

Stadtvegetation als Unterrichtsgegenstand

Von Dietmar Brandes

1. Einleitung

Erst seit wenigen Jahren befindet sich die Vegetation unserer Städte im Blickpunkt von Forschung und Naturschutz. Ruderalvegetation und Straßenbäume sind häufig das einzige Grün, das der Städter täglich zu Gesicht bekommt. Der Zorn vieler Bürger richtet sich daher nicht ohne Grund gegen zunehmendes Asphaltieren und Betonieren von Restflächen.

In Unterrichtswerken wird die Stadt als Lebensraum, als Standortskomplex bislang nur selten und in geringem Umfang behandelt [1]. Mit diesen Ausführungen soll gezeigt werden, daß sich die Stadtvegetation als Thema für Biologie- bzw. Ökologiekurse der Sekundarstufe II, aber auch der Volkshochschulen gut eignet. Bei dem stark gestiegenen Umweltinteresse dürfte gerade in der Erwachsenenbildung ein Defizit an entsprechenden Kursen bestehen. Gegenüber einer Einführung in Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde anhand von Wäldern, Mooren oder Wiesen ist in der Stadt die Gefahr wesentlich geringer, daß schützenswerte Pflanzengesellschaften durch Tritt oder ähnliche Störungen bei der Untersuchung geschädigt werden. Außerdem sind die Untersuchungsobjekte ohne längere Wege zu erreichen. Das Interesse des Schülers bzw. Kursteilnehmers an seiner Umwelt, d. h. an seinem Wohnort, kann mit in den Unterricht einbezogen werden.

2. Praktische Vorbemerkungen

Die vorliegende Arbeit will *Anregungen* und *Hinweise* zur Beschäftigung mit der städtischen Vegetation geben. Es handelt sich weder um einen fertig ausgearbeiteten Kurs, noch um eine ausgewogene Darstellung der Stadtökologie. Die wichtigsten Ziele sind vielmehr:

- Einführung in einige Methoden der Geobotanik anhand einfacher und artenarmer Pflanzengesellschaften.
- Schulen der Beobachtung: bewußtes Wahrnehmen der unterschiedlichen Verteilung von Pflanzen und Pflanzengesellschaften in einer Stadt.
- Sensibilisierung für die Probleme des Naturschutzes in der Stadt.

Fehlende Artenkenntnis ist wohl das größte Problem bei ökologischen und vegetationskundlichen Übungen — im Schulbereich wie im Hochschulbereich. Wir glauben aber, daß gerade die Beschäftigung mit dem, was trotz Umweltbelastung noch in unseren Städten wächst, was z. B. in einer abbruchgefährdeten alten Mauer wächst, eher zur Pflanzenbestimmung motiviert als etwa die Beschäftigung mit seltenen Pflanzengesellschaften, zu denen der Schüler kaum eine Beziehung entwickeln kann.

Ein wichtiges Ziel wäre erreicht, wenn der Kursteilnehmer erfahren hat, daß für den Biologen sich wesentlich mehr hinter dem Namen einer Art verbirgt als die Stellung in einem System, nämlich morphologische, verbreitungsbiologische und ökologische Informationen.

Bezüglich der Bestimmungsliteratur — wie der Literatur überhaupt — kann hier nur eine Auswahl wiedergegeben werden; aus dem Fehlen eines Titels ist keineswegs auf eine Wertung zu schließen.

Mit einer Reihe einfach zu benutzender Bildführer ist das Ansprechen vieler Pflanzenarten heute sehr leicht [2] [3] [4]. Da alle diese Werke aber nur eine Auswahl vorführen, sollte auf den Gebrauch einer Flora [5] [6] [7] nicht verzichtet werden. Wegen der zahlreichen ökologischen und pflanzensoziologischen Angaben ist der *Oberdorfer* [5] zu empfehlen — zumindest für den eigenen Gebrauch. Für Gehölze gibt es heute Bestimmungsliteratur von klassischen Floren [8] bis zu gut ausgestatteten Bildwerken [9]. Für Gräser, die unbedingt mitbestimmt werden sollten, gilt entsprechendes [10]. Für Exkursionen, besonders für Winterexkursionen, gibt es interessante Vorschläge [11]. An Einführungen in die Vegetationskunde seien [12] [13] [14] [15] genannt. Wichtige Handbücher dieses Gebietes stammen von *Braun-Blanquet* [16] und *Ellenberg* [17]. Zu den selbstverständlichen Voraussetzungen für einen vegetationskundlichen Kurs gehört es, daß sich der Betreuende *vorher* gründlich mit den betreffenden Pflanzengesellschaften und ihren Arten vertraut gemacht hat. Ähnlich wie bei einem Experiment hängt der Erfolg wesentlich von der sorgfältigen Vorbereitung ab. Viele der im folgenden behandelten Themen eignen sich gut für Arbeitsgemeinschaften und Pro-

jektwochen. Wo immer es möglich ist, sollte die Tierwelt mit in die Beobachtungen und Untersuchungen einbezogen werden; aus Platzgründen mußte hier leider darauf verzichtet werden.

In einem Kasten und durch fette Schrift hervorgehoben stehen Vorschläge für Aufgaben; diese können sowohl von einzelnen Schülern als auch von kleinen Gruppen bearbeitet werden.

3. Ökologische Charakterisierung des Lebensraumes Stadt

Da es eine Reihe empfehlenswerter Darstellungen der Ökologie unserer Städte gibt [18] [19] [20] [21] [22], darf dieses Kapitel sehr kurz ausfallen. Im Bereich der Städte wurden Klima, Boden, Relief und Vegetation infolge der menschlichen Siedlungstätigkeit mehr oder minder stark verändert. Das Stadtklima unterscheidet sich gegenüber den Außenbereichen durch stärkere Erwärmung der Luft und geringere Luftfeuchtigkeit. Im Sommer kann die Überhitzung in Großstädten zeitweilig bis zu 8 °C betragen. Zumindest lokal kommt es zu hohen Schadstoffkonzentrationen in der Luft (Schwefeldioxid, Stickoxide, Stäube usw.).

Bau- und Kanalisierungsmaßnahmen führten zur drastischen Absenkung des Grundwasserspiegels. Die Böden unserer Städte sind meist verdichtet und eutrophiert, der größte Teil der Oberflächen ist durch Bebauung und Asphaltierung versiegelt. Hierdurch fließen die Niederschläge rascher ab, was die Auswirkungen der Grundwasserabsenkung noch verstärkt. Oberflächenversiegelung und undichte Gasrohre verursachen schließlich auch Sauerstoffmangel im Boden. Streusalzgebrauch und verschüttete Mineralöle verschlechtern die Standortbedingungen zusätzlich.

Anpflanzungen vieler ausländischer Pflanzenarten sowie die Unkrautbekämpfung sind bewußt herbeigeführte Veränderungen des Artenspektrums. Unbeabsichtigt erfolgt dagegen die Verschleppung fremder Sippen mit den Verkehrsmitteln. Im Vergleich zum Umland häufen sich in den Zentren großer Städte, auf Bahnanlagen und Müllplätzen zahlreiche wärmeliebende Arten. Vom Stadtrand zur City hin kann man bei Großstädten verschiedene Zonen unterscheiden; am artenreichsten ist der Stadtrand, während die Fußgängerzone meist extrem artenarm ist. Zur Beschreibung dieser Zonierung eignet sich das Hemerobiekonzept sehr gut [23].

An der TU Berlin wird ein ökologisches Großpraktikum in der Berliner Innenstadt durchgeführt [24];

stadtökologische Exkursionen werden heute bereits an verschiedenen Universitäten angeboten.

4. Die einzelnen Standorte und ihre Pflanzengesellschaften

4.1. Weg- und Straßenränder

Weg- und Straßenränder in der Stadt erscheinen auf den ersten Blick artenarm und nichtssagend, bei näherer Betrachtung lassen sich aber interessante, nutzungsbedingte Unterschiede feststellen. Außerdem eignen sich artenarme Pflanzengesellschaften gut zur Demonstration einiger geobotanischer Methoden.

Die Flora der Straßen spiegelt die Intensität des menschlichen Einflusses sehr gut wider (Abb. 1):

— Die ± vollständig versiegelten Straßenflächen der Fußgängerzonen sind extrem artenarm.

— In älteren Wohnvierteln, die größtenteils vor dem 1. Weltkrieg gebaut wurden, sind die Randstreifen der Bürgersteige häufig unversiegelt, dort kann die Artenzahl eines gleich langen Abschnitts bereits wesentlich größer sein.

— Feldwege am äußeren Stadtrand können auf gleicher Länge etwa 5mal so viele Pflanzenarten beherbergen wie Straßen der Wohnviertel.

Insgesamt kommt den Straßenrändern eine wichtige Funktion als Refugium zahlreicher Arten zu; bis zu ca. 40% der Arten eines Gebietes finden sich an Straßenrändern, unter ihnen auch manche bedrohte Art.

Erstellen Sie Pflanzenlisten gleich langer Straßenabschnitte verschiedener Stadtteile (City, Industriegebiet, Villenviertel, Dorf) bzw. unterschiedlich genutzter Straßen (Fußgängerstraße, Spielstraße, Ausfallstraße, Dorfstraße) und vergleichen Sie die Ergebnisse.

Der Tritt ist der wichtigste Standortfaktor für die Vegetation der Fuß- und Feldwege sowie der unmittelbaren Straßenränder (vgl. Abb. 2).

Interpretieren Sie die Auswirkung des Tritts auf die Pflanzendecke an Hand von Abb. 2! Suchen Sie im Gelände hierfür Beispiele.

Zur exemplarischen Behandlung von Trittgesellschaften soll hier die Gesellschaft der Strahlenlosen Kamille (Polygonum-Matricarietum) herausgegriffen werden. Diese Assoziation eignet sich besonders gut, da ihre Artenkombination in ganz Mitteleuropa sehr ähnlich

Tab. 1. Charakterisierung des Standortes mit Hilfe der Zeigerwerte (Schema nach Hoffmeister 1977, Zeigerwerte nach Ellenberg 1974)

Arten	Artmächtigkeit	Zeigerwerte						Zeigerwerte nach Berücksichtigung der Artmächtigkeiten					
		L	T	K	F	R	N	L	T	K	F	R	N
Strahlenlose Kamille	2	8	5	3	5	7	8	16 ₍₂₎	10 ₍₂₎	6 ₍₂₎	10 ₍₂₎	14 ₍₂₎	16 ₍₂₎
Vogel-Knöterich	+	7	x	x	x	x	x	7 ₍₁₎	x	x	x	x	x
Einjähriges Rispengras	3	7	x	5	6	x	8	21 ₍₃₎	x	15 ₍₃₎	18 ₍₃₎	x	24 ₍₃₎
Breit-Wegerich	2	8	x	x	5	x	x	16 ₍₂₎	x	x	10 ₍₂₎	x	x
Weg-Rauke	1	8	6	5	4	x	7	8 ₍₁₎	6 ₍₁₎	5 ₍₁₎	4 ₍₁₎	x	7 ₍₁₎
Löwenzahn	+	7	x	x	5	x	7	7 ₍₁₎	x	x	5 ₍₁₎	x	7 ₍₁₎
Summe der Zeigerwerte:							75	16	26	47	14	54	
Summe der Faktoren:							10	3	6	9	2	7	
Mittlere Zeigerwerte:							mL	mT	mK	mF	mR	mN	
							7,5	5,3	4,3	5,2	7,0	7,7	

ist: Strahlenlose Kamille (*Matricaria discoidea*), Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*), Einjähriges Rispengras (*Poa annua*) und oft auch Breit-Wegerich (*Plantago major*). Abb. 3 gibt einen Schnitt durch diese Gesellschaft wieder. Wo findet man sie nun? Sie wächst auf stark betretenen, nicht versiegelten Flächen der Bürgersteige, der Ladestraßen von Bahnhöfen, der Dorfstraßen. Ebenso ist die Assoziation häufig auf Feldwegen (besonders in den Fahrspuren) und — als schmales Band — an Straßenrändern außerhalb der Ortschaften anzutreffen.

Für eine pflanzensoziologische Aufnahme (Anhang I) sucht man eine möglichst homogene, ca. 1—4 m² große Fläche aus. Diese sollte keine von vornherein erkennbare Standortsunterschiede aufweisen, d. h. sie sollte etwa gleichmäßig betreten sein, nicht direkt an eine Mauer grenzen, nicht teilweise beschattet sein o. ä. Für die ersten Aufnahmen kann es sinnvoll sein, die Flächen abzustecken. Zunächst werden im „Kopf“ der Aufnahme Ort und Datum, Größe der Fläche und Vegetationsbedeckung (geschätzt) sowie Beobachtungen zu den Standortbedingungen notiert. Dann wird eine Liste aller (!) Arten angefertigt, die auf der Probefläche wachsen. Zusätzlich wird deren Artmächtigkeit (Anhang I) geschätzt. Bei der Aufnahme des Vegetationsbestandes steht man so lange wie möglich außerhalb der Probefläche (warum?); um die restlichen Arten zu finden, sollten nur ein oder zwei Kursteilnehmer in die Fläche hineingehen.

Eine pflanzensoziologische Aufnahme kann also folgendermaßen aussehen:

Aufnahme Nr. 1
Trittgemeinschaft
Braunschweig-Riddagshausen, Gutshof, 25. 6. 1981. 2 m², Vegetationsbedeckung 80%. Stark betreten, nicht beschattet.
 2 *Matricaria discoidea*
 + *Polygonum aviculare*
 3 *Poa annua*
 2 *Plantago major*
 1 *Sisymbrium officinale*
 + *Taraxacum officinale*

Nachdem zunächst einige Aufnahmen gemeinsam gemacht wurden, sollte jeder Kursteilnehmer eine größere Anzahl von Aufnahmen allein oder in kleinen Gruppen anfertigen.

Was kann man nun mit der Aufnahme „anfangen“? Zunächst ist sie natürlich ein Dokument, das die Artenzusammensetzung eines Vegetationsbestandes zu einem bestimmten Zeitpunkt wiedergibt. Dann sind pflanzensoziologische Aufnahmen die Grundlage, das Arbeitsmaterial für die Gliederung und Typisierung der Vegetation. Stellt man die Aufnahmen in Tabellen

zusammen und ordnet sie nach ihrer floristischen Ähnlichkeit, so werden sich verschiedene Pflanzengesellschaften abzeichnen, die mit Hilfe von Charakter- und/oder Trennarten in ein hierarchisch aufgebautes System von Pflanzengesellschaften eingeordnet werden können. Nach *Tüxen* [25] kann eine Pflanzengesellschaft folgendermaßen definiert werden: „Eine Pflanzengesellschaft ist eine nach ihrer Artenverbindung durch den Standort ausgelesene Arbeitsgemeinschaft von Pflanzen, die als sich selbst regulierendes und regenerierendes Wirkungsgefüge im Wettbewerb um Raum, Nährstoffe, Wasser und Energie sich in einem soziologisch-dynamischen Gleichgewicht befindet, in dem jedes auf alles wirkt, und das durch die Harmonie zwischen Standort und Produktion und aller Lebenserscheinungen und -äußerungen in Form und Farbe und ihren zeitlichen Ablauf gekennzeichnet ist.“

Jede Assoziation — also auch das Polygono-Matricarietum — hat ihre eigenen Standortbedingungen, ihr eigenes Lebensformenspektrum, ihren eigenen jahreszeitlichen Entwicklungsgang, ihr eigenes Verbreitungsgebiet (Areal).

Aus der Aufnahme 1 kann das Lebensformenspektrum (Abb. 4) auf dem Wege über die mittlere Gruppenmenge (vgl. Anhang II) errechnet werden. (Angaben über die Lebensformen der einzelnen Arten finden sich bei [5] [17] [26]).

Wichtige Aussagen über die Standortbedingungen der untersuchten Pflanzengesellschaft liefern die mittleren Faktorenzahlen [17] [26] (vgl. Anhang III). Das Berechnungsschema geht aus Tab. 1 hervor. Demnach ist das Polygono-Matricarietum eine lichtbedürftige Pflanzengesellschaft, die durchschnittliche Ansprüche an Wärme und Feuchtigkeit stellt, stärker saure Böden meidet und eine gute Stickstoffversorgung aufweist.

Stellen Sie Aufnahmen von Trittgemeinschaften in einer Tabelle zusammen und ordnen sie diese nach floristischer Ähnlichkeit (vgl. Anhang I). Berechnen Sie die Lebensformenspektren jeweils getrennt für die Gruppen einander ähnlicher Aufnahmen.

Die jahreszeitliche Entwicklung des Polygono-Matricarietum ist gut untersucht [27]; sie beginnt im Frühjahr mit der Keimung von *Polygonum aviculare* und *Matricaria discoidea*. Der Höhepunkt der Vegetationsentwicklung wird im Mai/Juni (günstigster Aufnahmeterrain!) erreicht, im Hochsommer sterben bereits alle Annuellen außer *Polygonum aviculare*, das nun dominiert, ab. Im Oktober stirbt dann auch *Polygonum aviculare* ab, unter seinen toten Stengeln keimt häufig *Poa annua*, die sich nun rasch entwickelt und bis weit in den Winter hinein blüht (vgl. Abb. 5).

Tab. 2. Mittlere Zeigerwerte ausgewählter Pflanzengesellschaften

Pflanzengesellschaft	mL	mT	mK	mF	mR	mN
<i>Natürliche Waldgesellschaften</i>						
Perlgras-Buchenwald (<i>Melico-Fagetum typicum</i>)	3,5	5,3	3,5	5,0	6,7	5,5
Feuchter Buchenwald (<i>Melico-Fagetum circaetosum</i>)	2,8	5,3	3,3	5,7	7,2	6,6
<i>Ruderalpflanzengesellschaften</i>						
Ges. der Strahlenlosen Kamille (Polygono-Matricarietum)	7,5	5,3	4,3	5,2	7,0	7,7
Reitgras-Bestände (<i>Calamagrostis epigejos</i> -Bestände)	7,4	5,2	4,7	4,0	6,6	4,8
Robinien-Bestand (<i>Chelidonio-Robiniatum</i>)	5,4	6,0	3,9	5,1	6,8	7,6
Mäusegersten-Flur (<i>Hordeetum murini</i>)	7,7	6,0	4,5	4,7	7,3	6,3
Fuchsschwanz-Gesellschaft (<i>Amaranthus retroflexus</i> -Ges.)	7,6	7,1	4,5	4,7	6,9	7,2

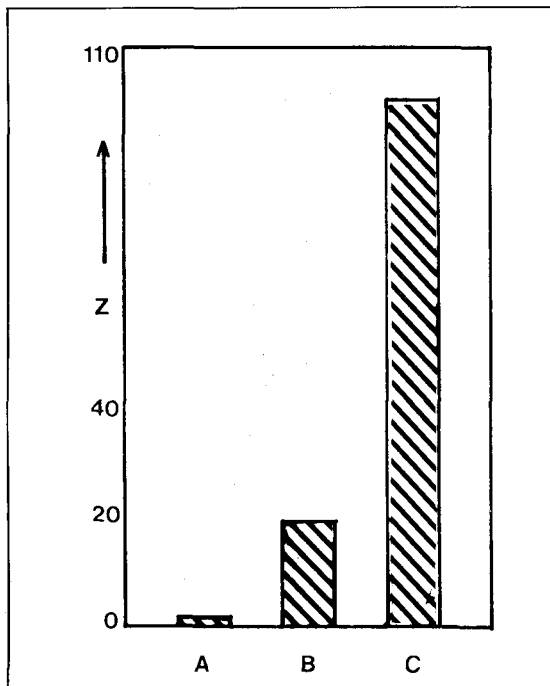


Abb. 1. Artenzahlen von Weg- bzw. Straßenrändern in Braunschweig
Länge jeweils 600 m
A: Fußgängerzone (City)
B: Straße in einem wilhelmischen Wohnviertel
C: Feldweg

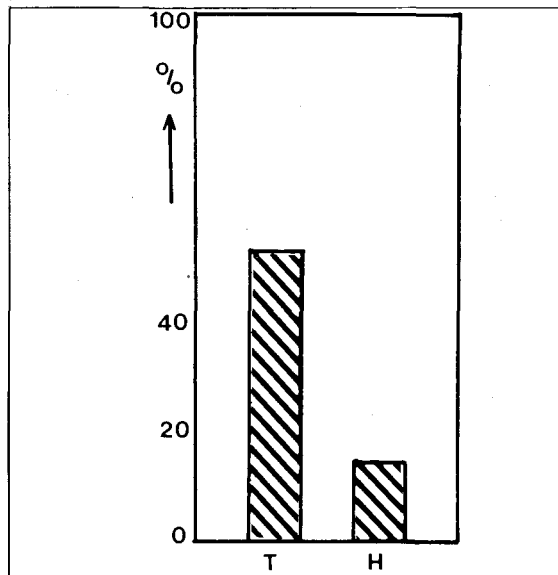
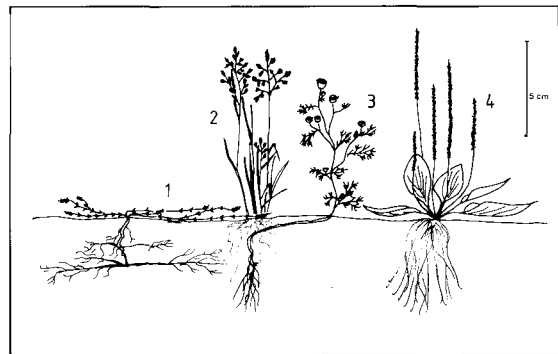


Abb. 4. Lebensformenspektrum des Polygonum-Matricarietum
T = Therophyten H = Hemikryptophyten

Abb. 3. (rechts oben). Schnitt durch die Gesellschaft der Strahlenlosen Kamille (*Polygonum-Matricarietum*)
1: Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*)
2: Einjähriges Rispengras (*Poa annua*)
3: Strahlenlose Kamille (*Matricaria discoidea*)
4: Breit-Wegerich (*Plantago major*)

Abb. 2. Direkte und indirekte Auswirkung des Tritts auf die Pflanzendecke. Nach Lieth (1954) aus Ellenberg (1978)

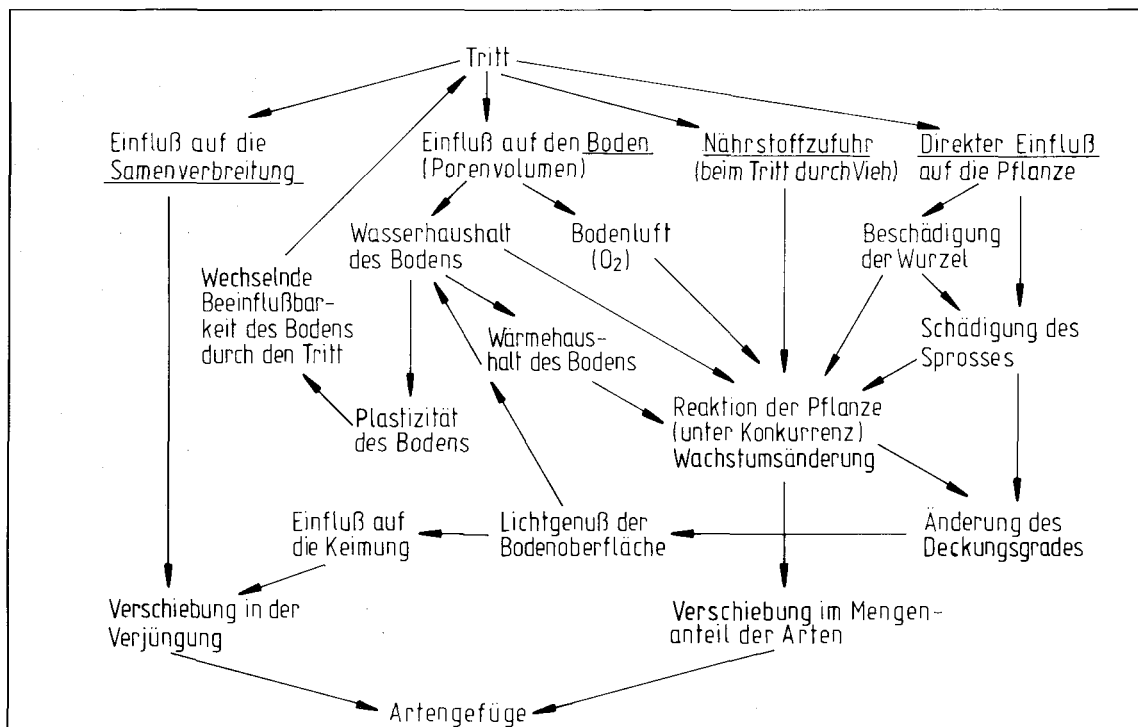
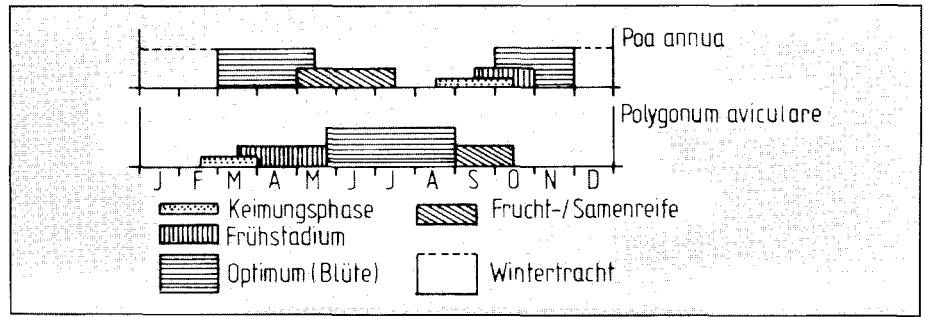


Abb. 5. Lebenszyklus des Einjährigen Rispengrases (*Poa annua*) und des Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*) in Trittgemeinschaften. Nach Hülbusch (1979)



Beschreiben Sie den jahreszeitlichen Entwicklungsgang des Polygono-Matricarietum anhand von Aufnahmen von einer Probefläche aus unterschiedlichen Jahreszeiten. Wann ist die beste Aufnahmezeit?

Jede Pflanzengesellschaft hat ihre eigene Geschichte. Das Polygono-Matricarietum ist kaum 100 Jahre alt; seine Charakterart *Matricaria discoidea* stammt aus Ostasien bzw. Nordamerika und hat erst um die Jahrhundertwende ihren „Siegeszug“ von den Bahnhöfen aus angetreten. Wie alle Trittgemeinschaften würde das Polygono-Matricarietum nach Aufhören des menschlichen Einflusses rasch wieder verschwinden. Das Verbreitungsgebiet des Polygono-Matricarietum reicht heute von Süd-Norwegen über ganz Mitteleuropa bis nach Großbritannien und zum Alpensüdrand.

Wenn der Tritt auch bei weitem der wichtigste Standortfaktor ist, so können unterschiedliche Wärmeansprüche doch zu einer Differenzierung in der räumlichen Verteilung führen (Abb. 7).

Wir haben das Polygono-Matricarietum stellvertretend für alle Trittgemeinschaften hier intensiver behandelt. Weit verbreitete und für Unterrichtszwecke gut geeignete Trittgemeinschaften sind außerdem die Mastkraut-Silbermoos-Gesellschaft (*Sagina-Bryetum*) und der Weidelgras-Breitwegerich-Trittrasen (*Lolio-Plantaginetum*). Während die erste Gesellschaft, deren Kennarten das Niederliegende Mastkraut (*Sagina procumbens*; Abb. 6) und Silbermoos (*Bryum argenteum*) sind, in Pflasterritzen und unter Dachtraufen wächst, findet sich der Weidelgras-Breitwegerich-Trittrasen in Dörfern, auf Feldwegen und am Rande mancher Sportplätze. Er wird von ausdauernden Arten aufgebaut und ist mehr oder weniger immergrün. Zwischen dem Polygono-Matricarietum und den beiden genannten Gesellschaften gibt es Übergänge bzw. oft räumliche Kontakte: Auf lehmigen Böden wird das Polygono-Matricarietum bei nachlassender Trittbelastung vom *Lolio-Plantaginetum* abgelöst, ebenso wie es selber das *Sagina-Bryetum* ablösen kann, wenn die Pflasterritzen breit genug sind.

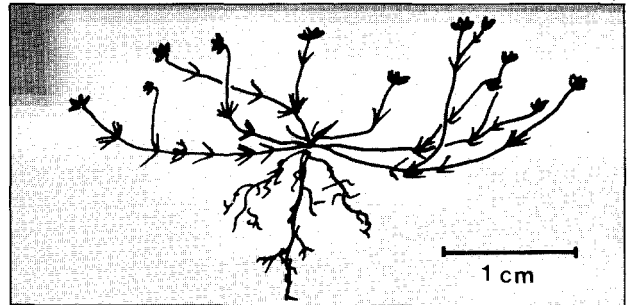
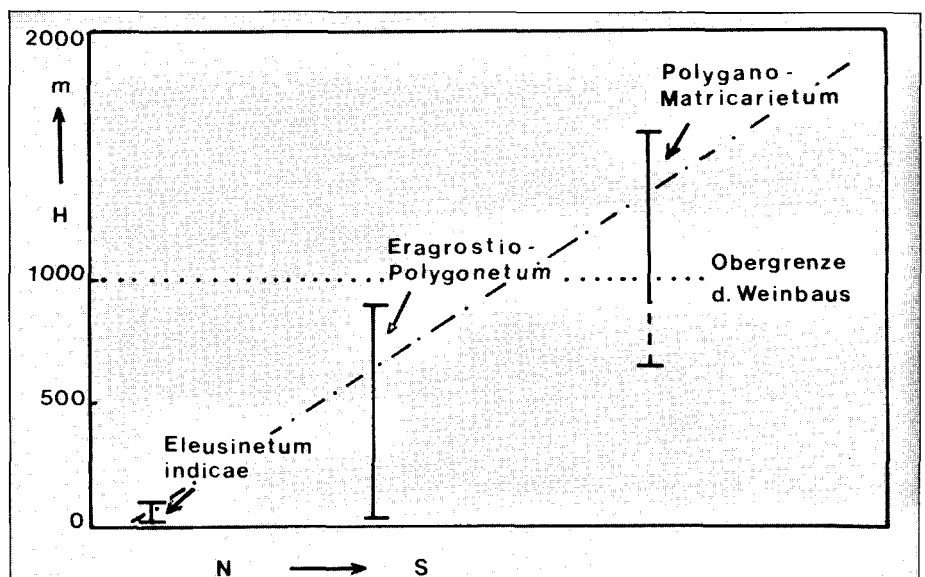


Abb. 6. Niederliegendes Mastkraut (*Sagina procumbens*)

Die Einführung in die Vegetationskunde am Beispiel der Trittgemeinschaften hat übrigens Tradition (vgl. [28]). Auch Feldwegränder sind lohnende Untersuchungsobjekte. Ihre Vegetation wird keineswegs nur von einer Assoziation gebildet, vom Wegrand nach außen hin lösen sich mehrere Gesellschaften in rascher Folge ab. In der gleichen Richtung nimmt die mechanische Verletzung der Vegetation durch Befahren bzw. Betreten rasch ab; Bodeneigenschaften, Exposition und eventuelle Pflegemaßnahmen (Mähen) spielen nun eine wichtigere Rolle.

Die Vegetationsänderung entlang steiler ökologischer

Abb. 7. Höhenverbreitung einjähriger Trittgemeinschaften in den Südalpen (Norditalien)



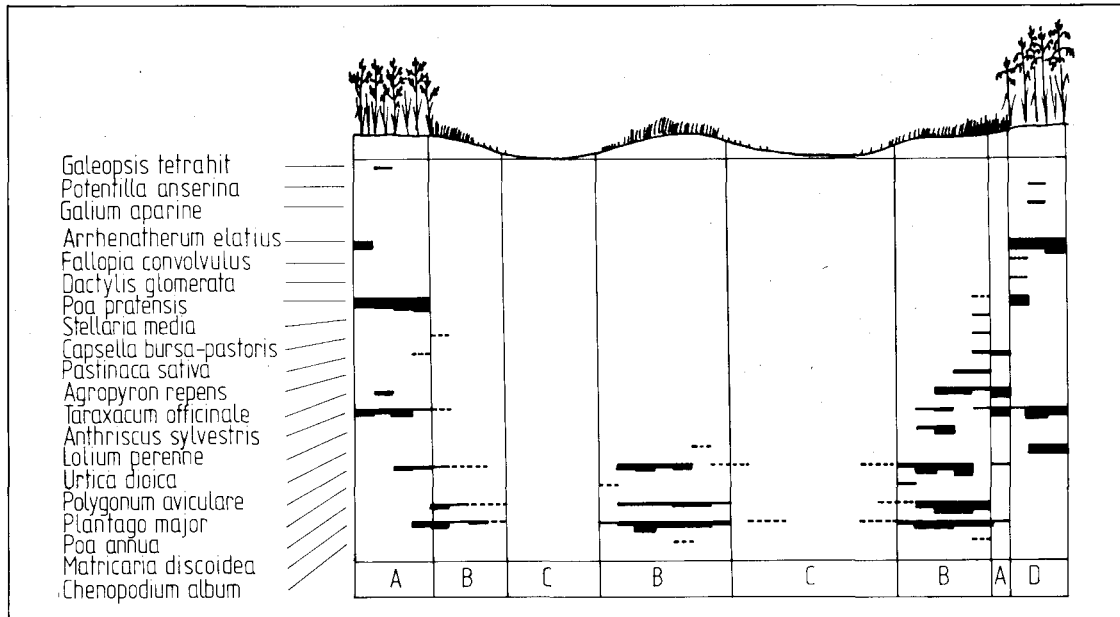
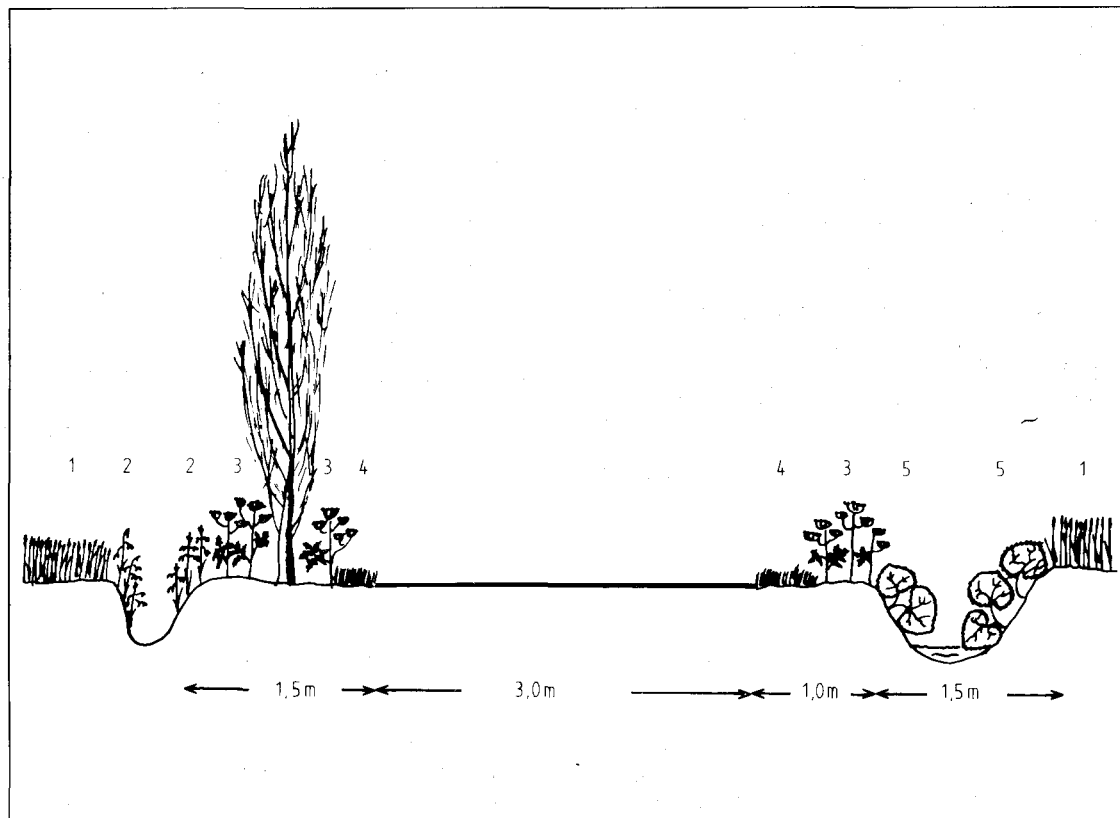


Abb. 8. Vegetationstransect quer zum Verlauf eines Feldweges

A: *Poa pratensis*-Gürtel, B: *Polygono-Matricarietum*, C: Vegetationsfreie Fahrspuren, D: *Anthriscus sylvestris*-*Arrhenatherum elatius*-Ges
 (Breite des Streifens 1 m, Länge 3,80 m)

Abb. 9. Vegetationszonierung an einem ausgebauten Feldweg

1: Weizenacker, 2: Glatthafer-Böschung, 3: Wiesenkerbel-Glatthafer-Gesellschaft, 4: Weidelgras-Breitweggerich-Trittflur (*Lolio-Plantaginetum*), 5: Pestwurz-Uferflur (*Urtico-Aegopodietum* Subass. von *Petasites hybridus*)



Gradienten untersucht man mit Hilfe eines Transektes (Streifenprofil). Abb. 8 gibt hierfür ein Beispiel: Auf einem unbefestigten Feldweg wurde quer zu seinem Verlauf ein ausreichend langer Streifen abgesteckt, so daß auch der äußere Feldwegrand noch miterfaßt wurde. Im vorliegenden Fall war der Streifen 3,80 m lang und 1 m breit. Er wurde nun in 1 m x 10 cm breite Quadrate geteilt (am besten geschieht dies mit einem Metallrahmen). Für jedes dieser Quadrate wurden die in ihm vorkommenden Arten einschließlich ihrer Artmächtigkeit notiert. Bei der graphischen Darstellung wird die jeweilige Artmächtigkeit durch die Stärke der Balken wiedergegeben. — Auf weitere Beispiele von Transekt-Untersuchungen sei ausdrücklich hingewiesen [12] [29].

Untersuchen Sie die Wegrand-Vegetation (Waldwege, verschiedene Feldwege, Trampelpfade, Wohnstraßen usw.) und stellen Sie Ihre Ergebnisse in Form von halbschematischen Schnitten dar (Abb. 9).

4.2. Straßenbäume

Bei der Diskussion der städtischen Vegetation können die Straßenbäume nicht übergangen werden. Man schätzt ihre Zahl in der Bundesrepublik auf insgesamt etwa 2 000 000. Allein auf Berlin (West) entfallen ca. 210 000 Straßenbäume, selbst in kleineren Großstädten wie Braunschweig (270 000 Einwohner) gibt es immerhin noch ca. 10 000 Straßenbäume. Ihre positiven Auswirkungen lassen sich zu drei Gruppen zusammenfassen: Klimaverbesserung, Erhöhung der Artenvielfalt sowie ästhetisch-architektonisch-psychologische Auswirkungen.

1. Straßenbäume spenden im Sommer Schatten, sie setzen die Höchsttemperatur durch Transpiration herab und befeuchten somit die Luft; sie haben eine ausgezeichnete Filterwirkung für Stäube und tragen schließlich auch zur Lärminderung bei.

2. Für zahlreiche Tierarten (v. a. Vögel und Insekten) bieten sie Nist- und Siedlungsmöglichkeiten und erhöhen so die Artenvielfalt.

3. Straßenbäume vermitteln das Gefühl der Geborgenheit. Oft genug dienen sie auch zur Korrektur häßlicher Architektur. Der Gang der Jahreszeiten zeigt sich in der Stadt an ihnen so gut wie nirgends sonst.

Können Sie Zusammenhänge zwischen der Straßenbaumpflanzung und dem Quartiertyp (Altstadt, gründerzeitliche Viertel, Industriesiedlung, moderne Wohnsiedlung, Dörfer) feststellen? Wenn ja: Welche Bäume wurden wo bevorzugt gepflanzt?

In den letzten Jahren wird nun in zunehmendem Maße vom Baumsterben in den Städten berichtet. In der Tat sind die Zahlen bedrohlich: Im jährlichen Durchschnitt rechnet man in der Bundesrepublik mit 2% „Abgängen“, in vielen Städten erscheint etwa ein Viertel der Bäume als gefährdet.

Verschiedenartige Umwelteinflüsse, die sich zum Teil noch gegenseitig verstärken, mindern die Vitalität der Straßenbäume:

— Mangelnde Durchlüftung des Bodens (Oberfläche versiegelt; bei Stadt- und Erdgas-Austritt wird der Sauerstoff sofort von methan-oxidierenden Bakterien aufgebraucht).

— Schlechte Wasserversorgung (Grundwasserabsenkung; die Niederschläge fließen zu schnell ab).

— Auftausalze.

— Verdichtung im Wurzelbereich (Betreten der Baumscheibe, Abstellen von Fahrzeugen).

— Mechanische Beschädigung des Stammes durch Fahrzeuge, Beschädigung der Wurzeln bei Bauarbeiten.

— Luftverschmutzung (SO₂, Smog, Stäube).

Informieren Sie sich anhand der Literatur [30] über Auswirkungen von Streusalz und austretendem Gas. Welche Gegenmaßnahmen können getroffen werden? Wo sind in Ihrem Wohnort deutlich geschädigte Straßenbäume? Läßt sich die Schadensursache feststellen? (Rücksprache mit dem Stadtgartenamt.) Werden bestimmte Arten stärker geschädigt als andere?

„Klassische“ Straßenbäume wie Linden (*Tilia spec.*) und Kastanien (*Aesculus hippocastanum*) sind heute den Belastungen an verkehrsreichen Straßen der Innenstädte oft nicht mehr gewachsen. Für die Auswahl von Straßenbäumen sind eine große ökologische Amplitude (warum?) und das Ertragen von hohen Sommertemperaturen wichtig; außerdem sollten sie möglichst widerstandsfähig gegenüber Luftverunreinigungen und Auftausalz sein. Unter den Baumarten, die den städtischen Umweltbedingungen relativ gut gewachsen sind, finden sich Arten vor allem aus Südeuropa und Kleinasien, aber auch aus Ostasien:

Ailanthus altissima (Götterbaum)

Celtis spec. (Zürgelbaum)

Corylus colurna (Baum-Hasel)

Fraxinus ornus (Manna-Esche)

Platanus acerifolia (Platane)

Robinia pseudacacia (Robinie)

Sophora japonica (Japanischer Perlschnurbaum)

Tilia tomentosa (Silber-Linde)

Das Problemfeld „Bäume in der Stadt“ wird in [30] gründlich dargestellt. Zum Wechselspiel von Baum und Bauwerk wird [31], ein Werk aus der Sicht des Architekten empfohlen.

4.3. Standortskomplex „Mauer“

Ältere Mauern sind aus Naturstein (v. a. Kalkstein, Sandstein, Schiefer) oder aus Ziegelsteinen aufgebaut und mit Kalkmörtel ausgeputzt. An ihrer Besiedlung kann wiederum gezeigt werden, wie empfindlich die Vegetation auf Unterschiede in den Standortbedingungen reagiert. Die Mauervegetation ist zudem verhältnismäßig artenarm, was die Verwendung als Modellbeispiel im Unterricht erleichtert.

Der Standortskomplex Mauer läßt sich zwanglos in die drei Abschnitte Mauerfugen, Mauerkrone, Mauerfuß (vgl. Abb. 10) gliedern und soll auch in dieser Reihenfolge besprochen werden.

Die Lebensbedingungen in Mörtelfugen sind ähnlich extrem wie die in Kalkfesspalten:

— starke Erwärmung in der Sonne (verbunden mit langer Speicherung der Wärme),

— angespannter Wasserhaushalt (Gefahr der Austrocknung),

— relativ hoher pH-Wert,

— nährstoffarm (Humus- und Feinerdegehalt sehr gering).

Assoziationscharakterart der Mauerrautenflur ist die

Mauerraute (*Asplenium ruta-muraria*); als Ordnungs- und Klassencharakterarten sind häufiger auch Braunstengelige Streifenfarn (*Asplenium trichomanes*), Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*) und Dickblättrige Fetthenne (*Sedum dasyphyllum*) zu finden. Alle diese Arten haben ihr primäres Vorkommen in natürlichen Felsspalten, sie folgen den menschlichen Siedlungen jedoch bis ins Hügel- und Tiefland hinab.

Die Mauerrauten-Flur ist Pionier- und zumeist auch eine Dauergesellschaft, denn in den Fugen trockener, ± sonniger Mauern kann sie sich zumindest 15 Jahre, wahrscheinlich aber viel länger halten. In älteren, feinerde- und humusreicheren Mauerspalten finden sich oft auch Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*), Plathalm-Rispengras (*Poa compressa*) und Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*). Die Steinflächen der trockenen Mauern können lediglich von Krustenflechten bewachsen werden. Diese Flechten wachsen sehr langsam, oft nur ca. 1 mm pro Jahr. Infolge der Luftverschmutzung findet man nur noch wenige Flechten (Indikatororganismen!) auf Mauern, am ehesten noch auf basisch reagierendem Untergrund.

An sickerfeuchten und beschatteten Mauern (Stützmauern) können dagegen auch stark nitrophile Arten wie Schöllkraut (*Chelidonium majus*), weiße Taubnessel (*Lamium album*) oder Stinkender Storchschnabel (*Geranium robertianum*) neben zahlreichen Moosen gedeihen. Die oligotrophen typischen Mauerspaltenbewohnern sind dann zurückgedrängt, da wegen der besseren Wasser- und Nährstoffverhältnisse andere Arten schon konkurrenzfähig sind. Die Moosbesiedlung einer Mauer wird in [11] dargestellt.

Arbeiten Sie die Unterschiede im Bewuchs einer südexponierten, trockenen Mauer und dem einer feuchten, stärker beschatteten Mauer heraus!

An alten Stadt- und Schloßmauern gedeihen vor allem in Nähe der Wassergräben Mauerzymbelkraut-Fluren. Sie sind als nördlichster Ausläufer einer Gruppe von Pflanzengesellschaften anzusehen, die feuchte alte Mauern im nördlichen Mittelmeergebiet mit üppigen „Teppichen“ überziehen.

Die Mauerfugen- und Mauerteppichgesellschaften müssen in den Sand-, Lehm- und Lößgebieten Mitteleuropas — also in den Tiefebenen und Beckenlandschaften — als gefährdet angesehen werden, da alte besiedlungsfähige Mauern immer seltener werden. Lückenlos mit Steinplatten verkleidete oder mit Zementmörtel ausgefugte Mauern sind nicht besiedlungsfähig.

Die Pflanzengesellschaften der Mauerkronen gelangen zu vollem Lichtgenuß, sie sind aber wiederum starken Temperaturschwankungen ausgesetzt und müssen sich an ungünstige Wasserversorgung anpassen. In den oft kaum 1 cm mächtigen Grusschichten auf einer Mauer gedeihen neben dem schon genannten Plathalm-Rispengras (*Poa compressa*) Mauerpfeffer (*Sedum acre*), Weiße Fetthenne (*Sedum album*), Quendelblättriges Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia*) und Dreifinger-Steinbrech (*Saxifraga tridactylites*). Wegen ihrer kulturhistorischen Bedeutung sei hier auch kurz auf die Hauswurz (*Sempervivum tectorum*) hingewiesen, die heute nur noch in wenigen Gebieten der Bundesrepublik (z. B. auf Steindächern im Fränkischen Jura oder auf Hofeinfahrten im Grabfeld)

häufiger ist. Früher wurde sie als Zauberpflanze gegen Blitzschlag sowie als Heilpflanze sogar auf Strohdächern angepflanzt.

Im Laufe der Zeit kommt es zur Anreicherung von Staub, Feinerde und Humus zwischen den Wurzeln der Pflanzen, so daß mehrere Zentimeter mächtige Auflagen entstehen. Bei ungestörter Sukzession können halbruderale Trockenrasen, in denen oft gefährdete Wildkräuter wachsen, entstehen.

Generell kann festgestellt werden, daß die Zahl der Mauerspalten- und Mauerkronenbesiedler von den Südwestdeutschen Mittelgebirgen nach Norden hin immer stärker abnimmt. Gerade deshalb ist es wichtig, die letzten, noch bewachsenen Mauern in Norddeutschland zu erhalten. Falsch verstandene Denkmalpflege hat hier oft viel zerstört, indem alte Heil- und Zierpflanzen, die jahrhundertlang das Bild des betreffenden Gebäudes mitgeprägt haben, bei Renovierungsarbeiten vollständig beseitigt wurden.

Wo finden sich in Ihrem Wohnort (noch) bewachsene Mauern? Ist deren Vorkommen von bestimmten Quartiertypen (Altstadt, eingemeindete Dörfer o. ä.) abhängig? Welche (angepflanzten) Kletterpflanzen finden Sie an alten Mauern?

Auch die Vegetation der Mauerfüße zeigt wieder deutliche Abhängigkeit von den Standortbedingungen. In erster Linie sind Exposition und Boden maßgebend. Südexponierte Mauerfüße bieten besonders warme Standorte (Rückstrahlung der Mauer, Windschutz). Durch herabgefallenen Mörtel ist der Boden meist kalkreich; durch Urin und Kot von Kleinvieh (aus Dörfern) bzw. Hunden und Menschen (in Städten) ist er sehr stickstoff- und phosphatreich.

Die Besiedlung solcher Mauerfüße verläuft nun wieder in mehreren, relativ gut abzugrenzenden Stadien. Zuerst entwickelt sich die Malven-Flur (*Urtica-Malvetum neglectae*), eine Assoziation aus lauter Einjährigen. Charakterart ist die Weg-Malve (*Malva neglecta*), eine alte Heilpflanze.

Häufig finden sich auch Weg-Rauke (*Sisymbrium officinale*) und Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*).

Sehr selten und daher unbedingt schutzwürdig sind der Mauer-Gänsefuß (*Chenopodium murale*) und der

Tab. 3. Wichtige Mauerpflanzen

Mauerfugen ¹⁾	Mauerraute (<i>Asplenium ruta-muraria</i>) Braunstengelige Streifenfarn (<i>Asplenium trichomanes</i>) Zerbrechlicher Blasenfarn (<i>Cystopteris fragilis</i>) Mauer-Drehzahnmoos (<i>Tortula muralis</i>)
Mauerteppiche	Mauer-Zymbelkraut (<i>Cymbalaria muralis</i>) Gelber Lerchensporn (<i>Corydalis lutea</i>) Mauer-Glaskraut (<i>Parietaria judaica</i>)
Mauerkrone	Plathalm-Rispengras (<i>Poa compressa</i>) Hain-Rispengras (<i>Poa nemoralis</i>) Mauerpfeffer (<i>Sedum acre</i> et spec.) Färberkamille (<i>Anthemis tinctoria</i>) Wimper-Perlgras (<i>Melica ciliata</i>)
Kletterpflanzen (angepflanzt!)	Efeu (<i>Hedera helix</i>) Wilder Wein (<i>Parthenocissus spec.</i>) Schling-Knöterich (<i>Polygonum aubertii</i>) u. a.

¹⁾ Von Vögeln werden häufig Eiben (*Taxus baccata*) und Sonnenblumen (*Helianthus annuus*) verschleppt, von Ameisen Schöllkraut (*Chelidonium majus*) und März-Veilchen (*Viola odorata*).

Stinkende Gänsefuß (*Chenopodium vulvaria*). Innerhalb weniger Jahre entwickelt sich die Malven-Flur zur Schwarznessel-Flur (*Lamio-Ballotetum*) weiter, sofern der Boden nicht durch Hacken offengehalten wird. Mit Schwarznessel (*Ballota nigra*), Weißer Taubnessel (*Lamium album*), Großer Brennessel (*Urtica dioica*), Große Malve (*Malva sylvestris*), Beifuß (*Artemisia vulgaris*) und Schöllkraut (*Chelidonium majus*) herrschen wieder Hemikryptophyten vor (vgl. Sukzession auf Müllplätzen). Sie alle sind Heilpflanzen, wie überhaupt mehr als 60 mitteleuropäische Ruderalpflanzen ehemalige oder noch gebräuchliche Heilpflanzen sind.

Die weitere Entwicklung führt dann zu Holunder-Gebüsch. Lichtpflanzen können sich nun kaum noch halten, in der Krautschicht der Holundersträucher dominieren Brennessel oder Giersch (*Aegopodium podagraria*). Entsprechende Bestände bilden sich an schattigen Mauerfüßen rasch. Die eben skizzierte Vegetationsentwicklung ist heute nicht mehr häufig anzutreffen, da oft der Boden bis an die Mauer hin asphaltiert oder aber von Rasen bedeckt ist. Trotzdem lassen sich auch in diesen Fällen noch deutliche, expositionsbedingte Unterschiede feststellen.

Charakterisieren Sie den Standortkomplex „Mauer“, indem Sie die Temperaturen an verschiedenen Stellen von Mauer, Mauerkrone und Mauerfuß messen (am besten mit einem Thermoelement) und den Tagesgang festhalten; die pH-Werte der Substrate (vgl. [32]) geben sicherlich weiteren Aufschluß. Errechnen Sie die mittleren Zeigerwerte an Hand Ihrer Vegetationsaufnahmen.

Wie kann die bedrohte Vegetation der Mauern und Mauerfüße erhalten werden, wenn besiedlungsfähige Mauern heute kaum mehr gebaut werden, die alten aber zunehmend verschwinden?

Welche Tiere haben Sie an bzw. auf Mauern beobachtet?

Zusammenfassende Literatur über Mauervegetation gibt es leider kaum [32] [33]. Häufiger wurde aber auf die große Bedeutung alter Burgruinen, d. h. Mauern und Mauerfüße für den Naturschutz hingewiesen [34] [35].

4.4. Innenhöfe und Vorgärten

Jahrhundertlang wurden in (süd-)mitteleuropäischen Städten auch bei lückenloser Straßenfront Wohnhöfe gebaut, die soziale Funktionen erfüllen konnten, deren Bäume oft das einzige Grün im ganzen Block waren. Mit dem Aufkommen der Mietskasernen des 19. Jahrhunderts degenerierten die Höfe zu armseligen Lichtschächten und Hinterhöfen (vgl. *Zille!*), lediglich in bürgerlichen Wohnvierteln wurden die Höfe noch groß genug gebaut, daß Obstbäume, Kastanien, Pappeln oder andere Bäume dort gepflanzt werden konnten.

In der Folgezeit wurden die Höfe meistens „unmodern“, sie verloren ihre alte Funktion, wurden bebaut, betoniert oder mit sterilem Rasen bedeckt. Erst seit kurzem besinnt man sich der Höfe wieder; nun gibt es sogar Wettbewerbe(!) für die Innenhofgestaltung.

Nach *Lötsch* [36] ist der Wohnhofbau sinnvoller als der moderne Hochhausbau, da in der seitlichen Um-

grenzung die Klimawirkungen der Pflanze (Schattung, Luftbefeuchtung) am besten zur Geltung kommen. *Lötsch* sieht die „Hofkultur als städtebauliche Chance“, zumal die Hoforientierung der Wohnräume die sinnvollste Lärmschutzmaßnahme ist. Im Gegensatz hierzu sind die weiten Rasenflächen zwischen Hochhäusern ökologisch nicht sehr günstig; auch können sie kaum Geborgenheit vermitteln.

Wie sieht nun die Vegetation der Höfe aus? Infolge des hohen Störungsgrades findet man kaum eine geschlossene Pflanzendecke, sondern mosaikartig verteilt Zierpflanzen, spontane Vegetation und bewuchsfreie Flächen. Im schattig-feuchten Innenhof gedeihen vor allem feuchtigkeitsbedürftige und schattenertragende Arten wie Efeu (*Hedera helix*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Mauerlattich (*Mycelis muralis*) oder Weidenröschen (*Epilobium spec.*). An schattig-feuchten Stellen findet man oft größere Lebermoos-Teppiche (*Marchantia polymorpha*). Auf den Beeten gedeihen Gartenunkräuter wie Garten-Wolfsmilch (*Euphorbia peplus*) und Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora* und *G. ciliata*). Auf den tiefgründigen und nährstoffreichen Böden geht die Vegetationsentwicklung rasch zu Holunder-Gebüsch bzw. Ahorn-Beständen. Der weitaus größte Teil der Höfe weist also ein kühles und feuchtes Klima auf, in dem Arten der nährstoffliebenden Laubwälder und ihrer Säume gut gedeihen können. Neben Flieder (*Syringa vulgaris*) wurden deswegen früher viele Waldpflanzen wie Wurmfarne (*Dryopteris filix — mas*), Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) und Immergrün (*Vinca minor*) gepflanzt. Auf lichtbedürftige Zierpflanzen sollte von vornherein verzichtet werden, ebenso auf die meisten Koniferen. Lediglich südseitige Hauswände bieten warm-trockene Standorte, hier pflanzt(e) man Rosen, Spalierobst, Weinreben, Wilden Wein oder Clematis.

Welche Arten wachsen spontan in Höfen? Was sagen ihre Zeigerwerte (v. a. Lichtzahl und Feuchtezahl) über die ökologischen Bedingungen aus?

Stellen Sie die Vegetation eines Innenhofes in einem schematischen Schnitt dar.

Welche Zierpflanzen eignen sich zur Bepflanzung der Höfe?

Zur „Verkleidung“ und ökologischen Bereicherung von Zäunen, Brandmauern und auch Fassaden stehen zahlreiche Kletterpflanzen zur Verfügung, die in Neubaugebieten zu unrecht vergessen wurden (Tab. 5). Begrünte Fassaden sind aber auch unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung interessant [37]. Aussehen und Artenbestand der Vorgärten sind stark vom Zeitgeschmack abhängig, wenn sich auch hier deutliche Unterschiede hinsichtlich der Exposition feststellen lassen. In den bis zum 1. Weltkrieg gebauten Vierteln ist der klassische Vorgarten von einer Ligusterhecke umgeben, wichtigster Zierstrauch ist der Flieder. Später werden dann Rasenflächen mit niedrigen Begrenzungen modern. Neu angelegte Vorgärten zeichnen sich durch pflegeleichte, immergrüne und uninteressante Arten, durch Kies und Beton aus.

Untersuchen Sie die Vorgärten Ihres Wohnortes und versuchen Sie, quartierstypische (und damit auch zeittypische) Bepflanzung herauszuarbeiten.

Tab. 4. Interessante Arten der Krautschicht alter Parkanlagen und Friedhöfe in Braunschweig

Art	Lebensform	Bemerkungen
Wild-Tulpe (<i>Tulipa sylvestris</i>)	G	Wärmeliebende verwilderte und heute eingebürgerte Heil- und Zierpflanzen; in Niedersachsen stark gefährdet
Doldiger Milchstern (<i>Ornithogalum umbellatum</i>)	G	
Nickender Milchstern (<i>Ornithogalum nutans</i>)	H	
Osterluzei (<i>Artistolochia clematitis</i>)	H	
Glaskraut (<i>Parietaria officinalis</i>)	H	
Nickende Sternhyazinthe (<i>Scilla siberica</i>)	G	Zierpflanze
Knolliges Rispengras (<i>Poa bulbosa</i>)	H	Wärmeliebend
Wald-Goldstern (<i>Gagea lutea</i>)	G	
Wiesen-Goldstern (<i>Gagea pratensis</i>)	G	
Hohler Lerchensporn (<i>Corydalis cava</i>)	G	
Fester Lerchensporn (<i>Corydalis solida</i>)	G	
Scharbockskraut (<i>Ranunculus ficaria</i>)	G	
Busch-Windröschen (<i>Anemone nemorosa</i>)	G	

G = Geophyten, H = Hemikryptophyten

Selbst in intensiv gepflegten Vorgärten haben spontan aufkommende Sträucher und Kletterpflanzen noch eine Chance: An Hecken und Zäunen, oft sogar in Cotoneaster-Decken ranken noch Schlingpflanzen empor. Einige Sträucher (z. B. Holunder) sind schnittfest genug, daß sie auch in Hecken überdauern können.

Literatur: [38], zum „ökologischen Bauen“: [37] [39] [40].

4.5. Trümmerflächen

In den zerstörten deutschen Großstädten (aber nicht nur in diesen) bot sich für die Botaniker die Möglichkeit, die pflanzliche Besiedlung riesiger Trümmerflächen zu studieren. Wir können die Vegetationsentwicklung hier nur grob skizzieren, für Einzelheiten muß auf die einschlägige Literatur verwiesen werden [41] [42] [43].

Auf den humusfreien Trümmern siedelten sich zunächst anemochore Korbblütler an: Kanadisches Berufskraut (*Conyza canadensis*), Kompass-Lattich (*Lactuca serriola*), Klebriges Kreuzkraut (*Senecio viscosus*) und Huflattich (*Tussilago farfara*). Diese Pionierarten zeichnen sich durch hohe Samenproduktion aus (vgl. auch Tab. 7). Wenn die Wiederbesiedlung der zerstörten Städte auch in ganz Mitteleuropa ähnliche Züge trug, so spiegelt sich doch die geographische

Tab. 5. Einheimische Kletterpflanzen an Mauern, Hecken und Zäunen

Art	Lebensform
Efeu (<i>Hedera helix</i>)	Ch, P
Waldrebe (<i>Clematis vitalba</i>)	P
Hopfen (<i>Humulus lupulus</i>)	H
Bittersüßer Nachtschatten (<i>Solanum dulcamara</i>)	Ch
Zaunwinde (<i>Calystegia sepium</i>)	G
Acker-Winde (<i>Convolvulus arvensis</i>)	G
Zweihäusige Zaunrübe (<i>Bryonia alba</i>)	H, G
Weißer Zaunrübe (<i>Bryonia dioica</i>)	H, G
Hecken-Knöterich (<i>Fallopia dumetorum</i>)	T

Ch = Chamaephyt, G = Geophyt, H = Hemikryptophyt, P = Phanerophyt, T = Therophyt

Lage der einzelnen Stadt deutlich wieder, wobei Unterschiede vor allem entlang des klimatischen Ost-West-Gradienten zu erkennen sind. So wurden die Trümmer mancher Großstädte von Arten östlicher bzw. südöstlicher Herkunft wie Glanz-Melde (*Atriplex acuminata*) oder Hohe Rauke (*Sisymbrium altissimum*) schnell erobert. Meist verschwanden diese Arten jedoch einige Jahre später wieder, in klimatisch kontinental getönten Gebieten haben sie sich jedoch teilweise einbürgern können.

Die Sukzession führte in Braunschweig nun zum Beifuß-Gestrüpp (*Arctio-Artemisietum*), aus dem sich dann langsam Holunder-Salweiden-Gebüsche entwickelten, die schließlich durch Bergahorn-Vorwaldgesellschaften abgelöst wurden.

Die Trümmerräumung ließ freilich die Sukzession meist schon im 2. Stadium enden, nur einige Trümmerflächen „überlebten“ bis heute mehr oder minder unangetastet. Sie sind wichtige Untersuchungs- und Demonstrationsobjekte, wobei die Verhältnisse natürlich oft wesentlich komplizierter sind als oben skizziert. In Abhängigkeit von Nährstoffangebot, Wasserhaushalt (Flachgründigkeit und Wasserhaltevermögen des „Bodens“), Temperatur- und Nutzungsverhältnissen entwickelten sich reich strukturierte Vegetationsmosaiken (Abb. 11).

Zur Nischenbildung tragen vor allem noch stehende Mauern, intakte und eingebrochene Kellerdecken sowie Reste der Gärten bei. An windgeschützten Stellen siedeln sich wärmeliebende Gehölze (Tab. 6) an. Selbst in einigen niedersächsischen Städten können sich noch Feigen halten! In Großstädten mit wintermilderem und/oder sommerwärmerem Klima ist die wärmeliebende Gehölzflora wesentlich besser entwickelt.

In vielen Städten lassen sich noch unterschiedliche Stadien der Trümmerbesiedlung finden: Grundstücke, die seit Kriegsende sich selbst überlassen blieben; zunächst für behelfsmäßige Wohnungen genutzt-

Tab. 6. Wärmeliebende Ziergehölze, die in der Stadt Braunschweig verwildern

Art	Herkunft	Spontanes Vorkommen
Robinie (<i>Robinia pseudacacia</i>)	Nordamerika	Robinien-Wäldchen auf ehemaligem Bahnhofs- und Industriegelände; vereinzelt auf Trümmerflächen
Blasenstrauch (<i>Colutea arborescens</i>)	Südeuropa	Alte Müllplätze, Hafengelände
Feige (<i>Ficus carica</i>)	Mittelmeergebiet	Selten! Trümmergrundstücke; Innenstadt
Götterbaum (<i>Ailanthus altissima</i>)	China	Jungwuchs vereinzelt in Gärten, Trümmergrundstücken sowie an Straßenrändern
Gewöhnlicher Flieder (<i>Syringa vulgaris</i>)	Südosteuropa	Verbreitung mit Gartenabfällen
Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>)	(Süd)Europa	Verwildert selten im Stadtgebiet, jedoch an zahlreichen Waldrändern eingebürgert
Wilder Wein (<i>Parthenocissus quinquefolia</i> agg.)	Nordamerika	Trümmergrundstücke
Essigbaum (<i>Rhus typhina</i>)	Nordamerika	Pionierwäldchen auf Müllkippen
Fliederspeer (<i>Buddleja davidii</i>)	China	Schutzplätze, Straßenränder. Relativ selten

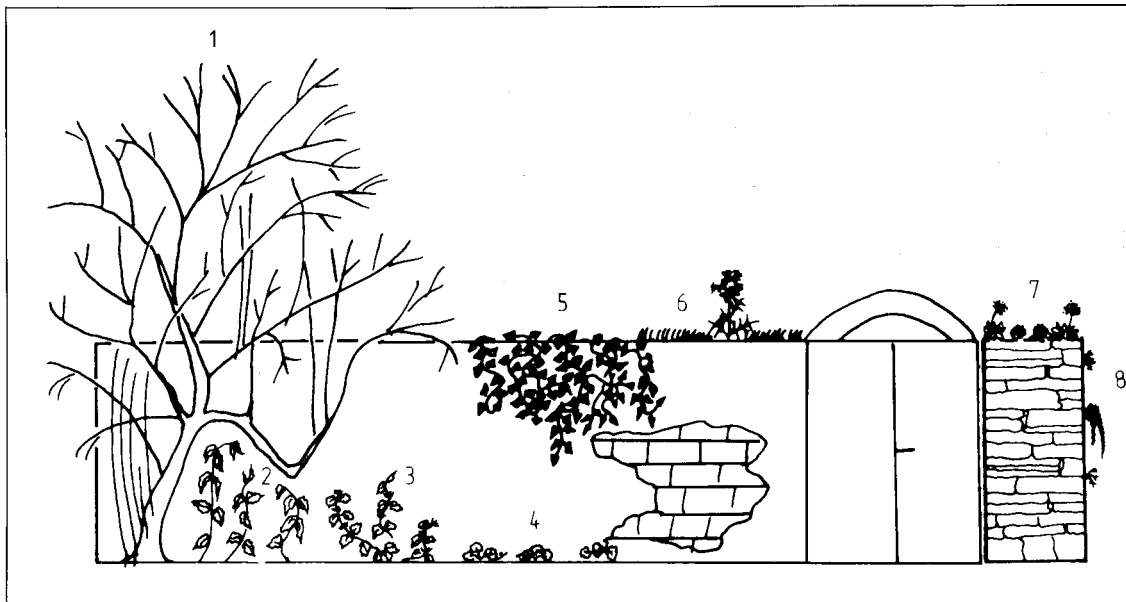
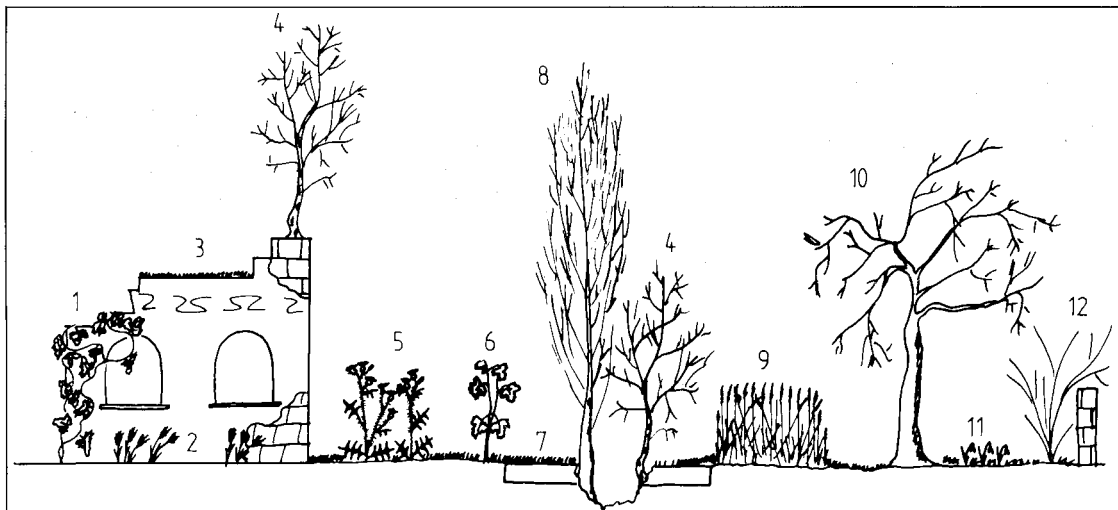


Abb. 10. Schematische Darstellung des Standortkomplexes „Mauer“

- a) Mauerfuß: 1 Holunder (*Sambucus nigra*), 2 Brennessel-Saum (*Urtica dioica*-Saum), 3 Schwarznessel-Flur (*Lamio-Balлотetum*), 4 Malven-Flur (*Urtico-Malvetum neglectae*).
 b) Mauerkrone: 5 Efeu (*Hedera helix*), 6 Plathalm-Rispengras-Gesellschaft (*Poa compressa*-Ges.), 7 Hauswurz (*Sempervivum tectorum*)
 c) Mauerfugen: 8 Mauerrauten-Gesellschaft (*Asplenietum trichomano-rutae-murariae*)

Abb. 11. Schnitt durch ein Trümmergrundstück

- 1 Wilder Wein (*Parthenocissus tricuspidatus*), 2 Mäusegersten-Flur (*Hordeetum murini*), 3 Moosrasen auf provisorischem Flachdach, 4 Birke (*Betula pendula*), 5 Lanzett-Kratzdistel (*Cirsium vulgare*), 6 Ahorn-Jungwuchs (*Acer pseudoplatanus*), 7 Plathalm-Rispengras-Gesellschaft auf flachgründigem Boden (ehem. Kellerdecke), 8 Pappel (*Populus spec.*), 9 Reitgras-(*Calamagrostis epigejos*)-Polykormon, 10 Apfelbaum, 11 Schneeglöckchen, 12 Flieder } Gartenrelikte.



als Kopiervorlage freigegeben

Praxis der Naturwissenschaften — Biologie 2/83

te und später aufgegebene Flächen; „neue“ Trümmerflächen, die im Verlauf der Stadtansanierung vorübergehend entstehen. Auch an Brandstellen läßt sich die Wiederbesiedlung gut aufzeigen: Bereits nach drei Jahren war die Ruine eines abgebrannten Hotels in Goslar wieder spontan begrünt: Auf der schuttbe-

deckten, feuchten Kellerdecke hatten sich Salweide und Huflattich ansiedeln können, während trockenere Standorte (Mauern und Fensterhöhlen) von Klebrigem Kreuzkraut (*Senecio viscosus*), Schmalblättrigem Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und einzelnen Birken bewachsen wurden.

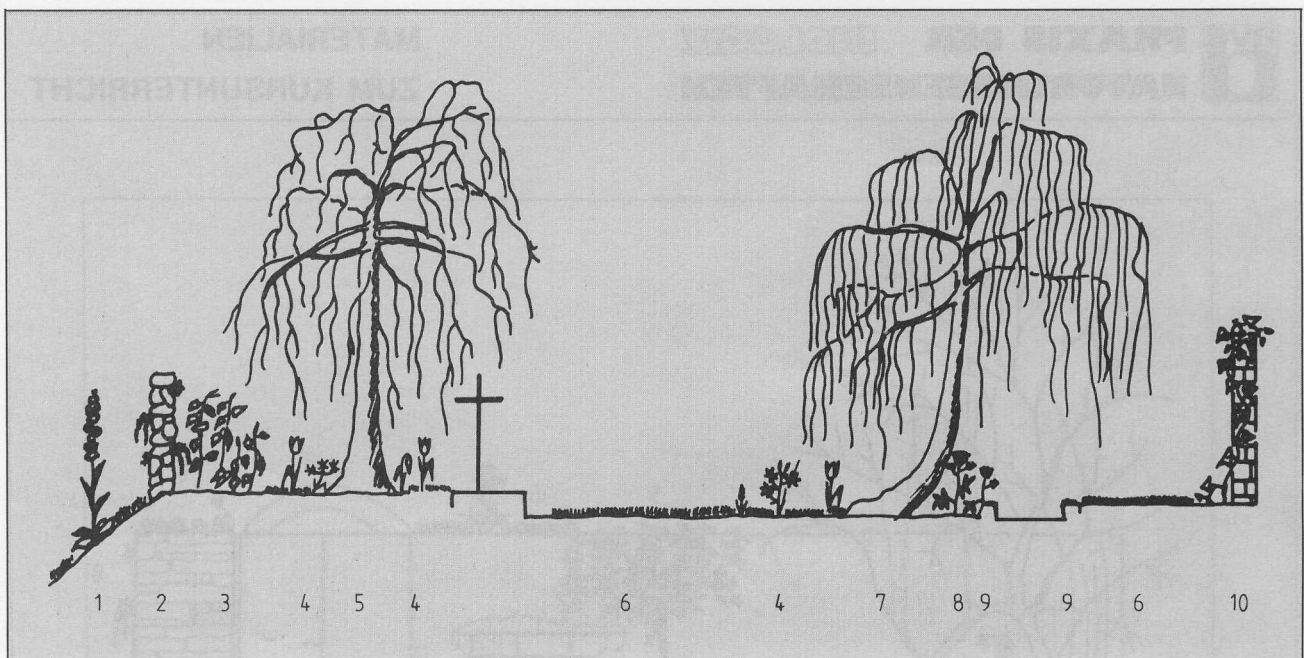


Abb. 12. Halbschematischer Schnitt durch einen alten Friedhof

1: Südexponierte Rasenböschung mit Königskerzen (*Verbascum*), 2: Alte Mauer mit Mauerrauten-Flur, 3: Brennessel—Saum (*Urtica dioica*-Saum), 4: Saum mit Wild-Tulpe (*Tulipa sylvestris*) und Dolden-Milchstern (*Ornithogalum umbellatum*), 5: Trauer-Esche (*Fraxinus excelsior* f. *pendula*), 6: Zierrasen, 7: Trauer-Weide (*Salix spec.*), 8: Gierschsaum (*Urtico-Aegopodietum*), 9: Moosrasen auf den Steinen der Wegbegrenzung, 10: Mauer mit Efeu (*Hedera helix*)

Untersuchen Sie die Vegetation eines alten Trümmergrundstücks und stellen Sie eine möglichst vollständige Artenliste auf. Wie unterscheidet sich ein „Trümmerwäldchen“ von einem naturnahen Laubwald?

Diskutieren Sie die Bedeutung von Trümmergrundstücken für den Naturschutz in der Stadt. Sollte man die jetzt noch in unseren Städten vorhandenen Trümmerflächen möglichst rasch sanieren? Oder sollte man sie — zumindest einzelne Grundstücke — als ökologische Zellen erhalten, die außerdem eine Aufgabe als Denkmal erfüllen könnten?

4.6. Alte Gärten, Parks und Friedhöfe

Alte Gärten, Parkanlagen und Friedhöfe sind besonders in Städten wegen ihres Artenreichtums ökologisch wichtige Flächen. Das gleiche gilt für die Guts-parks in Dörfern. Bislang wurden sie wegen ihres Baumbestandes gelegentlich unter Landschaftsschutz gestellt, einzelne Bäume wurden auch zu Naturdenkmälern erklärt.

Stellen Sie eine Artenliste des Baumbestandes zusammen, soweit dieses mit einfachen Bestimmungsbüchern möglich ist. Woher stammen die Gehölze?

Welche höheren Pflanzen können Sie in der Krautschicht feststellen?

Darüber hinaus bieten alte Parks und Friedhöfe wichtige Siedlungsmöglichkeiten für die Vogelwelt: Verschiedene Vogelarten können sich in Städten nur hier ansiedeln. Gleichzeitig sind sie aber auch wichtige Refugien für alte Zierpflanzen, die heute oft schon auf den „Roten Listen“ stehen. Zu ihnen gehören die in Tab. 4 zusammengestellten Arten; allein 4 Arten davon stehen auf der „Roten Liste Niedersachsen“. Bei den für alte Grünanlagen charakteristischen Arten handelt es sich größten teils um Geophyten (vgl. Anhang II), die bereits im zeitigen Frühjahr blühen und das Laub im Sommer bereits wieder einziehen. Die meisten der genannten Arten sind wärmeliebend (vgl. Tab. 4). Sie gedeihen vorwiegend in den krautigen Säumen der Gebüsch; in dieser schmalen Zone zwischen intensiv gepflegtem Rasen und Gehölzgruppe können sie den Rasenmäher am ehesten entgehen. Aus vegetationskundlicher Sicht stellen diese Säume jedoch keineswegs eine Überlappung zwischen Gebüsch und Rasen dar, sondern vielmehr eine ökologisch eigenständige Zone. Auf frischen und meist nährstoffreichen Böden entwickelt sich — zumal an Zäunen und Mauern — der Brennessel-Giersch-Saum (*Urtico-Aegopodietum*) und der Knoblauchshederich-Saum (*Alliario-Chaerophylletum temuli*). Diese

Abb. 13. Braunstengelige Streifenfarn (*Asplenium trichomanes*)



Tab. 7. Samenproduktion einjähriger Ruderalpflanzen. Nach Klein (1973)

Art	Samen pro Pflanze
Besenrauke (<i>Descurainia sophia</i>)	max. 730 000
Hohe Rauke (<i>Sisymbrium altissimum</i>)	max. 500 000
Geruchlose Kamille (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)	max. 200 000
Hirtentäschelkraut (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	max. 50 000—60 000

Saumarten sind wichtige Nahrungspflanzen für zahlreiche bedrohte Schmetterlings- und Käferarten: So leben z. B. die Raupen des Tagpfauenauges (*Vanessa io*) nur auf der Brennessel. Krautige Gebüschsäume sollten daher keineswegs mit Herbiziden behandelt werden.

Auf beschatteten und bodenfrischen Parkrasen können oft Waldpflanzen überdauern bzw. sich wieder ausdehnen, so etwa verschiedene Goldstern-Arten (*Gagea lutea*, *Gagea pratensis*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Lerchensporn (*Corydalis cava*, *Corydalis solida*), vor allem aber Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*). Oft können sich auch alte Gräberpflanzen über den ganzen Friedhof ausdehnen; so ist z. B. im April der ganze Domfriedhof in Braunschweig von hellblauen Blütensternen der Sibirischen Sternhyazinthe (*Scilla siberica*) bedeckt.

Welche Arzneipflanzen können Sie in einem alten Park entdecken? (Es finden sich häufig mehr als 10 Arten.)

Alte Grünanlagen unterscheiden sich deutlich von neuen: Breitkronige Laubbäume wurden früher erheblich häufiger gepflanzt, alte Bäume sind oft efeuberankt, tragen mitunter Misteln (*Viscum album*). Zumindest an Mauern, Zäunen und Gebüsch ist die Artenvielfalt erheblich größer als bei neuen Anlagen. Auf innerstädtischen Grünflächen über Tiefgaragen lassen sich schließlich gar keine Bäume mehr pflanzen.

Besonders augenfällig ist der Unterschied auf Friedhöfen: Alte städtische Friedhöfe haben wertvollen Baumbestand, in dem gerade die „Trauerformen“ (Trauerweiden, Hängeesche, Hängebuche) auffallen; neue Friedhöfe dagegen weisen pflegeleichtes Grün — und dem Zeitgeschmack entsprechend — v. a. Koniferen auf.

In jüngster Zeit wird in einigen Städten zumindest mit extensiv gemähten Grünflächen bzw. mit sog. „Wildblumenwiesen“ experimentiert. Man darf freilich nicht glauben, daß dies bereits eine Patentlösung sei, um die oben diskutierte Mannigfaltigkeit zu erzielen. Alte Parkanlagen und Friedhöfe haben innerhalb dicht besiedelter Stadtteile wichtige klimaverbessernde Funktion: Sie binden Staub und setzen durch Transpiration die Temperatur herab. Die feuchte und

kühlere Luft fließt dauernd ab. Sie können ihre Wirkung aber nur dann entfalten, wenn sie zum Straßenraum hin möglichst geschlossen sind [36]. Leider ist häufig eine Fehlentwicklung festzustellen, denn viele der alten Grünanlagen und Friedhöfe werden ausgelichtet und zum Straßenraum geöffnet. Abb. 12 gibt einen halbschematischen Schnitt durch einen alten Friedhof wieder.

Noch angemerkt sei, daß alte Dorffriedhöfe ebenfalls eine wichtige Aufgabe als Refugium für bedrohte Arten erfüllen.

Über die Vegetation von Parkanlagen und Friedhöfen gibt es zerstreut Angaben in der Literatur [44] [45]. Die besten Untersuchungszeiten sind Frühjahr und Frühsommer.

Arbeiten Sie die Unterschiede zwischen alten (und eventuell längst geschlossenen) Friedhöfen und modernen Friedhofsflächen heraus. Welche Nutzungskonflikte ergeben sich? Diskutieren Sie die ökologische Bedeutung alter Parkanlagen und Friedhöfe. Wie könnte man die ökologische Vielfalt neuer Grünanlagen erhöhen?

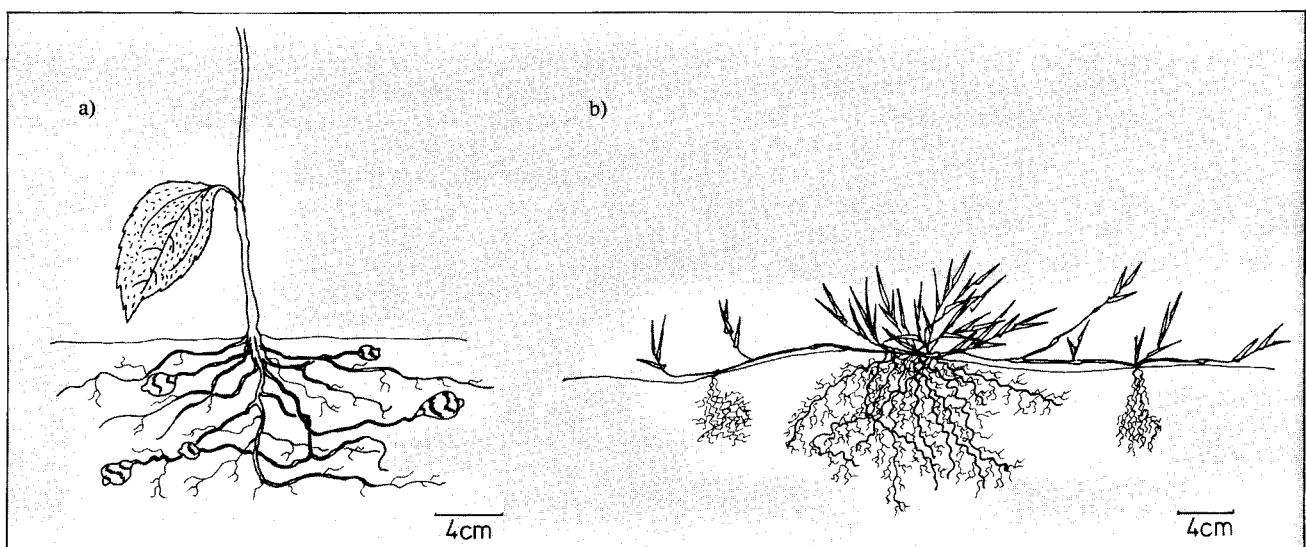
4.7. Mülldeponien und städtische Brachflächen

Ehemalige Müllplätze — sogar abgedeckte Mülldeponien — eignen sich als Untersuchungsobjekt für ökologische Kurse sehr gut. Sie bieten eine günstige Gelegenheit für Sukzessionsuntersuchungen; häufig kann bereits aus dem räumlichen Nebeneinander auf die zeitliche Abfolge geschlossen werden (Abb. 16). Vor allem aber kann hier Pflanzenmaterial für verschiedene Demonstrationszwecke entnommen werden, ohne daß man Angst haben müßte, seltene Pflanzengesellschaften zu zerstören.

Die Zusammensetzung des Mülls ist sehr unterschiedlich: Hausmüll, Sperrmüll, Bauschutt, Straßenkehricht usw. In der Regel ist der Nährstoffgehalt des Mülls recht hoch, der pH-Wert liegt oft im schwach alkalischen Bereich. Bei frisch geschüttetem Müll kann es infolge mikrobiellen Abbaus zu erheblicher Wärmeentwicklung kommen. Entstehende Faulgase können sich negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken (Sauerstoffmangel im Wurzelhorizont). Nach dem Vorkommen von Salzpflanzen zu schließen, dürfte auch der Salzgehalt deutlich höher liegen.

Abb. 14. Ausbreitungsstrategien einiger auf Müllplätzen häufiger Arten

a) Topinambur (*Helianthus tuberosus*): unterirdische Sproßknollen, b) Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*): oberirdische Ausläufer



Auf großen, mehrmals täglich angefahrenen Müllkippen sind die Umweltbedingungen selbst für Pioniergesellschaften zu ungünstig. Sieht man von den Rändern ab, so kommt es zu spontaner Besiedlung durch Pflanzen erst, nachdem die Kippe stillgelegt und mit Bauschutt bzw. Erdreich abgedeckt ist. Auf dem angeschütteten und oft planierten Boden erscheinen in einer ersten Besiedlungswelle zunächst solche Einjährige, deren Samen in großer Zahl bereits im Boden bzw. in der nahen Umgebung vorhanden sind. Häufigste Art ist der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*), in besonders sommerwarmen Gebieten tritt auch der Gestreifte Gänsefuß (*Chenopodium strictum*) an seine Stelle. Daneben finden sich zahlreiche Acker- und Gartenunkräuter (z. B. die Franzosenkraut-Arten *Galinsoga parviflora* und *Galinsoga ciliata*). In diesem frühen, konkurrenzarmen Stadium kann sich etwa der Stechapfel (*Datura stramonium*), eine heute bedrohte alte Rausch- und Heilpflanze behaupten. Bereits im zweiten Jahr — mitunter schon im ersten Jahr — entwickeln sich mehr oder weniger dichte Gesellschaften mit diversen Rauken (*Sisymbrium altissimum*, *Sisymbrium officinale*, *Sisymbrium loeselii*, *Descurainia sophia*), mit der geruchlosen Kamille (*Tripleurospermum inodorum*), dem Kompaß-Lattich (*Lactuca serriola*) und dem Kanadischen Berufskraut (*Conyza canadensis*).

Unter diesen Einjährigen sind zahlreiche wärmeliebende Arten vorwiegend kontinentaler Verbreitung, die in der Bundesrepublik hauptsächlich trocken-warme Beckenlagen besiedeln. Oberhalb von ca. 400 m Meereshöhe fallen sie rasch ab.

Sie zeichnen sich durch sehr hohe Samenproduktion aus (Tab. 7). Während in diesem frühen Stadium noch — bzw. gerade — die Therophyten dominieren, keimen bereits die ersten ausdauernden Arten, so z. B. Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) oder Huflattich (*Tussilago farfara*).

Von einer quasi-homogenen Fläche (20—40 m²) eines Raukenbestandes wird eine pflanzensoziologische Aufnahme angefertigt. Anschließend sollte ein Wurzelprofil gezeichnet werden (Ausgraben!)

Durch das Errechnen von Lebensformenspektren (Abb. 17A) und mittleren Zeigerwerten lassen sich schließlich noch weitere Einblicke gewinnen.

Innerhalb weniger Jahre können sich die ausdauernden Arten gegenüber den einjährigen durchsetzen und diese fast verdrängen.

Viele von ihnen können sich auch auf vegetativem Wege vermehren, so etwa Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), Goldruten (*Solidago spec.*) und Asten (*Aster spec.*). Sie bilden unterirdische Ausläufer wie z. B. Beifuß (*Artemisia vulgaris*) und das Plathalm-Rispengras (*Poa compressa*), oder oberirdische Ausläufer wie das Weg-Straußgras (*Agrostis stolonifera*).

Das Ausgraben des Wurzelhorizontes und Herauspräparieren der Wurzeln bzw. Rhizome und Ausläufer einer Pflanze kann die unterschiedlichsten Ausbreitungsstrategien im wahrsten Sinne des Wortes veranschaulichen. Besonders eindrucksvoll sind die unterirdischen Sproßknollen von Topinambur (*Helianthus tuberosus*), einer aus Nordamerika stammenden Futter- und Gemüsepflanze, die mit Gartenabfällen auf Müllplätze und an Flußränder gelangt.

Dicht geschlossene Beifuß-Gestrüppe oder Brennesel-Herden lassen Gehölzkeimlinge infolge Wurzelkonkurrenz und starker Beschattung kaum aufkommen. Das Kletten-Beifuß-Gestrüpp kann sich so über 10 Jahre praktisch unverändert erhalten.

In Alterslücken sowie am Rande der Bestände können sich allmählich Vorwald-Stadien entwickeln, in denen der Holunder (*Sambucus nigra*) dominiert. Häufiger findet man auch einzelne wärmeliebende Ziersträucher, die sich bereits in frühen Sukzessionsstadien rasch genug entwickelt hatten, so daß sie nicht mehr von den Stauden überwachsen werden können. Eine Auswahl dieser Arten ist in Tab. 6 zusammengefaßt.

Die Vegetationsentwicklung ist in Abb. 15 skizziert; besonders interessant ist das Dominieren jeweils eines Lebensformentyps in den verschiedenen Stadien. Die weitere Sukzession verläuft sicherlich zu nährstoffreichen Laubwäldern; sie konnte bislang nie beobachtet werden, da die Kippen im Zuge von Rekultivierungsmaßnahmen bepflanzt werden. Folgende Gehölze werden gern gepflanzt:

Silber-Pappel (*Populus alba*),
Robinie (*Robinia pseudacacia*),
Esche (*Fraxinus excelsior*),
Bocksdorn (*Lycium barbarum*) u. a.

Man strebt Vegetationsdecken mit hohem Wasserverbrauch an, um das Sickerwasser zu reduzieren.

Wärmeliebende Pflanzenarten häufen sich in den meisten Städten der Bundesrepublik eindeutig auf ehemaligen Müllplätzen und ehemaligem Bahngelände. Hieraus ergibt sich ihre ökologische Bedeutung: Arten der „Roten Listen“ wie Eselsdistel (*Onopordum acanthium*) und Schierling (*Conium maculatum*) finden hier die ihnen zusagenden Lebensbedingungen; viele andere konkurrenzschwache Arten häufen sich auf alten Müllkippen. Um eine möglichst vielfältige und artenreiche Umwelt zu erhalten, sollten bei der aus landespflegerischer Sicht notwendigen Rekultivierung von Mülldeponien ausreichend große „ökologische Ausgleichsflächen“ von den Gestaltungsmaßnahmen ausgenommen und somit der Sukzession überlassen werden. Dabei können diese Flächen zumindest als Abenteuerplatz extensiv genutzt werden. Der damit verbundene Störungsgrad ist sogar erwünscht, damit die Vegetationsentwicklung zumindest auf kleinen Flächen wieder von neuem beginnen kann.

Über die Vegetation von Müllplätzen haben u. a. [46] [47] berichtet.

Auf die interessante Vegetation der Industriekippen und Abraumhalden kann hier leider nicht eingegangen werden. Zu erwähnen sind aber an dieser Stelle großflächige Brachen, wie man sie vor allem am Stadtrand auf sog. Bauerwartungsland und in neuen Industriegebieten vorfindet. Im Gegensatz zu den Mülldeponien handelt es sich hier meist um \pm nährstoffarme, oft sandige Böden, auf denen sich die Rainfarn-Gesellschaft (*Artemisia-Tanacetum*) oder — in kontinentalen Sandgebieten — die Graukressen-Flur (*Berteroetum incanae*) einstellen. Sie werden von „ruderalen Wiesen“ abgelöst, die sich selbst nur sehr langsam weiterentwickeln.

**Wie setzen sich „ruderalen Wiesen“ zusammen?
Worin unterscheiden sie sich von Mähwiesen?
Warum setzt die Gehölzentwicklung hier nur zögernd ein?**

Abb. 15. Vegetationsentwicklung auf Müllplätzen

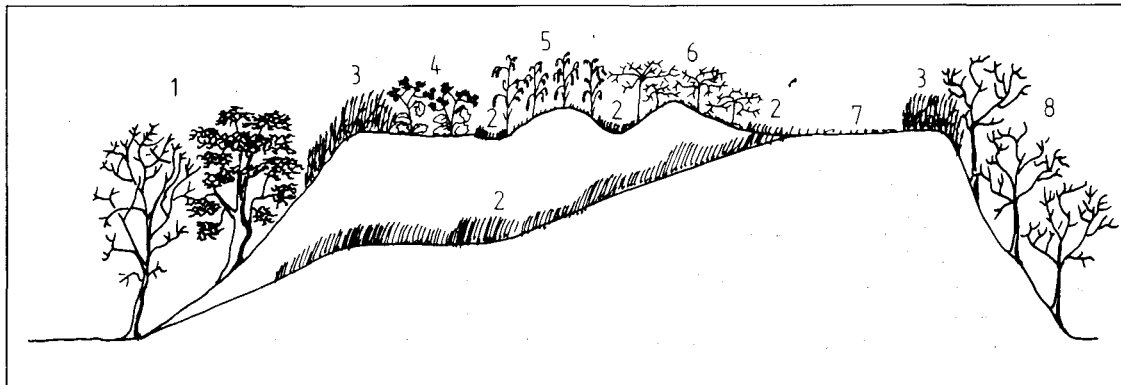
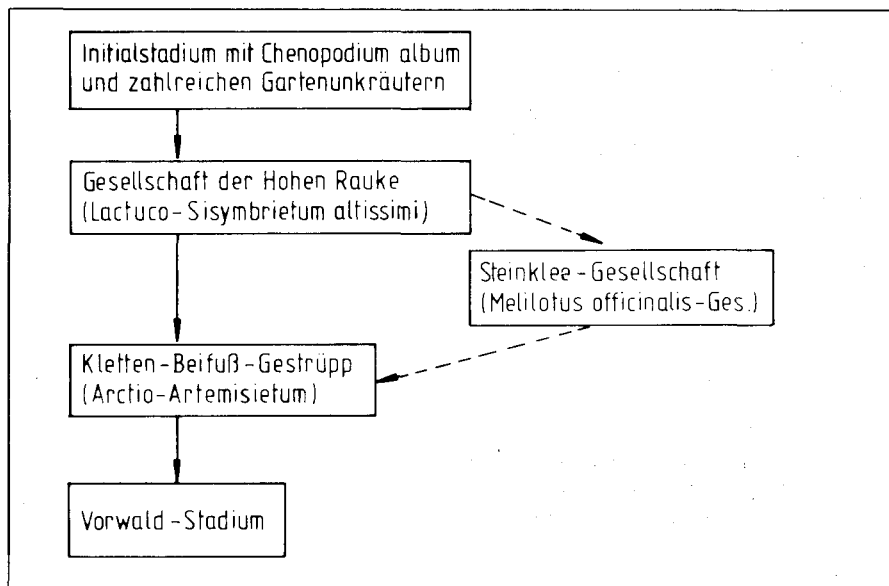
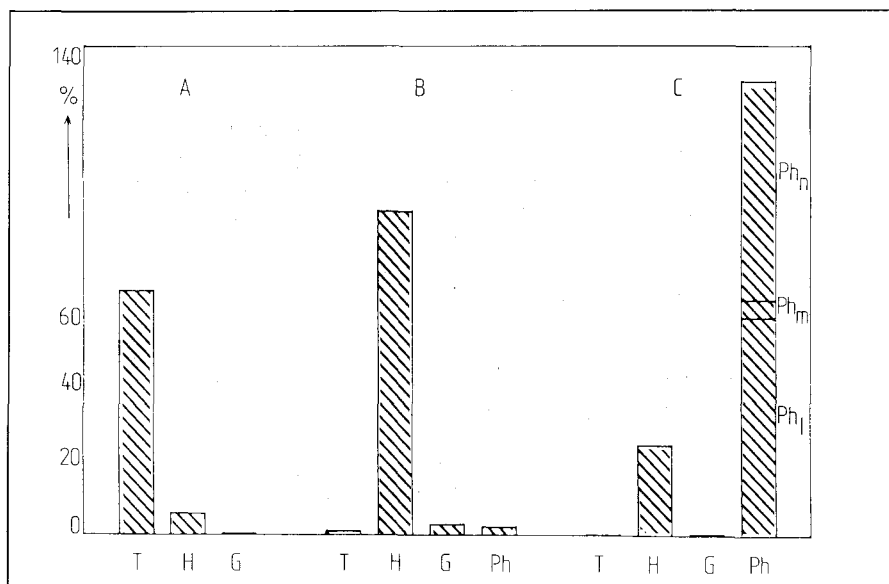


Abb. 16. Schnitt durch eine geschlossene Mülldeponie bei Braunschweig (krautige Vegetation stark überhöht!)

1: Pappel-Robinien-Wäldchen (teilweise gepflanzt), 2: Steinklee-Gesellschaft (*Melilotus officinalis*-Ges.), 3: Reitgras (*Calamagrostis epigejos*)-Bestand, 4: Kletten-Beifuß-Gestrüpp (*Arctio-Artemisietum*), 5: Glanzmelden-Gestrüpp (*Atriplicetum nitentis*), 6: Ges. der Hohen Rauke (*Lactuco-Sisymbrietum altissimi*), 7: Initialbesiedlung frisch planierter Flächen, 8: Spontaner Essigbaum (*Rhus typhina*)-Bestand

Abb. 17. Lebensformspektren verschiedener Sukzessionsstadien auf Müllplätzen
 A: Ges. der Hohen Rauke (*Lactuco-Sisymbrietum altissimi*)
 B: Kletten-Beifuß-Gestrüpp (*Arctio-Artemisietum*)
 C: Vorwald-Stadium
 G = Geophyten H = Hemikryptophyten
 Ph = Phanerophyten
 Ph_n = Bäume Ph_m = Sträucher Ph_l = Lianen
 T = Therophyten



Tab. 8. Artmächtigkeitsskala

r	1 Individuum pro Aufnahme­fläche
+	2–5 Individuen pro Aufnahme­fläche, Deckung unter 5%
1	6–50 Individuen pro Aufnahme­fläche, Deckung unter 5%
2	Über 50 Individuen pro Aufnahme­fläche bei einer Deckung unter 5%; oder: Individuenzahl beliebig, Deckung 5–25%
3	Deckung 26–50% (Individuenzahl beliebig)
4	Deckung 51–75% (Individuenzahl beliebig)
5	Deckung 76–100% (Individuenzahl beliebig)

Tab. 9. Richtwerte für die Größe der Aufnahme­flächen

Mauerspaltengesellschaften	0,5– 5 m ²
Trittgemeinschaften	0,5– 5 m ²
Dauerweiden	5 – 10 m ²
Wiesen	10 – 25 m ²
Ruderalgesellschaften	10 – 50 m ²
Wälder	100 –200 m ²

5. Naturschutz in der Stadt

Wenn auch in dem vorangegangenen Abschnitt bereits Fragen des Naturschutzes angeschnitten wurden, so sollen doch einmal die wichtigsten Argumente zusammengestellt werden [21] [48] [49].

- Aufgabe des Naturschutzes ist die Erhaltung der heute (noch) vorhandenen Vielfalt an Arten und Lebensgemeinschaften. Angewandt auf den Lebensraum Stadt bedeutet dies, daß gerade die stadtspezifischen Vegetationstypen erhalten werden sollen. Unterschiedliche Vegetationsformen sind die wichtigste Grundlage für eine artenreiche Tierwelt. Durch Überbauung, Oberflächenversiegelung und Herbizidanwendung ist die städtische Vegetation besonders bedroht. Maßnahmen zu ihrer Erhaltung sind deswegen dringend nötig.
- Geschlossene Parkanlagen, Trümmerwäldchen und Straßenbäume verbessern das Stadtklima wesentlich. Gepflanztes Grün und spontane Vegetation tragen zur Gliederung und Auflockerung des Stadtgebietes bei. Zum Wohlbefinden der Einwohner ist offensichtlich nicht nur vom Menschen gestaltete Umgebung, sondern auch ein Mindestmaß „Natur“ notwendig.
- Vernichtung der spontanen Vegetation, weitgehende Versiegelung und ausschließliche Schmückung mit pflegeleichtem, auswechselbarem Container-Grün sind Ausdruck einer großen Naturferne. Will man Verständnis für Naturschutz und Toleranz gegenüber anderen Lebewesen entwickeln, so darf

nicht vor der Stadt, dem Lebensraum der meisten Deutschen, haltgemacht werden.

- Das spontane Grün ist pflegeleicht, bei der zunehmenden Finanznot der Kommunen sollte man überall dort auf die spontane Vegetation zurückgreifen, wo nicht unbedingt intensiv gepflegte Grünanlagen erforderlich sind. Es ist unverständlich, wenn z. B. üppig blühende Staudensäume in den Parkanlagen mit Herbiziden bekämpft werden und gleichzeitig Geld für „Wildblumenwiesen“ ausgegeben wird.
- Zur Erhaltung der Stadtlandschaft gehört die Bewahrung wertvoller Bausubstanz und charakteristischer Vegetation einschließlich der Straßenbäume sowie der typischen Vorgarten- und Hofbepflanzung.
- Ruderalflächen sind bevorzugte Spielräume für Kinder. Sie sind äußerst preiswerte Abenteuerspielplätze, die zudem einer totalen Naturentwöhnung vorbeugen.
- Die Stadtvegetation ist Forschungsgegenstand und „Freiluftlaboratorium“ von Vegetationskunde bzw. Ökologie und sollte auch aus diesem Grunde möglichst erhalten werden. Schließlich spiegeln Vegetation und Flora die jeweilige Nutzung und Belastung wieder, sie haben also Indikatorfunktion.

Um die Vegetation einer Stadt wirksam schützen zu können, muß man sie zunächst gut kennen. Es reicht nicht aus, nur floristisch besonders interessante Stellen zu untersuchen, es müssen vielmehr alle Biotope erfaßt werden. Dies geschieht in einer Biotopkartierung wie sie schon für einige Städte durchgeführt wurde [50] [51] [52] [53].

Sehr viel wird bereits durch Verzicht auf den Gebrauch von Herbiziden auf Straßen und Wegen erreicht. So beträgt die in Berlin (West) nach Wegfall der Herbizidbehandlung der Wiederbesiedlung zugängliche Fläche ca. 82 ha [21].

Tab. 10. Pflanzensoziologische Rohtabelle

Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Stetigkeit	Deutscher Name
Standort					R		R	R		R				
Fläche (m ²)	2	10	2	2	2	1	4	10	2	2	2	2		
Vegetationsbedeckung (%)	80	40	80	40	10	70	20	50	50	15	50	40		
Artenzahl	6	4	4	5	4	4	4	3	4	7	4	6		
Matricaria discoidea	2	r	2	1	.	3	.	.	1	.	2	+	8	Strahlenlose Kamille
Polygonum aviculare	+	3	.	+	.	2	.	.	2	.	2	2	7	Vogel-Knöterich
Poa annua	3	+	4	2	2	.	1	1	2	1	.	2	10	Einjähriges Rispengras
Plantago major	2	+	+	+	.	+	.	.	.	.	2	.	6	Breit-Wegerich
Sisymbrium officinale	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	Weg-Rauke
Taraxacum officinale	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	Löwenzahn
Sagina procumbens	.	.	.	.	1	.	2	1	.	2	.	+	5	Niederliegendes Mastkraut
Bryum argenteum	.	.	.	.	2	.	2	1	.	+	.	.	4	Silbermoos
Epilobium roseum	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	Rosenrotes Weidenröschen
Lepidium rudemale	.	.	.	1	+	2	.	.	1	.	2	.	5	Schutt-Kresse
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	Spitz-Wegerich
Ceratodon purpureus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	Purpurmoos
Arenaria serpyllifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	Quendelblättriges Sandkraut
Senecio viscosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	1	Klebriges Greiskraut
Spergularia rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	Rote Schuppenmiere
Vulpia myuros	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	Mäuseschwanz-Federschwingel

R = Pflasterritzen

Tab. 11. Differenzierte Tabelle

Alte Aufnahme- nummer	1	2	3	4	6	9	11	12	5	7	8	10
Matricaria discoidea	2	r	2	1	3	1	2	+	.	.	.	.
Polygonum aviculare	+	3	.	+	2	2	2	2	.	.	.	.
Plantago major	2	+	+	+	+	.	2	2	.	.	.	.
Lepidium ruderales	.	.	.	1	2	1	2	.	+	.	.	.
Sagina procumbens	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	1	2
Bryum argenteum	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	+
Poa annua	3	+	4	2	.	2	.	.	2	1	1	1
Taraxacum officinale	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Wie kann man nun die städtische Vegetation erhalten?

Städtische Freiflächen müssen solange wie möglich sich selbst überlassen bleiben, eventuelle Eingriffe sollten sich darauf beschränken, eine allzu schnelle Sukzession zu verhindern. Es müssen möglichst unterschiedliche Biotope wie Bahnanlagen, alte Mauern, Gärten, Parks, alte Dorfkerne oder Ziegeleigruben erhalten werden. Um etwaigen Mißverständnissen vorzubeugen: Nicht jede Trümmerfläche und jeder Wegrand muß erhalten bleiben, wichtig ist jedoch eine ausreichend hohe „Gleichgewichtskonzentration“ entsprechender Biotope. Über die Möglichkeiten, gefährdete Ruderalgesellschaften zu erhalten, wurde verschiedentlich berichtet [44] [54]. Es dürfte sich von selbst verstehen, daß Erhaltungskulturen in Botanischen Gärten und Freilichtmuseen nur letzter Ausweg sein können. Ebenso sind Neuansiedlungen an Kirchhofmauern, wie sie im Braunschweiger Raum derzeit versucht werden, keineswegs ausreichend; sie können jedoch das Interesse der Bevölkerung wecken.

In Braunschweig wird derzeit ein „stadtökologischer Pfad“ projektiert [55]. Er soll von der Innenstadt über die Wall- und Ringgebiete zum Stadtrand füh-

ren. Sein Ziel ist es, dem Einwohner Braunschweigs charakteristische Beispiele städtischer Vegetation zu zeigen und auf diesem Wege Verständnis für ihren Schutz zu wecken. Die einzelnen Stationen werden mit Hinweisschildern sowie mit einem Faltblatt erläutert. Sie könnten vorteilhaft auch im Ökologie-Unterricht aufgesucht und untersucht werden; erste Erfahrungen mit Volkshochschulkursen sind recht positiv.

5.1. Anhang I: Pflanzengesellschaften

Ziel der Vegetationskunde bzw. Pflanzensoziologie ist die Beschreibung, Klassifizierung und Erklärung der Vegetation. Das Vorgehen der Pflanzensoziologie, der sog. *Braun-Blanquet-Methode*, kann hier nur äußerst grob skizziert werden, für Einzelheiten sei auf die in Abschnitt 2 genannten Einführungen in die Vegetationskunde insbesondere auf [12] verwiesen.

Ausgangspunkt ist immer die pflanzensoziologische Aufnahme, die daher so sorgfältig wie möglich erfolgen sollte. Die Wahl von Aufnahmetermine, von Lage und Größe (Tab. 9) der Aufnahmefläche ist sehr wichtig. Von einer homogenen, ausreichend großen Untersuchungsfläche wird zunächst eine möglichst vollständige Artenliste angefertigt, dann die sog. Artmächtigkeit (Tab. 8) notiert.

Um Pflanzengesellschaften, d. h. Typen wiederkehrender Kombination von Arten zu erkennen, werden die Aufnahmen wahrscheinlich ähnlicher Bestände zu einer „Rohtabelle“ (Tab. 10), zusammengestellt. Nun werden die Aufnahmen nach floristischer Ähnlichkeit geordnet. Dabei wird meistens festgestellt, daß eine Reihe von Aufnahmen sich von anderen durch gemeinsames Vorkommen bestimmter Arten unterscheidet. Die Tabelle wird nun so umgeschrieben, daß sich Blöcke solcher Trennarten ergeben (Tab. 11). Auf Arten, die nur in wenigen Aufnahmen vorkommen (geringe Stetigkeit), wird beim Umschreiben der Tabelle vorübergehend verzichtet. In unserem Fall (Tab. 10) kristallisieren sich bereits 2 (ranglose) Pflanzengesell-

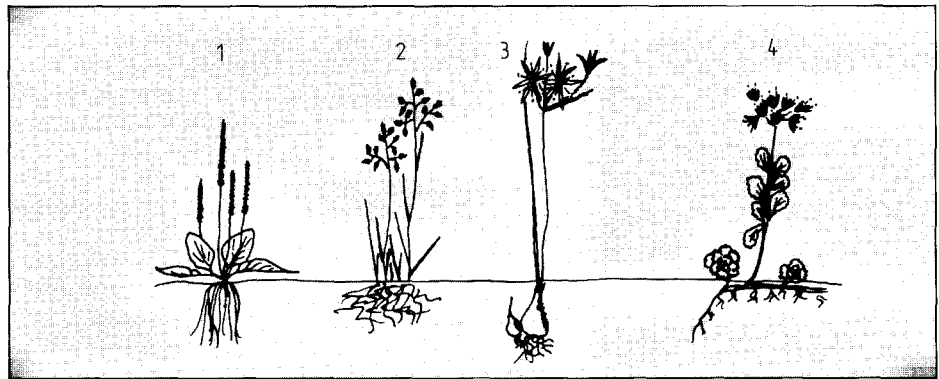
Tab. 12. Charakterisierte Tabelle

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alte Aufnahmenummer	1	2	3	12	4	6	9	11	5	7	8	10
Standort (R = Pfasterritzen)									R	R	R	R
Fläche (m ²)	2	10	2	2	2	1	2	2	2	4	10	2
Vegetationsbedeckung (%)	80	40	80	40	40	70	50	50	10	20	50	15
AC Polygono-Matricarietum												
Matricaria discoidea	2	r	2	+	1	3	1	2	.	.	.	.
D Subassoziation												
Lepidium ruderales	.	.	.	.	1	2	1	2	+	.	.	.
VC Polygonion avicularis												
Polygonum aviculare	+	3	.	2	+	2	2	2	.	.	.	.
AC Sagino-Bryetum												
Sagina procumbens	.	.	.	+	.	.	.	.	1	2	1	2
Bryum argenteum	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	+
KC Poetea annuae												
Poa annua	3	+	4	.	2	.	2	.	2	1	1	1
Begleiter												
Plantago major	2	+	+	2	+	+	.	2	.	.	.	.
Taraxacum officinale	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Sisymbrium officinale	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium roseum	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spergularia rubra	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Vulpia myuros	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Ceratodon purpureus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Arenaria serpyllifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Senecio viscosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r

Abb. 18. Lebensformen

1: Hemikryptophyten, 2: Therophyten, 3: Geophyten, 4: Chamaephyten

- 1: Breitwegerich (Planzymajor)
- 2: Einjähriges Rispengras (Poa annua)
- 3: Wald-Goldstern (Gagea lutea)
- 4: Kaukasus-Fetthenne (Sedum spurius)



schaften heraus, die sich auch ökologisch unterscheiden.

Pflanzengesellschaften können nach abgestufter Ähnlichkeit in ein System eingeordnet werden. Die wichtigste Einheit ist die Assoziation; sie ist „eine Pflanzengesellschaft von bestimmter floristischer Zusammensetzung, einheitlicher Standortsbedingungen und einheitlicher Physiognomie“ [16], die durch Kenn- und Trennarten gekennzeichnet ist. In der Regel hat in jeder Assoziation mindestens eine Art (eben die Kenn- oder Charakterart) ihren Schwerpunkt. Nah verwandte Assoziationen werden zu Verbänden zusammengefaßt (s. Tab. 12); auch diese haben wiederum ihre eigenen Kennarten. Entsprechend bilden verwandte Verbände eine Ordnung, diese können endlich zu Klassen zusammengefaßt werden.

5.2. Anhang II: Lebensformen

Die Wuchsformen vieler Pflanzen geben gewisse Hinweise auf deren Anpassung an die Standortbedingungen. Von den verschiedenen Klassifikationsmöglichkeiten hat sich das von *Raunkiaer* begründete Lebensformensystem durchgesetzt, bei dem man die Arten nach der Lage der Überdauerungsknospen in der ungünstigen Jahreszeit einteilt [17] [26] [12]; vgl. auch Abb. 18:

- Phanerophyten: Knospen höher als 25—50 cm über dem Boden (Makrophanerophyten: Bäume) (Nanophanerophyten: Sträucher)
- Chamaephyten: Knospen in ein bis 25—50 cm Höhe (z. B. Zwergsträucher)
- Hemikryptophyten: Knospen unmittelbar an der Erdoberfläche
- Geophyten: Knospen (Knollen, Zwiebeln, Rhizome) in trockenem Boden
- Therophyten: Einjährige; nur als Samen überdauernd
- Hydrophyten: Pflanzen unter der Wasseroberfläche überdauernd

An die ungünstige Jahreszeit in Mitteleuropa — also an den Winter — sind die Hemikryptophyten besonders gut angepaßt; sie herrschen auf unseren Wiesen,

Tab. 13

Artmächtigkeit	Mittlere Deckungsprozente
5	87,5
4	62,5
3	37,5
2	15
1	2,5
+	0,1
r	wird nicht berücksichtigt

Weiden und ausdauernden Ruderalfluren vor. Chamaephyten (Zwergsträucher) häufen sich in schneereichen Berglagen (z. B. der Alpen) sowie im wintermilden atlantischen Raum. Die mediterrane Flora zeichnet sich dagegen durch einen großen Anteil an Therophyten aus. Diese überdauern die sommerliche Trockenzeit als Same. Viele unserer Kulturpflanzen sind Therophyten, ebenso die meisten Arten der Pioniervegetation auf Äckern, Ruderalflächen, Fluß- und Teichufer.

Lebensformenspektren (Abb. 4 und 17) geben die Verteilung der Wuchsformen in einer bestimmten Pflanzengesellschaft wieder. Sie eignen sich zum Vergleich verwandter Gesellschaften aber nur dann, wenn man die Mengenverhältnisse der einzelnen Arten berücksichtigt. Zu diesem Zweck werden zunächst die Artmächtigkeiten durch die mittleren Deckungsprozente ersetzt (s. Tab. 13) [12].

Aus einer Aufnahme (oder Tabelle) einer Gesellschaft kann man nun die mittlere Gruppenmenge *M* errechnen:

$$M \% = \frac{\text{Summe d. mittl. Deckungsprozente d. Vertr. d. Gruppe}}{\text{Zahl der Aufnahmen}}$$

Die mittlere Gruppenmenge wird nun für alle Gruppen getrennt berechnet, also für alle Therophyten getrennt, für alle Chamaephyten getrennt, usw. Die Summe der mittleren Gruppenmengen überschreitet häufig 100%, da die meisten Gesellschaften mehrschichtig sind.

5.3. Anhang III: Zeigerwerte

Mit Hilfe einer neunteiligen Skala hat *Ellenberg* [26] [17] das ökologische Verhalten von ca. 2000 Gefäßpflanzen Mitteleuropas zu den folgenden Standortfaktoren ausgedrückt: Licht, Wärme, Kontinentalität, Feuchtigkeit, Bodenreaktion und Stickstoff-Versorgung. Hierbei steht die Ziffer 1 jeweils für das geringste Ausmaß des Faktors, 9 jeweils für das größte. Unklares oder indifferentes Verhalten wird durch das Zeichen x ausgedrückt. Die Ziffern geben das Verhalten der Art nach dem Schwergewicht ihres Vorkommens im Gelände an, sie stufen also das Verhalten unter Konkurrenzbedingungen ein.

Die Temperaturzahl beschreibt z. B. das Vorkommen im Wärmegefälle von der mediterranen zur arktischen Zone; hierbei bedeuten:

- 1 Kältezeiger (nur in hohen Gebirgslagen oder im boreal-arktischen Bereich)
- :
- 5 Mäßigwärmezeiger (Schwergewicht in submontan-temperaten Bereichen)
- :
- 7 Wärmezeiger (im nördlichen Mitteleuropa nur in Tieflagen)

9 extremer Wärmezeiger (vom Mediterrangebiet nur auf wärmste Plätze Mitteleuropas übergreifend).

Die auf einer bestimmten Fläche wachsenden Pflanzen spiegeln die langfristig herrschenden Standortbedingungen wider; sie sind Bioindikatoren. Im Gegensatz zu einer einzelnen pH- oder Temperaturmessung geben sie einen Mittelwert, keine Momentaufnahme. Unter Berücksichtigung der Artmächtigkeiten kann man nun — ausgehend von einer pflanzensoziologischen Aufnahme — aus den Faktorenzahlen der einzelnen Arten Durchschnittswerte errechnen. Diese Durchschnittswerte (z. B. mittlere Feuchtezahl mF) ermöglichen die ökologische Charakterisierung des ganzen Bestandes. Man erhält sie, indem man die Produkte aus Zeigerwert und Artmächtigkeit addiert — über alle Arten, aber getrennt für den Lichtfaktor, Temperaturfaktor usw. Die Artmächtigkeit + wird wie 1 gerechnet, Artmächtigkeit r wird nicht berücksichtigt. Anschließend werden die Mittelwerte gebildet (vgl. Tab. 1). Zur ökologischen Einordnung des Bestandes werden die Mittelwerte mit der Übersicht bei [26] verglichen.

Literatur

- [1] Lebendige Welt. 2. Aufl. — Braunschweig 1981. 252 S. [Dort S. 79—83: Die Stadt].
- [2] Fitter, R., A. Fitter & M. Blamey: Pareys Blumenbuch. — Hamburg 1975. 336 S.
- [3] Aichele, D.: Was blüht denn da? 43. Aufl. — Stuttgart 1981. 400 S.
- [4] Holzner, W.: Ackerunkräuter. — Graz 1981. 191 S.
- [5] Oberdorfer, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 4. Aufl. — Stuttgart 1979. 997 S.
- [6] Schmeil, O. & J. Fitschen: Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. 87. Aufl. — Heidelberg 1982. 606 S.
- [7] Wagener, A. & G. Strey: Einführung in das Bestimmen der Pflanzen. — Heidelberg 1981. 288 S. (Biologische Arbeitsbücher. 31).
- [8] Fitschen, J.: Gehölzflora. 6. überarb. Aufl. — Heidelberg 1977. 396 S.
- [9] Phillips, R.: Das Kosmosbuch der Bäume. Dt. Bearbeitung v. E. F. Brüning. — Stuttgart 1980. 223 S.
- [10] Klapp, E.: Taschenbuch der Gräser. — Berlin 1974. 260 S.
- [11] Haller, B. & W. Probst: Botanische Exkursionen. — Stuttgart. Bd. 1: Exkursionen im Winterhalbjahr. 1979. 188 S. Bd. 2: Exkursionen im Sommerhalbjahr. 1981. 248 S.
- [12] Reichelt, G. & O. Wilmanns: Vegetationsgeographie. — Braunschweig 1973. 210 S.
- [13] Wilmanns, O.: Ökologische Pflanzensoziologie. — Heidelberg 1973. 288 S. (UTB 269).
- [14] Knapp, R.: Einführung in die Pflanzensoziologie. 3. Aufl. — Stuttgart 1971. 388 S.
- [15] Beiträge zur Vegetationskunde, Hrsg.: F. Zauner. — Der Biologieunterricht, 6 (2): 108 S. (1970).
- [16] Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. 3. Aufl. — Wien 1964. XIV, 865 S.
- [17] Ellenberg, H.: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. — Stuttgart 1978. 981 S.
- [18] Sukopp, H.: Die Großstadt als Gegenstand ökologischer Forschung. — Schr. Ver. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse, Wien, 113: 90—140 (1973).
- [19] Sukopp, H. et al.: Ökologische Charakterisierung von Großstädten, besonders anthropogene Veränderungen von Klima, Boden und Vegetation. — TU Berlin, 6: 469—488 (1974).
- [20] Blume, H. P. u. a.: Zur Ökologie der Großstadt unter besonderer Berücksichtigung von Berlin (West). — Schriftenr. dt. Rates f. Landschaftspflege 30 (1978).
- [21] Seiberth, H.: Stadtökologie — Naturschutz und Landschaftspflege in der Stadt. — In: M. Andritzky & K. Spitzer [Hrsg.]: Grün in der Stadt. — Reinbek 1981. S. 154—190. (rororo 7464).
- [22] Müller, P.: Arealsysteme und Biogeographie. — Stuttgart 1981. 704 S.
- [23] Blume, H. P. & H. Sukopp: Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. — Schriftenr. Vegetationskd. 10, 75—90 (1976).
- [24] Weigmann, G., H. P. Blume, H. Mattes & H. Sukopp: Ökologie im Hochschulunterricht. — Ein Großpraktikum in der Berliner

- Innenstadt. — In: Riedel/Trommer (Hrsg. i. A. der Gesellschaft für Ökologie): Didaktik d. Ökologie. Köln 1981. S. 212—240.
- [25] Tüxen, R.: Entwurf einer Definition der Pflanzengesellschaft (Lebensgemeinschaft). — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 6/7: 151 (1957).
- [26] Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — Göttingen 1974. 96 S. (Scripta Geobotanica 9).
- [27] Hülbusch, K. H.: Vegetationsentwicklung einjähriger Trittrassen — Beobachtungen zum jahreszeitlichen Entwicklungszyklus. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 21: 55—57 (1979).
- [28] Zauner, F.: Die Untersuchungen von Trittgemeinschaften. — Der Biologieunterricht 6 (2): 96—107 (1970).
- [29] Bornkamm, R. & G. Meyer: Ökologische Untersuchungen an Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Trittbelastung mit Hilfe der Gradientenanalyse. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 19/20: 225—240 (1977).
- [30] Meyer, F. H., G. Blauermeil, D. Hennebo u. a.: Bäume in der Stadt. — Stuttgart 1978. 327 S.
- [31] Kräftner, J.: Der architektonische Baum. — Wien 1980. 128 S.
- [32] Darlington, A.: Ecology of Walls. — London 1981. 138 S.
- [33] Segal, S.: Ecological Notes on Wall Vegetation. — The Hague 1969.
- [34] Lohmeyer, W.: Rheinische Höhenburgen als Refugien für nitrophile Pflanzen. — Natur und Landschaft 50: 311—318 (1975).
- [35] Lohmeyer, W.: Zur Kenntnis der anthropogenen Flora und Vegetation des Tomberges bei Rheinbach im Rhein-Siegkreis. — Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 34: 209—213 (1975).
- [36] Lötsch, B.: Stadtklima und Grün. — In: M. Andritzky & K. Spitzer [Hrsg.]: Grün in der Stadt. — Reinbek 1981. S. 134—153. (rororo 7464).
- [37] Krusche, P., D. Althaus u. a.: Ökologisches Bauen. — Wiesbaden, Berlin 1982. 360 S.
- [38] Kunick, W.: Standort Stadt. — Garten Praxis 2: 51—55 (1982).
- [39] Minke, G.: Häuser mit grünem Pelz — Über Möglichkeiten und Nutzen, Häuser zu begrünen. — In: M. Andritzky & K. Spitzer [Hrsg.]: Grün in der Stadt. — Reinbek 1981. S. 201—215 (rororo 7464).
- [40] Doernach, R. & G. Heid: Das Naturhaus. Wege zur Naturstadt. — Frankfurt 1982. 90 S.
- [41] Schreier, K.: Die Vegetation auf Trümmerschutt zerstörter Stadtteile in Darmstadt und ihre Entwicklung in pflanzensoziologischer Betrachtung. — Schriftenr. d. Naturschutzstelle Darmstadt 3: 1—49 (1955).
- [42] Wilmanns, O. & J. Bammert: Zur Besiedlung der Freiburger Trümmerflächen — eine Bilanz nach 20 Jahren. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 55: 399—411 (1965).
- [43] Finkbein, R.: Die Trümmerfauna der Stadt Braunschweig, ökologische Untersuchungen über die Besiedlung der Trümmer einer Großstadt. — Diss. TH Braunschweig 1953. 111 S.
- [44] Brandes, D.: Gefährdete Ruderalgesellschaften in Niedersachsen und Möglichkeiten zu ihrer Erhaltung. — Gött. Flor. Rundbr. 14: 90—98 (1981).
- [45] Raabe, U.: Goldsternvorkommen auf Friedhöfen des östlichen Münsterlandes. — Gött. Flor. Rundbr. 15: 77—82 (1981).
- [46] Gutte, P.: Die Wiederbegrünung städtischen Ödlandes, dargestellt am Beispiel Leipzigs. — Hercynia N. F. 8: 58—81 (1971).
- [47] Steubing, L. & R. Hildebrand: Pflanzengesellschaften geschlossener Mülldeponien verschiedenen Alters. — Phytocoenologia 7: 208—217 (1980).
- [48] Sukopp, H.: Naturschutz in der Großstadt. — Naturschutz und Landschaftspflege in Berlin (West) 2: 1—24 (1980).
- [49] Wildpflanzen in der Stadt. — Hrsg.: Deutscher Naturschutzring. — Bonn. Faltblatt.
- [50] Kunick, W.: Biotopkartierung in Städten, dargestellt am Beispiel von Berlin-Kreuzberg. — In: Die grüne Stadt — Naturschutz in der Großstadt. — München 1980. S. 55—69.
- [51] Sukopp, H., W. Kunick & C. Schneider: Biotopkartierung in der Stadt. — Natur und Landschaft 54: 66—68 (1979).
- [52] Sukopp, H., W. Kunick & C. Schneider: Biotopkartierung im besiedelten Bereich von Berlin (West). Teil II: Zur Methode von Geländearbeit und Auswertung. — Garten und Landschaft 90: 565—569 (1980).
- [53] Müller, N. & R. Waldert: Erfassung erhaltenswerter Lebensräume für Pflanzen und Tiere in der Stadt Augsburg — Stadtbiotopkartierung. — Natur und Landschaft 56: 419—429 (1981).
- [54] Schumacher, W.: Flora und Vegetation der Äcker, Raine und Ruderalplätze. — Hrsg.: Deutscher Naturschutzring, Bonn 16 S.
- [55] Brandes, D.: Vorschlag für einen stadtoökologischen Pfad durch Braunschweig. — Braunschweigische Heimat 68: 80—83 (1982).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dietmar Brandes, Universitätsbibliothek d. TU, Pockelstr. 13, 3300 Braunschweig