



Herbert Sukopp

Ökologische Charakteristik von Großstädten

(Akademievorlesung am 15. Februar 1996)

In: Berichte und Abhandlungen / Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
(vormals Preußische Akademie der Wissenschaften) ; 3.1997, S. 105-128

Persistent Identifier: [urn:nbn:de:kobv:b4-opus-29607](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b4-opus-29607)

Die vorliegende Datei wird Ihnen von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften unter einer Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (cc by-nc-sa 4.0) Licence zur Verfügung gestellt.



Herbert Sukopp

Ökologische Charakteristik von Großstädten

(Akademievorlesung am 15. Februar 1996)

Wir leben in einem Jahrhundert intensiver Verstädterung. Nach einer Prognose der Vereinten Nationen wird der Anteil der Stadtbevölkerung von 29 % der Weltbevölkerung im Jahre 1950 auf 60 % im Jahre 2025 ansteigen, wobei die 50 %-Marke zwischen 2000 und 2010 erreicht sein wird. Mehr als ein Dutzend Großstädte werden im Jahr 2025 über zwanzig, einige sogar mehr als dreißig Millionen Einwohner haben. 23 der 25 größten Ballungsgebiete der Welt werden dann nicht mehr in Europa und Nordamerika, sondern in Asien, Afrika oder Lateinamerika zu finden sein. Paris, New York, London, heute noch Großstädte von Rang, werden, was die Einwohnerzahl betrifft, schon im Jahr 2000 auf hinteren Plätzen rangieren.

In der Bundesrepublik Deutschland nimmt die Siedlungs- und Verkehrsfläche heute 12,7 % der gesamten Bodenfläche ein. Sie stieg in den letzten 30 Jahren um knapp drei Prozentpunkte; diese Dynamik scheint ungebrochen, weil die Ansprüche an Flächen besonders für Erholung und für Abfalldeponien zunehmen. In Deutschland leben etwa 80 % der Bevölkerung in Städten.

1 Ökologische Stadtforschung

Der Begriff *Stadtökologie* wird auf zweierlei Weise gebraucht:

- in normativem Sinne als Bezeichnung von Stadtgestaltungsprogrammen auf der Ebene von Politik und Planung (hierzu Abschnitt 6).
- innerhalb der Wissenschaft als Bezeichnung des Teils der Biologie, der sich mit urbanen Gebieten beschäftigt. Ökologie ist in diesem Sinne als Wissenschaft von Lebewesen bzw. biologischen Lebensgemeinschaften in ihren Beziehungen untereinander und mit ihrer Umwelt aufzufassen (Sukopp & Trepl 1995). Diesen Fragen sind Abschnitt 2 bis 5 gewidmet.

Stadtökologie als Wissenschaft ist eine junge Disziplin. Lange Zeit hielt man Städte nicht für mögliche oder lohnende Gegenstände ökologischer Forschung. Sie galten als lebensfeindlich; man glaubte, die Zahl der Pflanzen und Tiere, die hier existieren können, sei gering. Auch hielt man die Artenkombinationen städtischer Lebensgemeinschaften für Zufallsprodukte, so daß eine Suche nach Regelmäßigkeiten und deren Ursachen für müßig erachtet wurde. Ein Wandel hat vor etwa 25 Jahren begonnen. Seitdem werden Städte ökologisch intensiv untersucht, und bald stellten sich die Annahmen, städtische Lebensgemeinschaften seien reine Zufallsprodukte, als falsch heraus.

Den ersten Untersuchungen von Großstädten war das Erstaunen darüber gemeinsam, daß auch durch Menschen gestaltete Lebensräume charakteristischen, unter ähnlichen Umweltbedingungen regelmäßig wiederkehrenden Artenkombinationen Lebensmöglichkeiten bieten. Genaue Analysen zeigen eine überraschende Vielfalt an Standorten, Organismen und Lebensgemeinschaften. In Stadtgebieten ist oft ein Artenreichtum verschiedener Pflanzen- und Tiergruppen gefunden worden, der sogar den des Umlandes übertrifft.

Bei zunehmender Verstädterung der Welt lassen sich Analysen der Stadt praktisch und theoretisch jedoch immer weniger von Untersuchungen des Umlandes trennen. Umland der Stadt nennen wir Gebiete, die funktional mit ihr verbunden, räumlich aber nicht eindeutig abgrenzbar sind. Die Beziehungen zwischen Stadt und Umland umschließen eine Vielzahl von ökonomischen, kulturellen und ökologischen Verflechtungen. Engeres (suburbanes) und weiteres Umland sind differenziert zu betrachten. Aus dem „weiteren Umland“ von Städten kommen heute Lebensmittel, Rohstoffe und andere Naturgüter aus allen Teilen der Erde. Ein dichtes Verkehrsnetz zu Land, Wasser und Luft ermöglicht den Transport riesiger Mengen an Gütern. Die Größenordnung von globalen Verlagerungen gesteinsgebundener und biologisch erzeugter Stoffe nach Deutschland bzw. in die Länder der Europäischen Gemeinschaft zeigen die Abb. 1 und 2. Diese Stoffverlagerungen geschehen bereits seit vielen Jahrhunderten, und ihre Folgen wirken weiter. Ein wachsendes Ungleichgewicht zwischen Stadt und Land schafft darum nicht nur soziale und wirtschaftliche, sondern darüber hinaus auch ökologische Probleme, die unter dem jetzt viel diskutierten Schlagwort der „Nachhaltigkeit“ anzusiedeln sind. Wir leben global und stehen weltweit mit Ökosystemen in Wechselbeziehungen, nicht nur mit denen des engeren Umlandes.

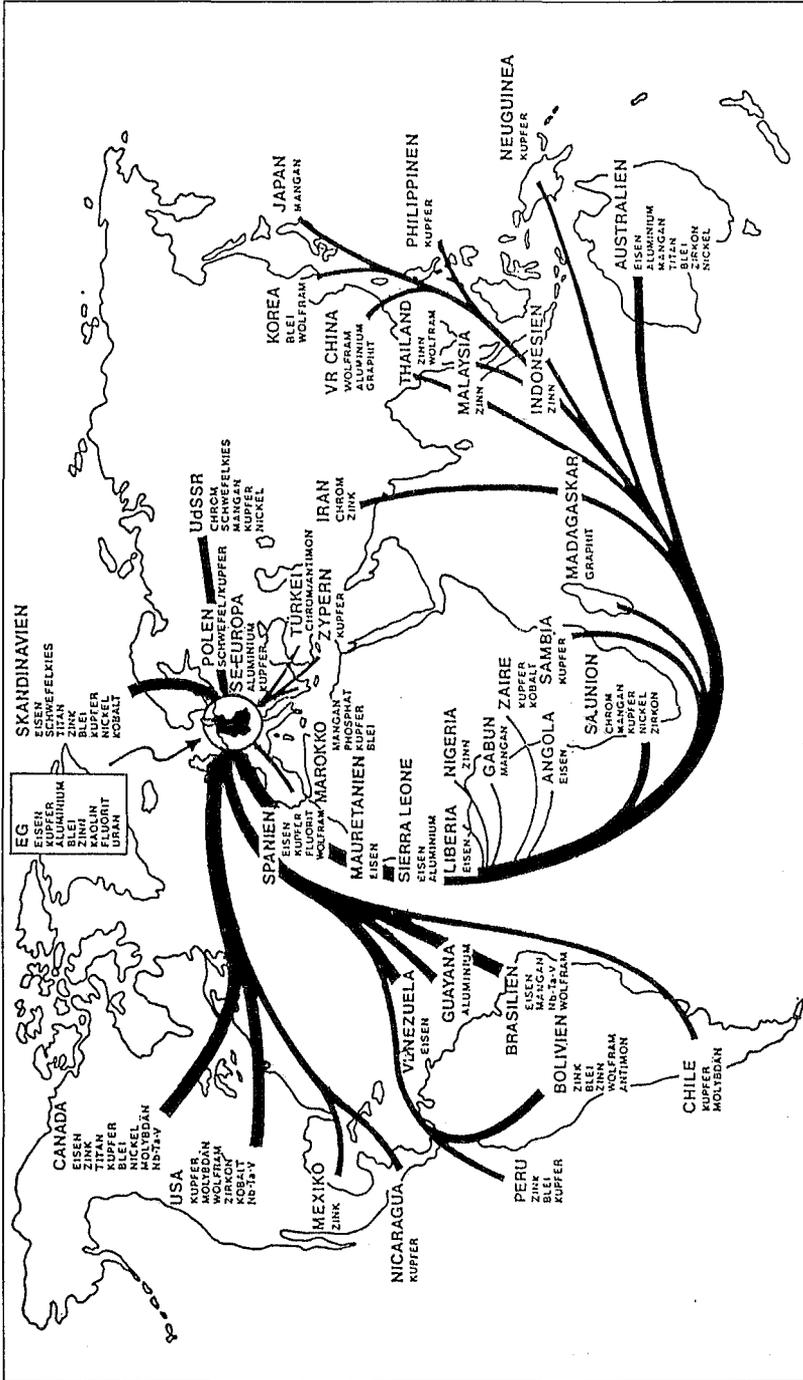


Abb. 1
 Liefergebiete von mineralischen Rohstoffen und Metallen für die Bundesrepublik Deutschland.
 Quelle: Deutsche Forschungsgemeinschaft 1975. Aus: Haber 1993a.

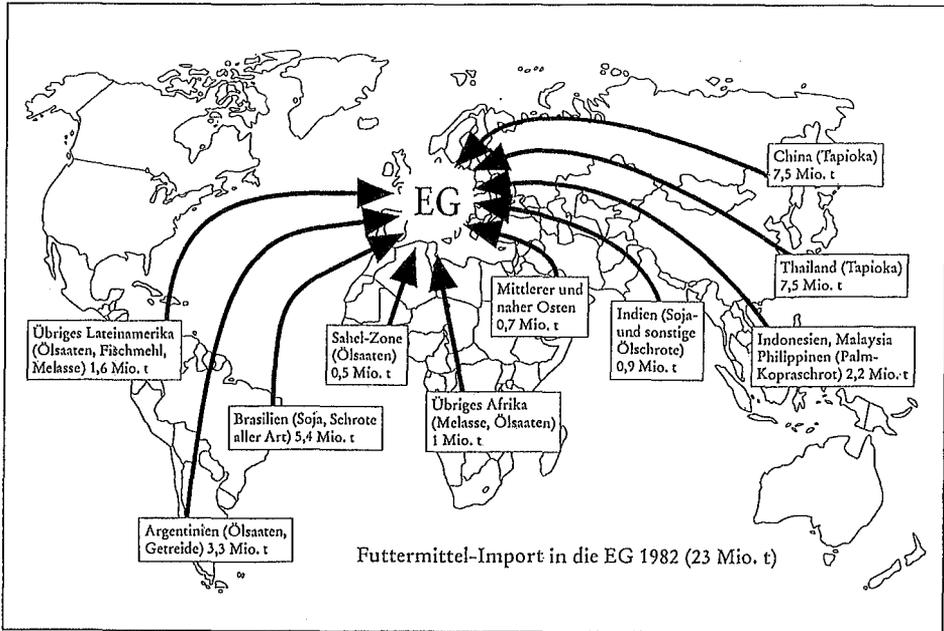


Abb. 2

Import von Futtermitteln in die EG-Länder (1982 23 Mio. Tonnen).

Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1984 sowie Angaben des Statistischen Amtes der Europäischen Gemeinschaft und des Statistischen Bundesamtes. Aus: Haber 1993a.

2 Die Stadt als eine „neue Art von Umwelt“

Städtische Ökosysteme unterscheiden sich durch eine Reihe von Eigenschaften von nicht-städtischen. Zwar findet man die meisten der in Städten wirkenden einzelnen Umweltfaktoren auch außerhalb der Städte. Ihr Zusammenwirken jedoch führt zu sehr spezifischen ökologischen Systemen und Artenkombinationen.

Städte weisen besondere klimatische Verhältnisse auf (Landsberg 1981, Kuttler 1993, Schirmer et al. 1993). Die für den Wärmehaushalt verantwortlichen Bedingungen werden durch die Modifizierung der Bodenoberflächen bzw. Bodensubstrate, durch zusätzliche Wärmequellen (Gebäudeheizung) sowie durch die Anreicherung der Atmosphäre mit Spurenstoffen weitreichend verändert. Strahlungshaushalt, Wärmetransport im Boden und in der Atmosphäre sowie die Verdunstung unterscheiden sich deutlich vom Umland. Die Dunsthaube bewirkt in der Strahlungsbilanz eine Erwärmung. Dieser sogenannte Treibhauseffekt führt

zusammen mit der erhöhten Wärmekapazität der Bauwerke und Böden zu einer Erhöhung des Jahresmittels der Lufttemperatur um 0,5-1,5°C. An Strahlungstagen kann die Temperatur in der Innenstadt von Berlin 2-9°C höher liegen als im Umland. Bei der Anzahl der Frosttage (mit Minimumtemperatur in 2 m Höhe < 0°C) ergibt sich für Berlin eine Spanne von 58 Tagen in der Innenstadt bis zu 111 Tagen in Extremlagen der Außenbereiche (Sukopp 1990).

Das führt zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode für innerstädtische Pflanzen, zu früherer Blüten- und Blattentfaltung sowie zur Einbürgerung von wärmeliebenden Pflanzen und Tieren aus südlichen Gebieten. Die Wärmeinseln des Stadtgebietes entsprechen etwa der bebauten Fläche, überdecken aber entsprechend den Windverhältnissen in Form einer Warmluftfahne auch sonst kühlere Gebiete.

Der höheren Wärme entsprechend ist das Stadtgebiet im Mittel trockener als seine Umgebung (Differenz der relativen Feuchte im Sommer 8-10 %). Die mittlere Windgeschwindigkeit wird je nach Baustruktur um 10-20 % verringert, was bei stabilen Wetterlagen zu problematischen Austauschverhältnissen führen kann. Die Luftverschmutzung ist eng mit der Temperaturerhöhung verbunden. Spurengase (mit Ausnahme von Ozon) sind in 5- bis 50fach höheren Konzentrationen vorhanden.

Da die Einfuhr von Materialien jahrhundertlang die Ausfuhr übertraf (Mumford 1961), hat sich das Bodenniveau in Altstädten um mehrere Meter erhöht. Der Grundwasserspiegel sank außerdem durch Versiegeln der Oberfläche und die damit einhergehende geringere Versickerung von Niederschlägen sowie durch Grundwasserentnahmen. Dadurch bedingt sind städtische Böden im Laufe der Jahrhunderte erheblich trockener geworden. Dies gilt allerdings nicht für die Böden der Gärten (Hortisole) und Parke, die bei zusätzlichen Wassergaben oft feuchter sind. Die städtischen Böden sind meist stark eutrophiert und verdichtet, die der Industriegebiete, Deponien, Rieselfelder und Straßenrandbereiche zum Teil erheblich durch Schadstoffe belastet (Blume 1993).

Bauwerke prägen eine Stadt nicht nur physiognomisch, sondern auch ökologisch. Ihre Oberflächenstruktur ist für viele Stadttiere natürlichen Felsen vergleichbar. Ökologisch bedeutsam sind die mikroklimatischen Verhältnisse. Außenwände vermögen expositionsabhängig hohe Temperaturen zu erreichen und zu bewahren. Wichtig für die Tierbesiedlung der Innenräume von Gebäuden sind spezielle Nahrungsquellen, Feuchtigkeitsbedingungen und das Temperaturregime. So werden manche Räume diskontinuierlich, andere dauernd beheizt; die Temperatur in Dachböden schwankt im Sommer zwischen 12°C und 42°C, wogegen in Kellern sehr geringe Temperaturschwankungen auftreten.

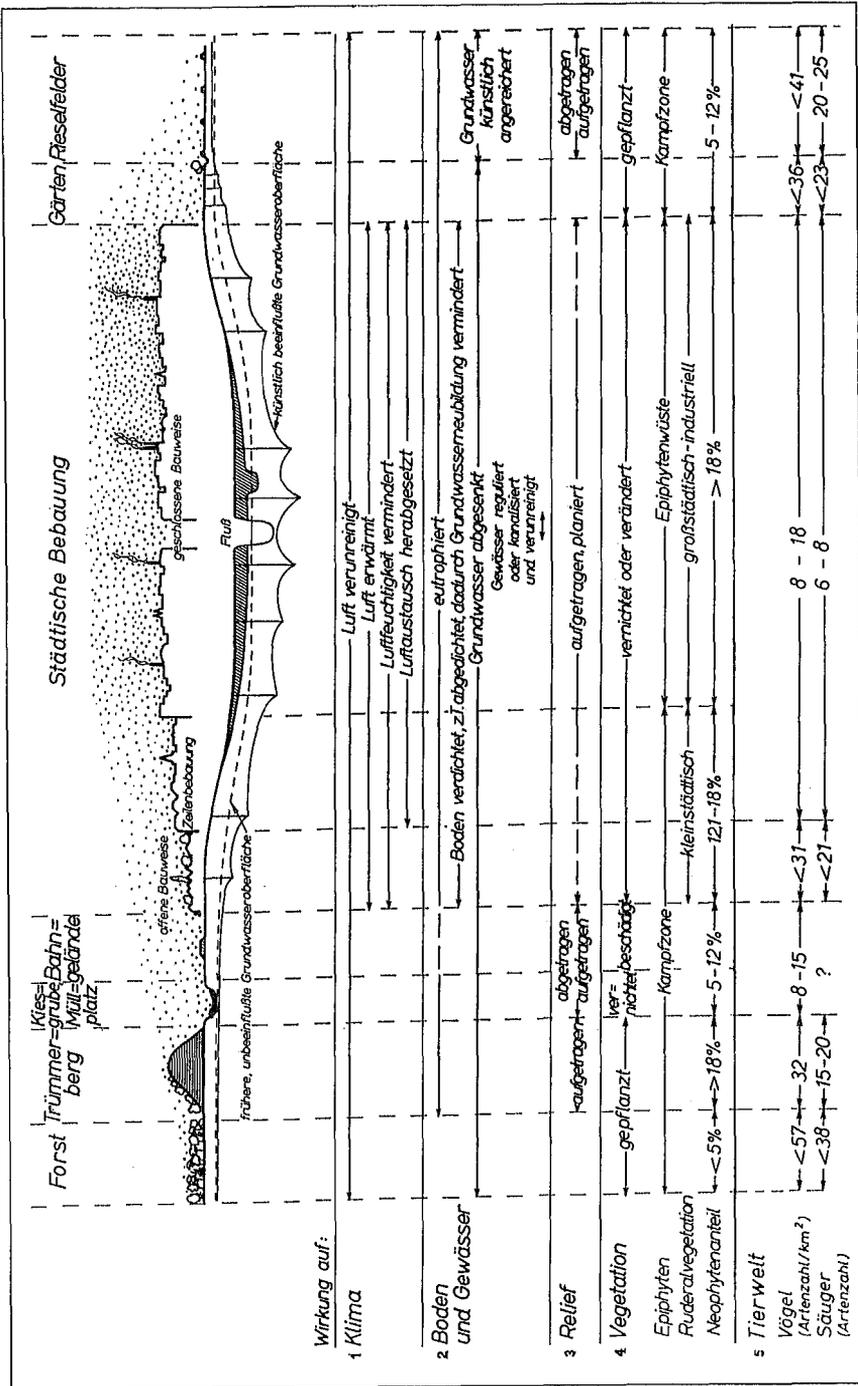


Abb. 3
Veränderungen der Biosphäre einer Großstadt am Beispiel Berlins.

Die Stadt ist folglich nicht als homogener Standort im ökologischen Sinne aufzufassen. Vielmehr gibt es, der kleinräumigen Verteilung der Flächennutzungen entsprechend, eine Vielzahl mosaikartig angeordneter Biotope. Sie sind gegeneinander meist scharf abgegrenzt und in sich relativ homogen. Die Flächennutzung ist gegenüber den naturräumlichen Faktoren, die überlagert und modifiziert werden, von weit größerer Bedeutung. Daher dient sie oft als Ausgangspunkt für ökologische Kartierungen (Arbeitsgruppe ... 1993). Neben dem mosaikartigen Muster der Biotope ist zumindest in vielen europäischen Städten eine konzentrische Gliederung in Zonen zu beobachten (geschlossene und aufgelockerte Bebauung, innere und äußere Randzone; Abb. 3).

Durch städtische Bebauung und Wirtschaft entsteht eine Gliederung in Zonen der geschlossenen Bebauung und der aufgelockerten Bebauung. Für die innere Randzone sind sowohl Kleingärten als auch Mülldeponien, Trümmer- und Schutthalden sowie Rieselfelder charakteristisch, für die äußere Randzone Waldgebiete und große Parkanlagen.

Von den Folgen städtischer Bebauung und Wirtschaft sind Luftverschmutzung und -erwärmung, Veränderung des Grundwasserstandes und Aufschüttungen von großer Reichweite. Mit dem Ausmaß der Mächtigkeit der Kulturschicht sind eine Eutrophierung vieler Standorte sowie Verdichtung oder Abdichtung des Bodens innerhalb der Siedlung verbunden. Die Eutrophierung durch städtische Abfälle betrifft nicht nur die Müllplätze und Rieselfelder (Äcker und Grünland, die mit Abwässern berieselt werden, um diese biologisch zu reinigen), sondern auch fast alle Gewässer und beeinflusst die Zusammensetzung von terrestrischen und aquatischen Pflanzen- und Tiergemeinschaften.

3 Artenreichtum und Zusammensetzung der städtischen Flora und Fauna

Den Veränderungen von Klima, Böden und Gewässern entsprechen Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzen- und Tierwelt (Wittig 1991, Klausnitzer 1993). Diese Veränderungen sind um so ausgeprägter, je größer eine Stadt ist (Falinski 1971) und je weiter man ins Stadttinnere vordringt (Kunick 1974). Als gute Methoden zur Analyse derartiger Einflüsse haben sich Stadt-Land-Vergleiche, Stadt-Stadt-Vergleiche und Analysen eines Gradienten Stadtrand-Innenstadt (Sukopp 1968, Kunick 1974, 1981) erwiesen.

Die Artenzahl der Farn- und Blütenpflanzen pro Flächeneinheit ist in niedersächsischen Städten mit mehr als 50.000 Einwohnern größer als im Umland (Haeupler 1974). In Mitteleuropa ist die Artenzahl der Farn- und Blütenpflanzen

eng mit der Einwohnerzahl bzw. -dichte korreliert (Klotz 1990, Brandes & Zacharias 1990, Pyšek 1993). Sie beträgt in Klein- und Mittelstädten ca. 530-560 Arten, in Großstädten mit 100.000-200.000 Einwohnern etwa 650-730, in älteren Großstädten mit 250.000-400.000 Einwohnern 900-1.000, in Millionenstädten mehr als 1.300 Arten.

Ursachen für die hohen Artenzahlen in Städten sind:

- Die starke Heterogenität des Lebensraumes Stadt aus verschiedenen Siedlungsstrukturen sowie einer Vielzahl von Flächennutzungen und Kleinststandorten schafft viele spezifische ökologische Nischen.
- Städte sind Ausgangspunkt der Ausbreitung und Häufigkeitszentren von Arten, die nur infolge direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen in das Gebiet gelangt sind. Mit steigender Siedlungsgröße nehmen Handel und Verkehr zu und als Folge davon der Anteil nichteinheimischer Arten an der Flora.

Einwanderung und Einbürgerung neuer Arten erfolgen nicht kontinuierlich, sondern – besonders seit 1500 – aufgrund zunehmenden Handels und Verkehrs vermehrt und beschleunigt. Seit der industriellen Revolution hat sich die Bedeutung der Städte als Einbürgerungszentren nochmals wesentlich erhöht. Die meisten neu eingebürgerten Pflanzen haben ihr Verbreitungsoptimum in Städten und Industriegebieten, wogegen viele Pflanzen, die als „Ackerunkräuter“ in vor- und frühgeschichtlicher Zeit eingewandert waren, ihr Verbreitungsoptimum in ländlichen Gebieten haben.

Die städtische Umwelt zeichnet sich durch schnelle und häufige Veränderungen aus, welche auch die Ausbreitung von Pionierarten fördern. Arten, die auf eine konstante Umwelt angewiesen sind, werden im allgemeinen zurückgedrängt. Es gibt nur wenige große Stadtwälder – wie die 650 ha große Eilenriede bei Hannover (Lohmeyer 1951, Trepl 1982) –, die sich über Jahrhunderte erhalten haben und durch beständige Umwelt- und Vegetationsverhältnisse auszeichnen.

Für Mitteleuropa liegen Angaben über die Zahl eingeführter Blütenpflanzen und eingeschleppter Diasporen vor (Tab. 1). Ein Vergleich mit der Zahl von 385 in Mitteleuropa beständigen Hemerochoren (d. h. der Sippen, die nur infolge direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen in das Gebiet gelangt sind) zeigt, daß weniger als 5 % der eingeführten Sippen die Naturalisation gelang.

Die Einwanderungsweise und der Bestand der Hemerochoren unterliegen einer ständigen Dynamik und stellen ein Spiegelbild der Wirtschaftsentwicklung eines Gebietes dar (Sukopp 1976). Die größten Verschiebungen im Spektrum der Einführungen und in deren Quantität waren Folgen von Veränderungen der Transport- bzw. Einwanderungsweise. Die auf den Einbürgerungsvorgang wirkenden Standort- und Biozönoseveränderungen waren demgegenüber möglicherweise eher zweitrangig (Trepl & Sukopp 1993).

| | |
|--|-----------------|
| Bäume und Sträucher | ca. 4.000 |
| krautige Zierpflanzen incl. Zwiebelgewächse | 2.000 |
| Nutzpflanzen | 100 |
| Acker- und Gartenunkräuter | 150 |
| Grassamenankömmlinge | 52 |
| Vogelfutterbegleiter | 230 |
| Getreidebegleiter | mehrere hundert |
| Südfruchtbegleiter | 800 |
| Wolladventivpflanzen | 1.600 |
| andere Transportbegleiter | ? |

Tab. 1

Anzahl der nach Mitteleuropa eingeführten Blütenpflanzen
(vorläufige Liste mit Mindestangaben; Botanische Gärten sind nur bei Holzpflanzen
berücksichtigt; aus Sukopp 1976; für Gehölze Kowarik 1992)

Das zeigt sich angesichts der Bindung der Einführung von Arten an bestimmte Techniken (z. B. die Verwendung von Roggenstroh und Strandwiesenheu aus Sizilien und Süditalien als Verpackungsmaterial, was einer über eine bestimmte Zeit hin recht genau umgrenzbaren Gruppe von „Südfruchtbegleitern“ – *Reseda lutea*, *Chenopodium vulvaria*, *Plantago coronopus*, u. a. – das Einwandern ermöglichte (Scheuermann 1948, Brandes 1979)).

Ebenso zeigt es sich an der Bedeutung von Gartenmoden für die Ausbreitung von Zierpflanzen (Kosmale 1981).

Neben zahlreichen eingeführten Arten werden in Städten auch viele einheimische (indigene) Organismen begünstigt. Sie profitieren von den städtischen Lebensbedingungen besonders dann, wenn sie hier ähnliche Bedingungen vorfinden wie in ihren ursprünglichen Lebensräumen. In der Naturlandschaft Mitteleuropas können solche städtischen Apophyten ursprünglich an natürlich entstandenen Störstellen oder auf anderen baumfreien Sonderstandorten vorgekommen sein: z. B. auf Kies- oder Schlammhängen an Flüssen und Bächen, auf Verlichtungen in Wäldern, auf Lagerflächen der Großsäuger, auf Brand- und Erdrutschflächen oder an der Meeresküste. Da die meisten Großstädte an größeren Flüssen liegen, sind Erosions- und Sedimentationsflächen an Flußläufen wichtige ursprüngliche Lebensräume für städtische Apophyten (Falinski 1971, Schmitz 1996).

Umweltveränderungen und Transport von Pflanzen und Tieren allein können jedoch den Wechsel in der Artenzusammensetzung städtischer Flora und Fauna

nicht erklären. Häufig kommen genetische Veränderungen der Organismen hinzu, die erst eine großräumige Ausbreitung in Städten und ihrer Umgebung ermöglichen. Eine erste Gruppe bilden Arten, die in kurzer Zeit infolge menschlicher Maßnahmen entstanden sind. Die Spitzklette, *Xanthium albinum*, besitzt heute eine weite Verbreitung in Mitteleuropa, aber vor einigen Jahrzehnten hat es diese Pflanze hier und in den übrigen Teilen der Welt noch nicht gegeben. Der erste Nachweis von 1830 stammt aus dem östlichen Brandenburg. Da sie in Amerika nicht vorkommt, wohl aber ihre engsten Verwandten, muß sie sich nach der ursprünglichen Einschleppung aus Nordamerika in relativ kurzer Zeit als eigene Art differenziert haben (Wagenitz 1964). Ähnlich ist die Entfaltung von Nachtkerzen (*Oenothera* spp.) in Europa vor sich gegangen. Es werden in Mitteleuropa mehr als 15 Arten unterschieden. Mit wenigen Ausnahmen sind alle heute in Europa vorhandenen Arten nicht identisch mit den nordamerikanischen, von denen sie abstammen. Mehrere europäische Arten entstanden in den 350 Jahren seit der ersten Einführung nach Europa aus den amerikanischen Elternarten.

Eine Aufhebung der geographischen Isolation zwischen Sippen unter dem Einfluß des Menschen kann eine introgressive Hybridisierung zur Folge haben, d. h. die „Introgression“ von Genen und Gengruppen einer Art in das Genom einer anderen Art.

Diese Beispiele zeigen, daß unter günstigen Umständen wenige Jahrhunderte genügen, um in der neuen Heimat eine Vielzahl neuer Arten entstehen zu lassen. Sicher werden die vorherrschenden Pflanzen der Zukunft diejenigen sein, die vom Menschen geschaffene Standorte am besten besiedeln können. Solche Pflanzen im abwertenden Sinne als „Unkräuter“ zu bezeichnen, wird der großen protektiven Bedeutung dieser Pflanzen für die Besiedlung der Stadt- und Industrielandschaft nicht gerecht. Zahlreiche widerstandsfähige Gewächse in unseren Großstädten und Industriegebieten stammen nicht aus Mitteleuropa, sondern sind erst im Gefolge des Menschen in das Gebiet gelangt oder hier überhaupt erst entstanden. So ist unter den als Grassaat verwendeten Arten aus Populationen der als Wiesenpflanze weitverbreiteten großspeligigen Weichen Trespe die kleinspelzige Sippe (*Bromus pseudothomii*) durch unbeabsichtigte Zuchtwahl selektiert worden (Scholz 1970).

In der Bilanz übertrifft in mitteleuropäischen Großstädten im Vergleich der letzten 300 Jahre die Zunahme der Anzahl von Blütenpflanzen durch Einwanderung die Verluste (Landolt 1992 für Zürich). Als Artenzahlen von Farn- und Blütenpflanzen für das heutige Stadtgebiet von Berlin sind angegeben bei Willdenow (1787): 822 Arten, bei Ascherson (1864, 1. und 2. Abt.): 1.130 Arten, bei Böcker et al. (1991): 1.396 Arten.

Wie bei den Farn- und Blütenpflanzen sind auch bei *Tieren*, zumindest bei vielen Gruppen von Wirbellosen, bei Vögeln und Säugern (mit Ausnahme der großen Räuber) die Artenzahlen besonders hoch am Stadtrand; im Zentrum sowie in Neubaugebieten erreichen sie dagegen nur niedrige Werte. Doch kommt auch in den Innenstädten noch eine beträchtliche Anzahl von Arten vor.

Tiere zeigen in unterschiedlichem Maße eine Bindung an menschliche Siedlungen. Von manchen Arten sind in Mitteleuropa überhaupt keine Populationen außerhalb der Städte bekannt. Andere zeigen zumindest eine solche Konzentration in städtischen Biotopen, daß sie als typische Stadtarten bezeichnet werden können (z. B. Straßentaube, Haussperling, Haubenlerche, Mauersegler). Als Reaktion auf urbane Besonderheiten treten Verhaltensänderungen auf (z. B. früherer Brutbeginn als Folge künstlicher Beleuchtung beim Haussperling). Während manche Standorte und mit ihnen die auf sie angewiesenen Tiere überall in Europa verschwinden (z. B. solche nährstoffarmer Böden), entstehen andere neu anstelle bestimmter natürlicher Habitate. Darum treten in Städten besonders Arten hervor, die auf Steinen und Felsen der Gebirge leben (Hauswände als „Kunsthöhlen“) und Arten der Höhlen (Keller und andere Innenräume). Die Tierarten verschiedener Gruppen können biozöologisch zu Gemeinschaften, die an bestimmte Siedlungsstrukturen gebunden sind, zusammengefaßt werden (Klausnitzer 1993). Die Dohlen-Turmfalken-Gesellschaft beispielsweise bewohnt die höchsten Gebäudestrukturen, wie Kirchen und hohe Industriebauten.

4 *Lebensgemeinschaften und Ökosysteme*

Hinsichtlich ihres Stoff- und Energiehaushaltes unterscheiden sich urbane Ökosysteme grundlegend von denen des Umlandes. Der künstliche Energieumsatz (Erdöl, Kohle, Gas, Elektrizität und Nahrungsmittel) erreicht in gemäßigten Breiten 25-50 % des natürlichen Energieumsatzes. Strahlungsenergie wird zudem kaum zur Biosynthese organischer Verbindungen genutzt, denn die Biomasse der Primärproduzenten ist niedrig. Es sind in städtischen Ökosystemen nicht die grünen Pflanzen, die – wie in natürlichen Ökosystemen – die energetische Basis bilden. Zur Versorgung der Konsumenten, vor allem der großen, die hier stark hervortreten (Menschen, wenige Haus- und Wildtierarten in großer Individuenzahl), ist die Zufuhr stofflich gebundener Energie aus der Umgebung nötig (Abb. 2). Gering ist die Rolle der Destruenten.

Stoffflüsse schließen sich kaum zu Kreisläufen, so daß sowohl die urbanen Ökosysteme selbst als auch ganz besonders jene der Umgebung in hohem Maße mit Abfallstoffen verschiedener Art belastet sind.

Trotz rascher Veränderungen von Flora und Fauna bilden sich standortbedingte Kombinationen von Organismen, die aus unterschiedlichsten Lebensräumen zusammentreffen.

Aufgrund der engen Bindung bestimmter Arten an die städtische Umwelt können diese als *Bioindikatoren* für spezifische Umweltfaktoren genutzt werden. Das ursprünglich südeurasisch-mediterrane *Chenopodium botrys* (Klebriger Gänsefuß) ist seit 1889 in Berlin eingebürgert und charakteristisch für Ruderalflächen im Stadtzentrum (Abb. 4). Ursprüngliche Standorte der Art sind sandige und steinige Böden an Flußufern und an Schutthängen. Dementsprechend werden als sekundäre Standorte Straßenränder, Weinberge und Brachflächen besiedelt. Unter dem Einfluß des Menschen kam es in Mitteleuropa vermehrt zur Entstehung

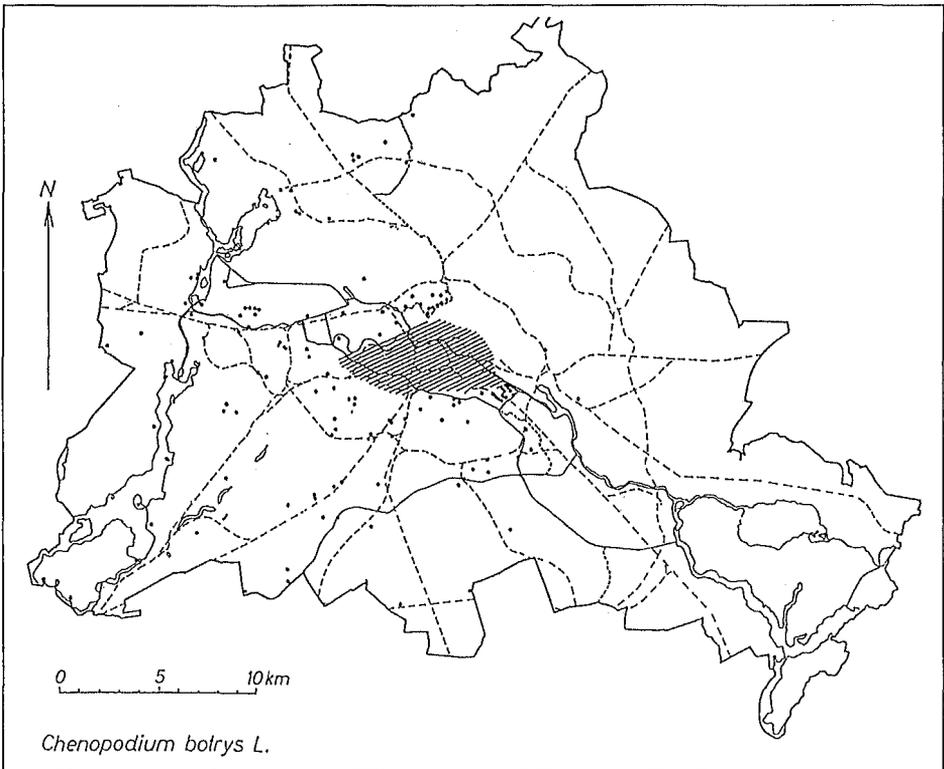


Abb. 4

Verbreitung von *Chenopodium botrys* (Klebriger Gänsefuß) in Berlin 1947 bis 1971.
Gebiet der geschlossenen Verbreitung schraffiert. Aus: Sukopp 1971.

solcher offenen kalkreichen, sandigen bis kiesigen Standorte. Dennoch gibt es nördlich der Alpen gegenwärtig nur in sommerwarmen Gebieten wie in der Oberrheinebene, in Berlin, im Ruhrgebiet und auf den brennenden Bergehalden von Lille dauerhafte große Ansiedlungen dieser Art (Sukopp 1971). Im nördlichen Mitteleuropa ist *Hordeum murinum* (Mäusegerste) ein geeigneter Zeiger städtischer Verhältnisse (Hard 1995).

Spezifisch urban-industrielle Umweltbelastungen sind häufig vermittels der Verbreitungsmuster von Flechten auf Baumborke (Epiphyten) untersucht worden, weil die einzelnen Arten gegenüber Luftverunreinigungen unterschiedlich – zum Teil hochgradig – empfindlich sind. Zur Peripherie der Stadt hin bessert sich der Flechtenbewuchs deutlich. An den zentralen flechtenfreien Bereich schließt sich nach außen hin eine Übergangszone an. Dort, wo Artenzahl und -kombination sowie Entwicklungszustand der Flechten dem Zustand des Umlandes entsprechen, beginnt die Normalzone. Epilithische (mauerbewohnende) Flechten kommen allerdings auch in der epiphytenarmen „Flechtenwüste“ noch in zahlreichen Arten vor.

Auch bei Moosen zeigt sich im Stadtzentrum eine deutliche Artenverarmung. Sie halten sich hier z. B. in Mörtelfugen, Pflasterritzen, Regenrinnen und in Rasenflächen. Für die Armut an Flechten und Moosen auf Bäumen ist neben den Luftverunreinigungen das Stadtklima mit seiner – gegenüber dem Umland – geringeren Luftfeuchtigkeit verantwortlich.

Die Lebensgemeinschaften der Städte können kulturgeschichtlich in drei Gruppen zusammengefaßt werden:

1. Relikte der vor der Herausbildung der Städte bereits vorhandenen Lebensgemeinschaften („encapsulated countryside“);
2. mehr oder weniger ausschließlich in Städten vorkommende Lebensgemeinschaften als Resultate der nur hier vorhandenen Kombinationen von Umweltfaktoren und der spezifisch städtischen Einwanderungsverhältnisse;
3. gepflanzte Vegetation der Parke und Gärten (vgl. Abschnitt 6).

Die Regeln, nach denen verschiedene Pflanzenarten im Laufe der Geschichte in Städten angepflanzt wurden, folgten auch Zeitgeist und Moden.

5 Zur Geschichte von Stadtforschung und Stadtökologie

Nach Pfeil (1972) war Stadtforschung immer Großstadtforschung. Dies gilt für alle Disziplinen, die sich mit spezifischen Stadtthemen beschäftigt haben. Häufig waren gesellschaftliche Konflikte oder hygienische Probleme Anlaß der Untersuchungen.

- In der *Stadtökologie* richtete sich das Interesse zuerst in der Tradition der Naturgeschichte auf Floristik (z. B. Deakin 1855, Nylander 1866) und Faunistik, auf Untersuchungen des Vorkommens und der Verbreitung von Pflanzen und Tieren. Bereits 1823 benutzte Schouw den Ausdruck „*plantae urbanae*“ für Pflanzen, die in der Nähe von Städten und Dörfern vorkommen, und fügt hinzu: „In den mehrsten Fällen ist fremder Ursprung die Ursache, weshalb diese Pflanzen sich nur in der Nähe der Städte und Dörfer befinden.“

Frühe Überblicke und Synthesen versuchten Weidner (1939), Rudder & Linke (1940) und Peters (1954). Die Kriegszerstörungen und ihre Folgen führten zu speziellen Untersuchungen der Trümmerflora der Städte (z. B. Scholz 1956). Aktuelle Zusammenfassungen gaben Gilbert (1989, deutsche Übersetzung 1994), Wittig (1991) und Klausnitzer (1993).

Aus der Landschaftsökologie hat sich durch intensive Forschung im besiedelten Bereich bis hin zur Ebene der Biotope die Stadtökologie (Sukopp 1990, Sukopp & Wittig 1993) als ein „landschaftsökologisches Sachgebiet par excellence“ (Leser 1991) entwickelt.

Städte sind wie Seismographen für ihre Umgebung, was für Berlin in besonderem Maße zutrifft – historisch, politisch, sozial, ökonomisch und auch ökologisch. Auch Umweltprobleme zeigen sich oft früher als in der Umgebung oder anderswo: Die Eutrophierung der Gewässer registrierte zuerst Magnus (1883) anhand des Auftretens der Blaualge *Aphanizomenon flos-aquae*, wogegen vorher nur *Microcystis aeruginosa* und *Anabaena flos-aquae* Wasserblüten gebildet hatten. Kolkwitz (1909, 1914) gelang die erste künstliche Sanierung eines Sees, des Lietzensees in Berlin-Charlottenburg. Er hatte die Massenentwicklung von Algen untersucht und kam zu dem Ergebnis, daß eine kontinuierliche Nährstoffzufuhr aus dem Schlamm am Seegrund die Algenproduktion bedingt. Aus diesen Erkenntnissen entwickelte er ein Verfahren zur Entfernung der Nährstoffe durch Ausspülen des Schlammes mit nährstoffarmem Wasser. Eine Methode, die zum Erfolg führte, später in Vergessenheit geriet und nach dem 2. Weltkrieg neu erfunden wurde.

Um 1900 hatte sich Berlin zur größten deutschen Stadt entwickelt. Sie entwickelte sich in einem raschen Tempo. Ihre Einwohnerzahl hatte 1880 bereits die erste Million und 1915 die zweite Million überschritten. Nach der Eingemeindung zahlreicher Siedlungen des Umlandes im Jahre 1920 hatte Groß-Berlin fast vier Millionen Einwohner und war damit nach London und New York zur drittgrößten Weltstadt geworden. Die Ausdehnung der „Steinernen Stadt“ auf die damaligen Vororte begründete den traurigen Ruhm Berlins als der „größten Mietskasernenstadt der Welt“.

Die Veränderungen der ursprünglichen Waldlandschaft erfolgten in mehreren, einander überlagernden Wellen: (1) große Rodungen durch deutsche Kolonisten im 12. und 13. Jahrhundert, (2) Übergang von extensiver zu intensiver Landwirtschaft im 18. und 19. Jahrhundert mit Wegfall der Brache, lokalen Grundwasserabsenkungen und Aufforstungen, (3) die Industrialisierung mit ihren Folgen wie Bebauung der Gewässerufer und Luftverunreinigungen (Mieck 1973), großräumigen Grundwasserabsenkungen und Anlage der Rieselfelder. Ferner sind die Zerstörungen im 2. Weltkrieg und die Sanierungen der Nachkriegszeit zu nennen (Sukopp 1990). Das sogenannte „tote Auge“ von Berlin (Fels 1967, S. 27), das Gebiet, in dem mehr als 50 % der Gebäude zerstört waren, umfaßte etwa 40 km² Fläche; die vergleichbare Fläche in Stuttgart betrug 4 km². Nach 1945 wurde, wie Siedler et al. (1964) in ihrem berühmten Buch „Die gemordete Stadt“ feststellten, durch Sanierung mehr (historisch und künstlerisch wertvolle) Bausubstanz zerstört als während des Krieges.

In Berlin sind die großen Freiräume wie Inseln in die Stadt eingelagert. Der Große Tiergarten bildet mit mehr als 2 km² Fläche eine Enklave des Stadtrandes mitten in der Stadt. In weiten Teilen besitzt Berlin eine scharf gezogene „Stadtkante“ zur Umgebung, Ergebnis der Insellage des Westteils bis 1990. Außerhalb liegen „Inseln von Siedlungen“ in der weiten Landschaft Brandenburgs, wo heute 90 Einwohner/km² leben, in Berlin dagegen fast 4.000, nur auf die Siedlungs- und Verkehrsflächen der Stadt bezogen sogar 5.750.

Uferzerstörung und Röhrichtrückgang in Stadtnähe wurden frühzeitig analysiert (Sukopp 1963) und gaben 1969 Veranlassung zum ersten Röhrichtschutzgesetz einer Großstadt.

Das „Stadtklima“ ist seit der Berliner Dissertation von Kratzer (1937) ein Fachterminus. Die Böden einer Großstadt sind erstmalig in Berlin systematisch untersucht worden (Runge 1975).

Andere Problemfelder der Stadtforschung haben ältere Wurzeln (Lichtenberger 1993):

- *Bevölkerungslehre* und *Medizinalstatistik* bildeten bis zur Gegenwart einen Hauptzweig der Forschung. London war seit dem 18. Jahrhundert für lange Zeit das wichtigste Untersuchungsfeld. Entsprechend der äußerst ungünstigen städtischen Lebensumwelt entstand ein Stadtpessimismus, den die sozialwissenschaftliche Großstadtforschung in Großbritannien nie mehr abstreifen konnte. Zutiefst in den Wohnvorstellungen der Ober- und Mittelschichten verankerte antiurbane Traditionen bestimmen dort noch immer Stadtplanung und Städtebau.

- Ein drittes Feld der Stadtforschung wurzelte in den gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen. Die *Soziologie* begriff sich von den Anfängen an als Krisenwissenschaft. Aspekte der Dichte, der Heterogenität der Bevölkerung und des

kulturellen Pluralismus waren die wichtigsten Forschungsfragen. Eine Sonderentwicklung vollzog sich in Nordamerika, wo eine Schule der Stadtsoziologie aus einer Verbindung zwischen Biologismus und ökonomischer Standorttheorie hervorgegangen ist: die vielzitierte sozialökologische Schule von Chicago, welche mit einer zeitlichen Verzögerung von nahezu einer Generation seit den sechziger Jahren auch die soziologische Stadtforschung in Deutschland mitbestimmt hat (Friedrichs 1983).

- Aus der Verbindung von Sozialmedizin und Sozialpsychologie entstand zu Beginn des 20. Jahrhunderts die städtische Umweltforschung. Freilich beschäftigte sie sich damals noch nicht, wie heute, mit den Schäden, die unsere technisierte städtische Gesellschaft an den natürlichen Ressourcen erzeugt, sondern vielmehr mit Auswirkungen der städtischen Umwelt auf den Menschen selbst. Thurnwald (1904) skizzierte eine großstädtische Umweltlehre: Erstmals wurden darin die Phänomene des Stadtklimas, die Einflüsse der großstädtischen Berufsumwelt, die psychologischen und physiologischen Voraussetzungen des Lebens in den Städten analysiert. Vier Jahrzehnte vergingen bis zum Erscheinen des als Klassiker zu bezeichnenden Buches von Hellpach „Mensch und Volk der Großstadt“ (1939), in dem sich geistes- und naturwissenschaftliche Fragestellungen verbinden, und des Sammelwerks „Biologie der Großstadt“ von Rudder & Linke (1940) als Ergebnis einer Zusammenarbeit von Medizin und Naturwissenschaften. Das Hauptthema war die Großstadt in ihrer Wirkung auf Gesundheit und Krankheit des Menschen. Erstmals wurde die Akzeleration festgestellt, die durch die Großstadt ausgelöste Beschleunigung der physiologischen und psychologischen Individualentwicklung der Großstadtbewohner.

- Um die Jahrhundertwende reihte sich die *Stadtgeographie* in den Kreis der Disziplinen ein, welche sich an dem noch immer lesenswerten Sammelwerk „Die Großstadt“ (Petermann 1903) beteiligten. Sie entwickelte zu dieser Zeit das Konzept der Stadtlandschaft. Daran anschließend begründete Hassinger (1916) im interdisziplinären Forschungsfeld von Stadtgeographie, Architektur- und Sozialgeschichte sowie Städtebau die geographische Wohnbauforschung und legte damit die Basis für die Wiener Schule der Stadtgeographie, die sich mit der inneren räumlichen Differenzierung von Städten beschäftigte. Kartierung und statistische Analyse der physischen Erscheinungsformen der Stadt lieferten Schlüsselinformationen für verschiedene Prozesse (Entwicklung des Geschäftslebens, Dezentralisierungsprozesse der Wirtschaft und Bevölkerung, Blight-Phänomene, Slumbildung, Versorgungsdisparitäten).

- Ausgehend von der allgemeinen Geschichte und der historischen Landeskunde und Geographie (Hauptmeyer 1987) spielen innerhalb des Forschungsansatzes der *Stadtgeschichte* ökologische Fragestellungen eine immer größere Rolle. Sie

sind gebunden an die Auswertung archäologischen und archivalisch-quellenkundlichen Materials im Zusammenhang mit der modernen Stadtkernforschung. Dabei erweisen sich paläoökologische Arbeitsmethoden (Paläo-Ethnobotanik, Paläozoologie und -anthropologie) für die Analyse der materiellen Lebensgrundlagen, der stadtbezogenen Landnutzung und demographischer Fragen als besonders geeignet (in Deutschland z. B. Meckseper 1985, Herrmann 1989). So bildet sich mit der historischen Ökologie aus der Stadtarchäologie eine weitere Grundlage der Stadtökologie heraus.

Bei der Vielfalt der Probleme, die nicht einzig ökologisch, sondern nur multidisziplinär zusammen mit Geschichte, Geographie, Soziologie, Psychologie, Ökonomie und Stadtplanung zu lösen sind, ist es sinnvoll, von ökologischer Stadtforschung statt von Stadtökologie zu sprechen. Eine ähnliche Schlußfolgerung hat Friedrichs (1995) für die Stadtsoziologie gezogen.

Die Herausbildung der Stadtökologie als Subdisziplin innerhalb der Ökologie dagegen setzte voraus, daß die Stadtökologie einen eigenen Theoriekern entwickelt (Falinski 1971, Sukopp 1973) und ihre Fragen nicht nur als Reaktion auf Anforderungen „aus der Praxis“ entstehen (Trepl 1994). Gegenstand dieser Subdisziplin sind Geschichte, Struktur und Funktion urbaner Ökosysteme. Gefragt wird nach den Spezifika solcher Ökosysteme gegenüber anderen Ökosystemen und dem spezifischen Zusammenhang ihrer Merkmale. Als Nachteil einer solchen Spezialisierung wäre die Trennung von den Theorien der Allgemeinen Ökologie zu bedenken. Es ist aber im Gegenteil fruchtbar, einzelne Sachverhalte in der ökologischen Stadtforschung mit der Diskussion allgemeiner Theorien und Hypothesen (z. B. zur Sukzession von Lebensgemeinschaften, Invasion von nicht-heimischen Tieren und Pflanzen) zu verbinden.

6 Zur ökologischen Stadtplanung und -gestaltung

Auf der Ebene von Politik und Planung wird der Begriff Stadtökologie in Zusammenhang mit Stadtgestaltungsprogrammen gebraucht, d. h. in einem normativen Sinne. Der „ökologische“ Umgang mit der Umgebung wird hier als Forderung verstanden. Stadtökologie in diesem Sinne bedeutet einen sparsamen, sorgfältigen, verantwortungsbewußten Umgang mit den natürlichen Ressourcen auch und gerade in der Stadt. Wer sich in diesem Sinne ökologisch verhalten will, braucht dazu auch die Erkenntnisse der naturwissenschaftlichen Stadtökologie. Die Stadtökologie als Wertesystem greift jedoch weiter aus: Sie stellt den Großstadtmenschen in seine globale Verantwortung für das Fortbestehen der Arten, für reines Wasser, für unbelasteten Boden, für die Luft zum Atmen. Das ist weit

mehr als eine Wissenschaft, das ist ein Programm, zugleich ein Aufruf (Schmidt-Eichstaedt 1996). Es ist deshalb verständlich, daß diese Art von Ökologie auch zu einem politischen Begriff geworden ist; es gibt eine „ökologische Bewegung“, ganze Parteien haben sich der Ökologie als Wertesystem verschrieben. Von manchen Autoren wird diese (politische) Stadtökologie nur als „stadtspezifisches Segment einer staatlichen Umweltpolitik“ verstanden (Lichtenberger 1993).

Nutzungsansprüche an urban-industrielle Ökosysteme unterscheiden sich erheblich von denen, die an Ökosysteme im ländlichen Raum gestellt werden. Insbesondere besteht, da die Bedeutung städtischer Land- und Forstwirtschaft nicht groß ist, nur ein relativ geringes gesellschaftliches Interesse an der biologischen Produktivität der städtischen Ökosysteme. Demgegenüber haben sie eine Vielzahl sozialer und kultureller Funktionen, die außerhalb der Städte kaum eine Rolle spielen. Offensichtlich ist die große Bedeutung vor allem der Vegetation im Rahmen ästhetischer Stadtgestaltung, für „Image- und Identitätspflege“ sowie für Bildung und Erziehung. Schließlich sind die sogenannten protektiven ökologischen Funktionen für die Stadtbewohner wichtig, z. B. die klimaverbessernde Funktion der Vegetation durch Filterung von Luftschadstoffen und Abkühlung.

Das „Grün“ in der Stadt, soweit es von den Bewohnern gefördert wurde, hatte zunächst entweder die Aufgabe, die Herrschaft der Menschen über die Natur (Gärten des Barock und früherer Epochen) oder die erträumte Flucht vor der Stadt in ein natürliches, ländliches Leben („Arkadien“) zu symbolisieren (Landschaftsgärten). In beiden Fällen stand das „Grün“ für einen Gegensatz von Stadt und Natur und hatte vor allem repräsentative Funktionen. Erst seit Ende des vergangenen Jahrhunderts gewannen soziale und stadthygienische Aspekte an Bedeutung. Auch in der Stadt sollten durch zahlreiche ausgedehnte Grünflächen bessere Lebensbedingungen und Möglichkeiten für den Aufenthalt und die Betätigung in der Natur geschaffen werden. Der Gegensatz zwischen Stadt und Natur wurde aufgebrochen, wenn auch nicht überwunden. Hier könnte die Verwendung der spontanen Stadtvegetation bei der Grüngestaltung einen weiteren Beitrag leisten. Viele wildwachsende Pflanzen sind den spezifisch städtischen Bedingungen angepaßt und nur unter ihnen existenzfähig. Daraus ergeben sich Möglichkeiten der Gestaltung, die nicht von einem unüberwindlichen Gegensatz zwischen Stadt und Land ausgehen (Hard 1985, Trepl 1988). Die enge Verbindung solcher Gestaltungsrichtungen mit dem Arten- und Biotopschutz liegt auf der Hand. Falls die Prüfung der in diesem Feld auftretenden kunst- und kulturtheoretischen Fragen für den Naturschutz günstig ausfällt, würde daraus eine ganz außerordentliche Unterstützung für diesen erwachsen. Denn es ist gar keine Frage, daß die Funktionen, die die „Stadt Natur“ (soweit von Interesse für den Arten- und Biotopschutz) in solchen ästhetisch-stadtgestalterischen Zusammenhängen erfüllt,

von weit größerer Bedeutung sind als die im engeren Sinne ökologischen. Es geht mit dieser Neubewertung der Spontanvegetation um nicht weniger als um einen vollkommenen Bedeutungswandel von „Natur“ im Verhältnis zur Stadt (Kowarik 1993).

Der Status, den der Naturschutz in der Stadt in diesem Zusammenhang hat, ist dem des Schutzes von Kulturgütern zumindest ähnlich (und etwas vollkommen anderes als der Status, den er im Kontext von „Umweltschutz“ als Schutz der physischen Grundlagen des Lebens hat). Zur Denkmalpflege existiert eine umfangreiche Literatur. Eine sehr sinnvolle Aufgabe bestünde in deren Auswertung unter dem Gesichtspunkt der Nutzung der dort entwickelten Methoden für den Naturschutz (Trepl 1988). Die UNESCO hat sich seit langem für den „Ensembleschutz“ von Kultur- und Naturdenkmälern eingesetzt, seit 1992 für den Schutz auch von Kulturlandschaften als Kulturerbe (z. B. „Potsdamer Kulturlandschaft“).

7 Die Zukunft der Stadtnatur und die Rolle der Ökologie

Die städtische Lebensweise wird ambivalent gesehen: Bei wachsendem Flächenbedarf der Menschen sind Schutz, Erhaltung und Entwicklung von naturnaher Landschaft, hinreichender Schutz von Grundwasser und Oberflächenwasser sowie Bodenschutz nur in einem Siedlungssystem möglich, das die wesentlichen, die umweltbelastenden Funktionen konzentriert. Dieses System ist nach Aussage des Deutschen Städtetages (1988, S. 600) die Stadt. Andererseits zerstöre die städtische Lebensweise „ihre eigenen Grundlagen. Die Natur, auf der die Stadt als künstlichste aller Welten errichtet ist, hält sie nicht mehr aus“ (Häussermann & Siebel 1988).

Die Möglichkeit einer politischen Umsetzung umweltverträglicher Stadtentwicklungskonzepte wird angesichts der ökonomischen, auf Wachstum ausgerichteten Nutzungsansprüche zurückhaltend beurteilt.

Der moderne Mensch ist ein Stadtmensch, überwiegend sogar ein Großstadtmensch. In den Städten lebt der Mensch der Natur entfremdet, auch deswegen gehen Naturschutzbewegungen von Städten aus. Die kulturelle Evolution der Menschen hatte ja zum Ziel, sich von den harten Regelungen der Natur zu emanzipieren und von ihr so frei und unabhängig wie möglich zu sein. In den westlichen Industrieländern ist dieses Ziel weitgehend erreicht, aber es sind auch die Probleme sichtbar geworden, die dadurch hervorgerufen wurden und uns nunmehr zu überwältigen drohen (Haber 1993).

Welche Rolle spielt die Ökologie bei der Analyse und der Bewältigung dieser Probleme? Auf der positiven Seite hat die Ökologie zwar bereits eine Revolution im Umweltbewußtsein ausgelöst. Umweltverträglichkeitsprüfungen gehören zu allen großen Planvorhaben. Die Hauptaufgabe der Ökologie ist es, Probleme wie den Verlust an Biodiversität und Auswirkungen von Umweltzerstörungen zu erkennen und deren Folgen darzustellen (Edwards 1995, Tab. 2). Für die Stadtentwicklung kann die ökologische Stadtforschung eine aktive und positive Rolle übernehmen.

| Umweltanalyse und Interpretation | Management von Populationen | Management von Ökosystemen | Modellierung und Vorhersage |
|---|--|---|---|
| * Techniken der ökologischen Überwachung | * Biologische Schädlings- und Krankheitsbekämpfung | * Wiederherstellung zerstörter Ökosysteme | * Epidemiologie von Schädlingen und Krankheiten |
| * Gebrauch ökologischer Indikatoren | * Populationsmanagement für den Naturschutz | * Sanierung schadstoffbelasteter Ökosysteme | * Reaktionen von Populationen und Ökosystemen auf Umweltveränderungen |
| * Grenzwerte von Umweltschadstoffen | | * Bodenschutz | * Sukzessionsvorgänge |
| * Biotests von Umweltbedingungen (z. B. Schwermetalle, Luftverschmutzung) | | * Naturschutz-Management | * Umweltverträglichkeitsprüfungen |

Tab. 2

Was leistet Ökologie für Stadtplanung und -entwicklung?
(nach Edwards 1995, verändert)

Literatur

- Arbeitsgruppe „Methodik der Biotopkartierung im besiedelten Bereich“ (1993):
Flächendeckende Biotopkartierung im besiedelten Bereich als Grundlage einer am
Naturschutz orientierten Planung. *Natur und Landschaft* 68, S. 491-526.
- Ascherson, P. (1864): *Flora der Provinz Brandenburg, der Altmark und des Herzog-
thums Magdeburg*, 2. Abt. *Specialflora von Berlin*, Berlin 1864.
- Blume, H.-P. (1993): Böden. 154-171. In: Sukopp, H. & R. Wittig (Hg.): *Stadtökologie*.
Stuttgart.
- Böcker, R., Auhagen, A., Brockmann, H., Heinze, K., Kowarik, I., Scholz, H., Sukopp,
H. & F. Zimmermann (1991): Liste der wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen
von Berlin (West) mit Angaben zur Gefährdung der Sippen, zum Zeitpunkt ihres
ersten spontanen Auftretens und zu ihrer Etablierung im Gebiet sowie zur Bewer-
tung der Gefährdung. – In: Auhagen, A., Platen, R. & H. Sukopp (Hg.), 1991: *Rote
Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. – Landschaftsentwicklung und
Umweltforschung* 6, S. 57-88.
- Brandes, D. & D. Zacharias (1990): Korrelation zwischen Artenzahlen und Flächen-
größen von isolierten Habitaten, dargestellt an Kartierungsprojekten aus dem Be-
reich der Regionalstelle 10 B. *Florist. Rundbr.* 23 (2), S. 141-149.
- Brandes, D. (1979): Bahnhöfe als Untersuchungsobjekte der Geobotanik. *Mitt. Techn.
Univ. Carolo-Wilhelmina Braunschweig* 14 (3/4), S. 49-59.
- Deakin, R. (1855): *Flora of the Colosseum of Rome*. London. VIII, 237 S.
- Deutscher Städtetag (1988): Zum Begriff „Stadtökologie“. *Der Städtetag* 9/1988,
S. 600-601.
- Edwards, P. J. (1995): *Ökologie als Werkzeug*. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel,
Zürich 61, S. 50-71.
- Falinski, J. B. (Hg.) (1971): *Synanthropisation of plant cover. II. Synanthropic flora
and vegetation of towns connected with their natural conditions, history and function.*
(Poln., engl. Zus.-Fassg.) *Mater. Zakl. Fitosoc. Stos. U.W. Warszawa-Bialowieza*
27, S. 1-317.
- Fels, E. (1967): *Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde*. Erde und Weltwirt-
schaft 5. Stuttgart.
- Friedrichs, J. (1983): *Stadtanalyse*. 3. Aufl. Westdeutscher Verlag Opladen.
- Friedrichs, J. (1995): *Stadtsoziologie*. Opladen. Leske & Budrich. 182 S.
- Gilbert, O. L. (1989): *The ecology of urban habitats*. London/New York. (dtsh. 1994:
Städtische Ökosysteme. Radebeul.)
- Haber, W. (1993): *Vom rechten und falschen Gebrauch der Ökologie*. Festansprachen
zum 125. Jubiläum des Eugen Ulmer Verlags. S. 11-14.
- Haber, W. (1993a): *Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes*. Bonn. *Economica*
Vlg. 98 S.
- Haucpler, H. (1974): *Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzen-
flora Süd-Niedersachsens*. *Scripta Geobotanica* 8.

- Hard, G. (1985): Vegetationsgeographie und Sozialökologie einer Stadt. Ein Vergleich zweier „Stadtpläne“ am Beispiel von Osnabrück. *Geographische Zeitschrift* 73, S. 125-144.
- Hard, G. (1995): Spuren und Spurenleser: Zur Theorie und Ästhetik des Spurenlesens in der Vegetation und anderswo. *Osnabrücker Studien zur Geographie* 16, S. 3-196.
- Hassinger, H. (1916): *Kunsthistorischer Atlas der Reichshaupt- und Residenzstadt Wien*. Österreichische Kunsttopographie 15, Wien, Kunstverlag A. Schroll & Co.
- Hauptmeyer, C.-H. (Hg.) (1987): *Landesgeschichte heute*. 129 S. Göttingen.
- Häussermann, H. & W. Siebel (1988): Die Stadt war immer auch eine Maschine. *DIE ZEIT*, 3.6.1988.
- Hellpach, W. (1939, 1952): *Mensch und Volk der Großstadt*. Stuttgart, Enke.
- Herrmann, B. (Hg.) (1989): *Umwelt in der Geschichte*. Göttingen. 152 S.
- Klausnitzer, B. (1993): *Ökologie der Großstadtf fauna*. 2. Aufl. Jena/Stuttgart, G. Fischer.
- Klotz, S. (1990): Species/area and species/inhabitants relations in European cities. S. 99-103. In: H. Sukopp, S. Hejny & I. Kowarik (eds.): *Urban Ecology*. The Hague.
- Kolkwitz, R. (1909): Über die Planktonproduktion der Gewässer, erläutert an *Oscillatoria Agardhii* Gom. *Landw. Jahrb.* 38, Erg. Bd. 5, S. 449-472, Taf. VI.
- Kolkwitz, R. (1914): Über die Ursachen der Planktonentwicklung im Lietzensee. *Ber.Dtsch.Bot.Ges.* 32, S. 639-666.
- Kosmale, S. (1981): Die Wechselbeziehungen zwischen Gärten, Parkanlagen und der Flora der Umgebung von Zwickau im westlichen Erzgebirge. *Hercynia* 18, S. 441-452.
- Kowarik, I. (1992): Floren- und Vegetationsveränderungen infolge der Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg. *Verh.Bot.Ver.Beih.* 3, S. 1-188.
- Kowarik, I. (1993): Stadtbrachen als Niemandsländer, Naturschutzgebiete oder Gartenkunstwerke der Zukunft? *Geobot. Kolloq.* 9, S. 3-24.
- Kratzer, P. A. (1937): *Das Stadtklima*. Braunschweig. (2. Aufl. 1956).
- Kunick, W. (1974): *Veränderungen von Flora und Vegetation einer Großstadt, dargestellt am Beispiel von Berlin (West)*. – Diss. Techn. Univers. Berlin.
- Kunick, W. (1981): Comparison of the flora of some cities of the Central European Lowlands. In: Bornkamm, R., Lee, J.A. and Seaward, M.R.D. (eds.), *Urban ecology*, 2nd. European Ecological Symposium, Berlin, 1980, Oxford, Blackwell. 1981. S. 13-22.
- Kuttler, W. (1993): Stadtklima. In: Sukopp, H. & R. Wittig (Hg.): *Stadtökologie*. Stuttgart. S. 113-153.
- Landolt, E. (1992): *Veränderungen der Flora der Stadt Zürich in den letzten 150 Jahren*. *Bauhinia* 10, S. 149-164.
- Landsberg, H. (1981): *The urban climate*. International Geophysics Series 28. New York.
- Leser, H. (1991): *Landschaftsökologie*. 3. Aufl. UTB 521. Ulmer. Stuttgart. 647 S.
- Lichtenberger, E. (1993): Stadtökologie und Sozialgeographie (10-45). In: Sukopp, H. & R. Wittig (Hg.): *Stadtökologie*. Stuttgart.

- Lohmeyer, W. (1951): Die Pflanzengesellschaften der Eilenriede bei Hannover. *Angew. Pflanzensoziol.* (Stolzenau/Weser) 3, S. 1-72.
- Magnus, P. (1883): Das Auftreten von *Aphanizomenon flos aqae* (L.) Ralfs im Eise bei Berlin. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 1, S. 129-132.
- Meckseper, C. (Hg.) (1985): Stadt im Wandel. Kunst und Kultur des Bürgertums in Norddeutschland. 4 Bd. Braunschweig.
- Mieck, I. (1973): Umweltschutz in Alt-Berlin. Luftverunreinigung und Lärmbelastigung zur Zeit der frühen Industrialisierung. *Jahrbuch des Vereins für die Geschichte Berlins* (Der Bär von Berlin) 22, S. 7-15.
- Mumford, L. (1961): Die Stadt. Geschichte und Ausblick. Köln-Berlin. 800 S.
- Nylander, W. (1866): Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. France* 13, S. 364-372.
- Petermann, Th. (Hg.) (1903): Die Großstadt. Vorträge und Aufsätze zur Stadtentwicklung. Dresden.
- Peters, H. (1954): Biologie einer Großstadt. Heidelberg.
- Pfeil, E. (1972): Großstadtforschung. Entwicklung und gegenwärtiger Stand. Hannover.
- Pyšek, P. (1993): Factors affecting the diversity of flora and vegetation in central European settlements. *Vegetatio* 106, S. 89-100.
- Rudder, B. de & F. Linke (Hg.) (1940): Biologie der Großstadt. Dresden/Leipzig. Steinkopff.
- Runge, M. (1975): West-Berliner Böden anthropogener Litho- und Pedogenese. Diss. TU Berlin, 237 S.
- Saarisalo-Taubert, A. (1963): Die Flora in ihrer Beziehung zur Siedlung und Siedlungsgeschichte in den südfinnischen Städten Porvoo, Loviisa und Hamina. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 35, S. 1-190.
- Scheuermann, R. (1948): Zur Einteilung der Adventiv- und Ruderalflora. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 58, S. 268-276.
- Schirmer, H., W. Kuttler, J. Löbel & K. Weber (Hg.) (1993): Lufthygiene und Klima. Ein Handbuch zur Stadt- und Regionalplanung. Düsseldorf.
- Schmidt-Eichstaedt, G. (1996): Stadtökologie – Lebensraum Großstadt. Mskr.
- Schmitz, G. (1996): Phytophagen-Komplexe von *Artemisia vulgaris* L. und *Tanacetum vulgare* L. (*Asteraceae*) und deren Beeinflussung durch zunehmende Urbanität der Standorte. Diss. Univ. Bonn.
- Scholz, H. (1956): Die Ruderalvegetation Berlins. Diss. Freie Univ. Berlin.
- Scholz, H. (1970): Zur Systematik der Gattung *Bromus* L. Subgenus *Bromus* (*Gramineae*). *Willdenowia* 6, 139-160.
- Schouw, J. F. (1823): Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Berlin. 524 S.
- Siedler, W. J., E. Niggemeyer & G. Angres (1964): Die gemordete Stadt. Berlin. 192 S.
- Sukopp, H. (1959/60): Vergleichende Untersuchungen der Vegetation Berliner Moore unter besonderer Berücksichtigung der anthropogenen Veränderungen. *Bot. Jb.* 79, 1/2, S. 36-191.
- Sukopp, H. (1963): Gewässer und Moore in den Berliner Wäldern. *Allgem. Forstzeitschr.* 18, S. 458-463.

- Sukopp, H. (1968): Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. Habilitationsvortrag. Als Mskr. vervielfältigt.
- Sukopp, H. (1971): Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, S. 3-74.
- Sukopp, H. (1973): Die Großstadt als Gegenstand ökologischer Forschung. Schr. Ver. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien 113, S. 90-140.
- Sukopp, H. (1976): Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe Vegetationsk. 10, S. 9-26.
- Sukopp, H. (1990, Hg.): Stadtökologie. Das Beispiel Berlin. Berlin. 455 S.
- Sukopp, H. & L. Trepl (1995): Stadtökologie. In: W. Kuttler (Hg.): Handbuch zur Ökologie. 2. Aufl. Berlin. S. 391-396.
- Sukopp, H. & R. Wittig (Hg.) (1993): Stadtökologie. Stuttgart. G. Fischer. 402 S.
- Thurnwald, R. (1904): Stadt und Land im Lebensprozeß der Rasse. Archiv Rassen-Gesellschaftsbiol. 1904/1: 550-574, 718-735, S. 840-887.
- Trepl, L. (1982): Zur anthropogenen Beeinträchtigung stadtnaher Wälder. Das Beispiel der Eilenriede bei Hannover. Tuexenia 2, S. 195-208.
- Trepl, L. (1988): Stadt-Natur. Stadtnatur – Natur in der Stadt – Stadt und Natur. In: Stadterfahrung und Stadtgestaltung. Bausteine zur Humanökologie. Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. S. 58-70.
- Trepl, L. (1994): Zur Theorie urbaner Biozönos. Einige Hypothesen und Forschungsfragen. Geobot. Kolloq. 11, S. 17-32.
- Trepl, L. & H. Sukopp (1993): Zur Bedeutung der Introduktion und Naturalisation von Pflanzen und Tieren für die Zukunft der Artenvielfalt. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 6, S. 127-142.
- Wagenitz, G. (1964 ff.): Compositen (Korbblütler) II. Teil. In: HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. VI, 3. München.
- Weidner, H. (1939): Die Großstadt als Lebensraum der Insekten, ihre Biotope und ihre Besiedlung. Verh. VII. Intern.Kongr. Entomologie 2, S. 1347-1361.
- Willdenow, C. L. (1787): Florae Berolinensis Prodrömus. Berlin. Vieweg. 439 p. Reprint 1987.
- Wittig, R. (1991): Ökologie der Großstadtflora. Stuttgart. G. Fischer. 261 S.