

# Vegetation der Mauerfugen am Niederrhein und ihre Standortverhältnisse

– Willy Werner, Michael Gödde und Norbert Grimbach –

## Zusammenfassung

Am Niederrhein zwischen Dormagen und Kleve wurde die Vegetation der Mauerfugen untersucht. Die vorhandenen Gesellschaften sind, wie oft in Mitteleuropa, nur fragmentarisch ausgebildet und durchdringen sich gegenseitig. Etwaige Assoziations-Kennarten sind gleichzeitig Klassen-, Ordnungs- oder Verbands-Kennarten.

Werden die Vorkommen anhand der drei dominierenden Arten (*Asplenium ruta-muraria*, *Cymbalaria muralis* und *Parietaria judaica*) klassifiziert, so sind am Niederrhein drei Gesellschaften vorhanden: die Mauerrauten-Flur, die Zimbelkraut- und die Glaskraut-Gesellschaft. Eine indirekte zweidimensionale Ordination bestätigt die Abgrenzung, die anhand der dominierenden Arten vorgenommen wurde.

Eine standörtliche Differenzierung der Gesellschaften ist anhand des austauschbaren Mineral-Stickstoffgehaltes, des durchwurzelten Mauerfugensubstrates und der Exposition der verschiedenen Gesellschaften gegeben, während pH-Wert und organischer Kohlenstoffgehalt des Mauerfugensubstrates keine Differenzierung zu erkennen geben.

Die *Parietaria*-Gesellschaft ist nur auf Mauern anzutreffen, die einen sehr hohen Nitrat-Gehalt aufweisen, während die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft nur auf stickstoffarmen Substraten zu finden ist. Die *Cymbalaria muralis*-Gesellschaft zeigt gegenüber den N-Gehalten des Mauerfugensubstrates ein indifferentes Verhalten.

Bezüglich der Exposition besiedeln alle drei Gesellschaften die West- und Ost-Richtungen gleichmäßig. Die Glaskraut- und Zimbelkraut-Gesellschaft sind aber bei ausreichender Wasserversorgung auch auf südlich exponierten Mauern zu finden. Deshalb sind sie als wärmeliebender einzustufen als die farnreiche *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft, die auch auf schattigen und kühlen nordexponierten Mauern anzutreffen ist.

Durch Eingriffe des Menschen, wie Abriß, Restaurierung und Sanierung von Mauern müssen die hier siedelnden Pflanzengesellschaften als gefährdet eingestuft werden.

## Abstract

Wall vegetation was investigated between Dormagen und Kleve in the lower Rhine valley of north-western Germany. The associations present include the *Asplenium ruta-muraria*, the *Cymbalaria muralis* and the *Parietaria judaica* association. The character species of the associations are coincidentally character species of higher syntaxonomical units. The only way to define the associations is by classification with the aid of the dominant species. The results of an indirect two-dimensional ordination confirm this opinion.

Abiotic factors which differentiate the associations are the nitrogen concentration of the substrate and the exposure of the walls. The *Parietaria judaica* association is only found on walls with high nitrogen concentrations in the substrate, while the *Asplenium ruta-muraria* association is found on oligotrophic sites. The behaviour of the *Cymbalaria muralis* association is indifferent to nitrogen. All three associations are exposed to west and east sides of the walls. They are all found on more or less shady and humid sites, where the desiccation is not so high. The more thermophilic associations of *Parietaria judaica* and *Cymbalaria muralis* are also seen on south-exposed walls, while the wall rue-association, rich in ferns, is the only one which colonizes the cool, humid north-exposed walls.

The biotopes of wall vegetation must be classified as endangered, since human impact on old walls, such as restoration and reconstruction with cement mortar or breaking off and cleaning with chemicals, wipe out many stands of this characteristic vegetation.

## Einleitung

Mauern werden je nach Beschaffenheit, Alter und Lage von Pflanzen besiedelt. Als vom Menschen geschaffenes Gegenstück zu Fels-Wänden und -Klippen, weist ihre Vegetation große

Ähnlichkeiten mit denen der Felsspalten auf. Während Moose, Flechten und Algen auch Steine besiedeln, sind Gefäßpflanzen und Pilze auf Mauerfugen und -ritzen angewiesen, in denen sich Staub und organisches Material ansammeln kann und sich durch Verwitterung von Mörtel ein durchwurzelbares Substrat bilden kann.

Pflanzensoziologisch gesehen dominieren in den Gesellschaften, die Mauerfugen besiedeln, Arten der Felsspalten-Gesellschaften (*Asplenietea rupestris*) und Arten der Mauer-Unkraut-Gesellschaften (*Parietarietea judaicae*). Die erstgenannte Klasse hat ihren Verbreitungsschwerpunkt mit vielen Arten aus dem arktischen oder alpinen Geoelement in felsreichen Hochgebirgen, die zweite Klasse hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im mediterranen und atlantischen Europa (OBERDORFER 1977).

Es erschien uns deshalb interessant, die Ausbildungen der Vegetation der Mauerfugen am Niederrhein zu untersuchen, ein Gebiet, abseits von Hochgebirgen, in dem natürlicherweise keine Felswände vorhanden sind und in welchem außerdem das atlantische Klima allmählich an Einfluß verliert. Der Lebensraum der *Asplenietea*- und *Parietarietea*-Arten ist in dem untersuchten Gebiet einzig auf sekundäre Mauerstandorte im Bereich menschlicher Siedlungen und deren Einflußsphäre beschränkt.

Ziele der Arbeit sind:

- die Beschreibung, Dokumentation und syntaxonomische Einordnung der im planaren und subatlantisch geprägten Raum des Niederrheins vorhandenen Gesellschaften,
- der Vergleich ihrer Ausbildung mit Aufnahmen anderer Autoren aus Mitteleuropa,
- die Beschreibung einiger wichtiger Standortfaktoren der zu unterscheidenden Gesellschaften und
- das Aufzeigen der Ursachen der Gefährdung der Gesellschaften.

## Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich in Nordrhein-Westfalen entlang des Niederrheins von Dormagen-Zons (nördlich der Stadtgrenze Kölns) über Düsseldorf bis zur Stadt Kleve (Abb. 1). Mit Ausnahme von Düsseldorf und Zons (vgl. GÖDDE 1986, 1987a und GRIMBACH 1987), wo annähernd die Gesamtheit der Gesellschaften erfaßt werden konnte, handelt es sich sonst um Zufallsstichproben, die keinen Anspruch auf chorologische Vollständigkeit erheben sollen. Da alle untersuchten Mauern im Bereich der Rheinniederung liegen, zeigt auch das Relief (25 bis 50 m über NN) keine großen Höhenunterschiede.

Das Klima im Untersuchungsraum ist als subatlantisch zu bezeichnen und weist nur geringe Differenzierungen auf (SCHIRMER 1976). So liegen die mittleren Lufttemperaturen in Kleve und Xanten geringfügig unter denen der mehr südlich gelegenen Städte wie z.B. Düsseldorf mit einem langjährigen Mittel von 10,2° C. Die vorherrschenden Windrichtungen sind West, Südwest und Süd. Die langjährigen Niederschlagssummen liegen zwischen 700 und 750 mm im Jahr und zeigen im Untersuchungsraum keine auffälligen Unterschiede.

## Methoden

Die Erfassung der Bestände erfolgte als Stichprobe, wobei die Städte Düsseldorf, Kleve, Xanten und Dormagen-Zons in den Jahren 1981 bis 1987 wiederholt intensiv begangen worden sind. Die Methode der pflanzensoziologischen Aufnahme richtete sich nach BRAUN-BLANQUET (MÜLLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974). Die Namen der Gefäßpflanzen entsprechen EHRENDORFER (1973), die der Moose DÜLL (1980). Flechten, Algen und Pilze wurden nicht bearbeitet. Die Vegetationsaufnahmen beschränken sich auf mehr oder minder senkrechte Mauern. Mauerkronen und Mauerfüße, die jeweils eigenständige Standortverhältnisse und Vegetation aufweisen, wurden bei den Untersuchungen nicht berücksichtigt.

Die Ansprache der Exposition der Mauern erfolgte mit Hilfe von Karte und Kompaß. An einigen Mauerstandorten wurde Mauerfugensubstrat, in denen die Gefäßpflanzen wurzelten herausgebrochen bzw. gekratzt und der pH-Wert in 0,1 m CaCl<sub>2</sub>-Suspension (Verhältnis Boden zu Suspensionsmittel 1:2.5) mit einer Einstabglaselektrode, der Carbonat-Gehalt nach

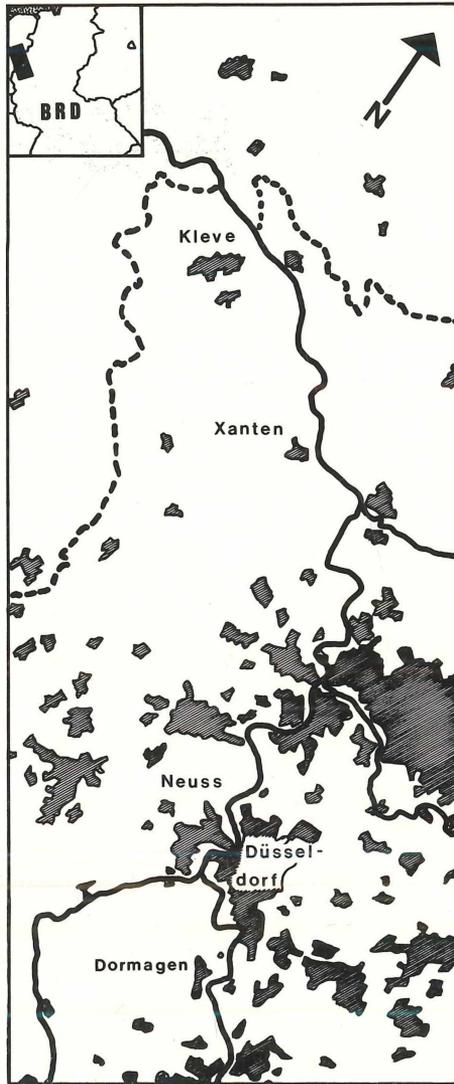


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet. Die Mauern wurden schwerpunktmäßig in der Vegetationsperiode 1987 in den Städten Dormagen (Zons), Düsseldorf, Kleve, Liedberg, Neuss und Xanten untersucht.

SCHEIBLER (SCHLICHTING & BLUME 1966), der Gesamt-Kohlenstoffgehalt mit einem Elementaranalysator (Fa. Heraeus), sowie die mit 1%iger  $\text{KAlSO}_4$ -Lösung austauschbaren aktuellen Nitrat- und Ammonium-Stickstoff-Gehalte nach einem Mikro-Kjeldahl-Verfahren (BREMNER & KEENEY 1965) bestimmt.

## Ergebnisse und Diskussion

### 1. Vegetation

Die Gefäßpflanzen wurzeln in den Mauerfugen und bedecken mit ihren Blättern und Sprossen die für sie nicht besiedelbaren Steine. Nur Moose und Flechten sind in der Lage, auch auf Steinoberflächen zu siedeln. Die artenarme Vegetation bedeckt die untersuchten Mauern zwischen 1 und 80%.

Tabelle 1: Vegetation der Mauerfugen am Niederrhein

Aufnahme Nr.	Asplenium ruta-muraria-Gesellschaft	Cymbalaria muralis-Gesellschaft	Parietaria judaica-Gesellschaft
	1111111112222222	222333333333444444	44445555555555
Artenzahl	12345678901234567890123456	7890123456789012345	6789012345678
	21 1 11	1 1	1 11 1
	13638634228562755866488103	5466544492465677504	3846236730742
<b>Asplenietae-Arten:</b>			
Asplenium ruta-muraria	2222222223333441111+1321	V r++.....+.....	I .....+2+1. II
Asplenium trichomanes	+...1.....2.r.1+.+1.	II .....	
Epilobium collinum	+..r..r.....r.....r.....	I .....	
Ceterach officinarum	.....3.....	I .....	
<b>Parietarietea-Arten:</b>			
Parietaria judaica	.....1	I 1111122223333344524	V 43332222231++
Cymbalaria muralis	.....+111	I .....	I 11.....
Corydalis lutea	.....	I .....	I .....
<b>Begleiter:</b>			
<b>Arten der Laubwälder und verwandter Gesellschaften:</b>			
N Betula pendula	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Betula pubescens	.....r.....r.....	I .....	I .....
Rubus fruticosus	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Sambucus nigra	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Sorbus aucuparia	.....r.....r.....	I .....	I .....
Hieracium sabaudum	.....r.....1.....	I .....	I .....
<b>Quercu-Fagetea-Arten:</b>			
Dryopteris filix-mas	...r....r...r.r...+1.	II .....	I .....
N Hedera helix	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Taxus baccata	.....r.r.r.....	I .....	I .....
Geranium robertianum	.....r.....r.....	I .....	I .....
Athyrium filix-femina	.....r.....+.....	I .....	I .....
N Fraxinus excelsior	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Acer platanoides	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Corylus avellana	.....r.....r.....	I .....	I .....
N Acer pseudoplatanus	.....r.....r.....	I .....	I .....
<b>Arten krautiger Vegetation oft gestörter Plätze:</b>			
Poa compressa	.2.....+.+.3.....	I .....	II +.....++..+++.. III
Arenaria serpyllifolia	12.....1.....+.r.....	II .....	I .....
Sagina procumbens	1.....+++.....+.+.+.+.+	I .....	I .....
Poa annua	1+.....r.....+.+.+.+.+	I .....	I .....
Plantago major	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
<b>Artemisietae-Arten:</b>			
Urtica dioica	.....r.....r.....	I .....	I .....
Chelidonium majus	.....r.....r.....	I .....	I .....
Artemisia vulgaris	.....r.....r.....	I .....	I .....
Alliaria petiolata	.....r.....r.....	I .....	I .....
Solidago canadensis	.....r.....r.....	I .....	I .....
<b>Chenopodietae-Arten:</b>			
Conyza canadensis	11+.....+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Sonchus oleraceus	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	II .....
Polygonum aviculare	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	II .....
Senecio vulgaris	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Senecio viscosus	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Lamium purpureum	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Bromus sterilis	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Stellaria media	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
<b>Arten anthropo-zoogener Heiden und Wiesen:</b>			
Taraxacum officinale	+++..r..r.....+.+.+.+.+	II r..r.....r..+.r..+	II .....
Campanula rotundifolia	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	II .....
Sedum acre	21.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Crepis capillaris	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Sedum album	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Hieracium spec.	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Hieracium pilosella	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Sempervivum tectorum	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
<b>Moose:</b>			
Tortula muralis	+2.11.1+.+.1111+1+111+1+.	IV .....	III .....
Bryum caespiticeum	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Camptothecium sericeum	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Ceratodon purpureus	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Bryum argenteum	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Hypnum cupressiforme	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Brachythecium rutabulum	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Amblystegium serpens	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Bryum capillare	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Barbula rigidula	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....
Grimmia pulvinata	.....+.+.+.+.+.+.+.+.+	I .....	I .....

Außerdem in Aufnahme Nr.: 13: Melilotus spec. r und Plantago media r; 17: Verbascum thapsus l und Mycelis muralis +; 24: Arabidopsis thaliana r und Polypodium vulgare r; 26: Oxalis fontana r; 27: Lamium album r; 32: Polypodium interjectum l; 37: Cerastium semidecandrum r; 40: Hieracium sylvaticum l; 42: Solanum dulcamara l; 43: Sisymbrium officinale l; 44: Hieracium laevigatum +; 47: Dactylis glomerata + und Capsella bursa-pastoris r; 48: Diplotaxis tenuifolia 2 und Cirsium arvense +; 50: Chenopodium album + und Echium vulgare r; 52: Ballota nigra r; 58: Poa angustifolium l; Moose: 15: Streblotrichum (=Barbula) convolutum +; 16: Barbula unigiculata + und Rhynchostegium murale +; 17: Brachythecium albicans +; 29: Brachythecium populeum +; 43: Rhynchostegium confertum +; 57: Bryum bicolor c.f. +.

<sup>1</sup> N-holzige Arten (Nanophanerophyten) 0.2 bis 1.50 m hoch werdend.

Auf den sekundären Mauer-Standorten am Niederrhein sind die Arten *Tortula muralis*, *Asplenium ruta-muraria*, *Cymbalaria muralis*, *Poa compressa*, *Parietaria judaica* und *Arenaria serpyllifolia* am stetesten anzutreffen (Tab. 1).

Davon sind die Arten *Asplenium ruta-muraria*, *Parietaria judaica* und *Cymbalaria muralis* namengebende Kennarten dreier verschiedener Gesellschaften:

1. *Asplenietum trichomano-rutae-murariae* Kuhn 1937, Tx. 1937 (Klasse *Asplenetetea rupestris* Br.-Bl. 1934 in Meier et Br.-Bl. 1934)
2. *Parietarietum judaicae* Arènes 1928
3. *Cymbalarietum muralis* Görs 1966 (beide aus der Klasse *Parietarietea judaicae* Riv. Mart. in Riv. God. 1955 em. Oberd. 1969)

Weitere Mauerpflanzen-Gesellschaften, z.B. das von OBERDORFER (1977) für Süddeutschland beschriebene *Asplenio-Cystopteridetum fragilis* Oberd. (1936) 1949, Klasse *Asplenetetea rupestris*, oder die *Cheiranthus cheiri*-Gesellschaft (OBERDORFER 1977), Klasse *Parietarietea judaicae*, sind im Untersuchungsgebiet nicht anzutreffen. Obwohl die Arten *Cystopteris fragilis* und *Cheiranthus cheiri* im Untersuchungsgebiet durch wenige Individuen nachgewiesen sind (HÖPPNER 1913, GRIMBACH 1987), können aufgrund ihres sehr seltenen Vorkommens keine eigenständigen Gesellschaften abgetrennt werden.

Die drei am Niederrhein vorkommenden Gesellschaften sind allerdings nur fragmentarisch ausgebildet. Oft kommt nur eine der namengebenden Arten dominant vor, ohne daß Kenn- und Trennarten entsprechend höherer Einheiten stets anzutreffen sind (Tab. 1). Ohne die endgültige Stellung der Mauerpflanzen-Gesellschaften als Assoziationen aus mitteleuropäischer Sicht beurteilen zu wollen, scheint es uns ungeeignet, Klassen-Charakterarten wie *Parietaria judaica* und *Asplenium ruta-muraria* zur Kennzeichnung eigener Assoziationen heranzuziehen. Wie Tab. 1 zeigt, hilft auch die Verwendung von Moosen (z.B. *Tortula muralis*) als Differentialart des *Asplenietum* nicht weiter, weil die Moosarten in allen drei Gesellschaften anzutreffen sind.

Ebenfalls ungeeignet scheint die Verwendung von *Cymbalaria muralis* als Charakterart einer eigenen Assoziation zu sein, weil sie auch mit *Asplenium ruta-muraria* sowie mit *Parietaria judaica* gemeinsam vorkommt (Tab. 1). Ob die Ausgrenzung entsprechender Subassoziationen weiterhilft, könnte nur aufgrund umfangreicheren Aufnahmемaterials entschieden werden.

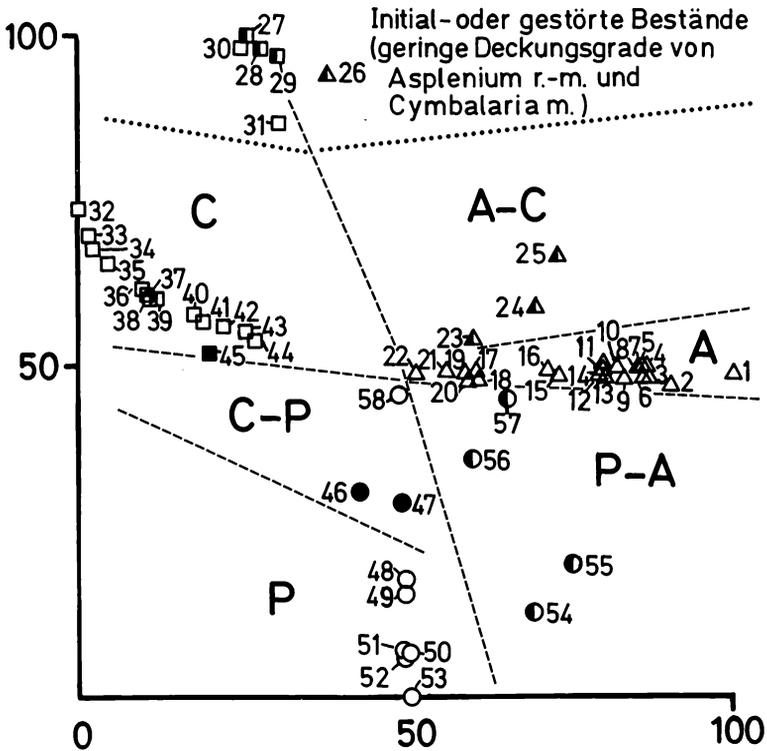
Eine Zuordnung der einzelnen Aufnahmen zu den drei Gesellschaften erscheint nur aufgrund der Dominanz von *Asplenium ruta-muraria*, *Cymbalaria muralis* oder *Parietaria judaica* möglich.

## 1.1 Ordination

Da eine Abgrenzung der verschiedenen Mauerpflanzen-Gesellschaften durch Assoziations-Kennarten problematisch erscheint und die Gesellschaften in ihrer Artenzusammensetzung kontinuierliche Übergänge aufweisen, wurden die 58 Aufnahmen vom Niederrhein einer indirekten zweidimensionalen Ordination (BRAY & CURTIS 1957) unterworfen. Grundlage der Ordination war die Matrix der prozentualen Ähnlichkeit (GOODALL 1973) der Aufnahmen, deren Verrechnung im Zusammenhang mit der Ordination der Wisconsin-Schule eine geringe Empfindlichkeit für Verzerrungen an einer gedachten Gesellschaftsgradienten-Achse aufweist (WHITTAKER & GAUCH 1973). Die Auswahl der vier Endpunkt-Aufnahmen erfolgte nach MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974). Dabei wurden nur solche gewählt, die mindestens eine Ähnlichkeit von 50% zu drei weiteren Aufnahmen aufweisen.

Die statistische Überprüfung der Ordination ergibt bei 10 zufällig ausgewählten Aufnahmen einen Korrelationskoeffizienten zwischen den Ordinationsintervallen und der prozentualen Ähnlichkeit von  $r = 0,589$  mit einer Signifikanz von  $P \leq 0,01\%$ . Der Zusammenhang zwischen Ordination und Ähnlichkeit der Aufnahmen ist also gesichert, sodaß die Graphik (Abb. 2) ohne Zweifel interpretiert werden kann.

Aus der graphischen Darstellung der Ordination lassen sich vier Gruppen abgrenzen (vgl. Abb. 2 und 3 a-c), wobei die drei wichtigsten Gruppen nach den dominierenden Arten benannt werden können:



- |   |        |
|---|--------|
| A – <i>Asplenium ruta-muraria</i> - Gesellschaft  | △      |
| C – <i>Cymbalaria muralis</i> - Gesellschaft  | □      |
| P – <i>Parietaria judaica</i> - Gesellschaft  | ○      |
| A-C – <i>Asplenium ruta-muraria</i> - Gesellschaft<br>mit <i>Cymbalaria muralis</i>                                 | △<br>□ |
| P-A – <i>Parietaria judaica</i> - Gesellschaft mit<br><i>Asplenium ruta-muraria</i>                                 | ○<br>● |
| C-P – Durchdringung von <i>Cymbalaria muralis</i> -<br>Gesellschaft und <i>Parietaria judaica</i> -<br>Gesellschaft | ●<br>■ |

Abb. 2: Indirekte zweidimensionale Ordination der 58 Aufnahmen von Pflanzengesellschaften der Mauerfugen am Niederrhein. Die Ziffern an den Ordinationspunkten sind identisch mit den Aufnahme-Nr. in Tab. 1.

1. die am häufigsten anzutreffende *Asplenium ruta-muraria*-Gruppe (A),
2. die *Cymbalaria muralis*-Gruppe (C) und
3. die *Parietaria judaica*-Gruppe (P).

Alle Gruppen weisen Überschneidungen untereinander auf (A-C; P-A; C-P), in denen jeweils zwei der drei namensgebenden Arten gemeinsam vorkommen.

Als vierte Gruppe lassen sich Aufnahmen der *Asplenium ruta-muraria*- und *Cymbalaria muralis*-Übergangsgruppe abgrenzen, in denen keine der beiden Arten einen Deckungsgrad über 1 aufweist, also dominant wird. Hierbei handelt es sich entweder um Neubesiedlungen von Mau-

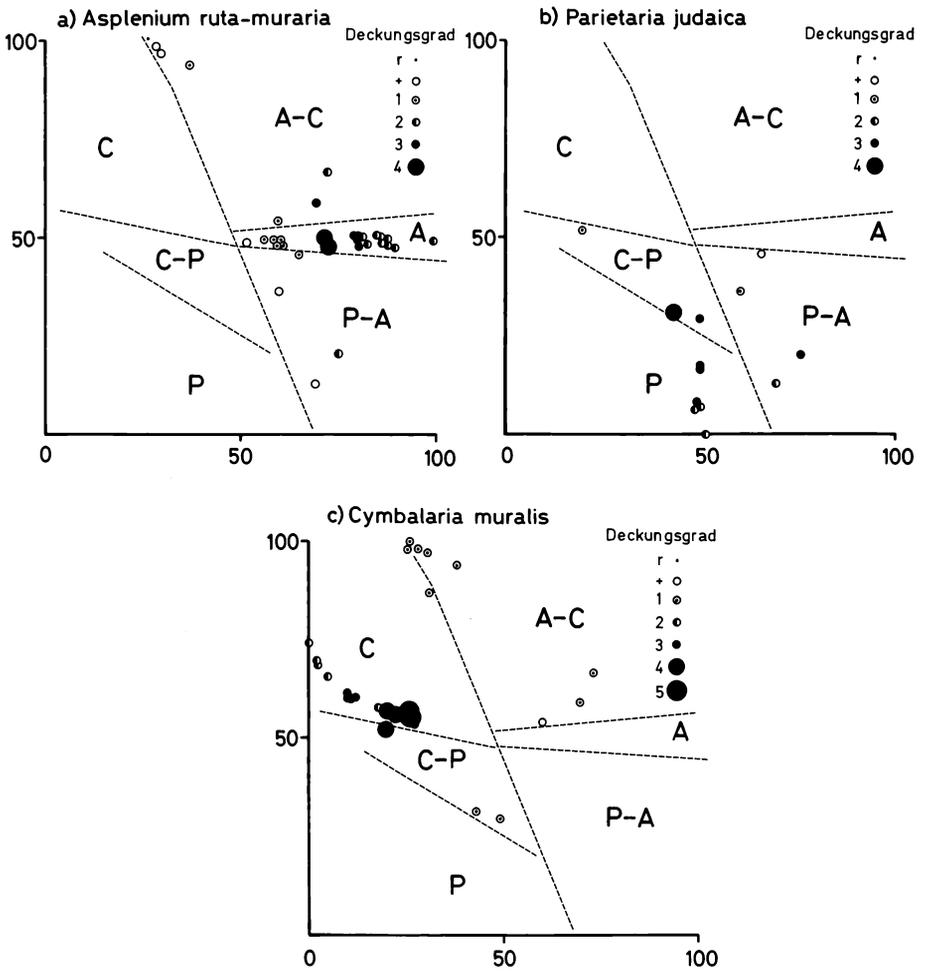


Abb. 3: Verteilung der drei typischen Arten der Pflanzengesellschaften der Mauerfugen (a: *Asplenium ruta-muraria*, b: *Parietaria judaica*, c: *Cymbalaria muralis*) der 58 Aufnahmen in dem Ordination-Diagramm wie in Abb. 2 unter Berücksichtigung der Deckungsgrade.

ern oder durch Eingriffe des Menschen gestörte Bestände, z.B. durch Restaurierung. Sie werden sich möglicherweise in den nächsten Jahren zu Dominanzbeständen von *Asplenium ruta-muraria* oder *Cymbalaria muralis* entwickeln.

Aus den Ergebnissen der Ordination ist zu schließen, daß drei verschiedene Gesellschaften vorhanden sind, die sich im Untersuchungsgebiet gegenseitig überschneiden und aufgrund ihrer fragmentarischen Ausbildungen nicht als Assoziationen, sondern neutral als „Gesellschaften“ bezeichnet werden sollten.

### 1.2 Die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft

Die Mauerrauten-Flur ist die häufigste Gesellschaft in Mauerfugen am Niederrhein. Sie ist von artenarmen Beständen mit Dominanz von *Asplenium ruta-muraria* und einigen Moosen bis hin zu relativ artenreichen Beständen mit Beimengungen von Ruderalarten ausgebildet (Tab. 1). Die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft wird zusätzlich neben der namengebenden Art durch *Asplenium trichomanes* charakterisiert.

Im Vergleich mit den beiden *Parietarietea*-Gesellschaften zeigt die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft die höchste Präsenz vom gelegentlich eingestreuten krautigen *Quercus-Fagetum*-Arten und die größte Vielfalt an Moosarten (Tab. 1).

Nanophanerophyten sind nur selten anzutreffen und wenn, dann sind es nur die anspruchslosen Arten *Betula pubescens*, *Betula pendula* und *Taxus baccata*. Erschwert wird eine syntaxonomische Zuordnung der Bestände, wenn neben *Asplenium ruta-muraria* auch *Cymbalaria muralis* oder *Parietaria judaica*, beides Kennarten eigener Gesellschaften, vorkommen (Tab. 1).

### 1.3 Die *Cymbalaria muralis*-Gesellschaft

Die *Cymbalaria*-Gesellschaft und die *Asplenium*-Gesellschaft haben bezüglich der Artenzusammensetzung die größten Ähnlichkeiten. Sie durchdringen sich, obwohl sie Vertreter zweier Klassen sind, am stärksten (Tab. 1). Von einigen Autoren wird deshalb auch eine Subassoziation *Asplenietum trichomano-rutae-murariae cymbalarietosum* beschrieben (vgl. OBERDORFER 1977), die laut OBERDORFER (1977) zum oligotrophen *Asplenietum* vermittelt, während des *Cymbalarietum muralis* feuchte und stickstoffreiche Mauerlagen besiedeln soll.

Es ist zu beobachten, daß in der *Cymbalaria*-Gesellschaft im Vergleich zur *Asplenium*-Gesellschaft die Häufigkeit der *Quercus-Fagetum*-Arten und der Moose abnimmt. In der *Parietaria*-Gesellschaft setzt sich dieser Trend fort. Dort sind nur noch einzelne holzige Vertreter der Arten der Laubwälder und verwandter Gesellschaften anzutreffen, und auch die Zahl der Moose hat abgenommen. Auch bezüglich der Zahl der vorkommenden Ruderalarten und ihrer Stetigkeit nimmt diese Gesellschaft eine Zwischenstellung zwischen der *Asplenium*-Gesellschaft und der an Ruderalarten reicheren *Parietaria*-Gesellschaft ein.

### 1.4 Die *Parietaria judaica*-Gesellschaft

Die *Parietaria*-Gesellschaft zeichnet sich im Vergleich zu den beiden anderen Gesellschaften durch eine höhere Vielfalt an Ruderalarten insbesondere der *Chenopodietea* und *Artemisietea* aus.

Weiterhin ist auch die Vielfalt an Vertretern zwergstrauchförmig wachsender, anspruchsvollerer Arten größer als in der *Asplenium*- und der *Cymbalaria*-Gesellschaft. Nur an diesen Standorten ist ein merklicher Baumjungwuchs beobachtet worden.

### 1.5 Vergleich mit Aufnahmen anderer Autoren

Die weiteste Verbreitung in Mitteleuropa weist die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft auf (SEGAL 1969). Die *Parietaria judaica*-Gesellschaft tritt mit zunehmender Kontinentalität des Klimas zurück. Sie kommt im winterkalten Klima Mittel- und Osteuropas nicht mehr vor (SEGAL 1969). Diese Gesellschaft wird von Autoren, die Gebiete der DDR (HILBIG & REICHHOFF 1977), Berlins (GRAF 1986), Böhmens (JEHLIK 1986) und Polens (ANIOL-KWIATKOWSKA 1974) bearbeitet haben, nicht mehr beschrieben. Dagegen dringt *Cymbalaria muralis* weiter in den Osten vor. HILBIG & REICHHOFF (1977) beschreiben ein *Cymbalarietum* in der DDR und auch ANIOL-KWIATKOWSKA (1974) führt Aufnahmen mit *Cymbalaria muralis* und *Asplenium ruta-muraria* für Mauern in Städten Polens an (Tab. 2).

Über das Untersuchungsgebiet am Niederrhein hinaus, zeigt die Übersichtstabelle (Tab. 2), daß die gegenseitige Durchdringung der Gesellschaften für einen Großteil der in der Literatur belegten Aufnahmen aus Europa zutrifft. Auch die Artenarmut der Bestände der Mauerfugen-Gesellschaften ist kein Charakteristikum für den planaren und nördlich gelegenen Niederrhein, sondern ist für den größten Teil aller Aufnahmen in Tab. 2 charakteristisch. Die höhere Vielfalt und Stetigkeit an *Quercus-Fagetum*-Arten in der *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft ebenso wie die der *Artemisietea* und *Chenopodietea* in den *Cymbalaria muralis*- und *Parietaria judaica*-Gesellschaften ist ebenfalls aus der Tab. 2 abzulesen. Aufgrund des unterschiedlichen Bearbeitungsstandes der Tabellen verschiedener Autoren, insbesondere bei der Berücksichtigung der vorkommenden Moosarten, ist diesbezüglich keine klare Aussage möglich.

## 2. Verbreitungsbiologie

Zur Einschätzung der Verbreitungsbiologie wurden die Angaben von MÜLLER-SCHNEIDER (1986) herangezogen. Die Farne wurden diesbezüglich als Windverbreiter eingestuft. Moose wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Für jede Aufnahme wurde der Anteil der Hauptverbreitungstypen (Anemo-, Zoo-, Hemero-, Auto- und Hydrochorie) errechnet. Lagen für eine Art Nennungen mehrerer Verbreitungstypen vor, wurden diese Mehrfachnennungen anteilig berücksichtigt. Die relativen Anteile wurden für die drei Gesellschaften gemittelt (Abb. 4).

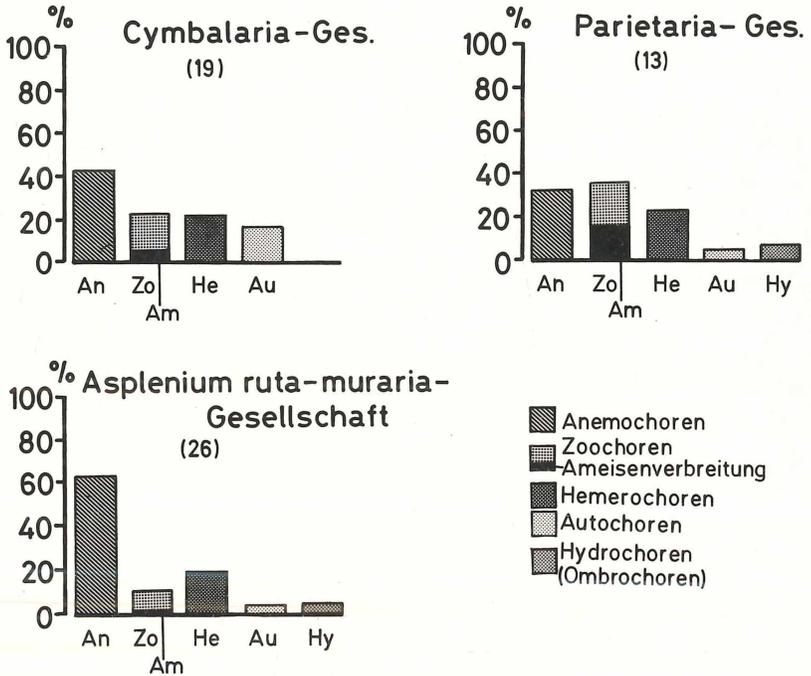


Abb. 4: Prozentuale Angabe der Verbreitungstypen (nach MÜLLER-SCHNEIDER 1986) aller Gefäßpflanzen in den Aufnahmen der Pflanzengesellschaften der Mauerfugen am Niederrhein. Bei Angabe mehrerer Verbreitungstypen gehen die genannten Verbreitungstypen anteilig in die Berechnung ein, die nur die Präsenz der Gefäßpflanzen berücksichtigt.

Allen Gesellschaften ist ein relativ hoher Anteil an Arten, die durch menschlichen Einfluß verbreitet werden (hemerochore), gemeinsam (Abb. 4). Der Anteil an hydrochoren Arten ist unbedeutend; er umfaßt zudem nur Arten, die Regen zur Verbreitung benötigen (ombrochore). Autochore Arten haben nur einen erwähnenswerten Anteil in der *Cymbalaria*-Gesellschaft. Zu dieser Häufigkeit trägt vor allem das stete Vorkommen von *Cymbalaria muralis* selbst bei, weil sie sich autochor vermehren kann, indem sie ihre Samenkapseln nach der Blüte negativ phototrop in die Mauerfugen absenkt, wo diese sich dann öffnen und die Samen freigeben.

Die *Parietaria*-Gesellschaften (*Cymbalaria*- und *Parietaria*-Gesellschaft) besitzen einen wesentlich höheren Anteil an zoochoren Arten, wobei der Anteil der Arten, die durch Ameisen verbreitet werden (myrmekochore), in der *Parietaria*-Gesellschaft am größten ist.

Die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft zeichnet sich im Vergleich zu den anderen Mauerfugen-Gesellschaften durch den höchsten Anteil an anemochoren Arten aus. Dies mag in ihrem

Farnreichtum begründet sein. Zoochorie, Autochorie und Hydrochorie spielen nur eine untergeordnete Rolle.

### 3. Standortbedingungen

Alle drei Gesellschaften sind in erster Linie auf alten mit Kalkmörtel gefügten Ziegelstein-Mauern angesiedelt. Basaltstein-Beimischungen spielen nur im Fundamentbereich der Mauern eine Rolle. Nachfragen ergaben, daß die jüngsten Ziegelstein-Mauern mit gut entwickelter Vegetation um die Zeit des zweiten Weltkrieges gebaut worden sind. Auch einige vorhandene Naturstein-Mauern, z.B. aus Sandstein, sind vergleichbar alt, die meisten sind allerdings um die Jahrhundertwende oder wesentlich früher erstellt worden und wesentlich seltener anzutreffen als Ziegelstein-Mauern. Auffällig ist, daß die *Parietaria judaica*-Gesellschaft fast ausschließlich auf alten Gemäuern, die im Mittelalter gebaut wurden, zu finden ist, während die beiden anderen Gesellschaften auch auf jüngeren Mauern, die um die Jahrhundertwende und später entstanden sind, vorkommen.

Als chemische Standortfaktoren, die vermutlich einen Einfluß auf die Artenzusammensetzung besitzen, wurde der pH-Wert in  $\text{CaCl}_2$ -Suspension, der organische Kohlenstoff-Gehalt als Maß für die Humusbildung und der mineralische Stickstoff-Gehalt des durchwurzelten Fugenmaterials untersucht.

Die flächenhafte Anordnung der Aufnahmen durch die Ordination, die sich aus der Artenzusammensetzung und -Mächtigkeit ergibt, stellt eine geeignete Möglichkeit dar, die Beziehungen der Gesellschaften zu den Standortfaktoren darzustellen. Dabei stellte sich heraus, daß der pH-Wert, der zwischen Werten von 5,5 und 9,5 variiert und dessen größte Häufigkeit zwischen pH 7 und 8 anzutreffen war (sehr schwach bis stark alkalisch), keinen steilen Gradienten aufweist und keinen differenzierenden Einfluß in der Ausprägung der Gesellschaften zu erkennen gibt (Abb. 5). Die hohen pH-Werte in den Mauerfugen werden durch den großen Kalkgehalt verursacht und lassen eine gute Basenversorgung, jedoch eine geringe Verfügbarkeit an Spurenelementen vermuten.

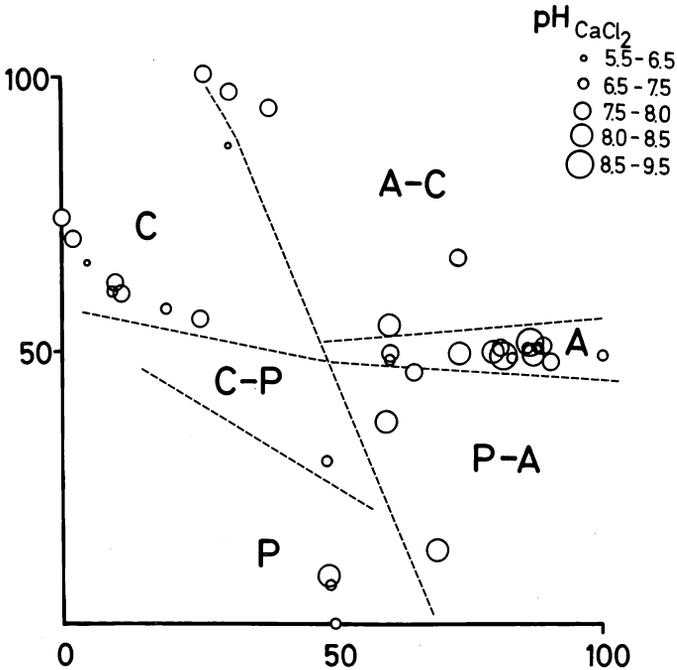


Abb. 5: Verteilung der  $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ -Werte des Mauerfugensubstrates von 36 ausgewählten Standorten in dem Ordinations-Diagramm wie in Abb. 2.

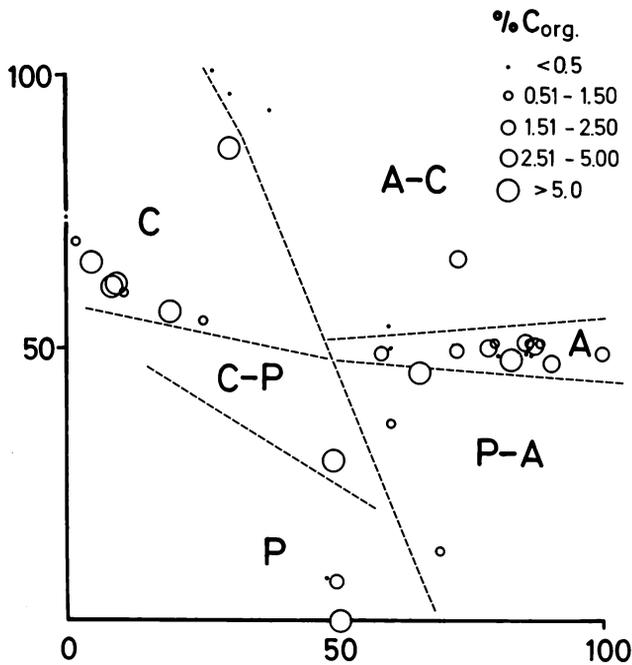


Abb. 6: Verteilung der Gehalte an organischem Kohlenstoff des Mauerfugensubstrates von 36 ausgewählten Standorten in dem Ordinations-Diagramm wie in Abb. 2

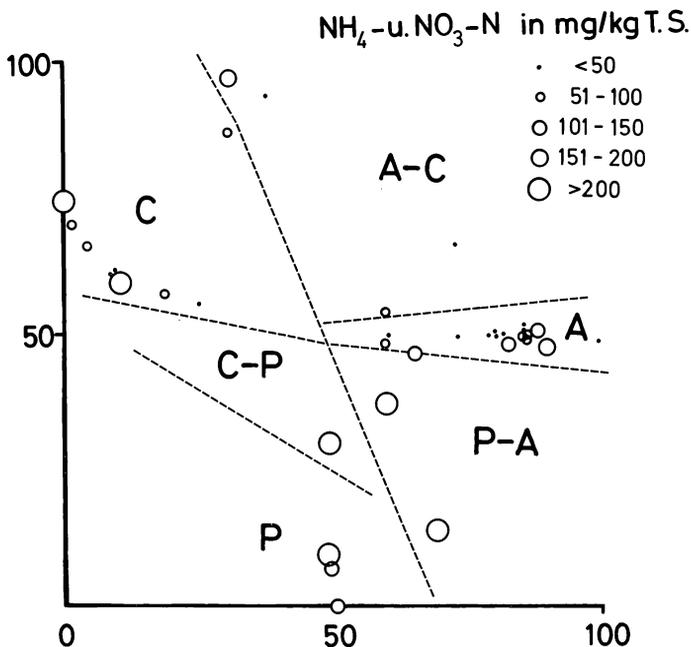


Abb. 7: Verteilung der Summe der austauschbaren Gehalte an Ammonium- (NH<sub>4</sub>-N) und Nitrat-Stickstoff (NO<sub>3</sub>-N), in mg N/kg Trockensubstrat, des Mauerfugensubstrates von 36 ausgewählten Standorten in dem Ordinations-Diagramm wie in Abb. 2.

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff schwankt zwischen 0,1 und 9,7% und weist damit einen großen Gradienten auf. Erstaunlicherweise ist das durchwurzelte Substrat in den meisten Fällen als schwach- bzw. mittel-humos zu bezeichnen (Gehalt an organischer Substanz zwischen 1 und 4%, vgl. Abb. 6). Aber auch hier läßt sich kein differenzierender Einfluß auf die Ausprägung der Gesellschaften erkennen, außer daß die vierte Gruppe, die Aufnahmen von neubesiedelten Mauern oder durch Restaurierung gestörte Bestände repräsentiert, besonders niedrige organische Kohlenstoffgehalte aufweist (Abb. 6). In diesen Fällen ist die Substratbildung (Mörtelverwitterung und Humusbildung) noch nicht weit fortgeschritten oder durch Neuverfugung unterbrochen worden.

Der Gehalt an mineralischem Stickstoff in den Mauerfugen hat jedoch einen großen differenzierenden Einfluß auf die Ausbildung der Gesellschaften. Er weist in den untersuchten Beständen einen weiten Gradienten von 20 bis 850 mg N/kg Trockensubstanz auf. Dabei dominiert immer der Nitratgehalt. Die Ammoniumgehalte liegen stets unter 20 mg NH<sub>4</sub>-N/kg Trockensubstanz. Im Mauerfugensubstrat, welches von der *Parietaria*-Gesellschaft und ihren Übergängen besiedelt wird, treten hohe mineralische N-Gehalte gehäuft auf, während im Fugenmaterial, das von der *Asplenium*-Gesellschaft besiedelt wird, nur niedrigere Konzentrationen nachzuweisen sind (Abb. 7). Die *Cymbalaria*-Gesellschaft wächst sowohl an nitratreichen wie auch -armen Standorten. Im Substrat der *Parietaria*-Gesellschaften und auch in zwei *Cymbalaria*-Beständen wurden Konzentrationen von mehr als 200 mg N/kg Trockensubstanz gemessen. Verglichen mit anderen Pflanzengesellschaften sind dies Konzentrationen, die unter natürlichen Bedingungen nicht auftreten und nur in vom Menschen bewirtschafteten Flächen direkt nach einer Düngung kurzfristig erreicht werden. Dies ist ein Hinweis für den extremen Stickstoff-Reichtum der *Parietaria*-Gesellschaft.

Die hohen Konzentrationen werden in erster Linie durch Nitrifikation von organischem, stickstoffhaltigem Material im Mauerwerk entstanden sein. Vermutlich sind die hohen Nitratgehalte in den Mauerfugen nur zu einem geringen Teil direkt mit dem Kalkmörtel eingebracht worden. Denn sonst müßten auch in den Fugen von Mauern, die gleichzeitig erbaut wurden, aber aufgrund anderer Exposition von der *Asplenium*-Gesellschaft besiedelt werden (Abb. 8 und 9), hohe Stickstoffgehalte aufzufinden sind.

Die Beobachtung, daß stickstoffreiches Mauerfugensubstrat besonders häufig in Mauern zu finden ist, die im Mittelalter erbaut wurden, führen zu der Annahme, daß menschliche Nutzungen der Wände (Stallwände, defekte oder undichte Abwasserleitungen) zu diesem hohen Nitratgehalt in den Mauerfugen geführt haben können. Denn es ist bekannt, daß mikrobielle Umsetzung von organischen Abwässern (Fäkalien, Jauche) in feuchtem Mauerwerk zur Bildung von Calciumnitrat (Mauersalpeter) führt. Dieses stark hygroskopische weiße Salz kristallisiert besonders häufig an Stallwänden aus. Noch im 19. Jahrhundert bestanden Verordnungen, daß Bauern den von Stallwänden abgekratzten Mauersalpeter in „Salpetersiedereien“ abliefern mußten, wo durch Umsatz mit Pottasche Kalisalpeter zur Herstellung von Schwarzpulver gewonnen wurde (CUNY 1968).

Da mikroklimatische Untersuchungen nicht möglich waren, sollen klimatische Standortfaktoren anhand der Exposition der untersuchten Mauern diskutiert werden. Bezüglich der Exposition sind west- und ost-exponierte Mauern gleichermaßen von allen Gesellschaften besiedelt. Jedoch sind die *Parietaria*- und *Cymbalaria*-Gesellschaften im Untersuchungsgebiet nie an nordwärts gewandten Mauern zu finden, die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft nie an südwärts exponierten Mauern (Abb. 8). Dies zeigt sich auch an einer Karte der Vorkommen der Mauerfugen Gesellschaften in der mittelalterlichen Zollfeste Zons am Niederrhein (Abb. 9), wo an gleichen Mauern nördlich exponiert *Asplenium ruta-muraria* und südlich exponiert *Parietaria judaica* dominiert.

Südlich exponierte Mauern weisen an Strahlungstagen im Jahreslauf ein gleichmäßigeres und wärmeres Temperaturregime auf als ost-, west- oder nord-exponierte Mauern. Im Frühjahr und Herbst erhält eine Südwand eine höhere Einstrahlung als im Sommer. Im Sommer dagegen ist die Einstrahlung geringer, da der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen bei hochstehender Sonne im Sommer viel geringer ist als im Herbst und Winter (VAN EIMERN & HÄCKEL 1979). Deshalb sind die Temperaturen an Strahlungstagen an der Südwand verhältnismäßig

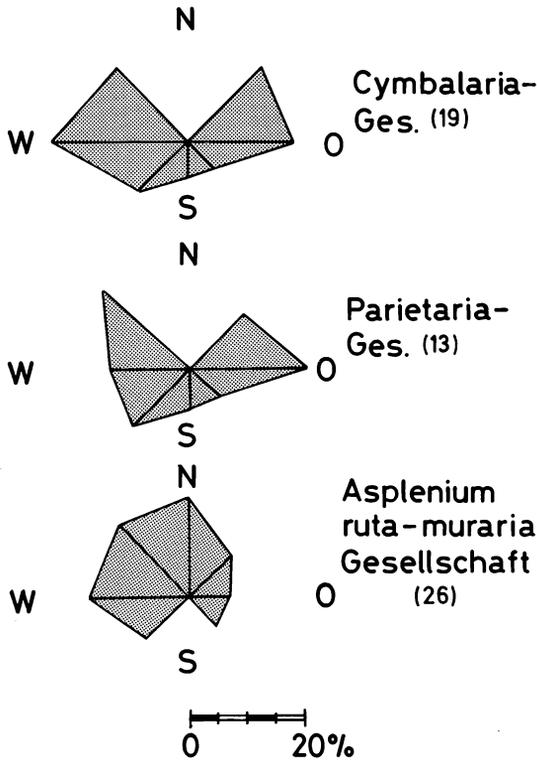


Abb. 8: Exposition der besiedelten Mauerstandorte am Niederrhein. In den jeweiligen Himmelsrichtungen sind die prozentualen Anteile der Vorkommen der unterschiedlichen Pflanzengesellschaften der Mauerfugen aufgetragen.

niedriger als im Frühjahr und Herbst. Die Südwand müsste im Winter noch stärker bestrahlt sein, weil die dann tiefstehende Sonne steil auf die Südwand auftrifft. Bei dem längeren Weg der Strahlung durch die Atmosphäre geht aber viel Strahlungsenergie verloren. Eine Südwand weist deshalb im Sommer niedrigere Maximal- und im Winter höhere Minimal-Temperaturen auf als anders exponierte Mauern. Dadurch wird auch verständlich, warum sich an süd-exponierten Standorten besonders wärmeliebende Arten der mediterranen Florenelemente auch in nördlicheren Klimaten behaupten können.

Ost- und West-Wände erhalten beide den gleichen Strahlungsgenuß, die eine Wand jedoch am Vormittag, die andere am Nachmittag mit maximaler Einstrahlung im Sommer und minimaler im Winter (VAN EIMERN & HÄCKEL 1979). Diese Expositionen werden von allen drei Gesellschaften mit gleich großer Häufigkeit besiedelt, nur die *Asplenium ruta-muraria*-Gesellschaft tritt bei östlicher Exposition zurück.

Nordwände, die im Untersuchungsgebiet ausschließlich von der *Asplenium*-Gesellschaft besiedelt werden, erhalten nur im Sommer, und zwar frühmorgens und spätabends, eine schwache, direkte Sonnenbestrahlung und ansonsten nur diffuses Licht (VAN EIMERN & HÄCKEL 1979).

Einstrahlung, Temperatur-Haushalt und Wasserhaushalt stehen in engem Zusammenhang mit der Exposition der Mauerstandorte. Stark besonnte Flächen trocknen wesentlich schneller aus als nord-exponierte Mauern. Da die Regenmassen im Untersuchungsgebiet vorwiegend durch westliche, nordwestliche oder südwestliche Winde herangeführt werden, erhalten Wände

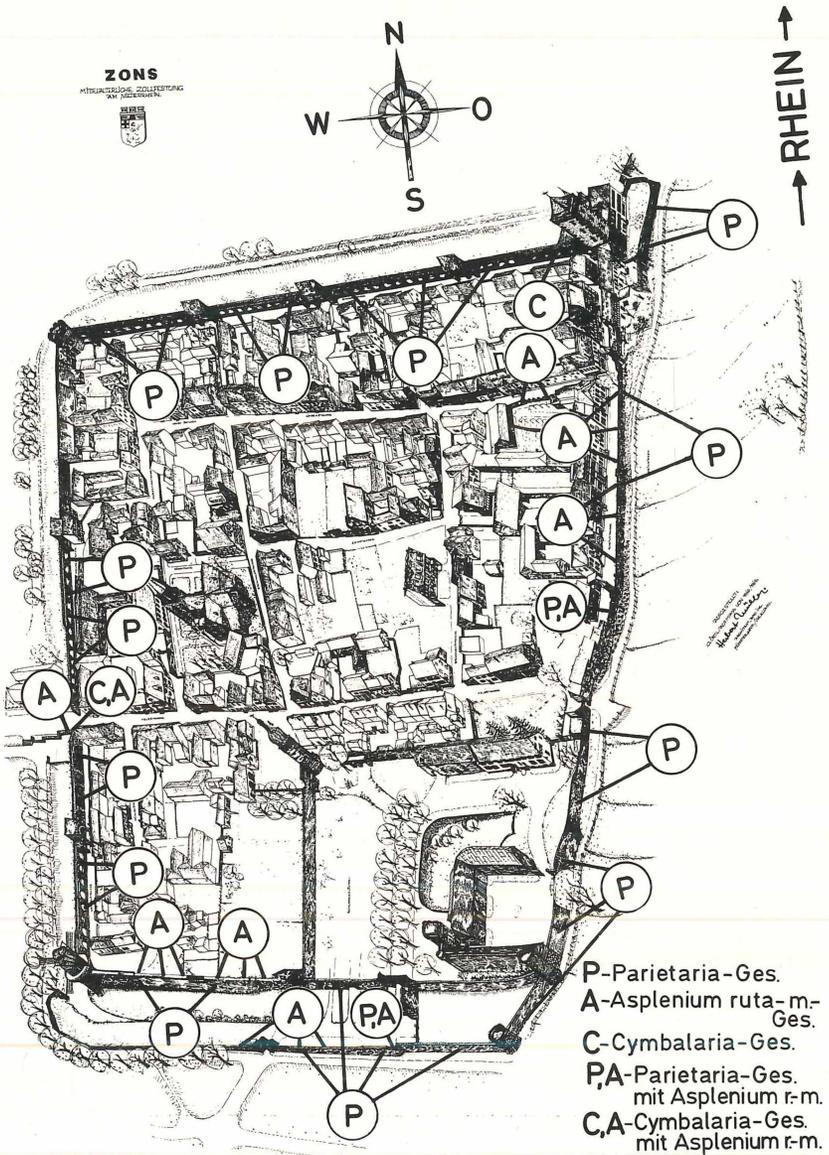


Abb. 9: Verbreitung der typischen Pflanzengesellschaften der Mauerfugen in der mittelalterlichen Zollfeste Zons (Ortsteil der Stadt Dormagen).

der gleichen Exposition bei Regen besonders viel Niederschlagswasser und sind deshalb neben den Nordwänden die feuchtesten Standorte. Die am häufigsten besiedelten Expositionen, die klimatisch und vom Wasserhaushalt auch die besten Lebensvoraussetzungen für Mauerfugen-Vegetation bieten, sind deshalb die Richtungen Nordwest, West, Südwest. Die besser an trockene Bedingungen angepaßten und wärmeliebenderen Zimbelkraut- und Glaskraut-Gesellschaften besiedeln auch Nordost- und Ost-Expositionen, während die Mauerrautenflur auch auf den kühlen luftfeuchten Nordwänden für sie günstige Lebensbedingungen antrifft.

## Gefährdung

Über Jahrhunderte haben Mauerpflanzen das historische Bild von Stadt-, Brücken-, Kai- und Friedhofsmauern sowie von Burg- und Klosteranlagen geprägt, wie dies heute teilweise noch im Mittelmeergebiet zu sehen ist (vgl. OBERDORFER 1975). In den Städten und Dörfern der Bundesrepublik sind wir dabei, alte Mauern zu sanieren oder abzureißen. Deshalb müssen die Standorte für Mauerfugen-Gesellschaften durchweg als gefährdet angesehen werden (GÖDDE 1987b). Neben Abriß und Sanierung sind die Ursachen der Gefährdung: Restaurierung, Feuchte-Isolation, Verputz, chemische Säuberungsaktionen, die Verwendung von verwitterungsresistenten Zementmörtel bei Restaurierung und Verfüugung alter Mauern und die Verhinderung der Neubesiedlung durch die Summe aller Beeinträchtigungen und die damit verbundene Isolierung der letzten Restpopulationen.

Während beim althergebrachten mechanischen Reinigen der Mauern die Pflanzenarten oft schon nach einiger Zeit zur Wiederansiedlung bzw. zum Neuaustrieb gelangen konnten, sind moderne Methoden der Restaurierung, wie Reinigung durch Sandstrahlgebläse in Verbindung mit dem Einsatz von Säure und Herbiziden so drastisch, daß eine Neubesiedlung unmöglich wird.

Selbst mächtige Stadtmauern, die vom Wuchs krautiger Mauervegetation nicht geschädigt werden können, werden heute systematisch gereinigt, teilweise mit Herbiziden bearbeitet, und selbst Moos- und Flechtenbewuchs werden abgekratzt. Kommt es zu Totsäuberungsaktionen, z.B. bei der Restaurierung einer gesamten Burg- oder Stadtmauer-Anlage, so wird mit der Vernichtung des gesamten Samenreservoirs die Wiederansiedlung fast vollständig vereitelt. Dabei würde es vollauf ausreichen, den gelegentlich aufkommenden Baumkeimlingen beizukommen, obwohl auch sie nur selten das Keimlingsstadium überdauern, weil die verfügbaren Nährstoffe im durchwurzelten Substrat und die Wasserverfügbarkeit ihren Ansprüchen in der Regel nicht genügt. Auch die Ansicht, daß Mauern durch Mauerpflanzen feucht werden, ist eine weitverbreitete Fehleinschätzung. Mauerpflanzen besiedeln nur die Mauern, die schon vorher feucht waren.

So ist der Mensch, der erst außerhalb der natürlichen Felsstandorte die Ausbreitung der Mauerfugen und Felsspaltenpflanzen ermöglicht hat, mittlerweile der ärgste Feind dieser eigenümlichen Vegetation (vgl. BRANDES 1981, DIERSSEN 1983, WITTIG & WITTIG 1986).

Der Erhalt alter Mauern und die Förderung der Besiedlung neu angelegter Mauern, z.B. durch zementfreien Mörtel oder die gezielte Anlage von Keimbetten, sollte ein wichtiger Bestandteil des Biotop- und Artenschutzes in der Stadt sein bzw. werden (GÖDDE 1987 b).

Die chemischen Untersuchungen wurden im Botanischen Institut der Universität Düsseldorf, Abteilung Geobotanik, durchgeführt. Herrn Prof. Dr. R. WITTIG danken wir für sein Interesse und die Förderung dieser Arbeit. Für die Bestimmung der Moose danken wir Frau Dr. A. SCHAEPE, Berlin. Herrn Dr. E. FOERSTER, Kleve, danken wir für die Bestimmung von *Polypodium interjetum*.

## Literatur

- ANIOL-KWIATKOWSKA, J. (1974): Flora Zbiorowiska Synantropijne Legnicy, Lublina i Polkowic. — Acta Univ. Wratisl. Prace Bot. 19: 1—152.
- BORNKAMM, R. (1974): Die Unkrautvegetation im Bereich der Stadt Köln. 1. Die Pflanzengesellschaften. — Decheniana 126: 267—306.
- BRANDES, D. (1979): Die Ruderalgesellschaften Osttirols. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 21: 31—47.
- (1980): Die Ruderalvegetation des Kreises Kehlheim. — Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 39: 203—234.
- (1981): Über einige Ruderalpflanzengesellschaften von Verkehrsanlagen im Kölner Raum. — Decheniana 134: 49—60.
- (1982): Die synanthrope Vegetation der Stadt Wolfenbüttel. — Braunschweiger Naturk. Schr. 1: 419—449.
- (1987): Zur Ruderal- und Saumvegetation des Luxemburger Gutlandes. — Decheniana 140: 1—10.

- , BRANDES, E. (1981): Ruderal- und Saumgesellschaften des Etschtals zwischen Bozen und Rovereto. – *Tuexenia* 1: 99–134.
- BRAY, R.J., CURTIS, J.T. (1957): An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. – *Ecol. Monog.* 27: 325–349.
- BREMNER, J.M., KEENEY, D.R. (1965): Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. – *Anal. Chim. Acta* 32: 485–495.
- CUNY (1968): Chemie – (Hermann Schroedel Verlag) Hannover, 6. Aufl., 352 S.
- DIERSSEN, K. (1983): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schriftenreihe Landesamt Naturschutz u. Landschaftspflege 6, 159 S.
- DÜLL, R. (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (NRW). – *Decheniana*, Beih. 24, 365 S.
- EHRENDORFER, F. (Hrsg.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – (Fischer Verlag) Stuttgart, New York, 2. Aufl., 318 S.
- FROST, D. (1986): Untersuchungen zur spontanen Vegetation im Stadtgebiet von Regensburg. – *Hoppea*, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 44: 5–83.
- FORSTNER, W. (1983): Ruderale Vegetation in Ost-Österreich. Teil 1. – *Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmus.* 2: 19–133.
- GÖDDE, M. (1986): Vergleichende Untersuchung der Ruderalvegetation der Großstädte Düsseldorf, Essen und Münster. – Herausgegeben vom Oberstadtdirektor der Landeshauptstadt Düsseldorf; Garten-, Friedhofs- und Forstamt, 273 S. und Anhang.
- (1987 a): Die Stadt als Gegenstand vegetationskundlicher Erkundung. – *Geogr. Rundschau* 39: 254–259.
- (1987 b): Hilfsprogramm für Mauerpflanzen. – *Naturschutz praktisch. Beiträge zum Artenschutzprogramm NW (Recklinghausen)* 73: 4 S.
- GÖRS, S. (1966): Die Pflanzengesellschaften der Rebhänge am Spitzberg. – *Natur u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ.* 3: 476–534.
- GOODALL, D.W. (1973): Sample similarity and species correlation. – In: WHITTAKER, R.H. (ed.): *Ordination and classification of communities.* – *Handbook Veg. Sci.* V: 105–156.
- GRAF, A. (1986): Flora und Vegetation der Friedhöfe in Berlin (West). – *Verh. Berliner Bot. Ver.* 5: 1–210.
- GRIMBACH, N. (1987): Floristische Untersuchung der alten Stadtmauern von Zons. – *Der Niederrhein (Krefeld)* 54: 161–171.
- HILBIG, W., REICHHOFF, L. (1977): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. XIII. Die Vegetation der Fels- und Mauerspalten des Steinschuttes und der Kalkstein-Pionierstandorte. – *Hercynia N.F.* 14: 21–46.
- HÖPPNER, H. (1913): Flora des Niederrheins. – (Verlag Heinrich Halsmann) Krefeld, 3. Aufl., 333 S.
- JEHLIK, V. (1986): The Vegetation of railways in Northern Bohemia (Eastern Part). – *Vegetace CSSR A* 14, Prag, 366 S.
- KOHL, A. (1986): Die spontane Vegetation in verschiedenen Quartiertypen der Stadt Freiburg i. Br. – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.* 76: 135–191.
- LIENENBECKER, H. (1971): Die Pflanzengesellschaften im Raum Bielefeld-Halle. – *Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld u. Umgegend* 20: 67–170.
- LÖTSCHERT, W. (1984): Mauerfugen-Gesellschaften im Hohen Westerwald – ein synökologischer Beitrag. – *Tuexenia* 4: 39–44.
- MUELLER-DOMBOIS, D., ELLENBERG, H. (1974): *Aims and methods of vegetation ecology.* – (Wiley & Sons), New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 547 S.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1986): Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stftg. Rübel, Zürich*, 85: 263 S.
- OBERDORFER, E. (1975): Die Mauerfugen-Vegetation Siziliens. – *Phytocoenologia* 2: 146–153.
- (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. – (Fischer Verlag) Stuttgart, New York 2. Aufl., 311 S.
- SCHIRMER, H. (1976): Deutscher Planungsatlas Band I: NRW, Lieferung 7: Klimadaten. – (Hermann Schroedel Verlag) Hannover, 22 S. und 4 Karten.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.P. (1966): *Bodenkundliches Praktikum.* – (Parey Verlag) Hamburg, Berlin, 209 S.
- SCHUHMACHER, W. (1977): Flora und Vegetation der Sötenicher Kalkmulde (Eifel). – *Decheniana*, Beih. 19, 199 S.
- SEGAL, S. (1969): *Ecological Notes on Wall Vegetation.* – (Junk Publ.) The Hague, 325 S.
- SPRINGER, S. (1985): Spontane Vegetation in München. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 56: 103–142.
- TÜXEN, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwest-Deutschlands. – *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. in Niedersachsen* 3: 1–170.

- VAN EIMERN, J., HÄCKEL, H. (1979): Wetter- und Klimakunde. – (Ulmer Verlag) Stuttgart, 3. Aufl., 269 S.
- WHITTAKER, R.H., GAUCH, H.G. (1973): Evaluation of ordination techniques. – In: WHITTAKER, R.H. (ed.): Ordination and classification of communities. – Handbook Veg. Sci. V: 287–321.
- WILMANN, O., BRUN-HOOL, J. (1982): Plant communities of human settlements in Ireland. – J. Life Sci. Roy. Dubl. Soc. 3: 79–80.
- WITTIG, R., WITTIG, M. (1986): Spontane Dorfvegetation in Westfalen. – Decheniana 139: 99–122.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Willy Werner  
Universität Trier, Fachbereich III/Geobotanik  
Postfach 38 25  
D-5500 Trier

Dr. Michael Gödde  
Untere Landschaftsbehörde Düsseldorf, Stadtverwaltung Amt 68/8  
Kaiserswerther Str. 390  
D-4000 Düsseldorf 1

Norbert Grimbach  
Wilhelm-Busch-Straße 57  
D-4047 Dormagen 5 (Zons)

