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

Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **131** (1994): 119-139

Biomasse und Detritus von Brachflächen in Wien

Alexander Nikolaus DÖRFLINGER

Die vorgestellten Untersuchungen befassen sich mit produktionsbiologischen Daten von Wiener Brachflächen. Mittels Erntemethode und „litter bag"-Methode wurde 1992 die oberirdische Biomasse, der Detritus und die abgebaute organische Masse erhoben und graphisch dargestellt. Es wird versucht, die jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion mittels verschiedener Formeln unter Vernachlässigung von Komponenten zu schätzen. Die ermittelten produktionsbiologischen Daten werden zuerst untereinander und dann mit Daten vergleichbarer Brachen und anderer Ökosysteme verglichen. Es wird gezeigt, daß die Produktion organischer Masse von Brachflächen nicht unbedeutend ist und daß sie sehr wohl ausreicht, um kurz- und langfristig eine energetische und stoffliche Basis für ein selbsttragendes Ökosystem zu bilden.

DÖRFLINGER A. N., 1994: Biomass and dead biomass of urban ruderal biotopes in Vienna.
The goal of this paper is to contribute to the knowledge of the biology of urban ruderal biotopes. The above-ground biomass of the herbaceous vegetation, the above-ground dead biomass, and decomposition was measured by harvesting and by exposing litter bags. Different algorithms were used to estimate the annual above-ground net primary production. The results show that the net primary production of herbaceous urban ruderal biotopes is relatively high compared with values from other ecosystems.

Keywords: urban ruderal biotopes, above-ground plant biomass, dead biomass (= litter), decomposition.

Einleitung

Unter städtischen Brachflächen im weiteren Sinn versteht man jene Flächen, die innerhalb der Stadtgrenzen liegen und deren direkte menschliche Nutzung und Beeinflussung zumindest für eine Vegetationsperiode unterbrochen wird, sodaß sich je nach Standort eine Spontanvegetation selbstständig entwickeln kann. Die innerstädtischen Brachflächen Wiens lassen sich laut KUGLER (1990) in vier Typen, nämlich „Baulücke", „Parkplatz", „verwilderter Garten" und „Restfläche", einteilen. Weiters können allgemein „Verkehrsflächenbrachen" (Straße oder Schiene) und zum Stadtrand hin noch zusätzlich „Acker- und Weinbaubrachen" auftreten.

Aus ökonomischer Sicht stellen städtische Brachflächen eine Verschwendung von Ressourcen dar, teure Baugründe, die nicht bzw. noch nicht

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

genutzt werden können, Geld, das „brachliegt" und bis auf die Wertsteigerung des Baugrundes keine Rendite einbringt. Sozial gesehen ist aber gerade jene Wildnis in der Stadt ein Refugium für spielende Kinder und erholungsuchende Spaziergänger (mit und ohne Hund). Aus ökologischer Sicht sind diese Flächen die „wertvollsten" in der Stadt. Gerade dort, wo der Mensch (selbst immer noch ein Teil der „Natur") sich die „Natur" ganz untertan gemacht hat, treten kleine Flecken „urtümlicher Natur" verstreut auf, können Pflanzen und Tiere ohne direkten Einfluß leben. Zwar sind die Gegebenheiten wie Substrat und Stadtklima, manchmal auch eine Startvegetation vorgegeben, und die Flächen sind oft klein und isoliert, doch kann sich nach den biologischen Spielregeln ein eigenes Ökosystem selbständig entwickeln. So befinden sich laut GÖDDE (1987) die Brachen in der Stadt „in einem äußerst aktiven, umsatzstarken Zustand" mit zahlreichen Tier- und Pflanzenarten. Um eine genaue Bewertung der ökologischen Bedeutung von städtischen Brachflächen vornehmen zu können, sind detaillierte ökologische Untersuchungen durchzuführen.

Der ökologischen Erforschung wird aber verhältnismäßig geringes Interesse gewidmet. Am häufigsten ist noch die Flora und Vegetation untersucht worden (FORSTNER & HÜBL 1971, HÜBL & HOLZNER 1974, WEIGMANN 1982, BRANDES 1983, DETTMAR 1986, REBELE 1988 u.a.). Neuere Vegetationsaufnahmen in Wien und deren ökologische Auswertung sind bei RADLER (1990, Industriegebiete), KUGLER (1990, innerstädtische Brachflächen) oder in BLUBB (1990) zu finden.

Während Pflanzenaufnahmen recht einfach durchzuführen sind, stoßen umfassende ökologische Untersuchungen auf verschiedenste Probleme: Langjährige Untersuchungen an demselben Ort sind oft nicht möglich, da städtische Brachflächen üblicherweise rasch verbaut werden. Die Erlaubnis der Eigentümer ist schwer einzuholen und wird nicht immer erteilt, und falls doch, wird die Fläche unter Umständen bereits verbaut. Permanente Meßeinrichtungen, wie Klimamasten, können nicht ohne Aufsicht gelassen werden. Die Variabilität ist hoch, und Aussagen können nicht einfach übertragen werden. Städtische Brachflächen wirken ausgesprochen „unattraktiv" und sprechen deshalb auch den Wissenschafter im allgemeinen nicht an. So wundert es nicht, daß verhältnismäßig wenige Arbeiten bekannt sind, die sich mit Biomasse, Produktion und Abbauraten (DUVIGNEAUD 1975, ELIAS 1978, BORNKAMM et al. 1984) oder mit Mikroklima und Energiehaushalt von städtischen Brachflächen beschäftigen.

Die vorliegenden Untersuchungen sollen einen Beitrag zur Erforschung der pflanzlichen Biomasse, des Detritus und der Nettoprimärproduktion von städtischen Brachflächen liefern. Zu diesem Zweck wurden 1992 auf vier

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

Standorten die oberirdische lebende und tote Biomasse sowie an einem Standort die Abbaurate erfaßt. Diese Werte werden untereinander und mit bereits teilweise veröffentlichten, 1993 an denselben Standorten ermittelten Werten (DÖRFLINGER, MAIER & PUNZ 1993) sowie mit produktionsbiologischen Daten anderer Brachen und Ökosysteme verglichen.

Material und Methoden

In der Vegetationsperiode 1992 und 1993 wurden produktionsbiologische Daten von folgenden Brachflächen in Wien gewonnen:

BHW: aufgelassener Acker, 22. Bezirk, Biberhaufenweg, Gst. 363/1, KG Aspern

FGG: Baulücke, 17. Bezirk, Franz-Glaser-Gasse / Baumgasse, Gst. 1198, 1199 und 1200/1, KG Dornbach

SHG: Baulücke, 3. Bezirk, Schlachhausgasse / Viehmarktgasse 1-3, Gst. 1452/1, KG Landstraße

ODG: Baulücke, 16. Bezirk, Odoakergasse 38-42, Gst. 774/92 , KG Ottakring

Die oberirdische Biomasse wurde mittels Erntemethode ermittelt. An jedem Standort wurde eine Fläche mit möglichst homogener Vegetation abgegrenzt. Aus dieser wurde zu jedem Erntetermin drei zufällig verteilte Stichproben zu je 0,5 m^2 mittels Erntequadrat geworben. Das Frisch- und Trokkengewicht (ofengetrocknet bei 80°C) der geernteten Pflanzen wurde in dominante Art, Dikotyle und Monokotyle unterteilt. Weiters wurde das Trockengewicht des Detritus bestimmt und nach Detritus, der direkt auf dem Boden liegt, und Detritus ohne Bodenkontakt unterschieden. Mittelwert und Standardfehler, der das 68,3prozentige Konfidenzintervall des Mittelwertes darstellt (TIMISCHL 1990), wurden errechnet und graphisch dargestellt. Wenn nicht anders gekennzeichnet, wird allgemein das Trockengewicht angegeben. Zur Bestimmung der Abbauraten wurde die „litter bag"-Methode (ROBERTS et al. 1993) verwendet.

Standort	Erntetermin 1992	Exposition „litter bags"	Ernte 1993
BHW	14.4., 27.5., 6.7., 23.9.	23.4.-2.7., 14.7.-28.9.	2.8.
FGG	25.4., 25.7., 24.9.	—	13.8.
SHG	3.5., 28.5, 1.7., 26.9.	—	26.8.
ODG	8.5., 26.5., 14.7., 28.9.	—	—

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

Die Nettoprimärproduktion (NPP) ist jene Menge an organischen Stoffen, die die Pflanzen den heterotrophen Organismen (Pflanzenfressern, Raubtieren, Pilzen etc.) in einem natürlichen Ökosystem als Nahrungsquelle „zur Verfügung" stellen (ODUM 1983). Sie setzt sich aus den Änderungen der Biomasse (DW), den Verlusten durch Tod, Verrottung und Transport (d_l), sowie durch Fraß (d_g) und Wurzelausscheidungen (d_e) zusammen (ROBERTS et al. 1993):

$$NPP = DW + d_l + d_g + d_e \qquad (1)$$

NPP = Nettoprimärproduktion
DW = Differenz Biomasse
d_l = Tod, Verrottung, Transport
d_g = Fraß
d_e = Wurzelausscheidung

Der Detritus ist die Menge an abgestorbener Biomasse, die durch Bakterien und Pilze abgebaut (Mineralisation, Abbaurate) werden kann. Durch Auf- und Abbauprozesse kann das Gefüge aus lebender und toter Materie, nämlich der Boden und somit die Lebensbedingungen verbessert werden.

$$d_l = DD + rtDq + (Export - Import) \quad (2)$$

DD = Differenz Detritus
r = Abbaurate
t = Zeitintervall
Dq = Mittlere Gewichtsmenge des Detritus während des Zeitintervalls t
rtDq = Abgeauter Detritus während des Zeitintervalls t
Export - Import = Nettotransport von Material durch Wind oder Wasser

Die Abbaurate r wurde nach folgender Formel berechnet:

$$r = 2\,(D_i - D_{i+1}) / (D_i + D_{i+1}) / (t_{i+1} - t_i) \qquad (3)$$

$$D_i = D_{i,l}\,(w_o / w_l) \qquad (4)$$

D_i = Detritus zum Zeitpunkt i
$t_{i+1} - t_i$ = Zeitintervall
$D_{i,l}$ = Detritus zum Zeitpunkt i, luftgetrocknet (35°C)
w_o / w_l = Verhältnis Gewicht ofengetrockneter (80°C) zu luftgetrocknetem Detritus

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

Bei Vernachlässigung von Fraß, Wurzelausscheidungen und Transport ergibt sich die Formel:

$$NPP = DW + DD + rtDq \qquad (5)$$

Bei weiterer Vernachlässigung der Verrottung bzw. des Detritus ergibt sich:

$$NPP = DW + DD \qquad (6)$$

$$NPP = DW \qquad (7)$$

Zur Schätzung der jährlichen Nettoprimärproduktion (NPP) nach (5), (6) und (7) können also folgende Formeln verwendet werden:

$$NPP=\sum_{i=1}^{n} DW_i+DD_i+r_i t_i Dq_i \qquad (8)$$

$$NPP=\sum_{i=1}^{n} DW_i+DD_i \qquad (9)$$

$$NPP=\sum_{i=1}^{n} DW_i \qquad (10)$$

Negative Summanden werden nullgesetzt.
n = Anzahl Ernten

Z. B. bei n = 12 über das ganze Jahr würde sich ein Zeitintervall von einem Monat ergeben. Bei einer kürzeren Vegetationsperiode und bei einem gleichen Zeitintervall verringert sich n entsprechend. Da aber ökologische Freilanduntersuchungen u.a. vom Wetter abhängig sind, können sich unter Umständen große Unterschiede der Zeitintervalle ergeben.

Da die oberirdische Biomasse über den Winter ganz abstirbt und bis zum ersten Erntetermin praktisch keine Pflanzenteile absterben, kann als erster Summand zur Abschätzung der jährlichen Nettoprimärproduktion die Menge der Biomasse am ersten Erntetermin verwendet werden; dies entspricht Formel (10).

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

Ergebnisse

Standort BHW

An diesem Standort nahm die gesamte oberirdische organische Masse (Abb. 1a) vom ersten Erntetermin (14.4.) von 0,4 kg/m^2 Trockengewicht bis zum 3. Erntetermin (6.7.) auf 0,92 kg/m^2 zu, um dann bis zum 4. Erntetermin (23.9.) auf 0,77 kg/m^2 abzufallen. Da die Verringerung der organischen Masse im dritten Zeitintervall nicht allein durch den Abbau an organischer Substanz (Abb. 1d) erklärt werden kann, ist ein positiver Nettotransport (Export - Import) anzunehmen. Diese Annahme wird auch dadurch unterstützt, daß die Fläche leicht geneigt und relativ klein ist (somit ein Massentransport leicht über die Grenzen hinausgeht) und daß von der Umgebung keinerlei Import zu erwarten ist, da die Brache von intensiv gepflegten (gemähten) Einfamilienhausgärten umgeben ist. Die Biomasse (Abb. 1a) nimmt bis zum 2. Erntetermin auf 0,48 kg/m^2 zu, um dann rasch abzufallen. Dies drückt sich in den Werten der Biomasseänderung (Abb. 1b) aus. Monokotyle Pflanzen leisten einen vernachlässigbaren Beitrag zur Biomasse: Der maximale Wert wird mit 0,006 kg/m^2 beim 2. Erntetermin erreicht (Abb. 1c). Der dikotyle Pflanzenbestand wird zum größten Teil von *Erigeron annuus* (Abb. 1c) gebildet, mit dem maximalen Wert beim 3. Erntetermin mit 0,34 kg/m^2. Der Wassergehalt des Bestandes fällt von 87 % des Gesamtgewichtes bis zum 3. Erntetermin auf 67 %, um dann stabil zu bleiben (Abb. 1f). Jener von *Erigeron annuus* liegt allgemein etwas darunter (um 3 %-6 %). Am Anfang der Vegetationsperiode beträgt der Detritus 0,36 kg/m^2; dieser Wert ergibt sich aus 0,2 kg/m^2 Detritus über dem Boden (D-L, hauptsächlich aus der letzten Vegetationsperiode) und 0,16 kg/m^2 Detritus direkt auf dem Boden (D-B, auch aus früheren Jahren stammend). Der Detritus nimmt im Verlauf des Untersuchungszeitraumes auf 0,68 kg/m^2 zu (D-L: 0,3 kg/m^2; D-B: 0,38 kg/m^2). Es ist offenkundig, daß die Kurve des Detritus im 3. Zeitintervall entgegengesetzt der Kurve der Biomasse verläuft, da die abgestorbene Biomasse zum bereits vorhandenen Detritus zu addieren ist. Während die Menge der abgestorbenen Masse im Laufe der Untersuchungsperiode zunimmt (Abb. 1d), sinkt die Menge der pro Tag verrotteten organischen Masse. Dies dürfte, ebenso wie die starke Abnahme der Biomasse in diesem Untersuchungszeitraum, auf die geringen Niederschläge während dieser Periode zurückzuführen sein. Der Rückgang des Detritus über dem Boden vom 2. zum 3. Erntetermin von 0,19 kg/m^2 auf 0,12 kg/m^2 wird dadurch hervorgerufen, daß der Detritus auf den Boden verfrachtet wird (D-B: Zunahme auf 0,33 kg/m^2).

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

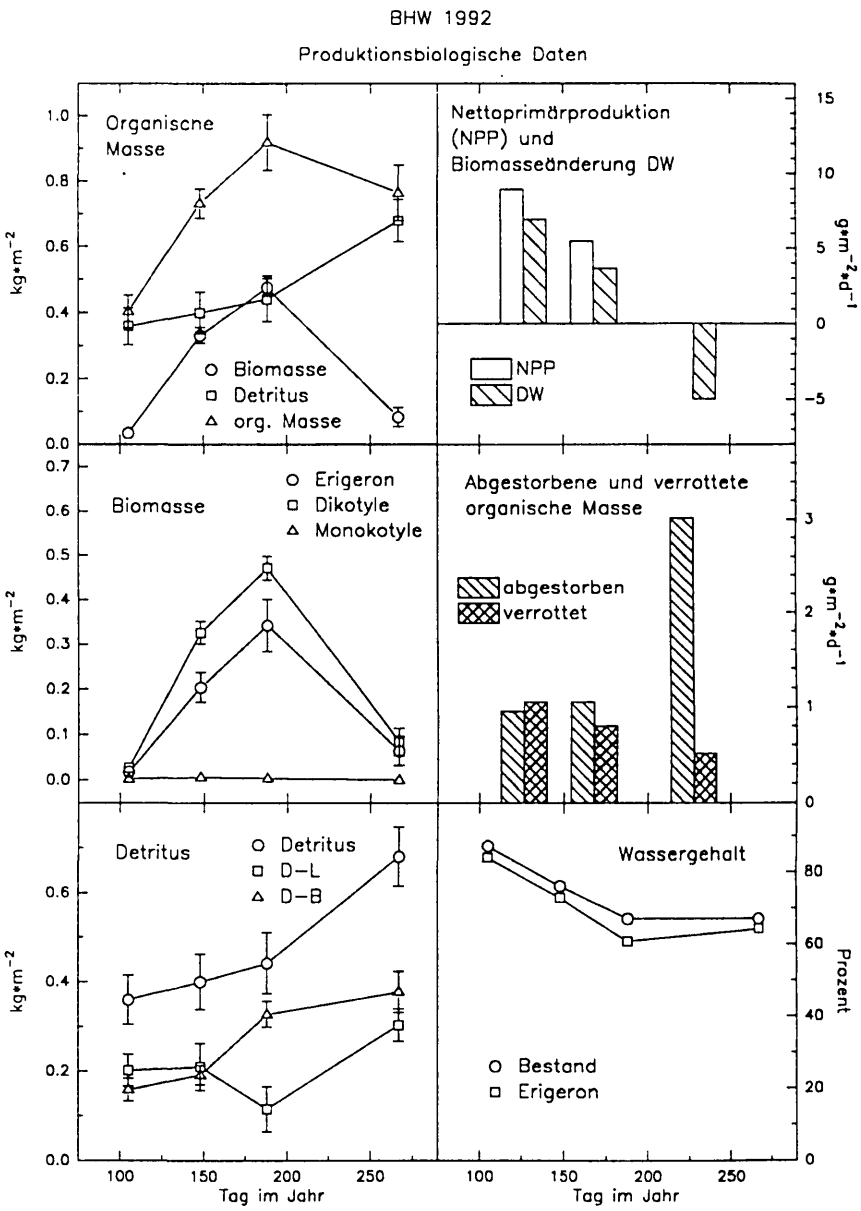

Abb. 1a-f: Den Verlauf des Trockengewichtsentwicklung zeigen die Kurven von oberirdischer organischer Masse, Biomasse und Detritus (D-L: Detritus über dem Boden; D-B: Detritus mit Bodenkontakt). Veränderungen der Biomasse und des Detritus können den Kurven von Nettoprimärproduktion und der abgebauten organischen Masse pro Tag entnommen werden. Weitere Erklärungen: siehe Text. — The curves show (in successive order) the development of the dry weight of the total above-ground organic matter, above-ground plant biomass, above-ground litter and water content at site BHW in 1992. The above-ground net primary production, change in biomass and in litter, as well as decomposition is presented in the Figures 1b and 1d. Further explanations: see text.

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

In den Zeitintervallen kann die Nettoprimärproduktion folgendermaßen abgeschätzt werden (vgl. Abb. 1b und 1d): Bis zum ersten Erntetermin beträgt die Biomasseänderung (DW) und somit die Nettoprimärproduktion (NPP) 0,034 kg/m^2. Im 1. Untersuchungsintervall beträgt die Biomasseänderung (DW) 0,3 kg/m^2 (6,9 g/m^2/d), die Detritusänderung 0,041 kg/m^2 (0,95 g/m^2/d), der abgebaute Detritus 0,045 kg/m^2 (1,1 g/m^2/d) und die daraus resultierende Nettoprimärproduktion 0,38 kg/m^2 (8,93 g/m^2/d). Im 2. Untersuchungsintervall beträgt die Biomasseänderung (DW) 0,14 kg/m^2 (3,6 g/m^2/d), die Detritusänderung 0,042 kg/m^2 (1,05 g/m^2/d), der abgebaute Detritus 0,032 kg/m^2 (0,8 g/m^2/d) und die daraus resultierende Nettoprimärproduktion 0,22 kg/m^2 (5,45 g/m^2/d). Im 3. Untersuchungsintervall beträgt die Biomasseänderung (DW) -0,39 kg/m^2 (-5 g/m^2/d), die Detritusänderung 0,24 kg/m^2 (3 g/m^2/d), der abgebaute Detritus 0,041 kg/m^2 (0,52 g/m^2/d) und die daraus resultierende Nettoprimärproduktion 0 kg/m^2 (0 g/m^2/d). Somit beträgt nach Formel (8) die geschätzte jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion 0,636 kg/m^2/a.

Standort FGG

Die Biomasse (Abb. 2a) nimmt von 0,09 kg/m^2 beim 1. Erntetermin (25.4.) bis zum 2. Erntetermin (25.7.) auf 0,59 kg/m^2 zu, um dann bis zum 3. Erntetermin (24.9., 0,59 kg/m^2) stabil zu bleiben. Dies drückt sich auch in der Biomasseänderung pro Tag aus (siehe Abb. 2b). Die dominante Art *Urtica dioica* bildet den oberirdischen Pflanzenbestand während der ganzen Untersuchungsperiode so gut wie allein (Abb. 2c): 1. Erntetermin: 0,09 kg/m^2; 2. Erntetermin: 0,58 kg/m^2; 3. Erntertermin 0,58 kg/m^2. Demzufolge entspricht der Wassergehalt des Bestandes jenem von *Urtica dioica* (Abb. 2d): Er fällt von 79 % (1. Erntetermin) auf 75 % (2. Erntetermin) und bleibt dann stabil (3. Erntetermin: 76 %).

Die oberirdische Nettoprimärproduktion beim Standort FGG muß mittels Formel (10) geschätzt werden. Da hierbei die meisten Komponenten vernachlässigt werden, ist die Unterschätzung im Vergleich zu den Formeln (8) und (9) am größten. Bis zum ersten Erntetermin beträgt die Biomasseänderung (DW) und die Nettoprimärproduktion (NPP) 0,092 kg/m^2 (siehe auch Abb. 2a). Im 1. Zeitintervall (Abb. 2b) beträgt die Biomasseänderung (DW) 0,5 kg/m^2 (5,5 g/m^2/d), und die daraus resultierende Nettoprimärproduktion muß nach Formel (10) ebenso hoch sein. Im 2. Zeitintervall beträgt die Biomasseänderung (DW) -0,007 kg/m^2 (-0,11 g/m^2/d), die daraus resultierende Nettoprimärproduktion muß nullgesetzt werden. Die geschätzte jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion bei zusätzlicher Vernachlässigung der abgestorbenen Biomasse und des abgebauten Detritus beträgt 0,592 kg/m^2/a.

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

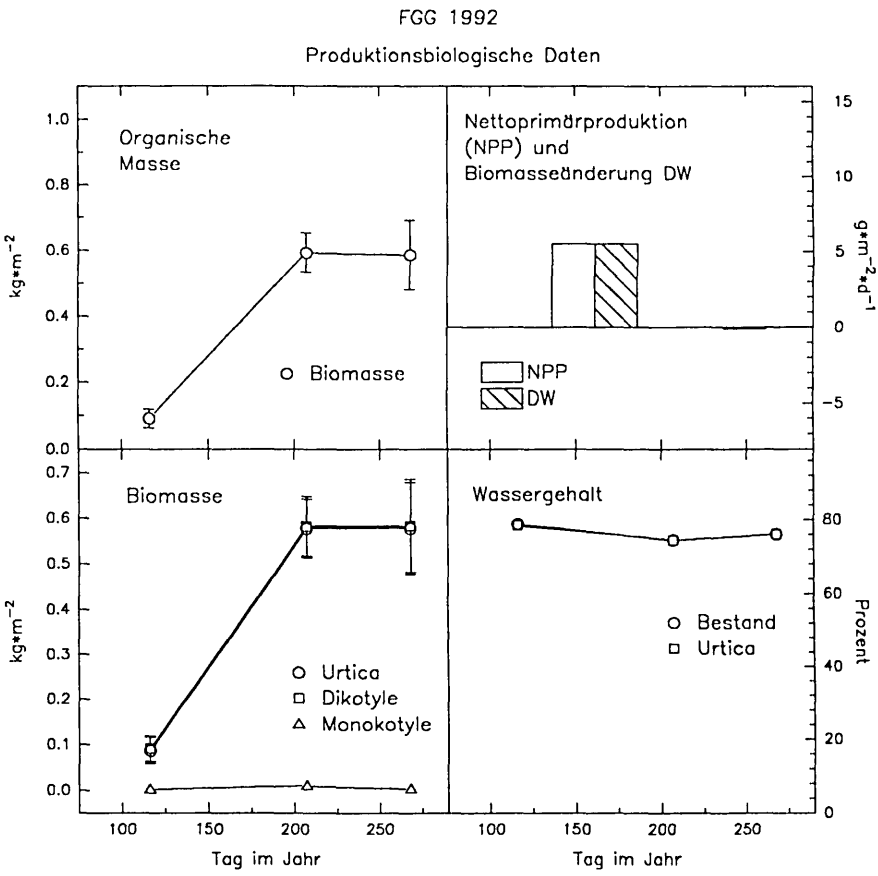

Abb. 2a-d: Den Verlauf der Trockengewichtsentwicklung geben die Kurven der gesamten oberirdischen Biomasse, aufgeteilt in *Urtica dioica*, Dikotyle und Monokotyle wieder. Der gesamte Bestand setzt sich so gut wie nur aus *Urtica dioica* zusammen. Abbildung 2b kann die Veränderungen der Biomasse und die Nettoprimärproduktion pro Tag entnommen werden. Die Prozentangaben zum Wassergehalt in Abbildung 2d beziehen sich auf das Gesamtgewicht (Frischgewicht). Weitere Erklärungen: siehe Text. — The curves show (in successive order) the development of the dry weight of total above-ground plant biomass, the above-ground biomass of *Urtica dioica*, the dicots and monocots, and the water content at site FGG in 1992. The above-ground net primary production and the change in biomass is presented in the Figures 1b and 1d. Further explanations: see text.

Standort SHG

Die gesamte oberirdische organische Masse (Abb. 3a) nimmt vom ersten Erntetermin (3.5.) von 0,61 kg/m^2 bis zum 3. Erntetermin (1.7.) auf 1,4 kg/m^2 stark zu. Sie steigt dann noch bis zum 4. Erntetermin (26.9.) auf

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

1,44 kg/m^2 leicht an. Dieser Verlauf des Trockengewichtes trifft auch auf den Detritus zu (Abb. 3a, 3d und 3e): 1. Erntetermin: 0,45 kg/m^2 (D-L: 0,31 kg/m^2; D-B: 0,13 kg/m^2); 3. Erntetermin: 0,84 kg/m^2 und 4. Erntetermin: 0,92 kg/m^2 (D-L: 0,6 kg/m^2; D-B: 0,32 kg/m^2). Die Biomasse (Abb. 3a und 3b) steigt bis zum 3. Erntetermin kontinuierlich auf 0,57 kg/m^2 an und fällt dann geringfügig auf 0,52 kg/m^2 ab. Die monokotylen Pflanzen (Abb. 3c) erbringen nur einen sehr geringen Beitrag zur Biomasse (maximaler Wert mit 0,05 kg/m^2 beim 1. Erntetermin); denn der Bestand wird fast zur Gänze von dikotylen Pflanzen gebildet (siehe auch Abb. 5c und 5e). Die dominante Art am Standort SHG, nämlich *Artemisia vulgaris,* erreicht am 3. und 4. Erntetermin 0,51 kg/m^2. Der Wassergehalt (Abb. 3f) fällt während der Untersuchungsperiode von ca. 80 % des Frischgewichtes (Bestand: 82 %; *Artemisia vulgaris:* 79 %) auf knapp über 50 % (Bestand: 53 %; *Artemisia vulgaris:* 51 %) ab.

Die organische Masse nimmt über den gesamten Versuchszeitraum zu (Abb. 3a), sodaß — wie in Abb. 3b zu sehen ist — über die ganze Untersuchungsperiode ein Beitrag zur jährlichen oberirdischen Nettoprimärproduktion nachgewiesen werden konnte. Bis zum ersten Erntetermin beträgt die Biomasseänderung (DW) und somit die Nettoprimärproduktion (NPP) 0,16 kg/m^2. Im 1. Untersuchungsintervall (Abb. 3b und 3d) ist die Biomassedifferenz (DW) 0,18 kg/m^2 (7,25 g/m^2/d), die Detritusdifferenz 0,1 kg/m^2 (4 g/m^2/d) und die Nettoprimärproduktion 0,28 kg/m^2 (11,2 g/m^2/d). Im 2. Untersuchungsintervall ist die Biomassedifferenz 0,22 kg/m^2 (6,48 g/m^2/d), die Detritusdifferenz 0,3 kg/m^2 (8,74 g/m^2/d) und die Nettoprimärproduktion 0,52 kg/m^2 (15,21 g/m^2/d). Im 3. Untersuchungsintervall beträgt die Biomasseänderung -0,04 kg/m^2 (-0,05 g/m^2/d), die Detritusänderung 0,07 kg/m^2 (0,85 g/m^2/d) und die Nettoprimärproduktion somit 0,03 kg/m^2 (0,37 g/m^2/d). Die geschätzte jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion beläuft sich bei zusätzlicher Vernachlässigung der abgebauten organischen Masse auf 0,994 kg/m^2/a.

Standort ODG

Der Verlauf der Kurven des Trockengewichtes von Biomasse, Detritus und gesamter organischer Masse (Abb. 4a) gleicht jenem des Standortes BHW (Abb. 1a): Die gesamte organische Masse (Abb. 4a) nimmt bis zum 3. Erntetermin (14.7.) auf 0,85 kg/m^2 zu und verringert sich dann bis zum 4. Erntetermin (28.9.) auf 0,59 kg/m^2 (fast nur noch Detritus). Wie beim Standort BHW ist ein positiver Nettotransport (Export - Import) anzunehmen (siehe Standort BHW). Die Biomasse (Abb. 4a, 4b und 4e) wächst vom

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

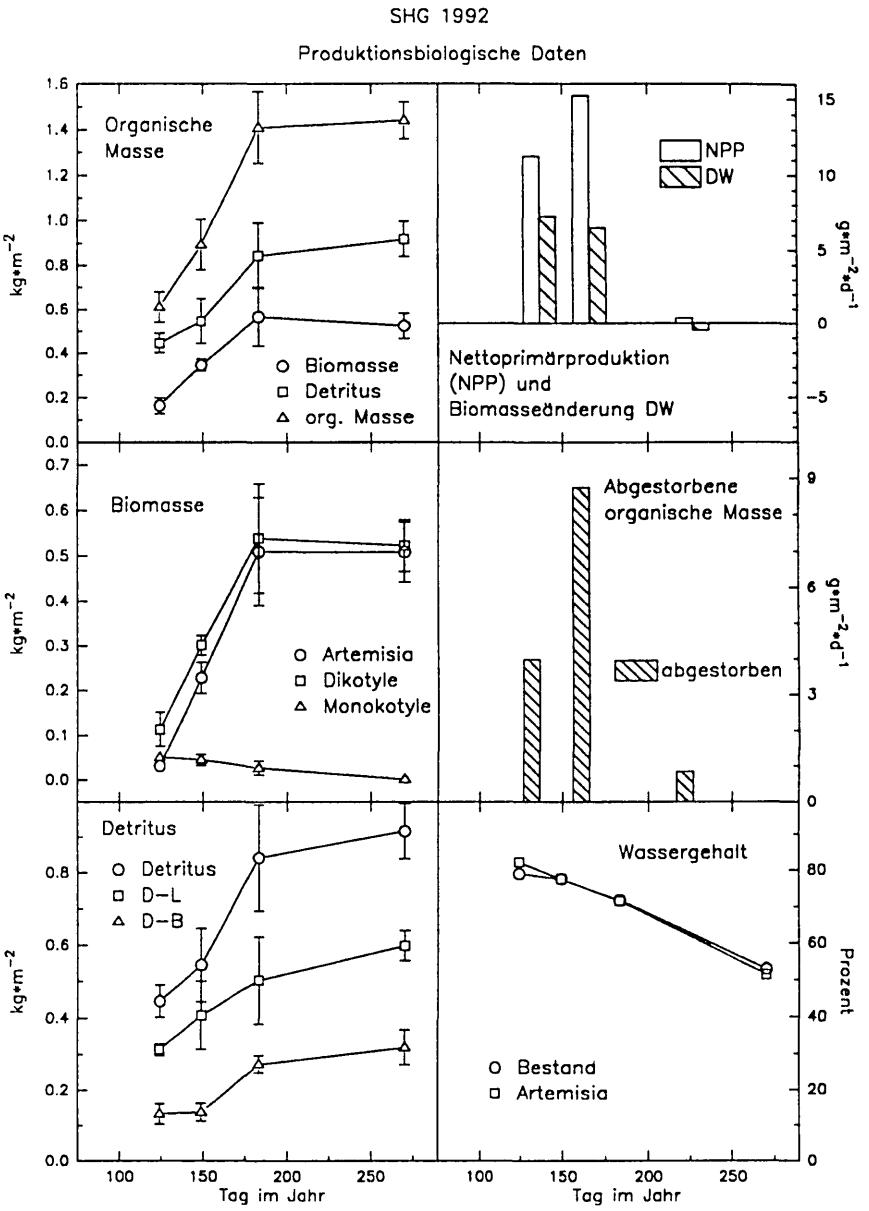

Abb. 3a-f: 3a, 3c und 3e zeigen den Verlauf des Trockengewichtes der oberirdischen organischen Masse, der Biomasse und des Detritus (D-L: Detritus über dem Boden; D-B: Detritus mit Bodenkontakt). Den Abbildungen 3b und 3d können die Veränderungen der Biomasse und des Detritus und die Nettoprimärproduktion pro Tag entnommen werden. Weitere Erklärungen: siehe Text. — The Figures 3a, 3c and 3e show the development of the dry weight of the total above-ground organic matter, above-ground plant biomass, above-ground litter and water content at site SHG in 1992. The above-ground net primary production, as well as the change in biomass and in litter is presented in the Figures 3b and 3d. Further explanations: see text.

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

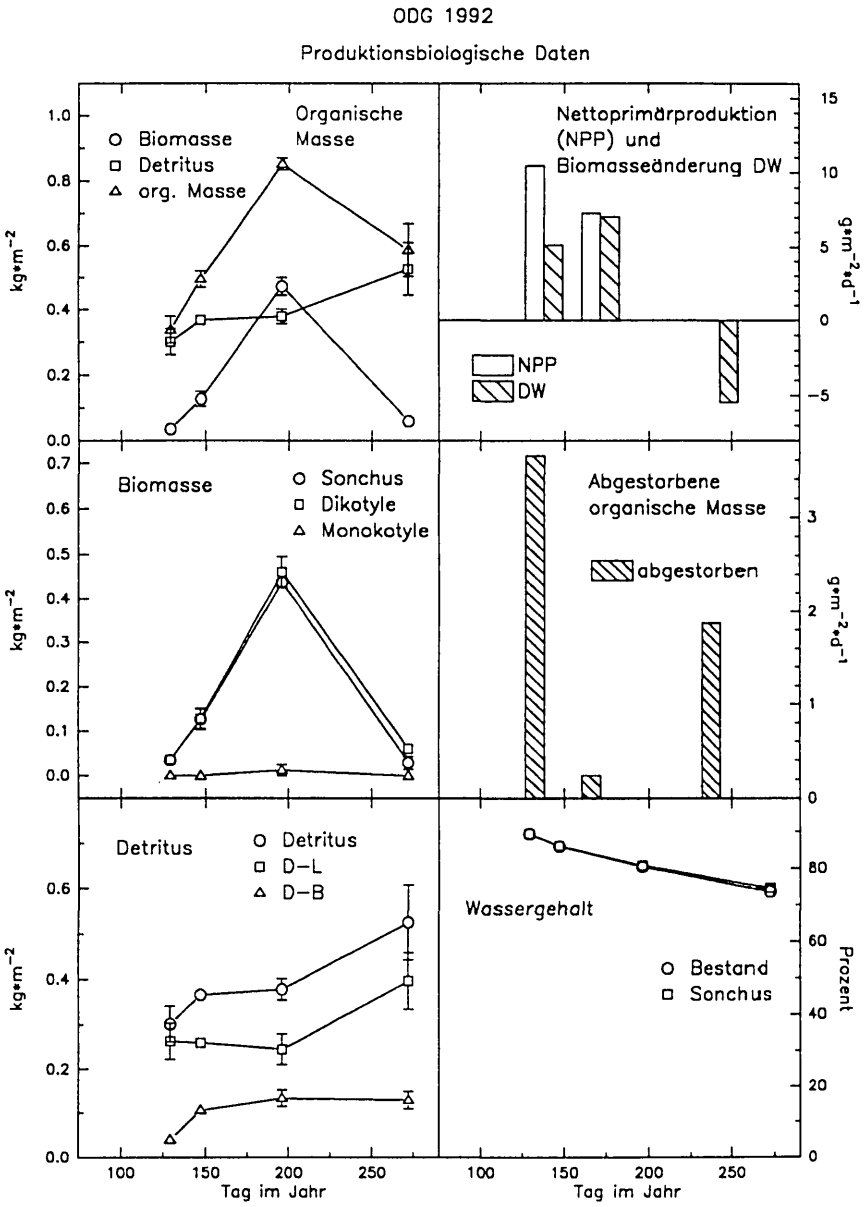

Abb. 4a-f: Den Verlauf der Trockengewichtsentwicklung zeigen die Kurven von oberirdischen organischer Masse, Biomasse und Detritus (D-L: Detritus über dem Boden; D-B: Detritus mit Bodenkontakt). Den Abbildungen 4b und 4d können die Veränderungen der Biomasse und des Detritus und die Nettoprimärproduktion pro Tag entnommen werden. Weitere Erklärungen: siehe Text. — The curves show (in successive order) the development of the dry weight of the total above-ground organic matter, above-ground plant biomass, above-ground litter and water content at site ODG in 1992. The above-ground net primary production, and the change in both biomass and litter is presented in the Figures 1b and 1d. Further explanations: see text.

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

1. Erntetermin (8.5.) von 0,036 kg/m^2 bis zum 3. Erntetermin auf 0,47 kg/m^2 und fällt dann bis zum 4. Erntetermin auf 0,06 kg/m^2 (siehe auch Biomasseänderung [DW] in Abb. 4b). Die monokotylen Pflanzen erreichen ihren Maximalwert mit 0,012 kg/m^2 beim 3. Erntetermin (Abb. 4c) und leisten somit einen vernachlässigbaren Beitrag zur gesamten Biomasseproduktion. *Sonchus asper* bildet den größten Teil des Pflanzenbestandes und erreicht den maximalen Wert beim 3. Erntetermin mit 0,44 kg/m^2. Der Bestand und die dominante Art unterscheiden sich im Wassergehalt nur unwesentlich (maximal 1 %). Der Wassergehalt in Prozent Frischgewicht fällt während der Untersuchungsperiode langsam von 89 % auf 74 % ab. Der Detritus nimmt über die ganze Vegetationsperiode zu (Abb. 4a, 4d und 4e): von 0,3 kg/m^2 (0,26 kg/m^2 Detritus über dem Boden (D-L) und 0,04 kg/m^2 Detritus auf dem Boden (D-B)) auf 0,53 kg/m^2 (D-L: 0,4 kg/m^2; D-B: 0,13 kg/m^2).

Bis zum ersten Erntetermin beträgt die Biomasseänderung (DW) und die geschätzte Nettoprimärproduktion (NPP) 0,036 kg/m^2. Im 1. Untersuchungsintervall (Abb. 4b und 4d) beträgt die Biomassedifferenz (DW) 0,092 kg/m^2 (5,1 g/m^2/d), die Detritusdifferenz 0,066 kg/m^2 (3,6 g/m^2/d). Die resultierende Nettoprimärproduktion (Summand nach Formel 9) 0,19 kg/m^2 (10,4 g/m^2/d). Im 2. Untersuchungsintervall beträgt die Biomassedifferenz (DW) 0,34 kg/m^2 (7 g/m^2/d), die Detritusdifferenz 0,012 kg/m^2 (0,24 g/m^2/d). Die resultierende Nettoprimärproduktion beträgt 0,36 kg/m^2 (7,27 g/m^2/d). Im 3. Untersuchungsintervall beträgt die Biomasseänderung (DW) -0,41 kg/m^2 (-5,44 g/m^2/d) und die Detritusänderung 0,15 kg/m^2 (1,87 g/m^2/d). Die Nettoprimärproduktion fällt auf null. Somit beträgt die geschätzte jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion bei zusätzlicher Vernachlässigung der abgebauten organischen Masse 0,58 kg/m^2/a.

Vergleich und Zusammenfassung der Ergebnisse von 1992 und 1993

Die gesamte oberirdische organische Masse (Werte teilweise aus DÖRFLINGER, MAIER & PUNZ 1993) schwankt, wie Abbildung 5f zu entnehmen ist, von 0,68 kg/m^2 (BHW 1993) über 0,85 kg/m^2 (ODG 1992), 0,93 kg/m^2 (BHW 1992) bis 1,3 kg/m^2 (FGG 1993) und 1,1 kg/m^2 und 1,34 kg/m^2 (SHG 1993, 1992). Die geringste Detritusmenge (Abb. 5b) fällt im *Sonchus asper*-Bestand des Standortes ODG mit 0,38 kg/m^2 an, gefolgt vom Standort BHW mit 0,4 kg/m^2 (1993) und 0,44 kg/m^2 (1992). Einen mittleren Wert zeigt der *Urtica dioica*-Bestand (FGG 1993) mit 0,57 kg/m^2. Die größten Detritusmengen entstehen mit 0,78 kg/m^2 (1992) und 0,73 kg/m^2 (1993) am Standort SHG. Das Verhältnis des Detritus ohne direkten Bodenkontakt und

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

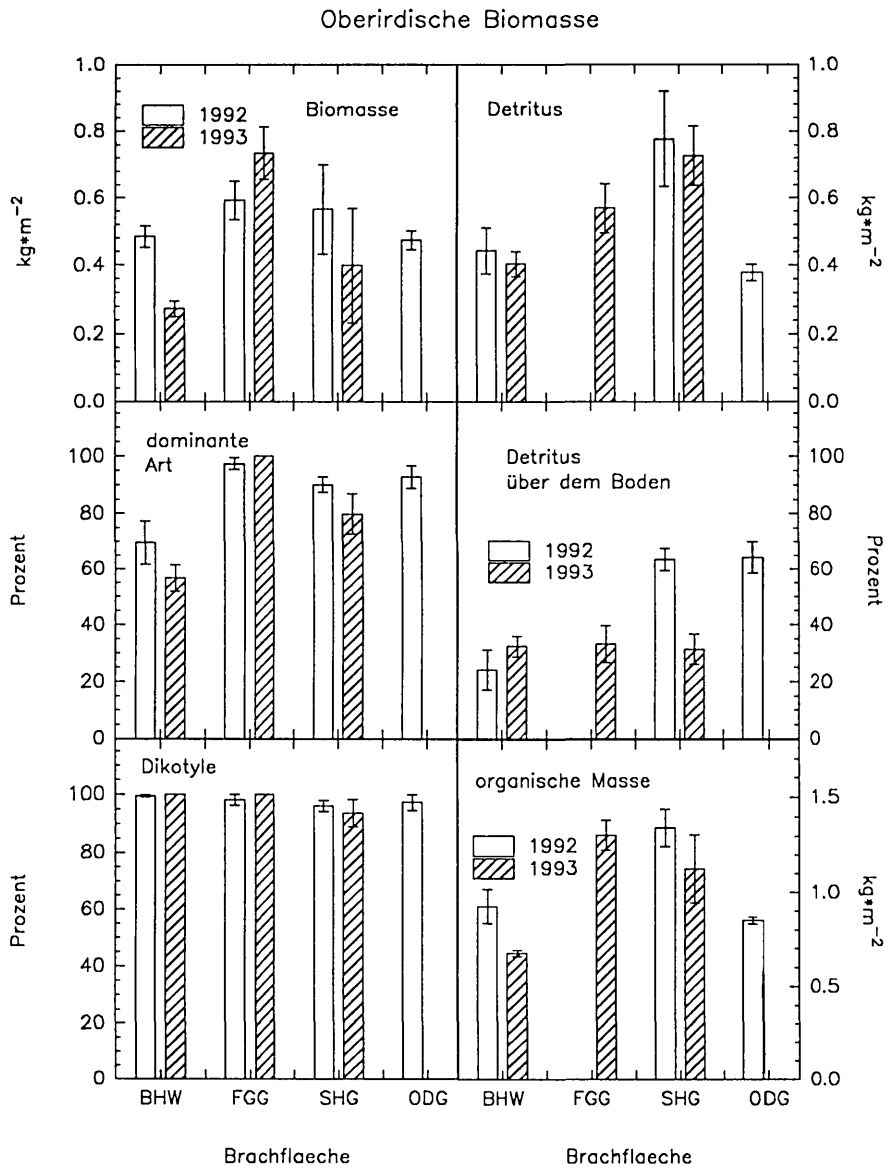

Abb. 5a-f: Zusammenfassung und Vergleich von 1992 und 1993 (teilweise aus DÖRFLINGER, MAIER & PUNZ 1993). Den Abbildungen können Mittelwert und Standardfehler des Trockengewichtes von Biomasse, Detritus und organischer Masse und verschiedene prozentuelle Werte vier verschiedener Brachflächen entnommen werden. Weitere Erklärungen: siehe Text. — Summary and comparison of the results of 1992 and 1993 (some from DÖRFLINGER, MAIER & PUNZ 1993). The figures show mean and standard error of the dry weight of the biomass, litter and organic matter and some percentual values from four different urban ruderal biotopes. Further explanations: see text.

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

des Detritus mit direktem Bodenkontakt (er liegt in diesem Falle auf dem Boden auf) ist stark zeitabhängig und schwankt von 24 % bis 64 %. Es hängt davon ab, wieviel organische Substanz, die im laufenden und im vergangenen Jahr produziert worden ist, stehen bleibt und wieviel organische Substanz dem Boden aufliegt. Die Biomasse schwankt von 0,27 kg/m^2 und 0,48 kg/m^2 (BHW 1993 und 1992) über 0,47 kg/m^2 (ODG 1992), 0,4 kg/m^2 und 0,57 kg/m^2 (SHG 1993 und 1992) bis 0,59 kg/m^2 und 0,74 kg/m^2 beim *Urtica dioica*-Bestand (Standort FGG 1993 und 1992). Äußerst dominant sind die konkurrenzfähigsten Arten (Abb. 5c) an drei Standorten: *Urtica dioica* mit 97 % und 100 % des Trockengewichtes des Bestandes am Standort FGG, *Artemisia vulgaris* mit 96 % und 94 % am Standort SHG und *Sonchus asper* mit 97 % am Standort ODG. Demgegenüber betragen die Werte für *Erigeron annuus* am Standort BHW lediglich 70 % bzw. 57 %. Die dikotylen Pflanzen (Abb. 5e) bilden, erkennbar an den Werten von 94 % (SHG 1993) bis 100 % (BHW 1993 und FGG 1993) des Bestandes, die Pflanzendecke unter Ausschluß der monokotylen Pflanzen so gut wie allein.

Die geschätzte jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion für 1992 ist am Standort ODG mit 0,58 kg/m^2/a (Formel 9) und am Standort FGG mit 0,59 kg/m^2/a (1993: 0,74 kg/m^2/a; beide Male: Formel 10) am geringsten. Etwas darüber liegen die Werte für den Standort BHW mit 0,64 kg/m^2/a nach Formel (8). Am höchsten war die Produktion am Standort SHG mit 0,99 kg/m^2/a. Bis auf den Standort FGG (auch 1992 Formel 10) ergeben sich für 1993 wesentlich geringere Werte (siehe Werte für Biomasse). Da die Werte des Detritus für 1993 beim Standort BHW und SHG geringer ausfallen als 1992 und vom Standort FGG kein Vergleichswert vorliegt, kommt zur Berechnung der Nettoprimärproduktion 1993 Formel (10) zur Anwendung.

Diskussion

Die gesamte oberirdische organische Masse und vor allem die oberirdische Biomasse können das Mikroklima durch die Struktur des Bestandes (z.B. Vergrößerung der Oberfläche durch Blätter, Erhöhung des Raumwiderstandes) und durch die Evapotranspiration der Pflanzendecke stark beeinflussen. Verschiedene Autoren wie PUNZ (1987 und 1993), SUKOPP et al. (1988) oder MAIER (1992) weisen in diesem Zusammenhang auf die positive Bedeutung hin, die eine Pflanzendecke auf das Stadtklima (erhöhte Temperaturen und niedrigere Luftfeuchtigkeit gegenüber dem Umland; siehe BÖHM 1979 oder SUKOPP 1983) prinzipiell haben kann. Gegenüber verbauten Gebieten können im Sommer durch eine erhöhte Verdunstung und Kon-

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

vektion (Vergrößerung der Oberfläche vor allem durch Blätter) starke Temperatursenkungen erreicht werden. Die Temperaturdifferenz zwischen einer Asphaltfläche und einem Rasen kann an einem Tag mit hoher Einstrahlung 25°C betragen (BAUMÜLLER 1981). So schreiben SUKOPP et al. (1988), daß Grünflächen von einem Hektar, falls sie z.B. durch Hecken und Bäume von ihrer Umgebung abgeschirmt sind, ein eigenes Kleinklima entwickeln können, allerdings ohne einen nennenswerten Einfluß auf das gesamte Stadtklima zu haben. Die Menge (und natürlich die räumliche Verteilung und die Struktur) an oberirdischer Biomasse, die die Vegetationsdecke bildet, kann verwendet werden, um zu beurteilen, wie stark das Klima und vor allem das Mikroklima beeinflußt werden kann. Dies gilt vor allem dann, wenn zwischen standortgerechten Vegetationsdecken gleicher klimatischer Bedingungen (Niederschlag, Einstrahlung, Temperatur) verglichen wird. Dabei dürfte wohl die krautige urbane Ruderalflora (siehe Abb. 1c, 2c, 3c, 4c und 5a) einen größeren Einfluß auf das Mikroklima haben als ein oft gemähter Zierrasen mit sehr geringer oberirdischer Biomasse und Blattfläche (lokale Temperaturerniedrigung). Eine Mikroklimabeinflussung, wie durch eine von Gehölz dominierte Vegetation (sommergrüner Wald: 42-46 kg/m^2 nach LIETH 1975), kann natürlich nicht erreicht werden. Die krautige Vegetation von Brachflächen ist aber oft nur ein Übergansstadium, sodaß bei langfristiger Vermeidung von direkten Eingriffen eine Klimaxvegetation zu erwarten ist, die eine optimale Anpassung an die jeweiligen Gegebenheiten bietet.

Da die Nettoprimärproduktion in einem natürlichen Ökosystem jene Menge an organischer Substanz ist, die als Nahrung für alle heterotrophen Organismen dient, stellt sie einen essentiellen Wert zur Beurteilung von Ökosystemen dar. Vergleicht man zunächst die erhaltenen Produktionswerte der vier Standorte, die 1992 von 0,58 kg/m^2/a bis 0,99 kg/m^2/a reichen, mit vergleichbaren Werten anderer städtischer Ruderalstandorte, so zeigt sich, daß sie in der gleichen Bandbreite liegen:

Geschätzte Nettoprimärproduktion in kg/m^2/a:

Bestand	Autor	oberirdisch	unterirdisch
Standort BHW		0,64.; 0,27	
Standort FGG		0,59; 0,74	
Urtica dioica-Bestand	BORNKAMM (1981)	0,52-0,93	0,28-0,89
	DAPPER (1966)	0,91	
Carduo-Urticetum	HADAC et al. (1969)	1,25	

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

Standort SHG		0,99; 0,4	
Artemisia vulgaris-Best.	BORNKAMM (1984)	1,6	0,44
Artemisietum	DUVIGNEAUD (1975)	0,87-1,69	0,47-0,74
Tanaceto-Artemisietum	ELIAS (1978)	2,2	
Standort ODG		0,58	
Agropyron repens-Best.	BORNKAMM (1984)	0,38	0,49
Calamogrostis epigejos-Best.	BORNKAMM (1984)	0,5	0,92
Meliloteum albae	DUVIGNEAUD (1975)	0,48	0,19
Plantaginetea majoris	ELIAS (1978)	0,05-0,5	
Sisymbrion officinalis	ELIAS (1978)	0,4-2,5	
Solidago canadensis	BORNKAMM (1984)	1	1,05

Weiters scheint es zielführend zu sein, die produktionsbiologischen Daten der Brachflächen denen anderer naturnaher und anthropogen stark beeinflußter Ökosysteme gegenüberzustellen. Dabei ist vor allem danach zu unterscheiden, ob die Nettoprimärproduktion im System belassen wird. AJTAJ et al. (1979), LIETH (1975), OLSON (1983) bzw. WHITTAKER & LIKENS (1975) geben für temperates Grasland einen approximativen mittleren Wert von 0,5 kg/m²/a, 0,5 kg/m²/a (Bandbreite: 0,1 kg/m²/a - 1,5 kg/m²/a), 0,3 kg/m²/a bzw. 0,6 kg/m²/a (Bandbreite: 0,2 kg/m²/a - 1,5 kg/m²/a), für sommergrüne Wälder von 1,3 kg/m²/a, 1 kg/m²/a (Bandbreite: 0,4 kg/m²/a - 2,5 kg/m²/a), 1,3 kg/m²/a bzw. 1,2 kg/m²/a (Bandbreite: 0,6 kg/m²/a - 2,5 kg/m²/a) und für kultiviertes Land von 1,2 kg/m²/a - 1,5 kg/m²/a, 0,65 kg/m²/a (Bandbreite: 0,1 kg/m²/a - 4 kg/m²/a), 1,7 kg/m²/a bzw. 0,65 kg/m²/a (Bandbreite: 0,1 kg/m²/a - 4 kg/m²/a) an. Es zeigt sich also, daß urbane Brachflächen eine überraschend hohe Nettoprimärproduktion erreichen können (siehe *Artemisia vulgaris*- und *Urtica dioica*-Bestand). BOLIN et al. (1979) bzw. BRAMRYD (1982) schätzen die mittlere Nettoprimärproduktion von Städten allgemein auf 0,5 kg/m²/a bzw. 1 kg/m²/a (inklusive kleinerer Städte). Da die oberirdische Biomasseproduktion der vorliegenden Untersuchung bereits innerhalb der Bandbreite für Städte liegt und die oben erwähnten produktionsbiologischen Daten anderer Brachen durchwegs über 0,5 kg/m²/a liegen, darf wohl mit Recht festgestellt werden, daß die Brachflächen einer Stadt einen positiven Beitrag zur gesamten Nettoprimärproduktion leisten können: Sie können aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit bei geeigneten Bedingungen genügend organisches Material (siehe Abb. 1a, 1e, 3a, 3e, 4a, 4e, 5b, 5d und 5f) anreichern und den Boden und somit die Bedingungen für Leben verbessern. Die beschriebene Biomasseproduktion scheint sogar den Vergleich mit

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

den oben erwähnten naturnahen Ökosystemen auszuhalten und kann somit als Grundlage für ein funktionsfähiges System dienen.

Für die Nettoprimärproduktion von Zierrasen mit 1 bzw. 1,65 kg/m^2/a (nach FALK 1976 und MOORE 1981), die etwas über der Nettoprimärproduktion der vorliegenden Untersuchung (1992: 0,58 kg/m^2/a - 0,99 kg/m^2/a) liegt, ist hoher Energie-, Stoff- und Arbeitsaufwand erbringen; dabei wird der Großteil der Nettoprimärproduktion dem System entzogen (ohne irgendeinen wirtschaftlichen Nutzen). Deshalb scheint es sinnvoller zu sein, die Pflegemaßnahmen für Gärten wie Parks so weit wie möglich zu verringern; dies betrifft auch direkte Eingriffe auf die Artenzusammensetzung.

Allerdings erscheint die Forderung, alle Ruderalstandorte unter Schutz zu stellen, nicht angebracht, da gerade diese Biotope erst durch die Dynamik des menschlichen Eingriffes geschaffen werden. Es zeigt sich aber, daß weniger menschliche Hege und Pflege ganz allgemein nicht nur einen geringeren Energie- und Arbeitseinsatz bedeutet, sondern auch aus biologischer Sicht zu begrüßen ist. Dies gilt insbesondere auch für gärtnerisch gestaltete Biotope wie Parks und Gärten. So sind Umwandlungen von größeren Brachflächen in Parks nur dann zu befürworten, wenn gewährleistet ist, daß der menschliche Einfluß auf das unbedingt notwendige Ausmaß — wie das Anbringen von Information, Verbreitern der Wege (falls nötig) oder Aufstellen von Bänken und Mülleimern — beschränkt bleibt.

Literatur

AJTAJ G. L., KETNER P. & DUVIGNEAUD P., 1979: Terrestrial primary production and phytomass. In: BOLIN B., DEGENS E. T., KEMPE S. & KETNER P. (Eds.), The global carbon cycle, p. 129-182. Scope 13. Wiley, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.

BAUMÜLLER J., 1981: Stadtklima, Stadtrelief und städtebauliche Planung. In: Stadtökologie. Tagungsbericht 1/81, 16-33. Akad. für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen.

BLUBB, 1990: Biotope - Landschaften - Utopien - Bewußt - Beleben. Katalog zur Ausstellung. PID der Stadt Wien.

BOLIN B., DEGENS E. T., DUVIGNEAUD P. & KEMPE S., 1979: The global biogeochemical carbon cycle. In: BOLIN B., DEGENS E. T., KEMPE S. & KETNER P. (Eds.), The global carbon cycle, p. 1-56. Scope 13. Wiley, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.

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

BÖHM R., 1979: Meteorologie und Stadtplanung in Wien — ein Überblick. Wetter und Leben, 1-11.

BORNKAMM R., 1981: Zusammensetzung, Biomasse und Inhaltsstoffe der Vegetation während zehnjähriger Sukzession auf Gartenboden in Köln. Decheniana 134, 34-48.

BORNKAMM R., REBELE F. & WERNER P., 1984: Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung industrieller Brach- und Restflächen in Berlin (West). Förderungsprogramm der Freien Universität Berlin für junge Wissenschaftler, 3. Ausschreibung. Berlin.

BRAMRYD T., 1982: Fluxes and accumulation of organic carbon in urban ecosystems on a global scale. In: BORNKAMM R., LEE J. A. & SEAWARD M. R. D. (Eds.), Urban ecology, p. 3-12. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

BRANDES D., 1983: Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. Phytocoenologia 11, 31-115.

DAPPER H., 1966: Zur Stoffproduktion der Großen Brennessel *(Urtica dioica)* an einem Ruderalstandort. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 103, 54-64.

DETTMAR G., 1986: Spontane Vegetation auf den Industrieflächen in Lübeck. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 3.

DÖRFLINGER A., MAIER R. & PUNZ W., 1993: Forschungsprojekte zur Stadtökologie in Wien. Tischvorlage für das Arbeitstreffen des AK Stadtökologie am 12. und 13. November 1993 in Osnabrück.

DUVIGNEAUD P., 1975: Etudes ecologiques de l'ecosysteme urbain bruxelloise. Contr. 6. Structure, biomasses, mineralomasses, productivite et captation du plomb dans quelques associations ruderales (Artemisietalia vulgaris). Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 108, 93-128.

ELIAS P., 1978: Shoot biomass of the ruderal plant communities at human settlements. Acta Botanica Slovaca Acad. Sc. Sl., Series A, 3, 127-132.

FALK J. H., 1976: Energetics of the suburban lawn ecosystem. Ecology 57, 141-150.

FORSTNER W. & HÜBL E., 1971: Ruderal-, Segetal- und Adventivflora von Wien. Notring der wissenschaftlichen Gesellschaft Österreichs.

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

GÖDDE M., 1987: Die Brache in der Stadt — Ein bemerkenswerter Lebensraum auch in Düsseldorf. Das Gartenamt 36, 552-555.

HADAC E. et al., 1969: Pflanzengesellschaften des Tales 'Dolina Siedmich pramenov' in der Hohen Tatra. Vegetatia CSSR B. Bratislava.

HÜBL E. & HOLZNER W., 1974: Vorläufiger Überblick über die Ruderalvegetation von Wien. Acta Inst. bot. Acad. Sci. slovacae, ser. A, 1, 233-238.

KUGLER R. G., 1990: Typisierung und floristische Kartierung von innerstädtischen Brachflächen in Wien. Diplomarbeit Univ. Wien.

LIETH H., 1975: Primary production of the major vegetation units of the world. In: LIETH H. & WHITTAKER R. H. (Eds.), Primary productivity of the biosphere. Ecological Studies 14. Springer-Verlag, Berlin.

MAIER R., 1992: Pflanzen im Lebensraum Stadt. In: Die Störung der ökologischen Ordnung in den Kulturlandschaften. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

MOORE P. D., 1981: zitiert aus: BORNKAMM R., REBELE F. & WERNER P., 1984: Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung industrieller Brach- und Restflächen in Berlin (West). Förderungsprogramm der Freien Universität Berlin für junge Wissenschaftler, 3. Ausschreibung. Berlin.

ODUM P. O., 1983: Grundlagen der Ökologie, Bd. 1 (Grundlagen). Thieme, Stuttgart.

OLSON, 1983: zitiert aus: HALL D. O. & SCURLOCK J. M. O., 1993: Appendix C — Biomass production and data. In: HALL D. O., SCURLOCK J. M. O., BOLHÀR-NORDENKAMPF H. R., LEEGOOD R. L. & LONG S. P. (Eds.), Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual. Chapman & Hall, London.

PUNZ W., 1987: Die Bedeutung des innerstädtischen Grüns — Stadtökologie. Vortrag zum Symposium „Grün in der Stadt". Wien.

PUNZ W., 1993: Stadtökologie — Forschungsansätze und Perspektiven. Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien 132, 89-120.

RADLER D., 1990: Zur Vegetation der Industriegebiete von Wien und ihrer Ökologie. Diplomarbeit Univ. Wien.

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

REBELE F., 1988: Ergebnisse floristischer Untersuchungen in den Industriegebieten von Berlin (West). Landschaft und Stadt 20, 49-66.

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., BOLHÀR-NORDENKAMPF H. R., LEEGOOD R. L. & LONG S. P. (Eds.), Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual. Chapman & Hall, London.

SUKOPP H., 1983: Ökologische Charakteristik von Großstädten. In: Grundriß der Stadtplanung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover.

SUKOPP H., HORBERT M. STÜLPNAGEL A., 1988: Zur Bedeutung der Vegetation für das Stadtklima. In: Conference Report. International Federation of Park and Recreation, 13.-14. Juni 1988, Innsbruck, Österreich.

TIMISCHL W., 1990: Biostatistik. Springer-Verlag, Wien.

WEIGMANN G., 1982: The colonization of ruderal biotopes in the city of Berlin by arthropods. In: BORNKAMM R., LEE J. A. & SEAWARD M. R. D. (Eds.), Urban ecology, p. 75-87. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

WHITTAKER R. H. & LIKENS G. E., 1975: The biosphere and man. In: LIETH H. & WHITTAKER R. H. (Eds.), Primary productivity of the biosphere, p. 305-328. Ecological Studies 14. Springer-Verlag, Berlin.

Manuskript eingelangt: 1994 04 18

Anschrift des Verfassers: Mag. Alexander Nikolaus DÖRFLINGER, 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: 1994

Band/Volume: 131

Autor(en)/Author(s): Dörflinger Alexander Nikolaus

Artikel/Article: Biomasse und Detritus von Brachflächen in Wien 119-139