

# Ökologie, Verbreitung und Gesellschaftsanschluß ausgewählter Eiszeitrelikte (*Cardaminopsis petraea*, *Draba aizoides*, *Saxifraga decipiens*, *Arabis alpina* und *Asplenium viride*) in der Pegnitzalb

Von A. Hemp, Bayreuth

## Zusammenfassung

Gegenstand vorliegender Untersuchung sind Verbreitung, Vorkommen und die ökologischen Ansprüche der 5 Eiszeitrelikte *Cardaminopsis petraea*, *Draba aizoides*, *Saxifraga decipiens*, *Arabis alpina* und *Asplenium viride* in einem Teil der Nördlichen Frankenalb. Besonderes Augenmerk gilt den Lichtverhältnissen, die mit Expositions- und Lichtmessungen nach der Methode FRIEND (1961) in den Hauptlebensräumen der Untersuchungsobjekte (Asplenio-Cystopteridetum, Asplenietum trichomanae-rutae-murariae und *Cardaminopsis petraea*) dokumentiert werden. *Asplenium viride* erweist sich als die schattentoleranteste Felspflanze, gefolgt von *Arabis alpina*. Mit *Saxifraga decipiens* beginnt die Reihe der lichtliebenden Arten. *Cardaminopsis petraea* zeigt, was das Lichtbedürfnis angeht, die größte Spannweite und kommt von schattigen bis zu voll besonnten Standorten vor. Die Hauptvorkommen liegen im Halbschatten unter Kiefern, hierin ähnelt sie in ihren Ansprüchen *Saxifraga decipiens*. *Draba aizoides* schließlich ist im Untersuchungsgebiet als ausgesprochen heliophil zu bezeichnen. Die Lichtansprüche der untersuchten Arten weichen mehr oder minder stark von den bei ELLENBERG (1991) als Anhaltspunkt gegebenen Zeigerwerten ab. Im Falle von *Cardaminopsis petraea* wird eine Korrektur des Licht-Zeigerwertes angeregt. Durch Landschaftsveränderungen und den in den letzten Jahren sprunghaft angestiegenen Klettersport sind die behandelten Arten ernsthaft in Gefahr geraten, so daß in den meisten Fällen eine Anpassung des Rote-Liste-Status an die neue Situation erforderlich erscheint.

## Summary

Distribution, ecological parameters and localities of the five glacial relicts *Cardaminopsis petraea*, *Draba aizoides*, *Saxifraga decipiens*, *Arabis alpina* and *Asplenium viride* are investigated in a part of the northern Frankenalb. Of special interest are the light conditions predominating in the habitats of the species (Asplenio-Cystopteridetum, Asplenietum trichomanae-rutae-murariae and *Cardaminopsis petraea*) which were documented by exposition and light measurements following the method described by FRIEND (1961). The most shade tolerating species is the fern *Asplenium viride*, closely followed by *Arabis alpina*. *Saxifraga decipiens* leads to the more light demanding species. A wide amplitude concerning the light conditions shows *Cardaminopsis petraea*, which was found in shady as well as in sunny localities. However, optimum conditions are realized for this species in the semishade of pines. Thus, in this respect *Cardaminopsis petraea* resembles in its requirements *Saxifraga decipiens*. The most heliophilic species in the investigated area proved to be *Draba aizoides*. The light requirements of the analyzed species differ more or less widely from the indicator values given by ELLENBERG (1991). For *Cardaminopsis petraea* a correction of the light value is recommended. Serious endangering of the investigated species specially in the last few years results from environmental changes and an extreme increase of sport climbing. In most cases a change of the red list status seems necessary.

## 1. Ziel der Arbeit

Eine der interessantesten pflanzengeographischen Fragen der Frankenalb ist die Verbreitung arktisch- bzw. nordisch-alpiner Reliktarten. Besonders gilt dies für das auffällige Verbreitungsmuster einer Pflanze, die geradezu als Charakterart der Nördlichen Frankenalb gelten kann: *Cardaminopsis petraea*. Wieso kommt diese Vertreterin der Felsflora nur in einigen Gegenden, da aber beinahe massenhaft vor, weshalb schließen sich *Cardaminopsis* und die ähnliche Lebensräume besiedelnde *Draba aizoides* in weiten Teilen der Alb aus? Wie sind im Vergleich hierzu die Areale der Eiszeitrelikte *Saxifraga decipiens*, *Arabis alpina* und *Asplenium viride* zu interpretieren?

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zur Klärung dieser Fragen mit Hilfe von Licht- und Expositions-messungen beizutragen, wobei gleichzeitig auch die drei Felspaltengesellschaften *Cardaminopsis*

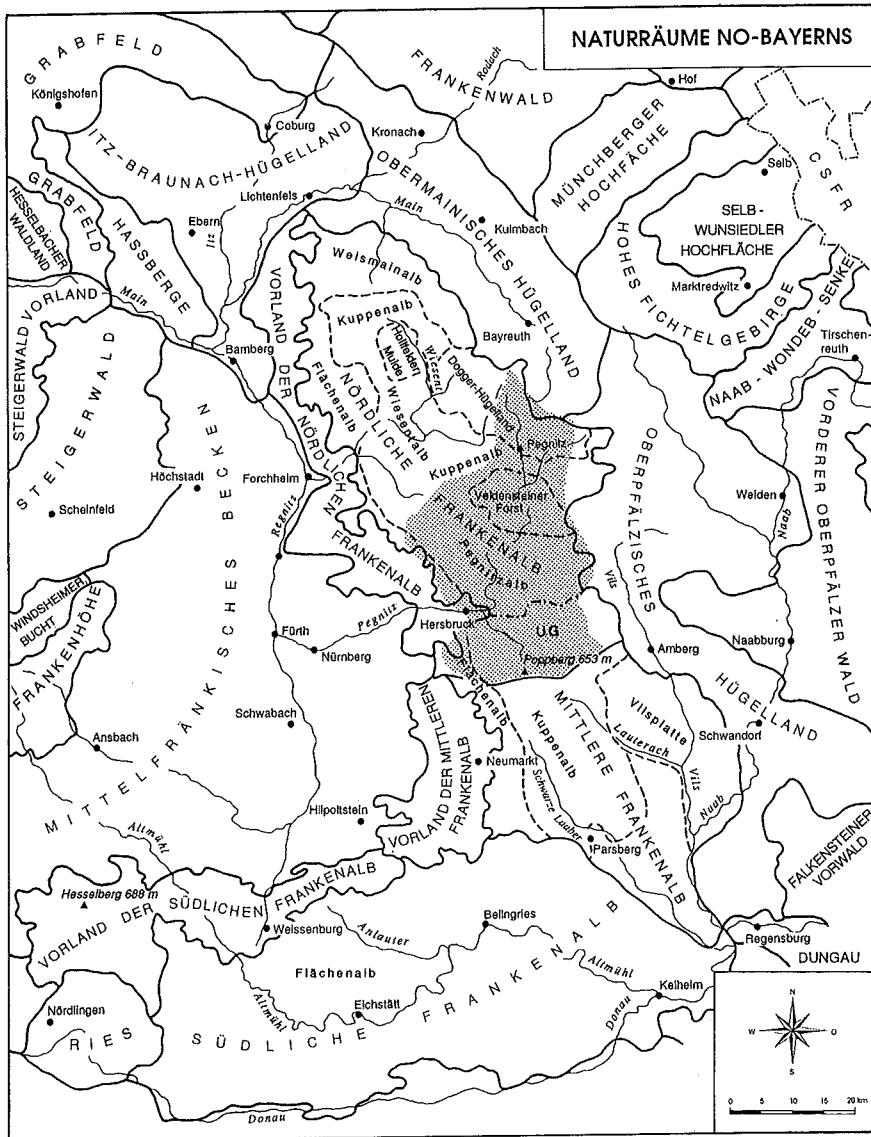


Abb. 1: Naturräume Nordost-Bayerns unter besonderer Berücksichtigung der Fränkischen Alb (nach MÜLLER-HOHENSTEIN 1971, TICHY 1989, verändert). Gerasterte Fläche: Untersuchungsgebiet.

petraeae, *Asplenium trichomanum-rutae-murariae* und *Asplenium-Cystopteridetum fragilis* als Hauptlebensraum dieser Arten in die Untersuchung mit einbezogen werden sollen. Neben diesen ökologischen Gesichtspunkten gilt es, das soziologische Verhalten zu analysieren und die aktuelle Verbreitungssituation in der Pegnitzalb zu dokumentieren.

Ein entscheidender Gesichtspunkt bei der Auswahl der untersuchten Arten war die Tatsache, daß diese pflanzengeographisch besonders interessante Gruppe, die über Jahrtausende weitab ihrer heutigen arktischen bzw. alpiden Hauptverbreitungsgebiete an den Felsen der Pegnitzalb ungestört überdauern konnte, in unserer Zeit durch Landschaftsveränderungen und den in den letzten Jahren sprunghaft angestiegenen Klettersport ernsthaft gefährdet ist.

Daher soll die vorliegende Untersuchung auch als Argumentationshilfe und Grundlage für Schutz- und Pflegemaßnahmen dienen.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Der Untersuchungsraum umfaßt das Einzugsgebiet der Pegnitz im Bereich Fränkischen Alb<sup>1</sup> (Abb. 1). Dieses Gebiet, die Pegnitzalb, erstreckt sich über rund 900 qkm. Die Abgrenzung ist Abb. 2 zu entnehmen.

Verwaltungspolitisch gehört der Norden und Westen des Untersuchungsgebietes zu Oberfranken (Landkreis Bayreuth und Forchheim), der Nordosten und Osten zum Regierungsbezirk Oberpfalz (Landkreis Amberg-Sulzbach und Neustadt a.d. Waldnaab), der mittlere und südliche Teil, der die größten Flächen umfaßt, zu Mittelfranken (Landkreis Nürnberger Land).

Der überwiegende Teil der Pegnitzalb liegt zwischen 450m und 550m NN. Die höchsten Erhebungen der Pegnitzalb und - nach dem Hesselberg - der gesamten Frankenalb sind der Poppberg (653m NN) und der Kappersberg (651m NN) an der Südgrenze bei Alfeld und der Ossinger (650m NN) bei Königstein an der Ostgrenze des Untersuchungsgebietes.

Am geologischen Aufbau der Pegnitzalb beteiligen sich Gesteine der Jura- und Kreidezeit. Schichten des Lias und des Unteren Doggers (Opalinuston) bilden das Albvorland, Mittlerer und Oberer Dogger (Eisensandstein und Ornatenton) sowie Unterer Malm den Albanstieg und den Albrauf mit zwei Steilstufen. Die Albhochfläche schließlich besteht aus Malmkalken und -dolomiten sowie stellenweise aus kreidezeitlichen und quartären Überdeckungen (vgl. Verbreitungskarte von *Cardaminopsis petraea*, Abb. 8).

Als Besonderheit der Pegnitzalb beherrschen, abgesehen von der Kreidemulde des Veldensteiner Forstes, die prägnanten Riffe des Frankendolomites das Landschaftsbild der Hochfläche („Kuppenalb“), eine Flächenalb fehlt weitgehend (vgl. hierzu HEMP 1996a).

Die Jahresmitteltemperatur liegt nach KNOCH 1952 (Periode 1891-1930) im größten Teil der Pegnitzalb bei 7-8°C, die Zahl der Tage mit einer Mindesttemperatur von 10°C, also die Vegetationszeit, bei 140-150 Tagen. Die mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur von 18,5-19°C verleiht dem Untersuchungsgebiet eine leicht kontinentale Tönung. Die meisten Gegenden erhalten 800-850mm Niederschlag.

## 3. Methoden

### 3.1. Expositionsmessungen, Vegetationsaufnahmen

Die Auswahl der Probestellen erfolgte nach pflanzensoziologischen Kriterien (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964). Insgesamt wurden über 500 Bestände aufgesucht, an denen ich die für die vorliegende Untersuchung besonders aussagekräftigen Parameter Exposition, Hangneigung, Beschattungsart und stichprobenhaft die Populationsgröße notierte. Von den untersuchten Felspaltengesellschaften wurden zudem 108 Vegetationsaufnahmen nach der Methode BRAUN-BLANQUET (1964) angefertigt, die aus den Jahren 1989 bis 1994 stammen. Die Größe der Probestellen beträgt in der Regel 4-9 qm.

Um ein möglichst genaues Abbild der natürlichen Gegebenheiten hinsichtlich der Häufigkeit bestimmter Expositionen oder Beschattungsarten zu erhalten, wurden bei freistehenden Riffen alle Seiten gleichmäßig untersucht, bei Talabschnitten beide Talseiten.

Durch Kalamitäten (Wind- oder Schneebruch) oder forstliche Eingriffe freigestellte Felspartien blieben von der Untersuchung ausgeklammert, um sicherzugehen, daß die vorgefundene Felsvegetation die standörtlichen Gegebenheiten widerspiegelt und um Sukzessionserscheinungen auszuschließen. Es fanden also nur solche Standorte Berücksichtigung, die offensichtlich mindestens über mehrere Jahrzehnte in ihren Lichtverhältnissen weitgehend unverändert geblieben waren.

Durch Vergleich mit den Ergebnissen der Lichtmessungen (s.u.) läßt sich eine grobe Zuordnung verschiedener Lage- und Beschattungsverhältnisse zu bestimmten Lichtintensitätsstufen vornehmen (Abb. 4, Tab. 5 im Anhang). Auf diese Weise können Rückschlüsse auf die vorherrschenden Lichtbedingungen gezogen werden.

### 3.2 Lichtmessungen

Die Durchführung der Lichtmessungen erfolgte mit Ozalid-Papier (Lichtpauspapier) nach der von FRIEND (1961) entwickelten und von WASNER (1976) modifizierten Methode. Dieses Verfahren bietet die

<sup>1</sup> Aus pflanzengeographischen und geomorphologischen Gesichtspunkten ist eine Trennung von Nördlicher und Mittlerer Frankenalb an der Südgrenze der Pegnitzalb sinnvoller als an der Engstelle der Alb zwischen Hersbruck und Sulzbach-Rosenberg (vgl. Thorn 1960). Die Pegnitzalb gehört somit ausschließlich zur Nördlichen Frankenalb (Hemp 1995).

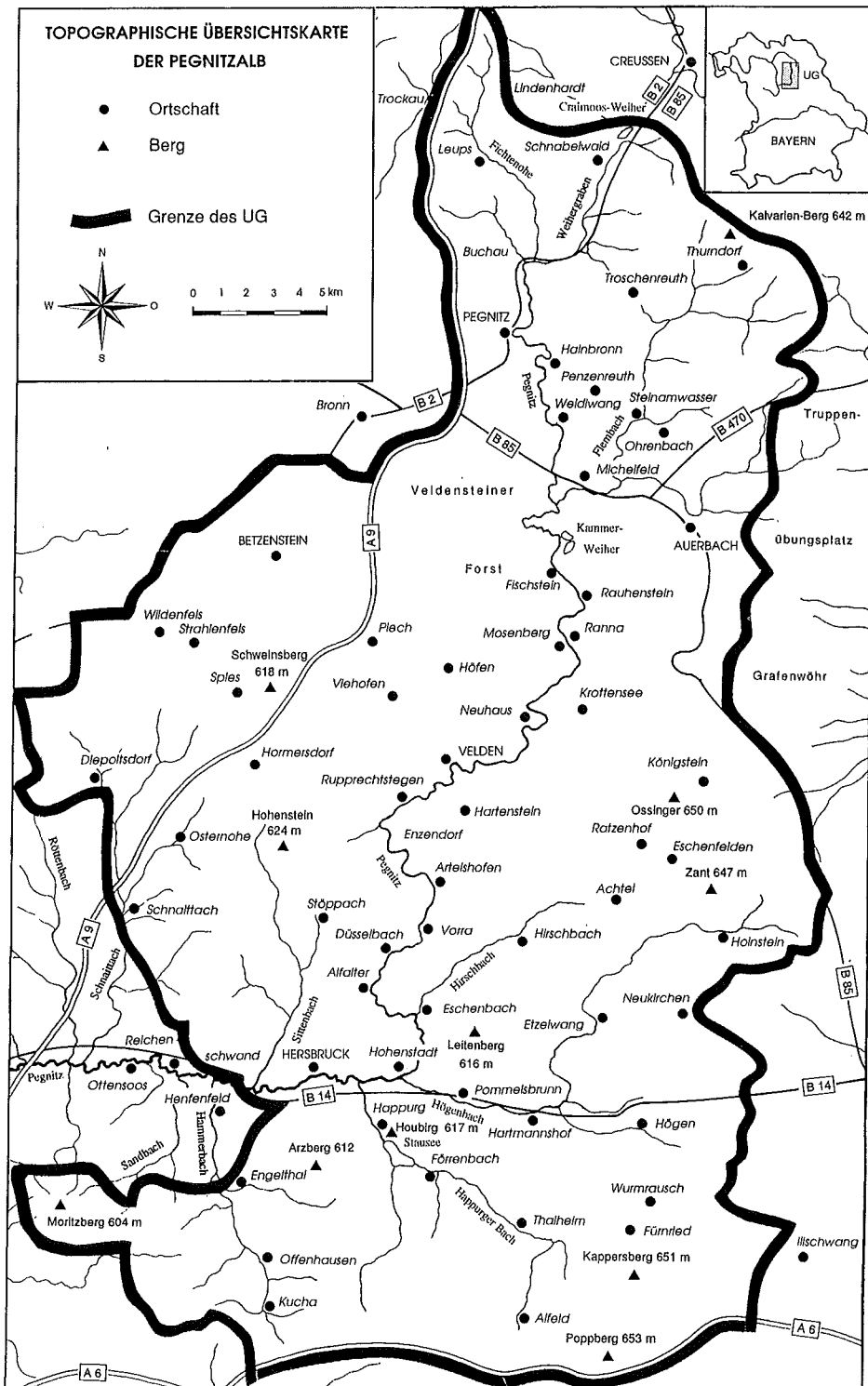


Abb. 2: Topographische Übersichtskarte der Pegnitzalb.

Möglichkeit, vergleichsweise einfach den integralen Lichtgenuß einer Fläche quantitativ zu erfassen. Andere Verfahren, etwa mit photographischen Horizontmessungen den relativen Lichtgenuß zu errechnen, wie dies beispielsweise WITTY (1988) für eine ähnliche Fragestellung tat, sind dagegen wesentlich aufwendiger.

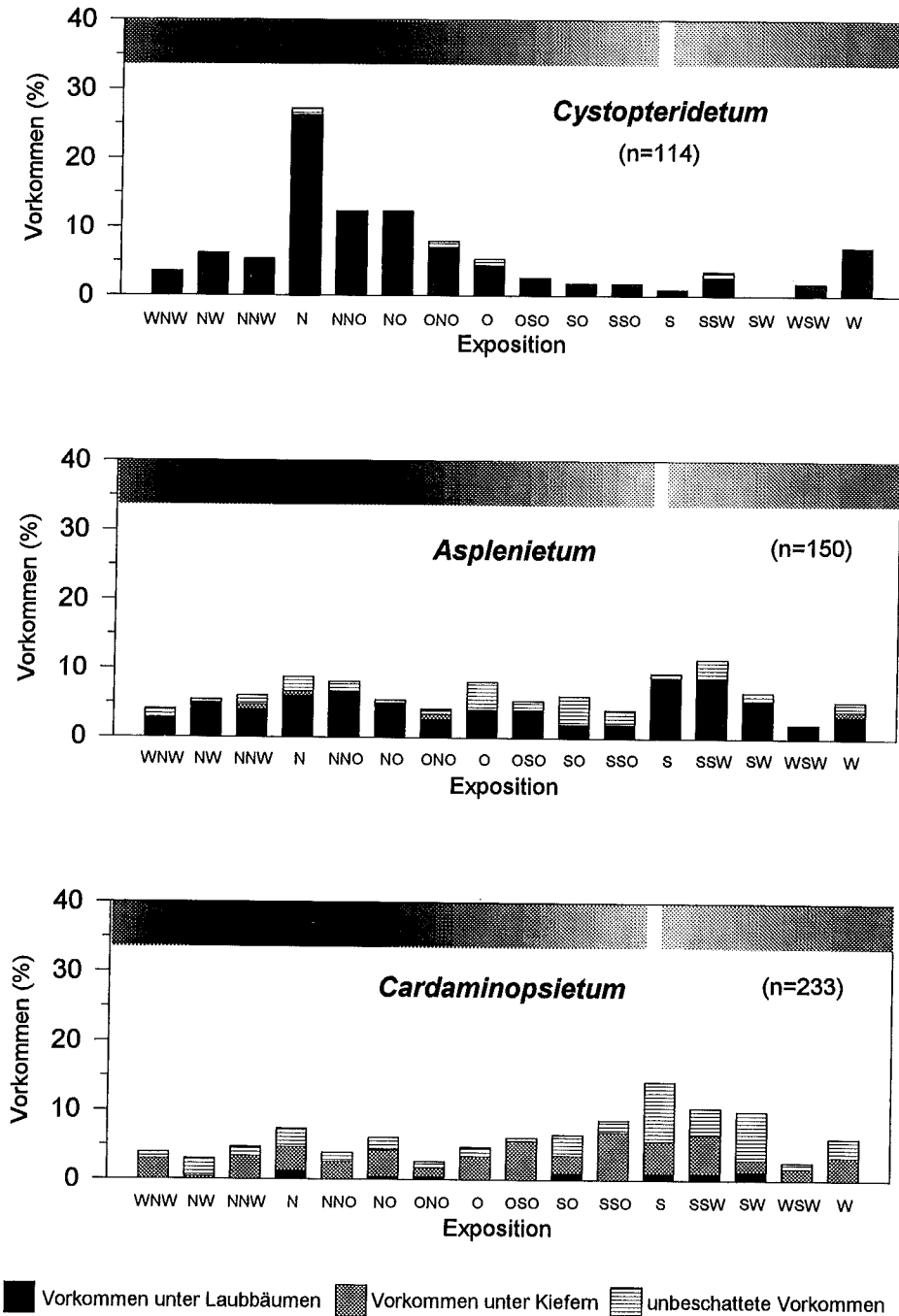


Abb. 3: Exposition und Beschattungsart von *Cystopteridetum*, *Asplenietum* und *Cardaminopsietum*.

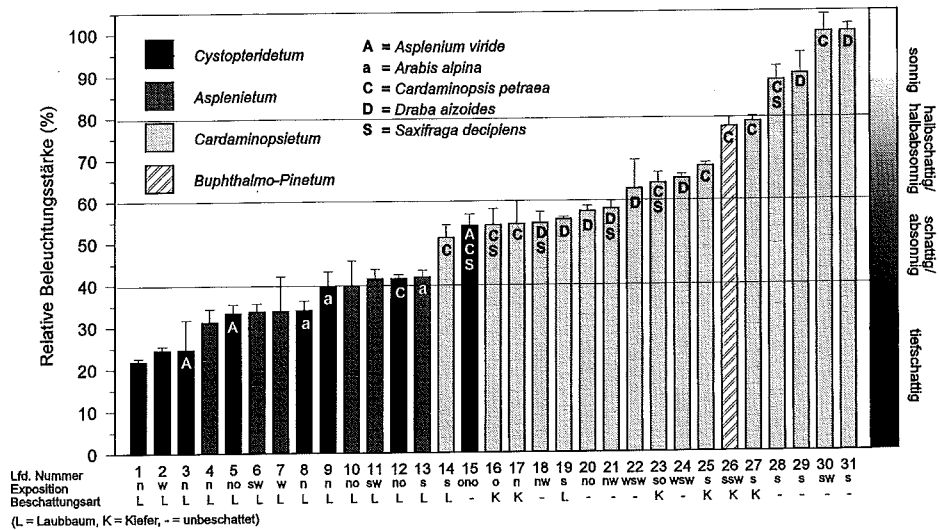
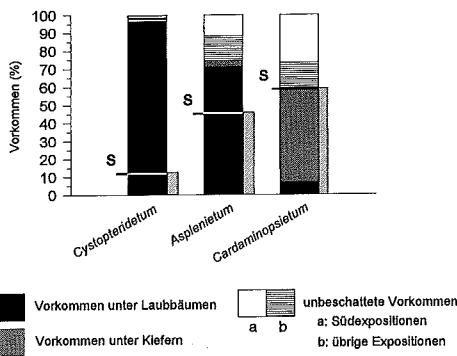


Abb. 4: Relative Beleuchtungsstärke an den untersuchten Standorten.

Für die Lichtmessung wurden Stapel von je 10 Ozalidblättchen (Lichtpauspapier Sepia HT der Firma Hoechst AG) mit einer Heftklammer so gebündelt und von unten lichtdicht abgeklebt, daß die lichtempfindliche Schicht des Papiers nach oben zeigte. Diese Stapel wurden in Schnappdeckelgläschen gesteckt, am 5.10.1994 nach Beginn der Dunkelheit ausgelegt (zur Befestigung am Fels diente Knete) und in der Nacht vom 6. 10. auf den 7. 10. wieder eingesammelt, dunkel gelagert und am 7. 10. entwickelt. Auf diese Weise fand der Lichteinfall eines ganzen Tages seinen Niederschlag. Der Laubfall hatte zu diesem Zeitpunkt noch nicht begonnen. Die Lagebeschreibungen der Probestellen sind im Anhang zu finden.

Vorversuche hatten gezeigt, daß Expositionsunterschiede bei Sonnenlicht wesentlich deutlicher hervortreten als bei diffusen Lichtverhältnissen. Daher wurden die Messungen bei sonnigem, wolkenlosem Wetter durchgeführt. Vergleiche mit der bei ELLENBERG (1991) zu den Licht-Zeigerwerten angegebenen relativen Beleuchtungsstärke sind daher nicht möglich.

Beschattungsart der untersuchten Gesellschaften



S Anteil von Südexpositionen (WSW-OSO) aller Beschattungsarten am Gesamtvorkommen

Abb. 5: Beschattungsart der untersuchten Gesellschaften.

Spannweite der relativen Beleuchtungsstärke an den Standorten des Cystopteridetum, Asplenietum und Cardaminopsietum

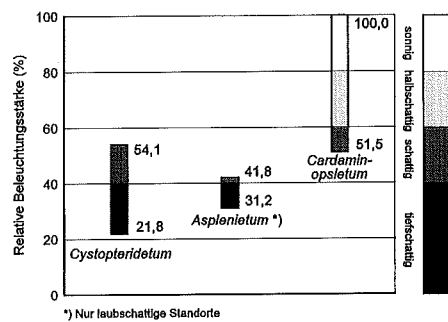


Abb. 6: Spannweite der relativen Beleuchtungsstärke an den Standorten des Cystopteridetum, Asplenietum und Cardaminopsietum.

Ziel bei der Durchführung der Lichtmessungen war es, mit einer durch die knappe Zeit einer Nacht begrenzten Zahl von Probestellen die gesamte Standortamplitude der Arten und Gesellschaften zu dokumentieren. Daher galt es hierbei, schwerpunktmäßig die Extremsituationen zu erfassen. Diese unterschiedlichen Zielsetzungen der Expositions- und Lichtmessungen sind bei der Interpretation der jeweiligen Ergebnisse zu berücksichtigen (s.u.).

Die Werte der zwei Probestellen mit der höchsten, gemessenen Lichteinstrahlung wurden als Maximalwert in Abb. 4 und Tab. 5 gleich 100 % Lichtintensität gesetzt und die übrigen gemessenen Werte als „relative Beleuchtungsstärke, relativer Lichtgenuß“ hierzu in Beziehung gebracht. Bei den beiden Probestellen handelt es sich um die südwestexponierten Gipfel des Rothenfels und des Zankelsteines, zwei der höchsten Felsen der Pegnitzalb. Die Probeflächen sind nach ihrer zunehmenden Helligkeit angeordnet. Ziel bei der Auswahl der Probeflächen war es, möglichst die gesamte Standortamplitude der Arten und Assoziationen zu erfassen (s.o.). Die Häufung einer Art bei einer bestimmten Lichtintensität sagt daher nicht unbedingt etwas über ihre Häufigkeit in natura unter diesen Lichtbedingungen aus.

Um bei der Charakterisierung der Standortansprüche eine grobe Orientierung zu ermöglichen, wurden die in Abb. 4 nach zunehmender Beleuchtungsstärke aufgereihten Probeflächen 4 Lichtintensitätsstufen zugeordnet (Tab. 1):

Tabelle 1: Vorherrschende Expositionen und Beschattungsarten der vier Lichtintensitätsstufen

Lichtintensitätsstufe	Relative	Exposition	Beschattungsart
sonnig	>80-100%	SW-S-SO	frei
halbschattig/halbabsonnig	>60-80%	SW-S-SO; W, O Kiefern; frei	
schattig/absonnig	>40-60%	SW-S-SO; NW-N-NO	Laubbäume, Fichten; Kiefern, frei
tiefschattig	bis 40%	W-N-O	Laubbäume

Es handelt sich hierbei nur um eine Typisierung der Lichtverhältnisse, die andere kleinklimatische Faktoren, die beispielsweise schattige von absonnigen Standorten unterscheiden, außer acht läßt (vgl. THORN 1958). Selbstverständlich sind daneben auch weitere Gegebenheiten für die Lichtverhältnisse mitbestimmend, wie z.B. Ober- und Unterhanglage, die jedoch der Einfachheit halber hier unberücksichtigt bleiben sollen. Die Angaben zu Exposition und Beschattung der Probeflächen finden sich in Abb. 4 und Tab. 5 im Anhang.

In Abb. 6 und 21 schließlich ist die Spannweite der relativen Beleuchtungsstärke an den Standorten der einzelnen Arten und Assoziationen dargestellt.

### 3.3. Stetigkeitstabelle

In der Stetigkeitstabelle steht AC, VC, OC, KC für Assoziations-, Verbands-, Ordnungs-, Klassenkennart (Charakterart), D für Trennart (Differentialart).

Es bedeuten

- r = in weniger als 5% der Aufnahmen enthalten
- + = in > 5-10 % der Aufnahmen enthalten
- I = in > 10-20 % der Aufnahmen enthalten
- II = in > 20-40 % der Aufnahmen enthalten
- III = in > 40-60 % der Aufnahmen enthalten
- IV = in > 60-80 % der Aufnahmen enthalten
- V = in > 80-100 % der Aufnahmen enthalten.

Begleiter mit geringer Stetigkeit wurden weggelassen.

### 3.4. Verbreitungskarten, Auswertung alter Florenwerke

Die Verbreitungskarten - Ergebnis der Geländearbeit seit 1984 - wurden auf der Grundlage des Gauß-Krüger-Gitternetzes erstellt, dessen Koordinatenwerte im Kartenrahmen aller Meßtischblätter (= Topographische Karten 1 : 25000) eingetragen sind. Die sich ergebende Rastergröße von 1 qkm (was ca. 1‰ der Ausdehnung des Untersuchungsgebietes entspricht) ist besonders gut geeignet, Abhängigkeiten

# Stetigkeitstabelle der Felsspaltengesellschaften

a: *Cardaminopsietum petraeae*

b: *Asplenietum trichomano-rutae-murariae*

c: *Asplenio-Cystopteridetum*

GESELLSCHAFT	a	b	c
AUFNAHMEN PRO BLOCK	45	21	42

## AC+D CARDAMINOPSIETUM PETRAEAE

AC	<i>Cardaminopsis petraea</i>	IV	.	I
VC	<i>Draba aizoides</i>	II	.	.
	<i>Sesleria varia</i>	III	r	+
	<i>Festuca pallens</i>	II	.	.
	<i>Tortella tortuosa</i>	II	+	r
	<i>Tortula ruralis</i>	I	.	.
	<i>Ditrichum flexicaule</i>	I	.	.
	<i>Homalothecium lutescens</i>	I	.	+
	<i>Sedum album</i>	I	r	.
	<i>Poa compressa</i>	I	r	.

## D CARDAMINOPSIETUM PETRAEAE, ASPLENIETUM

OC	<i>Asplenium ruta-muraria</i>	IV	III	+
----	-------------------------------	----	-----	---

## D ASPLENIETUM, ASPLENIIO-CYSTOPTERIDETUM

	<i>Neckera complanata</i>	.	III	IV
	<i>Anomodon viticulosus</i>	+	II	II
	<i>Arabis alpina</i>	.	+	I

## AC+D ASPLENIIO-CYSTOPTERIDETUM

AC	<i>Cystopteris fragilis</i>	.	.	V
VC	<i>Asplenium viride</i>	.	.	II
	<i>Neckera crispa</i>	I	I	IV
	<i>Thamnobryum alopecurum</i>	.	r	IV
	<i>Geranium robertianum</i>	II	I	IV
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	.	.	III
	<i>Epilobium montanum</i>	r	+	III
	<i>Mycelis muralis</i>	I	I	III
	<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	III
	<i>Polypodium vulgare</i>	.	r	II
	<i>Fissidens cristatus</i>	r	.	II
	<i>Chelidonium majus</i>	+	.	II
	<i>Campanula trachelium</i>	.	I	II
	<i>Conocephalum conicum</i>	.	.	II
	<i>Gallium sylvaticum</i>	r	+	II
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	II
	<i>Lamiastrum montanum</i>	.	r	II
	<i>Plagiomnium undulatum</i>	.	.	II
	<i>Gymnocarpium robertianum</i>	.	.	I
	<i>Ctenidium molluscum</i>	r	.	I
	<i>Amblystegium juratzkanum</i>	.	.	I
	<i>Porella platyphylla</i>	+	+	I
	<i>Mnium marginatum</i>	.	.	I
	<i>Cirriphyllum crassinervium</i>	.	.	I
	<i>Moehringia trinervia</i>	.	.	I
	<i>Lamium maculatum</i>	.	.	I
	<i>Ribes alpinum</i>	r	r	I
	<i>Hylocomium splendens</i>	+	.	I
	<i>Festuca altissima</i>	.	r	I
	<i>Urtica dioica</i>	.	.	I

## KC+D ASPLENIETEA

KC	<i>Asplenium trichomanes</i>	IV	V	V
KC	<i>Saxifraga decipiens</i>	I	.	+
D	<i>Homalothecium sericeum</i>	III	IV	III

## BEGLEITER HÖHERER STETIGKEIT

	<i>Campanula rotundifolia</i>	III	I	II
	<i>Poa nemoralis</i>	I	II	I
	<i>Hieracium sylvaticum</i>	I	I	I
	<i>Taraxacum officinale</i> agg.	I	+	I
	<i>Mercurialis perennis</i>	I	.	I
	<i>Hypnum cupressiforme</i>	I	.	+



zwischen Pflanzenvorkommen und geologischen oder klimatischen Voraussetzungen scharf genug aufzuzeigen. Mit Hilfe der topographischen Karten und Höhenflurkarten 1 : 5000 ließen sich die meisten größeren Felsriffe im Gelände auffinden und daraufhin systematisch und gezielt untersuchen.

Um die Rückgangstendenzen der untersuchten Arten zu erkennen und dadurch ihre Gefährdung abzuschätzen, bietet sich ein Vergleich mit alten Fundortangaben an. Hierzu wurde die Flora von SCHWARZ (1897ff) herangezogen, daneben auch Angaben von VOLLMANN (1914). Einschränkend ist hierbei jedoch zu beachten, daß bei SCHWARZ bei weitem nicht alle Fundorte verzeichnet sind und daß Fundortangaben mitunter sehr allgemein und unscharf gehalten sind („zwischen Artelshofen und Königstein“=Lufflinie: 10 km!), wodurch bei der angestrebten Genauigkeit von 1 qkm eine sinnvolle Auswertung erschwert wird. Demgegenüber gestatten es die genaueren Angaben, bei einer Überprüfung eventuelle Arealverluste zu belegen. Daher wurde derartigen Fundorthinweisen in den meisten Fällen - sofern mir existierende Vorkommen nicht ohnehin schon bekannt waren - nachgegangen.

### 3.5. Nomenklatur

Der Vegetationsgliederung liegt im wesentlichen das System von OBERDORFER (1977, 1978, 1983, 1992) zugrunde. Die Benennung der Phanerogamen richtet sich in der Regel nach EHRENDORFER (1973), die der Moose nach FRAHM & FREY (1983). Die Nomenklatur der Flechten folgt WIRTH (1980).

## 4. Charakterisierung der untersuchten Felsspaltengesellschaften

Bevor die einzelnen Arten behandelt werden, bedarf es zunächst einer ökologischen Charakterisierung der für diese Arten besonders wichtigen Pflanzengesellschaften der Klasse Asplenieta. Auf die floristischen Unterschiede soll an anderer Stelle genauer eingegangen werden.

### 4.1. *Asplenio-Cystopteridetum fragilis* Oberd. (36) 49, Blasenfarngesellschaft

Das *Cystopteridetum* läßt sich von den übrigen im Gebiet vorkommenden Felsspaltengesellschaften ökologisch und floristisch am leichtesten abgrenzen. Es besiedelt v.a. (Luft-)feuchte, nordexponierte Lagen in Laub- und Fichtenwäldern (=tiefschattige Standorte, Abb. 3, 4, 5), und zwar vorzugsweise den Felsfuß (hier bei zunehmendem Feinerdeanteil in *Alliarion*-Gesellschaften übergehend) und die Mittelwandbereiche. 96,5% der untersuchten Bestände liegen in Laubwäldern (Tab. 2). Besonders geeignet sind leicht bis deutlich unter 90 Grad geneigte, reich strukturierte Felsflächen, die in den vollen Genuß des Regenwassers kommen und die nötige Feinerde aufweisen. Die oberen Wandbereiche der nordexponierten Felsen werden ebenso gemieden wie vor Regen- und Sickerwasser geschützte Partien unter Felsüberhängen, selbst wenn sie sich am Felsfuß befinden. Andererseits gedeiht die Blasenfarngesellschaft durchaus auch in südlichen Expositionen (12,3 % der untersuchten Bestände, Tab. 2), etwa an sickervasserfeuchten Felspartien, des weiteren in tief eingeschnittenen Schluchten und Felsenlabyrinthen oder Dolinen. Auch unbeschattete, absonnige Felsen dienen bei genügender Luftfeuchtigkeit (beispielsweise in Flußnähe, Probefläche 15 in Abb. 4) als Lebensraum - in diesem Fall können auch die Tiefschatten meidenden Pflanzen *Cardaminopsis petraea* und *Saxifraga decipiens* im *Cystopteridetum* auftreten. Die gesamte Spannweite der besiedelten Standorte reicht also von tiefschattig bis schattig/absonnig (relativer Lichtgenuß 21,8 % - 54,1 %, Abb. 4, 6).

Charakteristische Arten sind *Cystopteris fragilis*, *Asplenium viride* (selten), *Chrysosplenium alternifolium* und zahlreiche Moose, allen voran *Neckera crispa* und *Thamnobryum alopecurum* (vgl. Stetigkeitstabelle).

### 4.2. *Asplenietum trichomano-rutae-murariae* Kuhn 37, Tx. 37, Mauerrautenflur

Durch die Exposition klar vom *Cystopteridetum* getrennt sind das *Asplenietum* und *Cardaminopsietum*. Beide Felsspaltengesellschaften finden sich in allen Expositionen bei leichter Bevorzugung südlicher (45,3 % bzw. 58,4 %, Tab. 2, Abb. 3) Lagen. Das *Asplenietum* unterscheidet sich hierbei allerdings vom *Cardaminopsietum* im Beschattungsgrad: Alle untersuchten Bestände im Verbreitungsgebiet von *Cardaminopsis petraea* liegen in Laubwäldern. Offene oder durch Kiefern beschattete Felspartien tragen hier dagegen das *Cardaminopsietum*. In Gebieten, wo *Cardaminopsis* fehlt (vgl. Verbreitungskarte Abb. 8), ersetzt das *Asplenietum* das *Cardaminopsietum* und siedelt in diesem Fall auch auf unbeschatteten Standorten. Abb. 3 und 5 gibt die Verhältnisse im gesamten Untersuchungsgebiet wieder: Die Anteile von unbeschatteten und kiefernbeschatteten Vorkommen ergeben sich aus den vorgefundenen

Verhältnissen in *Cardaminopsis*-freien Teilgebieten. Insgesamt liegen 71,3 % der untersuchten Bestände in Laubwäldern (Tab. 2). In beschatteten Nordlagen beschränkt sich das Vorkommen des Asplenietum auf die oberen Felsbereiche und trockenen Partien unter Überhängen oder auf sehr glatte Felsflächen. Für den Wuchs von Gefäßpflanzen sind derartige Standorte unter Felsüberhängen sehr ungünstig und daher, abgesehen von Krustenflechten, nur sehr spärlich besiedelt: dunkel und trocken ermöglichen sie oft nur dem Braunstieligen Streifenfarn ein kärgliches Auskommen, während die Mauerraute aufgrund mangelnden Lichtes hier meist ausfällt. Die Spannweite der relativen Beleuchtungsstärke an den Standorten des Asplenietum umfaßt im *Cardaminopsis*-Verbreitungsgebiet (also an laubschattigen Wuchsorten) tiefschattige bis schattige Lagen (relativer Lichtgenuß 31,2%-41,8%, Abb. 4, 6). Die häufigste Standortsituation ist als „schattig“ zu bezeichnen, was west-, süd- bis ostexponierten Felsen in Laubwäldern entspricht (Abb. 3). Außerhalb des Siedlungsbereiches des *Cardaminopsietum* trifft man das Asplenietum auch auf sonnigen Standorten an.

Das Asplenietum läßt sich als Rumpfgesellschaft ohne eigene Charakterarten auffassen. Die Klassen- bzw. Ordnungscharakterarten *Asplenium trichomanes* und *A. ruta-muraria* sind hier häufig die einzigen Gefäßpflanzen, unter den Moosen treten besonders *Homalothecium sericeum*, *Neckera complanata* und *Anomodon viticulosus* hervor.

#### 4.3. *Cardaminopsietum petraeae* Thorn 58, Felsschaumkressenflur

Das *Cardaminopsietum* liegt in der Pegnitzalb in der *Cardaminopsis petraeae*- und der *Draba aizoides*-Vikariante vor. Zwar unterscheiden sich *Cardaminopsis* und *Draba* in ihren Lichtansprüchen (vgl. Kap. 5), und stellenweise treten beide Felspflanzen zusammen auf, in den meisten Fällen jedoch schließen sie sich (teils aus ökologischen, teils aus historischen Gründen) gegenseitig aus, was durch die Ausgliederung zweier Vikarianten zum Ausdruck gebracht werden kann.

Das *Cardaminopsietum* meidet im Gegensatz zu den beiden anderen Felsspaltengesellschaften stark beschattete Lagen (Abb. 4). Seine Spannweite reicht von schattig/absonnigen bis zu sonnigen Lagen (relativer Lichtgenuß 51,5 % - 100 %, Abb. 6). Im Gegensatz zu den bei THORN (1958) abgebildeten Expositionsdiagrammen, die ein starkes Vorherrschen nördlicher Himmelsrichtungen zeigen, neigt das *Cardaminopsietum* im Untersuchungsgebiet (auch bei SCHUSTER 1980 im Trubachtal) mehr zu südlichen Expositionen. Die Bestände liegen entweder offen (40,3 %) oder unter einem lichten Kieferschirm (53,6 %, Tab. 2, Abb. 5), allerdings in verschiedenen Ausbildungen: Die *Draba*-Vikariante bevorzugt, ebenso wie die *Festuca pallens*-Subassoziation beider Vikarianten, offene Felspartien, während die reine Subassoziation der *Cardaminopsis*-Vikariante auch unter Kiefern auftritt und hier sogar ihr Hauptvorkommen hat (vgl. Kap. 5.1).

#### 4.4. Vergleich der drei Felsspaltengesellschaften

Die unterschiedlichen Standortansprüche der drei untersuchten Gesellschaften lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (Tab. 2): Tiefschattige bis schattige, meist weniger als 90 Grad geneigte Felsen, die genügend feucht sind, besiedelt das *Cystopteridetum*, das vom Asplenietum in Nordexpositionen nur an trockenen, meist 90 Grad und stärker geneigten Flächen ersetzt wird. Die Lichtansprüche dieser beiden Gesellschaften überschneiden sich zwar, nicht aber die bevorzugten Expositionen, da das Asplenietum als wesentlich trockenresistentere Gesellschaft vor allem in beschatteten südlichen Expositionen vorkommt. Durch die vorherrschenden Lichtverhältnisse klar vom *Cystopteridetum* und Asplenietum getrennt ist das schattenmeidende *Cardaminopsietum*, das zwar mit dem Asplenietum die Vorliebe für südliche Expositionen teilt, jedoch nur in freien oder halbschattigen Lagen auftritt (Abb. 5, 6).

In der eben aufgezeigten Reihenfolge steigt der Anteil besiedelter Südexpositionen (WSW-OSO) von 12,3 % beim *Cystopteridetum* auf 58,4 % beim *Cardaminopsietum*. Gleichzeitig sinkt der Prozentsatz stark durch Laubbäume beschatteter Standorte von 96,5 % auf 6,0 % (Tab. 2, Abb. 5).

SCHUHWERK (1990) empfiehlt, das *Cardaminopsietum* als reliktsche Ausbildung zum Asplenietum zu stellen. Das wäre nur dann gerechtfertigt, wenn das *Cardaminopsietum* innerhalb des Verbreitungsgebietes der Felsschaumkresse das Asplenietum ersetzte. Das ist aber nicht der Fall. *Cardaminopsis* verträgt zwar den Halbschatten unter Kiefern, bei stärkerer Beschattung (etwa unter Buchen) fällt sie aus (vgl. Kap. 5.1). Das sich in diesem Fall ansiedelnde Asplenietum ohne *Cardaminopsis* stellt das Bindeglied zum *Cystopteridetum* dar. Die floristischen Unterschiede zwischen *Cardaminopsietum*, Asplenietum und *Cystopteridetum* sind also, wie oben gezeigt wurde, durchaus standortsbedingt.

Tabelle 2: Wichtige Standortmerkmale des Cystopteridetum, Asplenietum und Cardaminopsietum

Anteil der Vorkommen (%)	Cystopteridetum	Asplenietum	Cardaminopsietum
unbeschattete Vorkommen	3,5	25,3	40,3
davon in Südlagen	25,0 <sup>1)</sup>	47,4	63,8
Vorkommen unter Kiefern	-	3,3	53,6
Vorkommen unter Laubholz	96,5	71,3	6,0
Vorkommen in Südlagen	12,3	45,3	58,4
Stichprobenzahl	114	150	233

<sup>1)</sup> Nur bei ausreichender (Luft-) Feuchtigkeit.

## 5. Charakterisierung der untersuchten Arten

### 5.1. *Cardaminopsis petraea* (L.) Hiit., Felsschaumkresse

#### Allgemeine Verbreitung

Abgesehen von der Fränkischen Alb, wo sie ihre demontane Hauptverbreitung im Nordzug besitzt (vgl. THORN 1958, MILBRADT 1976), kommt *Cardaminopsis petraea* (Abb. 7) in Nordeuropa (Schottland, Island, Süd-Norwegen) bis ins arktische Rußland und in Mitteleuropa im südwestlichen Harzvorland (vgl. MEUSEL 1939, HAEUPLER 1971, SCHÖNFELDER 1978), in Böhmen und Mähren, den Karpaten (nach NIKLFELD 1972 zweifelhaft) und in einem eiszeitlich geprägten Reliktareal am östlichen Alpennordrand, hier mit einem Verbreitungsoptimum unter 500m NN (NIKLFELD 1972, ZIMMERMANN 1972) vor (MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965, HEGI 1986). Ihr Areal läßt sich als nordisch-ostpräalpid bezeichnen (OBERDORFER 1994).

#### Verbreitung in der Pegnitzalb

In Abb. 8 ist die Verbreitung von *Cardaminopsis petraea* in der Pegnitzalb aufgetragen. Man erkennt ein großes, mehr oder minder zusammenhängendes Verbreitungsgebiet, das sich um Neuhaus - Velden konzentriert und im Süden zwischen Hirschbachtal und Högenbachtal ausklingt. Hier liegt zugleich die Südgrenze der Hauptverbreitung von *Cardaminopsis petraea* in der Frankenalb. In der Mittleren Frankenalb fehlt diese Art völlig, in der Südlichen Frankenalb tritt sie nur sehr selten auf und ist hier oft nur schwer von *Cardaminopsis arenosa* zu unterscheiden (THORN 1958). Knapp außerhalb des Untersuchungsgebietes im Nordwesten findet sich bei Brönn-Pottenstein ein weiteres größeres Verbreitungsgebiet der Felsschaumkresse, das die Verbindung zu den Vorkommen in der Wiesentalb herstellt, wo die Art jedoch insgesamt wesentlich spärlicher auftritt als in der Pegnitzalb. *Cardaminopsis petraea* besitzt also ihr Hauptvorkommen innerhalb der Frankenalb und damit in Deutschland (nach den Verbreitungskarten von HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) in der Pegnitzalb.

Dieses Grundverbreitungsmuster scheint auch vor 100 Jahren im Untersuchungsgebiet ähnlich gewesen zu sein (SCHWARZ 1897ff). In Gebieten jedoch, in denen die Buche auf Kosten der Kiefer an Boden gewann (zu erkennen an Übergangphasen vom Buphthalgo-Pinetum zum Carici-Fagetum, HEMP 1995), lassen sich eindeutige Arealverluste ausmachen. So konnte *Cardaminopsis* an 8 derartigen Lokalitäten nicht mehr gefunden werden. Das entspricht rund einem Drittel (32 %) der bei SCHWARZ (1897ff) und VOLLMANN (1914) angegebenen, lokalisierten und aufgesuchten 25 Fundorte.

#### Gesellschaftsanschluß

Die Felsschaumkresse ist nach OBERDORFER (1994) Assoziationscharakterart des Cardaminopsietum petraeae, in dem auch der Schwerpunkt ihres Vorkommens in der Pegnitzalb liegt (vgl. THORN 1958). Außerdem gedeiht sie im Dolomitsandrockenrasen (Helichryso-Festucetum, vgl. HOHENESTER 1960, HEMP 1995), in der Cardaminopsis-Ausbildung des Buphthalgo-Pinetum (HEMP 1995), in Blaugrasrasen (Bromo-Seslerietum), in Festucion pallentis-Gesellschaften (vgl. GAUCKLER 1938), im Alysso-Sedetum und in Ausnahmesituationen auch im Cystopteridetum (vgl. Kap. 4.1 und Stetigkeitstabelle).

#### Standortansprüche

Alle untersuchten Reliktarten kommen im Untersuchungsgebiet nur auf Riff-Kalken und Riff-Dolomiten vor, die instabilen, brüchigen Schichtkalke stellen dagegen keinen geeigneten Lebensraum dar.

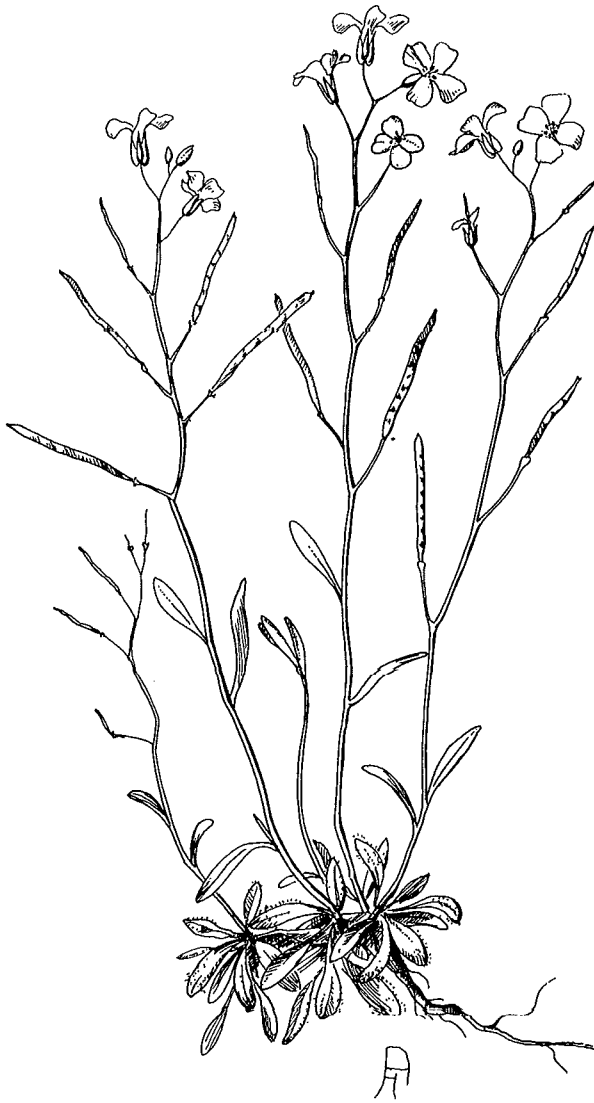


Abb. 7: *Cardaminopsis petraea*.

*Cardaminopsis petraea* ist in der Pegnitzalb an Dolomit gebunden, Kalkfelsen werden von ihr nicht besiedelt. Das erklärt ihr Fehlen im Albtraufbereich und im Doggersandsteingebiet. Neben diesen edaphischen Gründen ist aber vor allem der Lichtfaktor für diese Art ausschlaggebend.

Das obere Expositionsdiagramm in Abb. 9 zeigt das Auftreten von *Cardaminopsis petraea* auf felsigen Standorten (*Cardaminopsietum*, *Cystopteridetum*, *Seslerietum*), im mittleren Diagramm in Abb. 9 sind sämtliche von dieser Art besiedelten Lebensräume, also auch Dolomitsandtrockenrasen und Dolomitkiefernwälder, berücksichtigt. Die Felschaumkresse gedeiht demnach in fast jeder Himmelsrichtung bei leichter Häufung in Südlagen (48,4 % bzw. 54,5 % der Vorkommen, Tab. 3). Das liegt allerdings nicht an einer Bevorzugung südlicher Himmelsrichtungen, sondern an der Tatsache, daß in Nordlagen die Verbuschung und die damit einhergehende Beschattung der Felsen wesentlich weiter fortgeschritten ist als in Südlagen. Ebenso liegen sowohl die meisten Dolomitsandtrockenrasen als auch die meisten Bestände des *Buphthalmo-Pinetum* in Südexpositon, während die Nordlagen in der Regel schattige Fichtenwälder tragen. Das soll jedoch nicht heißen, daß *Cardaminopsis petraea* voll besonnte Lagen meidet, wie das THORN (1958) feststellt (vgl. Abb. 4, Probefläche 30).

48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79

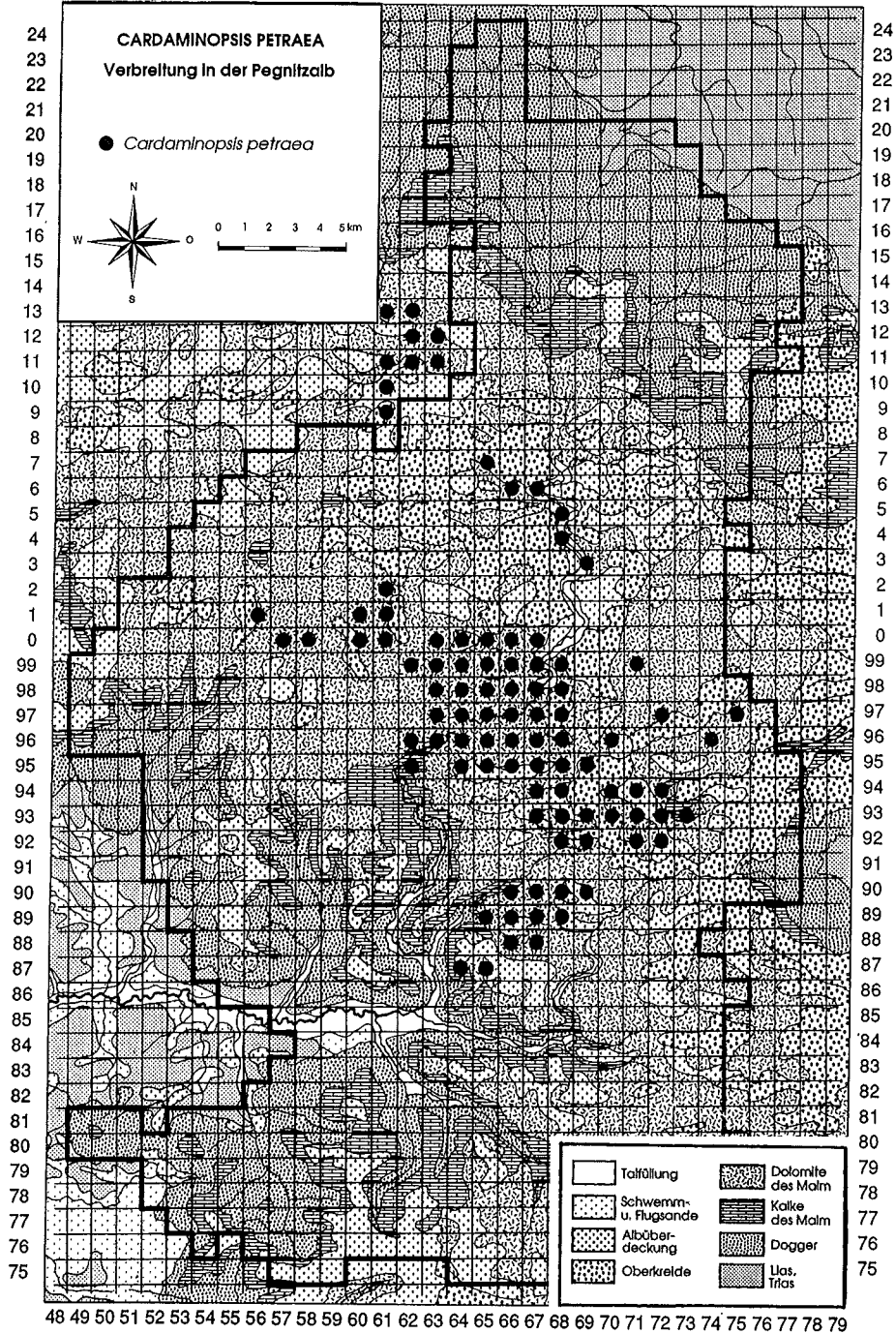
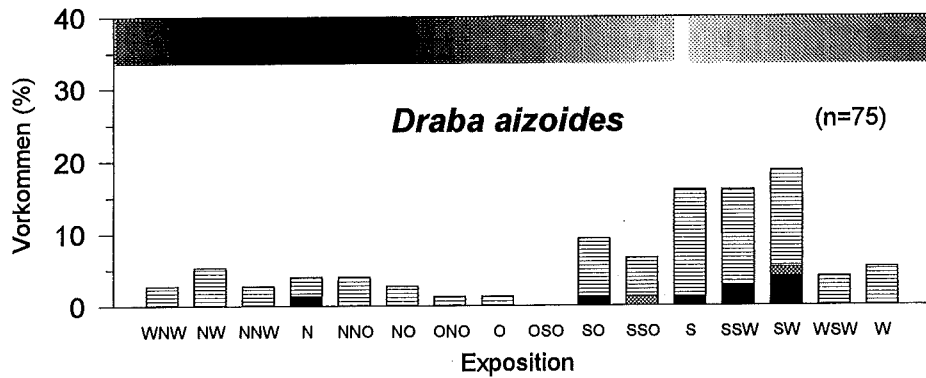
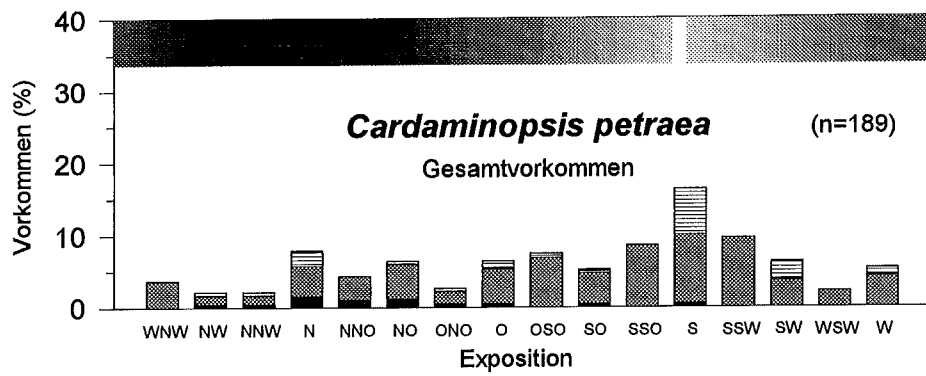
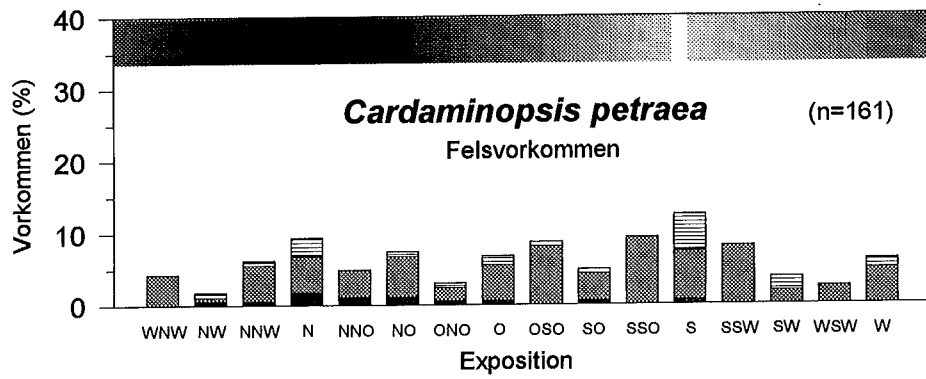


Abb. 8: Verbreitung von *Cardaminopsis petraea* in der Pegnitzalb.



Vorkommen unter Laubbäumen
  Vorkommen unter Kiefern
  unbeschattete Vorkommen

Abb. 9: Exposition und Beschattungsart von *Cardaminopsis petraea* und *Draba aizoides*.

48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79

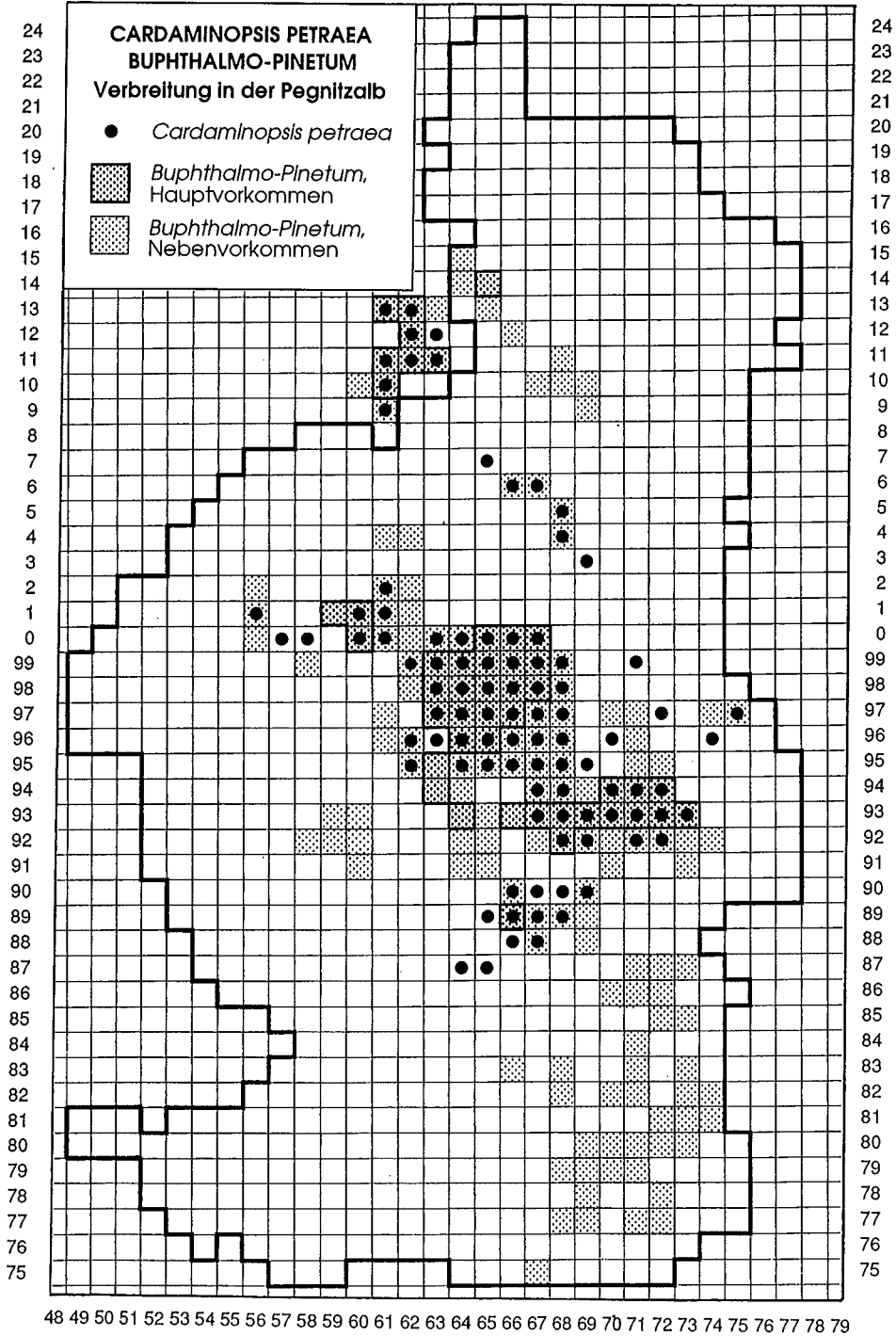


Abb. 10: Verbreitung von *Cardaminopsis petraea* und des Buptharmo-Pinetum in der Pegnitzalb.

Aus Abb. 9 und 20 ist weiterhin ersichtlich, daß *Cardaminopsis petraea* meistens unter Kiefern vorkommt (76,4 % bzw. 76,7 % der Vorkommen, Tab. 3), während Beschattung durch Laubhölzer schlecht vertragen wird. Ausnahmen bilden die Gipfellagen sehr hoher Felsriffe unter dem schütterten Schirm eines Seslerio-Fagetum, während Vorkommen an beschatteten Felsfüßen sehr selten sind. Die Lichtspanne besiedelter Standorte reicht von schattig/absonnig über halbschattig/halbabsonnig bis sonnig (relativer Lichtgenuß 41,4 % - 100 %, Abb. 21). Der Verbreitungsschwerpunkt liegt auf Fels-Standorten unter einem lichten Kiefernschirm mit 55 % - 80 % relativer Beleuchtungsstärke (Abb. 4). Die Einstufung von ELLENBERG (1991) als Vollichtpflanze (L-Wert 9: nur an voll bestrahlten Plätzen<sup>2</sup>) läßt sich nicht bestätigen. Da *Cardaminopsis petraea* ihren Verbreitungsschwerpunkt innerhalb Deutschlands im Untersuchungsgebiet hat, dürfte die vorliegende Untersuchung repräsentativ genug sein, um eine Korrektur des Licht-Zeigerwertes von 9 auf 8 („Lichtpflanze“) anzuregen.

Nach HEMP (1995) fällt die Verbreitung von *Cardaminopsis petraea* mit der Hauptverbreitung der Dolomitzkiefernwälder (Buphthalamo-Pinetum) zusammen (Abb. 10; am niederösterreichischen Alpenostrand gedeiht die Felsschaumkresse nach NIKLFELD (1972) oft im unmittelbaren Bereich von Schwarzföhrenwäldern).

Eine ähnliche Bindung an Kiefernwälder konnte WITSCHERL (1986) für die Reliktart *Daphne cneorum* in Baden-Württemberg feststellen. Entsprechend dem Verbreitungsoptimum des Buphthalamo-Pinetum tritt *Cardaminopsis petraea* schwerpunktmäßig in Lagen zwischen 400 und 500m NN auf. Die höchsten Vorkommen liegen bei 600m NN (Leitenberg, Schweinsberg).

### Biologie

Im Gegensatz zu *Draba aizoides* ist das Verbreitungspotential der Felsschaumkresse recht hoch, obwohl ihr die Möglichkeit zur vegetativen Vermehrung fehlt. Neben der Fähigkeit, das ganze Jahr zu blühen und zu fruchten (Hauptblütezeit ist Ende April bis Mitte Mai), tragen hierzu die kleinen anemochoren geflügelten Samen bei. Außerdem besitzt sie eine größere Standortsamplitude, was den Lichtfaktor als auch das besiedelbare Substrat (Fels, Sand) angeht. Diese im Vergleich zu *Draba* höhere Ausbreitungstendenz ist jedoch nur im Hauptverbreitungsgebiet um Neuhaus - Velden gegeben. Hier konnte an mehreren Stellen beobachtet werden, wie *Cardaminopsis* frische, felsige Erdanrisse, etwa an Straßenböschungen, innerhalb weniger Jahre besiedelte und hierbei echten Pioniercharakter zeigte, was bei *Draba aizoides* auch bei unmittelbar benachbartem Vorkommen dieser Art nicht feststellbar war. *Cardaminopsis* ist also ein progressives Glazialelement, ähnlich wie *Saxifraga paniculata* auf der Schwäbischen Alb (WILMANN & RUPP 1966). Allerdings scheint die Ausbreitungsmöglichkeit sich nur auf wenige 10 Meter zu beschränken, größere Sprünge über mehrere Kilometer dagegen sind unter heutigen Bedingungen, d.h. unter der Konkurrenz einer fast geschlossenen Pflanzendecke, nicht möglich. Eine stark eingeschränkte oder unterbundene Fernverbreitung von Reliktarten in heutiger Zeit wird auch von BRESINSKY (1965), WILMANN & RUPP (1966) und WITSCHERL (1986, 1989) festgestellt. Ein gutes Beispiel für diese Tatsache ist die Verbreitung von *Thlaspi montanum*, einem in der Pegnitzalb v.a. am Albrauf in Schuttfuren auftretenden Eiszeitrelikt (vgl. Kap. 5.6). So findet sich das Berg-Täschelkraut auf der Wied bei Pommelsbrunn (HEMP 1988a), auf dem direkt gegenüber liegenden, 1 km Luftlinie entfernten Hang des Lindenberges bei Hohenstadt mit seinen wesentlich größeren Blockschutthalde fehlt es dagegen (HEMP 1988b).

*Cardaminopsis petraea* erreicht auf den untersuchten Probestellen nur geringe Deckungsgrade und Individuendichten. 10 bis 20 Exemplare pro Probestelle sind normal. An einem 15 Jahre alten Straßeneinschnitt konnten dagegen annähernd 200 Pflanzen pro qm gezählt werden.

### Gefährdung

Zwar ist *Cardaminopsis petraea* von den in dieser Arbeit untersuchten Arten in der Pegnitzalb die häufigste, dafür ist ihre Gefährdung um so folgenschwerer: Die Hauptbedrohung liegt in der schleichenden Lebensraumvernichtung dieser Art durch die teils natürlich ablaufende, teils forstlich geförderte Verbuschung der Kiefernwälder, die eine Umwandlung der Bestände in Buchenwald zur Folge hat. Laubwälder, auch Orchideenbuchenwälder als häufigste Endstadien dieser Sukzession, sind jedoch für *Cardaminopsis petraea* zu dunkel. Dieser Entwicklung sind in den letzten 100 Jahren bereits ein Drittel

<sup>2</sup> Die von Ellenberg angegebenen Werte der relativen Beleuchtungsstärke lassen sich als Vergleichsmaßstab nicht verwenden (vgl. Kap. 3.2.).



der historisch belegten Fundorte zum Opfer gefallen (s.o.). Wenn man bedenkt, in welchem großem Umfang in den letzten Jahren Kiefernwälder mit Laubbölgern unterpflanzt wurden und wie schnell vielerorts die Verbuschung nach Aufgabe der Waldweide und Streunutzung abläuft (vgl. HEMP 1995, 1996b), steht für die Zukunft das Schlimmste zu befürchten. In diesem Fall stellen dann nur noch die großen, für die Kletterer besonders interessanten Felsen für *Cardaminopsis petraea* letzte Überdauerungsstandorte dar. Es ergäbe sich die gleiche Konfliktsituation, wie sie heute schon bei *Draba aizoides* besteht.

Daß Wuchsorte von *Cardaminopsis petraea* nicht nur durch Verbuschung, sondern auch durch Kletterei vernichtet werden können, zeigen die Verhältnisse auf der Ehrenbürg bei Forchheim, wo die Felsschaumkresse an den dortigen unbeschatteten Kletterfelsen bei SCHWARZ (1897ff), aber auch noch von GAUCKLER (1958) angegeben ist, heute aber nicht mehr vorkommt (BRACKEL & ZINTL 1983).

In der Pegnitzalbe ist *Cardaminopsis petraea* als „zerstreut“ auftretend (regionaler Seltenheitsgrad 4) zu bezeichnen (HEMP 1995). In der Bayerischen Roten Liste (SCHÖNFELDER 1987) wird sie als „potentiell gefährdet“ (Gefährdungsgrad 4) eingestuft. Durch die oben geschilderte Bedrohung erscheint diese Einschätzung der aktuellen Gefährdungssituation nicht mehr angemessen.

## 5.2. *Draba aizoides* L., Immergrünes Felsenblümchen

### Allgemeine Verbreitung

Nach MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965) beschränkt sich das Gesamtareal von *Draba aizoides* (Abb. 11) auf die alpiden europäischen Gebirge (Alpen, Pyrenäen, Karpaten) und einige Reliktorkommen in Mittelgebirgen (hier nur in der praealpiden<sup>3</sup> Varietät *montana* Koch, HEGI 1986). In der Frankenalbe konzentrieren sich die Vorkommen auf den nördlichen und südlichen Teil, während das Felsenblümchen in der Mittleren Frankenalbe fehlt (GAUCKLER 1970, THORN 1958).

### Verbreitung in der Pegnitzalbe

In der Pegnitzalbe zeigt *Draba aizoides* var. *montana* im Gegensatz zur Felsschaumkresse eine wesentlich disjunkttere Verbreitung bei ausgesprochener Häufung in Gebieten mit großen Felsmassiven. Es sind dies vor allem die harten Bretterdolomite des Malm  $\delta$  (in der Betzensteiner Gegend und am Schwarzen Brand im Hirschbachtal) sowie die Schwammkalkriffe der Flanken des Pegnitztales. Dagegen fehlt diese Art, auch an potentiellen Wuchsorten, in weiten Teilen der Albhochfläche (Abb. 12). In der Wiesentalbe ist *Draba aizoides* dagegen wesentlich häufiger, besonders in der Gegend um Waischenfeld und Gößweinstein, worauf schon SCHWARZ (1892) hinweist.

An den meisten bei SCHWARZ (1897ff) angegebenen Fundorten, nämlich an 13 von 16 lokalisierten und aufgesuchten Stellen, kommt *Draba* auch heute noch vor. Das liegt daran, daß es sich bei den besiedelten Standorten um hohe, den Wald überragende Felsen handelt, die durch Beschattung weniger gefährdet sind als diejenigen von *Cardaminopsis*. Jedoch galten schon zu SCHWARZ' Zeiten drei frühere Vorkommen als erloschen und drei weitere konnten in vorliegender Untersuchung nicht mehr bestätigt werden. Der Rückgang beträgt demnach 19 % bzw. unter Einbeziehung der älteren Verluste gar 32 %, und das bedeutet bei der Seltenheit des Felsenblümchens in der Pegnitzalbe eine ernste Bedrohung.

### Gesellschaftsanschluß

Das Felsenblümchen kommt in der Pegnitzalbe nur im *Cardaminopsietum* und blaugrasreichen Felsfluren (*Bromo-Seslerietum*), seltener auch im *Alyso-Sedetum* und in *Festucion pallentis*-Gesellschaften, vor und fehlt in den Verbreitungsgebieten von *Cardaminopsis* weitgehend. Es kann hier als regionale Charakterart der *Draba*-Vikariante des *Cardaminopsietum* gelten (vgl. MERKEL 1979). OBERDORFER (1994) wertet *Draba* als *Potentillion caulescentis*-Verbandscharakterart.

### Standortansprüche

Anders als in der Schwäbischen Alb, wo sie absonnige Standorte bevorzugt (WILMANN & RUPP 1966, SEBALD et al. 1993b), tritt *Draba* im Untersuchungsgebiet besonders in Südexpositionen auf und meidet Schatten; das ließ WILMANN & RUPP (1966) an die Existenz verschiedener Ökotypen als Erklärung

<sup>3</sup> Als dealpid werden in dieser Arbeit (nach Bresinsky 1965) Arten bezeichnet, die von der alpiden Stufe der Alpen bis in die Ebene reichen. Praealpiden Arten dagegen haben ihre Hauptverbreitung in tieferen Lagen bis zur montanen Stufe im nördlichen Umkreis der Alpen. Die beiden Begriffe werden hier also nur arealbeschreibend, nicht florengeographisch wie bei Thorn (1957) gebraucht.

für das unterschiedliche Verhalten denken. Zwar reicht die Gesamtspanne der relativen Beleuchtungsstärke von 54,7 % bis 100 %, also von schattig/absonnigen bis zu sonnigen Standorten (Abb. 21), die Hauptvorkommen liegen jedoch auf freistehenden Felsen mit hoher Sonneneinstrahlung (Abb. 4, Probestfläche 31; Abb. 20). Dies drückt sich im Vorherrschen südlicher (WSW-OSO) Expositionen aus: 72,0 % der Gesamtvorkommen sind südlich ausgerichtet, 67,7 % der Bestände in freien, unbeschatteten Lagen liegen in Südexpositionen (Abb. 9, Tab. 3).

Hierin liegt einer der Gründe für das Fehlen des Felsenblümchens in weiten Teilen der Albhochfläche. Die nord- und ostexponierten Hänge der Dolomittkuppen sind nämlich häufig wesentlich steiler entwickelt als die süd- und westexponierten Böschungen. Hohe, senkrechte Felswände sind daher vor allem in Nordlagen zu finden. Diese Asymmetrie in der Hangformung beschreibt LIPPERT (1973) auch für die Mittlere Frankenalb und führt sie auf die schwächere Verwitterung der während der Eiszeiten unter Treibschneeanisammlungen geschützten Nordhänge zurück.



Abb. 11: *Draba aizoides*.

Beschattung, auch durch Kiefern, verträgt *Draba* offensichtlich nicht. Nur 2,7 % der untersuchten Bestände befinden sich unter Kiefern, 10,7 % unter Laubbäumen; 86,7 % liegen dagegen völlig frei (Abb. 20, Tab. 3). Bei ELLENBERG (1991) gilt *Draba* als Lichtpflanze (L-Wert 8), in der Pegnitzalb ist sie im Gegensatz zu anderen Verbreitungsgebieten zweifellos als Volllichtpflanze (L-Wert 9) zu werten. Die gefundenen Wuchsorte befinden sich in Höhenlagen zwischen 430m NN und 610m NN.

*Draba aizoides* stellt, wie oben ausgeführt, an die Lichtmenge wesentlich höhere Ansprüche als *Cardaminopsis petraea*. Schon beim Vorrücken des präborealen Kiefernwaldes wurde sie auf die höchsten Felsen der Talflanken zurückgedrängt. Ihre heutigen Verbreitungsschwerpunkte sind somit jene Gebiete, an denen auch während der postglazialen Wiederbewaldung genügend große unbeschattete Felspartien zur Verfügung standen, wie dies auch WILMANN & RUPP (1966) für die Vorkommen der Schwäbischen Alb vermuten. *Draba* vermochte also nicht, wie *Cardaminopsis*, sich auf den meist kleineren Felsriffen der Dolomittkuppenalb zu halten, da ihr Halbschatten offensichtlich nicht zusagt. Daß sich beide Arten in der Regel ausschließen - nur auf einigen Felsen des Hirschbachtals und in der Pottensteiner Gegend

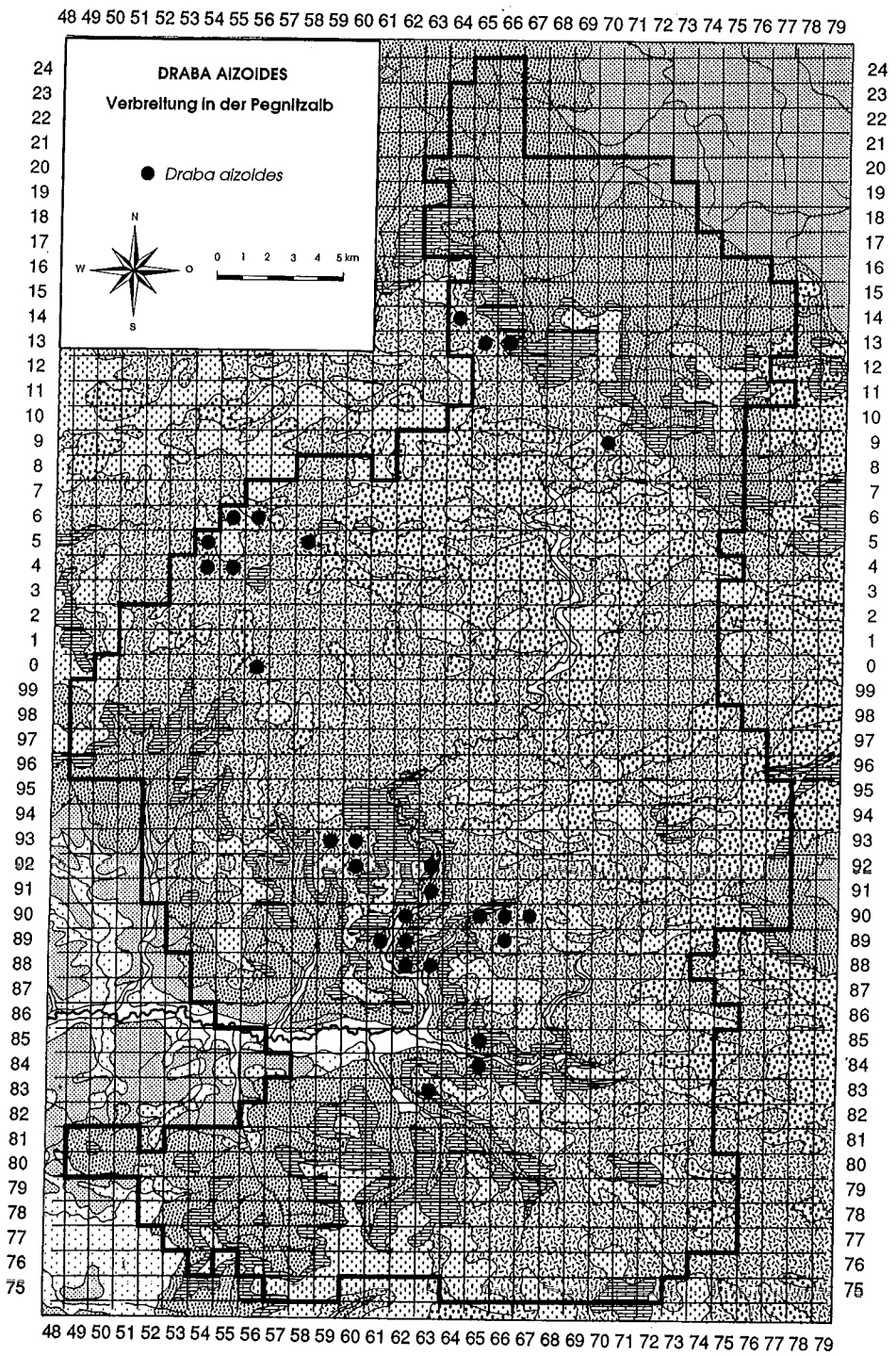


Abb. 12: Verbreitung von *Draba aizoides* in der Pegnitzalb.

begegnen sich die beiden Eiszeitrelikte -, beruht in den meisten Fällen auf den unterschiedlichen Standortansprüchen, nicht auf echter Vikarianz. *Cardaminopsis petraea* besitzt dagegen eine weitere Standortamplitude in Hinblick auf den Lichtaushalt (Abb. 21, keine engere, wie THORN 1958 feststellt). Sie ist eine treue Zeigerpflanze der Dolomitverbreitung der Nördlichen Frankenalb, während das Felsenblümchen im Gegensatz zur Feststellung THORNs (1958) genauso gerne auf den Schwammkalken des Pegnitztales vorkommt.

### Biologie

Das Felsenblümchen beginnt Anfang März zu blühen. Die Samenproduktion ist gut, vegetative Vermehrung durch abbrechende Rosetten der spalierstrauchartigen, ausdauernden Pflanzen konnte beobachtet werden. Dennoch zeigt *Draba*, anders als *Cardaminopsis*, im Untersuchungsgebiet auch über kleine Strecken keinerlei Ausbreitungstendenz, ihr Areal geht im Gegenteil weiter zurück. Die Individuenzahlen pro Aufnahmefläche schwankt von 1-2 Exemplaren an beschatteten bis über 100 Rosetten an Optimalstandorten und liegt normalerweise bei 20 bis 30 Rosetten.

### Gefährdung

Die Bestandessituation von *Draba* in der Pegnitzalb muß als kritisch eingestuft werden. Die oft sehr isolierten Vorkommen beschränken sich meist nur auf einzelne Felsen und sind durch den Klettersport ernsthaft gefährdet. Die wenigen Fundorte in der Pegnitzalb weisen sie hier als „seltene“ Art (regionaler Seltenheitsgrad 3) aus (HEMP 1995). Nach der Roten Liste Bayerns gilt *Draba* als „potentiell gefährdet“ (Gefährdungsgrad 4), was der Gefährdung durch den sprunghaft gestiegenen Kletterbetrieb nicht gerecht wird.

Tabelle 3: Wichtige Merkmale der Standorte von *Cardaminopsis petraea* und *Draba aizoides*

Anteil der Vorkommen (%)	<i>Cardaminopsis petraea</i> (Felsvorkommen)	<i>Cardaminopsis petraea</i> (Gesamtvorkommen)	<i>Draba aizoides</i>
unbeschattete Vorkommen	15,5	16,4	86,7
davon in Südlagen	52,0	61,3	67,7
Vorkommen unter Kiefern	76,4	76,7	2,7
Vorkommen unter Laubholz	8,1	6,9	10,7
Vorkommen in Südlagen	48,4	54,5	72,0
Stichprobenzahl	161	189	75

### 5.3. *Saxifraga decipiens* Ehrh. (= *S. rosacea* Moench.), Rasensteinbrech

#### Allgemeine Verbreitung

Die Artengruppe *Saxifraga decipiens* agg. umfaßt die Sippen *S. decipiens* Ehrh. (= *S. rosacea* Moench.) und *S. sponhemica* C. C. Gmelin. Während *S. decipiens* (Abb. 13) in Island, Irland, Wales sowie in den rechtsrheinischen deutschen Mittelgebirgen Harz, Hessisches Bergland, Vogtland, Fichtelgebirge (vgl. GAUCKLER 1954), Schwäbische (vgl. SEBALD et al. 1992) und Fränkische Alb (vgl. THORN 1958, MILBRADT 1976) bis zu den Sudeten, Böhmen und Mähren vorkommt, ist *S. sponhemica* als mitteleuropäischer Endemit auf die Gebiete westlich des Rheines (Ardennen, Vogesen, Mittelrheinisches Bergland, Französischer Jura) beschränkt (HEGI 1975, HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988). Nahe verwandte Sippen sind circumpolar außer in Europa auch in Nordamerika und Sibirien verbreitet und werden mit den europäischen Vertretern bei MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965) zur *Saxifraga caespitosa*-Gruppe zusammengefaßt.

Innerhalb der Fränkischen Alb weist *Saxifraga decipiens* wie viele andere Reliktarten in der Mittleren Frankenalb eine charakteristische Verbreitungslücke auf, die THORN (1958) auf das Fehlen großer, den Wald überragender Felsen in diesem Gebiet zurückführt.

*Saxifraga decipiens* fehlt im Alpenraum, ihr Areal ist als arktisch-praealpid zu bezeichnen (OBERDORFER 1994).

#### Verbreitung in der Pegnitzalb

Der Verbreitungsschwerpunkt des Rasensteinbrechs liegt in der Dolomitmückenalb bei Neuhaus-Velden, wo er auf Dolomitfelsen gedeiht. In den vereinzelt Vorkommen im Süden des Untersuchungsgebietes besiedelt er dagegen Kalkschutthalden (s.u.). Von 16 bei SCHWARZ (1897ff) angegebenen, lokalisierten



Abb. 13: *Saxifraga decipiens*.

und aufgesuchten Fundorten müssen 7, also rund 44 %, als erloschen gelten. Dieser starke Rückgang hat die gleichen Ursachen wie bei *Cardaminopsis petraea*. Als treue Begleitart der Dolomitkiefernwälder reagiert *Saxifraga decipiens* auf Laubholzverbuschung sehr empfindlich.

#### Gesellschaftsanschluß

Entsprechend der oben geschilderten Bevorzugung halbschattiger sowie luftfeuchter Lagen tritt *Saxifraga decipiens* (nach OBERDORFER 1994 Kennart der Asplenietea) auf Dolomitmäusen sowohl im Cardaminopsietum wie im unbeschatteten Cystopteridetum (vgl. Kap. 4.1) und kiefernbeschatteten Alyso-Sedetum, aber

48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79

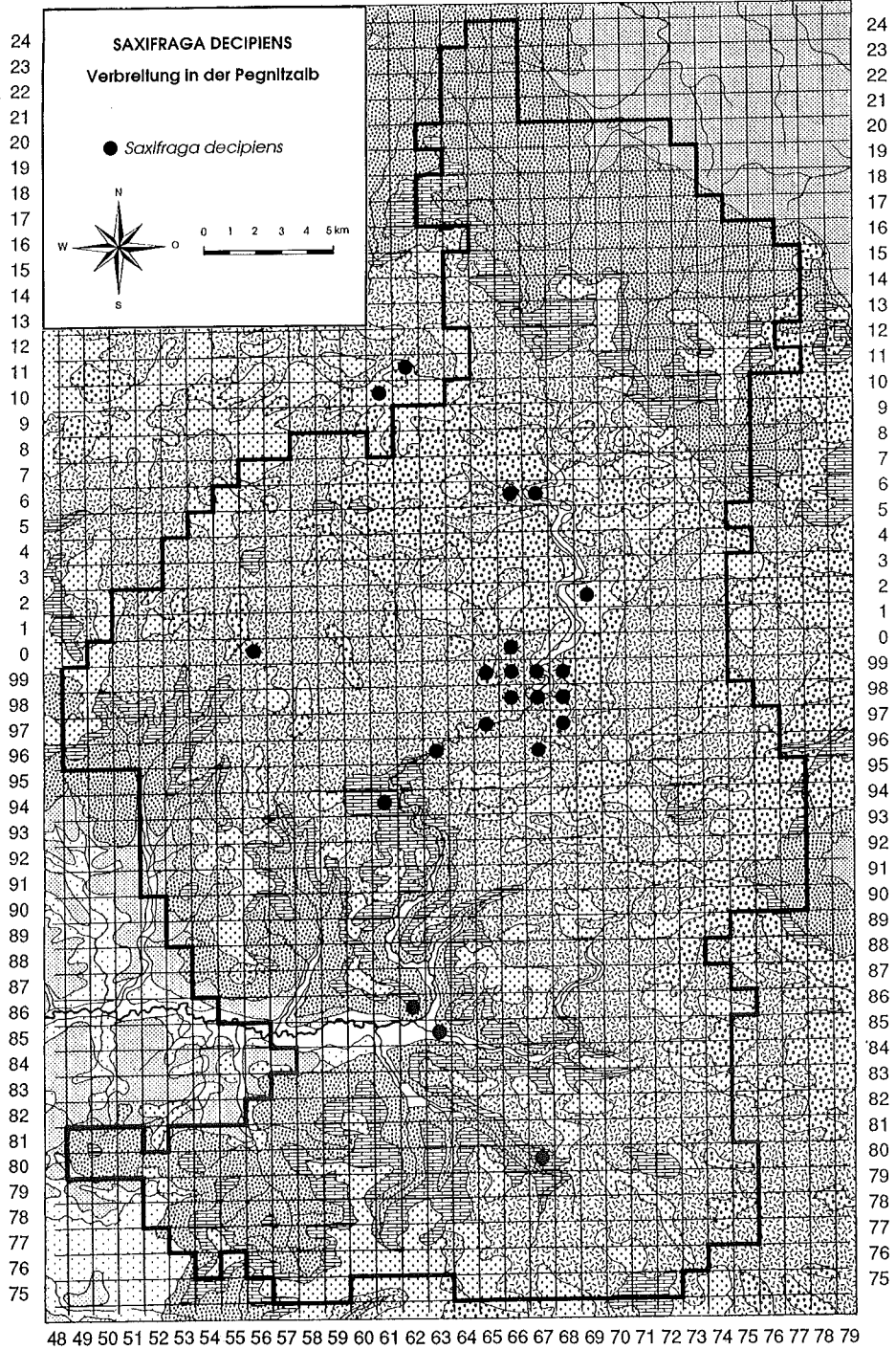
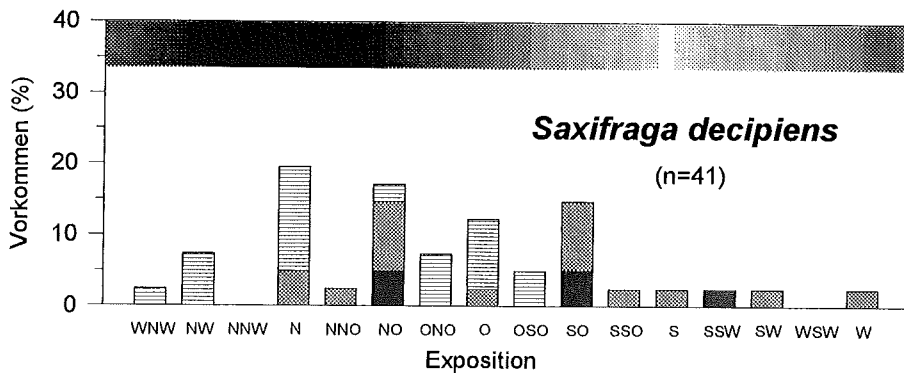
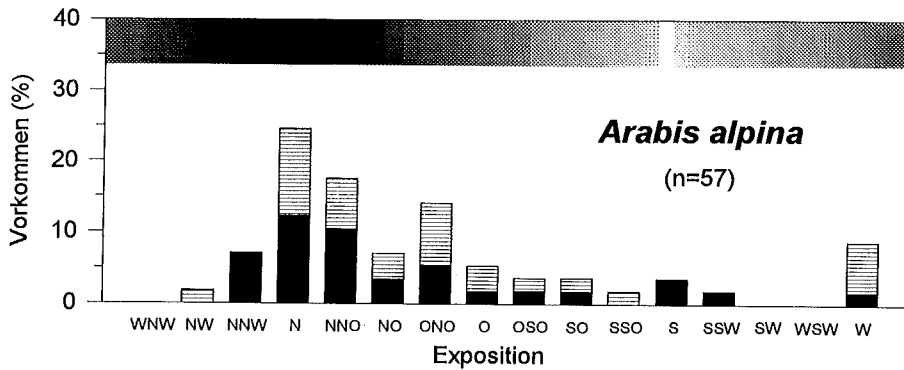
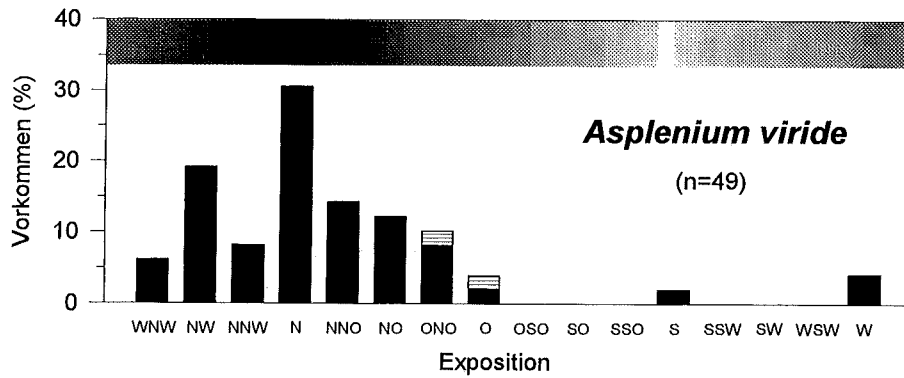


Abb. 14: Verbreitung von *Saxifraga decipiens* in der Pegnitzalb.



Vorkommen unter Laubbäumen
  Vorkommen unter Kiefern
  unbeschattete Vorkommen

Abb. 15: Exposition und Beschattungsart von *Saxifraga decipiens*, *Arabis alpina* und *Asplenium viride*.

auch in blaugrasreichen Felsrasen auf (wie auch in der Schwäbischen Alb, vgl. OBERDORFER 1978). Ein anderer Lebensraum sind festliegende, nordseitige Kalkschutthalden (Sesleria-Ausbildung des Gymnocarpietum robertiani bzw. als weiter fortgeschrittenes Sukzessionsstadium Bromo-Seslerietum).

## Standortansprüche

*Saxifraga decipiens* meidet starke Sonneneinstrahlung ebenso wie starke Beschattung unter Laubbäumen. Gute Bedingungen herrschen für sie in absonnigen, unbeschatteten Lagen bzw. im Halbschatten unter Kiefern (Abb. 15, 20).

Nur 10 % der unbeschatteten Vorkommen, die insgesamt einen Anteil von 28,9 % am Gesamtvorkommen ausmachen, liegen in südlichen Expositionen. In Südlagen (29,3 % der Vorkommen) tritt der Rasensteinbrech fast ausschließlich unter einem lichten Kiefernschirm auf. In 39,0 % der Fälle wurde *Saxifraga decipiens* unter Kiefern gefunden. In dieser Hinsicht ähnelt sie in ihren Ansprüchen stark *Cardaminopsis petraea*. Hiermit läßt sich ihre Häufung im Kiefernwaldgebiet um Neuhaus erklären und die Beschränkung auf Höhenlagen zwischen 400 und 500m NN, die der des Buphthalgo-Pinetum entspricht.

Optimal gedeiht der Rasensteinbrech bei hoher Luftfeuchtigkeit, beispielsweise an der Felswand am Seeweiher oder in den nordseitigen Blockhalden am Lindenberg, wo er nur an Kaltluftaustritten vorkommt (HEMP 1986).

Die Gesamtspanne der relativen Beleuchtungsstärke reicht von 54,1 % bis 88,5 %, also von schattig/absonnigen bis sonnigen Standorten (Abb. 21), die meisten Vorkommen befinden sich jedoch an schattig/absonnigen bis halbschattig/halbabsonnigen Stellen.

Als Halblichtpflanze (L-Wert 7, ELLENBERG 1991) ist *Saxifraga decipiens* im Untersuchungsgebiet daher nicht ganz zutreffend charakterisiert, vielmehr steht sie hier zwischen Halbschatten- und Halblichtpflanze eher bei einem L-Wert von 6.

Mit diesen Standortansprüchen stellt sie das Bindeglied zwischen den lichtliebenden Felspflanzen *Draba* und *Cardaminopsis* und den schattentoleranten Arten *Asplenium viride* und *Arabis alpina* dar.

## Biologie

*Saxifraga decipiens* besitzt in beschränktem Umfang die Fähigkeit zur Ausbreitung auf generativem wie vegetativem Wege. Im Hauptverbreitungsgebiet um Neuhaus gibt es mehrere Vorkommen auf sekundären, vom Menschen geschaffenen Standorten, beispielsweise Kalkbruchsteinmauern an Straßenrändern. In einem Fall war eine neu gebaute Stützmauer nach 10 Jahren von den angrenzenden Felsmassiven her besiedelt worden. Fernverbreitung ist dagegen unwahrscheinlich (vgl. Kap. 5.1). Auf Optimalstandorten bildet *Saxifraga decipiens* quadratmetergroße Teppiche mit mehreren Hundert Rosetten. Normalerweise liegen die Populationsgrößen jedoch um 30-40 Rosetten.

## Gefährdung

Was die Gefährdung betrifft, gilt ähnliches wie bei *Cardaminopsis petraea*, wobei allerdings die Seltenheit des Rasensteinbrechs - er zählt zu den „sehr seltenen“ Arten der Pegnitzalb (regionaler Seltenheitsgrad 2, HEMP 1995) die Situation verschärft: Falls die kleineren Felsen in den Dolomitziefernwäldern durch zunehmende Laubholzbeschattung als Standorte ausscheiden, bleiben - abgesehen von den wenigen Blockhalden-Vorkommen - nur noch die großen, den Wald überragenden nordexponierten Felsen der Pegnitztalflanken. Hier ist *Saxifraga decipiens* durch den Klettertourismus gefährdet.

Zur Erhaltung der Blockhalden-Vorkommen des Albtraufes (wie auch derjenigen von *Thlaspi montanum*, vgl. 5.6) wurden in den letzten Jahren Pflegemaßnahmen (vgl. HEMP 1988a und b) durch den Landschaftspflegeverein Nürnberger Land und den Bund Naturschutz Hersbruck durchgeführt, so daß diese Bestände für die nächste Zukunft gesichert erscheinen. Der von der Roten Liste Bayerns (SCHÖNFELDER 1987) vergebene Gefährdungsgrad 3 („gefährdet“) entspricht nicht mehr der derzeitigen Gefährdungssituation.

## 5.4. *Arabis alpina* L., Alpen-Gänsekresse

### Allgemeine Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet von *Arabis alpina* umfaßt einerseits die (sub-)arktischen Gebiete von Europa, Sibirien und Nordamerika, andererseits die europäischen Hochgebirge (Pyrenäen, Alpen (hier bis in 3200m NN) und Karpaten). Sie besitzt also ein arktisch-(de-) alpines Areal. Südlich schließt sich die nahe verwandte *Arabis caucasica* Willd. im Kaukasus, dem Atlas-Gebirge, Makaronesien und den zentralasiatischen Gebirge an (MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965, HEGI 1986). *Arabis alpina* s.l. konnte während der Kaltzeiten ihr Areal über den Äquator hinaus nach Süden erweitern und kommt auch auf den inselartig in der Savanne liegenden ostafrikanischen Vulkanen als Element der afroalpinen Flora vor. Am



Westhang des Kilimanjaro sah ich *Arabis alpina* s.l. in 4000m NN zwischen Vulkangeröll. Nach HEDBERG (1970) steigt sie hier sogar bis auf 5800m NN.

In Deutschland findet sich *Arabis alpina* nach HAEUPLER & SCHÖNFELDER (1988) vor allem im Alpenraum häufiger, wo sie bis auf 2620m NN steigt (MILBRADT 1978) und als Schwemmling im Alpenvorland auftritt (BRESINSKY 1965). Ansonsten ist sie auf den Harz (vgl. MEUSEL 1939), das Sauerland, die Schwäbische Alb (vgl. SEBALD et al. 1993b) und die Nördliche Frankenalb (vgl. THORN 1958, GAUCKLER 1970, MILBRADT 1978) beschränkt, wo ihr Hauptvorkommen außerhalb der Alpen liegt.

### Verbreitung in der Pegnitzalb

*Arabis alpina* wächst als eine der seltensten Arten der Pegnitzalb nur im schluchtartigen Durchbruchstal der Pegnitz zwischen Velden und Rupprechtstegen sowie auf wenigen, weit voneinander liegenden Felsmassiven. Ein großes, zusammenhängendes Vorkommen weist das dem Untersuchungsgebiet im Nordwesten benachbarte Klumpertal bei Bronn, ein Seitental des Püttlachteales, auf, weswegen dieses Gebiet mit in die Untersuchung einbezogen wurde (Abb. 17). Im Püttlachgebiet findet sich *Arabis alpina* insgesamt etwas häufiger als in der Pegnitzalb.

Von den fünf bei SCHWARZ (1897ff) angegebenen, lokalisierten und aufgesuchten Fundorten existieren heute nur noch drei, also 60 %.

### Gesellschaftsanschluß

Die Vergesellschaftung der Alpen-Gänsekresse unterscheidet sich an den Reliktstandorten der Pegnitzalb (wie auch Baden-Württembergs (OBERDORFER 1949, SEBALD et al. 1993b)) von den entsprechenden Gegebenheiten im Alpenraum: Während sie hier als Kennart der *Thlaspietea* (OBERDORFER 1994) vor allem in frischem Steinschutt auftritt, siedelt *Arabis alpina* im Untersuchungsgebiet vorzugsweise im *Cystopteridetum* und *Asplenietum*, daneben auch in unbeschatteten, nordexponierten Blaugrassrasen. Im Klumpertal allerdings liegen die individuenreichsten Populationen auf (im Frühjahr) tropfnassem Kalkschutt unter Felsüberhängen in *Alliarion*-Gesellschaften (*Alliario-Chaerophylletum temuli*, *Epilobio-Geranietum robertiani*).

Auch an den Reliktstandorten in Baden-Württemberg (OBERDORFER 1949, SEBALD et al. 1993b) kommt *Arabis alpina* in schattigen Felsspaltengesellschaften vor.

### Standortansprüche

Die Standorte liegen zum einen auf hohen, durch Laubbäume beschatteten (50,9 % der Vorkommen, Tab. 4) Dolomitfelsen in Nord- aber auch in Südlage (Abb. 15, 20); dies entspricht den kombinierten Standortansprüchen des *Cystopteridetum* und *Asplenietum*. An freien Stellen dagegen meidet *Arabis alpina* Südlagen. Durch die Seltenheit der Alpen-Gänsekresse konnten nur drei der sehr zerstreuten, isolierten Vorkommen gemessen werden, so daß lediglich der untere Bereich der Standortamplitude, nämlich die beschatteten Vorkommen, erfaßt werden konnte. Die Lichtansprüche dürften aber wohl zwischen denen von *Saxifraga decipiens* und *Asplenium viride* liegen (Abb. 4, 21). *Arabis alpina* wurde in Höhenlagen zwischen 390 und 610m NN gefunden.

Der von ELLENBERG (1991) angegebene Lichtwert von 7 (Halblichtpflanze) ist für das Untersuchungsgebiet sicherlich zu hoch gegriffen. Ein L-Wert von 5 (Halbschattenpflanze) trifft die vorgefundenen Verhältnisse in der Pegnitzalb besser.

### Biologie

Pro Aufnahmefläche wurden in beschatteten Felsspaltengesellschaften immer nur sehr wenige, meist nur 1-2 Exemplare angetroffen. Am vitalsten und individuenreichsten sind Populationen an unbeschatteten, nordseitigen Felsen sowie auf feuchtem Kalkschutt unter Felsüberhängen, wo z.T. über 100 Rosetten gezählt wurden.

### Gefährdung

*Arabis alpina* zeigt ausgeprägten Reliktcharakter und ist durch die geringen Populationsgrößen und die Beschränkung auf einige wenige große Felsmassive, die zudem stark beklettert werden, in der Pegnitzalb akut vom Aussterben bedroht. Sie zählt zu den „äußerst seltenen“ Arten der Pegnitzalb (regionaler Seltenheitsgrad 1, HEMP 1995), nach der Bayerischen Roten Liste (SCHÖNFELDER 1987) gilt sie aufgrund ihrer Häufigkeit in den Alpen allerdings als ungefährdet. Diese Einstufung bedarf dringend einer Korrektur, die den Reliktcharakter der außeralpinen Vorkommen angemessen berücksichtigt.



Abb. 16: *Arabis alpina*.

### 5.5. *Asplenium viride* Huds., Grüner Streifenfarn

#### Allgemeine Verbreitung

*Asplenium viride* (Abb. 18) ist circumpolar in Europa, Asien und Nordamerika mit ozeanisch-suboceanischer Tendenz verbreitet und kommt vorwiegend in den Gebirgen der warmen (bis nach Nordafrika) bis gemäßigten Zonen und in den kalten (borealen) Zonen bis Lappland und Südgrönland vor. In Eurasien findet es sich v.a. in den Alpen (wo es bis auf 2900m NN steigt), den Karpaten, dem Kaukasus, dem Ural und dem Himalaja (HEGI 1984, MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965).

In Deutschland tritt der Grüne Streifenfarn als dealpide Art besonders in der Schwäbischen (vgl. SEBALD et al. 1993a) und Fränkischen Alb, daneben aber auch in anderen Mittelgebirgen (z.B. Harz, Weserbergland, Schwarzwald und Frankenwald) auf (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988). Die Hauptvorkommen liegen jedoch im Alpenraum (vgl. BRESINSKY 1965), wo er bis auf 2590m NN (OBERDORFER 1994) steigt. In der Fränkischen Alb weist die Art eine Verbreitungslücke in der Mittleren Frankenalb auf (vgl. THORN 1958).

48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79

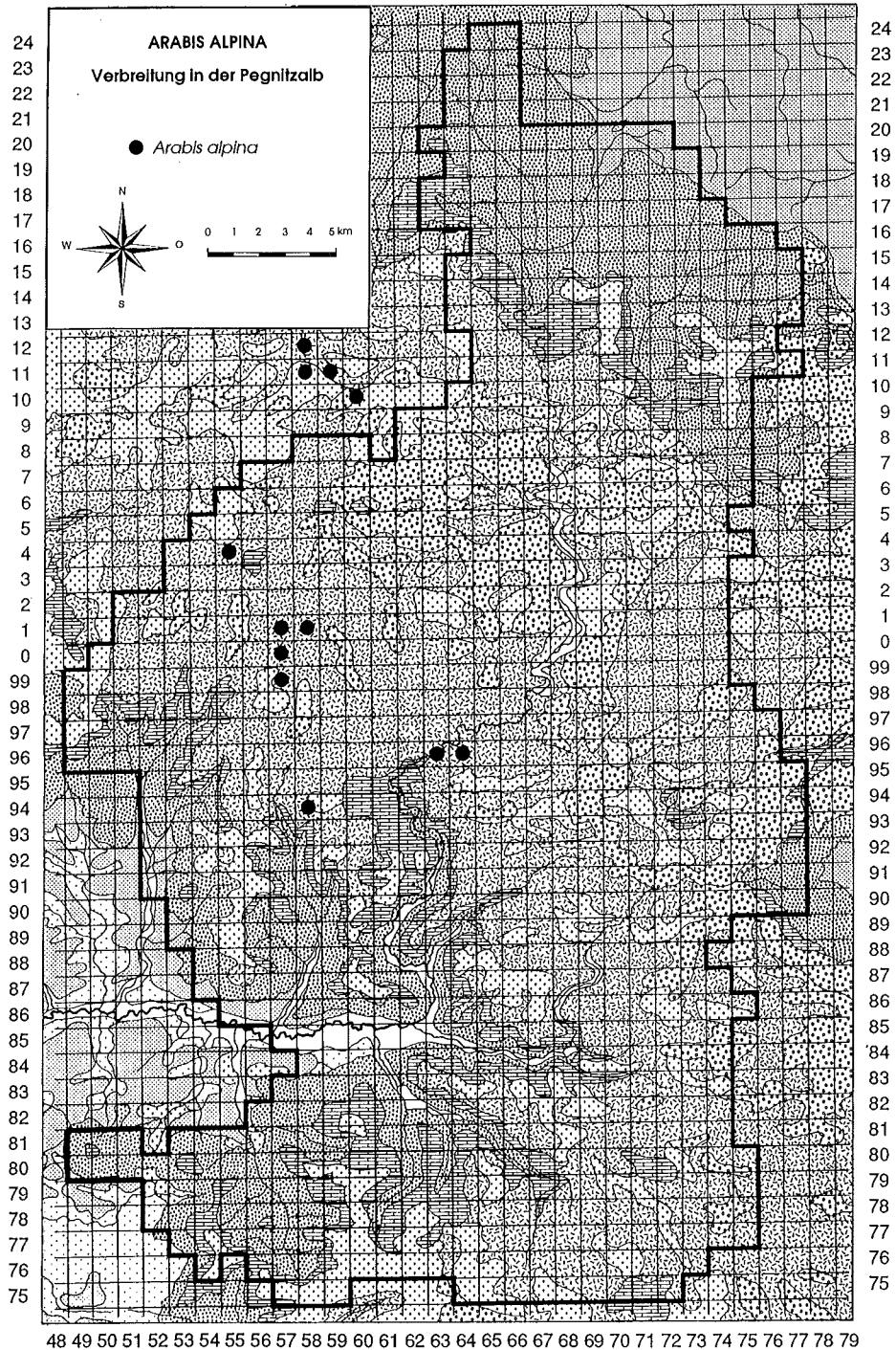


Abb. 17: Verbreitung von *Arabis alpina* in der Pegnitzalb.

### Verbreitung in der Pegnitzalb

Der Verbreitungsschwerpunkt mit zum Teil hohen Individuenzahlen liegt im fels- und schluchtreichen Hartensteiner Wald, im Seeweiher-Gebiet, im Ankatal bei Rupprechtstegen und im Klumpertal bei Bronn knapp außerhalb der Pegnitzalb. Weitere Vorkommen liegen zerstreut im ganzen Untersuchungsgebiet auf hohen Felsriffen (Abb. 19).

19 Fundorte von SCHWARZ (1897ff) konnten lokalisiert und überprüft, hiervon nur 12 bestätigt werden. Von dem starken Rückgang von rund 38 % sind besonders kleinere Felsriffe betroffen. Über Ursachen - etwa eine Erhöhung der Jahrestemperaturen und eine Zunahme besonders heißer Sommer, die sich an kleineren Felsen eher bemerkbar machen als an großen Riffen mit ihrem beständigeren Mikroklima - läßt sich nur spekulieren.

### Gesellschaftsanschluß

Der Grüne Streifenfarn wird bei OBERDORFER (1994) als Cystopteridion-Verbandscharakterart geführt und ist im Untersuchungsgebiet in seinem Vorkommen ausschließlich auf das *Asplenio-Cystopteridetum fragilis* beschränkt.

### Standortansprüche

*Asplenium viride* zeigt eine klare Bevorzugung von Standorten in nördlichen Expositionen (Abb. 15), die zudem fast ausschließlich stark durch Laubbäume beschattet sind (Abb. 20). Die meisten Fundorte liegen am Grunde feuchter Schluchten und Dolinen (dort auch in anderen Expositionen), am Fuße hoher nordexponierter, durch Laubbäume beschatteter Felsriffe, aber auch an unbesonnten, freistehenden Felsen in Pegnitznähe. Ausschlaggebend ist für diesen Farn eine hohe Luftfeuchtigkeit. *Asplenium viri-*



Abb. 18: *Asplenium viride*.

48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79

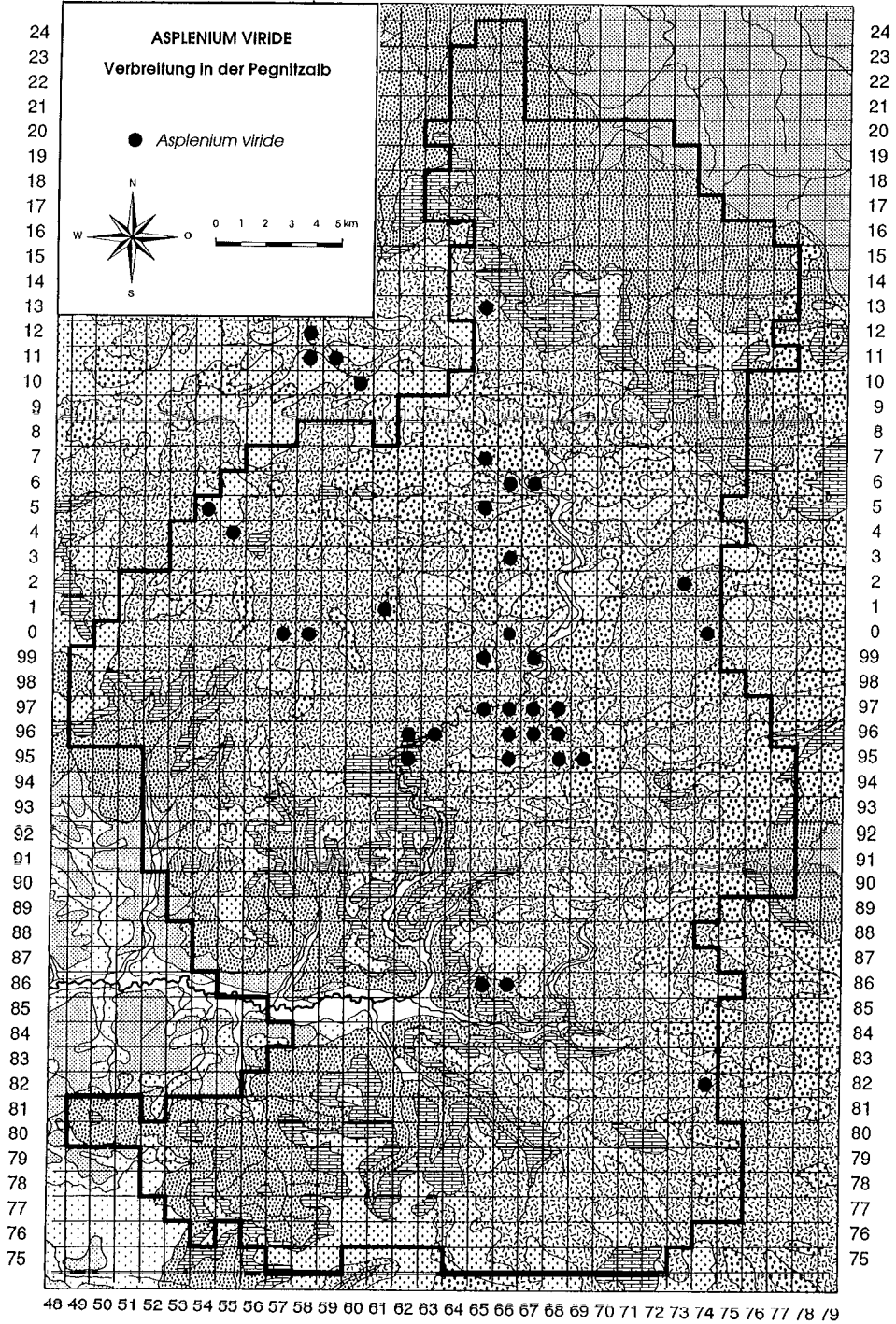


Abb. 19: Verbreitung von *Asplenium viride* in der Pegnitzalb.

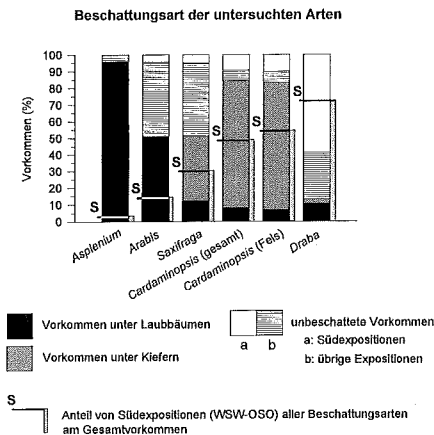


Abb. 20: Beschattungsart der untersuchten Arten.

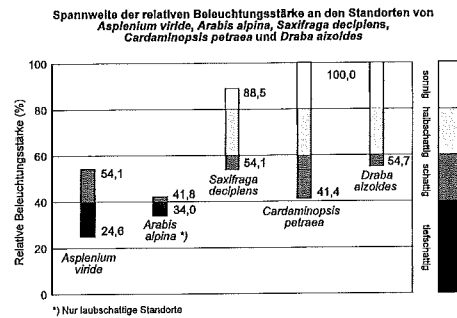


Abb. 21: Spannweite der relativen Beleuchtungsstärke an den Standorten von *Asplenium viride*, *Arabis alpina*, *Saxifraga decipiens*, *Cardaminopsis petraea* und *Draba aizoides*.

*de* wurde nur auf Dolomithfelsen gefunden. Unter den untersuchten Felspflanzen ist der Grüne Streifenfarn zweifellos die am meisten schattenvertragende, ja schattenfordernde (Abb. 4) und kommt im Untersuchungsgebiet in der Regel nur in Laub- und Fichtenwaldgebieten (95,9 % der Vorkommen, Tab. 4) an tiefschattigen bis schattig/absonnigen Standorten mit 24,6 % bis 54,1 % relativer Beleuchtungsstärke vor (Abb. 21). Über 90 % der untersuchten Bestände sind als „tiefschattig“ (laub-schattige Lagen in nördlichen Expositionen) zu bezeichnen.

Im Untersuchungsgebiet mit seiner submontanen Höhenlage (die Vorkommen liegen zwischen 380 und 600m NN) verhält sich *Asplenium viride* wie eine Schattenpflanze, der der Licht-Wert 3 eher gerecht wird als die von ELLENBERG (1991) vergebene Zahl 4. Mit steigender Meereshöhe gedeiht *Asplenium viride* jedoch auch an schwach beschatteten Stellen (SEBALD et al. 1993a).

## Biologie

Beobachtungen über Ausbreitungstendenzen liegen nicht vor. *Asplenium viride* wurde nur einmal an einem Sekundärstandort, nämlich an einem Tunneleinschnitt gefunden. In seinem Hauptverbreitungsgebiet machen die Vorkommen einen vitalen Eindruck, Populationsgrößen von 200-300 Exemplaren sind dort keine Seltenheit. An kleineren Felsen finden sich mitunter aber auch nur 1-2 Exemplare. Die mittlere Individuenzahl liegt bei 10 bis 20 Exemplaren.

## Gefährdung

Gefahr geht vom Klettersport aus. Gerade in den letzten Jahren werden zunehmend auch beschattete, abgelegene Felspartien erschlossen oder intensiver beklüffert. Dies betrifft besonders den Hartensteiner Wald mit seinen derzeit noch vergleichsweise zahlreichen Vorkommen. In Bayern gilt *Asplenium viride* wegen seiner Häufigkeit im Alpenraum als ungefährdet. In der Pegnitzalb dagegen zählt der Grüne Streifenfarn zu den „seltenen Arten“ (regionaler Seltenheitsgrad 3, HEMP 1995).

Tabelle 4: Wichtige Merkmale der Standorte von *Saxifraga decipiens*, *Arabis alpina* und *Asplenium viride*

Anteil der Vorkommen (%)	<i>Saxifraga decipiens</i>	<i>Arabis alpina</i>	<i>Asplenium viride</i>
unbeschattete Vorkommen	48,8	49,1	4,1 <sup>1)</sup>
davon in Südlagen	10,0	9,3 <sup>1)</sup>	-
Vorkommen unter Kiefern	39,0	-	-
Vorkommen unter Laubholz	12,2	50,9	95,9
Vorkommen in Südlagen	29,3	14,0	2,0 <sup>1)</sup>
Stichprobenzahl	41	57	49

<sup>1)</sup> Nur bei ausreichender (Luft-) Feuchtigkeit.

## 5.6. Anmerkungen zu weiteren Eiszeitrelikten in der Pegnitzalb

Als weitere felsbewohnende Eiszeitrelikte der Nördlichen Frankenalb, die ebenfalls im Untersuchungsgebiet vorkommen, sind *Carduus defloratus* und *Thlaspi montanum* zu nennen. Erstere Art ist in der Wiesent- und Weismainalb wesentlich häufiger und streift mit wenigen Vorkommen nur den nordwestlichen Teil der Pegnitzalb im Seeweihergebiet und der Betzensteiner Gegend. Für letztere Art gilt ähnliches; sie tritt hier nur in Dolomitzkiefernwäldern bei Lungsdorf und (etwas häufiger) in Kalkschutthalden des Albraufes bei Hersbruck auf. Während der Fertigstellung dieser Arbeit fand ich auf einem Felsen im Pegnitztal einen aller Wahrscheinlichkeit nach synanthropen Bestand der bislang nur aus der Schwäbischen Alb als Glazialrelikt bekannten *Saxifraga paniculata*. (vgl. den entsprechenden Beitrag in diesem Berichtsband).

### Vergleich der untersuchten Reliktarten

Unter den untersuchten Arten erweist sich *Asplenium viride* als die schattentoleranteste, die schon bei 24,6 % relativer Beleuchtungsstärke gefunden wurde. Es folgt *Arabis alpina*, deren Lichtansprüche sich nach den Expositionsdiagrammen mit denen von *Saxifraga decipiens* im unteren Bereich überschneiden, was jedoch bei den Lichtmessungen nicht zum Ausdruck kommt, da nur laubschattige Standorte, nicht aber die unbeschatteten, nordexponierten Vorkommen gemessen wurden.

Mit *Saxifraga decipiens* beginnt die Reihe der eher lichtliebenden Arten. Ihr Optimum liegt an halbschattigen oder absonnigen Stellen in Kiefernwaldgebieten. *Cardaminopsis petraea* zeigt, was das Lichtbedürfnis angeht, die größte Spannweite, die sich über knapp 60 % relativer Beleuchtungsstärke

Tabelle 5: Relative Beleuchtungsstärke, Exposition und Beschattungsart der Probeflächen

Probefläche	Relative Beleuchtungsstärke (%)	Exposition	Beschattungsart	Assoziation	Reliktarten
1	21,8 ± 0,8	N	Laub	Cystopt.	-
2	24,5 ± 1,1	W	Laub	Cystopt.	-
3	24,6 ± 7,1	N	Laub	Cystopt.	A
4	31,2 ± 3,2	N	Laub	Aspleniet.	-
5	33,3 ± 2,1	NO	Laub	Cystopt.	A
6	33,8 ± 1,9	SW	Laub	Aspleniet.	-
7	33,8 ± 8,3	W	Laub	Aspleniet.	-
8	34,0 ± 2,3	N	Laub	Cystopt.	a
9	39,7 ± 3,5	N	Laub	Cystopt.	a
10	39,8 ± 5,9	NO	Laub	Aspleniet.	-
11	41,4 ± 2,4	SW	Laub	Aspleniet.	-
12	41,4 ± 1,0	NO	Laub	Cystopt.	C
13	41,8 ± 1,7	S	Laub	Aspleniet.	a
14	51,2 ± 3,1	S	Laub	Cardamin.	C
15	54,1 ± 2,8	ONO	frei	Cystopt.	A, C, S
16	54,2 ± 3,9	O	Kiefer	Cardamin.	C, S
17	54,4 ± 5,4	N	Kiefer	Cardamin.	C
18	54,7 ± 2,7	NW	frei	Cardamin.	D, S
19	55,5 ± 0,6	S	Laub	Cardamin.	D
20	57,3 ± 1,4	NO	frei	Cardamin.	D
21	58,0 ± 1,8	NW	frei	Cardamin.	D, S
22	62,7 ± 6,9	WSW	frei	Cardamin.	D
23	64,1 ± 2,5	SO	Kiefer	Cardamin.	C, S
24	65,2 ± 1,0	WSW	frei	Cardamin.	D
25	68,1 ± 0,8	S	Kiefer	Cardamin.	C
26	77,4 ± 2,2	SSW	Kiefer	Buph.-Pin.	C
27	78,7 ± 1,3	S	Kiefer	Cardamin.	C
28	88,5 ± 3,3	S	frei	Cardamin.	C, S
29	90,1 ± 5,0	S	frei	Cardamin.	D
30	100,0 ± 4,1	SW	frei	Cardamin.	C
31	100,0 ± 1,8	S	frei	Cardamin.	D

(Aspleniet. = Asplenietum, Cardamin. = Cardaminopsietum, Cystopt. = Cystopteridetum, Buph.-Pin. = Buphthalmopinetum; a = *Arabis alpina*, A = *Asplenium viride*, C = *Cardaminopsis petraea*, D = *Draba aizoides*, S = *Saxifraga decipiens*)

#### Lagebeschreibung der Probestellen für die Lichtmessungen

- Probestelle 1: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 2: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 3: Dolomitfels auf der linken Seite des Tales zwischen Engenthal und Grünreuth, 1,5 km südlich Engenthal.  
Probestelle 4: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 5: Dolomitfels auf der linken Seite des Tales zwischen Engenthal und Grünreuth, 1,5 km südlich Engenthal.  
Probestelle 6: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 7: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 8: Fuß des Löwenfels am Höllberg 100 m südlich Güntherthal.  
Probestelle 9: Fuß des Löwenfels am Höllberg 100 m südlich Güntherthal.  
Probestelle 10: Dolomitfels am Aussichtsturm 100 m südwestlich von Neuhaus auf der rechten Talseite.  
Probestelle 11: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 12: Dolomitfels an der Seeweiherquelle 2 km nordwestlich Fischstein auf der rechten Talseite.  
Probestelle 13: Dolomitfels am Schloßberg bei Stierberg.  
Probestelle 14: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 15: Dolomitfels an der Seeweiherquelle 2 km nordwestlich Fischstein auf der rechten Talseite.  
Probestelle 16: Felsenlabyrinth Steinerne Stadt (Walldistrikt Hirschlecke) im Krottenseer Forst, 2 km östlich Krottensee.  
Probestelle 17: Dolomitfels am Hellerts-Berg 500 m südwestlich Pfaffenhofen.  
Probestelle 18: Dolomitfels am Schloßberg bei Spieß.  
Probestelle 19: Zankelstein bei Pommelsbrunn.  
Probestelle 20: Dolomitfels am Wetterstein bei Leupoldstein.  
Probestelle 21: Dolomitfels am Schloßberg bei Spieß.  
Probestelle 22: Dolomitfels am Schloßberg bei Stierberg.  
Probestelle 23: Dolomitfels in Neuhaus an der Straße zum Sportplatz.  
Probestelle 24: Dolomitfels am Schloßberg bei Stierberg.  
Probestelle 25: Dolomitfels am Hellerts-Berg 500 m südwestlich Pfaffenhofen.  
Probestelle 26: Dolomitkiefernwald am Käswasserberg 300 m südöstlich Pfaffenhofen  
Probestelle 27: Dolomitfels am Hellerts-Berg 500 m südwestlich Pfaffenhofen.  
Probestelle 28: Dolomitfels am Aussichtsturm 100 m südwestlich von Neuhaus auf der rechten Talseite.  
Probestelle 29: Zankelstein bei Pommelsbrunn.  
Probestelle 30: Rothenfels zwischen Lungsdorf und Rupprechtstegen.  
Probestelle 31: Zankelstein bei Pommelsbrunn.

erstreckt, und kommt von schattigen bis zu voll besonnten Standorten vor. Die Hauptvorkommen liegen im Halbschatten unter Kiefern, hierin ähnelt die Felsschaumkresse in ihren Ansprüchen dem Rasensteinbrech. *Draba aizoides* schließlich ist im Untersuchungsgebiet als ausgesprochen heliophil zu bezeichnen und gedeiht vorzugsweise an südlich exponierten, unbeschatteten Felsen. Bei WITTY (1988) erscheint *Draba aizoides* gegenüber *Cardaminopsis petraea* als schattentoleranter; da jedoch WITTY'S Untersuchung der Felsvegetation des Wiesentales nicht auf diese Frage ausgerichtet ist, mag dieses Ergebnis zufallsbedingt sein.

In der eben aufgezeigten Reihenfolge steigt der Anteil besiedelter Südexpositionen (WSW-OSO) von 2,0 % der Vorkommen bei *Asplenium viride* auf 72,0 % bei *Draba aizoides*. Gleichzeitig sinkt der Prozentsatz stark durch Laubbäume beschatteter Standorte von 95,9 % auf 10,7% (Tab. 3, 4).

*Cardaminopsis petraea* ist nicht nur in ihren Lichtansprüchen vergleichsweise anpassungsfähig, sondern auch in der Wahl der besiedelten Lebensräume: sie gedeiht in 7 Assoziationen. Als äußerst stenöke Art steht ihr *Asplenium viride* gegenüber, das an nur sehr schattigen, luftfeuchten Standorten innerhalb des Cystopteridetum vorkommt. Die Vorkommen der untersuchten Arten in den verschiedenen Assoziationen der Pegnitzalb, bei denen es sich fast durchweg um Reliktgesellschaften handelt, verdeutlicht folgende Übersicht:

#### Synsystematische Übersicht der Pflanzengesellschaften mit Vorkommen der untersuchten Reliktarten

K: Asplenietea rupestris Br.-Bl. 34 in Meier et Br.-Bl. 34

O: Potentilletalia caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26

V: Potentillion caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26

A: Cardaminopsietum petraeae Thorn 58

C, D, S

Felsschaumkressenflur

A: Asplenietum trichomano-rutae-murariae Kuhn 37, Tx. 37

Ar

Mauertrautenflur



- V: *Cystopteridion* (Nordhagen 36) J. L. Rich. 72  
 A: *Asplenio-Cystopteridetum fragilis* Oberd. (36) 49 Ar, As, (C), S  
 Blasenfarn-Gesellschaft
- K: *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. et al. 47  
 O: *Stipetalia calamagrostis* Oberd. et Seib. in Oberd. 77  
 V: *Stipion calamagrostis* Jenny-Lips 30  
 A: *Gymnocarpietum robertiani* Kuhn 37, Tx. 37 S  
 Ruprechtsfarnflur
- K: *Sedo-Scleranthetia* Br.-Bl. 55 em. Müller 61  
 O: *Sedo-Scleranthetalia* Br.-Bl. 55  
 V: *Alyso alyssoides*-Sedion albi Oberd. et Müller in Müller 61  
 A: *Alyso alyssoides-Sedetum albi* Oberd. et Müller in Müller 61 C, D, S  
 Kelchsteinkraut-Mauerpfeffer-Gesellschaft
- V: *Festucion pallentis* Klika 31 em. Korneck 74  
 A: *Diantho gratianopolitani-Festucetum pallentis* Gauckler 38 C, D  
 Pfingstnelkenflur (und verwandte Gesellschaften)
- K: *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 43  
 O: *Brometalia erecti* Br.-Bl. 36  
 V: *Xerobromion* (Br.-Bl. et Moor 38) Moravec in Holub et al. 67  
 A: *Helichryso-Festucetum sulcatae dolomiticum* Hohenester 60 C  
 Dolomitsand-Trockenrasen  
 A: *Bromo-Seslerietum* (Kuhn 37) Oberd. 57 nom. inv. Ar, C, D, S  
 Kugelblumen-Blaugrashalde
- K: *Erico-Pinetea* Horvat 59  
 O: *Erico-Pinetalia* Horvat 59  
 V: *Erico-Pinion* Br.-Bl. 39  
 A: *Bupthalamo-Pinetum* Hemp 1995 C  
 Dolomitkiefernwald der Nördlichen Frankenalb
- K: *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 50  
 O: *Glechometalia hederaceae* Tx. in Tx. et Brun-Hool 75  
 V: *Alliarion* Oberd. (57) 62  
 A: *Alliario-Chaerophylletum temuli* (Kreh 35) Lohm. 49 (Ar)  
 Heckenkerbel-Saum  
 A: *Epilobio-Geranietum robertiani* Lohm. in Oberd. 67 ex Görs et Müller 69 (Ar)  
 Ruprechtskraut-Saum

(Ar = *Arabis alpina*, As = *Asplenium viride*, C = *Cardaminopsis petraea*, D = *Draba aizoides*, S = *Saxifraga decipiens*,  
 Angaben in Klammern: seltenes Auftreten.)

## 5.8. Abschließende Anmerkungen zu Fragen des Naturschutzes

Beim Vergleich mit historischen Fundortangaben ergibt sich ein Rückgang, der in den letzten 100 Jahren zwischen 30 % und 44 % liegt, was bei den selteneren Arten eine akute Bedrohung bedeutet. Durch zunehmende Verbuschung und Laubholzunterpflanzungen in den Dolomitkiefernwäldern sowie durch den in den letzten 10 Jahren sprunghaft angestiegenen Klettersport steht zu befürchten, daß sich diese negative Tendenz beschleunigen wird. Bei den meisten behandelten Arten ist durch diese rasche Entwicklung eine Korrektur des Rote-Liste-Status erforderlich. Besonders gilt dies für *Arabis alpina*, die aufgrund ihrer Häufigkeit im Alpenraum als ungefährdet gilt, außerhalb der Alpen in Bayern aber nur an wenigen Stellen in der Fränkischen Alb vorkommt. Auch bei *Cardaminopsis petraea* kann bei einem Rückgang seit 100 Jahren von über 30 % nicht mehr von „potentieller Gefährdung“ gesprochen werden, wenn man die oben geschilderte Entwicklung berücksichtigt und bedenkt, daß in der Pegnitzalb die Hauptvorkommen in Bayern bzw. der Bundesrepublik liegen. Ähnliches gilt für *Saxifraga decipiens*.

Alle fünf Arten sind als Glazialrelikte herausragende Zielarten des Naturschutzes bei der naturschutzfachlichen Begutachtung von Kletterfelsen und Landschaftspflegemaßnahmen. Akuter Handlungsbedarf besteht bei der Sicherung der *Arabis alpina*-Vorkommen. Hier ist die Sperrung von besiedelten Felsen bzw. Felspartien dieses äußerst seltenen Eiszeitreliktes unumgänglich. Ähnlich ist die Situation bei *Draba aizoides* und *Saxifraga decipiens*. *Draba aizoides* sollte zudem durch gezielte Felsfreistellungen gefördert werden. Zum Schutz von *Cardaminopsis petraea* und *Saxifraga decipiens* dürfen in Kiefernwaldgebieten keine weiteren Laubholzunterpflanzungen vorgenommen werden. Es gilt überdies zu berücksichtigen, daß alle untersuchten Arten 6d-Zeiger-Pflanzen sind und daß die von ihnen besiedelten Lebensräume

nach Art. 6d des BayNatSchG geschützte Flächen darstellen (vgl. HEMP 1995). Diese rechtliche Grundlage muß spätestens jetzt zur Sicherung der akut bedrohten Reliktvorkommen angewandt werden.

Nach dem Vorbild des Naturschutzgebietes Eibenwald bei Gößweinstein im Wiesental und des Blautals in der Schwäbischen Alb entwirft derzeit ein neu gegründeter Arbeitskreis aus Vertretern der Naturschutzbehörden und der Kletter- und Naturschutzverbände ein Kletterkonzept für das Pegnitztal, in dem zunächst alle Kletterfelsen erfaßt, bewertet und in drei Zonen (Klettern verboten, Klettern erlaubt, Klettern und Neoroutenerschließung erlaubt) unterteilt werden sollen. Nach einer Übergangsfrist muß dann geprüft werden, ob sich hiermit ein ausreichender Schutz der Felsvegetation der Pegnitzalb erzielen läßt.

#### Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Hinweise möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Vollrath, Bad Hersfeld, und Herrn Dr. Michael Witschel, Freiburg, bedanken. Bei der Einführung in die Methode und der Bewältigung auftretender Probleme der Lichtmessungen waren mir dankenswerter Weise Herr Dr. Pedro Gerstberger, Herr Andreas Elend und Frau Heike Bott (alle Bayreuth) behilflich.

#### Literatur

- BRACKEL, W. v. & R. ZINTL 1983: Die Pflanzengesellschaften der Ehrenborg bei Forchheim. Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 41: 205-288. — BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. 865 S. Wien. — BRESINSKY, A. 1965: Zur Kenntnis des circumalpinen Florelementes im Vorland nördlich der Alpen. Ber. Bayer. Botan. Ges. 38: 5-67. — EHRENDORFER, F. 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 318 S. Stuttgart. — ELLENBERG, H. 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18. 248 S. Göttingen. — FRAHM, I.-P. & W. FREY 1983: Moosflora, 522 S. Stuttgart. — FRIEND, D. T. C. 1961: A simple method of measuring integrated light values in the field. Ecology 42: 577-580. — GAUCKLER, K. 1970: Einstrahlungen der Alpenflora in der Fränkischen Alb. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere 35: 36-46, 47-56. — GAUCKLER, K. 1938: Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Betrachtung. Ber. Bayer. Bot. Ges. 23: 5-134. München. — HAEUPLER, M. 1971: Zur Flora. Der Landkreis Blankenburg. Veröffentlichungen des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes. Kreisbeschreibungen 25: 71-76. — HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER 1988: Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. 768 S. Stuttgart. — HEDBERG, O. 1970: Evolution of the Afroalpine Flora. Biotropica 2 (1): 16-23. — HEGI, G. 1984: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Pteridophyta, Spermatophyta Band 1 Pteridophyta. Teil 1: 221. Paul Parey Verlag, Hamburg. — HEGI, G. 1986: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Pteridophyta, Spermatophyta Band 4 Angiospermae, Dicotyledones 2. Teil 1: 230-301. Paul Parey Verlag, Hamburg. — HEGI, G. 1975: Dicotyledones. 4 Band, 2. Teil. Teilband A: 196-199. Berlin, Hamburg. — HEMP, A. 1986: Die Vegetation des Pegnitztales. Diplomarbeit. Universität Bayreuth. 143 S. — HEMP, A. 1988a: Pflegeplan für den Lindenberg bei Hohenstadt. Unveröffentlichtes Gutachten für den Landkreis Nürnberger Land. 62 S. — HEMP, A. 1988b: Pflegeplan für die Wied bei Pommelsbrunn. Unveröffentlichtes Gutachten für den Bund Naturschutz, Hersbruck. 33 S. — HEMP, A. 1995: Die Dolomitkiefernwälder der Nördlichen Frankenalb. Entstehung, systematische Stellung und Bedeutung für den Naturschutz. Dissertation. Bayreuther Forum Ökologie, Band 22, Bayreuth. — HEMP, A. 1996a: Landschaft und Vegetation der Pegnitzalb. Natur und Mensch 1995: 9-21. Nürnberg. — HEMP, A. 1996b: Die landschaftsökologische Bedeutung der Dolomitkiefernwälder (Buphthalmo-Pinetum) in der Frankenalb. Berichte der ANL 19: 205-248. — HOHENESTER, A. 1960: Grasheiden und Föhrenwälder auf Diluvial- und Dolomitsanden im nördlichen Bayern. Ber. Bayer. Bot. Ges. 33: 30-83. — KNOCH, K. (Hrsg.) 1952: Klimaatlas von Bayern. Kissingen. — LIPPERT, H. 1973: Die Oberflächenformung des Karstes der Mittleren Frankenalb, unter besonderer Berücksichtigung der Kuppenalb. Ein morphologischer und pedologischer Beitrag. Dissertation. Universität Erlangen-Nürnberg. 173 S. — MERKEL, J. 1979: Die Vegetation im Gebiet des Meißtschblattes 6434 Hersbruck. Dissert. Bot. 51. 174 S. Vaduz. — MEUSEL, H. 1939: Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Ein Beitrag zur Steppenheidefrage. Hercynia 2. 372 S. — MEUSEL, H., E. JÄGER & E. WEINERT 1965: Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. 538 S. (Textteil), 258 S. (Kartenteil). Jena. — MILBRADT, J. 1976: Nordische Einstrahlungen in der Flora und Vegetation von Nordbayern dargestellt an ausgewählten Beispielen. Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 35: 131-210. — MILBRADT, J. 1978: Die Verbreitung von *Arabis alpina* L., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. und *Circaea alpina* L. in Nordbayern. Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 37: 291-301. — MÜLLER-HOHENSTEIN, K. 1971: Die natürlichen Grundlagen der Landschaften Nordbayerns. In: Heller, H. (Hrsg.), Exkursion in Franken und Oberpfalz. Selbstverl. Geogr. Inst. Erl.-Nbg., 1-19. — NIKLFELD, H. 1972: Der niederösterreichische Alpenostrand - ein Glazialrefugium montaner Pflanzensippen. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Alpenpflanzen und Tiere 37: 42-94. — OBERDORFER, E. 1949: Die Pflanzengesellschaften der Wutachschlucht. Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl. 8: 22-60. — OBERDORFER, E. 1977: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I. Stuttgart. 311 S. New York. — OBERDORFER, E. 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. Stuttgart. 355 S. New York. — OBERDORFER, E. 1983: Süddeutsche Pflanzengesellschaften III. Stuttgart. 455 S. New York. — OBERDORFER, E. 1992: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. 282 S (Textband) Stuttgart, 580 S (Tabellenband) New York. — OBERDORFER, E. 1994: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Auflage. 1050 S. — SCHÖNFELDER, P. 1978: Vegetationsverhältnisse auf Gips im südwestlichen Harzvorland. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 8. 110 S. Hannover. — SCHÖNFELDER, P. 1987: Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Neubearbeitung 1986. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), Schriftenreihe

des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 72, 77 S. München. — SCHUHWERK, F. 1990: Relikte und Endemiten in Pflanzengesellschaften Bayerns - eine vorläufige Übersicht. Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 303-323. München. — SCHUSTER, H.-J. 1980: Analyse und Bewertung von Pflanzengesellschaften im Nördlichen Frankenjura. Dissertationes Botanicae. 478 S. — SCHWARZ, A. 1892: Die Flora der Umgebung Nürnbergs. Nürnberg am Ende des XIX Jahrhunderts. Festschrift zur 65. Tagung des Vereines der deutschen Naturforscher und Ärzte 1892 in Nürnberg. 134-155. — SCHWARZ, A. 1897-1912: Phanerogamen- und Gefäßkryptogamenflora der Umgebung von Nürnberg-Erlangen. Band 1-6. 1708 S. Nürnberg. — SEBALD, O., S. SEYBOLD & G. PHILIPPI 1993a: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 1. 2. Auflage. 624 S. — SEBALD, O., S. SEYBOLD & G. PHILIPPI 1993b: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 2. 2. Auflage. 451 S. — SEBALD, O., S. SEYBOLD & G. PHILIPPI 1992: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 3. 483 S. — THORN, K. 1958: Die dealpinen Felsheiden der Frankenalb. Sitzungsber. phys. med. Soz. Erlangen 78: 128-199. — TICHY, F. 1989: Landschaftsnamen und Naturräume der Fränkischen Alb. in: Die Fränkische Alb. Schriften des Zentralinstituts für fränkische Landeskunde und allgemeine Regionalforschung, Band 28: 1:8. Neustadt an der Aisch. — VOLLMANN, F. 1914: Flora von Bayern. Stuttgart. — WASNER, U. 1976: Eine Methode zur Mikroklimamessung im Freiland. Eich Tabellen zur integrierten Lichtmessung nach Friend. Zool. Jb. Syst. 103: 355-360. — WILMANN, O. & S. RUPP 1966: Welche Faktoren bestimmen die Verbreitung alpiner Felsspaltenpflanzen auf der Schwäbischen Alb? Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, Heft 34: 62-86. — WIRTH, V. 1980: Flechtenflora. 552 S. Stuttgart. — WITSCHHEL, M. 1986: Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung von Amethyst-Schwingel (*Festuca amethystina* L.) und Horst-Segge (*Carex sempervirens* Vill.) in Baden-Württemberg. Jh. Ges. Naturkde. Württemberg 144: 177-209. — WITSCHHEL, M. 1989: Zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung von *Daphne cneorum* L. in Baden-Württemberg, unter Berücksichtigung der zöologischen Verhältnisse in den anderen Teilarealen. Jh. Ges. Naturkde. Württemberg 141: 157-200. — WITTY, S. 1988: Die Vegetation der Dolomitfelsen im Wiesental, Nördliche Frankenalb. Diplomarbeit, Lehrstuhl Pflanzenökologie, Universität Bayreuth. 99 S. — ZIMMERMANN, A. 1972: Pflanzenareale am Niederösterreichischen Alpenostrand und ihre florensgeschichtliche Deutung. Dissertationes Botanicae 18. 199 S.

Dr. Andreas HEMP  
 Guntherstraße 12b  
 D-95445 Bayreuth

