© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **132** (1995): 233-249

Der Flächengebrauch einer Großstadt am Beispiel Wien

Klaus FUSSENEGGER, Alexander Nikolaus DÖRFLINGER, Rudolf MAIER und Wolfgang PUNZ

Städte haben durch ihren hohen und immer größer werdenden Pro-Kopf-Verbrauch an Ressourcen — sei es Energie, Fläche oder Wasser — und durch die bereits erlangte Größe einen wesentlichen Stellenwert im globalen Ökosystemgefüge. Legt man den gesamten Prozessen den Flächengebrauch zugrunde, so zeigt sich, daß bei einem urbanen Lebensraum, wie der Großstadt Wien, der Flächengebrauch nicht an der Verwaltungsgrenze endet, sondern weit darüber hinausreicht. Mit Hilfe des SPI (Sustainable Process Index) kann für das Fallbeispiel gezeigt werden, daß schon allein der Raum für die Sicherung der menschlichen Grundbedürfnisse das 1336fache (555×10^3 km²) der Fläche von Wien (415 km²) übertrifft. In diesen Berechnungen schlagen vor allem jene Flächen stark zu Buche, die sich aus dem Einsatz fossiler Energieträger ergeben. Berechnet man auf diese Weise den Flächengebrauch für die Energiebereitstellung für Wien, so ergibt sich das 4514fache (1873×10^3 km²) der Fläche von Wien; das entspricht pro Person einer Fläche von ca. 1,2 km². Anders ausgedrückt: ohne „Versorgung von außen" könnte Wiens Gemeindefläche nur 385 Personen Platz bieten. Weiters beträgt die Dissipationsfläche das 225070-fache der Fläche Wiens (183433×10^3 km²).

FUSSENEGGER K., DÖRFLINGER A. N., MAIER R. & PUNZ W., 1995: The land use of a city using Vienna as a case study.
The aim of this paper is to calculate the land use of a city from a developed country, using Vienna as a case study. It is shown that the land use of an urban area exceeds the land contained within the region itself by far. The SPI (sustainable process index) is used to estimate the land use for basic human needs, which is about 1336 times (555×10^3 km²) the area of Vienna itself (415 km²). The land use for energetic consumption is 4514 times (1873×10^3 km²) its own area. This means that only 365 instead of more than 1.5 mill. people should live in the area of Vienna. Furthermore, the land requirements to compensate for the environmental impacts of pollution are extraordinarily high: 225 070 times the area of Vienna ($183\ 433 \times 10^3$ km²).

Keywords: land use, SPI, city, Vienna.

Einleitung

Die massive anthropogene Nutzung und Zerstörung naturbelassener Flächen und damit natürlicher bzw. naturnaher Ökosysteme ist eines der größten Probleme unserer Zeit.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Erdoberfläche ist 511 Mio. km^2 groß (SINGER 1975). Davon macht die Landfläche 148 Mio. km^2 aus. 1980 beanspruchten allein die Ackerareale mit 14-15 Mio. km^2 eine Fläche in der Größe Südamerikas (IGBP 1993). In den letzten 300 Jahren nahmen die Ackerflächen mit 6 Mio. km^2 (das entspricht in etwa der Fläche von Mexico und USA zusammen) um ca. 400 % zu. 68 Mio. km^2 beträgt die in irgendeiner Form als Viehweiden genutzte Fläche. Die Forst- und Waldflächen nahmen, verglichen mit einem vorlandwirtschaftlichen Szenario, bis 1983 um 12 Mio. km^2 (d.h. etwa die Fläche Australiens) bzw. um ca. 15 % auf 52 Mio. km^2 ab. 1,6 Mio. km^2 Feuchtgebiete wurden zerstört; dies entspricht der Fläche des Iran. Demgegenüber ist der direkte Flächenverbrauch der Siedlungen relativ gering: 1990 betrugen die urbane Siedlungsfläche 2,5 Mio. km^2 und die rurale 2,1 Mio. km^2. Obwohl die urbane Siedlungsfläche selbst relativ klein ist, haben die dort lebenden Menschen den überwältigenden Einfluß auf die Umgestaltung der Erdoberfläche.

Es gibt immer mehr Menschen, die in immer mehr und immer größeren Städten leben. Die Ansprüche jedes einzelnen steigen. Quantität und Qualität der Nutzung ändern sich ständig. Der Verbrauch natürlicher Flächen wächst. Die Intensität der anthropogenen Eingriffe nimmt im allgemeinen zu. Die Folge ist, daß immer mehr Lebewesen der natürliche Lebensraum abhanden kommt. Arten sterben aus.

Das Ausmaß des Artensterbens allein in Österreich ist erschreckend: 1986 scheinen unter den Farn- und Blütenpflanzen 48 % in der Roten Liste der gefährdeten Arten auf. 1,8 % der Arten gelten als ausgerottet, 30 % als aktuell gefährdet, 10 % als regional gefährdet und 6 % als potentiell gefährdet (BMUJF 1986). 1990 sind bereits 34 Wirbeltierarten (8,6 %) als ausgestorben verzeichnet, mehr als 50 % sind Rote-Listen-Arten. Bei den untersuchten Wirbellosen gelten 152 Arten (1,5 %) als ausgerottet und 16 % als gefährdet. Da in der Erforschung größere Lücken bestehen, ist der tatsächliche Gefährdungsgrad möglicherweise höher. So sind bei den Geradflügelartigen 61 % oder bei den Großschmetterlingen 49 % gefährdet. Als Gefährdungsursache der Weichtiere wird unter den menschlichen Aktivitäten mit 49 % die Forstwirtschaft an erster Stelle genannt, danach folgen Trockenlegung mit 37 %, Chemie mit 34 %, Freizeiteinrichtungen mit 24 %, Wasserbau mit 23 %, Landwirtschaft mit 22 %, Gewässerverschmutzung mit 18 %, Luftverschmutzung mit 10 %, Nutzungswandel mit 7 % und Bebauung mit 5 % (BMUJF 1990).

Außerhalb unserer eigenen Staatsgrenzen werden durch den Import von Kaffee, Tee, Sojabohnen, Tropenholz oder Orangensaftkonzentrat und für

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sonnensuchende Touristen Lebensraum zerstört. So tragen wir alle unseren Teil zur Abholzung und Brandrodung der tropischen und subtropischen Wälder und zur Vernichtung der Dünenvegetation des Mittelmeerraumes bei. Auch die Nutzung und Ausbeutung der Meere ist hier zu nennen: Weder entstammt die Scholle der Tiefkühltruhe noch der Thunfisch der Dose.

Bezogen auf die Gemeindefläche stehen jedem Wiener statistisch gesehen 260 m² „zur Verfügung", dem Österreicher hingegen — bezogen auf das Staatsgebiet — eine Fläche von 10.600 m². Es entfallen also auf einen Wiener nur 2,5 % jener Fläche, die auf einen Österreicher im Durchschnitt kommen. Bereits dieses einfache Zahlenbeispiel zeigt, daß ein urbaner Lebensraum die Beanspruchung weiterer Flächen erfordert und nicht an seiner Verwaltungsgrenze endet.

Um den Flächengebrauch einer Person bzw. eines Gutes zu ermitteln, wurden bisher zwei Methoden ausgearbeitet. Dies sind der SPI (sustainable process index, KROTSCHECK 1995, in press) sowie der „ecological footprint" (REES & WACKERNAGEL 1992, WACKERNAGEL et al. 1993). Die vorliegende Arbeit berechnet exemplarisch den Flächengebrauch einer Stadt am Beispiel Wiens unter Verwendung des SPI und stellt ihn der tatsächlichen Fläche der Stadt gegenüber.

Methoden

Der „Sustainable Process Index" (SPI, KROTSCHECK 1995, in press) ist eine Methode zur Ermittlung des tatsächlichen Flächengebrauches. Der SPI fußt auf der Bilanzierung von Stoff- und Energieströmen, wobei alle Leistungen der Öko- und Anthroposphäre mit derselben Basis, dem Flächengebrauch, zusammengefaßt werden. Die Erdoberfläche als Basisdimension ist nicht nur ein attraktives Maß, weil Fläche eine allgemein gut vorstellbare Größe ist, sondern auch weil die Fläche der begrenzende Faktor einer nachhaltigen Wirtschaft sein kann.

Der SPI charakterisiert den Aufwand eines Prozesses in seiner jeweiligen Wirtschaftsweise. Für die Gewinnung eines Kilogramms Kartoffeln ist beispielsweise nicht nur die effektive Fläche (= reale Fläche = Anbaufläche = 2,36 kg/m²/a) erforderlich, sondern es ist auch der ganze Produktionsweg zu berücksichtigen. Zu den Ertragsdaten stellen sich also noch die Energieeinsatzdaten (Energiebereitstellungsflächen) für Herstellung (Düngung!), Verpackung und Vertrieb eines Produktes dazu. Im konkreten Beispiel beträgt der Energieeinsatz für die Herstellung von 1 kg Kartoffeln 2,5 kWh. Bei einem Pro-Kopf-Verbrauch von 61,4 kg im Jahr ergibt dies eine An-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

baufläche von 26 m²/Person. Unter Berücksichtigung der Energiebereitstellungsfläche entspricht dies, bei nachhaltiger Energieversorgung (vollsolare Energieversorgung, Energieertrag = 6,02 kWh/m²/a), einem Flächenbedarf von 51,3 m². Geht man jedoch von der heutigen Energieversorgungsweise aus (Energieertrag = 0,032 kWh/m²/a), so ergibt sich ein ungleich höherer Flächenbedarf, nämlich 4.822,6 m².

In diesem Beispiel werden zwei verschiedene Klassen von Daten im SPI verwendet: die Klasse der Erträge, wie sie für alle nachwachsenden Rohstoffe aus Land- und Forstwirtschaft gebräuchlich sind, und jene des Energieeinsatzes für die Herstellung. Einem Gut — dies kann z.B. Energie sein — ist also jener Flächengebrauch zuzuordnen, der seinem bisherigen Werdegang (seiner Geschichte in der Öko- und Anthroposphäre) durch eine Prozeßkette entspricht. Ebenso wie für die Herstellung eines Produktes läßt sich auch für die Entsorgung der Flächengebrauch ermitteln.

Da die Errechnung des Flächengebrauches für nicht erneuerbare Rohstoffe schwierig ist, behilft man sich bei der Berechnung des SPI mit die Herstellungsenergie. Dieser Energieverbrauch wird über den Endenergieertrag zu einer Fläche umgerechnet. Der Endenergieertrag ist jene Energiemenge, die von einem Energiesystem durchschnittlich in einem Jahr auf einem Quadratmeter gewonnen werden kann. In Tabelle 1 ist der Endenergieertrag für verschiedene Energieformen aufgelistet. Der Endenergieertrag enthält dabei schon die Lebensdauer eines Energiesystems und den Primärenergieeinsatz (investierte kWh pro installiertem kW). Mit Hilfe der Wirkungsgrade (siehe Tab. 1) kann, ausgehend von der Nutzenergie und deren Energiequalität, auf die Endenergie geschlossen und somit über den Endenergieertrag der Flächengebrauch ermittelt werden. Der Endenergieertrag zeigt die sehr gut die verschieden hohen Flächenerträge der unterschiedlichen Energiesysteme auf.

Besonders auffällig in Tabelle 1 ist der niedrige Endenergieertrag und somit hohe Flächengebrauch fossiler Energieträger. Im SPI kommt also der Unterschied von fossiler zu erneuerbarer Energie sehr stark zur Geltung. Werden Prozesse, die sich nur durch die eingesetzte Energieform unterscheiden, miteinander verglichen, so schneiden Prozesse mit fossilem Energieeinsatz gegenüber Prozessen mit erneuerbaren Energieträgern ungleich schlechter ab. Beim Beispiel der Kartoffel liegt der Flächengebrauch bei Einsatz heutiger Energieformen 94mal höher als bei Verwendung erneuerbarer Energieformen. Zu den großen Unterschieden kommt es deshalb, weil die fossilen Energieträger, die im SPI ebenfalls zu den regenerativen Rohstoffen gerechnet werden, äußerst langsame Erneuerungsraten aufweisen, obwohl

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

von optimalen Bedingungen ausgegangen wird. Der SPI ergibt eine deutliche Überlegenheit der „klassischen" regenerativen Energieformen gegenüber den fossilen Formen. In logischer Konsequenz sollte auch eine Zurücknahme bzw. ein Wegkommen von diesen Techniken angestrebt werden.

Tab. 1: Endenergieertrag und Wirkungsgrade verschiedener Energiesysteme und Energiequalitäten. Datenbasis 1991, gültig für Österreich. NT = Niedertemperatur, HT = Hochtemperatur, W = mechanische Arbeit, Mo = Mobilität, EDV = Beleuchtung und elektrochemische Energie, EE = Endenergieertrag. Nach KROTSCHECK (1995). — Final energy yield and efficiencies of various energy systems and energy qualities. Database 1991, valid for Austria. NT = low temperature, HT = high temperature, W = mechanical work, Mo = mobility, EDV = lighting and electrochemical energy, EE = final energy yield. After KROTSCHECK (1995).

Energiesystem	NT %	HT %	W %	Mo %	EDV %	EE kWh/m²/a
Warmwasserkollektor	95	0	0	0	0	134,90
Photovoltaik	96	95	95	78	11	34,30
Wasserkraft	96	95	95	78	11	32,30
Biomasse	75	73	31	21	3,6	3,87
Ethanol	81	80	25	22	3,6	2,35
Biodiesel (RME)	81	80	37	35	3,6	1,19
Windenergie	96	95	95	78	11	155,01
Biogas	85	84	32	30	3,6	461
Kohle	75	73	31	21	3,5	0,01
Erdöl	75	73	38	25	3,7	0,02
Erdgas	82	80	35	31	4	0,02

Die Datengrundlagen dieser Arbeit stammen aus Magistrat der Stadt Wien (1992, 1993), den Arbeiten von KROTSCHECK (1995) und KROTSCHEK (in press) sowie der Volkszählung 1991 (ÖSTAT 1994).

Ergebnisse

Referenzfläche

Bei der Bilanzierung einer Großstadt mit dem SPI stößt man auf große Schwierigkeiten. Die Berechnung eines derart komplexen Prozesses mit zahlreichen Schnittstellen erfordert eine Unmenge an Stoffflußdaten und

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

würde den Rahmen dieser Übersichtsstudie sprengen. Um dennoch den Einfluß der Lebensgewohnheiten des Menschen auf den Flächengebrauch festzustellen, kann man sich der **Referenzfläche** bedienen. Dies ist jene Fläche, die ein Mensch zur Befriedigung seiner Grundbedürfnisse, d.h. zum Überleben, braucht. Zu diesen Grundbedürfnissen zählen:

- Nahrungsaufnahme
- Trinkwasserversorgung
- Energieversorgung
- Behausung
- Kleidung

Für die Referenzfläche werden zwar nicht alle Einflußgrößen der Menschen auf den tatsächlichen Flächengebrauch herangezogen, doch kommt dabei anschaulich zum Ausdruck, wieviel Raum für die menschlichen Grundbedürfnisse (Lebensgewohnheiten des Menschen) in Anspruch genommen wird.

Die Größe der Referenzfläche hängt davon ab, wie die Bedürfnisse gedeckt werden. Die Zahlenwerte für den Flächenbedarf eines durchschnittlichen Österreichers zur Abdeckung seiner Nahrungsversorgung sind in Tabelle 2 aufgelistet. Die angeführten Nahrungsmengen decken den Jahresenergiebedarf eines „Durchschnittsmenschen" voll ab.

(1) Flächenbedarf der Wohnbevölkerung für Nahrungsmittelversorgung:
1.539.848 (Einw.) × 115.594 (m^2/Einw.) = 177.997 km^2

Unter Einbeziehung der Pendler (ÖSTAT 1994) nimmt der Nahrungsmittelverbrauch zu (Grundannahmen hierbei: Nettopendler mit Anzahl der Arbeitstage pro Jahr minus 5 Wochen Urlaub und mit einem Drittel der Nahrungsaufnahme in Wien).

(2) Flächenbedarf der Pendler für Nahrungsmittelversorgung:
143.152 (Pers.) × 115.594 (m^2/Pers.) × 225/365 (Arbeitstage) × ⅓ (Nahrungsaufnahme in Wien) = 3.400 km^2

(3) Flächenbedarf für Nahrungsmittelversorgung (gesamt):
177.997 + 3.400 = 181.397 km^2

Der Flächengebrauch für die Energieversorgung für Raumheizung, Warmwasser und Haushaltsgeräte beträgt für einen Österreicher im Durchschnitt 1.603.300 m^2. Dabei erfolgt die Abdeckung der Energieleistung zu 70 % aus fossiler Energie (Energieertrag EE = 0,02 kWh/m^2/a), zu 20 % aus Wasserkraft (EE = 35 kWh/m^2/a) und zu 10 % aus Biomasse (EE = 5 kWh/m^2/a).

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

(4) Flächenbedarf für Raumheizung, Warmwasser, Haushaltsgeräte:
1.539.848 (Einw.) × 160.300 (m²/Einw.) = 246.837 km²

Der Flächenbedarf für die Erzeugung der Bekleidung beläuft sich für einen durchschnittlichen Österreicher auf 2.252 m² pro Jahr. Hierbei entfällt fast die Hälfte auf die Sparte Baumwolle. Der Energieertrag wird mit 0,032 kWh/m²/a angesetzt.

(5) Flächenbedarf für Bekleidung:
1.539.848 (Einw.) × 2.252 (m²/Einw.) = 3.467 km²

Tab. 2: Nahrungsmittelverbrauch und Flächenbedarf eines durchschnittlichen Österreichers pro Jahr (Datengrundlage 1991). Für den Energieertrag der Produktion wird ein Wert von 0,032 kWh/m²/a angesetzt. ED = Energieeinsatz für die Produktion. — Annual food consumption and land use of an average Austrian (database 1991). A value of 0,032 kWh/m²/a has been applied for the energy yield of production. ED = energy applied for production.

Produkt	Pro-Kopf-Verbrauch kg/a	Ertrag m² a/kg	ED kWh/kg	Fläche m²
Getreideartige	72,3	1,9	2,5	5.786
Kartoffeln	61,4	0,42	2,5	4.823
Zucker	38,1	1,43	2,8	3.388
Nüsse, Kakao	9,8	19,5	3,8	1.355
Pflanzliche Öle	17,6	9,1	7,3	4.175
Gemüse	81,6	0,66	4,5	11.529
Obst	95,1	1,4	3,4	10.238
Fruchtsäfte	21	0,58	2,3	1.534
Wein	33,1	1	3,7	3.860
Bier	124,5	0,5	2,7	10.567
Rindfleisch	19,4	20,8	25,1	15.620
Kalbfleisch	2,2	20,8	25,1	1.771
Schweinefleisch	51,2	5,2	9,5	15.466
Geflügel	13,9	6,9	10,1	4.483
Übriges Fleisch	11,1	19	5,8	2.223
Eier	13,4	9,7	14,2	6.076
Käse	8,5	8,6	3,6	1.029

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Fortsetzung. — Continued.

Produkt	Pro-Kopf-Verbrauch kg/a	Ertrag m² a/kg	ED kWh/kg	Fläche m²
Butter	5,2	14,4	4,2	757
Restl. Milchprodukte	116,5	1,9	2,1	7.867
Schlachtfette	9,6	14,4	9,5	2.988
Tabak	0,3	6,7	6,1	59
Summe	**805,8**			**115.594**

Der für die Baustoffmengen des Wohnraums erforderliche Bedarf macht ein gutes Fünftel des Flächengebrauchs zur Abdeckung der „Grundbedürfnisse" aus. Dabei wird von einem Wert von 77.200 m² pro Jahr und Einwohner ausgegangen. Wie in obiger Gruppe ist der Energieertrag mit 0,032 kWh/m²/a angesetzt.

(6) Flächenbedarf für die Baustoffmengen für den Wohnraum:
1.539.848 (Einw.) × 77.200 (m²/Einw.) = 118.876 km²

Die letzte Gruppe zur Ermittlung der Referenzfläche ist die für die Einrichtung der Wohnung. Der dafür erforderliche Bedarf liegt für einen durchschnittlichen Österreicher bei 2.664 m² pro Jahr. Buntmetalle und Kunststoffe nehmen zusammen über die Hälfte des Flächengebrauches ein.

(7) Flächenbedarf zur Einrichtung des Wohnraums:
1.539.848 (Einw.) × 2.664 (m²/Einw.) = 4.102 km²

Die Summe der Teilflächen ergibt die Referenzfläche für Wien (siehe Tab. 3); sie beträgt 554.679 km² (siehe Abb. 1). Dieser Wert entspricht der Fläche bei heutigem Energieeinsatz mit überwiegend fossilen Energieträgern. Bezogen auf die Gemeindefläche Wiens (415 km²) ist dies das 1336fache (555×10^3 km²). Die Referenzfläche/Person beträgt demnach 35,9 ha/a. Statistisch steht jedoch jedem Österreicher nur eine Fläche von 1,1 ha bzw. jedem Wiener nur eine Fläche von 0,026 ha zur Verfügung. Verantwortlich für den hohen Flächengebrauch ist der massive Einsatz fossiler Energieträger.

Die bisherigen Berechnungen beruhen auf heutigen Energieformen und dem heutigen energetischen Einsatz. Nachfolgend wird in zwei Szenarien versucht, die Referenzfläche durch verschiedene Maßnahmen zu senken:

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 3: Flächengebrauch für Wien zur Befriedigung der Grundbedürfnisse (Referenzfläche nach SPI) auf der Datenbasis für 1991. — Land use for Vienna to cover basic human needs (reference surface based on SPI); database 1991.

Bedürfnis	km²	%
Raumheizung, Warmwasser, Haushaltsgeräte	246.837	44,5
Nahrungsmittelversorgung	181.397	32,7
Flächenbedarf der Baustoffmengen für Wohnraum	118.876	21,4
Einrichtung der Wohnraums	4.102	0,8
Bekleidung	3.467	0,6
Summe	**554.679**	**100**

Die durchschnittliche Referenzfläche eines Österreichers in einem Szenarium der nachhaltigen Energieversorgung (d.h. bei Umstellung auf erneuerbare Energieversorgung) beträgt nur mehr 0,61 ha/Person (KROTSCHECK 1995). Ganz Wien würde für die Referenzfläche ein Gebiet von 9.300 km² benötigen; das entspräche lediglich dem 22fachen der heutigen Stadtfläche (siehe Abb. 1).

In einem weiteren Szenario wird versucht, den Flächengebrauch zu reduzieren, indem einerseits von einer regenerativen Energieversorgung mit einem lokalen Deckungsgrad von 70 %, andererseits von der Eigenproduktion von Obst und Gemüse, von der Umstellung der Eßgewohnheiten von Fleisch (minus 70 %) auf Milchprodukte und pflanzliche Nahrung sowie vom Verzicht auf Kaffee- und Tabakgenuß ausgegangen wird. Unter den skizzierten hypothetischen „persönlichen" Lebensbedingungen würde sich der Flächengebrauch im Falle der Umstellung auf eine 70%ige nachhaltige Energieversorgung lediglich von 0,61 ha auf 0,5 ha pro Person reduzieren; demgegenüber würde der Flächengebrauch unter der Annahme — in obiger Art — geänderter Lebensgewohnheiten bei gleichzeitiger Beibehaltung der heutigen Energieversorgungsweise drastisch von 35,9 ha auf 24,2 ha pro Person fallen. Auf die Stadt Wien übertragen, ergibt sich, daß Wien unter Berücksichtigung einer erneuerbaren Energieversorgung und der ökologischen Umstellung der Eßgewohnheiten allein zur Befriedigung der Grundbedürfnisse immerhin noch das 18,5fache der Stadtfläche benötigen würde.

Auf der Basis dieses „nachhaltigen Szenarios" ist festzustellen, daß eine bewußte Lebensführung im Sinne der Nachhaltigkeit den Flächengebrauch sehr viel stärker zu senken vermag als die Wirtschaftsform (vgl. KROT-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Flächengebrauch Wiens

Abb. 1: Flächengebrauch von Wien bei heutigem Energieeinsatz und bei nachhaltiger Energieversorgung (nach dem SPI) im Vergleich zur tatsächlichen Gemeindefläche und Europa. Der schwarze Punkt stellt die Gemeindefläche von Wien (415² km) dar. Bei einem Szenario nachhaltiger Energieversorgung wird das 22fache der Wiener Gemeindefläche benötigt (dunkelgraue Fläche). Der heutige Energieeinsatz wird durch die hellgraue Fläche gekennzeichnet und entspricht dem 1336fachen der Gemeindefläche. — Vienna's land use calculated for today's energy consumption and for sustainable energy supply compared with the real municipal area (415 km², black point). Sustainable energy supply would consume the 22-fold area (dark grey area), while today's energy use demands a 1336-fold area (grey area).

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SCHECK 1995). Während unter den heutigen „konventionellen" Bedingungen ohne gravierende Beeinträchtigung des Lebensstandards pro Person 11,67 ha (-32,6 %) eingespart werden könnten, beträgt das Einsparungspotential unter „nachhaltigen" Bedingungen nur 0,12 ha (-18,0 %).

Gesamtfläche und Teilflächen

Während bei der Referenzflächenberechnung nur die menschlichen Grundbedürfnisse in den Flächengebrauch mit eingehen, so werden bei der Gesamtflächenberechnung alle Faktoren wie beispielsweise auch die Industrie oder der Verkehr berücksichtigt. Auch hier wird von einer Unterteilung des Flächengebrauchs in Teilflächen, die verschiedenen Aufwendungen entsprechen, ausgegangen. Alle diese Teilflächen werden über eine Referenzperiode berechnet und zu einer Gesamtfläche addiert. Die Teilflächen können sich zusammensetzen aus:

- Rohstoffversorgungsfläche
- Energiebereitstellungsfläche
- Fläche für Prozeßinstallation
- Fläche für das Personal
- Produktdissipationsfläche

Da für die Region Wien umfassendes Zahlenmaterial zur Berechnung sämtlicher Teilflächen fehlt, können hier nur ausgewählte Teilflächen berechnet werden. Die hier angeführten Teilflächen — **Energiebereitstellung** und **Produktdissipation** — sind bei Berechnungen erfahrungsgemäß jene, die die meiste Fläche benötigen. Andere Teilflächen haben bei Prozeßberechnungen für eine Stadt eine demgegenüber vernachlässigbare Größe. Die beiden hier behandelten Teilflächen sollen freilich nicht miteinander addiert werden, da sie untereinander einer Doppelnutzung unterliegen.

Energiebereitstellungsfläche

Die **Energiebereitstellungsfläche** ist jene Teilfläche in einem Gesamtprozeß, die für die Bereitstellung des Energiebedarfs notwendig ist.

Allgemein benötigen hochwertige Energien, also solche mit hohem Exergieanteil (d.h. Anteil der Energie, der in eine wirtschaftlich verwertbare Form umgewandelt wird), mehr Fläche als niedrigwertige. Bei Anwendung des SPI-Modells zeigt sich deutlich die große Differenz der Energieerträge zwischen erneuerbaren und fossilen Energieformen (Tab. 4). Demzufolge ist ein Abgehen von fossilen Energieträgern dringend geboten.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Energiebereitstellungsfläche für Wien (Datenbasis 1991). — Land use for Vienna's energetic consumption (database 1991).

Energiesystem	Energieeinsatz GWh	Energieertrag kWh/m²/a	Fläche km²
Kohle	1.295	0,01	129.500
Erdgas	18.300	0,02	915.000
Erdöl	16.572	0,02	828.600
Holz	199	2	99,5
Strom (Wasserkraft)	4.571	32,3	141,5
Summe	**40.937**		**1.873.341**

Allein für die Energiebereitstellung wird ein Flächengebrauch des 4514fachen (1873×10^3 km²) von Wien benötigt; das entspricht einer Fläche von ca. 1,2 km²/Person. Mit anderen Worten: Wien könnte auf der tatsächlich vorhandenen Gemeindefläche nur 385 Personen Platz bieten.

Produktdissipationsfläche

Die **Produktdissipationsfläche** ist jene Fläche, die ein Produkt gebraucht, wenn es wieder in die Ökosphäre gelangt.

Jede Großstadt weist eine Fülle von Energie- und Massenströmen auf, die, aus der städtischen Prozeßfolge entlassen, als Produkt bezeichnet werden. Diese Bezeichnung ist unabhängig davon, ob das jeweilige Produkt noch verkauft werden kann oder ob es ökonomisch wertlos ist. Zu diesen Produkten zählen daher Güter, Emissionen, Abfälle, Produkte, Energie, Nebenprodukte usw. Sie alle gelangen früher oder später in die Ökosphäre, sie dissipieren also letzten Endes. Die Produktströme können ebenfalls in Flächen umgerechnet werden. Aus ökologischer Sicht ist es verständlich, daß die Dissipation mit natürlichen Erneuerungsraten und Konzentrationen verbunden sein muß. Daraus läßt sich ein Aufnahmepotential für diverse Produkte ermitteln. Die Produktdissipation kann verschiedenen Örtlichkeiten und den „Kompartimenten" Boden, Wasser und Luft zugeordnet werden. So wie die Nachwachsrate von Rohstoffen an unterschiedlichen Orten verschieden ist, so sind auch Produktkonzentrationen und Erneuerungsraten vom Ort (Eigenschaften einer Senke) abhängig. Daher ist zu berücksichtigen, an welchem Ort die jeweiligen Produktströme dissipieren. Wenn Produktströme am gleichen Ort in das gleiche Kompartiment gelangen, werden

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sie als ein einziger Materialstrom berechnet. Dabei wird die Leitfläche vom limitierenden Stoff, der an einem Ort in ein spezielles Umweltkompartiment gelangt, in Rechnung gestellt.

Geeignetes Datenmaterial zur Berechnung der Dissipationsfläche für Wien steht nicht zur Verfügung. KROTSCHECK (1995) hat den Versuch unternommen, für Österreich eine Dissipations-Bilanz für die wichtigsten Emissionsströme zu erstellen. In seiner Annahme wird der gesamte feste und brennbare flüssige Abfall in Verbrennungsanlagen verbrannt und der Klärschlamm vollständig in Verbrennungsanlagen entsorgt. Der Flächengebrauch resultiert in dieser Studie in erster Linie aus der Emission polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK), der FCKW und des aus fossilen Energieträgern stammenden Kohlendioxids, den wichtigsten dissipierenden Stoffen. Die Dissipationsfläche liegt für Österreich bei 929 Mio. km²: das ist mehr als das 11.000fache der Staatsfläche. Wenn dieser Wert über die Einwohnerzahl auf Wien übertragen wird, liegt die Dissipationsfläche bei 183.432.750 km² bzw. dem 225.070fachen von Wien.

Diskussion

Durch die Heranziehung vorliegender Eckdaten kann die ungefähre Größenordnung des Flächengebrauches ermittelt werden. Die Berechnungen ergeben, daß der Großteil des Flächengebrauches für Wien und Österreich durch fossile Energieträger und durch die Dissipation bestimmt wird. Während allein schon die Energiebereitstellungsfläche das 4514fache (555×10^3 km²) der Fläche Wiens einnimmt, beläuft sich die Produktdissipationsfläche auf die schier unvorstellbare Größe des 225.070fachen (183432×10^3 km²) von Wien. Angesichts dieser Zahlen muß von energie- und umweltpolitischem Handlungsbedarf gesprochen werden. Beim heutigen Stand der Stoff- und Energieströme herrschen die oben erwähnten Faktoren im Gesamtbild des Flächengebrauches vor.

Der Flächengebrauch in der Landwirtschaft wird in erster Linie durch den fossilen Energieeinsatz und nicht durch die Anbaufläche des Nahrungsmittels bestimmt. Erst wenn nachwachsende Rohstoffe zur Verwendung kommen, bestimmt auch die Anbaufläche des Nahrungsmittels das Gesamtbild des Flächengebrauchs. Beispielsweise beträgt die Anbaufläche für den durchschnittlichen Nahrungsmittelbedarf knapp 2.900 m²/a/Person. Wird für die Nahrungsmittelproduktion ein fossiler Energieträger verwendet, erhöht sich der entsprechende Flächengebrauch auf 115.600 m²/a. Bei nachhaltiger Energieversorgung ergibt sich hingegen ein Flächenwert von nur 3.500 m²/a.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Um einen vertretbaren Flächengebrauch zu erreichen, ist es nach dem Konzept des SPI unumgänglich, auf fossile Energieträger zu verzichten. Für unseren Planeten bildet die Sonne die einzige langfristige Energiequelle von entscheidender Bedeutung. Bei verstärkter Nutzung erneuerbarer Energiequellen ließe sich in Reduktionszenarien ein deutlicher Rückgang des Flächengebrauches feststellen. Mit Hilfe des Konzeptes des SPI können unter dem Gesichtspunkt „nachhaltigen Wirtschaftens" ökologisch vertretbare Prozeßvarianten ermittelt werden. Das Konzept bietet strategische Entscheidungshilfen bei der Wahl von Techniken und Dienstleistungssystemen und vermag die Eignung unterschiedlicher Prozesse für bestimmte Regionen zu bewerten. Dennoch ist folgendes Dilemma festzuhalten: Selbst wenn alle erforderlichen Maßnahmen für eine Minimierung des Flächengebrauches erfüllt wären, wäre eine Stadt in der Größenordnung Wiens nicht in der Lage, ihren Flächengebrauch auf die Verwaltungsgrenze beschränken; sie bliebe vielmehr stets auf „sekundäre Flächenlieferanten" angewiesen.

Soll innerhalb fossiler Energieträger ein Austausch erfolgen, führt verstärkte Erdgasnutzung zu einer Minderung der CO_2-Emissionen und damit auch der CO_2-Dissipationsfläche. Die Substitution CO_2-intensiver Energieträger durch Erdgas kann freilich nur ein kurz- und mittelfristiges Ziel sein. Wien hat, im Gegensatz zum übrigen Raum Österreichs, schon jetzt einen relativ hohen Gasanteil am Gesamtenergieaufkommen.

Energieeinsparungen bieten sich auch im Straßenverkehr an. Eine gezielte Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs hin zu öffentlichen Verkehrsmitteln ist anzustreben. Siedlungsräume sollten eine gute Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz aufweisen. Die Erhaltung notwendiger kleinräumiger Infrastrukturen erspart den Bewohnern unnötige Wege. Ein sinnvolles Raumplanungskonzept kann hierbei ein erhebliches Verbesserungspotential bieten.

Langfristig ist die Verlagerung zu erneuerbaren Energieformen erforderlich. Für Wien würde sich vor allem die Verwendung von Sonnen- und Windenergie eignen. Vermehrte Nutzung der Biomasse ist aus biologischer Sicht nicht anzustreben, da die Erhaltung des natürlichen Raums oberstes Ziel darstellt. Vielmehr sind jene Techniken auszuschöpfen, die eine Doppel- bzw. Mehrfachnutzung der Flächen erlauben.

Für die Berechnung der „ecological footprints" (REES & WACKERNAGEL 1992, WACKERNAGEL et al. 1993) gibt es kein entsprechendes Datenmaterial zu Wien bzw. Österreich. Deshalb werden hier zwei Beispiele aus anderen Ländern angeführt. Die Niederländer sind nach dieser Berechnungsmethode

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

auf das 14fache ihrer Landesfläche angewiesen. Demgegenüber nehmen die Einwohner des Lower-Valley in Kanada aufgrund ihres energie- und materialintensiven Lebensstils eine Fläche in Anspruch, die 22mal größer ist als ihre Landesfläche. Auch dieses Modell zeigt deutlich, daß eine Industriegesellschaft ein Vielfaches der ihr zur Verfügung stehenden Fläche braucht.

Die Grundregel für den nachhaltigen Umgang mit unserer Umwelt besteht nach MEADOWS et al. (1992) darin, daß die Nutzungsrate sich erschöpfender Rohstoffe nicht die Rate des Aufbaus sich regenerierbarer Rohstoffe übersteigt und daß die Rate der Schadstoffemissionen die Kapazität für die Schadstoffabsorption der Umwelt nicht übersteigt. Angesichts von Bevölkerungsprognosen, die die Weltbevölkerung für das Jahr 2000 auf 6,2 Milliarden Menschen und für das Jahr 2050 auf 10 Milliarden beziffern (UNFPA & DGVN 1994), scheint die Basis für das Erreichen der Nachhaltigkeit immer mehr zu schwinden. Da während der neunziger Jahre 70 % des Zuwachses der Weltbevölkerung auf die Städte und Metropolen entfallen, sind in diesen Räumen Lenkungsmaßnahmen von besonderer Wichtigkeit. Bis zum Ende dieses Jahrhunderts wird annähernd die Hälfte der Weltbevölkerung in den städtischen Zentren leben (UNFPA & DGVN 1994). Die Metropolen, Anziehungspunkte nationaler und internationaler Wanderungsbewegungen, sind zu Orten akkumulierter Umweltgefährung geworden. Sie sind auf Ausgleichsräume angewiesen, die immer weniger imstande sind, die anfallenden Umweltprobleme abzupuffern. Eine Verschärfung der Umweltproblematik ergibt sich zusätzlich durch die steigenden Ansprüche der Bevölkerung. Die Annäherung des Motorisierungsgrads der Schwellenländer an den der westlicher Industriestaaten, läßt hier nur düstere Erwartungen zu.

Freilich müssen Forderungen nach dem nachhaltigen Umgang mit unserer Umwelt letztendlich auch Platz für Kreativität und das Entwicklungspotential des Menschen einräumen.

Danksagung

Für die Unterstützung der vorliegenden Arbeit möchten wir uns bei folgenden Institutionen und Personen herzlichst bedanken: Univ.-Prof. Dr. Karl BURIAN, Institut für Pflanzenphysiologie (Universität Wien), Dr. Michael HÄUPL (Bürgermeister von Wien), Ing. Dr. Johann KLAR und Ing. Bernd WÜNSCHEK von der MA 22 — Umweltschutz (Wien), Dipl.-Ing. Christian KROTSCHECK von der Technischen Universität Graz sowie Dr. Christian SMOLINER vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

BMUJF, 1986: Rote Liste gefährdeter Arten Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Bd. 5. Wien.

BMUJF, 1990: Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Bd. 2. Wien.

IGBP, 1993: Relating land use and global land-cover change: a proposal for an International Geosphere-Biosphere Programme and Human Dimensions of Global Environmental Change Programme of the International Social Science Council (IGBP-HDP) Core Project. IGBP Report No. 24 & HDP Report No. 5.

KROTSCHECK Ch., 1995: Prozeßbewertung in der nachhaltigen Wirtschaft. Diss. TU Graz.

KROTSCHECK CH., in press: SPI case studies. In: MOSER A. (Ed.), Eco-Tech, the technological development. Springer Verlag, Berlin.

Magistrat der Stadt Wien, 1992: Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien 1991. Jugend und Volk Verlagsgesellschaft, Wien.

Magistrat der Stadt Wien, 1993: Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien 1992. Jugend und Volk Verlagsgesellschaft, Wien.

MEADOWS D. H., MEADOWS D. L. & RANDERS J., 1992: Die neuen Grenzen des Wachstums. Die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart.

ÖSTAT, 1994: Volkszählung vom 15. Mai 1991 — Ergebnisse der Phase II — Pendler- und Wanderungsstatistik. Unveröffentlicht. Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT), Wien.

REES W. E. & WACKERNAGEL M., 1992: Ecological footprints appropriated carrying capacity: Measuring the natural capital requirements of the human economy. The University of Brititsh Columbia, School of Community and Regional Planning, Vancouver.

SINGER S. F., 1975: The changing global environment, p. 25-43. D. Reidel Publ. Comp.

UNFPA & DGVN, 1994: Weltbevölkerung Kurzinformation 1994. Bevölkerungsfonds der Vereinten Nationen (United Nations Population Fund — UNFPA), Deutsche Gesellschaft für die Vereinten Nationen e. V. (DGVN), New York, Bonn.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

WACKERNAGEL M., MCINTOSH J., REES W. E. & WOLLARD R., 1993: How big is our ecological footprint? A handbook for estimating a community's appropriated carrying capacity. The University of Brititsh Columbia, School of Community and Regional Planning, Vancouver.

Manuskript eingelangt: 1995 04 21

Anschrift der Verfasser: Klaus FUSSENEGGER, Mag. Dr. Alexander Nikolaus DÖRFLINGER, Univ.-Prof. Dr. Rudolf MAIER und Ass.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang PUNZ, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Althanstraße 14, Postfach 285, A-1091 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: 132

Autor(en)/Author(s): Fusseneger Klaus, Dörflinger Alexander Nikolaus, Maier Rudolf, Punz Wolfgang

Artikel/Article: Der Flächengebrauch einer Großstadt am Beispiel Wien 233-249