

KORRELATION ZWISCHEN ARTENZAHLEN UND FLÄCHENGRÖSSEN VON
ISOLIERTEN HABITATEN
DARGESTELLT AN KARTIERUNGSPROJEKTEN AUS DEM BEREICH DER
REGIONALSTELLE 10 B

- Dietmar Brandes und Dietmar Zacharias -

Kurzfassung:

Am Beispiel des nördlichen Harzvorlandes wird für isolierte Habitate wie alte Wälder, Waldwiesen, städtische Gehölzbestände und Städte die Abhängigkeit der Artenzahlen von den Flächengrößen dargestellt. Die Artenzahl steigt i.a. mit der Fläche an. Für alte Wälder, Waldwiesen und städtische Gehölzbestände zeigt sich bei lognormaler Darstellung in großen Bereichen eine lineare Abhängigkeit. Die Artenzahl der Gefäßpflanzen ist in mitteleuropäischen Städten enger mit der Einwohnerzahl bzw. -dichte als mit der Flächengröße korreliert. Nach den bisherigen Ergebnissen sind ca. 530-560 Arten für Kleinstädte, ca. 650-730 für kleinere Großstädte, 900-1000 für zumeist ältere Großstädte und mehr als 1100 (meist wohl über 1300) für Millionenstädte zu erwarten.

Abstract:

On hand of examples from the northern foreland of the Harz mountains the species-area relationship of isolated habitats, viz ancient woods, forest meadows, urban forests and towns is described. In general the number of species increases with the area. Correlating log of number of species and log of area of ancient woods, forest meadows and urban forests a linear relationship was found over a wide range. The number of vascular plant species found in central European cities is more close correlated to the number of inhabitants and the density of population than it is to the area. According to the present results the following relationships between the number of vascular plant species and the human population can be expected:

<u>kind of town</u>	<u>number of inhabitants</u>	<u>number of species</u>
small towns	50000 - 100000	approx. 530 - 560
smaller large towns	100000 - 150000	approx. 650 - 730
old cities	200000 - 900000	approx. 900 - 1000
metropolis	1000000 -	more than 1100

1. Einleitung

Die Korrelation zwischen Artenzahl und Fläche wurde häufiger untersucht. Verschiedene Autoren (z.B. PRESTON 1962, WILLIAMS 1964 und VAN DER MAAREL 1971) fanden bei logarithmischer Auftragung eine lineare Beziehung. Die kritische Diskussion bei HAEUPLER (1974) läßt eine allgemeingültige lognormale Beziehung zwischen Artenzahlen und Flächengrößen jedoch eher unwahrscheinlich erscheinen.

Unterschiede in der Artauffassung und -abgrenzung bei den verschiedenen Bearbeitern erschweren die Vergleichbarkeit fremder Daten oder machen sie gar unmöglich. Bei eigenen Kartierungsergebnissen sind die Werte vergleichbar; der methodische Fehler dürfte etwa gleich groß sein. Wir greifen diese im deutschsprachigen Raum bis auf wenige Arbeiten (z.B. SUKOPP & WERNER 1983, JANSSEN & BRANDES 1984) kaum beachtete Fragestellung anhand eigener

Untersuchungen an isolierten Habitaten wieder auf, zumal sie auch für den Naturschutz von erheblichem Interesse ist.

2. Korrelation zwischen Artenzahl und Flächengröße

2.1. Wälder

44 isolierte alte Wälder im nördlichen Harzvorland wurden eingehend floristisch untersucht (ZACHARIAS & BRANDES 1989). "Alte" Wälder meint hierbei, daß sie laut historischen Karten schon lange als Wälder existieren. Viele von ihnen haben in den letzten zwei Jahrhunderten ihre Gestalt nicht mehr verändert. Diese Wälder stellen beinahe die gesamte Waldfläche des Untersuchungsgebietes und gehören weitestgehend zum *Fagion* bzw. *Carpinion*.

Aus Gründen des Arbeitsaufwandes wurden nicht alle Gefäßpflanzenarten, sondern nur diejenigen mit Habitatbindung an entsprechende Wälder kartiert:

172	<i>Quercu</i> - <i>Fagetea</i> - Arten
55	<i>Trifolio</i> - <i>Geranietea</i> - Arten
27	<i>Gallo</i> - <i>Calystegietalia</i> - Arten
19	<i>Epilobietea</i> - Arten
273	

Hier sollen nur die Ergebnisse bezüglich der Waldarten i.e.S. (*Quercu* - *Fagetea* - Arten) diskutiert werden. Auf diese Weise wird ein möglicher "Randeffekt", d.h. ein überproportional hoher Anteil von lichtbedürftigen (Saum-)Arten bei kleinen Flächen ausgeschaltet. Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit der Sippenzahl von der Flächengröße der Wälder: insgesamt deutet sich eine lineare Abhängigkeit an; der Anstieg verlangsamt sich jedoch offenbar bei zunehmender Fläche; so weist der Elm als größter Wald des Gebietes eine Sippenzahl von 143 auf (83,1% aller *Quercu* - *Fagetea* - Arten des

ca. 2500 km² großen Untersuchungsgebietes).

Sehr seltene Waldarten finden sich vor allem in großen Wäldern, während andererseits zwei kleine Wälder im Durchschnitt mehr Arten enthalten als ein flächengleicher größerer Wald (ZACHARIAS & BRANDES, in Vorb.).

2.2. Waldwiesen

In einem weniger als 10 km breiten Streifen im Übergangsbereich vom Flachland zum Hügelland befinden sich im Raum Braunschweig - Helmstedt 14 Pfeifengras - Streuwiesen in einer Meereshöhe von ca. 80 - 150 m. Diese weitgehend von Wäldern umschlossenen Wiesen sind wegen der Vorkommen von *Dianthus superbus*, *Galium boreale*, *Inula salicina*, *Iris sibirica*, *Thalictrum lucidum* und *Trollius europaeus* von überregionaler Bedeutung (vgl. ZACHARIAS, JANSSEN & BRANDES 1988). Der wichtigste Grund für die bisherige Überdauerung dieses Wiesentyps dürfte in der Isolation der Flächen liegen; die relativ großen Entfernungen zum jeweils nächsten Dorf verhinderten bislang eine Nutzungsintensivierung.

Es wurden 14 Waldwiesen einschließlich ihrer Säume und Brachestadien kartiert. Die Gesamtzahl der nachgewiesenen Gefäßpflanzensippen beträgt 376. Sie wird auch bei der größten Wiese bei weitem nicht erreicht. Abb. 2 läßt bei lognormaler Darstellung eine lineare Abhängigkeit zwischen Fläche und Sippenzahl erkennen.

2.3. Städtische Gehölzbestände

Im Stadtgebiet von Braunschweig wurden spontane und gepflanzte Gehölzbestände untersucht (BECHER & BRANDES 1985). Die ersten vier Punkte in Abb. 3 geben spontane Robinien - Bestände auf

Trümmer- und Bahnhofsgelände wieder, es folgen gepflanzte Pappel-Bestände sowie zwei ehemalige Friedhöfe mit spontanem Ahorn-Bestand; der Braunschweiger Nußberg als stark gestörter stadtnaher Gehölzbestand stellt die größte Fläche dar (von links nach rechts mit aufsteigender Flächengröße).

2.4. Städte

Trotz einer erstaunlichen floristischen und vegetationskundlichen Aktivität liegen bislang nur von relativ wenigen Städten brauchbare Arteninventare vor. Oft ist die Abgrenzung unklar, mal werden Teile der Umgebung mitkartiert, mal nur Teilbereiche der Stadt. So liegen nur wenige vergleichbare Erhebungen vor, wobei Unterschiede in der Artauffassung, in den Angaben zum Status, aber auch zeitliche Unschärfen noch erschwerend hinzukommen.

Für einige Städte soll dennoch eine Auswertung gewagt werden. Die Sippenzahlen beziehen sich jeweils auf das administrative Stadtgebiet, da sie nur auf diese Weise mit anderen Daten korreliert werden können (Tab. 1). In Mitteleuropa steigt die Artenzahl i.a. mit der Flächengröße an. Abb. 4 zeigt jedoch einen gestuften Verlauf der Kurve. Ursache hierfür dürften Unterschiede in der Standortdiversität, aber auch in der Besiedlungsgeschichte sein. Es hat nach dem bisherigen Datenmaterial den Anschein, daß Kleinstädte - unabhängig von ihrer Flächengröße - eine Artenzahl von ca. 530-560 aufweisen. Für die "kleinen" Großstädte Osnabrück, Wolfsburg, Salzgitter und Göttingen liegen die Artenzahlen um 650-730, bei den "alten" Großstädten zwischen 900 und 1000. Ein deutlicher Anstieg ergibt sich erst wieder bei den Millionenstädten.

Offensichtlich ist die Korrelation zwischen Anzahl der Einwohner und Anzahl der spontan vorkommenden Gefäßpflanzen

enger (Abb. 5). Geradezu erstaunlich erscheint nun die Korrelation zwischen Sippenzahl und Einwohnerdichte (Abb. 6). Im betrachteten Bereich ist sie annähernd linear, "Ausreißer" sind lediglich die Großstädte Braunschweig und Wuppertal. Die Aussage, daß mit steigender Einwohnerdichte die α -Diversität der Gefäßpflanzenflora ansteigt, mag zunächst geradezu widersinnig erscheinen. Verantwortlich ist hierfür jedoch sowohl die Schaffung von zusätzlichen Nischen, wie auch die Einbringung von zusätzlichen Arten. Sicherlich würde bei einer wesentlich höheren Einwohnerdichte, als sie etwa Berlin erreicht, die Artenzahl deutlich fallen. Beispiele mit entsprechender Bevölkerungsdichte gibt es in Mitteleuropa jedoch nicht.

2.5. "Standardlinie" für die Bundesrepublik Deutschland

Trotz mancher Bedenken liegt es nahe, analog VAN DER MAAREL (1971) eine "Standardlinie" für die Bundesrepublik Deutschland zu konstruieren (Abb. 7; Tab. 2). Sie zeigt bei doppelt logarithmischer Auftragung einen annähernd linearen Verlauf. Für ein zu beurteilendes Gebiet kann aus dem Vergleich zwischen tatsächlich gefundener Artenzahl und der nach der Standardlinie bei entsprechender Fläche zu erwartenden Artenzahl eine grobe Aussage über Artenreichtum bzw. -armut gemacht werden. Es wäre jedoch falsch, hieraus unmittelbar Rückschlüsse auf die Schutzwürdigkeit eines Gebietes zu ziehen.

3. Ausblick

Auch wenn es vermutlich keine allgemeingültigen Korrelationen zwischen Artenzahlen und Flächengrößen gibt, so sollte uns dies nicht von der Untersuchung von Zusammenhängen bei speziellen Habitaten bzw. Ökosystemen abhalten. Die hier vorgestellten Beispiele lassen sich zwanglos in das 3-Phasen-

Modell von GOOD (1964) einordnen bzw. widersprechen ihm zumindest nicht (vgl. HAEUPLER 1974): im Bereich kleinerer Flächen steigt die Kurve rasch parabelförmig an, bis das Maximum der Ökosystem-Diversität erreicht ist; im mittleren Teil (2. Phase) ist die Steigerung geringer, nimmt aber stetig zu. Bei weiterer Flächenzunahme zeigt die Kurve einen unregelmäßigen Verlauf (vgl. auch REICHHOLF 1980). Allerdings scheint nach unserem Datenmaterial der quasi-log-normale Bereich der Artenzahl-Flächen-Kurve (2. Phase) bereits bei wesentlich kleineren Flächen zu beginnen als es WILLIAMS (1964) annahm. Nach wie vor besteht ein erheblicher Bedarf an vergleichbaren Daten.

Literatur:

BECHER, R. & BRANDES, D., 1985: Vergleichende Untersuchungen an städtischen und stadtnahen Gehölzbeständen am Beispiel von Braunschweig. - Braunschw. Naturk. Schr. **2**: 309-339.

BRANDES, D., 1989: Nachtrag zum "Verzeichnis der im Stadtgebiet wildwachsenden und verwilderten Gefäßpflanzen" (1987). - Braunschw. Naturk. Schr. **3**: 559-560.

FORSTNER, W. & HÜBL, E., 1971: Ruderal-, Segetal- und Adventivflora von Wien. - Wien. 159 S.

GARVE, E., 1985: Artenliste und Anmerkungen zur rezenten Gefäßpflanzenflora der Stadt Göttingen. - Mitt. Fauna u. Flora Süd-Nieders. **7**: 163-179.

GOOD, R., 1964: The geography of flowering plants. 3.ed. - London. 518 S.

GRIESE, D.: Flora und Vegetation einer neuen Stadt am Beispiel von Wolfsburg. - Diss. TU Braunschweig (in Vorbereitung).

HAEUPLER, H., 1974: Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der

Gefäßpflanzenflora Süd-Niedersachsens. - Scripta Geobot. **8**: 141 S.

HAEUPLER, H., MONTAG, A., WÖLDECKE, K. & GARVE, E., 1983: Rote Liste Gefäßpflanzen Niedersachsen und Bremen. 3. Fssg. v. 1.10.1983. - Hannover. 34 S.

JANSSEN, C. & BRANDES, D., 1984: Struktur und Artenvielfalt von Randzonen der Großstädte dargestellt am Beispiel von Braunschweig. - Braunschw. Naturk. Schr. **2**: 57-97.

KLOTZ, S., 1987: Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen in Städten der DDR. - Düsseldorf Geobot. Koll. **4**: 61-69.

KORNECK, D. & SUKOPP, H., 1988: Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. - Schriftenr. Vegetationskd. **19**: 210 S.

MAAREL, E. VAN DER, 1971: In: DUFFEY, E. & WAIT, A.S. (eds.): The scientific management of plant and animal communities for conservation. - Oxford. S. 45-63.

MAAS, S., 1983: Die Flora von Saarlouis. - Abh. Delattina **13**: 1-108.

MEVE, U., SCHUBRING, A., WILLMANN, H., WILLMANN, R. & WOLLWEBER, K., 1988: Liste der Gefäßpflanzen von Neumünster. - Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. **58**: 69-86.

OVERDIECK, D. & SCHEITENBERGER, A., 1989: Veränderung des Arteninventars der Vegetation in einer mitteleuropäischen Großstadt (Osnabrück). - Verh. Ges. f. Ökologie **18**: 265-271.

PRESTON, F.W., 1962: The canonical distribution of commonness and rarity. - Ecology **43**: 185-215; 410-432.

REICHHOLF, J., 1980: Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. - Anz. orn. Ges. Bayern **19**: 13-26.

STIEGLITZ, W., 1987: Flora von Wuppertal. - Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal, Beih. 1: 227 S.

SUDNIK - WOJCIKOWSKA, B., 1987: Dynamik der Warschauer Flora in den letzten 150 Jahren. - Gleditschia 15: 7-23.

SUKOPP, H. et al., 1980: Liste der wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen von Berlin (West). - Berlin. 36 S.

SUKOPP, H., WERNER, P., 1983: Urban environments and vegetation. - In: HOLZNER, W., WERGER, M.J.A. & KUSIMA, I.I. (eds.): Man's impact on vegetation. - The Hague. S. 247-260.

WILLIAMS, C.B., 1964: Pattern in the balance of nature. - London. 324 S.

ZACHARIAS, D. & BRANDES, D., 1989: Floristical data analysis of 44 isolated woods in northwestern Germany. - Stud. Plant Ecol. 18: 278-280.

ZACHARIAS, D. & BRANDES, D.: Species area-relationships and frequency

- floristical data analysis of 44 isolated woods in northwestern Germany. (in Vorber.).

ZACHARIAS, D., JANSSEN, C. & BRANDES, D., 1988: Basenreiche Pfeifengras-Streuewiesen des *Molinietum caeruleae* W. KOCH 1926, ihre Brauchestadien und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften in Südost-Niedersachsen. - Tuexenia 8: 55-78.

Anschriften der Verfasser:

Priv. Doz. Dr. Dietmar Brandes
 Universitätsbibliothek der
 Technischen Universität
 Pockelsstraße 13
 D-3300 Braunschweig

Dietmar Zacharias
 Botanisches Institut und Botanischer
 Garten der Technischen Universität
 Gaußstraße 7
 D-3300 Braunschweig

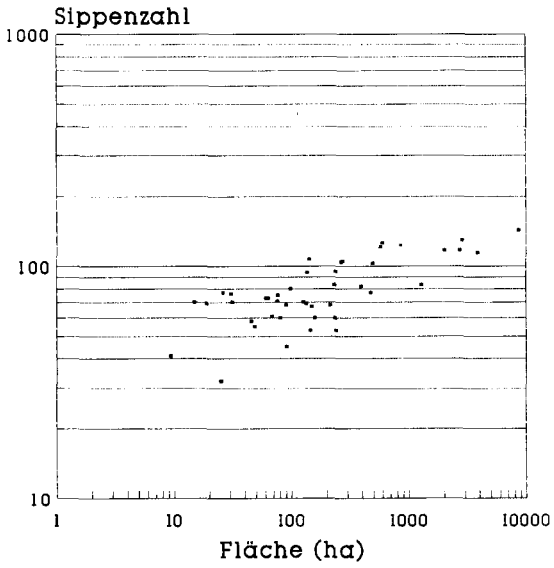


Abb. 1: Anzahl von Waldsippem und Fläche von isolierten Wäldern

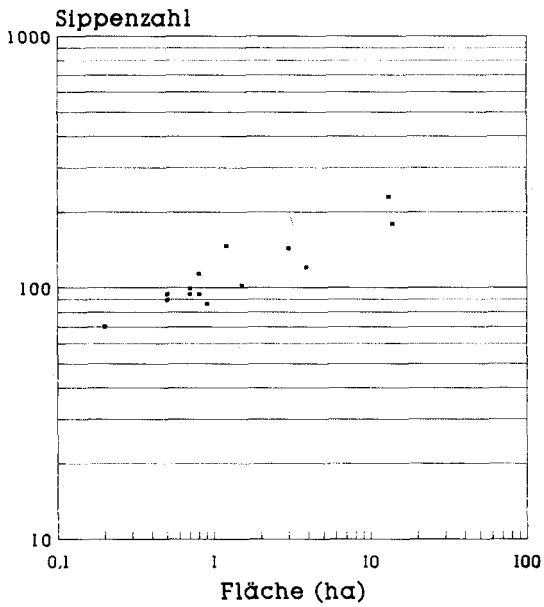


Abb. 2: Anzahl der Gefäßpflanzen und Fläche der Waldwiesen

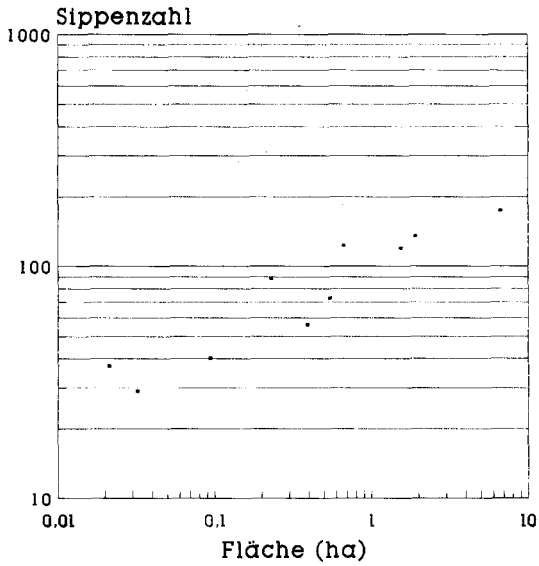


Abb. 3: Anzahl der Gefäßpflanzen und Fläche der Gehölzbestände

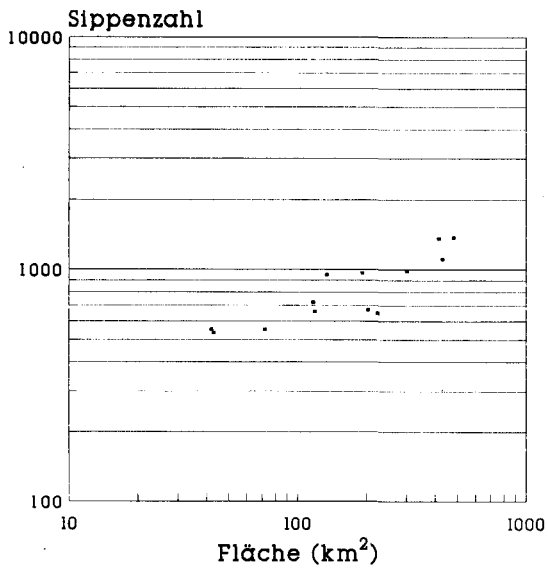


Abb. 4: Sippenzahl Gefäßpflanzen und Fläche der Städte

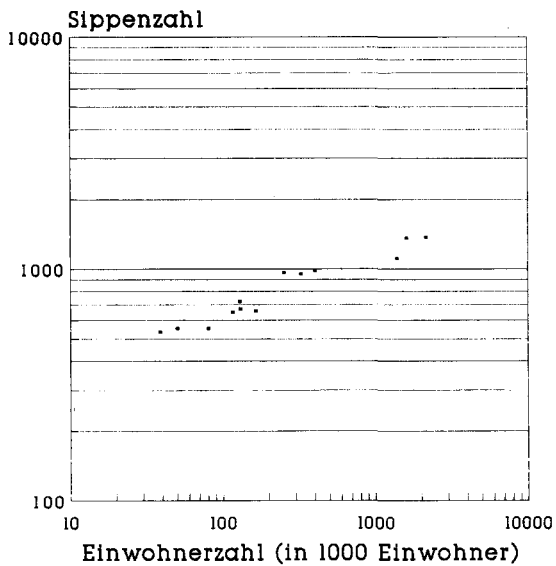


Abb. 5: Sippenzahl Gefäßpflanzen und Einwohnerzahl der Städte

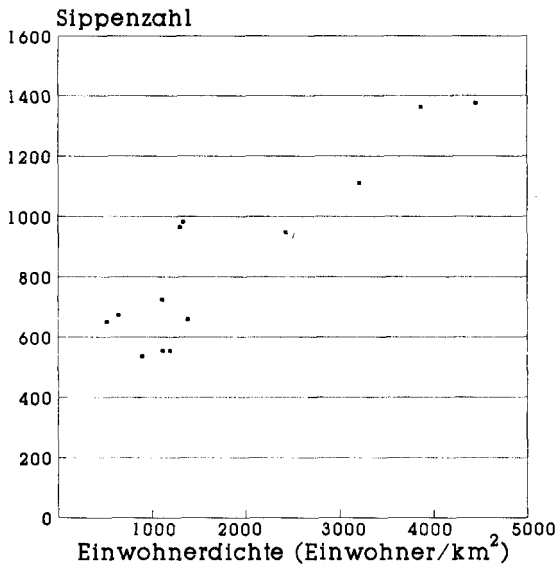


Abb. 6: Sippenzahl Gefäßpflanzen und Einwohnerdichte der Städte

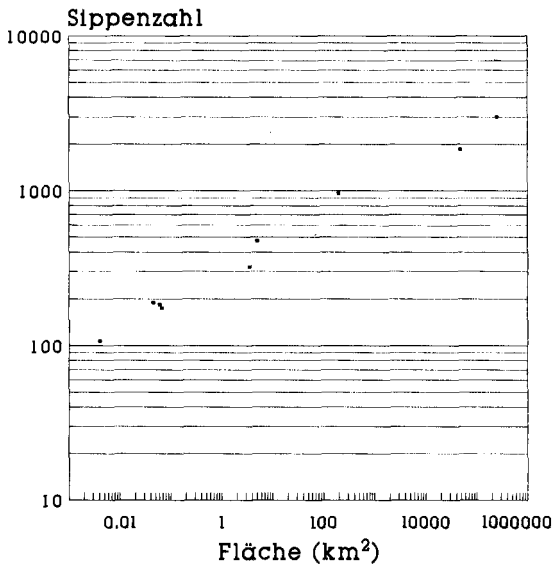


Abb. 7: Gefäßpflanzen und Fläche in: Braunschweig (+ Teilflächen), Niedersachsen, Bundesrepublik

Tab. 1: Sippenzahl von Gefäßpflanzen und Größe von Städten

Städte	Fläche (km ²)	Einwohnerzahl	Einwohnerdichte (E/km ²)	Sippenzahl von Gefäßpflanzen	
Wolfenbüttel	42	ca. 50 000	1190	553	BRANDES n.p.
Saarlouis	43	38 500	895	535	MAAS 1983
Neumünster	72	80 000	1111	553	MEVE et al. 1988
Göttingen	117	129 800	1109	723	GARVE 1985 ¹⁾
Osnabrück	119	164 000	1378	657	OVERDIECK & SCHEITENBERGER 1989
Halle + Halle – Neustadt	134	325 000	2425	946	KLOTZ 1987
Braunschweig	192	250 000	1302	962	BRANDES 1989
Wolfsburg	203	130 000	640	670	GRIESE
Salzgitter	224	115 500	516	650	BRANDES n.p.
Wuppertal	300	ca. 400 000	1333	981	STIEGLITZ 1987
Wien	414	1 600 000	3865	1 362	FORSTNER & HÜBL 1971
Warschau	430	1 380 000	3209	1 109	SUDNIK – WÓJCIKOWSKA 1987
Berlin (West)	481	2 140 000	4449	1 374	SUKOPP et al. 1980

¹⁾ Bezüglich gepflanzter Forstbäume geringfügig korrigiert

Tab. 2: Flächengröße und Artenzahl

Gebiet	Flächengröße	Artenzahl	
Braunschweig, aufgelassener Obstgarten	4 500 m ²	107	JANSSEN & BRANDES 1984
Braunschweig, abgedeckte Mülldeponie	45 000 m ²	189	JANSSEN & BRANDES 1984
Braunschweig, Ruderalfläche	60 000 m ²	183	JANSSEN & BRANDES 1984
Braunschweig, Nußberg	66 000 m ²	174	BECHER & BRANDES 1985
Braunschweig, Pawelsches Holz ...	350 ha	320	BRANDES n.p.
Braunschweig, westl. Stadtrand	5 km ²	473	JANSSEN & BRANDES 1984
Braunschweig, Stadtgebiet	192 km ²	962	BRANDES 1989
Niedersachsen	47 330 km ²	1 852	HAEUPLER et al. 1983
Bundesrepublik Deutschland	245289 km ²	2 995	KORNECK & SUKOPP 1988