frage nach den natürlich im Pflanzenbestand vorhandenen Energiereserven, dem potentiellen Ressourcenlager gestellt und das Ausmaß der Abhängigkeiten von fossilen Energien aufgezeigt werden.

Das Untersuchungsgebiet - die Gemeinde Hainfeld

(ausführliche Darstellung und Quellen bei HAYDN 2002)

Geographische Lage

Hainfeld ist der Hauptort und das Zentrum des Gölsentals, in voralpiner Umgebung an der Einmündung des Ramsaubaches in die den Ort durchfließenden Gölsen gelegen. Die Gemeinde liegt im walddreichsten politischen Bezirk Österreichs, Lilienfeld im Bundesland Niederösterreich, ca. 65 km südwestlich von Wien. Sie besteht aus den 9 Katastralgemeinden Gegend Egg, Gölsen, Hainfeld, Heugraben, Kasberg, Landstal, Ob der Kirche, Saugraben und Vollberg und umfaßt eine Gesamtfläche von 44,72 km². Die Gemeinde liegt auf einer Seehöhe von 439 m am Fuße des Kirchbergs mit einer Höhe von 922 m. Bei der letzten Volkszählung 1991 wurde eine Einwohnerzahl von 3677 festgestellt (ÖSTAT 1995). Das Gebiet war von jeher von der Holz- und Eisenverarbeitung geprägt (Sensenerzeugung) und hat heute noch einen großen Anteil an metallverarbeitender Industrie.

Geschichtlicher Überblick

Erste Besiedlungen des Gölsentals erfolgten bereits im 9. Jh. durch die Franken, die hier Ackerbau betrieben.

Durch die an der Einmündung des Fliedersbaches in die Gölsen liegende günstige räumliche Position war die Gemeinde Hainfeld von jeher ein optimaler Siedlungsraum. Die Ansiedlung erfolgte entlang des Hauptdurchzugsweges entlang der Gölsen und wurde bereits 1161 als „Haginveldt“ erwähnt, das soviel bedeutete wie abgetriebener Weideplatz. Initiiert wurde die Ansiedlung durch die steirischen Ottokare, die in Haginvelt eine Kirche gründeten. Durch die günstige Lage an der Handels- und Verkehrsstrecke von Wien nach Mariazell gab es immer reges Geschäftsleben und laut „vita Altmanni“ des Stiftes Göttweig besitzt Hainfeld bereits seit 1180 das Marktrecht. 1263 wurde der erste Marktrichter erwähnt und mit dem Marktrecht erhielt Hainfeld durch die Herzöge Albrecht und Leopold auch 1370 die Niedere Gerichtsbarkeit. 1583 wurde der Stadt durch Rudolf II. der Wappenbrief verliehen. Im Jahre 1928 wurde die Marktgemeinde dann von der niederösterreichischen Landesregierung zur Stadt erhoben.

Hainfeld wurde in seiner Geschichte mehrmals fast zur Gänze zerstört. Das erste Mal durch den Einfall der Ungarn 1250, danach kam es zu einem weiteren Knick in der Bevölkerungszahl durch einen Bauernaufstand 1529, sowie durch das Ausbreiten einer Pestepidemie 1679, die so gut wie die ganze Bevölkerung Hainfelds vernichtete. Die größten Rückschläge gab es durch den ersten und zweiten Türkenkrieg 1529 und 1683 und das letzte Mal durch die großflächigen Zerstörungen am Ende des 2. Weltkrieges. Nach der Zerstörung im 2. Weltkrieg kam es zum Wiederaufbau der Stadt und deren heutigem Erscheinungsbild (REIB 1928; BAUERNEBEL 1966).

Geologie

Die Gemeinde Hainfeld stellt eine typische Mittelgebirgslandschaft dar und ist geologisch der Flyschzone zuzuordnen. Flysch kommt aus dem Schweizerischen und bedeutet fließen, und dementsprechend sind die Oberflächen weich fließend mit abgerundeten Formen. Südlich der Gölsen schließen dann die eher kantigen, schroffen Formen der nördlichen Kalkalpenzone mit ihrem Kalk und Dolomitgestein an, das schon immer zur Gewinnung von Brennkalk, Gips und Straßenschotter verwendet wurde. Diese Zone ist durch besonderen Waldreichtum geprägt. Entstanden ist dieser Teil in der Oberen Kreidezeit, in der vom Meer

Sandstein, Mergel und Tonschiefer abgelagert wurden. Im Mitteltertiär erfolgte eine zweite Alpenfaltung, in der das Gebiet gehoben und in zahlreiche Schollen zerlegt wurde. Heute ist es durch Sohlen und Muldentäler, kleine Plateaus, langgezogene Rücken und vereinzelt kuppenförmige Berge gekennzeichnet. Bei den Sedimenten der Flyschzone überwiegt grauer Kalksandstein, Kalkmergel, Tonschiefer, Kieselkalk und brauner Sandstein. Die Entstehung dieser Gesteine reicht bis ins Mesozoikum zurück. Das Gölsental wurde durch Abtragungen und Schotterablagerungen während der Riß- und Würm-Eiszeit gebildet. Die Schotterreste aus der Riß-Eiszeit sind noch als Geländeleiste im Hainfelder Gemeindegebiet erkennbar. Die Würmeiszeit ist noch in zwei Niederterrassen im Gölsental zu sehen.

Wasserhaushalt

Der Gerichtsberg stellt die bestimmende Wasserscheide für das Gebiet dar, das westlich von der Gölsen und östlich von der Triesting entwässert wird. Die Gölsen entspringt am Unterberg und wird von Quellwässern aus dem Wienerwaldgebiet und einigen Zubringerbächen aus Norden und Süden gespeist (Ramsaubach, Fliedersbach). Die Grundwasserverhältnisse sind in den Tallagen von der Gölsen und in den Hanglagen vom Niederschlag abhängig, der bei 1.040 mm im Jahr liegt, aber bis zu über 1.200 mm in Berglagen ansteigen kann. Die Gölsen hat ganzjährig eine ziemlich konstante Wasserführung, führt auch bei großer Dürre ausreichend Wasser und friert im Winter äußerst selten zu. Die Wasserqualität der Gölsen liegt bei der Wassergüteklasse 2-3. Die hohen Niederschlagsmengen, die bindigen, wenig durchlässigen Böden und die Steillagen führen bevorzugt zur Grünlandwirtschaft mit Milchwirtschaft und Viehzucht. Durch Flussregulierungen und Entwässerungen wurde in die Grundwasserverhältnisse eingegriffen und Überschwemmungen eingedämmt. Dadurch ermöglichte man in begünstigten Mulden und Beckenlagen auch den Ackerbau.

Boden

An Bodentypen herrschen in der Flyschzone Pseudogleye, im Kalkalpengebiet Rendsinen und in den Tallagen kalkig-sandige Anschwemmungen vor. Die Gesteine, auf denen sich die Böden bilden, sind in der Flyschzone meist Mergel und Sandsteine, die eine ungünstige Basis für die Ackernutzung darstellen. Im Kalkalpengebiet wechseln sich Kalk und Skelettböden, entkalkte Skelettböden

und Kalkhumusböden ab. Die seichtgründigen, schottrigen Rendsinen haben nur geringen landwirtschaftlichen Wert.

Klima und Vegetation

Das Klima ist ein mitteleuropäisches Mittelgebirgsklima, durch raue Winter und regenreiche Sommer gekennzeichnet. Die mittleren Jahrestemperaturen liegen bei Traisen um +8°C und nehmen entsprechend der Höhenlage bis auf unter +3°C ab. In Hainfeld ist von einem Jahresmittel von +7°C auszugehen. Temperaturextreme kommen in den Becken- und windstillen Tallagen vor, bei Minima von -20°C und Maxima von +35°C. Ganztägiger Frost ist an ca. 30 Tagen zu erwarten, und die frostfreie Zeit reicht von Anfang April bis Ende Oktober. Die Temperatursumme der Vegetationsperiode im Vergleich zu den Normalwerten für diese Höhenlage liegt unter dem Durchschnitt. Dazu passt auch die Sonnenscheindauer, die je nach Jahreszeit zwischen nur 30 bis 54% der effektiv möglichen liegt. Die Schneedecke bleibt im Jahresdurchschnitt bis zu 100 Tage im Jahr liegen, und es schneit an 30-35 Tagen. Die mittleren Jahressummen der Niederschläge steigen von Norden nach Süden von 900 bis auf 2.000 mm. Für Hainfeld gilt ein Jahresmittel von 1.040 mm. Das Gölsental ist ein Ost-Westtal und sowohl durch Ost als auch Westwinde beeinflusst. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 1-2 m/sec, das heißt, sie ist sehr gering. Die Verdunstung, berechnet aus der Differenz zwischen Niederschlag und Abfluß, beträgt, bedingt durch die geringe Windgeschwindigkeit, 625 mm/a. Nach pflanzengeographisch-klimatologischen Gesichtspunkten gehört das Gebiet, im oberen Baltikum gelegen, zur mitteleuropäischen Berglandstufe bzw. oberen Buchenstufe. Die höhergelegenen Bereiche zählen allerdings schon zur mitteleuropäisch subalpinen Stufe mit Buchen- und Fichtenmischwald.

Sozioökonomische Faktoren

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen 1820

(größtenteils nach dem Schriftoperat des FRANZISZEISCHEN KATASTERS 1827)

Zum Gemeindegebiet der Gemeinde Hainfeld gehörten zum damaligen Zeitpunkt auch die Katastralgemeinden Prünst, Ober Rohrbach, Durlaß und Unterrohrbach. Erst später wurden diese ausgegliedert und die heutigen KG Gegend Eck, Hainfeld, Landsthal, Heugraben, Ob der Kirche, Vollberg, Gölsen,

Kasberg und Saugraben zusammengefasst. Die Einwohnerzahl 1827, zum Zeitpunkt der Erstellung der Schriftoperate zum FRANZISZEISCHEN KATASTERS, betrug 1386, und es wurden 216 Häuser gezählt. Der Zustand der Häuser war „von solider Bauart“, sie waren „größtenteils gemauert“, einige mit einem Stockwerk versehen, und die „größtenteils gemauerten Wirtschaftsgebäude“ werden als „in gutem Zustande“ beschrieben (Abb. 1); nach SCHWEICKHARDT (1836) waren es „einstöckige, schindelgedeckte Häuser“



Abb. 1: Lithographie von Hainfeld 1825. Quelle: Sammlung der N.Ö. Landesbibliothek

Die Ortsobrigkeit und das Landgericht hatte die Stiftsherrschaft Lilienfeld inne. Die Schule und Pfarre standen unter dem Patronat des Stiftes Göttweig, und das Stift bezog auch den Zehent von den landwirtschaftlichen Gründen. („Unsere Gründe sind ganz zehentbar, woher Göttweig den Zehent bezieht“). Die Gemeinde war sehr gut an die Nachbarorte angebunden, die Straßen nach St. Pölten, Lilienfeld und Wiener Neustadt waren gut ausgebaut und der Markt selbst schon gepflastert. Über die Straßen zur Ramsau erfolgte der gesamte Gütertransport aus den Sensen- und Eisenwerken.

Im Markte Hainfeld dominierte die in Industrie und Gewerbe tätige Bevölkerung und es werden ein Hammerschmiedwerk, 2 Sensenwerke und ein Rohr- und Hammerwerk erwähnt, in denen Gewehrläufe, Feilen, Sensen, Messer und andere Eisenwaren erzeugt wurden.

Zusätzlich gab es noch die Brauerei, die 1600 Eimer Bier im Jahr, das sind umgerechnet 90.544 Liter, produzierte. Für die Landwirtschaft wurden die klimatischen Bedingungen als ungünstig angesehen:

„Die Nähe dieses und noch ungleich höheren einen großen Theil des Jahres mit Schnee und Eis bedeckten Gebirge und vorzüglich auch die Nordwestwinde, welchen das Gölsenthal blos gestellt ist, verursachen eine auf die Produktion nachtheilig einwirkende kältere Temperatur.“

Die Wasserversorgung war über Brunnen gewährleistet, und die Flüsse wurden nicht zur Bewässerung genutzt, sondern wirkten sich eher nachteilig auf die Bewirtschaftung aus:

„Diese Wässer können nie zum Vortheile der ökonomischen Kulturen benutzt werden, und sind im Gegentheil bei ihrem seichten Beete und dem häufigen Schotter welchen sie mit sich führen, nachtheilig indem öfters die angrenzenden Grundstücke überschwemmt und verschottert und auch die Ufer derselben abgerissen werden.“

Erwähnt werden auch die Probleme mit Erdabtragungen, da viele Gründe an Bergabhängen liegen.

1820 bewirtschaftete man die Ackerflächen in Hainfeld nach dem Dreifelderwirtschaftssystem.

„Im ersten Jahr bauen wir an Früchten die Winterfrucht und das zweite Jahr im Frühjahr auf diesem Acker die Sommerfrucht, im dritten Jahr lassen wir sie in der Brache liegen.“

Das Stroh der Winterfrucht wurde als Einstreu und zum Decken der Häuser verwendet, das Stroh der Sommerfrucht zur Gänze verfüttert. Die Flächen wurden multikulturell genutzt, Teile als „Krautgarten“ zum Anbau von Erdäpfel verwendet, und in die „Kornstoppel“ wurden Rüben eingebaut. In Gölsen wird auch der Anbau von Linsgetreid (mit Linsen durchsetzte Getreidefelder) erwähnt. Das Brachejahr diente zur Regeneration des Bodens nach der Bebauung. Während des Brachejahres trieb man Schafe zur Düngung und zur Reinigung von Unkraut auf die Felder. Teilweise wurde auch während des Brachejahres Klee angebaut. Die Düngung mit tierischen Exkrementen erfolgte nur alle drei Jahre, nur sehr spärlich und ohne Düngersurrogate.

„Der Dünger, den man verwendet, wird in unseren Wirtschaften nicht ganz erzeugt, sondern muß zum Theil angekauft werden, und diesen erhalten wir im Orte selbst (Innerhalb der Gemeinde Hainfeld). Von Düngersurrogaten, als Kalk, Gyps, Pottasche machen wir keinen Gebrauch“

Als Ackerkulturen werden folgende erwähnt:

„Wir bauen meistens Korn und Haber; Waitz und Gerste werden nur ganz wenig angebaut. In unserer Gemeinde wird nicht einmal so viel von Körnern erzeugt, was zum Hausbedarf nöthig ist. Daher kann nichts auf die Märkte zum Verkauf kommen.“

Mit Hausgärten versorgte sich jeder Haushalt selbst mit eigenem Gemüse und Obst. Es wurde kein Obst oder Gemüse exportiert oder verkauft:

„Es gibt in unserer Gemeinde wenige Apfel, Birnen und Zwetschkenbäume. Diese Früchte werden alle im Hause verzehrt.“

Die Wiesen wurden weder bewässert noch gedüngt und waren größtenteils einschürig. Allerdings wurden sie teilweise zur „Nachweide“ im Herbst mit Schafen und Rindern genutzt:

„Die Wiesenkultur verzeichnet in unserer Gemeinde keine anderen Arbeiten und Auslagen, als das gewöhnliche Stauden ausstoßen, Räumen, das Gras abmähen, dasselbe anstreuen, im zusammenrechen und einführen.“

Die Waldflächen wurden sowohl als Weide als auch als Streulieferant (Laub, Rinde), als Baumaterial (Schindeln, Bauholz) und als Brennholz genutzt. Die Nutzung erfolgte teils als Kahlschlag teils durch den Plenterhieb:

„Die Waldfläche wird durchgehend mit dem Vieh betrieben, und auch die Streu aus ihr bezogen. . . das längliche Fichten und Tannenholz zu Schindeln und zu Schließen verwendet.“

In Gölsen berichtet man:

„Die jährliche Holzausbeute wird größtenteils als Brennholz verwendet und der Überschuß hievon von den Eigentümern in Scheiter klafterweise nach Hainfeld zum Verkauf verführt. Das taugliche Nadelholz wird zu Baulichkeiten für den eigenen Bedarf verwendet.“

Über die Qualität der Holzbestände wird folgende Aussage gemacht:

„Durch den starken Viehumtrieb und immerwährender Erweiterung zur Viehweide ist der Waldstand sehr herabgekommen, da keine Friedung stattfindet und der Nachwuchs in seiner zartesten Jugend schon durch das Abbeissen der Wipfel verbriggelt.“

Bei den Hutweiden handelte es sich vor allem um „ausgeschiedene Waldblößen“, Feldraine und „Gestetten“ die zu keiner anderen Nutzung zu gebrauchen waren. Das Vieh wurde größtenteils auf die Weide getrieben, wobei aber auch schon das Aufkommen der Stallfütterung erwähnt wird.

„Das Vieh, obschon den Sommer über auf die Gemeindeweide (Hutweide) getrieben muß nebstbey in Ställen abgefüttert werden, weil die Weide nicht

genügend ist, daß das Vieh daraus erhalten werden könnte. . . . Wir bedienen uns zur Streu allgemein der Laub- und Waldstreu dann Saegeschnitter und nur wenigen Strohes.“

Die Rinder wurden hauptsächlich als Arbeitstiere gehalten und nicht zur Fleischproduktion.

„Die Feldarbeiten geschehen zur Hand mit Ochsenzügen, nur manchmal wird auch ein Pferd zum Eggen geschickt.“

Über die Ernährungsgewohnheiten wird folgendermaßen berichtet:

„Die gewöhnliche Nahrungsweise der Landwirtschafts betreibenden Ortsbewohner besteht in Mehl und Milchspeisen und Gemüsen dann die Woche dreimal geräuchertes Fleisch von selbst gemästeten Schweinen. Zum Trunk genießen sie zur Zeit der nothwendigen Arbeiten angekauften Obstmost.... Die gewerbetreibenden Ortsbewohner erhalten eine bessere Kost, welche in dem öfteren Genuß von Fleische besteht“.

Für die KG Gölsen wird erwähnt:

„Zu heiligen Zeiten wird Rindfleisch geößen, welches in dem nahen Markte Hainfeld erkaufet wird. Mit dem Trunk sind sie auf Wasser beschränkt,“

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen heute

Die heutige Gemeinde umfasst die KG Gegend Eck, Hainfeld, Landsthal, Heugraben, Ob der Kirche, Vollberg, Gölsen, Kasberg und Saugraben. Die Einwohnerzahl lag 1999 bei 3.701 und es wurden 1.051 Häuser gezählt. Die



Abb. 2: Gemeinde Hainfeld 2001, Blick Richtung Vollberg

Erweiterung des Siedlungsgebiets erfolgt hauptsächlich nach Süden hin entlang der Ramsauer Straße und entlang der Wiener Straße Richtung St. Pölten (Abb. 2).

Hainfeld ist heute die Einkaufsstadt des Bezirks und hat deshalb die meisten Erwerbstätigen im tertiären Sektor. Handel, der soziale und öffentliche Dienst und der Tourismus geben die meisten Arbeitsplätze (34%). Die meisten Beschäftigten befinden sich aber immer noch im Industriesektor – in der Metallverarbeitung – obwohl die Beschäftigtenzahl seit 1981 von 964 auf 633 Beschäftigte gesunken sind.

Die Landwirtschaft umfasst vorwiegend Bergbauerngebiete, die infolge ihrer Höhenlage, ihrer aussergewöhnlichen klimatischen Bedingungen, ihrer topographischen Lage und Oberflächenbeschaffenheit nur unter hohem Arbeitseinsatz zu bewirtschaften sind. 1981 gab es 112 Bergbauernbetriebe, von denen 57 der Zone 1, 40 der Zone 2 und 15 der Zone 3 angehören (AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 1998). Da das Grasland eine niedrige Produktivität aufweist und die Flächen auch durch ihre Steillagen schwer bewirtschaftbar sind, dominiert die Milchwirtschaft, die aber auch immer mehr zugunsten der arbeitsintensiveren Forstwirtschaft zurückgeht. Durch die Aufgabe landwirtschaftlicher Flächen ist die Waldfläche in den letzten Jahren stark im Zunehmen begriffen. Bei der Ackernutzung ist sowohl ein Umsteigen auf Grünlandnutzung als auch eine Umwidmung zu Siedlungsflächen zu bemerken. Die Ackernutzung beschränkt sich hauptsächlich auf den Anbau für den Eigenbedarf (ÖVAF 1996).

Parallel zu dieser Entwicklung ist die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe seit 1951 kontinuierlich von 133 auf 100 (1999) gefallen. Zu 72,8% handelt es sich bei den Betrieben um Kleinbetriebe unter 50 ha Bewirtschaftungsfläche. Die durchschnittliche Betriebsgröße der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe liegt bei 41,8 ha (STATISTIK ÖSTERREICH, 1999) Der Hauptanteil nämlich 77,4% lebt als Vollerwerbsbetrieb, 4,5% sind Zuerwerbsbauern und 18,1% Nebenerwerbsbauern.

Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung zeigt bis 1910 ein stetiges Ansteigen, fällt dann bis zu den 50er Jahren, steigt wieder auf fast 4.000 Einwohner in den 70ern und schwankt heute um die 3.700 Einwohner. 2001 waren bereits wieder 3.715 Einwohner erreicht. Der Höchststand war 1910 mit 4.199 Einwohnern zu verzeichnen. Dieser dürfte durch die guten wirtschaftlichen Bedingungen in der Zeit der Industrialisierung und Hainfelds industriellem Schwerpunkt zu dieser Zeit bedingt sein.

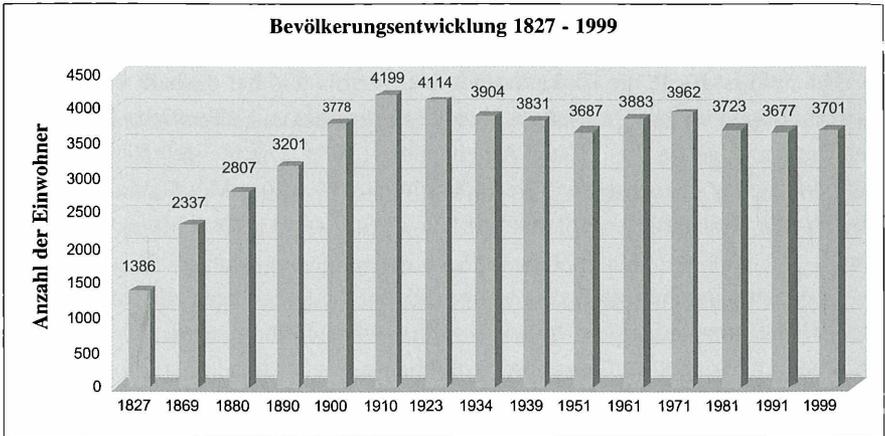


Abb. 3 Bevölkerungsentwicklung in der Gemeinde Hainfeld. Quelle: Gemeindeamt Hainfeld

Die Geburtenbilanz in der letzten Zählungsperiode 1981-1991 war negativ und betrug $-2,8\%$, die Wanderungsbilanz war von 1951-1981 aufgrund der fehlenden Arbeitsplätze in der Region ($-10,4\%$) negativ, danach von 1981-1991 schwach positiv ($1,6\%$). Insgesamt ist die Bilanz mittlerweile, in der Periode 1981-1991, negativ und liegt bei $-1,2\%$.

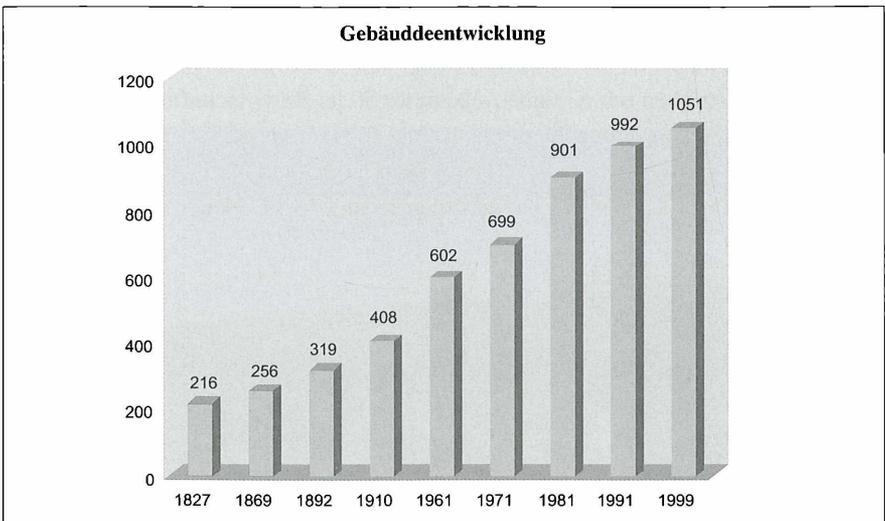


Abb. 4 Entwicklung der Gebäudeanzahl. Quelle: Gemeindeamt Hainfeld

Siedlungsentwicklung

Die Gebäudeanzahl hat sich seit der Zeit des FRANZISZEISCHEN KATASTERS bis heute beinahe verfünffacht (vgl. Abb. 4). Das enorme Ansteigen der Gebäudezahlen ist ein Hinweis auf den erhöhten Flächenbedarf, auch wenn die Bevölkerungszahlen sinken. Die Haushaltsgrößen werden bei BULCH (1912) für 1910 mit 10 Bewohnern pro Haus angegeben. Die Haushaltszahlen bzw. Wohnparteien betragen 985. 1991 war die Haushaltsgröße auf 2,6 Personen gesunken und es gab 1.349 Haushalte.

Die Entwicklung der Wirtschaftssektoren

Der Anteil der in der Land- und Forstwirtschaft Beschäftigten liegt unter dem niederösterreichischen Durchschnitt. In Hainfeld waren es 1971 nur 202 von insgesamt 1546. Industrie und Gewerbe hatte 731, der Dienstleistungssektor 137 Beschäftigte. 1991 waren 91% der Bevölkerung in der Produktion tätig, hier wiederum vor allem in der metallverarbeitenden Industrie: Schrauben-, Schlosserwarenfabrik, Metallwarenerzeugung. Zusätzlich gibt es noch eine Brauerei (seit 1678), eine Molkerei und einen wachsenden Transportsektor. Interessanterweise wurde schon bei Schweickhardt (1836) die KG Hainfeld dahingehend beschrieben, dass *„die Einwohner sämtlich Gewerbsleute sind, welche wenig Ackerbau, eben so auch Viehzucht, größtenteils mit Anwendung der Weide treiben“*. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen den Wandel der Wirtschaftssektoren im Vergleich 1827-1991.



Abb. 5: Wirtschaftssektoren 1827.

Quelle: Schriftoerat des FRANZISZEISCHEN KATASTERS 1827

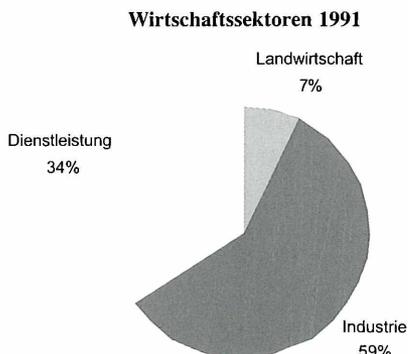


Abb. 6: Wirtschaftsabteilungen in Hainfeld heute. Quelle: ÖSTAT 1995

Pendlerbewegungen

Die Zahl der Auspendler ist geringer als die Zahl der Einpendler (Tab. 1). Diese Tatsache deutet darauf hin, dass Hainfeld als Zentrum Arbeitsplätze zur Verfügung hat, die in der Umgebung in den kleineren Gemeinden fehlen. Eine Steigerung der Pendlerzahlen um 15,5% seit 1981 bedeutet aber auch eine Entwicklung zu höheren Verkehrs- und damit auch Emissionsbelastungen.

	Beschäftigte	Schüler	Summe
Auspendler	610	209	819
Nichtpendler/Binnenpendler	995	242	1237
Einpendler	859	184	1043

Tab. 1: Pendlerbewegungen in Hainfeld. Quelle: ÖSTAT 1995

Methodik

Strukturanalyse

Die ökosystemare Strukturanalyse ist eine räumliche Charakterisierung und unterteilt das Untersuchungsgebiet nach nutzungsspezifischen Kriterien. Zunächst werden Systemgrenzen festgelegt, um über einen eindeutigen Bilanzraum zu verfügen; hier sind dies die politischen Grenzen der Gemeinde Hainfeld. Die Unterteilung in einzelne Subsysteme erfolgt nach der kulturlandschaftlichen, anthropogenen Nutzung der Flächen und den Vegetationsstrukturen. Flächen gleicher Nutzung bilden also zusammen jeweils ein Subsystem. Diese Subsysteme werden wiederum 5 verschiedenen Subsystemklassen zugeordnet: Landwirtschaftliche Flächen, Forstwirtschaftliche Flächen, Siedlung und Gewerbe, Außer Nutzung stehende Flächen, Gewässer. Die Strukturanalyse stellt die Grundlage für die anschließende Bilanzierung der Stoff- und Energieflüsse dar.

Subsystemgliederung

Als Basis der **historischen Subsystemgliederung** dienen die Karten des FRANZISZEISCHEN KATASTERS von 1820 (tatsächlich sind die Aufzeichnungen nicht zur Gänze diesem Jahr zuzuordnen; so wurden etwa die Schriftoperate erst 1827 fertiggestellt). Von der aus 32 Einzelblättern bestehenden Karte der damals noch

13 Katastralgemeinden Durlas, Ober Rohrbach, Rohrbach, Prünst, Vollberg, Kasberg, Saugraben, Gölsen, Ob der Kirche, Hainfeld, Gegend Eck, Landsthal und Heugraben wurden Schwarzweißkopien erstellt, die dann digital fotografiert und für die anschließende Überarbeitung im Programm Adobe Photoshop 6.0 zu einer Gesamtkarte zusammengesetzt wurden. Zusätzlich wurden von den farbigen Originalkarten digitale Fotos gemacht, um die Interpretation der Flächen zu erleichtern. Mit den Originalkarten selbst konnte nur vor Ort und sehr eingeschränkt gearbeitet werden. Bei Unklarheiten bezüglich der Nutzung einzelner Parzellen konnten diese mit der Originalkarte und den dazugehörigen Aufzeichnungen im Grundparzellenprotokoll im Katastralmappenarchiv des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen verglichen werden (FRANZISZEISCHER KATASTER 1820a,b)

Zur Erstellung der Subsystemkarte von 1820 wurde die ursprüngliche Karte mit verschiedenen Bildebenen überlagert. Bei der Ausweisung der Flächen wurden nebeneinander liegende Parzellen gleicher Nutzung zu einer gemeinsamen Fläche zusammengelegt. Die Flächen gleicher Nutzungstypen ergeben dann die jeweiligen Subsysteme. Die im Flächenausweis des FRANZISZEISCHEN KATASTERS angegebenen Nutzungstypen waren: Bauparzellen, Wege, Äcker, Wiesen, Weiden bzw. Hutweiden, Wälder, Obstgärten, Gemüseärten, Flüsse, Bäche, Sandbank, Sümpfe und Ödungen. Diese Nutzungstypen wurden auch (mit Ausnahme der Wege) in der Darstellung der Subsystemkarte übernommen. Allerdings wurden noch zusätzlich die Nutzungstypen Wiesen mit Bäumen und Weiden mit Bäumen definiert, die verdeutlichen sollen, dass auf dem FRANZISZEISCHEN KATASTER auf als Wiesen und Weiden ausgewiesenen Parzellen auch teilweise Bewaldung eingezeichnet ist. Das soll die leichtere optische Unterscheidung zu den reinen Wiesen und Weidenparzellen ermöglichen und die Diskrepanz zwischen Plandarstellung und Flächenausweis aufzeigen. Die Wegparzellen waren nur unzureichend und nicht durchgängig eingezeichnet, wodurch eine getrennte Ausweisung nicht möglich war. Sie wurden demnach den anliegenden Subsystemen zugeordnet.

Die erstellten Subsystemkarten sollen vor allem der Visualisierung der Veränderungen der Subsystemverteilungen und deren Ausmaß im Vergleich zu den aktuellen Verhältnissen erleichtern; die in den Ergebnissen enthaltene Karte umfasst daher auch die gesamte historische Gemeinde Hainfeld. Zur exakten Berechnung der Flächen der einzelnen Subsysteme wurden die den Katastralmappen beigelegten Flächenausweise verwendet (Ausweis über die Benutzungsart des Bodens für die Gemeinde Hainfeld), wobei die später abgetretenen

Katastralgemeinden unberücksichtigt blieben. Für die Vergleichbarkeit mit heutigen Flächenmaßen mussten die Flächeneinheiten von den historischen Maßen Joch und Klafter zuerst auf die heutigen Hektarmaße umgerechnet werden. Diese Flächenmaße waren im Zeitraum von 1785 bis 1875 in Gebrauch. Zur Umrechnung werden hier die Umrechnungsfaktoren des Bundesamt für Eich und Vermessungswesen verwendet: Kleinere Ungenauigkeiten, welche grossteils auf Rundungsfehler zurückzuführen sind, mussten dabei in Kauf genommen werden.

Flächenmaße	m²
niederösterreichisches Joch	5.754,64
Quadratklafter	3,60
Hohlmaße	l
Metzen	61,49
Eimer	56,59
	kg
Zentner	56,001
Holzmaße	fm
1 Klafter 30-zöllige Scheiter	2,10

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren für Flächen-, Hohl- und Holzmaße

Für die **Subsystemgliederung der aktuellen Gemeinde** Hainfeld wurden für die Darstellung in Form der Subsystemkarte 2001 der Flächenwidmungsplan verwendet, der aus drei Blattteilen aus dem Jahre 1996, 1998 und 2001 besteht. Als Ergänzung wurden die Archivkopien der Luftbilder verwendet, die das Gemeindegebiet ebenfalls auf drei Halbbildern abbilden (4/261, 5/275, 277, BEV 2000). Diese Teile wurden analog den Bearbeitungen der historischen Karten digital fotografiert bzw. die Luftbilder gescannt und im Adobe Photoshop 6.0 zu einem Gesamtbild zusammengesetzt. Darauf wurden diese Karten mit neuen Layern überlagert und zur Vergleichbarkeit mit der historischen Karte, soweit möglich, die gleichen Nutzungstypen festgelegt, sodass folgende Subsysteme getrennt dargestellt wurden: Siedlung und Siedlung mit Grün, Äcker, Wiesen, Weiden, Wälder, Gärten, Gewässer.

Die Siedlungsflächen wurden in zwei unterschiedliche Systeme unterteilt, da im Flächenwidmungsplan in Bauland Kerngebiet und Wohngebiet unterschieden wird und letzteres sich meist durch eine angeschlossene Grünfläche darstellt, die sich aber in der Subsystemkarte durch seine Kleinteiligkeit nicht getrennt ausweisen lässt. Auch die Gärten werden heute nicht mehr in Obst- und Gemüsegärten unterschieden, wodurch eine getrennte Darstellung nicht mehr möglich ist. Bei den Straßen wurde nur die Hauptstraße und die Eisenbahn, die die Gemeinde von Westen nach Osten durchqueren getrennt ausgewiesen (unter „Sonstige“ subsumiert) und alle anderen, kleineren Straßen und Wege FRANZISZEISCHER KATASTER 1820c = Grundparzellenprotokoll; N.Ö. Landesarchiv St. Pölten, den angrenzenden Subsystemen angefügt.

Die Flächenausmaße der einzelnen Subsysteme – die Grundlage für alle weiteren Berechnungen – wurde aus der Regionalinformation der Grundstücksdatenbank (BEV 1997) entnommen und für die Aufteilungen der land- und forstwirtschaftlichen Flächen durch die statistischen Daten der Bodennutzungserhebung ergänzt.

Stoffflussanalyse

Die Bilanzierung der Stoff- und Güterflüsse basiert auf der Input/Output Analyse. Als Systemgrenzen werden wie schon bei der Flächenanalyse die politischen Gemeindegrenzen angenommen. Als zeitlicher Bilanzierungszeitraum wurde ein Jahr angenommen. Als Indikatorstoff für die Stoffflussanalyse wurde der Kohlenstoff gewählt, der sowohl in den biologischen als auch in den anthropogenen Kreisläufen eine wichtige Stellung einnimmt.

Die Prozesse sind die Atmosphäre, der Boden, die Vegetation und die Anthroposphäre. Diese Teilprozesse sind letztlich willkürlich gewählt und beinhalten Überschneidungen, sollen aber der Methodik der Systemanalyse folgend, der Vereinfachung und Verständlichkeit des Systems dienen.

Kohlenstoffbilanz

(Details der Berechnung bei HAYDN 2002)

Die Kohlenstoffbilanz setzt sich aus einer natürlichen und einer anthropogenen Bilanz zusammen. Zu der ersteren werden die lebende Biomasse (pflanzliche, tierische und mikrobielle Biomasse) und die organische Substanz im Boden (Humus und Streu) gezählt (der anorganische Kohlenstoff im Boden, in der

Atmosphäre und im Wasser wurden in dieser Arbeit ausgeklammert); die anthropogenen Lager beinhalten die Konsumgüter und die Baumaterialien.

Pflanzliche Biomasse ist das Gewicht von pflanzlichen Organismen pro Flächen- oder Volumseinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt. Den einzelnen Subsystemen wurden spezifische Biomassewerte pro Flächeneinheit (kg/m^2) zugeordnet, die aus der Literatur bekannt sind (MAIER et al. 1997). Sie variieren zwischen $1,6 \text{ kg/m}^2$ bei Gärten bis zu $34,4 \text{ kg/m}^2$ bei Wäldern. Die Gewichtsangaben beziehen sich auf das Trockengewicht der Pflanzen. Diese wurden für die Gesamtfläche der einzelnen Subsysteme berechnet und anschließend mit Hilfe des Kohlenstofffaktors von pflanzlicher Biomasse der Kohlenstoffgehalt errechnet. Pflanzliche Biomasse hat nach MAIER et al. (1997) einen auf die **Trockenmasse** bezogenen Kohlenstoffanteil von 45%.

Nettoprimärproduktion ist die jährliche Biomasseproduktion grüner Pflanzen, abzüglich der zur Aufrechterhaltung ihrer Lebensfunktionen benötigten Energie. Berechnet Anschließend wurde der Kohlenstoffanteil der Biomasse (= 45% des Trockengewichts) berechnet.

Die Literaturangaben über das Lager an **Mikroorganismen im Boden** beschränken sich meist auf die oberste Bodenschicht (0-10 cm) und ergeben einen Durchschnittswert von $3,3 \text{ g pro m}^2$, welcher auf die Gesamtfläche hochgerechnet wurde.

Die Lager der **Biomasse der Bodentiere** (v.a. Regenwürmer) – wobei die oberirdisch lebende mengenmäßig vernachlässigbar und deshalb ausgeklammert wurde – variiert je nach Vegetation zwischen 20 g/m^2 bei Äckern und 48 g/m^2 für Wiesen.

Das **C-Lager in Streu und Humus** (tote organische Substanz im Boden) wurde nach Angaben aus der Literatur definiert (MAIER et. al. 1997). Pro m^2 sind das von $15,6$ bis zu $18,28 \text{ kg}$.

Mit dem Begriff **Ernteentzug** wird die menschliche Nutzung der Agrar- und Forstflächen bezeichnet. Die Größe der Anbauflächen wurde aus der Grundstücksdatenbank und genaueren Daten aus der Agrarstrukturerhebung des Österreichischen Statistischen Zentralamtes entnommen. Historisch können die Daten dem FRANZISZEISCHEN KATASTER und dem Schriftoerat mit den darin enthaltenen Ertragsschätzungen entnommen werden. Der Ernteentzug auf den landwirtschaftlichen Flächen wurde über die Hektarertragsdaten der einzelnen Kulturen gerechnet. Für die historische Berechnung wurden die Erträge dem Schriftoerat des FRANZISZEISCHEN KATASTERS (1827) entnommen und in den aktuellen Berechnungen dem statistischen Jahrbuch des Landes Niederösterreich (ANÖLR 1998). Der

Ernteentzug über die forstwirtschaftlichen Flächen wurde über den jährlichen Einschlag errechnet. Daraus wurde wieder der Trockengewichtsanteil und der C-Anteil ermittelt. Die Mengen des durchschnittlichen Holzeinschlags entstammen denselben Quellen wie die landwirtschaftlichen Erträge.

Der **Nahrungsverbrauch** ergibt sich aus dem durchschnittlichen Pro-Kopf Lebensmittelverbrauch der niederösterreichischen Bevölkerung und stammt aus amtlichen Statistik und Literaturangaben (SANDGRUBER 1982, BMJUF 1998). Über den Wassergehalt und den Trockengewichtsanteil wurde der spezifische C-Anteil des jeweiligen Nahrungsmittels errechnet (DÖRFLINGER et al. 1995).

Die **Abfalldaten** sind im gesetzlich vorgeschriebenen Abfallwirtschaftsbericht der Gemeinden erfasst. Den einzelnen Abfallfraktionen und ihre Mengen wurden nach Berechnung des Trockengewichtsanteils spezifische Kohlenstoffanteile (siehe MAIER et al. 1997) zugeordnet.

Die Abschätzung der Größenordnungen für **Konsumgüter-Input und -Lager** erfolgt über Daten aus der Studie von BESCHORNER (1996) und BACCINI et al. (1993). Diese Werte wurden auf die Einwohnerzahl von Hainfeld hochgerechnet und der durchschnittliche C-Gehalt dieser Güter ermittelt.

Die **CO₂-Emissionswerte** der Energieträger wurden getrennt für die Bereiche Haushalt, Gewerbe und Industrie sowie Verkehr ermittelt und stammen aus Literaturdaten (siehe BMJUF 1998).

Der Rückfluss von CO₂ in die Atmosphäre über die **menschliche Atmung** wurde nach Daten aus der Energiestudie des BMJUF (1998) berechnet, nach der die jährliche CO₂-Emission eines Menschen bei 498 kg und Jahr liegt.

Das **Kohlenstofflager in Baumaterialien** wurde nicht berücksichtigt.

Energiebilanz

Die Energiequelle, die alle natürlichen Systeme antreibt, ist die Strahlungsenergie der Sonne. Ein kleiner Teil davon wird von autotrophen Organismen durch die Photosynthese assimiliert. Nach Abzug der Energie, die die Pflanzen für ihren eigenen Stoffwechsel verbrauchen, bleibt die **Nettoprimärproduktion** als **Nettozuwachs**, die dann den nachfolgenden heterotrophen Systemen als Energiegrundlage dient. Die nachfolgenden Heterotrophen, zu denen auch der Mensch zählt, nutzen die in Form von Biomasse chemisch gespeicherte Energie (natürlicher Energiefluss). Der Mensch nutzt zusätzlich zur der aus der Nahrung gewonnenen Energie auch noch die Energie aus fossilen Brennstoffen (anthropogener Energiefluss). Natürliche und anthropogene Energieflüsse werden zu einer

Gesamtenergiebilanz nach der Formel $Q_S + Q_N + Q_T + Q_M + Q_V + Q_K + Q_Z = 0$ zusammengeführt.

- Q_SStrahlungsbilanz
- Q_NEnergiegehalt der Nettoprimärproduktion
- Q_TEnergieumsatz Tiere
- Q_MEnergieumsatz Menschen
- Q_VEvaporationsenergie
- Q_KEnergie der Konvektion
- Q_ZZusätzliche Energie (anthropogener Anteil)

Q_S , die **Strahlungsbilanz** ergibt sich durch Addition der kurz- und langwelligen Strahlungsbilanz. Die kurzwellige Strahlungsbilanz ist die Differenz der kurzwelligen Einstrahlung (direkte Sonneneinstrahlung und diffuse Himmelsstrahlung) und der reflektierten kurzwelligen Strahlung; die langwellige Strahlungsbilanz umfasst die Gegenstrahlung der Atmosphäre und die langwellige Wärmeabstrahlung der Körper.

Q_N , der **Energiegehalt der Pflanzen** errechnet sich aus der in der Biomasse enthaltenen Energie und der jährlich durch die Nettoprimärproduktion hinzukommenden Energie. Die Biomassewerte entsprechen den schon für den Kohlenstoffhaushalt berechneten Werten. Die Energie der Biomasse ergibt sich nach LARCHER (1984) aus dem Produkt des Trockengewichts der Gesamtbiomasse und ihrem durchschnittlichen Energiegehalt (5,23 MWh/t). Die **Gesamtnettoprimärproduktion** wurde analog aus der Multiplikation der Summe der NPP der Subsysteme, die ebenfalls schon für den Kohlenstoffhaushalt berechnet wurden, mit dem durchschnittlichen Energiegehalt (5,23 MWh/t) berechnet.

$Q_T + Q_M$, der **Energieumsatz von Tier und Mensch** berechnet sich aus dem Gesamtgewicht der Menschen bzw. des Viehs multipliziert mit dem durchschnittlichen Energieumsatz pro kg Körpergewicht pro Tag. (vgl. BULCH 1912, PENZLIN 1996).

Q_V , **Evapotranspirationsenergie** setzt sich aus dem Produkt von konstanter aktueller Evapotranspiration (LIANG 1982: 0,620 t/m²), der Verdunstungsenergie (LARCHER 1984, 688,89kWh/t) und der Fläche zusammen.

Die Evapotranspiration ist die Wassermenge, welche durch Verdunstung und Transpiration (Wasserdampfabgabe durch die Pflanzen) von der Erde in die Atmosphäre übergeht.

Q_K , die **Konvektion** kann als die Verfrachtung von Energie mit der (erwärm-

ten) Luftmasse bezeichnet werden. Sie wird nicht direkt berechnet, sondern ergibt sich aus dem Rest in der Gleichung.

Q_Z, der **anthropogene Anteil** an der Energiebilanz deckt sich im wesentlichen mit dem Verbrauch von fossilen Brennstoffen. Für den **Haushaltsbereich** werden aktuelle Daten für den durchschnittlichen Energieverbrauch eines Haushalts aus Statistiken des BMJUF (1998) entnommen. Dabei wurde ein durchschnittlicher Energieverbrauch von 15.000 kwh für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser und 3.300 kwh für den Stromanteil angenommen. Die Aufschlüsselung der einzelnen Energieträger erfolgt nach Berechnungen des ÖSTAT (1995). Diese Werte werden mit der Haushaltszahl der Gemeinde multipliziert, um den Gesamtverbrauch zu erhalten. In der historischen Berechnung sind keine Daten vorhanden, daher wurde näherungsweise die Hälfte des aktuellen Energieverbrauchsanteils für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.

Der Energieverbrauch von **Gewerbe und Industrie** wurde nach spezifischen Werten für die einzelnen Branchen aufgeschlüsselt, die ebenfalls einer Erhebung des BMJUF (1998) entnommen sind. Diese branchenspezifischen Werte werden dann mit den Beschäftigtenzahlen aus der Arbeitsstättenzählung (ÖSTAT 1995) multipliziert. Historisch gibt es keine Daten zu diesem Sektor.

Für den Energieverbrauch durch den **PKW-Verkehr** wird ein Endenergieeinsatz pro PKW und Jahr von 10.000 kWh veranschlagt (BMJUF 1998) und auf die vorhandene PKW Zahl (13.468) umgelegt. Nicht enthalten sind andere Kraftfahrzeuge, deren Zahl nicht exakt zu bestimmen war. Der Energieverbrauch des historischen Verkehrs blieb außer Ansatz.

Für den historischen **Nahrungsmittelverbrauch** werden Zahlen von SANDGRUBER (1978) für den durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch der Niederösterreichischen Bevölkerung um 1860 mit der Einwohnerzahl hochgerechnet und danach mit den Energiegehalten der Lebensmittel multipliziert. Dabei ergibt sich ein Gesamtenergieverbrauch von 2.232,46 MWh.

Die Berechnung lässt sich der Tabelle 3 entnehmen.

Die Energie der aktuell aufgenommenen Nahrung wurde über das Produkt der durchschnittlichen pro Österreicher verbrauchten Lebensmittelmenge (ÖSTAT 1995) multipliziert mit der Einwohnerzahl unter Berücksichtigung des Energiegehalts der Nahrungsmittel (SOUCI et al. 1979) ermittelt.

	Verbrauch/Kopf kg	Verbrauch ges. t	Energiegehalt cal/g	Energie ges. MWh
Mehl, Hülsenfrüchte	127,70	176,99	3575,00	735,75
Kartoffeln	64,50	89,40	696,00	72,35
Kraut	42,40	58,77	250,00	17,08
Rüben	16,00	22,18	370,00	9,54
sonstiges Gemüse	10,20	14,14	180,00	2,96
Obst	12,80	17,74	506,00	10,44
Zucker	1,90	2,63	3940,00	12,06
Kaffee, Chichorie	0,70	0,97	0,00	0,00
Fleisch	21,80	30,21	1847,67	64,91
Wild	2,10	2,91	1220,00	4,13
Fische	2,10	2,91	750,00	2,54
Käse, Butter	8,40	11,64	5182,00	70,15
Eier	2,90	4,02	1470,00	6,87
Honig	0,60	0,83	3050,00	2,95
Salz	4,50	6,24	0,00	0,00
Wein, Obstmost	50,20	69,58	700,00	56,63
Bier	70,50	97,71	470,00	53,40
Milch	180,00	249,48	680,00	197,26
Spirituosen	1,40	1,94	2200,00	4,96

Tabelle 3: Energiegehalt der Nahrung berechnet für Hainfeld um 1820 Quelle: SANDGRUBER 1982, MAIER et al. 1997, eigene Berechnungen

Indikatoren

Die Aufgabe von Indikatoren ist es, durch eine begrenzte Zahl von Schlüssel-daten ein leicht verständliches Bild von den wichtigsten Trends für Politiker und die Öffentlichkeit zu vermitteln. Mit Hilfe von Umweltindikatoren wird es mög-lich, materielle und finanzielle Daten über Eingriffe des Menschen und die Lage der Umwelt in entscheidungsstützende Informationen zu übersetzen. Indikatoren sollen dem Monitoring, der Überwachung der Zielerreichung dienen. Wichtig ist eine internationale Vergleichbarkeit für regional oder national entwickelte Indikatoren. In dieser Arbeit wurden ermittelt:

Flächenbezogene Indikatoren (geben Auskunft über strukturbezogene Daten)
 Subsystemanteil an der Gemeindefläche: Gibt Auskunft über die Dominanz bestimmter Subsysteme, die Verschiebungen in den Nutzungsformen und all-gemein einen Einblick in die Strukturenviefalt der Gemeinde
 Anteil der unproduktiven Fläche an der Gemeindefläche: Der Anteil an ver-

siegelten Flächen gibt Auskunft über die Verminderung des biotischen Potentials

Fläche pro Einwohner: Gibt Auskunft über den pro Person theoretisch zur Verfügung stehenden Raum, über das Steigen der Bevölkerungszahl und die einher gehende Erhöhung des Siedlungsdrucks

Grünfläche pro Einwohner: Meist gekoppelt an vorhergehenden Indikator, sinkt bei Erhöhung der Siedlungsfläche

Stoffflussbezogene Indikatoren (sind Indikatoren für sozioökonomische Eingriffe)

Gesellschaftliche Aneignung von Nettoprimärproduktion ($NPP_a = NPP_o - NPP_i$)
 Aneignung von Nettoprimärproduktion und die Verminderung der Biomassebestände fällt in die Kategorie der Pressure-Indikatoren; der Mensch greift in die natürlich vorhandene Vegetation dahingehend ein, dass er diese meist durch Verbauung und landwirtschaftliche Nutzung verringert und damit auch die Nettoprimärproduktion der aktuellen Vegetation reduziert.

Biomasse pro Gemeindefläche bzw. Biomasse pro Einwohner: Zeigt den vorhandenen Ressourcenvorrat, das Biomassepotential der Gemeinde

Ergebnisse

Subsysteme der Gemeinde Hainfeld 1820 (Abb. 7, 8)

Die damalige Gemeinde Hainfeld gehörte geographisch zum Viertel ober dem Wienerwald, lag im Steuerbezirk Lilienfeld und bestand 1820 aus den 13 Katastralgemeinden Durlas, Ober Rohrbach, Rohrbach, Prünst, Vollberg, Kasberg, Saugraben, Gölßen, Ob der Kirche, Hainfeld, Gegend Eck, Landsthal und Heugraben (die Katastralgemeinden Durlas, Ober Rohrbach, Rohrbach und Prünst wurden später zu einer eigenen Gemeinde zusammengefasst). In der Karte (Abb. 8) ist die gesamte historische Gemeinde ersichtlich; für die weiteren Berechnungen wurden nur die noch heute zu Hainfeld gehörenden 9 Katastralgemeinden herangezogen. Die 11 ausgewiesenen Nutzungstypen haben folgende Anteile: Gemüsegärten (0,3%), Obstgärten (1,3%), Wiesen (42,6%), Weiden (31,0%), Äcker (17,5%), Wälder (2,6%), Bauland (0,6%), Flüssen und Bächen (0,8%), Sümpfen (2,6%), Wegen (0,5%), Ödland (0,2%). Deutlich erkennbar ist die Dominanz der landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber den forstwirtschaftlichen Flächen und den übrigen Subsystemen. (Ausführliche tabellarische Darstellung bei HAYDN 2002).

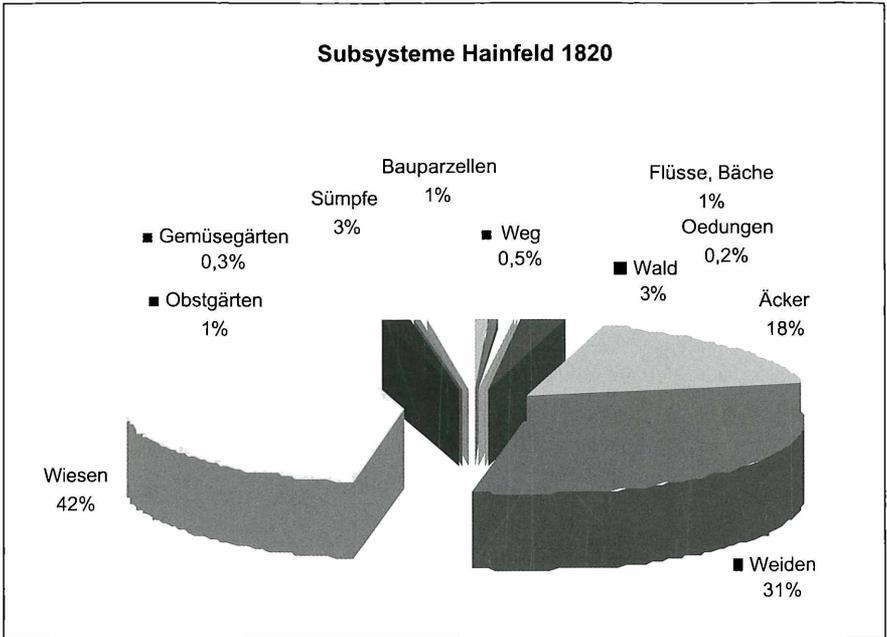


Abbildung 7: Subsysteme der Gemeinde Hainfeld um 1820

Subsysteme der Gemeinde Hainfeld 1999 (Abb. 9, 10)

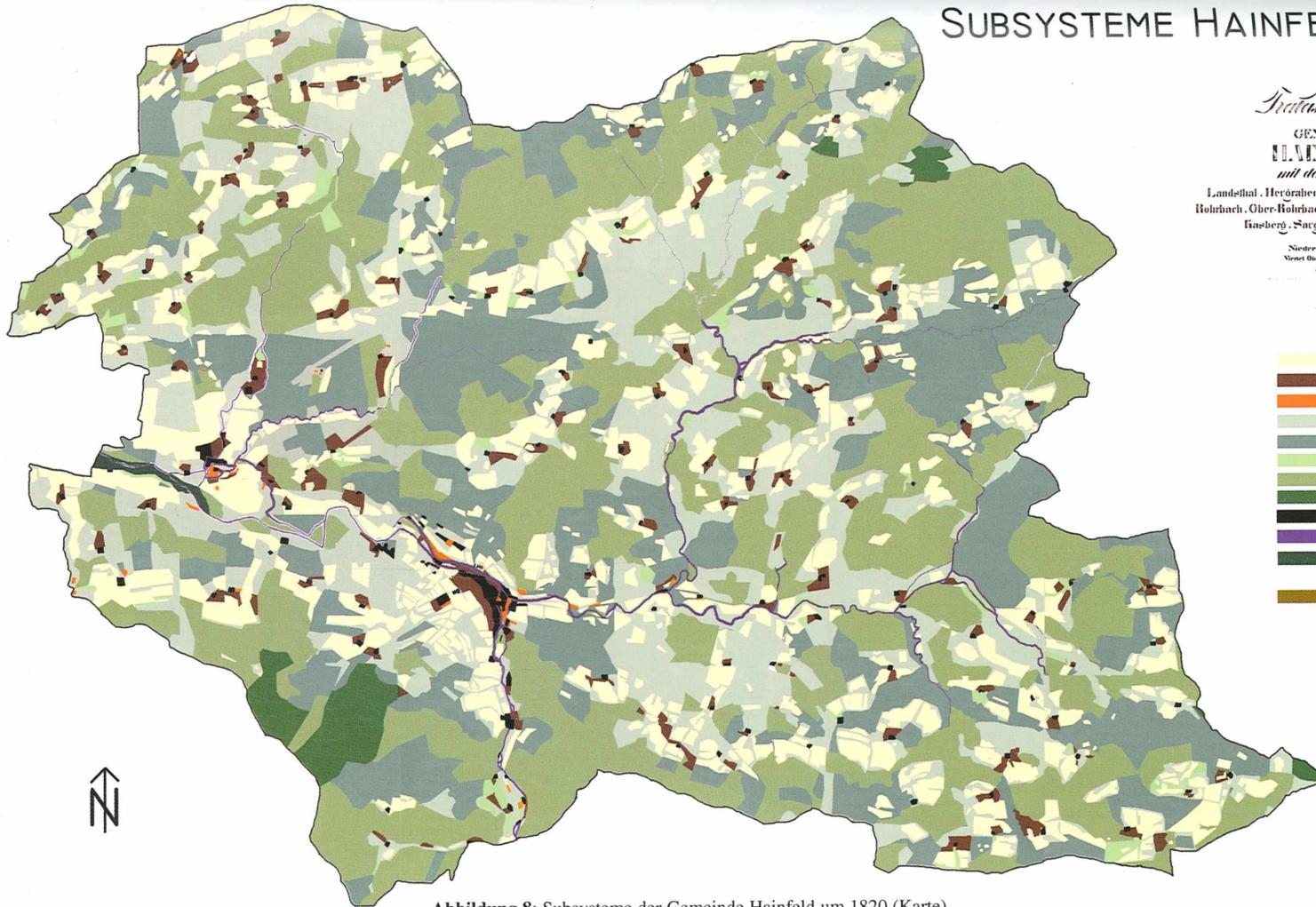
Die Gemeinde Hainfeld besteht heute aus den 9 Katastralgemeinden Vollberg, Kasberg, Saugraben, Gölsen, Ob der Kirche, Hainfeld, Gegend Eck, Landsthal und Heugraben.

Laut Regionalinformation der Grundstücksdatenbank gliedert sich die heutige Gemeinde Hainfeld in die folgende Teilflächen: Bauflächen befestigt und begrünt, landwirtschaftlich genutzte Flächen, Gärten, Wald, Gewässer, Strassen und Bahnanlagenanlagen, Abbauf Flächen und Ödland (BEV 1997).

Die Waldflächen nehmen mit 43,7% die größte Fläche ein, gefolgt von den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit 43,5%. Die Bauflächen nehmen anteilmäßig nur 2,7% ein.

Die vollständige Aufgliederung der Subsysteme ist der folgenden Abbildung zu entnehmen; eine ausführliche tabellarische Darstellung findet sich bei HAYDN (2002).

SUBSYSTEME HAINFELD 1820



Freistaat Oesterreich

GEMEINDE
HAINFELD
mit der *Castellan*

Landsthal . Heugraben . Ob-der-Fürche . Golsen
Hohrbach . Ober-Hohrbach . Dirlats . Prinst . Nollberg
Hassberg . Saugraben . Gegend-Eich

Nieder-Oesterreich
Vienna Ober-Miener-Wald
1820

Abbildung 8: Subsysteme der Gemeinde Hainfeld um 1820 (Karte)

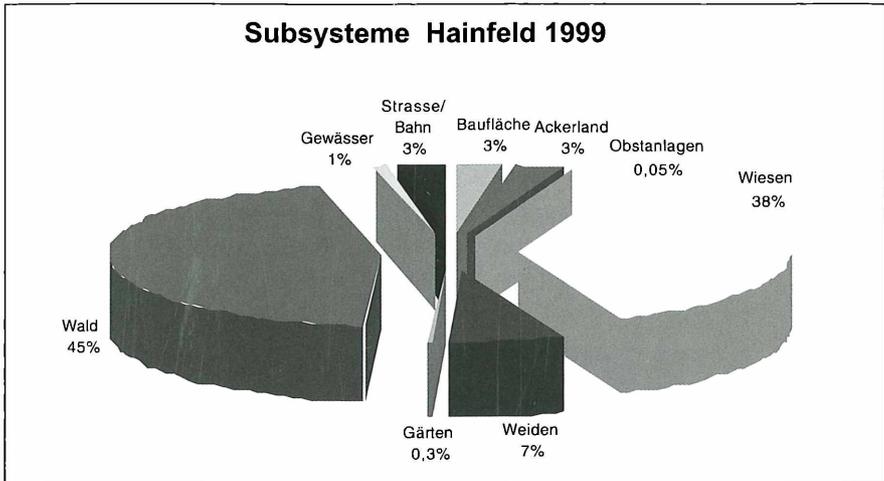


Abbildung 9: Subsysteme der Gemeinde Hainfeld 1999

Vergleich der Subsysteme 1820 und 1999 (Abb. 11, 12)

Zur leichteren Vergleichbarkeit werden die Subsysteme in 4 Subsystemklassen (Land- und Forstwirtschaft; Siedlung, Gewerbe, Industrie; Außer Nutzung; Gewässer) zusammengefasst. Bei einem Vergleich der Flächenstrukturen zeigt sich, dass der größte Zuwachs im Waldbereich, von 106 ha auf 2.087 ha (also von 3% auf 47%) auf Kosten der anderen landwirtschaftlichen Nutzungen (Abnahme von 93% auf 47%) stattgefunden hat. An zweiter Stelle stehen die Siedlungs- und Verkehrsflächen, die sich versechsfacht haben (von 1 auf 6%).

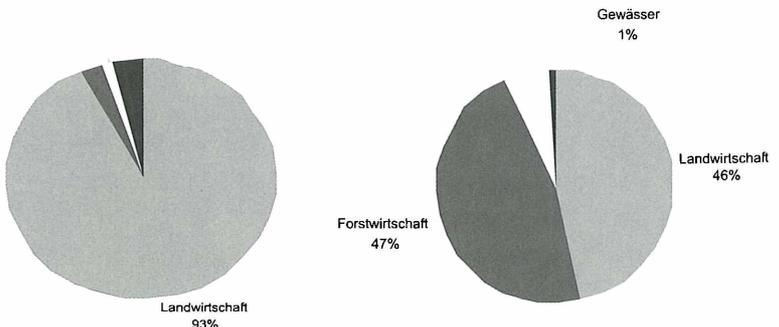
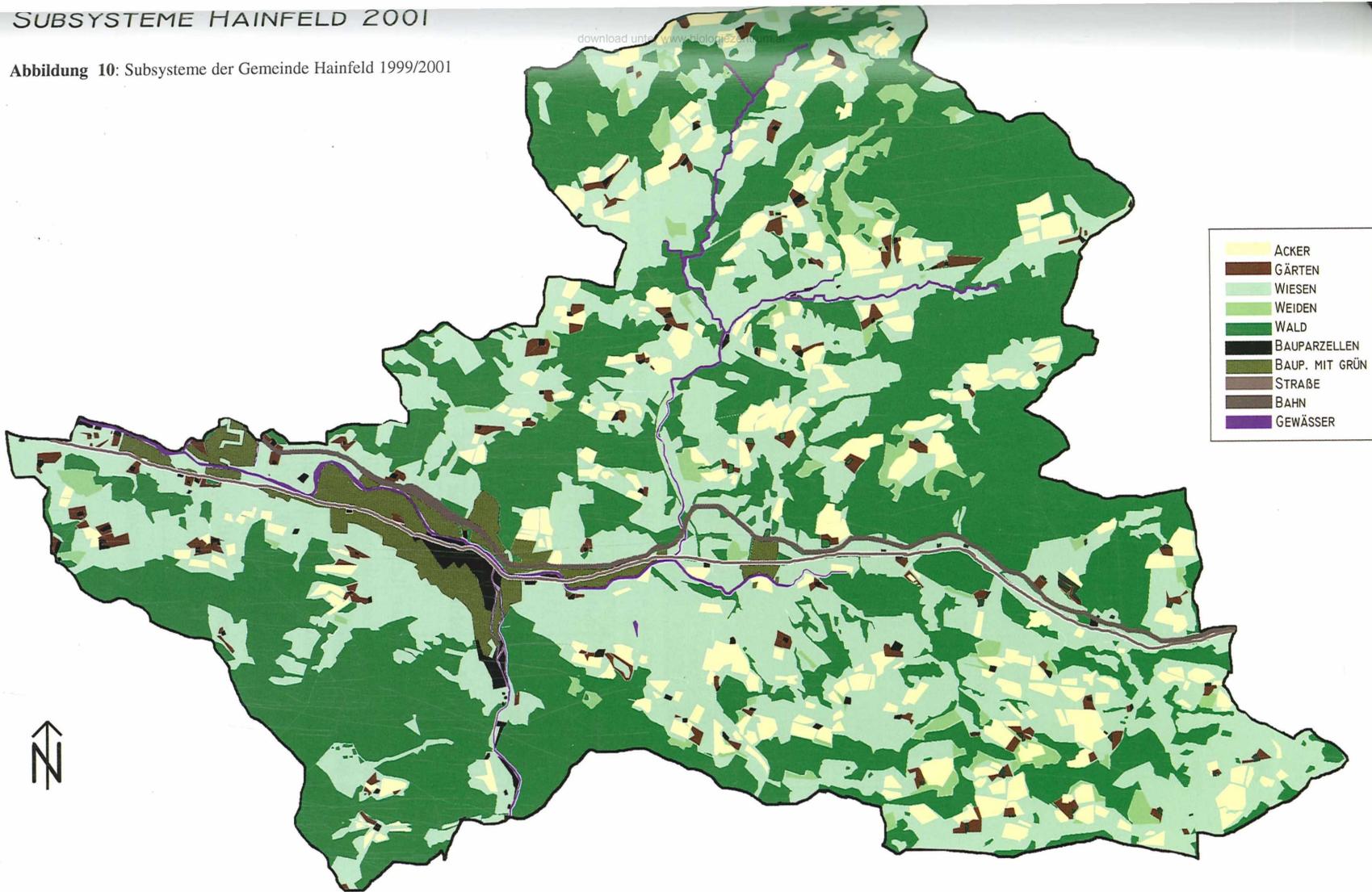


Abbildung 12: Subsystemklassenverteilung 1820 und 1999

Abbildung 10: Subsysteme der Gemeinde Hainfeld 1999/2001



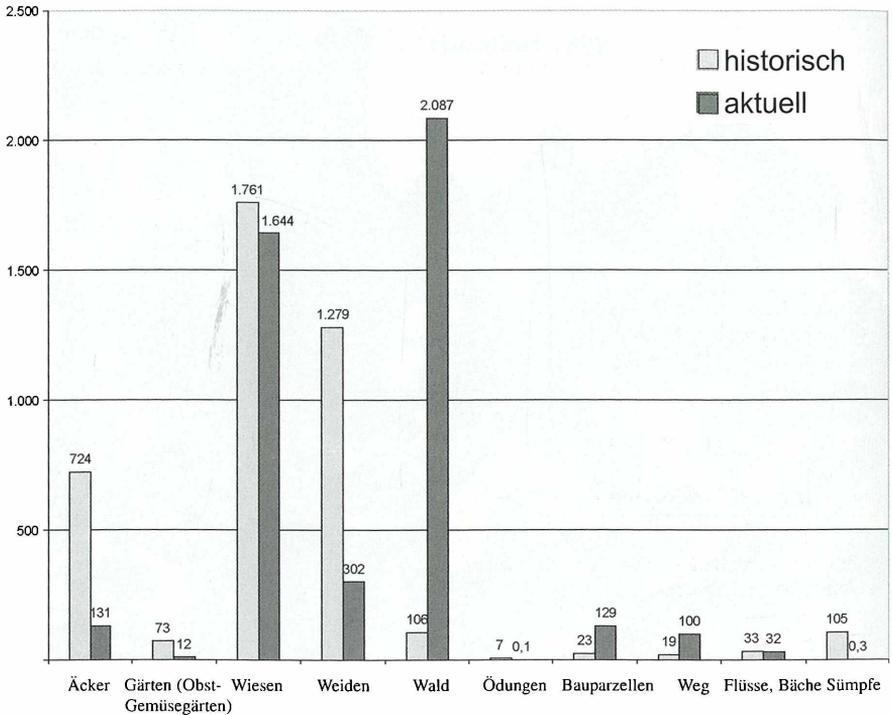


Abbildung 11: Verschiebungen in der Flächennutzung (in ha) im Zeitvergleich 1820-1999

Kohlenstoffbilanz

Historische Kohlenstoffbilanz (Abb. 13)

In der **natürlichen** Teilbilanz wurden für die pflanzliche Biomasse 90.964 t berechnet, was einem Kohlenstofflager von 40.934 t entspricht. Die gesamte jährliche Nettoprimärproduktion beträgt 21.030 t (9.464 t C). Die Mikroorganismen im Boden machen 135 t Biomasse entsprechend 61 t C aus; für die Bodentiere wurden Zahlen von 1.873 t (749 t C) ermittelt. In der Humusmenge von 64.9147 t sind 376.505 t C enthalten.

Bei der **anthropogenen** Bilanz steht die landwirtschaftliche Ernte (Tab. 4) mit 2.885 t C (6.145 t Biomasse) und die forstwirtschaftliche Bringung mit 57 t (388 Festmeter entsprechend 221 t) im Vordergrund. Der Lebensmittelverbrauch beträgt bei einer Bevölkerung von 1.386 Personen 1.324 t, wovon 507 t tierischen

und 932 t pflanzlichen Ursprungs sind; was einen Kohlenstoffanteil in den verbrauchten Lebensmitteln von 503 t ergibt.

	Fläche m ²	Ernteertrag Mtz bzw. Ztn/Joch.a	Ernteertrag kg/m ² .a	Ernte ges. kg	C Gehalt kg
Äcker	7.239.706				
Korn		5,5	0,04	297.830	134.023
Gerste		5,0	0,03	247.547	111.396
Klee		6,75	0,07	475.557	214.001
Obstgärten	595.348	k. A			
Gemüseärten	132.955	k. A			
Wiesen	17.605.476				
süßes Heu		18,0	0,18	3.083.883	1.387.747
Grummet		9,0	0,09	1.541.942	693.874
Weiden	12.792.054				
süßes Heu		4,0	0,04	497.941	224.073
Summe	38.365.540			6.144.699	2.765.115

Tabelle 4: Ernteerträge der landwirtschaftlichen Flächen 1827; Quelle: Schriftoperat des FRANZISZEICHEN KATASTERS 1827

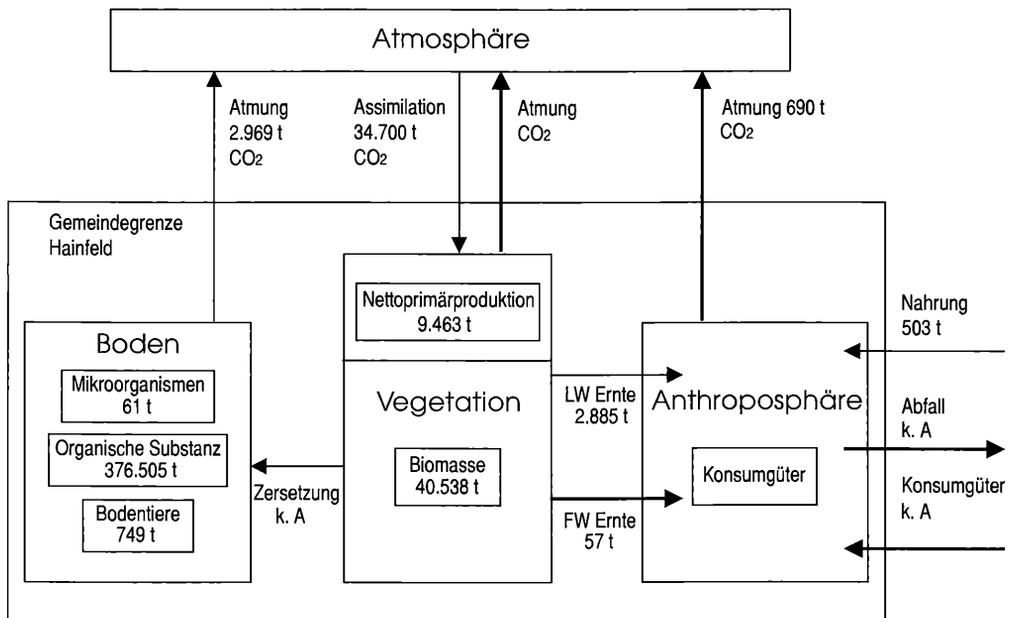


Abb. 13: Kohlenstoffflüsse und -lager der Gemeinde Hainfeld um 1820

Aktuelle Kohlenstoffbilanz (Abb. 14)

Natürliche Teilbilanz: Die pflanzliche Biomasse beträgt 763.119 t (343.404 t C), diejenige der Mikroorganismen 148 t (66 t C) und der Bodentiere 1.842 t (829 t C). Die organische Substanz im Boden (789.887 t) ergibt eine Kohlenstoffmasse von 455.814 t. In der Nettoprimärproduktion von 64.718 t sind 29.122 t C festgelegt.

Anthropogene Bilanz: Die Forstwirtschaft erbringt 619 fm (353 t entsprechend 91 t C), die Landwirtschaft (Tab. 5) 5.117 t (2.303 t C). Der durchschnittliche jährliche Pro-Kopf-Lebensmittelverbrauch von 818 kg ergibt einen Gesamtverbrauch von 3.008 t/a (2.098 t pflanzlichen, 910 t tierischen Ursprungs) und eine Kohlenstoffmenge von 710 t. In den in das System „importierten“ Konsumgütern sind 851 t C enthalten; dem steht ein Abfallaufkommen von 688 t (Problemstoffanteil 10 t) entsprechend 246 t C gegenüber.

Bodennutzung /Kulturart	Anbau- fläche[ha]	Ernteertrag t/ha	Gesamtertrag [t] TG	C-Faktor	C-Gehalt [t]
Weichweizen	7	5,23	12,4	0,45	5,6
Roggen	7	3,6	8,6	0,45	3,9
Wintergerste	4	5,48	7,5	0,453	3,4
Sommergerste	12	4,55	18,6	0,45	8,4
Hafer	11	4,1	15,3	0,45	6,9
Triticale	20	4,53	30,8	0,45	13,9
Sommerngetreide	4	4,05	5,5	0,45	2,5
Sonstiges Getreide	2	4,77	3,2	0,45	1,5
Silo- und Grünmais	21	44,44	317,3	0,45	142,8
Körnererben	1	3	1,0	0,45	0,5
Mohn	1	0,92	0,3	0,45	0,1
Sonstige Ölfrüchte	1	2,51	0,9	0,45	0,4
Rotklee, sonst. Kleearten	6	8,32	17,0	0,45	7,6
Luzerne	10	8,32	28,3	0,45	12,7
Klee gras	18	8,32	50,9	0,45	22,9
Sonstiger Feldfutterbau	2	7,34	5,0	0,45	2,2
Ackerwiesen, -weiden	26	7,34	64,9	0,45	29,2
Hausgärten	11			0,45	
Obstanlagen	3			0,45	
Weingärten	1			0,45	
einmähdige Wiesen	19	7,17	46,3	0,45	20,8
mehrmähdige Wiesen	1.839	7,17	4.483,1	0,45	2.017,4
Kulturweiden	160			0,45	
Hutweiden	20			0,45	

Tabelle 5: Tabelle: Ernteerträge und deren Kohlenstoffgehalte in der heutigen Gemeinde Hainfeld;
Quelle: ÖSTAT 1995, ANÖLR 1998, eigene Berechnungen

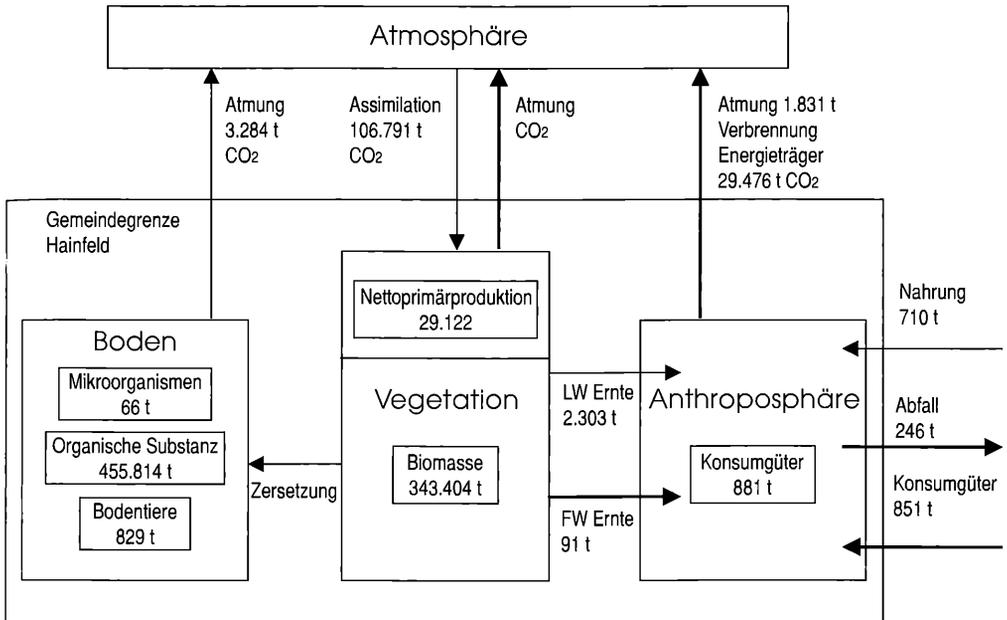


Abb. 14: Kohlenstoffflüsse und -lager der Gemeinde Hainfeld 1999

Energiebilanz

Historische Strahlungsbilanz (Abb. 15)

Die natürliche Gesamtstrahlungsbilanz (Q_S) ergibt sich aus der Bilanz von kurzwelliger Einstrahlung und langwelliger Ausstrahlung vermindert um die kurzwellige Reflexion; sie beträgt 17.642 GWh. In der jährlichen Nettoprimärproduktion (21.183 t) sind 110 GWh (Q_N) enthalten; der menschliche Stoffumsatz (Q_M) schlägt mit 1.279 GWh, der tierische (Q_T) mit 3.197 GWh zu Buche. Die Evapotranspiration (Q_V) wurde mit 17.523 GWh berechnet.

Als anthropogener Beitrag (Q_Z) geht der jährliche Energieverbrauch der Haushalte mit 1.620 MWh ein.

Die Gesamtbilanz kann daher folgendermassen formuliert werden, wobei sich der Wert für die Konvektion daraus ergibt, dass die Gesamtsumme Null betragen muss:

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

$$17642 - 110 + 3197 + 1279 - 17523 - 4486.6 + 1.6 = 0$$

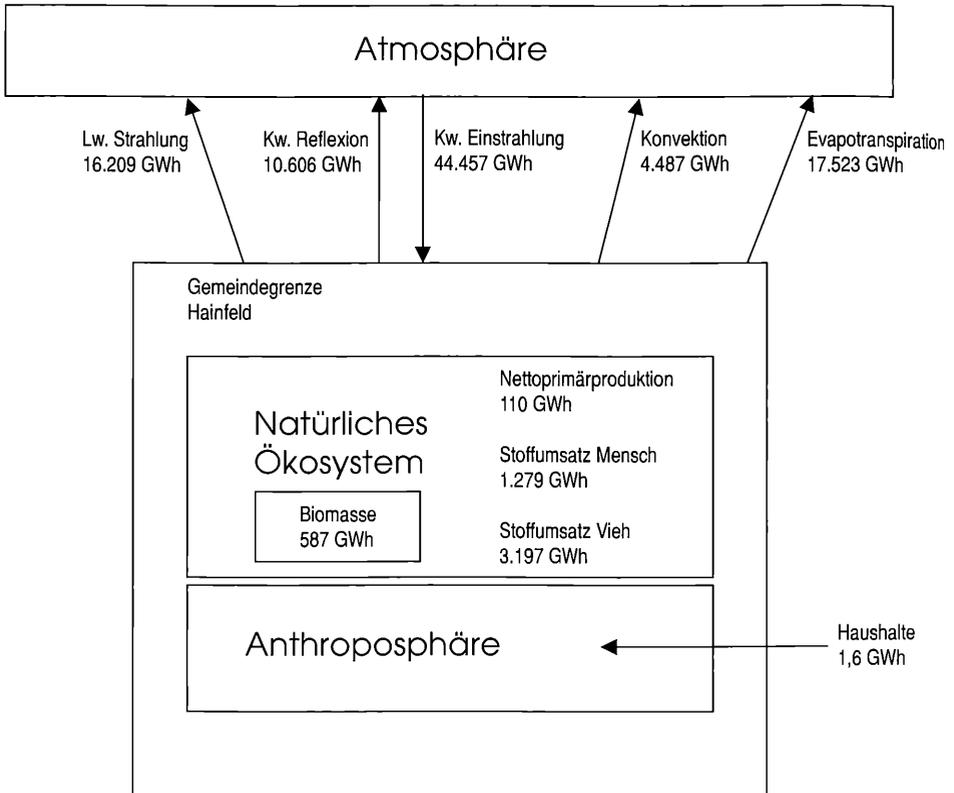


Abbildung 15: Hainfeld um 1820: Energieflüsse

Aktuelle Strahlungsbilanz (Abb.16)

Die Berechnung der Strahlungsbilanz für das aktuelle System erfolgt analog zur historischen Berechnung. Die natürliche Gesamtstrahlungsbilanz (Q_S) ergibt 19.238 GWh. In der jährlichen Nettoprimärproduktion (Q_N : 64.718 t) sind 338 GWh enthalten; der tierische Stoffumsatz (Q_T) schlägt mit 5.616 GWh, der menschliche (Q_M) mit 2.013 GWh zu Buche. Die Evapotranspiration (Q_V) wurde mit 19.108 GWh berechnet. In die anthropogene Bilanz (Q_Z) gehen der jährliche

Energieverbrauch der Haushalte (27 GWh), der Energiebedarf von Industrie und Gewerbe (76 GWh) und der Energieverbrauch des Verkehrs (18 GWh) ein; zusammen sind das 121 GWh. Aus der Bilanzgleichung errechnet sich die Konvektion mit 7.542 GWh. Die Gesamtbilanz kann daher folgendermassen formuliert werden:

$$19238 - 338 + 5616 + 2013 - 19108 - 7542 + 121 = 0$$

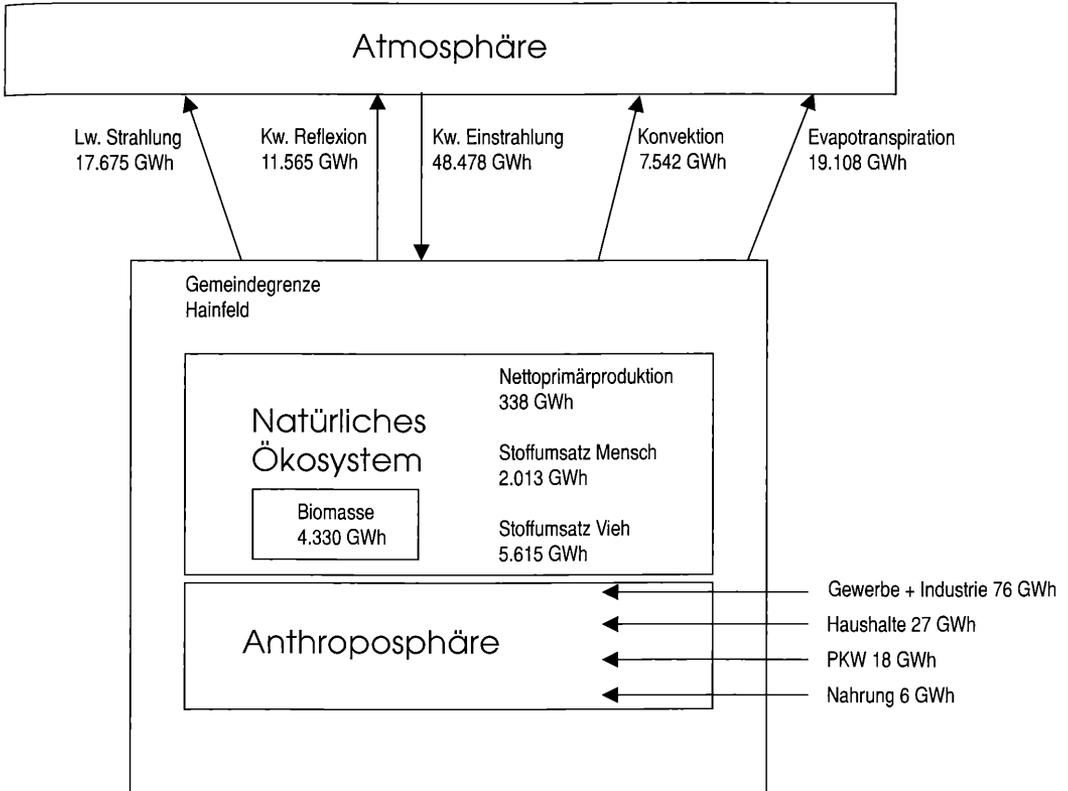


Abbildung 16: Hainfeld 1999: Energieflüsse

Indikatoren

Subsystemanteil an der Gemeindefläche (vgl. Abb. 11, 12): Der größte Zuwachs hat im Waldbereich auf Kosten der anderen landwirtschaftlichen Nutzungen stattgefunden; an zweiter Stelle stehen die Siedlungs- und Verkehrsflächen, die sich versechsfacht haben.

Anteil der unproduktiven Fläche an der Gemeindefläche:

Der Anteil an versiegelten Flächen gibt Auskunft über die Verminderung des biotischen Potentials. Durch den Zuwachs an Siedlungsflächen gibt es eine Erhöhung der unproduktiven Flächen von 1 auf 4%, also auf das Vierfache. Allerdings ist der unproduktive Anteil durch den hohen Grünflächenanteil sowohl historisch als auch heute als gering einzustufen.

Fläche pro Einwohner:

Diese gibt Auskunft über den pro Person theoretisch zur Verfügung stehenden Raum. Bei einer als gering einzustufenden Siedlungsdichte standen 1820 jedem Einwohner noch 3 ha Fläche und 2,8 ha Grünfläche zur Verfügung; heute sind es nur mehr 1,2 ha Fläche und 1,1 ha Grünfläche, also weniger als die Hälfte.

Grünfläche pro Einwohner:

Ist gekoppelt an den vorhergehenden Indikator, sie sinkt also bei Erhöhung der Siedlungsfläche.

Als stoffflussbezogene Indikatoren wurden berechnet:

Gesellschaftliche Aneignung von Nettoprimärproduktion:

Das Hainfelder Gemeindegebiet würde ohne das Einwirken des Menschen vor allem aus Buchenwald (Fagetum) bestehen. Vereinzelt könnte auf den höhergelegenen Berghängen ab 600 m Fichten-Tannen-Buchenwald (Abieti-Fagetum) vorkommen. Näherungsweise wurde die Gesamtfläche als Fagetum gewertet und dieser Pflanzengesellschaft eine spezifische NPP aus Literaturdaten (1.8 kg/m².a; HABERL 1995) zugeteilt und die potentielle NPP für die Gesamtgemeindefläche mit 80.501 t berechnet. Die NPP-Aneignung ergibt sich dann aus der Differenz zwischen der potentiellen und der tatsächlichen heutigen NPP ($NPP_a = NPP_o - NPP_p$). Für das historische System Hainfeld: sind das 80.501t – 21.030t = 59.471 t. Die angeeignete NPP betrug also damals 59.471 t oder 70% der potentiellen Vegetation. Für das aktuelle System Hainfeld: 80.501t – 64.717t = 15.784 t; die angeeignete NPP beträgt also heute 15.784 t oder 19% der potentiellen Vegetation

Biomasse pro Gemeindefläche bzw. Biomasse pro Einwohner:

Zeigt den vorhandenen Ressourcenvorrat, das Biomassepotential der Gemeinde. Historisch waren es 66 t Biomasse/Einwohner, heute sind es 18 t Biomasse/Einwohner.

Pro-Kopf-Daten:

Die Tabelle 6 stellt die Gesamtmengen und Pro Kopf Mengen einzelner in der Arbeit behandelter stoffflussbezogener Faktoren gegenüber.

$$19238 - 338 + 5616 + 2013 - 19108 - 7542 + 121 = 0$$

	Pro Kopf Daten		Gesamt mengen	
	aktuell (t)	historisch (t)	aktuell (t)	historisch (t)
Fluss				
Abfall	0,3		1.047	
Ernte	1	4	5.117	6.144
Holzernte	0,1	0,2	353	221
Nahrungsmittel	0,8	1	3.008	1.450
Konsumgüter				
Input	1		3.695	
Energieträger Emissionen	8		29.476	
NPP Aneignung	16	11	59.471	15.784
Lager				
NPP	18	15	64.717	21.183
Biomasse	208	66	763.119	90.964
Bodentiere	1	1	1.842	1.873
organische Substanz Boden	214	468	785.887	649.147
Mikroorganismen Boden	0,04	0,04	148	61
Konsumgüter				
Lager	1		3.214	

Tabelle 6: Übersichtstabelle der Pro-Kopf-Daten im zeitlichen Vergleich. Quelle: eigene Kompilation, Zusammenstellung der Primärquellen bei HAYDN (2002)

Diskussion

Die Analyse der Strukturen- und Stoffflüsse ermöglicht es, ein leichter verständliches Bild der Veränderungen von Art und Größenordnungen natürlicher Komponenten und anthropogener Beeinflussungen zu zeichnen. Die Gemeinde bietet sich, als in sich abgeschlossene Einheit, aufgrund der meist auf dieser Ebene erhobenen und zur Verfügung stehenden statistischen Daten als Untersuchungsraum an. Sie entspricht auch der auf politischer Ebene gestellten Forderung nach regionalen Problemlösungen.

Wünschenswert wäre es allerdings, wenn in Zukunft auf einen größeren Datenfundus umweltrelevanter Daten auf Gemeindeebene zugegriffen werden könnte und diese in regelmäßigeren Abständen erhoben würden. Auf regionaler Ebene sind umweltbezogene Daten oft sehr lückenhaft, und über die Schätzung aus landesweiten Daten können diese oft nur sehr ungenau erhoben werden. Probleme stellten sich etwa bei der Wahl des Flächenwidmungsplans als Bearbeitungsgrundlage, da die angegebenen Flächenwidmungen oft nicht mit der

tatsächlichen Nutzung übereinstimmen. Beim FRANZISZEISCHEN KATASTER war die Übereinstimmung mit der tatsächlichen Nutzung noch gegeben. Auch die Änderungen in den Kategorien der Plandarstellung der Katasterpläne erschwert die Vergleichbarkeit der historischen mit den aktuellen Plänen. Beispiele sind die heutige Untergliederung von im FRANZISZEISCHEN KATASTER nur als Bauparzellen bezeichneten Bauflächen (Gebäude, befestigt, begrünt, nicht näher unterschieden) oder die Zusammenlegung der beiden Kategorien Obstgärten und Gemüsegärten zu Gärten und die Zusammenfassung von Wiesen, Weiden und Ackerflächen zu landwirtschaftlich genutzt.

Die historische Karte (Abb. 8) in der Strukturanalyse zeigt eine sehr kleinteilig strukturierte Kulturlandschaft. Verdichtetes Siedlungsgebiet ist nur im Ortskern vorhanden, außerhalb finden sich Streusiedlungen, einzelne Gehöfte mit jeweils angeschlossenen Kulturflächen. Auffällig ist, dass noch jeder Hof über einen eigenen Gemüse-, Obstgarten verfügt und sowohl Acker- als auch Wiesen und Weideflächen besitzt. Diese Tatsache lässt auf einen hohen Selbstversorgungsgrad und eine geringe Spezialisierung auf bestimmte Kulturarten schließen.

Heute (Abb. 10) hat sich der Ortskern flächenmäßig verünfacht (von 23 ha auf 129 ha); die ihn ursprünglich umgebenden Ackerflächen sind ganz den an die Wohngebiete angeschlossenen Gärten sowie einigen noch vorhandenen Wiesen gewichen. Der Anteil an Gärten mit Obstbäumen ist ebenfalls zurückgegangen. Die Gärten sind von 73 ha auf 12 ha zurückgegangen, also um das 6-fache. Die Ackerflächen haben insgesamt von 18% auf 3% der Fläche abgenommen. Das ist aus den Karten ebenfalls ersichtlich, allerdings sind im Flächenwidmungsplan bereits stillgelegte Ackerflächen noch enthalten, was zu einer optischen Verfälschung der realen Verhältnisse auf der Plandarstellung führt.

Ausgehend von der schon historisch bestehenden Waldlandschaft auf den Spitzen des Kirchbergs, auf der Klammhöhe und Richtung Gerichtsberg hat sich der Wald von den höher gelegenen Regionen Richtung Tallagen ausgebreitet und Wiesen und Weiden verdrängt. Dieses Bild bestätigt sich auch in den alten Photographien von Hainfeld. Die Wiesenflächen sind aber heute deutlich größer als die Weideflächen (1.644 ha Wiesen zu 302 ha Weiden), was auf die Futtergewinnung durch Mähen und vermehrte Stallhaltung des Viehs schließen lässt.

Ödland ist in der historischen Karte sehr kleinflächig nur entlang der Sandbänke des Ramsaubaches eingezeichnet, das heißt, dass bis auf diese 0,2% und die Siedlungsflächen der Raum als Produktionsfläche genutzt wurde. Heute hat sich das Ödland noch halbiert und beträgt nur mehr 0,1 ha. In der historischen Karte erkennt man auch noch deutlich die flussbegleitenden Sümpfe, deren Verschwin-

den in den aktuellen Karten auf Trockenlegungen und deren Nutzbarmachung für Siedlungsflächen zurückzuführen ist.

Die größte Veränderung vollzog sich bei den forstwirtschaftlichen Flächen mit einer Steigerung von 3% auf 47% der Gesamtfläche. Die Waldfläche ist heute 19-mal so groß wie in der historischen Situation. Allerdings ließ sich aus den schriftlichen Aufzeichnungen im Schriftopepat nicht genau feststellen, ob nicht auch die Wiesen und Hutweideflächen teilweise bewaldet waren. Einen Hinweis darauf stellt die Darstellung im FRANZISZEISCHEN KATASTERPLAN dar, bei dem teilweise Bäume auf als Weide und Wiese ausgewiesenen Flächen eingezeichnet sind. Deshalb wurden diese Flächen in der Bearbeitung des historischen Plans auch getrennt ausgewiesen. Auch bei den Korrekturen des Grundparzellenprotokolls (FRANZISZEISCHER KATASTER 1820b) durch die staatlichen Kontrollorgane sind teilweise als Hutweide mit Wald aufgenommene Parzellen durchgestrichen worden und durch die Bezeichnung Hutweide ersetzt worden. Insofern könnte der historische Waldanteil etwas höher gewesen sein.

Nimmt man Forst- und landwirtschaftliche Flächen zusammen, ist kaum eine Veränderung festzustellen (von 95% auf 93%). Die Verschiebungen finden daher vornehmlich innerhalb der Subsysteme statt. Das bestätigt auch die Sinnhaftigkeit der Unterteilungen in diese Untereinheiten, die in den amtlichen Statistiken des Österreichischen Statistischen Zentralamtes nicht getrennt erfasst werden. Die Genauigkeit dieser Unterteilungen macht die Qualität der darauf basierenden Stoffflussberechnungen aus und ermöglicht differenzierte Analysen der Kulturlandschaftsentwicklung. Als Trend ist festzustellen, dass alle landwirtschaftlichen Flächen abgenommen haben. Am stärksten trifft das auf die Weiden zu, die von 1.279 ha auf 302 ha geschrumpft sind, gefolgt von den Ackerflächen die von 724 ha auf 131 ha reduziert wurden.

Die Siedlungsflächen sind heute mit 6% der Gesamtfläche 6-mal so groß wie 1820. Insgesamt ist dieses Ansteigen der Flächenversiegelung zwar beträchtlich, im Vergleich zu anderen Gemeinden ist es aber noch relativ gering. Vergleichbare Tendenzen weist etwa Riegersburg im Oststeirischen Hügelland (RATH 2000) mit einem Anteil von 8% Siedlungsflächen auf. Die Gewässer haben bis auf das Verschwinden der Sümpfe keine Veränderungen erfahren. Die außer Nutzung stehenden Flächen haben sich auf ein verschwindendes Maß (0,1 ha) reduziert.

Die größten Anteile an natürlichen Kohlenstoff sind im Lager Boden als organische Substanz und in der pflanzlichen Biomasse festgelegt. Im historischen System waren alle natürlichen C-Lager geringer als heute. Das ist vor allem durch den geringen Waldanteil von nur 3% der Gesamtfläche zu erklären. 1820 sind pro

ha 95 t C in den natürlichen C-Lagern gespeichert, 1999 sind mehr als doppelt so viel, nämlich 200 t C/ha vorhanden. Verantwortlich für diese große Differenz ist wiederum der Anstieg des Waldanteils auf 47% der Gemeindefläche. Die pflanzliche Biomasse ist so wie auch der enthaltene Kohlenstoff um das 8-fache gestiegen. Auf einen Einwohner bezogen, ergibt das 29 t C damals und 93 t C heute. Diese Steigerung ist vor allem auf den größeren Anteil an Wäldern im aktuellen System zurückzuführen. Der durch die NPP gespeicherte C Anteil im aktuellen System hat sich gegenüber dem historischen System verdreifacht. Das läßt sich einerseits durch die Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft durch Maschinerisierung und Mineraldüngereinsatz erklären, andererseits wird dies durch die enorme Zunahme der Flächen mit Waldvegetation (35.000 t C) bedingt. Die Ackerflächen bringen zwar wegen ihrer reduzierten Fläche gegenüber 1820 (von 724 ha auf 131 ha) etwas weniger Ertrag (1820 waren es noch 2.885 t C, heute sind es 2.700 t C); immerhin erwirtschaftet heute rund ein Fünftel der Fläche beinahe den gleichen Ertrag wie 1820. Bei den anthropogenen Lagern gibt es bei den Konsumgütern nur aktuelle Daten. Die Konsumgüterlager haben einen Kohlenstoffgehalt von 881 t; pro Kopf sind das 1 t C.

Zu den anthropogenen Flüssen zählen die land- und forstwirtschaftliche Ernte, die Abfälle, die Konsumgüter und die Nahrung. Die C-Gehalte der landwirtschaftlichen Ernte haben sich mengenmäßig kaum verändert. Die geringere historische Produktivität der Flächen gleicht sich mit den heute reduzierten Ackerflächen aus. 1820 war allerdings der Ernteanteil pro Einwohner höher, nämlich 4 t C. Die Einwohnerzahl hat sich ja auch mehr als verdoppelt. Beim forstwirtschaftlichen Ertrag verhält es sich ähnlich, allerdings ist heute der Gesamtertrag um etwa ein Drittel höher (353 t gegenüber 221 t historisch). Die Menge der verbrauchten Nahrung hat sich in der Pro-Kopf-Quote kaum verändert, die Gesamtmenge hat sich nur durch die Verdopplung der Bevölkerungszahl ebenfalls verdoppelt. Anders waren allerdings die Ernährungsgewohnheiten. Nach den Angaben aus dem Schriftoperat des FRANZISZEISCHEN KATASTERS (1820) wurde nur im gewerbedominierten Hainfeld dreimal die Woche Fleisch, in den anderen KGs aber eher selten Fleisch konsumiert. Die Mengen an Abfällen und Konsumgütern wurden im historischen Hainfeld noch als vernachlässigbar angenommen. Es kamen weder Kunststoffe, noch andere für die Umwelt problematische Substanzen zum Einsatz. Heute werden jährlich geschätzte weitere 3.695 t Konsumgüter nach Hainfeld eingeführt. Der enthaltene C-Anteil liegt bei 246 t. Das Gesamtabfallaufkommen zeigt steigende Tendenz (0,6%). Im Vergleich liegt Hainfeld mit 285 kg Abfall/EW.a unter dem niederösterreichischen Durchschnitt von 357,1 kg

/EW.a. (ANÖLR 1998) und weit unter dem österreichischen Durchschnitt von 510 kg/EW.a (EUROSTAT 1999).

Die CO₂-Bilanz ergibt sowohl im historischen System als auch im aktuellen System einen Überhang der CO₂-Fixierung gegenüber dem CO₂-Output, heute etwa mit 72.190 t CO₂ pro Jahr. Dieser Umstand erklärt sich aus dem hohen Prozentsatz an Produktivflächen, nämlich 93%.

Für die Berechnung des Energieflusses wurde der Energiefluss des natürlichen Ökosystems und derjenige der Anthroposphäre unterschieden, um den zusätzlichen, vom Menschen verursachten Anteil des Energiehaushalts gesondert darstellen zu können. Die im natürlichen Ökosystem gebundene Energie ist sowohl von der Fläche als auch der im System vorhandenen und der jährlich neu gebildeten Biomasse abhängig. Der Anteil der Strahlungsenergie, der nicht als reflektierte Strahlung wieder abgegeben wird, steht den Pflanzen zur Bildung von Biomasse durch Photosynthese zur Verfügung. Weltweit gesehen nutzen Pflanzen etwa 2% der Sonnenstrahlung. Was danach nicht von den Pflanzen für die Aufrechterhaltung ihres Stoffwechsels gebraucht wird und nicht durch Mensch oder Tier entfernt wird oder abstirbt bleibt als Zuwachs an Biomasse erhalten.

Die in der Biomasse gespeicherte Energie war 1820 durch den geringeren Waldanteil der Gemeinde niedriger als heute. Die Biomassmenge hat sich bis heute verachtfacht. Durch eine höhere Produktivität der heutigen Ackerflächen und den großen Anteil an Waldflächen wird heute dreimal soviel Energie durch die NPP gebunden als historisch. Allerdings waren die landwirtschaftlichen Erträge durch den höheren Anteil an Ackerflächen gegenüber dem Wald um ein Drittel höher als heute. Der Energieumsatz der Menschen und der Nutztiere ist proportional zu den Bevölkerungs- und Viehzahlen gestiegen, die sich beide fast verdreifacht haben.

Der anthropogene Anteil im Energiehaushalt hat sich durch den zusätzlichen Anteil an Strom, den fossilen Brennstoffen, dem Einsatz von Verkehrsmitteln und dem hohen Industrie- und Gewerbeanteil um das 75-fache erhöht. Allerdings ist dieser Faktor kritisch zu sehen, da keine Details für den historischen Energieverbrauch vorhanden waren. Der Pro-Kopf-Verbrauch eines Hainfelders beträgt heute 33 MWh. Der vergleichsweise hohe Betrag scheint aus dem hohen Prozentsatz im Industriesektor Beschäftigter zu resultieren. Der Energieverbrauch im Industrie- und Gewerbebereich ist mehr als doppelt so hoch wie der Verbrauch der Haushalte. In dieser Energiebilanz beträgt der Nahrungsanteil pro Kopf 1,8 MWh, der Energieeinsatz aus fossilen Brennstoffen ist demnach 18-fach höher als der durch Nahrung benötigte Energieverbrauch.

Quellen und Literatur

- AIGNER, B. (2000): Ökologische Charakteristik der Marktgemeinde Bisamberg. Diplomarbeit Univ. Wien
- ANÖLR 1998 = Statistisches Handbuch des Landes Niederösterreich 22 (1997/98). Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Ma. Enzersdorf
- 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
- BACCINI, P. & BADER, H. (1996): Regionaler Stoffhaushalt – Erfassung, Bewertung und Steuerung. Spektrum Verlag, Heidelberg
- BAUERNEBEL, H. (1965): Hainfeld - ein Heimatbuch. Stadtgemeinde Hainfeld
- BEV 2000 = Österreichische Karte 1: 25000 V, 56 und 57. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien
- BEV 1997 = Grundstücksdatenbank, Regionalinformation Hainfeld. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, St. Pölten
- BMJUF 1998 = Bundesabfallwirtschaftsplan, Bundesabfallwirtschaftsbericht 1998. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien
- BULCH, E. (1912): Lilienfelder Heimatkunde“ Verlag des k.u.k. Bezirkstadtschulrates, Lilienfeld
- DÖRFLINGER, A.N., HIETZ, P., MAIER, R., PUNZ, W. & FUSSENEGGER, K., 1995: Ökosystem Großstadt Wien: Quantifizierung ökologischer Parameter unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und der Stadt Wien - MA 22
- EUROSTAT 1999: „Eurostat wird grüner“ Daten geben Aufschluß über Umweltbelastung in der Union“ News Release No.68/99. Brüssel
- FRANZISZEISCHER KATASTER 1820a = Ausweis über die Benutzungsart des Bodens für die Gemeinde Hainfeld. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien
- FRANZISZEISCHER KATASTER 1820b = Grundparzellenprotokoll 1820; N.Ö. Landesarchiv St. Pölten.
- FRANZISZEISCHER KATASTER 1827 = Schriftoperat für die Gemeinde Hainfeld. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien
- HABERL, H. (1995): Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluß von Ökosystemen. Sozio-ökonomische Aneignung von Nettoprimärproduktion in den Bezirken Österreichs. Dissertation Univ. Wien
- HAYDN, M. (2002): Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Gemeinde Hainfeld. Diplomarbeit Univ. Wien
- 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
- LARCHER, W. (1984): Ökologie der Pflanzen. Ulmer, Stuttgart
- LIANG, G. (1982): Net radiation, potential and actual evapotranspiration in Austria. Archives for Meteorology, Geophysics and Bioclimatology B; 379ff
- 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
- ÖSTAT 1995 = Ein Blick auf die Gemeinde Hainfeld. Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien
- ÖVAF 1996 = Modellhafter Versuch zur Findung von Strategien und Instrumenten für eine nachhaltige Entwicklung der Kulturlandschaft am Beispiel des Bezirkes Lilienfeld. Österreichische Vereinigung für agrarwissenschaftliche Forschung, Wien

- PAVLICEV, M., PUNZ, W. & MAIER, R. (2000): Ökosystemare Stoffflußanalyse der Stadt Ptuj (SLO). Verh. Zool.-Bot.Ges. 137: 265-283
- PENZLIN, H. (1996): Lehrbuch der Tierphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- PICHLER, R. (1999): Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Marktgemeinde Persenbeug-Gottsdorf. Diplomarbeit Univ. Wien
- RATH, M. (2000): Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Marktgemeinde Riegersburg. Diplomarbeit Univ. Wien
- REIB, H. (1928): Unser Heimatort Hainfeld im Wandel der Zeiten. Hainfeld
- SANDGRUBER, R. (1978): Materialien zur Wirtschafts – und Sozialgeschichte, Österreichische Agrarstatistik 1750-1918. Verlag für Geschichte und Politik, Wien
- SANDGRUBER, R. (1982): Die Anfänge der Konsumgesellschaft: Konsumgüterverbrauch, Lebensstandard und Alltagskultur in Österreich im 18. und 19. Jahrhundert. Verlag für Geschichte und Politik Wien
- SCHWEICKHARDT, F. X. (1836): Darstellung des Erzherzogtums Österreich unter der Enns, Band 5 und 6. Wien
- SOUCI, S. W., FACHMANN, W. & KRAUT, H. (1979): Die Zusammensetzung der Lebensmittel-Nährwerttabellen. Wiss. Verlagsanstalt, Stuttgart
- STATISTIK ÖSTERREICH 1999: Agrarstrukturerhebung. Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien
- ZIEHMAYER, D., MAIER, R. & PUNZ, W. (2002): 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

Anschrift der Autoren:

Mag. Martina HAYDN
 Ass.Prof. Mag. Dr. Wolfgang PUNZ
 Ao Univ.Prof. Dr. Rudolf MAIER

Institut für Ökologie und Naturschutz
 Universität Wien
 Althanstrasse 14
 1090 Wien

Ökologisches Profil der Stadt Krems an Hand einer Strukturanalyse und ausgewählten Stoffflüssen

MARTINA GRUBER-KÖLLERSBERGER, RUDOLF MAIER & WOLFGANG PUNZ

Zusammenfassung

Flächenstruktur sowie anthropogene und natürliche Energie- und Stoffflüsse der Stadt Krems (Niederösterreich) wurden mit Hilfe der Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) untersucht. Die Fläche der Gemeinde weist einen Vegetationsdeckungsgrad von 71% auf; die nicht versiegelten Flächen sind sowohl forstwirtschaftlich als auch landwirtschaftlich geprägt, wobei die Weinbauflächen einen hohen Anteil einnehmen. Die pflanzliche Nettoprimärproduktion (NPP) beträgt 60.500 t jährlich, davon entfallen 26.000 t auf die Wälder und 17.444 t auf Gärten, Weingärten und auf Ackerflächen. Durch die Sonne werden jährlich 41.487 GWh Energie auf das Gebiet der Stadtgemeinde Krems eingestrahlt; der anthropogene Energiebedarf liegt bei 19.093 GWh. Der Grundwasserverbrauch liegt mit mehr als 10.000.000 m³ gegenüber 26.961.588 m³ Niederschlag relativ hoch. Vom jährlichen Abfall (11.094 t) werden 2.969 t an biogenen Stoffe kompostiert, 5.056 t einer stofflichen Verwertung zugeführt und 3.026 t als Restmüll deponiert. Die errechnete Stickstoffbilanz ergab einen jährlichen Überschuss von 65 t N.

Schlüsselwörter: Ökosystemanalyse; Krems; Niederösterreich; Energiebilanz; Güterbilanz; Ökologischer Fussabdruck

Summary

Ecosystem-based energy and carbon balance of the City of Krems (Lower Austria) comparing historical and present data. The community of Krems (Lower Austria) was investigated by means of the ÖSSA, a synoptical method combining ecosystem-based structural analysis with calculations of natural and anthropogenic fluxes. Vegetation cover in Krems is 71% mainly due to forests and agriculture (viticulture). Net primary production (NPP) amounts a total of 60.500 t/a (26.000 t from forests, 17.444 t from gardens and agricultural land). Solar radiati-

on input is 41.487 GWh compared with 19.093 GWh anthropogenic energy consumption. The use of more than 10.000.000 m³ of groundwater is high compared with 26.961.588 m³ annual rainfall. From 11.094 t annual collected waste, 2.969 t are composted, 5.056 t are recycled and 3.026 t are stored on a waste disposal facility. The nitrogen balance of Krems was calculated to show a surplus of 65 t of nitrogen in the soil.

Keywords: ecosystem analysis; Krems; Lower Austria; energy balance; material balance; ecological footprint

Einleitung

In dieser Arbeit wurde mittels der „Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse“ (ÖSSA) eine ökologische Gesamtbetrachtung der Gemeinde vorgenommen, bei der die natürlichen und anthropogenen Stoff- und Energieflüsse und der Grad der menschlichen Einflussnahme auf das eigentliche städtische Ökosystem sowie dessen Umland untersucht wurden. Der Begriff Stoffflussanalyse stammt eigentlich aus der Technik, wo sie für Produktionsprozesse schon lange durchgeführt wurde. Von BACCINI und seinen Mitarbeitern (BACCINI 1993, BACCINI & BADER 1996) wurden erste Analysen für geographische Großräume in der Schweiz durchgeführt, die aber die natürlichen Komponenten im wesentlichen vernachlässigten. Erst in der Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse (MAIER et al. 1996, 1997, PICHLER 1999, AIGNER 2000, PAVLICEV et al. 2000, JAINDL 2001, ZIEHMAYER et al. 2002, HAYDN 2002) werden natürliche und anthropogene Stoffflüsse und Lager gleichwertig verbunden. Da immer stärker ersichtlich wird, dass auch ökologische Ressourcen wie Wasser, Boden, Klima und Luft begrenzt sind, soll für den kommunalen Bereich eine Art Kassasturz gemacht werden, der die momentane Situation der Gemeinde aufzeigt und damit auch in das Planungspotential der zukünftigen kommunalen Bewirtschaftung miteinbezogen werden kann. Außerdem können diese Studien Grundlage für die bei immer mehr Großprojekten vorgeschriebenen Umweltverträglichkeitsprüfungen sein.

Es wurde eine Energie- und eine Güterbilanz für die Gemeinde Krems erstellt. Im besonderen wurden dabei spezielle Probleme der Stadtökologie in den Vordergrund gestellt, da etwa ein Drittel des Gemeindegebietes dicht bebauten Siedlungsraum darstellt. Zwei Drittel des Gemeindegebietes sind landwirtschaftlich geprägt, deshalb wurden die Stickstoffflüsse genauer analysiert, da Stickstoff als kritisches Naturkapital gilt (WACKERNAGEL & REES 1997). Abschließend

wurde ein Zukunftsszenario für die weitere Entwicklung und zur Unterstützung bei der Schaffung eines Maßnahmenkataloges errechnet.

Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Grösse und Lage

Die Stadtgemeinde Krems liegt im Zentrum von Niederösterreich an der Donau am Ausgang des engen Stromtales der Wachau (Europadiplom), zirka 70 km Luftlinie westlich der Bundeshauptstadt Wien. Nach Nordwesten erhebt sich das Hügelland des südlichen Waldviertels (Böhmische Masse), gegen Osten öffnet sich die Ebene des Tullnerfeldes. Jahrhundertlange menschliche Nutzung und reger Handel haben den Charakter des Raumes wesentlich beeinflusst. Das Gemeindegebiet erstreckt sich hauptsächlich am nördlichen Donauufer, die Stadtteile Hollenburg und Brunnkirchen wurden in den siebziger Jahren eingemeindet und befinden sich südlich der Donau. Katastralgemeinden der Stadt Krems sind Angern, Egelsee, Gneixendorf, Hollenburg, Krems, Landersdorf, Rehberg, Scheibenhof, Stein, Thallern und Weinzierl. Die donaunahen Gebiete liegen auf ungefähr 200 m Seehöhe, Ortsteile auf den Ausläufern der Böhmisches Masse wie Egelsee (400 m) oder Gneixendorf (300m) und Teile der Südufergemeinden Hollenburg und Brunnkirchen liegen etwas höher. Das Gemeindegebiet umfasst eine Fläche von 51,6 km². Hauptfluss ist die Donau, in die von Nordosten außerdem Reisperbach, Alaunbach, Frauenbach und der Kremsfluss, der in ein markantes Tal eingegraben ist, münden. Die alten Siedlungsgebiete sind, als der Handel an Bedeutung zunahm, von den Abhängen des Hügellandes zum Donaustrom hin gewachsen. Erst mit der Industrialisierung kam es zu einer Ausweitung nach Osten. „Kulturlandschaft“ und „Stadtlandschaft“ sind hier im Gemeindegebiet unmittelbar benachbart.

Geologie und Geomorphologie

Der nordwestliche Teil des Gemeindegebietes wird von der Böhmisches Masse gebildet, einer Rumpflandschaft aus kristallinem Gestein (Gneise, Glimmerschiefer, Amphibolite) mit karger Humusaufgabe und kalkfreien Felsbraunerden. Das Gebiet ist hauptsächlich von Wald bedeckt. Das Donaubett ist darin tief eingeschnitten, und auch die einmündenden Bäche sind durch schluchtartige Täler charakterisiert. Im Osten wird die Böhmisches Masse von Donauschottern überla-

gert, da sie durch Gesteinsverschiebungen so tief abgesunken ist.

Im Tertiär erstreckte sich das Molassemeer aus dem Wiener Becken bis an den Rand des Mittelgebirges der Böhmisches Masse, und es kam bis zu diesem Bereich zu Ablagerungen von Sedimenten wie Ton, Schlier und Tegel, aber auch zur Bildung von Braunkohle, die im 18. Jahrhundert bei Thallern abgebaut wurde (SOHM 1995). Auf diesen Ablagerungen bildeten sich die grauen und braunen Auböden, die günstig für landwirtschaftliche Nutzung sind. Nach dem Meeresrückzug hat die Donau in den folgenden Eiszeiten zur weiteren Überformung der Landschaft wesentlich beigetragen. In den Kaltzeiten erfolgten entlang der Flussterrassen Schotteranlagerungen, die in den Warmzeiten teilweise wieder abgetragen wurden. So wurden die Kremsterrasse, 65 m über der Donau (FINK 1976), heute noch bei der Schießstätte zu sehen, oder die Mindel-Terrasse (17 m über der Donau), auf der sich die Steiner Frauenbergkirche und die Kremser Gozzoburg befinden, geschaffen. Außer der Niederterrasse sind alle Terrassen von Löß bedeckt, ein feiner Staub, der in der Eiszeit aus vegetationslosen Bereichen ausgeblasen und über weite Strecken windverfrachtet wurde. Im Nordosten von Krems kam es zu teilweise sehr mächtigen Ablagerungen. Durch seine Porosität und Kapillarität besitzt Löß eine gute Luftzirkulation und hohes Wasserspeichervermögen. Dies und hohe Mineralstoffreserven in Verbindung mit organischer Substanz bedingen eine hohe Bodenfruchtbarkeit der Böden (Schwarzerden, Parabraunerde). Die Lösslandschaft bietet ein leichtwelliges Erscheinungsbild, doch ist sie auch von tiefen Erosionsrinnen durchzogen, deren Wände die Schichtung des Lösses zeigen (z.B. Wolfsgraben).

Klima

Das Klima von Krems wird einerseits durch die Öffnung des Donautals nach Osten stark pannonisch beeinflusst und ist deshalb sehr mild, andererseits gehören Teile im Nordwesten klimatisch zum rauheren Klima des Waldviertels. Schon im Stadtgebiet selbst lässt sich ein Gradient zwischen den trockenen warmen Hängen der Altstadt, den heiß-trockenen Felswänden in Stein und dem feucht-kühlen Bereich entlang der Donau, im Reisperbach- und Alauntal legen (ROZANEK 1996). Die Hauptwindrichtung des Untersuchungsgebietes ist West bis Nordwest mit verhältnismäßig hohen durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten von 2,8 m/sec (BRENNER 1995) durch die Düsenwirkung am Ende des engen Donautals. Im Winter weht der Wind aber zeitweise auch aus dem Osten, was Geruchsbelästigungen aus dem Industriegebiet der Stadt Krems hervorruft.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt 9-10°C (NÖGRR 1997) und sinkt in den höher gelegenen Ortsteilen naturgemäß ab. Es werden durchschnittlich 54 Frostwechseltage (mindestens einmalige Unterschreitung des Gefrierpunktes) gezählt. Von Anfang April bis Ende Oktober herrscht kein Frost. Die Tagesmitteltemperatur von 5°C wird ab 6. November bis 21. März unterschritten. Die Jahressumme der Sonnenscheinstunden beträgt zirka 1.840. Im Frühling und Herbst werden ungefähr 40% der maximalen Sonnenscheindauer erreicht, im Sommer 55-60%, im Winter nur 25% bedingt durch häufigen Nebel (160 Stunden; GARGER 1989).

Ein weiterer klimatisch wesentlicher Faktor ist die Donau. Durch das Kraftwerk in Altenwörth reicht der Rückstau bis Krems. Dadurch könnte die Nebelbildung zusätzlich verstärkt worden sein (BRENNER 1995). Die Niederschlagssumme ist im Vergleich zum Bundesdurchschnitt mit 521 mm sehr gering. Niederschlag fällt durchschnittlich an 100 bis 125 Tagen im Jahr (mit 60% des Niederschlags in der Hauptvegetationsperiode im Sommer), oft als Gewitter, die Starkregen und Erosion verursachen. Gering ist die Zahl der Tage (12) mit Schneefall (GARGER 1989).

Vegetation

Das Untersuchungsgebiet ist schon seit Jahrtausenden besiedelt und landwirtschaftlich vor allem durch Weinbau genutzt. Daher ist die ursprüngliche, natürliche Vegetation nur mehr in kleinen Nischen vorhanden. Dafür wurde eine Kulturlandschaft geschaffen, die sich vor allem durch ihre Ökotosituation zwischen pannonischer und submontaner Vegetation des Waldviertels auszeichnet. Durch Zerstörung von kleinräumigen Kulturlandschaftssystemen, durch intensivierte Flächennutzung, Ausräumung der Landschaft und Umwidmung von Flächen sind in den letzten hundert Jahren laut Untersuchungen von SPENLING & ZIMPRICH (1981) 135 Arten verloren gegangen, darunter 56 Arten auf trockenen Standorten, 36 auf Acker- und Ruderalstandorten und 43 Arten in Feuchtbiotopen. Das sind 13% des Artenbestandes der Kremser Flora.

Die potentiell natürliche Vegetation würde hauptsächlich ein geschlossenes Waldgebiet aus zonalen Eichen-Hainbuchenwäldern, kleinräumigen Schluchtwäldern und Auwäldern darstellen. Reste von natürlicher Vegetation findet man in den Schluchtwäldern im Nordwesten, die zu steil für die Nutzung waren. Hier wachsen vor allem Buchen (*Fagus sylvatica*), Winterlinden (*Tilia cordata*) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Die wärmeren Lagen sind durch Eichen-

Hainbuchen-Mischwälder mit Flaumeiche (*Quercus pubescens*), Traubeneiche (*Quercus petraea*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*) geprägt. Das zweite geschlossene Waldgebiet ergeben die Donau begleitende Auwälder. Sie sind durch den Kraftwerksbau in Altenwörth aber teilweise vom Grundwasser abgetrennt oder werden intensiv forstlich genutzt. Bedingt durch das trockene Klima und durch flachgründige Felsstandorte stellen auch Trockenrasen eine, wenn auch flächenmäßig bescheidene Form der baumfreien natürlichen Vegetation dar. Auch sie sind durch Aufforstungen, z.B. mit Robinien, bedroht. Ein weiteres Refugium für Wildpflanzen und vor allem Insekten bieten die Hohlwege, die durch Erosion im Löß gebildet wurden. Sie haben ein eigenes kühlfeuchtes Klima durch den dichten Bewuchs und das Blätterdach der Bäume hoch über der Wegsohle. Beispiel dafür ist z.B. der Armesündergraben oder der Wolfsgraben (LANIUS 1995, ROZANEK 1996).

Durch die lange Besiedlung veränderte sich die Artenzusammensetzung durch die menschliche Nutzung. Für Ackerbau und Beweidung wurde der Wald zu Gunsten einer offenen Landschaft zurückgedrängt und Ruderal- und Segetalgesellschaften wanderten vor allem aus dem Mittelmeerraum ein. Die Rolle der Viehwirtschaft erkennt man heute noch in Namen wie Viehtrift, Kuhberg. Mit dem Weinbau kam es zu einer neuerlichen anthropogenen Überformung der Landschaft durch Errichtung der Weinterrassen mit ihren Trockensteinmauern.

Fauna

Durch die Umwandlung der Landschaft von einem geschlossenen Waldgebiet in eine Art Park- oder Steppenlandschaft, wie sie in Osteuropa und Mittelasien vorkommt, wurde Bewohnern dieser Trockengebiete (Ziesel, Lerche) das Einwandern in Ostösterreich ermöglicht. Auch wärmeliebende Arten wie der Bienenfresser oder die vielen thermophilen Insekten an Trockenstandorten können in Krets gefunden werden. Vor allem Tiere, die in diesem Bereich ihre Verbreitungsgrenze haben, sind sehr empfindlich auf Eingriffe in ihre Areale oder Verinselung ihrer Verbreitungsgebiete. Erfreulich ist in diesem Zusammenhang die Wiederansiedlung des Bibers in den Donauauen.

Historische Entwicklung

Die ältesten Siedlungsspuren reichen in die Altsteinzeit zurück. Vor einigen Jahren wurde die „Venus vom Galgenberg“, eine zirka 32.000 Jahre alte Frauen-

statuette gefunden. Kontinuierliche Besiedelung konnte ab 4.000 v. Chr. bis in die Römerzeit nachgewiesen werden. Gegenüber dem Römerlager Favianis gab es in Krems eine Besiedelung durch slawische Stämme, wie Ausgrabungen eines Gräberfeldes in der Altstadt beweisen. Die erstmalige urkundliche Erwähnung erfolgte am 16. August 995 als „*orientalis urbs, quae dicitur Chremisa*“. Der befestigte Bereich des hohen Marktes wurde rasch ausgebaut und schon um 1050 n.Chr. siedelten Kaufleute rund um eine Fluchtburg. Hier befand sich auch die Münzstätte, in der von 1130 bis 1190 der Kremser Pfennig geprägt wurde.

Im Zuge der Stadterweiterung wurde die Burg im 13. Jahrhundert an den Bürger Gozzo verkauft, nach dem sie auch heute noch benannt ist. Bis zum Ende des 15. Jahrhunderts erreichte Krems jene Ausdehnung, die durch Reste der Stadtmauern und Stadttore bis heute belegt ist. Ähnlich war die Entwicklung von Stein, das urkundlich 1072/1091 erwähnt wurde und so wie Krems am Ende des Mittelalters eine stark befestigte Stadt war. Beide Stadtgemeinden waren Wirtschaftszentren an der Donau, deren Wohlstand auf dem Weinbau sowie dem Eisen- und Salzhandel beruhte. 1305 erhielten beide Städte – Krems und Stein – ein gemeinsames Stadtrecht, das sie bis 1849 als Doppelstadt verband. Bedeutende Privilegien wie die Bauerlaubnis für eine Donaubrücke 1463 unterstützten die Sonderstellung. Weltliche und sakrale Bauwerke des Hoch- und Spätmittelalters, der Renaissance und des Barocks zeugen vom Wohlstand der Bürger und wurden trotz Kriegen und Katastrophen immer wieder aufgebaut. Erst nach der Revolution 1848 änderte sich das mittelalterliche Stadtbild durch die Schleifung der Stadtmauern und die Erweiterung des Stadtgebietes. Krems und Stein wuchsen zusammen, und es entstanden in diesem Bereich wie auch im Kremstal erste Industriebetriebe. Weiteres Bauland wurde durch die Zuschüttung eines Donauarmes außerhalb der südlichen Stadtmauer, die Errichtung des Schutzdammes und die Einwölbung des Mühlbaches Ende des 19. Jahrhunderts (KARNER 1991) geschaffen.

Bevölkerungsentwicklung

Mit einer Einwohnerzahl von 23.289 Personen mit Hauptwohnsitz und 4.875 Personen mit Zweitwohnsitz (Stand 10. 08. 1999) gilt Krems laut WURZER (1978) als zentraler Ort der Stufe V (Viertelhauptstadt). Das Stadtgebiet ist durchschnittlich mit 505 Einwohner pro km² besiedelt, wobei die Auegebiete im Südosten und die Waldgebiete im Nordwesten mit fast einem Drittel der Gesamtfläche nicht zum Dauersiedlungsraum gehören. Von den Einwohnern sind 51,9% weiblich und

48,1% männlich. Der Anteil der Kinder und Jugendlichen (von 0 bis 15 Jahren) an der Gesamteinwohnerzahl beträgt nur mehr 12,9% und hat sich seit 1981 von 17,8% um 4,9 Prozentpunkte verringert. Der Anteil der über 60-jährigen ist von 21,5% im Jahr 1981 auf 23,5% im Jahr 1991 gestiegen. Dadurch wird eine zunehmende Überalterung der Gesellschaft bewirkt. Laut der ÖROK-Bevölkerungsprognose (ÖROK 1994) ist in Krems von 1991 bis 2001 mit einer Abnahme der Einwohnerzahlen um 393 Personen (-1,7%) zu rechnen. 1991 waren in Krems 9.696 Privathaushalte mit 2,3 Personen pro Haushalt registriert. In der Dekade von 1991 bis 2001 ist mit einem Anstieg um 650 Haushalte (+6,7%) zu rechnen.

Wirtschaft

Die Industrie ist der stärkste Wirtschaftszweig im Gebiet mit einem Anteil von 27,3%, gefolgt vom Dienstleistungsbereich mit 23% (ÖSTAT 1991). Mit 43% aller Beschäftigten stellt die Eisen und Metall verarbeitende Industrie den größten Sektor dar, gefolgt von chemischer Industrie und Textilindustrie. Das Industrie- und Gewerbegebiet befindet sich im Osten der Stadt in einer ehemaligen Aulandschaft des linken Donauufers benachbart zum Kremser Hafen. Durch den Ausbau des Rhein-Main-Donau Kanals wurde und wird eine weitere Steigerung der Betriebsansiedlungen erwartet.

In Krems gibt es 1.575 (Stand: Volkszählung 1991) Arbeitsstätten, wobei die größten Betriebe, die VOEST Krems (1.003 Beschäftigte), die EYBL International AG (750 Beschäftigte) und die Chemie Krems (573 Beschäftigte) sind. 15.200 Beschäftigte finden in der Stadt Arbeit, wobei 9.000 von außerhalb einpendeln, und 3.000 Kremser vor allem nach St. Pölten und Wien zur Arbeit fahren.

Mit 27 Schulen, darunter Volks- und Hauptschulen, Allgemeinbildende Höhere Schulen, Berufsbildende Mittlere Schulen, Pädagogische Akademie, einem Fachhochschulstudienlehrgang für Tourismusmanagement und seit 1995 der Donauuniversität kann man Krems auch als Bildungszentrum der Region bezeichnen.

Verkehr

Im Zuge des Ausbaus des Rhein-Main-Donaukanals wurde durch die Kraftwerkskette und flussbautechnische Sanierungsmaßnahmen die Schifffahrtsrinne sowohl für Personenschifffahrt als auch für den Güterverkehr attraktiv gemacht. Im Kremser Hafen werden mittels Containerverladung jährlich 1,5 Mil-

lionen Tonnen (1998), + 15,3% gegenüber 1997 umgeschlagen. Bahnlinien führen nach Norden über Langenlois nach Horn, nach Osten über Tulln und Stockerau nach Wien (Franz-Josefs-Bahn seit 1872), nach Süden durch das Fladnitztal in die Landeshauptstadt St. Pölten (seit 1889), nach Westen entlang der Donau nach St. Valentin (Donauuferbahn 1909). Krems bildet einen Verkehrsknotenpunkt zwischen Waldviertel, Weinviertel und Alpenvorland. Wichtige Straßenverbindungen verlaufen in westlicher Richtung entlang beider Donauufer durch die Wachau (B3 und B33), nach Osten über Stockerau nach Wien (B3 und A22), nach Nordwesten über Zwettl ins Waldviertel (B37), nach Norden Richtung Langenlois (B218) und Nordosten Richtung Hadersdorf (B35), nach Süden Richtung St. Pölten und Westautobahn (S33). Im Raum Krems-Stein bestehen zwei Straßenbrücken und eine Eisenbahnbrücke über die Donau.

Landwirtschaft

Wein wurde in der Wachau schon seit 2.000 Jahren kultiviert, als die Römer die ersten Rebstöcke in diese Grenzlandregion ihres Reiches brachten. Im Mittelalter wurde der Weinbau durch Klöster zur Hochblüte gebracht. Viele wichtige Klöster hatten Lesehöfe in Krems und Stein z.B. Passauerhof (ARBEITSKREIS ZUM SCHUTZ DER WACHAU 1995). Ein dramatischer Einbruch der Produktion wurde Ende des 19. Jahrhunderts durch die Reblausinvasion ausgelöst. Alte Rebsorten wurden daraufhin durch gepfropfte resistente Neupflanzung mit den heute bekannten Weißweinsorten Grüner Veltliner (Hauptsorte mit 54%), Riesling (11%), Neuburger, Weißburgunder, Muskat Ottonel und den Rotweinsorten Zweigelt und Blauer Portugieser ersetzt (ÖSTAT 1995a). Die meisten Weingärten werden als Hochkulturen bearbeitet, weil das eine optimale Flächenausnutzung bringt, nur noch wenige als Mittelhochkulturen oder Pfahlkultur. Die Weinbaufläche beläuft sich zirka auf 1.000 ha und wird in 10 Weinbaufluren (Pfaffenberg, Kremsleithen, Sandgrube, Goldberg, Kogl, Sommerleithen, Thalland, Pulverturm, Herrentrost, Frauengrund) aufgeteilt. Im milden Klima und verstärkt durch die künstlichen Terrassen werden mittels hohem händischem Arbeitseinsatz von 566 Weinbaubetrieben (nur 71 im Haupterwerb) Erntemengen von durchschnittlich 5.900.000 Liter Wein erzielt.

Die übrigen landwirtschaftlichen Betriebe werden ebenfalls hauptsächlich im Nebenerwerb geführt. In den Niederungen und klimatisch kühleren Gebieten gedeihen Gemüse, Weizen, Gerste, Mais, Luzerne und Kartoffel, soweit der Wasserbedarf gedeckt werden kann. Grünlandwirtschaft findet man an den

Hängen, an weit von den Ortschaften entfernten Parzellen und wo zu starker Grundwassereinfluss Ackerbau unmöglich macht. In Gunstlagen werden außer Weinstöcken auch Marillen-, Äpfel- und Pfirsichkulturen gepflanzt. Forstwirtschaftliche Nutzfläche befinden sich in den nordwestlichen und südöstlichen Waldgebieten.

Methodik

(ausführlicher bei KÖLLERSBERGER 2001, Begriffsdefinitionen in Anlehnung an MAIER et al. 1997)

Systemgrenzen

Zur systematischen Betrachtung des Untersuchungsgebietes, dessen Systemgrenze, gegeben durch die Fläche des Gemeindegebietes der Stadt Krems, nicht natürlichen Abgrenzungen folgt, sondern künstlich angenommen wurde, ist die Schaffung einzelner Prozesse von Vorteil. Behandelt wurden die Prozesse Anthroposphäre (bis 1.000 m über der Bodenoberfläche), Vegetation und Pedosphäre (bis 1 m Bodentiefe). Ihnen zugeordnet und extra behandelt sind die Stadt, die Landwirtschaft und Viehzucht.

Grundlagen und Datenerhebung

Eine der Grundlagen der Datenerhebung bildeten die in den Jahren 1993-1995 durchgeführten Untersuchungen zur Erstellung einer Biotopkartierung im Maßstab 1:5000 (LANIUS 1995). Weiteres Informationsmaterial ergab sich durch Recherche vor Ort beim Vermessungsamt, beim Abfallwirtschaftsamt, beim Wasserwerk und der Kläranlage, aus der amtlichen Statistik (ÖSTAT), aus Daten der österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK), aus dem Internet und aus Literaturrecherche.

Subsystemklassen und Subsystemen

Für weitere Berechnungen zu dieser Arbeit wurden die Daten der Biotoptypen (LANIUS 1995) zu Subsystemen neu geordnet und diese wiederum zu übergeordneten Subsystemklassen zusammengefasst. Dabei wurde zusätzlich die „Grundstücksdatenbank Regionalinformation“ (VERMESSUNGSAMT KREMS) zur

Kontrolle der Ergebnisse herangezogen.

Subsysteme sind räumlich abgegrenzte Ökosysteme, die sich durch gleiche Nutzung oder ähnliche ökologische Charakteristik auszeichnen. Ihre Fläche kann zusammenhängen oder aus Einzelflächen zusammengesetzt sein. Ein Subsystem kann einen Biotoptyp nach HOLZNER (1994) oder auch mehrere Biotoptypen beinhalten. Einteilungskriterium ist die Nutzung. Welche Biotoptypen welchen Subsystemen zugeordnet wurden, ist bei KÖLLERSBERGER (2001) ersichtlich.

Deckungsgrad der Vegetation

Zur genaueren Berechnung der Biomasse und der Nettoprimärproduktion in den Subsystemen wurde anhand von eigenen Schätzwerten, Angaben über Zusatzstrukturen in der Biotopkartierung und nach den Studien von Wien, Bisamberg (MAIER et al. 1996, 1997) und Ptuj (PAVLICEV 1998), den Untersuchungsflächen ein bestimmter Deckungsgrad (Grünanteil) zugeordnet. Dieser bezieht sich auf das Verhältnis Grünfläche zu offener bzw. versiegelter Fläche des Subsystems und wird durch die Verteilung von Baum-, Strauchschicht (Kronenprojektionsfläche) und Kraut- bzw. Grasschicht definiert. Die Gesamtdeckung ergab sich aus der Summe dieser Komponenten. Wald, Ackerflächen, Wiesen und Brachen weisen fast maximale Deckung auf, der Deckungsgrad der Gewässer wurde durch die Einbeziehung der Uferbereiche bestimmt. Weinstöcke und Feldfrüchte wurden als Sonderflächen definiert. Daher weisen Weingärten einen 50%igen Sonderflächenanteil auf, gefolgt von im Weingarten wild oder gepflanzt wachsenden Bäumen (3%) und Sträuchern (2%) und einer schwachen Krautschicht. Die Vernichtung des Unterwuchses macht sich durch einen hohen Prozentsatz an unproduktiver Fläche (42%) bemerkbar. Bei Ackerflächen ist fast die gesamte Anbaufläche von Feldfrüchten bedeckt, wodurch ein Sonderflächenanteil von 97,5% definiert wurde. Auf Basis dieser Werte wurde der Gesamtdeckungsgrad der einzelnen Subsystem berechnet (ausführlich bei KÖLLERSBERGER 2001).

Biomasse und Nettoprimärproduktion (NPP): Die lebende **Biomasse** ist unter anderem deshalb ein wichtiges Charakterisierungsmerkmal eines Subsystems, weil sie durch ihre Strukturierung (Oberflächenvergrößerung durch das Blätterdach), ihre Verdunstungs- und Wasserhaltekapazität das Mikroklima beeinflusst. Da sich Krems im wesentlichen im gleichen vegetations-geographischen Raum wie Wien befindet, konnten die Werte der Biomasse/m² aus der Wien- und Bisambergstudie (DÖRFLINGER et al. 1995, MAIER et al. 1996, 1997) übernommen

werden. Die subsystemspezifischen Biomassewerte wurden mit der Fläche der Subsysteme multipliziert, um damit die Biomasse der Subsysteme zu definieren (s. KÖLLERSBERGER 2001). Verkehrsflächen werden mit Biomassewerten der Straße gerechnet, da der größte Anteil des Bahngeländes der Frachtenbahnhof ist, der als Industrieareal nicht so hohe Biomassewerte wie Bahngleise im Freiland hat. Bei den Wiesen wurde trotz sehr verschiedener Typen wie Magerwiese und Fettwiese ein Mittelwert verwendet, da sich die Gesamtfläche Wiese aus ungefähr gleichen Teilen Mager-, Fettwiese und Halbtrockenrasen zusammensetzt. Bei den Bauflächen wurde Wohnmischgebiet und Wohnen mit Garten unterschieden, da gerade die Grünbereiche rund um Häuser einen hohen Baumbestand und damit Biomasseanteil aufweisen.

Die **Nettoprimärproduktion** (NPP) besteht aus jährlichem ober- und unterirdischem Zuwachs der Biomasse (incl. abgestorbenen Anteilen, Wurzelexudaten und Tierfraß). Im natürlichen System werden die Stoffe durch Abbau und erneuten Einbau der Endprodukte im Kreislauf geführt. Durch den Menschen wird künstlich NPP durch Ernte, Mahd, Baumschnitt und Holzgewinnung aus dem natürlichen System entnommen, wodurch organische Substanz verlorengeht, die künstlich durch Düngung wieder zugeführt werden muss, um eine Verarmung des Bodens zu vermeiden. Zur Berechnung der NPP wurden subsystemspezifische Werte (s. KÖLLERSBERGER 2001) auf die gesamte produktive Fläche der Subsysteme hochgerechnet.

Die durch den Menschen angeeignete Nettoprimärproduktion ergibt sich aus der NPP der potentiell natürlichen Vegetation, die ohne menschlichen Einfluss durch Schaffung einer Kulturlandschaft, der zonalen Vegetationsverteilung entsprechend vorkommen würde, abzüglich der in der Natur verbleibenden Biomasse. Die in Krems vorkommende potentiell natürliche Vegetation wurde mit den bei GEISLER (1998) angegebenen Werten berechnet.

Energie

Zur Erstellung einer Gesamtenergiebilanz müssen sowohl natürliche als auch anthropogene Energiequellen und Verbraucher berücksichtigt werden (Details bei KÖLLERSBERGER 2001). Die Gesamtenergiebilanz Q setzt sich aus folgenden Teilbilanzen zusammen:

$$Q = Q_S + Q_M + Q_K + Q_V + Q_H = 0$$

Q_S , die **Gesamtstrahlungsbilanz** ergibt sich durch Addition der kurz- und langwelligen Strahlungsbilanz. Die kurzwellige Strahlungsbilanz ist die Differenz der kurzwelligen Einstrahlung (direkte Sonneneinstrahlung und diffuse Himmelsstrahlung) und der reflektierten kurzwelligen Strahlung; die langwellige Strahlungsbilanz umfasst die Gegenstrahlung der Atmosphäre und die langwellige Wärmeausstrahlung der Körper

Q_M , die **Energie der Biomasse und jährlich durch Pflanzen fixierte Energie** ergibt sich durch Multiplikation des durchschnittlichen Energiegehalts der Biomasse (5,23 MWh/t; LARCHER 1994) mit der Biomasse der einzelnen Subsysteme.

Q_K , die **Konvektion** kann als die Verfrachtung von Energie mit der (erwärmten) Luftmasse bezeichnet werden. Sie wird nicht direkt berechnet, sondern ergibt sich aus dem Rest in der Gleichung.

Q_V , die **Evapotranspirationsenergie** setzt sich aus dem Produkt von konstanter aktueller Evapotranspiration (LIANG 1982: 0,620 t/m²), der Verdunstungsenergie (LARCHER 1984: 688,89 kWh/t) und der Fläche zusammen.

Die Evapotranspiration ist die Wassermenge, welche durch Verdunstung und Transpiration (Wasserdampfabgabe durch die Pflanzen) von der Erde in die Atmosphäre übergeht.

Die Summe der dem Stadtökosystem durch den Menschen zugeführten Energie (Q_H , **Anthropogene Energiezufuhr**) setzt sich aus dem Energiegehalt der Nahrung, der Fäkalien und dem Energiegehalt der fossilen Energie und sonstiger Energieträger zusammen.

Stoffflüsse

Die Anthroposphäre bezieht Energie und Nahrung, eventuell auch Wasser durch Grundwasserströme aus dem Umland und gibt Abwasser, landwirtschaftliche Produkte und Müll ans Umland ab. Baumaterial und Konsumgüter bilden Stofflager. Die Vegetation erhält Kohlendioxid und Energie aus der Atmosphäre und produziert daraus Biomasse, die einerseits über Ernte in die Anthroposphäre eingebracht wird oder als Bestandesabfall in die Pedosphäre gelangt. Stofflager sind die ober- und unterirdische Biomasse. Die Pedosphäre bildet die Senke für HCO₃ und Sauerstoff aus der Atmosphäre, Mineraldünger aus der Anthroposphäre und verschiedenste organische Reste aus der Vegetationsschicht. Das Stofflager im Boden verteilt sich auf Mikroorganismen, Tiere, Streu und Mineralboden. Natürliche Güterlager findet man in der lebenden pflanzlichen Biomasse, in der

Bodenstreuauflage, im Wasserkörper von stehenden und fließenden Gewässern und im Grundwasserkörper. Natürliche Flüsse sind Nettoprimärproduktion, Streuabfall, Niederschlag, Evaporation. Anthropogene Lager sind Energieträger, Baumaterial, Konsumgüter, Mineraldünger und deponierter Abfall. Flüsse sind die Güterflüsse von Haushalten und Industrie, Abfall, Wasserleitungsverluste, Treibstoffe und Abluft aus Produktionsprozessen (ausführlicher KÖLLERSBERGER 2001).

Stickstoff

Stickstoff ist ein bestimmender Faktor der pflanzlichen Produktion, die wiederum die Basis der Nahrungsnetze bildet. Durch das natürlich gebundene Vorkommen des Stickstoffes in Atmosphäre und Gestein, war Stickstoff früher Mangelware. Erst der Einsatz von Mineraldüngern ermöglichte hohe Ernteerträge; dadurch wurden die natürlichen Kreislaufmechanismen überfordert, und es kam zu einer Anreicherung des Stickstoffs in den verschiedenen Bereichen der Ökosysteme. Vom Grad der Anreicherung kann man auf die Natürlichkeit des untersuchten Systems schließen. Nähere Daten zur N-Bilanz sind der Arbeit von KÖLLERSBERGER (2001) zu entnehmen, welche grossteils auf den Kalkulationen von GEISLER (1998) basieren. Es wurden folgende Komponenten berechnet:

Stickstoff in der Atmosphäre

$$N_{\text{Deposition}} + N_{\text{asymbiotische Fixierung}} + N_{\text{symbiotische Fixierung}} = N_{\text{Denitrifikation}} + N_{\text{Nitrifikation}} + N_{\text{Abgasung}}$$

Stickstofflager im Boden

$$N_{\text{Lager Boden}} = N_{\text{Mineralboden}} + N_{\text{Streuauflage}} + N_{\text{Mikroorganismen}} + N_{\text{Bodentiere}}$$

Stickstoffflüsse im Boden

$$N_{\text{Deposition}} + N_{\text{asymbiotische Fixierung}} + N_{\text{symbiotische Fixierung}} + N_{\text{Vegetationsabfall}} + N_{\text{Dünger}} = N_{\text{Denitrifikation}} + N_{\text{Nitrifikation}} + N_{\text{Auswaschung}} + N_{\text{Ernte}} + N_{\text{Aufnahme}} + N_{\text{Lagerzuwachs}}$$

Stickstofflager in der Vegetation

$$N_{\text{Lager Vegetation}} = N_{\text{oberirdische Vegetation}} + N_{\text{unterirdische Vegetation}}$$

Stickstoffaufnahme und Abgabe der Vegetation

$$N_{\text{Aufnahme}} = N_{\text{Vegetationsabfall}} + N_{\text{Ernte}}$$

Wasser

Bei der Erstellung der Wasserbilanz wurde die natürliche und die anthropogene Komponente unterschieden, die getrennt voneinander berechnet werden konnten. Dabei war zu beachten, daß es Wechselwirkungen zwischen beiden Systemen gibt, z.B. durch Trinkwasserentnahme aus dem Grundwasserkörper, anthropogen geförderte Transpiration (Bewässerung, Schwimmbecken), oder vom Menschen ausgelöste Versickerung aus undichten Wasserleitungsrohren.

Die vereinfachte Gesamtbilanz setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

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

Oberirdischer Zufluß (Z_0). Es wurden Angaben von der Wasserstraßen-direktion Niederösterreich (Hr KOLAR, mdl. Mitt.) verwendet, die von der Donau-Pegelmeßstelle Kienstock (westlich von Krems) stammen (s. KÖLLERSBERGER 2001).

Die Berechnung des **Oberirdischen Abflusses (A_0)** erfolgte mittels Werten aus DÖRFLINGER et al. (1995) für urbane und landwirtschaftlich-forstliche Ökosysteme laut Abflußkoeffizienten (vgl. KÖLLERSBERGER 2001).

Die **Versickerung (D_{sp})** erhält man aus der Differenz des Gesamtniederschlaages abzüglich der Evapotranspiration und des Abflusses.

Der **Niederschlag (N_S)** des Untersuchungsgebietes beträgt 521 mm (ZAMG, mündl. Mitt.). Dieser Wert wurde mit der Gemeindefläche multipliziert, um den Gesamtniederschlag des Untersuchungsgebietes zu erhalten. Nicht der gesamte Niederschlag bleibt dem Ökosystem erhalten, sondern es kommt teilweise zu oberirdischem Abfluß und zu Evapotranspiration. Nur ein bestimmter Anteil versickert im Boden und steht der Vegetation zur Verfügung oder gelangt ins Grundwasser.

Für die **Evapotranspiration (ET_0)** wurde ein Wert von 459 mm berechnet (vgl. GARGER 1989, SUKOPP & WITTIG 1993; ausführlicher bei KÖLLERSBERGER 2001).

Die **Anthropogene Komponente A** des Wasserverbrauchs setzt sich, vereinfacht formuliert, aus folgenden Parametern zusammen:

$$A = Z_a + A_a + E_{gw} + V_a + ET_a$$

Zufuhr durch Wasserleitungen Z_a : Die entsprechenden Werte wurden aus einer Studie des WASSERWERK KREMS (1998) entnommen.

Abfuhr durch die Kanalisation A_a : Vom durch das Wasserwerk zugeleiteten Wasser wurde die anthropogen bedingte, verdunstete Menge abgezogen, um jenes Maß an Trinkwasser, das tatsächlich wieder in die Kanalanlagen eingeleitet wurde, zu bekommen. Der Anteil des Regenwassers, der als oberflächlicher Abfluß definiert worden ist, wurde zum Abwasser addiert und der Gesamtwert an Abwasser berechnet.

Grundwasser E_{gw} wird einerseits vom Wasserwerk für die Trinkwasserversorgung entnommen, andererseits haben die meisten großen Betriebe in den letzten Jahren auf ihren Grundstücken Brunnen errichtet, um Brauchwasser für Industrieprozesse zu gewinnen (Wasserwerk Krems, Hr. Hollensteiner, mündl. Mitt). Die zur Berechnung verwendeten Mengenangaben waren Konsensmengen, die beim Wasserwerk Krems erfragt worden sind (vgl. KÖLLERSBERGER 2001).

Unter **anthropogen bedingter Versickerung V_a** ist jener Anteil des Leitungswassers zu verstehen, der durch undichte Leitungen verloren geht. Die entsprechenden Werte wurden der Studie des WASSERWERK KREMS (1998) entnommen.

Anthropogen bedingte Evaporation ET_a ist dadurch bedingt, dass durch Bewässerungsanlagen, Schwimmbecken und Reinigungstätigkeit zusätzlich Wasser an die Erdoberfläche gebracht und der Verdunstung ausgesetzt wird (MAIER et al. 1996; vgl. SPINDELBERGER 1999, KÖLLERSBERGER 2001).

Abfall

1999 wurde vom KREMSEMER ABFALLWIRTSCHAFTSAMT die „Statistik zur Kremser Abfallwirtschaft“ herausgegeben, die sich mit der Zusammensetzung des städtischen Mülls seit 1993 beschäftigt. Abfall wurde dabei grob unterteilt in Restmüll und Altstoffe. Es wurde darin auf Abfallmengen, Altstoffzusammensetzung und Verteilung der Sammelzentren eingegangen. Die Ergebnisse wurden übernommen und teilweise durch eigens erstellte Grafiken ergänzt (s. KÖLLERSBERGER 2001).

Gesamtgüterbilanz

Boden: Streu, Humus, Tiere, Mikroorganismen. Diese natürlichen Lager wurden mittels für die einzelnen Subsysteme festgesetzten Koeffizienten nach Daten von PAVLICEV et al. (2000) berechnet (s. KÖLLERSBERGER 2001).

Landwirtschaft: Für die Berechnung der landwirtschaftlichen Produktionsdaten standen Daten aus der „Landwirtschaftlichen Betriebszählung“ (ÖSTAT 1995a) zur Verfügung. Ernte wurde aufgeteilt in Stroh/Blatt und Körnerernte.

Durchschnittliche Ernteerträge sind bei KÖLLERSBERGER (2001) zu finden. Zur Kontrolle konnten Angaben über die Verkaufsmenge des Lagerhauses herangezogen werden. Die durchschnittliche Produktionsmenge des Weins wurde aus der Broschüre Krems in Daten entnommen.

Nahrung: Sie wird errechnet aus dem durchschnittlichen Nahrungsverbrauch eines Österreicherers (ÖSTAT 1995b), indem man mit der Anzahl der Einwohner mit Hauptwohnsitz multipliziert (s. KÖLLERSBERGER 2001).

Baumaterialien: Häuser und Verkehrsflächen bilden im Stadtökosystem ein Güterlager. Aus der „Häuser- und Wohnungszählung“ (ÖSTAT 1995c) wurde die durchschnittliche Wohnfläche pro Einwohner und die Fläche der Arbeitsstätten entnommen. Diese wurde mit der durchschnittlichen Gebäudehöhe multipliziert und über die durchschnittliche Wohnbaudichte das Gewicht der Häuser errechnet. Für Verkehrsflächen wurde ein durchschnittliches Gewicht von 1 t/m^2 angenommen (BRUNNER 1994).

Konsumgüter: Der Verbrauch konnte nur geschätzt werden. Es wurden Vergleichsdaten aus DÖRFLINGER et al. (1995) und PUNZ et al. (1996) verwendet (s. KÖLLERSBERGER 2001). Als Kontrollgrößen dienten die Daten aus der Abfallbilanz von Krems.

Ökologischer Fußabdruck

Der ökologische Fußabdruck nach WACKERNAGEL & REES (1997) macht sichtbar, wieviel biologisch produktive Fläche notwendig ist, um einen gegebenen Lebensstil dauerhaft aufrecht erhalten zu können. Er errechnet sich aus dem Produkt des Pro-Kopf-Verbrauchs einer durchschnittlichen Person und der Einwohnerzahl des Untersuchungsgebietes. Diese Werte weisen, je nach kulturellen, geographischen und klimatischen Bedingungen, unterschiedliche Größen auf. Der nationale Verbrauch ist die Summe aus Produktion und Importen, abzüglich der Exporte. Die benötigte produktive Fläche ist die Summe aller Teilflächen, die von den Konsumgütern einer Person für Nahrung, Trinkwasser, Wohnung, Kleidung, Energie, Transport, Dienstleistungen belegt werden. Je nach Hauptkonsumkategorie wird bestimmtes Land in Rechnung gestellt. Für den Fossilenergieverbrauch wird die Fläche gezählt, die zum Abbau des freiwerdenden CO_2 benötigt wird. Die Siedlungsfläche entspricht dem überbauten Land, Nahrung wird mit landwirtschaftlicher Fläche gleichgesetzt, und Forstprodukte (wie Baustoffe oder Brennholz) beziehen sich auf die Waldfläche. Weiters wird auch versucht die graue Energie, die in der Produktion von Konsumgütern und

der Aufrechterhaltung von Dienstleistungen steckt, miteinzubeziehen.

Berechnet auf die heutigen Weltbevölkerungszahlen und die vorhandene biologisch produktive Fläche stehen nach WACKERNAGEL & REES (1997) jedem Erdenbürger 2 ha Fläche (1,45 ha fruchtbares Land und 0,55 ha produktive Meeresfläche) zur Verfügung. Durch Globalisierung kam es zu einer weltweiten Vernetzung und Verlagerung der Produktionsflächen für Energie, Nahrungsmittel und Rohstoffe aus den Industriestaaten in die Entwicklungsländer. Dafür macht der Fußabdruck für die reichen Staaten jetzt im Schnitt 3 bis 6 ha aus, was auf der anderen Seite in den Entwicklungsländern fehlt.

Durch Berechnung des ökologischen Fußabdruckes für die Einwohner einer Stadt und Vergleich mit der tatsächlichen Gemeindefläche kann man auf den Anteil der Selbstversorgung und Möglichkeiten der Autarkie schließen.

Ergebnisse

Subsystemgliederung

Die Verteilung der Subsysteme bzw. Subsystemklassen ist aus Tabelle 1 sowie den Abbildungen 1, 2 und 3 ersichtlich. Zwei Drittel der Stadtgemeinde Krems werden von den land- und forstwirtschaftlichen Subsystemen eingenommen; diese umfassen die großen Ackerbaugebiete im Nordosten, die Weingärten und Obstgärten an den Lösshängen und die Waldgebiete im Nordwesten und Südosten. Dazwischen breitet sich auf rund 19% der Fläche der Dauersiedlungsraum aus (s. KÖLLERSBERGER 2001).

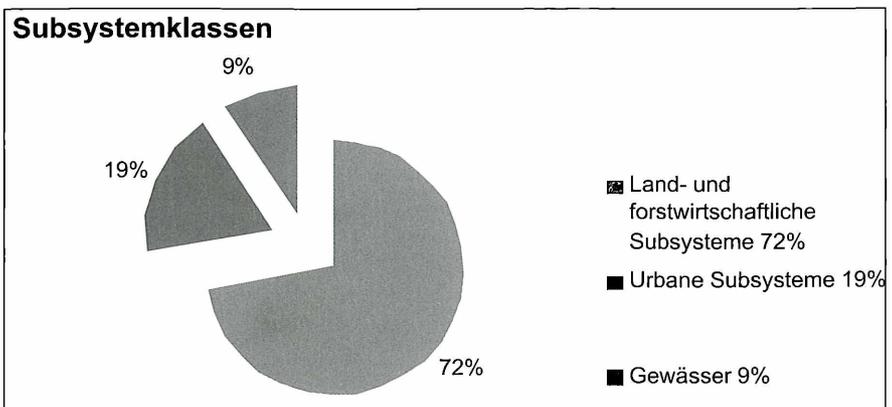


Abb. 1: Flächenanteile der land- und forstwirtschaftlichen und der urbanen Subsysteme des Untersuchungsgebietes (im Uhrzeigersinn von oben)

Subsystem	Fläche in m ²	Fläche in ha
Land- und forstwirtschaftliche Subsysteme		
Ackerflächen	5.830.234,24	583,02
Weingärten	10.206.114,68	1.020,61
Gärten	1.637.171,56	163,72
Wiesen	1.768.903,62	176,89
Brachen	2.844.209,32	284,42
Wälder	15.078.975,83	1.507,90
	37.365.609,25	3.736,56
Urbane Subsysteme		
Bauflächen gesamt	5.202.103,34	520,21
Wohnmischgebiet	2.972.115,82	297,21
Wohnen mit Garten	2.229.987,52	223,00
Erholungsflächen	1.679.794,85	167,98
Verkehrsflächen	2.799.280,86	279,93
	9.681.179,05	968,12
Gewässer	4.702.901,65	470,29
Summe gesamt	51.749.689,95	5.174,97

Tab. 1: Subsysteme und Subsystemklassen der Stadt Krems

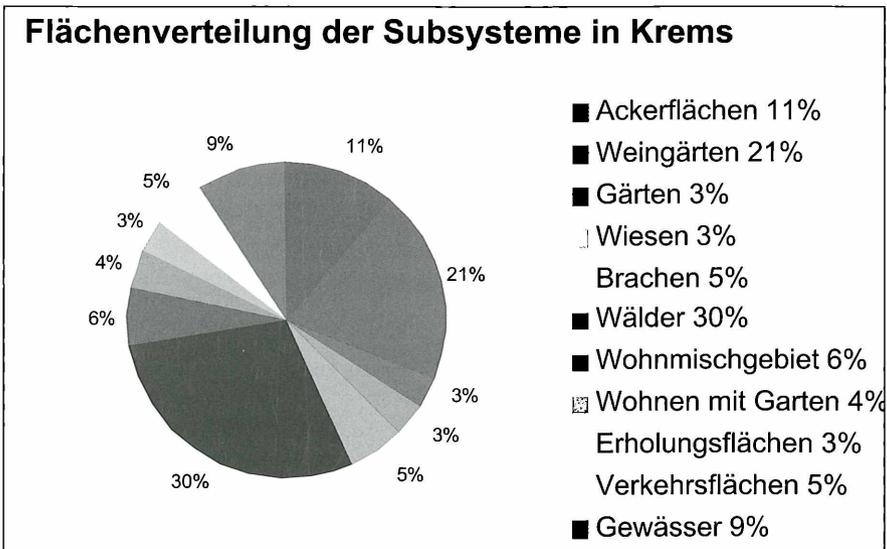


Abb. 2: Anteilsmäßige Verteilung der Subsystemflächen (im Uhrzeigersinn von oben)

Deckungsgrad der Vegetation, Biomasse und Nettoprimärproduktion

Der Deckungsgrad für die verschiedenen Subsysteme ist in Tabelle 2 ersichtlich; der durchschnittliche Deckungsgrad im Untersuchungsgebiet beträgt 71,36%.

Subsystem	Fläche in m ²	Fläche in ha	Deckungsgrad in %	Vegetationsfläche in m ²
Land- u. forst-wirtsch. Subsysteme				
Ackerflächen	5.830.234,24	583,02	98,00	5.713.629,56
Weingärten	10.206.114,68	1.020,61	58,00	5.919.546,51
Gärten	1.637.171,56	163,72	54,10	885.709,81
Wiesen	1.768.903,62	176,89	99,90	1.767.134,72
Brachen	2.844.209,32	284,42	96,40	2.741.817,78
Wälder	15.078.975,83	1.507,90	99,90	15.063.896,85
-Urbane Subsysteme				
Wohnmischgebiet	2.972.115,82	297,21	32,60	968.909,76
Wohnen mit Garten	2.229.987,52	223,00	74,70	1.665.800,68
Erholungsflächen	1.679.794,85	167,98	81,00	1.360.633,83
Verkehrsflächen	2.799.280,86	279,93	14,50	405.895,72
Gewässer	4.702.901,65	470,29	9,30	437.369,85
Summe gesamt	51.749.689,95	5.174,97		36.930.345,08

Tab. 2: Deckungsgrad der Vegetation

Biomasse: Der Wald stellt mit 514.733 t das an Biomasse reichste Subsystem dar. Darauf folgen die Bauflächen mit 24.849 t und die Erholungsflächen mit 17.416 t. Brachen haben durch die dichte Vegetationsdecke mit 20.563 t ebenfalls relativ hohe Biomassewerte. Die geringe Biomasse der landwirtschaftlichen Subsysteme – Äcker mit 11.998 t und Wiesen mit 2827 t – lässt sich daraus erklären, dass der Grossteil der Biomasse jährlich entnommen wird und wieder von Neuem heranwachsen muss. Mit 852 t haben die größtenteils versiegelten Subsysteme der Verkehrsflächen die geringste Biomasse; bei den Gewässern ist in dem errechneten Wert von 656 t der produktive Uferstreifen mit einbezogen (vgl. Abb. 4).

Subsysteme in Krems

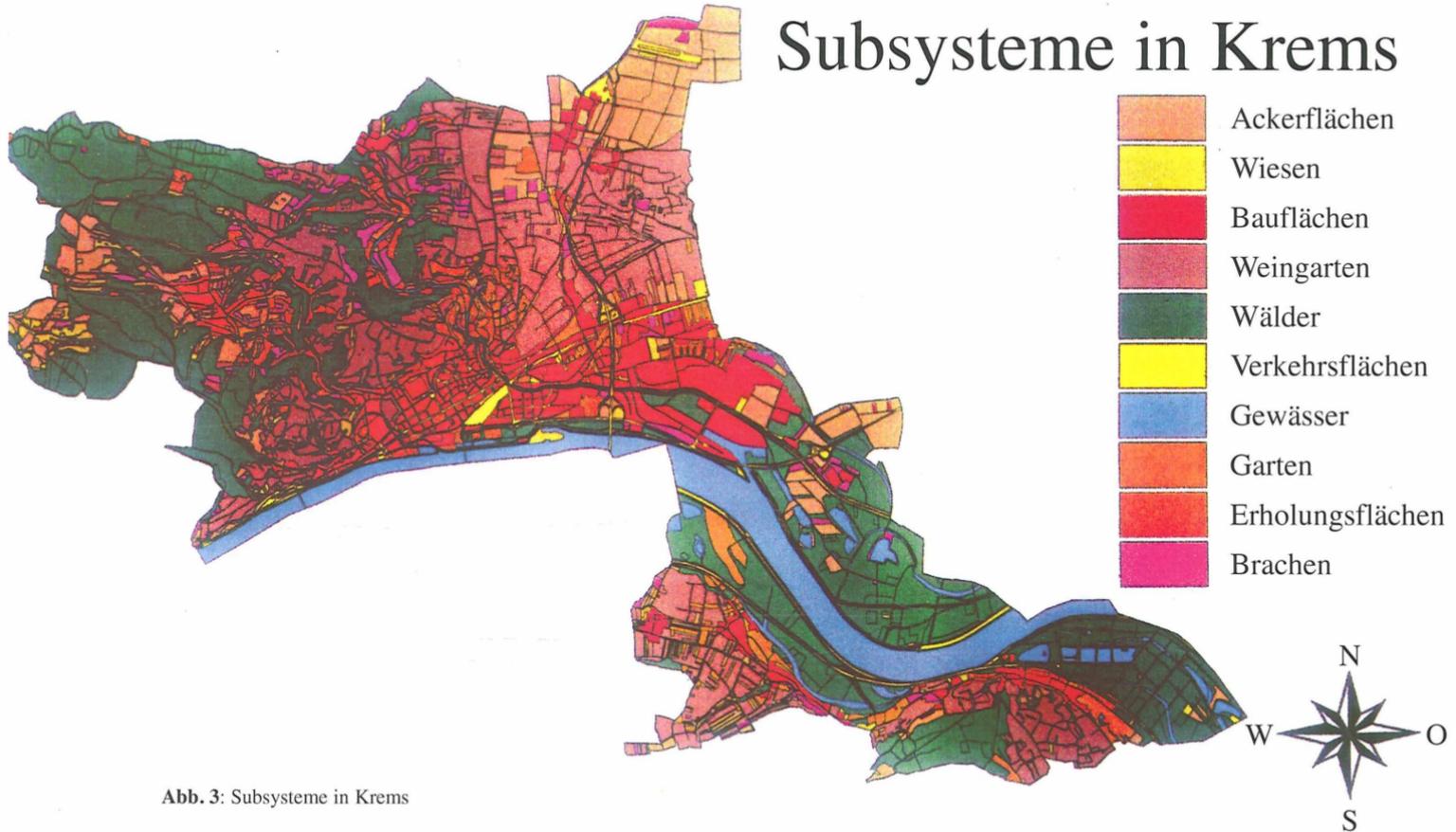


Abb. 3: Subsysteme in Krems

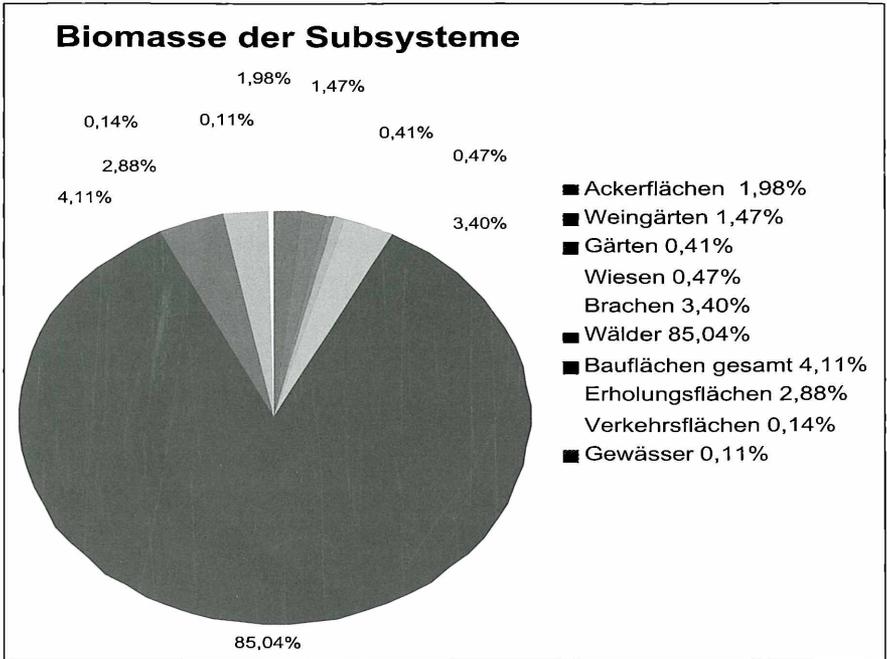


Abb. 4: Prozentueller Anteil der Biomasse in einzelnen Subsysteme an der Gesamtbiomasse (im Uhrzeigersinn von oben)

Subsystem	Gesamtbiomasse (kg)
Ackerflächen	11.998.622,07
Weingärten	8.879.319,77
Gärten	2.479.987,48
Wiesen	2.827.415,55
Brachen	20.563.633,38
Wälder	514.733.355,51
Bauflächen gesamt	
Wohnmischgebiet	4.360.093,91
Wohnen mit Garten	20.489.348,33
Erholungsflächen	17.416.113,00
Verkehrsflächen	852.381,02
Gewässer	656.054,78
Summe gesamt	605.256.324,80

Tabelle 3: Biomasse der Subsysteme

Nettoprimärproduktion (NPP): Im oberen Produktionsbereich liegen Wälder mit 26.087 t und Ackerflächen mit 12.069 t. Auf Bauflächen ist die NPP mit 1.456 t zu veranschlagen, auf Straßen mit 560 t (vgl. Abb. 5, Tab. 4).

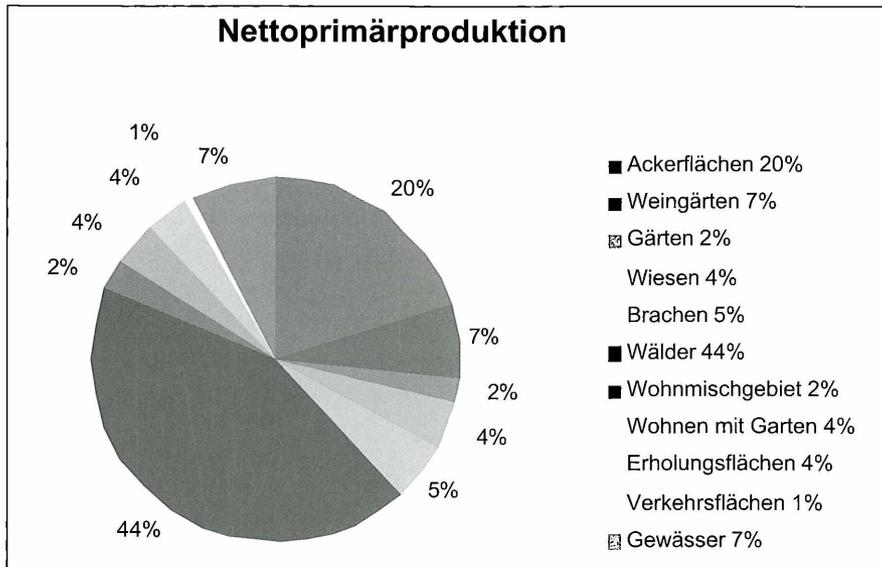


Abb. 5: Nettoprimärproduktion der einzelnen Subsysteme (im Uhrzeigersinn von oben)

Subsystem	GesamtNPP in t
Land- und forstwirtschaftliche Subsysteme	
Ackerflächen	12.069
Weingärten	4.082
Gärten	1.293
Wiesen	2.476
Brachen	3.299
Wälder	26.087
Wohnmischgebiet	1.456
Wohnen mit Garten	2.564
Erholungsflächen	2.150
Verkehrsflächen	560
Gewässer	4.515

Tab. 4: Nettoprimärproduktion der einzelnen Subsysteme in t

Energie

Die natürliche Strahlungsbilanz für das Gemeindegebiet von Krems ergibt 41.486,96 GWh. Von den Pflanzen werden 3.482,18 GWh fixiert. Die gesamte anthropogene Energie setzt sich aus Energieträgern, Nahrung und Atmung zusammen und ergibt 19.093,33 GWh. Die Verteilung des Energieverbrauchs nach Energieträgern ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Verdunstungsenergie wurde mit 16.363,28 GWh berechnet.

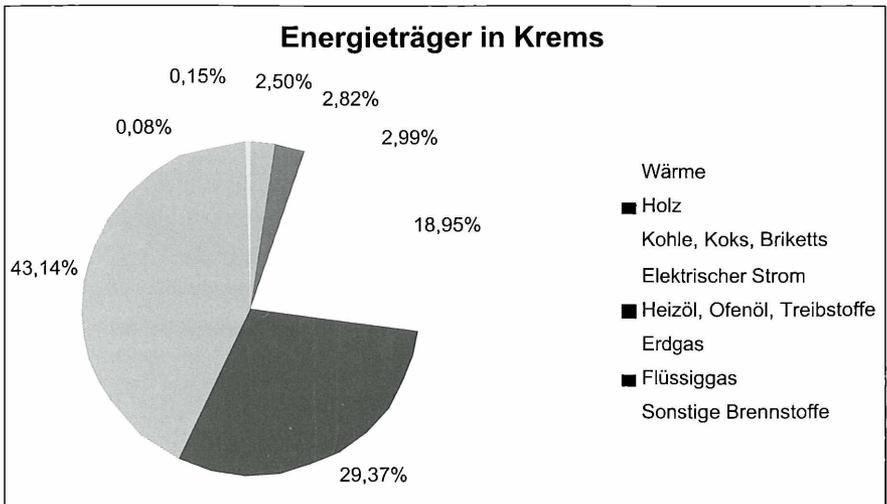


Abb. 6: Prozentuelle Darstellung des Energieverbrauches nach Energieträgern in Krems

Stoffflüsse

Stickstoff (nur landwirtschaftliche Subsysteme)

Die Ergebnisse für die Stickstoffbilanz im Boden wurden für die einzelnen Prozesse separat berechnet: detaillierte Ergebnisse sind der Arbeit von KÖLLERSBERGER (2001) zu entnehmen. Zusammenfassend sind hier die wichtigsten Werte als Bilanzgleichungen nach dem Schema von GEISLER (1998) wiedergegeben (Angaben in t/a).

Austrag aus der Atmosphäre

$$N_{\text{Deposition}} (35,42) + N_{\text{asymbiontische + symbiontische Fixierung}} (15,84) = 51,26$$

Eintrag in die Atmosphäre

$$N_{\text{Denitrifikation}} (2,7) + N_{\text{Nitrifikation + Abgasung}} (14,72) = 17,42$$

$$\text{Bilanz Atmosphäre (Austrag – Eintrag)} = 33,84$$

Boden (Lager)

$$N_{\text{Lager Boden}} = N_{\text{Mineralboden}} (10.178,68) + N_{\text{Streuaufgabe}} (118,86) + N_{\text{Mikroorganismen}} (559,94) + N_{\text{Bodentiere}} (104,21) = 10.961,69$$

Eintrag in den Boden

$$N_{\text{(Deposition+asymbiontische Fixierung +symbiontische Fixierung)}} (51,26) + N_{\text{Vegetationsabfall}} (61,73) + N_{\text{Dünger}} (89,29) = 202,28$$

Austrag aus dem Boden

$$N_{\text{Denitrifikation+Nitrifikation}} (14,72) + N_{\text{Auswaschung}} (19,3) + N_{\text{Aufnahme}} (177,86) + N_{\text{Lagerzuwachs}} (24,63) = 136,51$$

$$\text{Bilanz Boden (Eintrag – Austrag)} = 65,77$$

Vegetation (Lager)

$$N_{\text{Lager Vegetation}} = N_{\text{oberirdische Vegetation}} (138,66) + N_{\text{unterirdische Vegetation}} (64,36) = 203,02$$

Stickstoffzuwachs in der Vegetation

$$N_{\text{Zuwachs}} = N_{\text{Aufnahme}} (177,86) - N_{\text{Vegetationsabfall}} (61,73) + N_{\text{Ernte}} (91,5) = 24,63$$

Die Resultate lassen sich in Kürze folgendermassen zusammenfassen: Die Stickstoffbilanz für die landwirtschaftlichen Subsysteme der Stadtgemeinde Krems ergab 203 t Stickstoff für die in der Natur verbleibenden Vegetation, 92 t Stickstoffentnahme durch Ernte, eine Zufuhr von 81 t durch Mineraldünger und 8 t durch Wirtschaftsdünger, eine Auswaschung ins Grundwasser von 19 t und eine Ausgasung in die Atmosphäre von 15 t und einen Eintrag von 51 t aus der Atmosphäre. Im Prozess Boden führt das zu einem Überschuss von 65 t Stickstoff jährlich, der teilweise im Lager Boden bleibt, langfristig aber durch Auswaschung

ins Grundwasser Probleme verursacht.

Eine schematische Darstellung der Stickstoffflüsse („Stickstoffbilanz Krems, 2000“) ist in Abbildung 7 wiedergegeben.

LANDWIRTSCHAFTLICHE STICKSTOFFBILANZ KREMS, 2000

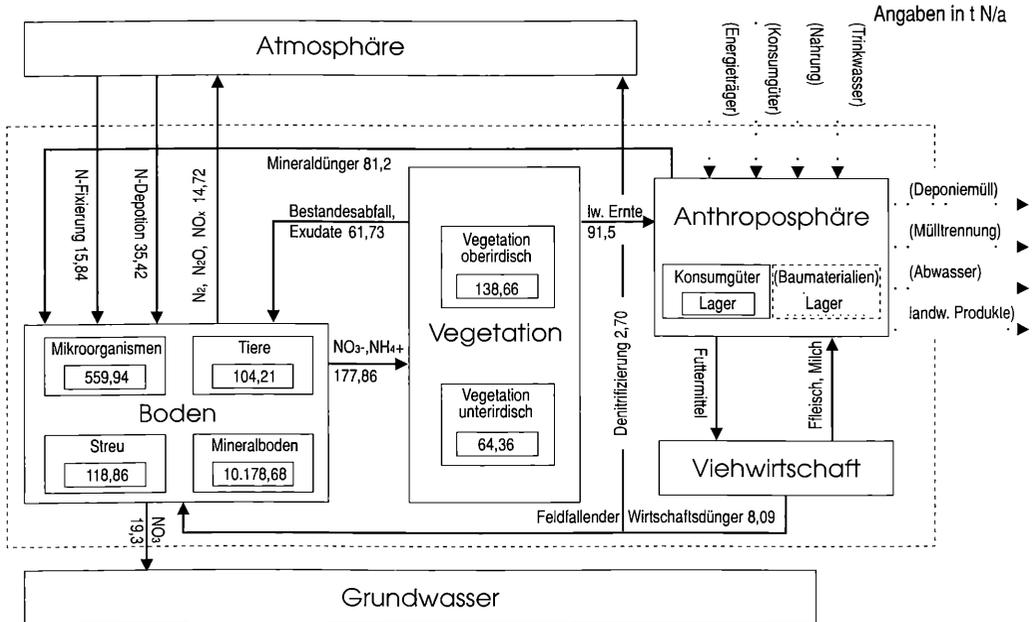


Abb. 7· Stickstoffbilanz Krems 2000

Wasser

Die durchschnittliche jährliche Durchflussmenge der Donau im Gemeindegebiet von Krems wird mit 22.283,85 km³; der Niederschlag mit 26.961.588,46 m³ beziffert. Der oberirdische Abfluss beträgt 3.479.647,67 m³. Die gesamte natürliche Evapotranspiration macht 19.695.065 m³ aus, die Versickerung 3.786.876 m³. Das Kremser Wasserwerk liefert jährlich 3.212.736 m³ Wasser, welches zu 39,65% in Haushalten, zu 11,79% im Kleingewerbe, zu 11,68% in der Industrie, zu 4,78% in fremden Versorgungsgebieten und zu 18,71% für den Eigenverbrauch des Wasserwerkes (Pumpversuche) verwendet wird. Darüber hinaus entnehmen einige Großbetriebe mehr als doppelt so viel an Grundwasser durch firmeneigene Brunnen. In die anthropogen bedingte Versickerung geht neben den Wasserverlusten aus undichten Rohren auch der Eigenverbrauch des Wasserwerkes ein, zusammen 1.031.164 m³. Die anthropogen bedingte Evapo-

transpiration liegt im Mittel bei 8% des gesamten Trinkwassers. Die Kanalisationsfracht wird aus den vorstehenden Termen mit 5.896.127,60 m³ berechnet.

Abfall

Das Gesamtabfallaufkommen in Krems betrug 1999 11.093.553 kg. Durch Einführung von zusätzlichen Trennsystemen 1993 und 1994 konnte der Restmüll von 3.879.000 kg auf 2.754.190 kg 1994 reduziert werden. Seitdem kam es aber wieder zu einer kontinuierlichen Steigerung bis 1999 auf 3.026.260 kg. Jeder Einwohner von Krems verursachte 1999 durchschnittlich 487,23 kg Abfall der sich aus den in Abbildung 8 angeführten Müllfraktionen zusammensetzt.

Biogener Abfall (2.038.310 kg), Grünschnitt (930.970 kg) und Restmüll (3.026.260 kg) werden in der Deponie in Krems Gneixendorf kompostiert bzw. endgelagert. Der Kompost kann an Kompostaktionstagen wieder von der Bevölkerung für den Eigenbedarf abgeholt werden (maximal 150 kg pro Person) und verbleibt somit im Gemeindegebiet. Altglas wird an die Firma VETROPAK in Pöchlarn geliefert. Kunststoffe werden zum Sortieren nach Oberwölbling gebracht und entweder als Granulat recycelt oder in Zementwerken oder Müllverbrennungsanlagen thermisch verwertet. Altpapier, Kartonagen, Styropor, Verpackungen aus Metall und Alteisen werden ebenfalls aus dem Gemeindegebiet exportiert und dem Recycling zugeführt. Somit verbleiben 7.967.200 kg im Gemeindegebiet und 3.026.353 kg werden zu Recycling- oder Entsorgungszwecken ins Umland weitergeleitet.

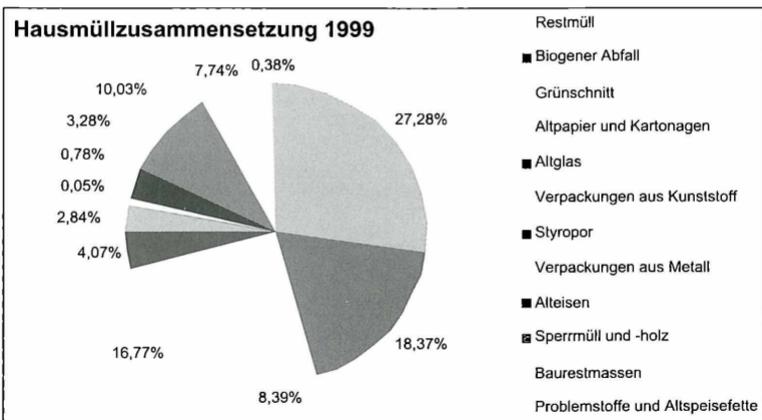


Abb. 8: Prozentuelle Zusammensetzung der Abfallmengen in Krems

Boden

Die natürliche Güterbilanz des Bodens ergibt eine Menge von 45.983 t Streu, 508.184 t Mineralboden, 10.671 t Bodentiere und 1.690 t Mikroorganismen.

Gesamtgüterbilanz

Landwirtschaft: In Krems werden auf einer Ackerfläche von 583 ha insgesamt 2.921 t Feldfrüchte produziert. Den Hauptanteil haben Kartoffeln (78 t), Mais (166 t) Gemüse (233 t) und Getreide (930 t Körner). 126 ha Obstgärten liefern 5477 t Obst. Die Weinbaufläche mit 1021 ha bringt einen Ertrag von 8.429 t Trauben, umgerechnet ca. 5.900.000 l Wein. Insgesamt gedeihen auf den landwirtschaftlichen Flächen von Krems jährlich 16.827 t Nahrungsmittel und Feldfrüchte, die teilweise im Gemeindegebiet verwendet bzw. zu diesem Zweck exportiert werden. Durch die Spezialisierung der Landwirtschaft auf Wein- und Obstbau und den Anbau von an geologisch und klimatisch optimal angepassten Feldfrüchten bei gleichzeitiger Vernachlässigung der Viehzucht ist aber keine ausgewogene Versorgung mit den Grundnahrungsmitteln gegeben. In Tabelle 5 werden in Krems erzielte Ernteerträge mit der verbrauchten Menge in Form von Lebensmitteln verglichen.

Nahrungsmittel	t Ernte in Krems	t verbraucht in Krems	Import in %	Export in %
Weizen	383	1.178	67	
Roggen	158	312	49	
Gerste	357	7		98
Hafer	31	16		47
Mais	166	75		55
Kartoffel	78	1.430	95	
Gemüse	233	1.900	88	
Obst	5.477	2.180		60
Wein	5.900	770		87
Fleisch	87	2.154	96	

Tab. 5: Vergleich der Erntemengen und der verbrauchten Menge in Nahrungsmitteln

Nahrung: Der durchschnittliche Österreicher verbraucht pro Jahr laut ÖSTAT (1995b) 805,78 kg Nahrungsmittel; berechnet auf die Einwohnerzahl von Krems ergibt das einen gesamten Verbrauch von 18.765,59 t (ausführliche tabellarische Darstellung bei KÖLLERSBERGER 2001).

Baumaterialien: Bei einer durchschnittlichen Wohnfläche von 36,4 m² pro Einwohner von Krems wurde eine Baumasse von 1.628.390 t berechnet. Die Industriegebäude mit einer Gesamtgrundfläche von 779.700 m² beinhalten eine Baumasse von 2.994.048 t und die Straßen mit 1 t/m² eine Baumasse von 2.799.281 t. Das ergibt eine Gesamtmenge im Lager ‚Baumaterial‘ von 7.421.719 t.

Konsumgüter: Zu den Konsumgütern zählen Verbrauchs- und Gebrauchsgüter. Die Verbrauchsgüter (Lebensmittel, Getränke, Verpackungen, Wasch- und Reinigungsmittel) machen eine jährliche Menge von 19.432 t aus, die Gebrauchsgüter (Elektrogeräte, PKW) belaufen sich jährlich auf 1.398 t. Das ergibt eine Summe von 20.830 t. Im Lager befinden sich zusätzlich noch 23.626 t Gebrauchsgüter, wodurch die Gesamtsumme der Verbrauchs- und Verbrauchsgüter im Untersuchungsgebiet 44.456 t ausmacht.

Die gesamten Daten der Güterbilanz sind in Abbildung 9 graphisch zusammengefasst (vgl. auch KÖLLERSBERGER 2001).

GÜTERBILANZ KREMS, 2000

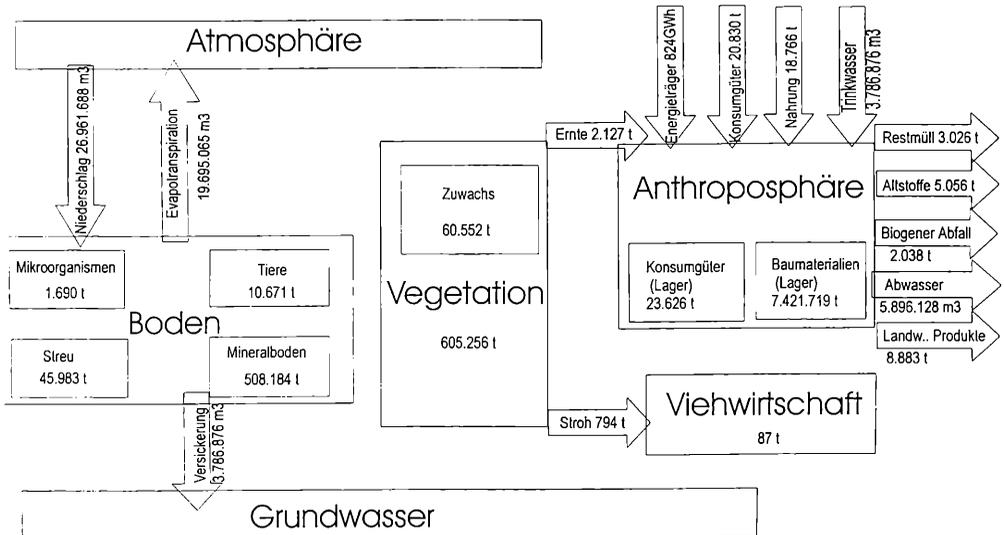


Abb. 9: Güterbilanz Krems 2000

Ökologischer Fußabdruck, Pro-Kopf-Daten

Der ökologische Fußabdruck für das Gemeindegebiet von Krems bei einer Einwohnerzahl von 23.381 für 1999 beträgt 131.635 ha; das entspricht dem 25-fachen der realen Gemeindefläche. Jedem Kremser stehen statistisch derzeit 2.213 m² an Fläche zur Verfügung. Zur Erfüllung der Bedürfnisse Nahrung, Wohnen, Energie, Trinkwasser, Kleidung, Transport und Dienstleistungen bräuchte er aber über 56.000 m². Das heißt, auf der Fläche von Krems könnten unter den heutigen Umständen nur 919 Menschen leben. Ohne Verwendung von fossiler Energie würde der Fußabdruck nur das 19-fache der vorhandenen Fläche betragen. Bis 2021 wird für Krems mit einem leichten Bevölkerungsrückgang auf 19.567 Einwohner gerechnet (ÖROK 1994). Umgelegt auf den ökologischen Fußabdruck würde dies eine nur unwesentliche Reduzierung auf 110.162 ha oder das 21-fache ausmachen. Jedem Einwohner von Krems stünde dann eine Fläche von 2.645 m² zur Verfügung. Die Zeitreihe 1991 - 2021 mit Bevölkerungsstatistik bzw. Bevölkerungsprognose und dem dazu berechneten ökologischen Fußabdruck bringt Tab. 6. Die Pro-Kopf-Daten (Abb. 10) wurden nach Berechnungen in den vorangehenden Kapiteln zusammengestellt.

Jahr	Basis-szenario	Fußabdruck	Wachstums-szenario	Fußabdruck	Stagnations-szenario	Fußabdruck
1991	22.766	128.173	22.766	128.173	22.766	128.173
1996	22.243	125.228	21.816	122.824	22.243	125.228
2001	21.637	121.816	20.703	116.558	21.522	121.169
2006	21.056	118.545	19.595	110.320	20.779	116.986
2011	20.529	115.578	18.605	104.746	20.039	112.820
2021	19.567	110.162	17.009	95.761	18.672	105.123

Tab. 6: Entwicklung des ökologischen Fußabdruckes laut Prognose ÖROK (1994)

Diskussion

Das Gemeindegebiet von Krems umfasst 52 km². Von dieser Fläche ist zirka ein Drittel sehr dicht besiedelt, ein Drittel landwirtschaftlich-dörflich geprägt und ein Drittel kein Dauersiedlungsraum (hauptsächlich Wälder). Jedem Kremser stehen ca. 2200 m² Fläche zur Verfügung, das heißt, auf einem Quadratkilometer würden 122 Menschen leben, wenn die Siedlungsfläche gleichmäßig über das

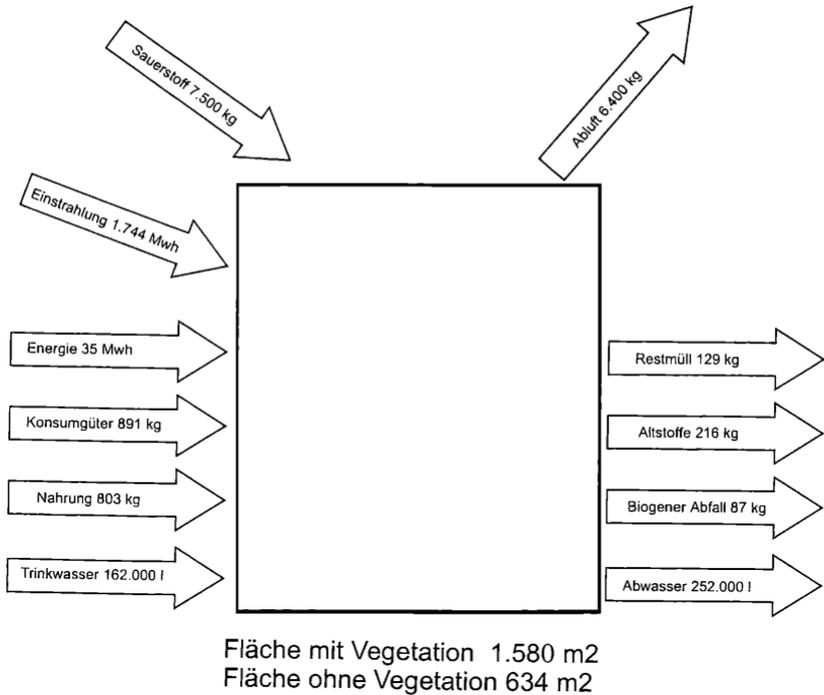


Abb. 10: Pro-Kopf-Daten zum Energie- und Stoffhaushalt von Krems (vgl. MAIER et al. 1996, PUNZ et al. 1996)

gesamte Siedlungsgebiet verteilt wäre. Die Fläche von 2.200 m² pro Person teilt sich theoretisch folgendermaßen auf: 250 m² dienen der landwirtschaftliche Produktion, 438 m² sind Weingärten; hier sei angemerkt, dass bei einem durchschnittlichen Weinkonsum von 32 l pro Österreicher, was einem Eigenbedarf von 750.000 l entspricht, sich Krems mühelos aus der Jahresernte von 5,9 Mio. l selbst versorgen kann. Jedem Einwohner von Krems stehen statistisch gesehen weiters 70 m² Garten und 72 m² Erholungsfläche zur Verfügung. Den größten Anteil macht der Wald mit 647 m² pro Person aus. Für Bauflächen sind pro Person 223 m² veranschlagt, durch Verkehrsflächen werden 120 m² beansprucht.

Diese Verteilung verdeutlicht, dass Krems, wenn man das Gebiet innerhalb der Gemeindegrenzen betrachtet, eine sehr grüne Stadt ist. Der Altstadtkern ist zwar dicht verbaut, aber schon die neuen Wohnbezirke sind von Erholungsflächen durchzogen, und die Verdichtung nimmt nach außen hin, zu den Randgemeinden wie Gneixendorf und Rehberg mit Einfamilien- und Reihenhaussiedlungen,

immer mehr ab. Die großen Waldgebiete im Nordwesten und Südosten bilden einen Gegensatz zu den intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten an den Lösshängen, die sich nördlich und westlich der Altstadt erheben, und den großen Ackerflächen im Nordwesten.

Die Tendenz zur Verstädterung und Verdichtung zeigt sich bei einem Vergleich mit der Freistadt Eisenstadt, wo die prozentuelle Aufteilung der Subsystemflächen mit Krems noch annähernd übereinstimmt, die errechnete land- und forstwirtschaftlichen Subsystemfläche pro Person bedingt durch die niedrigere Einwohnerzahl aber viel größer ist. In Eisenstadt ergibt sich ein Pro-Kopf-Anteil an Waldfläche von 1198 m², Ackerfläche von 894 m², Weingartenfläche von 648 m², Wiesenfläche von 166 m² und Baufläche von 300 m² (JAINDL 2001).

Die ökologisch sensibelsten Bereiche sind neben den Resten natürlicher Vegetation wie Trockenrasen, Schluchtwälder und Feuchtbiotope die Ökotone, Verzahnungsstellen von Äckern, Wiesen, Obstgärten, Weingärten und Brachen, wie das im Bereich Egelsee, Goldberg, Rehberg der Fall ist.

Die gesamte Nettoprimärproduktion beträgt zirka 60.500 t, der relativ größte Anteil wird von den Wäldern produziert: mit 26.087 t jährlicher Nettoprimärproduktion gibt es hier ein großes Potential für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Die zweitgrößte Nettoprimärproduktion weisen mit rund 12.000 t die Ackerflächen auf. Unter der theoretischen Annahme, dass die Produktion auf Acker-, Garten- und Weingartenflächen zur Gänze der menschlichen Ernährung verwendet würde, könnte sich Krems – bei einer benötigten Menge von 12 Reste natürlicher Vegetation wie Trockenrasen, Schluchtwälder und Feuchtbiotope 919 t an pflanzlichen Nahrungsmitteln – sogar selbst versorgen.

Der durch die Sonne eingestrahelten Energie von 41.487 GWh steht ein menschlicher Energieverbrauch von 19.093 GWh gegenüber. Dabei wird der größte Anteil für die Atmung des Menschen eingesetzt; der Anteil für Heizung, Licht- und Prozessenergie macht 824 GWh aus. Der Großteil der benötigten Energie entstammt der Verwendung fossiler Brennstoffe; dadurch gelangen jährlich 87.476 t CO₂, durch die Emission der PKW 43.478 t CO₂ in die Atmosphäre (Berechnung nach PAVLICEV 1998).

Stickstoff ist ein bestimmender Faktor der pflanzlichen Produktion, die wiederum die Basis der Nahrungsnetze bildet. In der vorliegenden Arbeit wurden eine N-Bilanz lediglich für das Subsystem „Landwirtschaft“ erstellt. Während jener Stickstoff, der aus dem Boden und Dünger ausgegast wird, durch Windverfrachtung aus dem Untersuchungsgebiet verblasen wird und sich so kaum auf die Bilanz im Untersuchungsgebiet auswirkt, werden viel größere Mengen durch

Deposition (35,42 t) und symbiontische und asymbiontische Fixierung (15,84) aus der Atmosphäre in den Prozess Boden verlagert. Für das Grundwasser bedeutet die Auswaschung von 19,3 t Stickstoff eine zusätzliche, durch anthropogene Maßnahmen hervorgerufene Belastung. Das Lager im Boden erscheint im Vergleich zu anderen Studien (ÖSSA KORNEUBURG 1999) sehr hoch; der Wert erscheint aber verständlich, da Ackerbau und Weinbau einen großen Anteil an den Subsystemflächen haben und diesen, um die Überdüngung zu berücksichtigen Werte von 10.000 kg N/ha zugrundegelegt werden (GEISLER 1998). Insgesamt ist der Stickstoffeintrag in den Boden mit 202,28 t viel größer als der errechnete Austrag durch Auswaschung und die Entnahme durch Ernteprodukte (zusammen 136,51 t); nach dieser Kalkulation würden jährlich 65,77 t Stickstoff im Lager Boden angereichert werden. Der Zuwachs an Stickstoff im Lager Biomasse beträgt 24,36 t, das sind ungefähr 10% der gesamten Biomasse. Dieser relativ niedrige Wert lässt sich daraus erklären, dass nur die landwirtschaftliche Stickstoffbilanz berücksichtigt wurde: hier kann der Stickstoff als kritisches Element angesehen werden (WACKERNAGEL 1997). In den landwirtschaftlichen Subsystemen wird ein Großteil des jährlichen Zuwachses (91,5 t also fast die Hälfte) als Ernte entnommen; 61,73 t gehen als Bestandesabfall und Wurzelabscheidungen wieder zurück in den Boden.

Aus der Wasserbilanz ist ersichtlich, dass in Krems jährlich mehr als 10.000.000 m³ Wasser für Trinkwasser, Industrieprozesswasser und landwirtschaftliche Bewässerung entnommen werden. Demgegenüber ist festzuhalten, dass es im Bereich der Gemeindefläche zu keiner selbständigen Neubildung von Grundwasser kommen kann. Die Wasserversorgung ist durch das stetige Nachströmen des Grundwassers von der Donau in die Schotterkörper unter der Stadt (KASPEROWSKI 1985) gesichert, sofern nicht die Sohleabdichtung durch die Zunahme der Schlamm sedimentation im Gefolge der Errichtung des Wasserkraftwerkes Altenwörth eine Verringerung des Grundwassernachschubes bewirkt. Die anthropogen bedingte Versickerung (Eigenverbrauch des Wasserwerkes und Wasserverluste aus Wasserleitungen 1.031.164 m³) weist fast eben so hohe Werte wie der Trinkwasserverbrauch (1.273.744 m³) auf, wobei dieses Wasser immerhin dem Grundwasser zugeführt wird, wohingegen das verbrauchte Trinkwasser im Kanal landet.

Aus der Darstellung der Güterbilanz geht hervor, dass Krems 39.596 t an Konsumgütern und Nahrung importiert und 10.120 t Abfall exportiert. Von der importierten Gütermenge entfallen laut Berechnungen des Abfallwirtschaftamtes und eigenen Berechnungen (s. KÖLLERSBERGER 2001) durchschnittlich 2.500 t,

also ein Viertel, auf Verpackungsmaterial, bestehend aus Kartonagen, Kunststoffen und Metallen.

Wie bereits erwähnt, könnte sich Krems durch die Produktivität der Subsysteme Ackerflächen (583 ha), Gärten (126 ha) und Weingärten (1.021 ha) annähernd selbst versorgen. Mit den derzeitigen Produktionsmethoden werden auf diesen Flächen insgesamt 16.827 t Ernteprodukte erzielt (dabei sind aber auch Futtermittel und Weintrauben enthalten, die nicht zum direkten Verzehr durch den Menschen bestimmt sind). Dieser Wert setzt sich aus den 2.921 t Feldfrüchten, 5.477 t Obst und 8.429 t Weintrauben zusammen; dazu kommt noch ein Gesamtgewicht des Viehbestandes von 87 t. Dieser Wert bezieht sich auf das Lebendgewicht der 60 Kühe, 321 Schweine, 27 Schafe und Ziegen und der 1.540 Stück Geflügel. Da nicht der gesamte Tierkörper verwertet wird, ist der Nahrungsanteil entscheidend geringer. Die gesamte Menge an benötigten Nahrungsmitteln für die Einwohner von Krems beträgt 18.766 t: es würden demnach nur zwei Tonnen zur selbständigen Ernährung fehlen. Realiter (vgl. die tabellarischen Darstellungen bei KÖLLERSBERGER 2001) ist die Versorgung von Krems bei sehr vielen pflanzlichen Grundnahrungsmitteln und bei allen tierischen Produkten wie Fleisch, Eier, Milch und Milchprodukten von einer Versorgung aus dem Umland abhängig; dafür profitiert man vom Verkauf der bekanntesten Exportartikel Wein und Obst, aber auch Gerste, Hafer und Mais, die hauptsächlich als Viehfutter Verwendung finden. Im Interesse einer Schließung der landwirtschaftlichen Kreisläufe sollte eigentlich wieder vermehrt auf Eigenversorgung mit tierischen Nahrungsmitteln gesetzt werden. Auch die Konsumenten können, durch bewusste Kaufentscheidungen für Produkte aus der Region, z.B. beim Einkaufen am Bauernmarkt, Bemühungen in diese Richtung fördern und dabei auch unnötige Verpackung und Transportkosten vermeiden.

Die Berechnung der ökologisch relevanten Pro-Kopf-Daten im Modell „Wien“ ermöglicht einen Vergleich mit anderen Städten, egal welcher Größe und Bevölkerungszahl. Krems bietet seinen Bewohnern ökologisch gesehen noch immer sehr viel. Auf jeden Bewohner kommen 1.580 m² Vegetationsfläche und nur 634 m² versiegelte Fläche; in Wien stehen den Bewohnern dagegen nur 168 m² Fläche mit Vegetation und 81 m² Fläche ohne Vegetation zur Verfügung (PUNZ et al. 1996). Die Gesamtfläche pro Person mit 0,22 ha steht aber in krassem Gegensatz zum ökologischen Fußabdruck von 5,63 ha pro Person und sollte zu denken geben, wo Flächenbedarf eingespart werden kann. Rund 35 MWh Energie verbraucht, statistisch gesehen, jeder Einwohner von Krems jährlich. In Wien sind das 30 MWh. Die gesamte, natürlich eingestrahelte Energie beträgt 1.774 MWh

und wird momentan in Krems nur durch einige wenige private Solar-Warmwasseraufbereitungsanlagen genützt. Die Entnahme von Grundwasser beläuft sich auf 1.620.00 l pro Person (Industriebrunnen, die ja auch Grundwasser entnehmen, nicht mitgerechnet). Der effektive Trinkwasserverbrauch macht mit ungefähr 40% 54.672 l aus, ein Wiener verbraucht 97.000 l Trinkwasser. Die Abwassermenge beträgt 252.000 l pro Person, in Wien 127.000 l. Eisenstadt ist mit einem Wert von 218.950 l pro Person (JAINDL 2001) mit Krems vergleichbar. Die Differenz zwischen Abwasser und Trinkwasser ist durch Regenwasserablauf und Industrieabwässer zu erklären. Die Ernährungssituation ist in Krems trotz der hohen pflanzlichen Biomasse (25.887 kg) pro Person unzureichend. 90 kg Ernte aus Feldfrüchten (exkl. Stroh), bei einer Gesamtmenge an landwirtschaftlichen Produkten von 380 kg, stehen einem Nahrungsbedarf von 803 kg pro Person gegenüber. Das Lager Gebrauchsgüter (1.010 kg) wird durch den Verbrauch an Konsumgütern (890 kg) ergänzt. Von der gesamten Abfallmenge von 487 kg pro Einwohner von Krems werden 263 kg als Restmüll, Grünschnitt und biogener Abfall deponiert und teilweise kompostiert und der Altstoffanteil von ebenfalls 222 kg der Weiterverwertung zugeführt; das ist mit Eisenstadt (487 kg) vergleichbar und wesentlich weniger als in Wien (760 kg) pro Kopf: ein guter Wert. Der ökologische Fußabdruck von Krems beträgt derzeit 13.1635 ha, das ist etwa das 25-fache der tatsächlichen Gemeindefläche von 5175 ha.

Literatur

- AIGNER, B. (2000): Ökologische Charakteristik der Marktgemeinde Bisamberg. Diplomarbeit Univ. Wien
- ARBEITSKREIS ZUM SCHUTZ DER WACHAU (1995): Die Wachau – Perspektiven einer europäischen Flusslandschaft. Altmann J.: Wein- und Obstbau. Malek Verlag, Krems
- 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
- BACCINI, P. & BADER, H. (1996): Regionaler Stoffhaushalt – Erfassung, Bewertung und Steuerung. Spektrum Verlag, Heidelberg
- BRENNER, W. (1995): Das Klima von Krems. In: Naturschätze und Naturreste im Raum Krems. LANIUS, Krems
- BRUNNER, P. H. (red.) (1994): Die Stoffflußanalyse als Instrument für eine nachhaltige Entwicklung, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU Wien. Im Auftrag Wiener Zukunftskonferenz
- DÖRFLINGER, A. N., HIETZ, P., MAIER, R., PUNZ, W. & FUSSENEGGER, K. (1995): Ökosystem Großstadt Wien: Quantifizierung ökologischer Parameter unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und der Stadt Wien MA 22 [200pp + Karten]

- ELLENBERG, H. (1982): *Vegetation Mitteleuropas und der Alpen*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- FINK, J. (1976): *Exkursion durch den Österreichischen Teil des Alpenvorlandes und den Donaauraum zwischen Krems und der Wiener Pforte*. Mitt. d. Komm. F. Quartärforschung der Österr. Akad. D. Wiss., Bd. 1, 81-93, Wien
- GARGER, U. (1989): *Bodeneigenschaften und ihre landwirtschaftliche Bedeutung im Bereich Krems*. Diplomarbeit Univ. Bodenkultur
- GEISLER, A. (1998): *Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien*. Diplomarbeit Universität Wien
- GÖTZ, B. (1997): *Stoffbilanzierung in der Landwirtschaft*, Umweltbundesamt, Wien
- HAYDN, M. (2002): *Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse der Gemeinde Hainfeld*. Diplomarbeit Univ. Wien
- HOLZNER, W. (red) (1994): *Biotoptypen in Österreich – Vorarbeiten zu einem Katalog*, Umweltbundesamt, Wien
- JAINDL, M. (2001): *Ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse der Landeshauptstadt Freistadt Eisenstadt*, Diplomarbeit Univ. Wien
- KARNER, M. (1991): *Die Stadterweiterung von Krems*. Diplomarbeit Univ. Wien
- KASPEROWSKI, E. (1985): *Landschaftsökologische Planung für die Stadtgemeinde Krems*. Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien
- KÖLLERSBERGER, M. (2001): *Ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse der Stadt Krems*. Diplomarbeit Univ. Wien
- KREMSENER ABFALLWIRTSCHAFTSAMT (1999): *Statistik zur Kremser Abfallwirtschaft 1999*. AWA Eigenverlag.
- LANIUS (1995): *Naturschätze und Naturreste im Raum Krems*. Verein LANIUS (Hg.), Krems
- LARCHER, W. (1994): *Ökophysiologie der Pflanzen*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- MAIER, R., PUNZ, W., DÖRFLINGER, A.N., HIETZ, P., BRANDLHOFER, M. & FUSSENEGGER, K. (1996): *Ökosystem Wien – Die Subsysteme und deren Vegetationsstruktur*. Verh. Zool.-Bot. Ges. 133: 1-26
- 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 PPI. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien. Im Auftrag BMWV BKA BMU Wien
- NÖGR 1997 = NIEDERÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR REGIONALFORSCHUNG UND REGIONALPLANUNG (1997): *Landesübersicht Niederösterreich in Karten*. Verlag Dr. Franz ZWITTKOVITS
- ÖROK 1994 = ÖSTERREICHISCHES RAUMORDNUNGSKONFERENZ (1994): *Bevölkerungsprognosen für Österreich 1991 bis 2021*
- ÖSTAT 1991 = ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1991): *Volkszählung: Bevölkerungszählung und Wanderungsbilanz*, Wien
- ÖSTAT 1995a = ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1995a): *Agrarstrukturerhebung, Besitzverhältnisse, Frucht- und Kulturarten*, Wien
- ÖSTAT 1995b = ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1995b): *Durchschnittlicher Lebensmittelverbrauch pro Kopf und Jahr 1988/89 - 1993/94*, Statistische Nachrichten, Wien
- ÖSTAT 1995c = ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1995c): *Häuser- und Wohnungszählung*, Wien
- 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
- 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

- ÖSSA KORNEUBURG 1999: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse für den Bezirk. Projektstudie am Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien
- ROZANEK, R. (1996): Die Mauerpflanzen der Stadt Krems, Diplomarbeit Univ. Wien
- SOHM, J. (1995): Geologie von Krems. In: Naturschätze und Naturreste im Raum Krems. LANIUS, Krems.
- SPENLING, N. & ZIMPRICH, H. (1981): Die Veränderungen der Flora im Raume von Krems an der Donau während der letzten 100 Jahre – ein Vergleich. Verh. Zool.-Bot. Ges. 120: 51-71
- SPINDELBERGER, A. (1999): Einreichprojekt für die Tropfbewässerungsanlage in Arnsdorf. Wasserwirtschaftsbehörde des Landes Niederösterreich
- SUKOPP, H. & WITTIG, R. (1993): Stadtökologie. Gustav-Fischer Verlag, Stuttgart
- WACKERNAGEL, M. & REES, W. (1997): Unser ökologischer Fußabdruck, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin
- WASSERWERK KREMS, 1998: Wasser ist Leben. 100 Jahre Stadtwerke Krems, Eigenverlag
- WURZER, R. (1978): Flächenwidmungsplan Krems. Erläuterungsbericht und Vorentwurf
- ZIEHMAYER, D., MAIER, R. & PUNZ, W. (2002): 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

Anschrift der Autoren:

Mag. Martina GRUBER-KÖLLERSBERGER
Ao Univ.Prof. Dr. Rudolf MAIER
Ass.Prof. Mag. Dr. Wolfgang PUNZ

Institut für Ökologie und Naturschutz
Universität Wien
Althanstrasse 14
1090 Wien

