

Emissionsökologische Flechtenkartierung von Laufen und Umgebung

Bernhard MARBACH

Inhalt

1. Einleitung
 - 1.1 Problemstellung
 - 1.2 Das Untersuchungsgebiet
2. Passive emissionsökologische Flechtenkartierung nach VDI 3799
 - 2.1 Methode
 - 2.2 Ergebnisse
 - 2.2.1 Anhand der Baumgruppe mit \pm subneutraler Borke in Laufen und Umgebung ermittelte Luftgütwerte und Belastungszonen
 - 2.2.2 Luftgütwerte von Bäumen mit \pm mäßig saurer Borke im Stadtgebiet von Laufen
3. Erfassung der Flechtenflora von Laufen und Umgebung
 - 3.1 Liste der Fundorte, nach den Koordinaten der Rasterquadrate geordnet
 - 3.2 Substrate und Arten
 - 3.3 Verbreitungskarten rindenbewohnender Arten
4. Diskussion
 - 4.1 Artenliste und Diskussion der Arten
 - 4.2 Seit 1984 verschwundene rindenbewohnende Flechten
 - 4.3 Von GOPPEL (1984) nicht erwähnte rindenbewohnende Arten
 - 4.4 Veränderungen des Artenspektrums seit 1984 in Bezug zur Emissionsbelastung
 - 4.5 Anhand der emissionsökologischen Flechtenkartierung nach VDI 3799 festgestellte Veränderungen der Belastungszonen seit 1984
 - 4.6 Diskussion des Belastungszustands des Untersuchungsgebiets
 - 4.7 Gefährdete Standorte
5. Zusammenfassung/Summary
6. Dank
7. Literatur

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Flechten sind Organismen, die aus einer engen symbiotischen Assoziation zwischen Pilz und Alge gebildet werden, die in ihrem Zusammenleben sehr empfindlich auf Umweltbedingungen reagieren, wobei jede Art ihre spezifischen Ansprüche fordert. Sie beziehen ihre Nährstoffe nahezu ausschließlich über Staubanflug und Niederschlag und besitzen keine der Cuticula bei höheren Pflanzen vergleichbare schützende Außenschicht, so dass sie relativ undifferenziert sowohl Nährstoffe als auch Schadstoffe aus der Luft aufnehmen. Insbesondere die exponierten rindenbewohnenden Flechten sind deshalb als Bioindikatoren für Luftschadstoffe hervorragend geeignet.

Im Gebiet von Laufen und Umgebung wurde bereits 1984 eine emissionsökologische Flechtenkartierung durchgeführt (GOPPEL 1984). Diese Arbeit gibt die

Möglichkeit, Veränderungen der Flechtenflora festzustellen. Die vorliegende Arbeit behandelt als vergleichende Studie das gleiche Gebiet und bespricht neben dem gegenwärtigen Zustand der Flechtenflora auch deren Entwicklung. Die emissionsökologische Flechtenkartierung erfolgt nach der vom Verein Deutscher Ingenieure herausgegebenen Richtlinie VDI 3799 (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE 1995).

Die Kartierung nach VDI 3799 ist nur beschränkt mit der Kartierung von GOPPEL (1984) vergleichbar (siehe unten), so dass ein Schwerpunkt auf die Diskussion der einzelnen Arten gelegt wird.

Neben den für die vergleichende emissionsökologische Kartierung relevanten Standorten auf Rinden gibt es im Untersuchungsgebiet einige interessante Fundorte wie alte Stadel im Haarmos, die Mauer des alten Salzachkais unter der Laufener Kirche und Weidepfosten im Gebiet um den Abtsdorfer See. Bodenbewohnende *Cladonia*-Arten aus dem etwas außerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebiets liegenden Schönramer Filz (ca. 5 km SE von Laufen) werden ebenfalls behandelt. Im Rahmen der Untersuchungen wurde ein Flechtenherbar mit ca. 200 Belegen eingerichtet. Von einigen Arten, die im Gebiet nur selten anzutreffen sind, wurden nur kleine Teile von Thalli gesammelt. Das Herbarium befindet sich an der ANL in Laufen.

Um in Zukunft die Entwicklung der Flechtenflora besser dokumentieren zu können, wurden im Stadtgebiet von Laufen an der B20 und in der Salzburger Allee Dauerflächen an Bäumen eingerichtet. Die Unterlagen zu den Dauerflächen (Folien mit Zeichnungen, Photographien und genaue Ortsangaben) liegen an der ANL in Laufen auf.

1.2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Salzach-Hügelland. Es wird von Südost- in Nordwestrichtung von der B 20 und der Eisenbahnlinie Freilassing-Mühldorf durchschnitten. Im Nordosten wird das Gebiet von der Salzach, die hier die Grenze zu Österreich bildet, begrenzt. An der nördlichen Grenze des Gebiets liegen der Höfener Stausee und die Lebenau, im Westen das Kulbinger Filz und die Dörfer Pölln, Eschelbach, Ehemosen, Dorfen, Röderberg und Emmering, im Süden liegt der Abtsdorfer See und Abtsdorf und der Osten wird von den Wiesen und dem Auwald der Salzachbegleitenden Ebene geprägt (siehe Abb. 1).

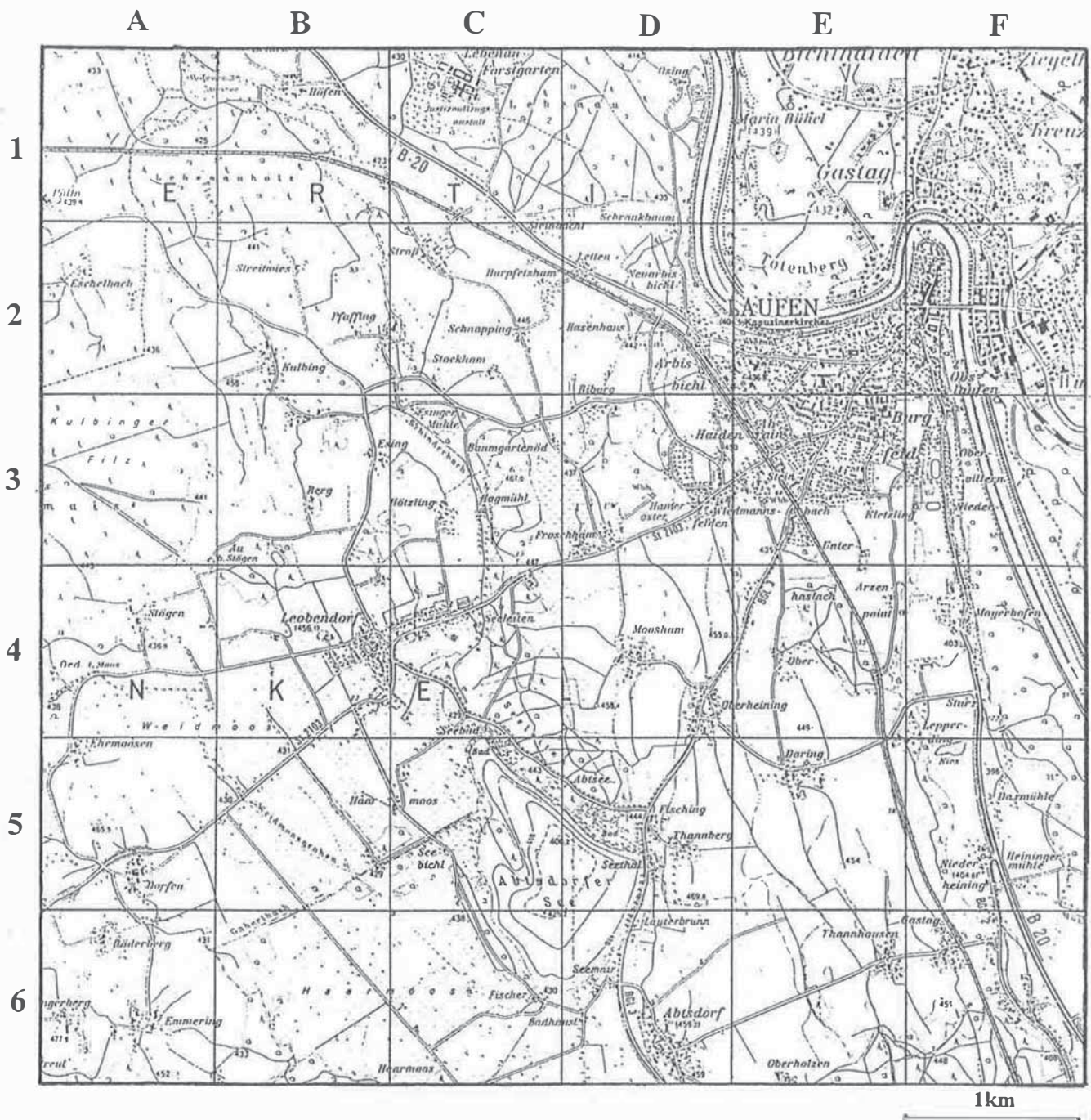


Abbildung 1

Das Untersuchungsgebiet (Ausschnitt aus der Topographischen Karte 8043 Laufener, BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN 1992).

Das Salzach-Hügelland ist der östlichste Teil des bayerischen Hügel- und Moorlands, das den nördlichen Alpenrand vom Bodensee bis zur Salzach hin begleitet (ANL 1987). Das Hügelland wurde vom würmeiszeitlichen Gletschervorstoß des Salzach-Vorlandgletschers geformt und zeigt somit das Bild einer typischen Moränenlandschaft mit Hügeln, Seen und Mooren. Im Osten des Untersuchungsgebiets liegt als Ebene ehemaliges Schwemmland der Salzach mit Aue und Wiesen in einer Höhe knapp unter 400 msm. Daran schließt sich im Bereich der B20 die stets hochwasserfreie mittlere Terrassenkante an und westlich davon beginnt das Hügelland mit Höhen-

stufen von meist 430 bis 450 msm (bei Emmering im Südwesten bis 477 msm). Im Gebiet liegt der Abtsdorfer See mit den angrenzenden ausgedehnten trockengelegten Sumpfbereichen des Haarmoos und des Weidmoos.

Das Gebiet wird von Viehwirtschaft dominiert. Südlich von Laufener sind zwischen Daring und Thannhausen ausgedehnte Maisfelder angelegt. Mehrere kleinere und mit Teilen des Kulbinger Filzes, dem Lebenauch und der Lebenaue auch ausgedehntere Wälder sowie zahlreiche bachbegleitende Waldstreifen liegen im Hügelland. Kleine Dörfer und Weiler sind im Gebiet verstreut, die einzige größere Ansied-

lung ist die Stadt Laufen mit 5700 Einwohnern (MAYERS GROSSES TASCHENLEXIKON 1992). Industrie bzw. größere industrielle Emittenten gibt es im Untersuchungsgebiet nicht.

Das Klima im Salzach-Hügelland wird von den nahen Alpen und deren Stauwirkung ozeanisch geprägt (ANL 1987). Die rasche Abnahme der Niederschläge mit dem Abstand zu den Alpen wird durch die Niederschlagswerte in Salzburg mit 1336 mm, Trostberg mit 1065 mm und München mit 866 mm dokumentiert (WALTER & LIETH 1960-1967). Für Laufen liegen keine Werte vor, die Niederschlagsmenge dürfte zwischen den Werten von Salzburg und Trostberg liegen.

2. Passive emissionsökologische Flechtenkartierung nach VDI 3799

2.1 Methode

Messnetz: Für das Untersuchungsgebiet wurde ein Rasternetz mit Quadraten von 1 km Seitenlänge gewählt. Die Karte zum Untersuchungsgebiet umfasst 6 x 6 km, also 36 Quadrate, wobei zwei Rasterquadrate vollständig auf österreichischem Gebiet, das nicht berücksichtigt wird, liegen. 6 Rasterquadrate werden von der Salzach, die im Gebiet die Staatsgrenze bildet, angeschnitten. Diese Quadrate werden gleich wie die vollständigen Quadrate behandelt. Die Koordinaten der Rasterquadrate werden durch Buchstaben und Zahlen definiert.

Trägerbäume: Um innerhalb des Untersuchungsraumes vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, sollen nach VDI 3799 nur Trägerbäume mit ähnlichen Borkeneigenschaften verwendet werden. Als Trägerbäume wurde die Gruppe der Bäume \pm mit subneutraler Borke, die *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Malus spec.*, *Populus spec.* und *Ulmus carpinifolia* beinhaltet, gewählt. Die Bäume sollen außerdem ähnliche Lichtverhältnisse aufweisen und Bäume, die Einflüssen wie Kalken, Abkratzen von Borken oder dem Scheuern auf Viehweiden ausgesetzt sind oder waren, können für die Kartierung nicht verwendet werden. Bei Berücksichtigung all dieser Bedingungen sind in manchen Rasterquadraten für eine statistisch relevante Auswertung nicht genügend Bäume zu finden. *Fraxinus excelsior* ist häufig bachbegleitend, gelegentlich auch freistehend auf Wiesen und Feldern anzutreffen und geht am häufigsten in die Analysen ein. *Malus spec.* ist zwar häufig anzutreffen, aber meist auf Wiesen in Hofnähe, auf denen auch das Vieh gesammelt wird. Diese Bäume können aus genannten Gründen nicht berücksichtigt werden. *Acer platanoides* ist insbesondere im Stadtgebiet als Allee- und Parkbaum anzutreffen. *Populus spec.* ist in Salzachnähe häufig und gelegentlich als Alleebaum an Straßen zu finden. *Juglans regia* ist meist an stark überdüngten Orten bei Bauernhöfen zu finden und konnte kaum für die Kartierung verwendet werden. *Ulmus carpinifolia* wurde nicht berücksichtigt.

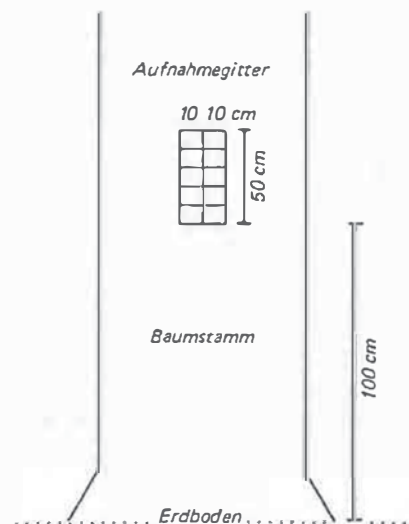


Abbildung 2

Flechtaufnahmegeritter (aus den VDI-Richtlinien 3799, 1995).

Um statistisch relevante Ergebnisse zu erhalten müssen pro Rasterquadrat mindestens 4 Bäume analysiert werden. Auf den Quadraten 1D, 2D, 3A, 3B, 4D, 4E, 5A, 5E, 6B, 6D und 6E sind nicht genügend geeignete Bäume vorhanden, um eine statistische Auswertung zu ermöglichen. Die vorhandenen Bäume wurden dennoch analysiert und die Beobachtungen mit den aus den Mittelwerten der angrenzenden Quadrate errechneten Werten verglichen. Größere Widersprüche schienen dabei nicht auf.

Neben der Kartierung mit der oben besprochenen Baumgruppe wurden im Stadtgebiet von Laufen an fünf Punkten Analysen an *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* und *Acer pseudoplatanus*, die in der Gruppe von Bäumen mit mäßig saurer Borke zusammengefasst sind, durchgeführt.

Erfassung der Flechten: Die Aufnahme der Flechten erfolgt an der am stärksten mit Flechten bewachsenen Seite des Stammes. Dort wird ein Aufnahmegeritter (50 x 20 cm) am Baum angelegt (s. Abb. 2). Das Aufnahmegeritter ist in 10 Felder (10 x 10 cm) unterteilt. Die Unterkante des Gitters soll sich 1 m über dem Boden befinden (VDI 1995). Von dieser Norm wird in vorliegender Arbeit an manchen Bäumen abgewichen: Bei manchen bachbegleitenden Bäumen oder an Waldrändern reichen die Stauden im Unterwuchs bis über 1 m über dem Boden. An diesen Bäumen wurde das Aufnahmegeritter etwas höher gehängt.

Es erfolgt die vollständige Erfassung aller Flechten, die innerhalb des Aufnahmegeritters vorhanden sind (Exemplare, deren Durchmesser kleiner als 3 mm ist, werden nicht erfasst, um Fehlbestimmungen zu vermeiden). Es wird notiert, in wie vielen der 10 Felder des Gitters jede Art vorkommt (Frequenz). Zusätzliche Arten, die in unmittelbarer Nachbarschaft des Aufnahmegeritters vorkommen, werden mit der Frequenz 1 gewertet. Bei der Berechnung der Luftgüte-

werte werden nur Arten aus der Artenliste nach VDI (1995) berücksichtigt. Die Summe der Frequenzen der verschiedenen Arten ergeben den Luftgütwert für den analysierten Baum. Der Luftgütwert eines Rasterquadrates ist der gemittelte Luftgütwert der berücksichtigten Bäume.

Auswertung: Die Berechnung von Luftgütwerten, Vertrauensgrenzen, Standardabweichungen und der Klassenbreite der Luftgüteklassen sowie die Erstellung der Zonenkarten erfolgt nach VDI 3799.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Anhand der Baumgruppe mit \pm subneutraler Borke in Laufen und Umgebung ermittelte Luftgütwerte und Belastungszonen (vgl. Tab. 1)

Auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogene Werte

$$s_p = 5,8$$

$$n_p = 5,9$$

$$m = 22$$

Klassenbreite der Luftgüteklassen = 6,1

Abkürzungen:

s_p : mittlere Standardabweichung der Messflächen im gesamten Projekt

n_p : mittlere Anzahl kartierter Bäume im gesamten Projekt

m : Anzahl der kartierten Messflächen im gesamten Projekt

Luftgüteklassen: die Luftgüteklassen werden rechnerisch durch Addition der Klassenbreite der Luftgüteklassen ermittelt. Die Bewertung der Luftgüteklassen erfolgt nach der Belastungsskala aus VDI 3799.

Die Baumgruppe mit \pm subneutraler Borke enthält mit *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Malus spec.* und *Populus spec.* sowohl Arten, die im Stadtgebiet, als auch solche, die im ländlichen Gebiet der Umgebung von Laufen vorkommen (siehe Besprechung der Trägerbäume), so dass sie für die Kartierung des Untersuchungsgebietes geeignet ist. Die ermittelten Luftgütwerte der Rasterquadrate liegen zwischen 17 und 35. Entsprechend der Klassenbreite der Luftgüteklassen können im Gebiet vier Zonen unterschieden werden (s. Tab. 1 und 3). Der Belastungsskala nach VDI 3799 zufolge sind die Luftgüteklassen 3 und 4 als hoch, die Luftgüteklassen 5 und 6 als mäßig belastet zu bewerten. Die am geringsten belastete Zone der Luftgüteklasse 6 ist in zwei Arealen zu finden: um den Abtsdorfer See und im Stadtgebiet von Laufen (s. Abb. 3). Diese Gebiete sind von einer breiten Zone der Luftgüteklasse 5 umgeben. Im Bereich des Lebenuholzes im äußersten Nordwesten des Untersuchungsgebiets ist ebenfalls die Luftgüteklasse 5 zu finden. Die stärker belastete Zone der Luftgüteklasse 4 zieht sich entlang der B20 durch die Salzachebene und durch intensiv landwirtschaftlich genutztes Gebiet im Nordwesten des Untersuchungsgebiets. In diese Zone eingebettet liegt ein Areal der Luftgüteklasse 3.

Eine vorsichtige Interpretation zur Verteilung der Zonen bzw. der Luftgüteklassen scheint möglich. Als Hauptemittenten im Gebiet sind die meist sehr intensiv betriebene Landwirtschaft (Düngung, Herbizide) und der Verkehr zu betrachten. Die Zone mit relativ geringer Emissionsbelastung am Abtsdorfer See kann durch das emissionsfreie Areal über dem See und die Abwesenheit von Straßenverkehr erklärt werden. Für eine ähnliche Emissionsbelastung im Stadtgebiet von Laufen dürfte das Fehlen der direkten landwirtschaftlichen Emissionen verantwortlich sein. Die hohe Emissionsbelastung im Nordwesten des Untersuchungsgebiets ist durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung erklärbar. Die in dieses Gebiet eingebettete Zone Luftgüteklasse 5 mit nur mäßiger Emissionsbelastung ist auf die aufgelockerte landwirtschaftliche Nutzung im Bereich des Lebenuholzes zurückzuführen. Die hohe Emissionsbelastung in der Salzachebene im Osten des Untersuchungsgebiets ist durch die doppelte Belastung aus Landwirtschaft und der verkehrsreichen B20 erklärbar.

Nicht unproblematisch ist die Wahl der Bäume im landwirtschaftlichen Nutzungsgebiet. Die Luftgütwerte sind oft nur punktuell gültig, je nachdem wie das Feld oder die Wiese, auf welcher der Trägerbaum steht, bearbeitet wurde. Ein Extrembeispiel sind freistehende Schwarzerlen in einer Wiese südlich von Abtsdorf im Haarmoos, eigentlich ein optimaler Standort für Flechten, die keinen Flechtenwuchs aufweisen. Auf der Borke dieser Bäume sind aber Spuren von Mist zu finden. Ein anderes Beispiel für die lokale Wirkung der Düngung sind die weg begleitenden Birken im Haarmoos. Je nach benachbarten Feld sind sie entweder mit nitrophytischen oder mit für Birken typischen acidophytischen Flechtenarten bewachsen. Bäume ohne oder mit minimalem Flechtenbewuchs wurden als punktuelle Erscheinungen und damit für die Analysen nach VDI 3799 als ungeeignet betrachtet.

Zum Ermitteln der Isolinien wurde jeweils die Gültigkeit der Luftgütwerte für die Mitte der Quadrate angenommen. Dem Fehlen statistisch relevanter Luftgütwerte in den Quadraten 1D, 2D, 3A, 3B, 4B, 4D, 4E, 5A, 5E, 6B und 6E entsprechend sind die Isolinien an einigen Stellen der Zonenkarte (Abb. 3) anhand von Mittelwerten, die aus den Luftgütwerten angrenzender Quadrate errechnet wurden, gezeichnet.

2.2.2 Luftgütwerte von Bäumen mit \pm mäßig saurer Borke im Stadtgebiet von Laufen

Neben der oben diskutierten, auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogenen Kartierung von Immissionswirkungen auf Flechten anhand der Baumgruppe mit subneutraler Borke bietet sich durch die zahlreichen Linden im Stadtbereich von Laufen an der B20, in der Salzburger Allee und im Schlosspark eine zusätzliche Kartierung anhand der Baumgruppe mit \pm

Tabelle 1

Ergebnisse der Flechtenkartierung nach VDI Laufen und Umgebung (Bäume mit ± subneutraler Borke).

Fläche	n	F	s	VG	LGW
1A	4	99	4,2	± 6,7	25
1B	8	179	7,2	± 5,9	22
1C	6	109	2,0	± 2,1	18
2A	5	86	1,1	± 1,4	17
2B	5	119	6,1	± 7,5	24
2C	5	143	4,7	± 5,0	29
2E	4	138	7,1	± 11,4	35
2F	9	225	9,0	± 6,8	25
3C	5	120	8,0	± 9,9	24
3D	6	150	5,4	± 5,7	25
3E	7	197	5,0	± 4,6	28
3F	11	294	5,5	± 3,7	27
4A	5	102	3,9	± 4,8	20
4C	5	139	7,9	± 9,8	28
4F	7	135	4,8	± 4,4	19
5B	4	113	3,7	± 5,9	28
5C	7	230	7,1	± 6,4	33
5D	5	144	3,8	± 6,0	29
5F	5	97	3,2	± 3,9	19
6A	6	167	4,8	± 5,1	28
6C	5	128	7,4	± 9,2	26
6F	6	117	3,4	± 4,2	20

Abkürzungen:

n: Anzahl der kartierten Bäume der Messfläche

F: Frequenzsumme der kartierten Bäume der Messfläche

s: Standardabweichung der Messfläche

VG: Vertrauensgrenze des LGW (LGW + VG = obere Vertrauensgrenze; LGW - VG = untere Vertrauensgrenze)

LGW: Luftgütwert (entspricht der durchschnittlichen Frequenzsumme eines Baumes der Messfläche)





Tabelle 2

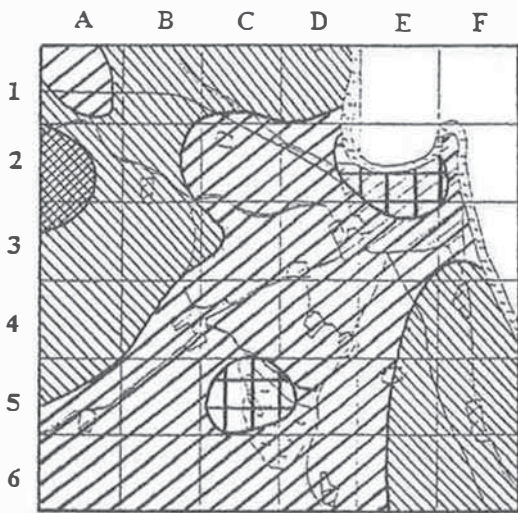
Belastungsskala nach VDI 3799.

Luftgütwert: 0	12,5	25,0	37,5	50,0	
extrem hoch	sehr hoch	hoch	mäßig	gering	sehr gering

Tabelle 3

Luftgüteklassen von Laufen und Umgebung und ihre Bewertung bezogen auf die Belastungsskala nach VDI 3799.

LGW:	0	6,1	12,2	18,3	24,4	30,5	36,6
Luftgüteklasse	1	2	3	4	5	6	
Belastung	(sehr hoch)	(sehr hoch)	hoch	hoch	mäßig	mäßig	
Schraffierung den Zonenkarten entsprechend							



Luftgüteklasse 3: 4: 5: 6:

Abbildung 3

Zonen der Emissionsbelastung in Laufen und Umgebung.

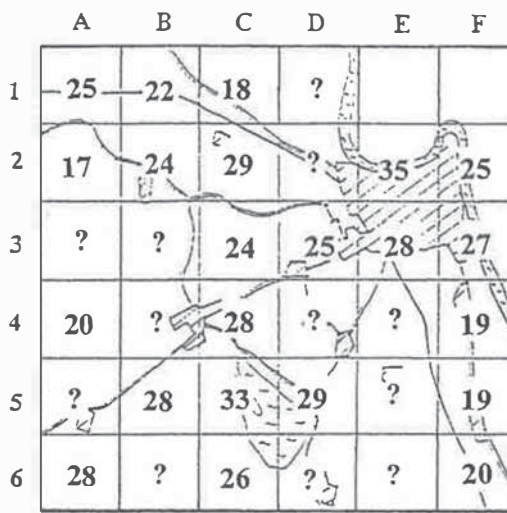
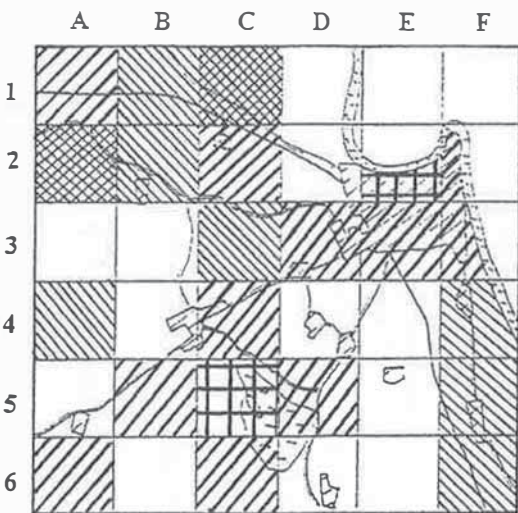


Abbildung 4

Luftgütewerte der Rasterquadrate; Quadrate ohne statistisch relevante Werte sind durch ein Fragezeichen gekennzeichnet.



Luftgüteklasse 3: 4: 5: 6:

Abbildung 5

Zonenkarte, Quadrate ohne statistisch relevante Daten sind nicht schraffiert.

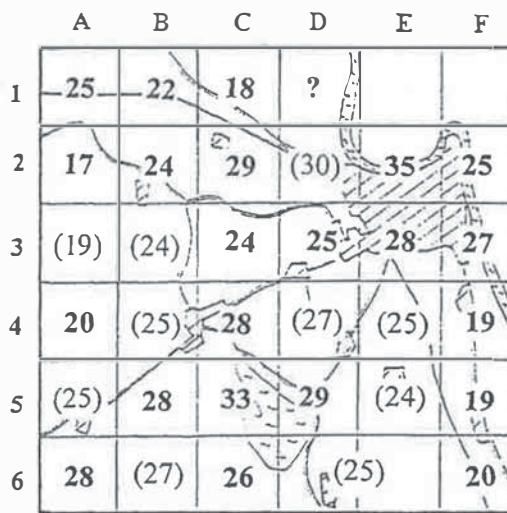


Abbildung 6

Luftgütewerte der Rasterquadrate; für Quadrate ohne statistisch relevante Daten errechnete Werte (Mittelwerte aus angrenzenden Quadraten) sind in Klammern gesetzt.

mäßig saurer Borke an. Aus dieser Gruppe wurden *Tilia cordata*, *T. platyphyllos* und *Acer pseudoplatanus* berücksichtigt. An fünf Punkten im Stadtgebiet wurden Analysen durchgeführt (s. Abb. 7). Die Luftgütewerte weichen mit Werten zwischen 21 und 25 nur wenig voneinander ab. Überraschend ist, dass die Bäume direkt an der B 20 keine niedrigeren Werte als weiter von der B 20 entferntere Bäume in der Salzburger Allee und im Schlosspark aufweisen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass verkehrsbedingte Emissionen als Flächenemissionen wirksam sind. Das Artenspektrum unterscheidet sich an den Alleebäumen der

B 20 durch eine Häufung von Flechten staubreicher Standorte, wie beispielsweise *Parmelia subargenti-fera* und *Physconia grisea*, von den anderen Fundorten. Die ermittelten Luftgütewerte fallen alle in die Luftgüteklasse 4, die Belastung der Luft ist gemäß der Belastungsskala aus VDI 3799 als mäßig bis hoch zu bewerten (s. Tab. 4 und 5).

Auf die gesamte Untersuchung bezogene Werte

$$m = 5$$

$$n_p = 5,4$$

$$s_p = 6,0$$

$$\text{Klassenbreite der Luftgüteklassen} = 7,1$$

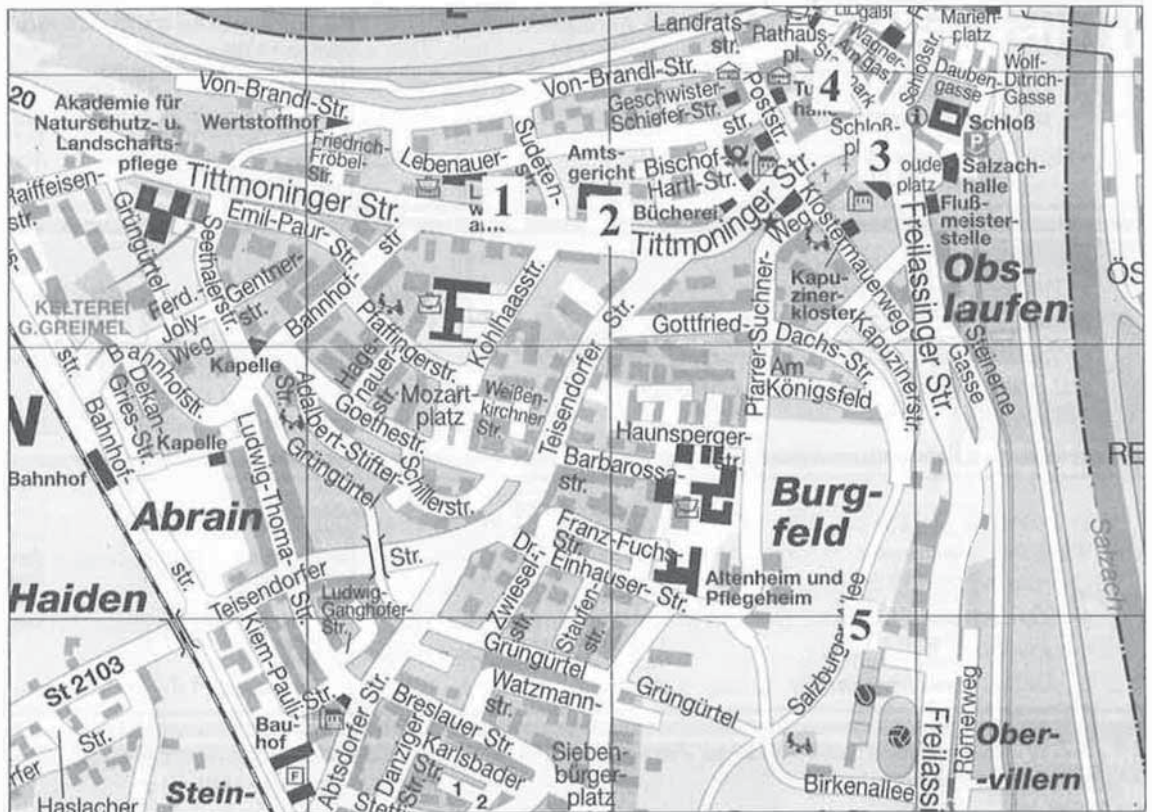


Abbildung 7

Stationen der Flechtenkartierung nach VDI 3799 im Stadtgebiet von Laufen (Ausschnitt aus dem Faltplan von Laufen, GVG-MÜNCHEN).

Kartierungsorte:

- 1: Linden an der B 20 oberhalb des Amtsgerichts
- 2: Linden an der B 20 beim Amtsgericht
- 3: Linden an der B 20 in der Kurve am Ortszentrum
- 4: Linden im Stadtpark
- 5: Linden und Bergahorn in der Salzburger Allee

Tabelle 4

Ergebnisse der Flechtenkartierung nach VDI im Stadtbereich von Laufen (Bäume mit ± mäßig saurer Borke) (Kartierungsorte siehe Abbildung 7).

Ort	n	F	s	VG	LGW
1	6	139	6,4	± 6,7	23
2	5	107	6,2	± 7,7	21
3	6	149	2,8	± 2,9	25
4	6	152	7,0	± 7,3	25
5	7	159	5,0	± 4,6	23

Tabelle 5

Luftgüteklassen im Stadtgebiet von Laufen (Bäume mit ± mäßig saurer Borke) und ihre Bewertung in Bezug auf die Belastungsskala nach VDI 3799.

LGW:	0	7,1	14,2	21,3	28,4
Luftgüteklasse	1	2	3	4	
Belastung				mäßig bis hoch	

3. Erfassung der Flechtenflora von Laufem und Umgebung

3.1 Liste der Fundorte, nach den Koordinaten der Rasterquadrate geordnet

- 1A: a) Höfen, Eschelbach, *Fraxinus excelsior*, bachbegleitend, 420 msm.
- 1B: a) Höfen, Höfener Stausee, Ufer, *Populus spec.*, *Fraxinus excelsior*; 420 msm.
b) Höfen, Lebenauholz, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
c) Zwischen Höfen und Straß, zwischen B20 und Bahn, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 420 msm.
- 1C: a) Lebnau, Parkplatz der Justizvollzugsanstalt, *Tilia cordata*, 430 msm.
b) Lebnau, Wald neben Justizvollzugsanstalt, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; *Populus spec.*, *Quercus robur*; 430 msm.
- 1D: a) Schrankbaum, Waldrand, *Quercus robur*; *Alnus glutinosa*, 440 msm.
b) Osing, *Betula pendula* neben Kapelle, 430 msm.
- 2A: a) Südlich von Eschelbach, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
- 2B: a) Zwischen Pfaffing und Streitwies, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
b) N von Pfaffing, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 420 msm.
c) Zwischen Kulbing und Streitwies, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
d) Zwischen Kulbing und Streitwies, freistehende *Fraxinus excelsior* in Wiese, 430 msm.
- 2C: a) Ca. 300 m S von Straß, *Fraxinus excelsior* in Wiese, 430 msm.
b) Pfaffing, Ort, *Fraxinus excelsior*, bachbegleitend, 420 msm.
c) Zwischen Pfaffing und Esing, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 420 msm.
d) Ca. 200 m W von Stockham, *Fraxinus excelsior* an Straßenkreuzung, 430 msm.
- 2D: a) Nähe Hasenhaus, *Quercus robur* in Wiese, 440 msm.
b) Arbisbichl, *Juglans regia* an Bahn, 440 msm.
- 2E: a) Salzachufer unterhalb des Amtsgerichts, *Populus spec.*, 400 msm.
b) Salzachufer unterhalb des Recyclinghofes, *Fraxinus excelsior*; *Acer platanoides*, 400 msm.
c) *Acer platanoides* neben dem Amtsgericht, 420 msm.
d) *Tilia cordata* an der B 20 W des Amtsgerichts, 430 msm.
e) *Tilia cordata* an der B 20 auf der Höhe des Amtsgerichts, 430 msm.
f) Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Obstgarten, *Malus domestica*, *Prunus domestica*, *Prunus avium*, 440 msm.
g) Seethalerstraße, *Betula pendula*, 430 msm.
h) Emil-Paur-Straße, *Betula pendula*, 430 msm.
- i) Grüngürtel, (Nähe Seethalerstr.), *Populus spec.*, *Tilia cordata*, 430msm.
- j) Bahnstraße, *Ulmus spec.*, 430 msm.
- k) Parkplatz beim Amtsgericht, Mauer, 420 msm.
- 2F: a) Alter Salzachkai, Mauer E der Kirche, 400 msm.
b) Alter Salzachkai, Mauer N der Kirche, 400 msm.
c) Stadtpark, *Tilia platyphyllos*, *Acer platanoides*, 420 msm.
d) Salzach-Uferpromenade, E der Kirche, *Acer platanoides*, 400 msm.
e) Salzach-Uferpromenade, S der Kirche, *Acer platanoides*, 400 msm.
f) Klostermauerweg, *Fraxinus excelsior*; *Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*, 420 msm.
g) *Tilia platyphyllos* und *Tilia cordata* in der Kurve der B20, 420 msm.
- 3A: a) Kulbinger Filz, freistehende Bäume in Wiese, *Quercus robur*; 440 msm.
b) Au bei Stögen, Kulbinger Filz, Wald, Baumstumpf, 440 msm.
- 3B: a) N von Leobendorf, nahe dem Sportplatz, *Fraxinus excelsior* in Wiese, 440 msm.
- 3C: a) Hagmühl, *Fraxinus excelsior* und *Salix spec.*, bachbegleitend, 420 msm.
b) E von Hagmühl, Weidepfosten, 440 msm.
c) Esinger Mühle, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 420 msm.
d) E von Esing, Waldrand, *Fraxinus excelsior*, 430 msm.
- 3D: a) Biburg, *Fraxinus excelsior*; *Populus spec.* und *Quercus robur* an Teich, 430 msm.
b) Haiden, *Malus domestica* an Straße, 440 msm.
- 3E: a) Steinbach, Parkplatz unterhalb des Friedhofs, *Acer platanoides*, *Populus spec.*, 430 msm.
b) Steinbach, Friedhof, *Acer platanoides*, 440 msm.
c) Abrain, *Juglans regia* an Bahn, 440 msm.
d) Unterhalb des Gasthof Bahnhof, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
e) Am Beginn des Weg zum Bahnhof, Stadtseite, *Acer platanoides*, 430 msm.
- 3F: a) Salzburger Allee, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Acer spec.*, 440 msm.
b) Salzach-Uferweg, *Populus spec.*, *Salix spec.*, *Fraxinus excelsior*; 400 msm.
c) Obervillern, *Salix spec.* an Bach am Auwaldrand, 400 msm.
- 4A: a) S von Stögen, Weidmoos, *Fraxinus excelsior* und *Alnus glutinosa*, bachbegleitend, 430 msm.
b) S von Stögen, Weidmoos, Weidepfosten.
c) Stögen, freistehende *Fraxinus excelsior* neben Marterl, 440 msm.
d) Nahe Stögen, Waldrand, *Fraxinus excelsior*, 440 msm.
e) Oed im Moos, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 430 msm.

- f) Zwischen Stögen und Au bei Stögen, Pfosten von Wegmarkierung, 440 msm.
- g) Weidmoos, freistehende *Betula pendula* in Wiese, 430 msm.
- 4B: a) Ca. 0,5 km NW von Leobendorf, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; 440 msm.
b) SW von Leobendorf, Marterl am Straßenrand und *Betula pendula* in Wiese, 430 msm.
- 4C: a) Abtsdorfer See, Seebad, freistehende *Populus spec.* auf Wiese, 430 msm.
b) Abtsdorfer See, Seebad, *Fraxinus excelsior*, bachbegleitend, 430 msm.
c) Abtsdorfer See, Seebad, Straßenrand, *Acer platanoides*, 430 msm.
d) Seeleiten, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend und Waldrand, 430 bis 440 msm.
e) Zwischen Leobendorf und Abtsdorfer See, freistehende *Quercus robur* in Wiese, 440 msm.
- 4D: a) E von Moosham, *Betula pendula* neben Marterl, 440 msm.
- 4E: Rasterfeld von Maisfeldern dominiert, kein Baumbestand.
- 4F: a) Salzach-Uferweg, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Populus spec.*, 400 msm.
- 5A: a) S von Ehemooosen, Kreuzung bei Marterl, *Tilia cordata*, 440 msm.
b) Zwischen Ehemooosen und Dorfen, *Alnus glutinosa*, bachbegleitend und freistehende *Quercus robur*; 440 msm.
- 5B: a) S von Leobendorf, Straße Richtung Schönram, *Populus spec.* und *Quercus spec.* am Straßenrand, 430 msm.
b) Weidmoos, Weidmoosgraben, S Straße, Stadel, Holz, 430 msm.
c) Weidmoos, Weidmoosgraben, N Straße, *Quercus robur*; bachbegleitend und Weidepfosten, 430 msm.
- 5C: a) Seebichl, alte Eschen an Seeufer (schönster Eschen-Bestand im Untersuchungsgebiet), *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
b) Seebichl, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 430 msm.
c) Zwischen Seebad und Haarmoos, Allee, *Salix spec.*, 430 msm.
d) S Seebad, Weidepfosten und freistehende *Betula pendula* in Wiese, 430 msm.
- 5D: a) Abtsdorfer See, NE-Seite, Bad, Freizeitgelände, *Fraxinus excelsior* an Seeufer, 430 msm.
b) Abtsdorfer See, NE-Seite, Bad, Freizeitgelände, *Quercus robur*; *Acer pseudoplatanus* und *A. platanoides* freistehend in Wiese, 430 msm.
- 5E: a) Zwischen Daring und Oberheining, *Juglans regia* an Straße, 450 msm.
b) Ca. 500 m S von Daring, *Fraxinus excelsior* am Rand von Maisfeldern, 440 msm.
- Anmerkung:
Das Rasterquadrat wird von Maisfeldern dominiert, Baumbestand ist kaum vorhanden.
- 5F: a) Heining Mühle, *Fraxinus excelsior*; *Quercus robur* und *Populus spec.* am Weg Richtung Au, 400 msm.
b) Niederheining, S des Ortes, *Populus spec.* und *Malus domestica* an Straße, 410 msm.
- 6A: a) Emmering, *Fraxinus excelsior*, freistehend in Wiese, 430 msm.
b) Emmering, *Fraxinus excelsior*; bachbegleitend, 430 msm.
c) Ca. 300 m E von Röderberg, *Quercus robur*; freistehend in Wiese, 430 msm.
- 6B: a) Haarmoos, Nähe Gaberlbach, eingestürzter Stadel, Holz und Dachziegel, 430 msm.
b) Haarmoos, Nähe Gaberlbach, *Alnus glutinosa* freistehend in Wiese, 430 msm.
c) Haarmoos, Nähe Gaberlbach, Stadel, Holz und Dachziegel, 430 msm.
d) Haarmoos, ca. 0,5 km E von Emmering, Wald rand, *Fraxinus excelsior*; *Quercus robur* und *Prunus avium*, 430 msm.
e) Haarmoos, Allee aus *Betula pendula*, 430 msm.
- a) Abtsdorfer See, Fischer, Waldrand, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
b) Haarmoos, Weg von Fischer nach Haarmoos, *Betula pendula* und *Salix spec.* am Wegrand, 430 msm.
c) Haarmoos, Fischer, Weidepfosten, 430 msm.
- 6D: a) Abtsdorfer See, Seemair, Parkplatz, *Populus spec.*, 430 msm.
b) Badhäusl, Wegrand, *Fraxinus excelsior*; 430 msm.
c) Haarmoos, Ca 300 m W von Abtsdorf, *Alnus glutinosa*, freistehend in Wiese, 430 msm (kein Flechtenbewuchs!).
- 6E: Rasterfeld wird von Feldern dominiert, kein Baumbestand.
- 6F: a) Ca. 0,5 km S von Niederheining, Allee und Bäume an Weiderand, *Populus spec.* und *Malus domestica*, 410 msm.
- Fundorte außerhalb der Rasterkarte:
a) Schönramer Filz, Heide, Boden, 450 msm.
b) Schönramer Filz, Wald, Baumstumpf und Stammgrund von *Betula pendula*, 450 msm.

3.2 Substrate und Arten

Rinde

Bäume sind im Untersuchungsgebiet die häufigsten Standorte für Flechten. Im Stadtgebiet von Laufen bilden die Lindenallee an der B20 und die Bäume der Salzburger Allee ausgedehnte Lebensräume. Salzachbegleitend am Salzach-Uferweg dominieren Bestände von *Populus spec.*, *Salix spec.* und *Fraxinus excelsior*: Im von Landwirtschaft geprägten Salzburger Hügelland stellen bachbegleitende Waldstreifen als relativ lichtoffene Standorte oft die wichtigsten Lebensräume für Flechten dar, bevorzugt werden hier Eschen besiedelt. Allein stehende Bäume in Wiesen und Feldern, meist *Fraxinus excelsior* oder *Quercus*

robur; sind verstreut zu finden. Der Flechtenbewuchs dieser Bäume ist stark von der Düngungsintensität der betreffenden Acker- oder Grünflächen abhängig. Bäume an Waldrändern sind je nach Exposition zu Licht und Witterung unterschiedlich als Standort für Flechten geeignet. Hervorragende Trägerbäume sind im Untersuchungsgebiet Birken (*Betula pendula*), die wegbegleitend im Haarmoos, im Stadtgebiet von Laufen in der Emil-Paur-Straße und in kleineren Beständen im gesamten Untersuchungsgebiet anzutreffen sind. Sie bilden eine letzte Rückzugsmöglichkeit für acidophytische Flechtenarten. Im Inneren von Wäldern ist bedingt durch intensive Forstwirtschaft und Lichtmangel meist nur eine Flechtenwüste anzutreffen. Zu Bauernhöfen gehörende Obstwiesen werden im Gebiet meist als Sammelplätze für Vieh benützt und die Obstbäume weisen entsprechend der Überdüngung und der Verwendung als Scheuerbäume kaum Flechtenbewuchs auf.

Arten:

Amandinea punctata
Anaptychia ciliaris
Arthonia radiata
Bryoria fuscescens
Caloplaca cerinelloides
Candelaria concolor
Candelariella reflexa
Candelariella xanthostigma
Catillaria nigroclavata
Chaenotheca ferruginea
Cladonia fimbriata
Cliostomum graffithii
Evernia prunastri
Graphis scripta
Hypogymnia physodes
Lecanora allophana
Lecanora argentata
Lecanora carpinea
Lecanora chlarotera
Lecanora pulicaris
Lecanora saligna
Lecanora varia
Lecidella elaeochroma
Lepraria incana
Micarea adnata
Normandina pulchella
Ochrolechia turneri
Parmelia caperata
Parmelia elegantula
Parmelia exasperatula
Parmelia flaventior
Parmelia glabratula
Parmelia pastillifera
Parmelia revoluta
Parmelia subargentifera
Parmelia subaurifera
Parmelia submontana
Parmelia subrudecta
Parmelia sulcata
Parmelia tiliacea
Peridithelia fuliguncta
Pertusaria albescens

Pertusaria coccodes
Phaeophyscia chloanta
Phaeophyscia orbicularis
Phlyctis argena
Physcia adscendens
Physcia aipolia
Physcia stellaris
Physcia tenella
Physcia tribacia
Physconia distorta
Physconia grisea
Physconia perisidiosa
Pseudevernia furfuracea var. *furfuracea*
Ramalina farinacea
Ramalina pollinaria
Ropalospora viridis
Usnea hirta
Usnea subfloridana
Xanthoria candelaria
Xanthoria fallax
Xanthoria parietina
Xanthoria polycarpa
Xanthoria ulophyllodes
 (65 Arten)

Mauern

Natürliches anstehendes Gestein ist im Gebiet als Substrat für Flechten nicht vorhanden, so dass nur Kunststeine wie Mauern oder Dachschindel (siehe unter dem Sonderstandort Stadel) für gesteinsbewohnende Flechten zur Verfügung stehen. Von den Mauern ist die des alten Salzachkais östlich und nördlich der Laufener Kirche besonders interessant. Dieser Lebensraum birgt einige Arten, die auch im Kalkgebirge über der Waldgrenze vertreten sind und Standorte benötigen, die über längere Zeit ungestört sind (*Caloplaca polycarpa*, *Gyalecta jenensis*, *Leptogium gelatinosum*, *Leptogium lichenoides*, *Protoblastenia rupestris*, *Verrucaria calciseda*). Der Fundort scheint, solange der Bewuchs der Mauer ungestört bleibt, ungefährdet.

Arten wie *Aspicilia calcarea*, *Caloplaca decipiens*, *Caloplaca holocarpa*, *Candelariella aurella*, *Lecanora dispersa*, *Lecanora muralis* sind auf Kunststein weit verbreitet. Die hauptsächlich rindenbewohnenden Arten *Phaeophyscia orbicularis* und *Xanthoria parietina* können an stark eutrophierten Stellen auch auf Gestein vorkommen (beispielsweise auf der Mauer, die den Parkplatz des Amtsgerichts von Laufen zur B20 begrenzt).

Arten:

Aspicilia calcarea
Caloplaca citrina
Caloplaca coronata
Caloplaca decipiens
Caloplaca holocarpa
Caloplaca polycarpa
Candelariella aurella
Collema crispum
Gyalecta jenensis
Lecanora crenulata
Lecanora dispersa

Lecanora muralis
Lepraria lobifigans
Leptogium gelatinosum
Leptogium lichenoides
Phaeophyscia orbicularis
Protoblastenia rupestris
Verrucaria calciseda
Verrucaria muralis
Xanthoria parietina
 (20 Arten)

Stadel im Haarmoos und im Waidmoos(Holz und Dachschindel)

Auf den Stadeln im Haarmoos sind einige Flechten zu finden, die für das Gebiet einzigartig sind. Die spezifisch silikatbewohnenden Arten *Candelariella coralliza*, *Parmelia conspersa*, *Ramalina capitata*, *Rhizocarpon distinctum* und *Rhizocarpon geographicum* finden auf den Dachziegeln von alten Stadeln einen Lebensraum. Auf Holz der Stadel wurden außerdem die Arten *Candelariella kuusamoensis*, *Hypocenomyce scalaris* und *Hypogymnia physodes* gefunden. Dieser Lebensraum ist durch das Einstürzen alter Stadel bei Stürmen und dem Abriss und Neubau von Stadeln akut gefährdet. Die letzten alten Stadel sind vom Einsturz bedroht. An den neu errichteten Stadeln können sich nur noch die schnell wüchsigen saxicolen Arten *Physcia dubia* und *Parmelia conspersa* sowie typischerweise rindenbewohnende Arten wie *Parmelia sulcata* und *P. tiliacea* durchsetzen.

Arten:

Candelariella coralliza
Candelariella kuusamoensis
Hypocenomyce scalaris
Hypogymnia physodes
Parmelia conspersa
Parmelia pastillifera
Parmelia sulcata
Parmelia tiliacea
Physcia dubia
Platismatia glauca
Ramalina capitata
Ramalina pollinaria
Rhizocarpon distinctum
Rhizocarpon geographicum
 (14 Arten)

Cladonia-Arten im Schönramer Filz

Das Schönramer Filz ist ein Hochmoor mit ausgedehnten Heideflächen auf denen sich einige Bestände ansonsten im Gebiet nicht vorkommender *Cladonia*-Arten erhalten haben. Die Rentierflechten *Cladonia arbusculata* ssp. *mitis*, *Cladonia portentosa* und *Cladonia rangiferina* können sich gegen die Verbuschung freier Bodenflächen nur schlecht durchsetzen und sind nur noch in kleinen Vorkommen vorhanden. Ihr Bestand ist als gefährdet zu betrachten.

Arten:

Cladonia arbusculata ssp. *mitis*
Cladonia coniocraea
Cladonia digitata

Cladonia fimbriata
Cladonia macilenta var. *macilenta*
Cladonia portentosa
Cladonia pyxidata var. *pyxidata*
Cladonia pyxidata var. *grayi*
Cladonia rangiferina
Cladonia sulphurina
 (10 Arten)

Weidepfosten und Pfosten von Wegweiser.:

Ein interessanter Standort im Untersuchungsgebiet sind die weit verbreiteten Weidepfosten und Pfosten von Wegweisern. Insbesondere im Haarmoos und Weidmoos sind einige anzutreffen, die alt genug sind, um einen lebhaften Flechtenwuchs aufzuweisen. Die Arten *Caloplaca cerina* var. *cerina*, *Saccomorpha icmalea* und *Thelomma ocellatum* wurden nur auf Weidepfosten bzw. an Pfosten von Wegweisern gefunden. Für Arten wie *Platismatia glauca* und *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea*, welche Eutrophierung nur mäßig gut ertragen, bildet das relativ nährstoffarme harte Holz der Pfosten einen Überlebensraum.

Arten:

Amandinea punctata
Caloplaca cerina var. *cerina*
Candelaria concolor
Candelariella xanthostigma
Cladonia fimbriata
Evernia prunastri
Hypocenomyce scalaris
Hypogymnia physodes
Lecanora argentata
Lecanora chlorotera
Lecanora saligna
Lecanora varia
Lecidella pulveracea
Micarea adnata
Parmelia elegantula
Parmelia exasperatula
Parmelia pastillifera
Parmelia sulcata
Parmelia submontana
Parmelia subrudecta
Parmelia tiliacea
Phaeophyscia orbicularis
Phlyctis argena
Physcia adscendens
Physcia dubia
Physcia tenella
Platismatia glauca
Pseudevernia furfuracea var. *furfuracea*
Saccomorpha icmalea
Thelomma ocellatum
Usnea hirta
Xanthoria candelaria
Xanthoria parietina
Xanthoria polycarpa
 (33 Arten)

3.3 Verbreitungskarten rindenbewohnender Arten

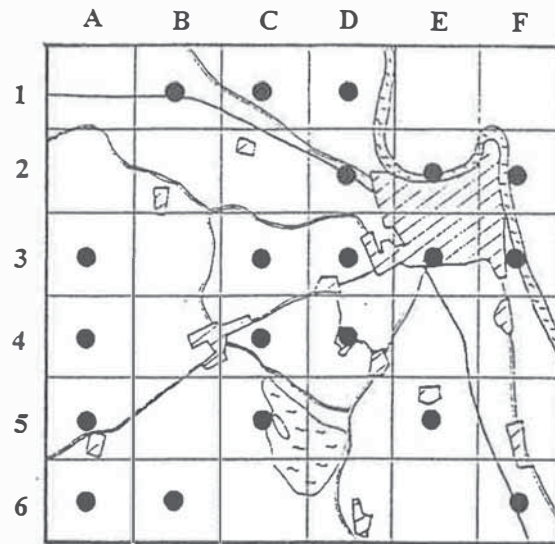


Abbildung 8
Amandinea punctata

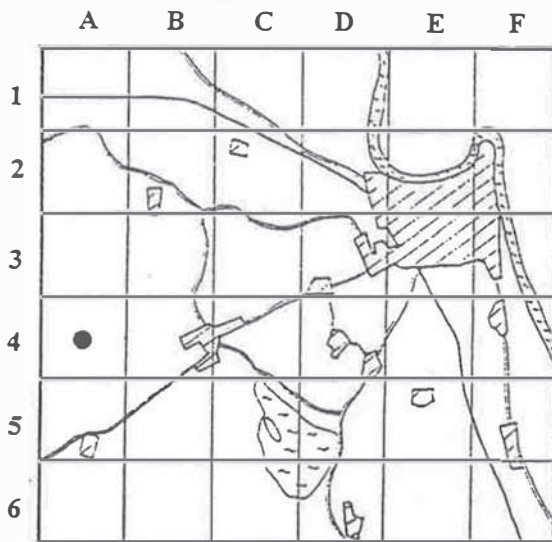


Abbildung 9
Anaptychia ciliaris

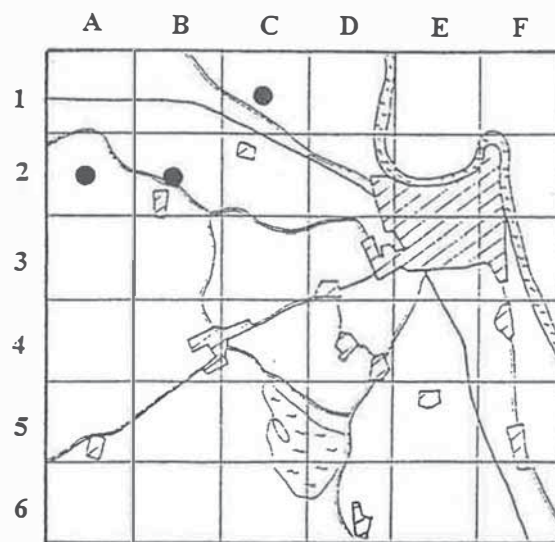


Abbildung 10
Arthonia radiata

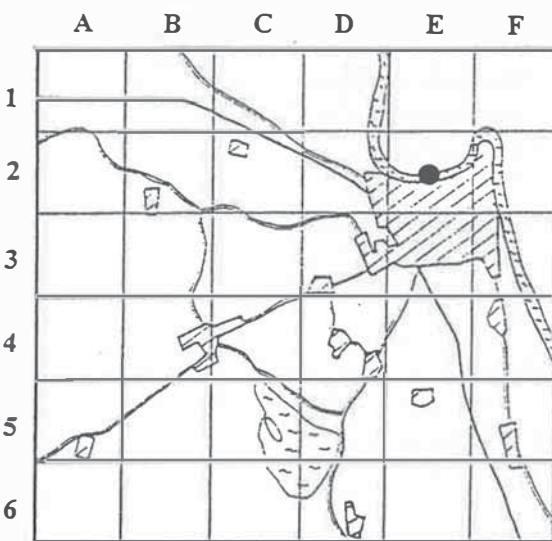


Abbildung 11
Bryroria fuscescens

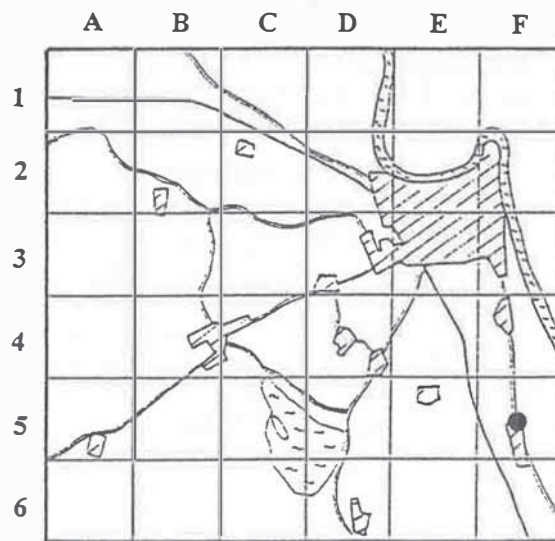


Abbildung 12
Caloplaca cerinelloides

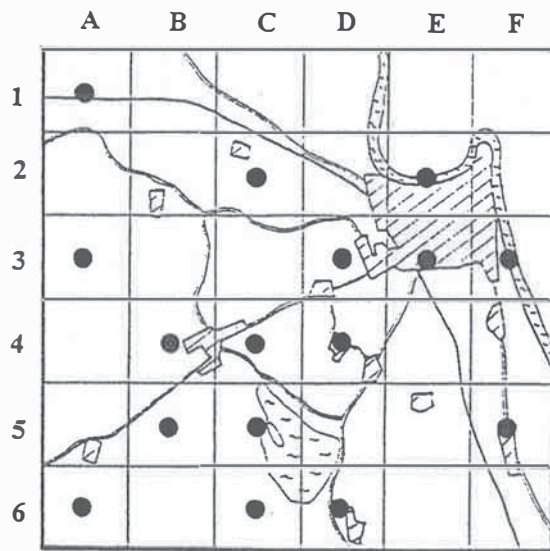


Abbildung 13
Candelaria concolor

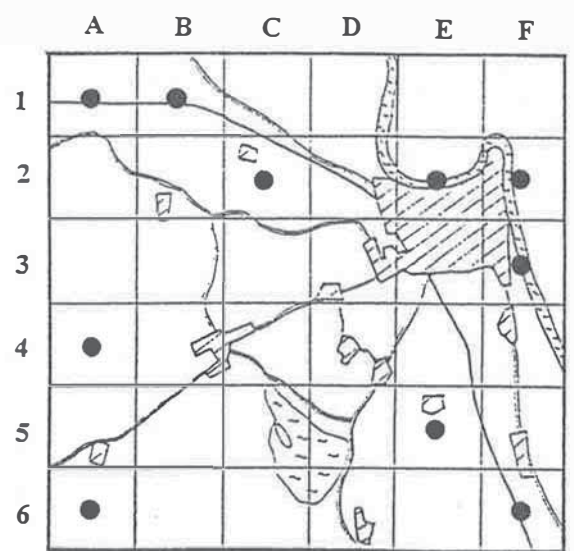


Abbildung 14
Candelariella reflexa

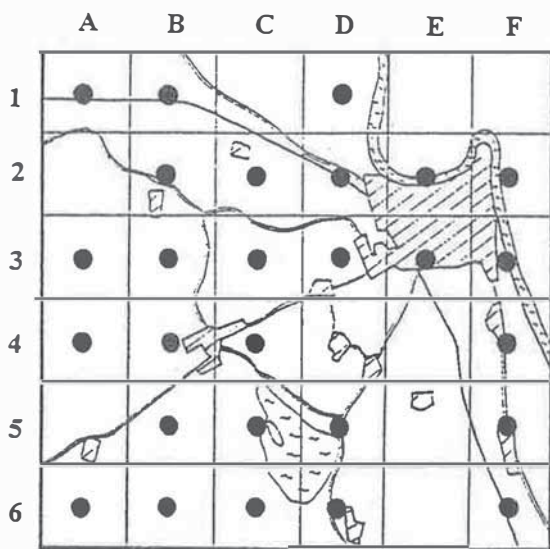


Abbildung 15
Candelariella xanthostigma

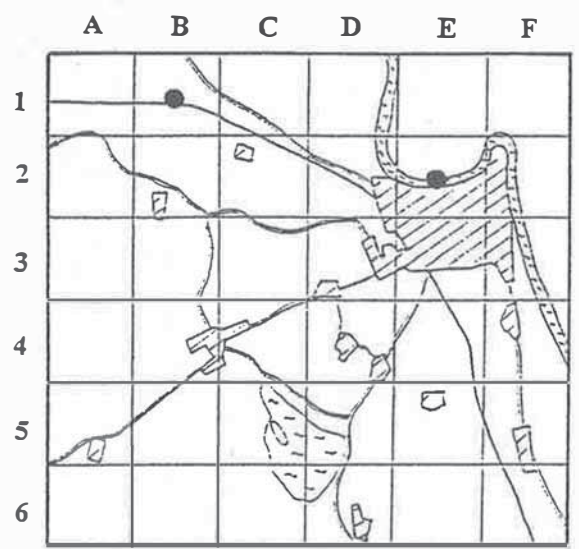


Abbildung 16
Catillaria nigroclavata

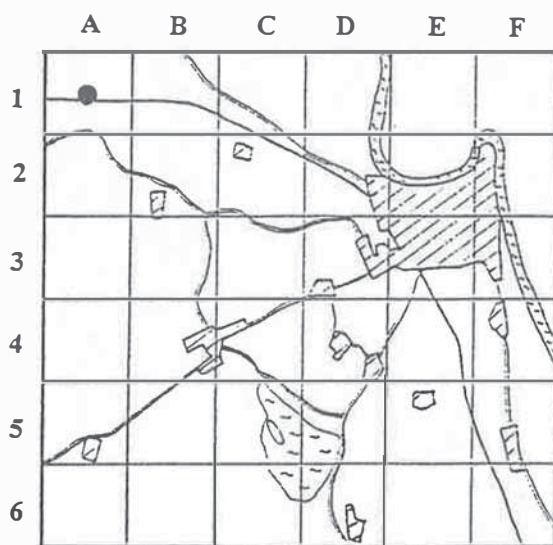


Abbildung 17
Chaenotheca ferruginea

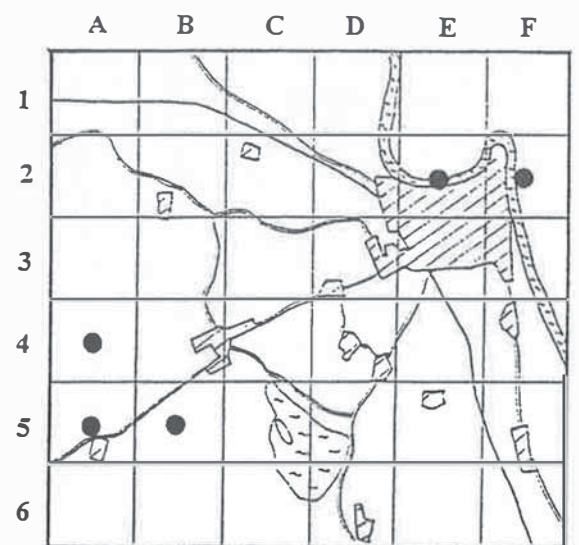


Abbildung 18
Cladonia fimbriata

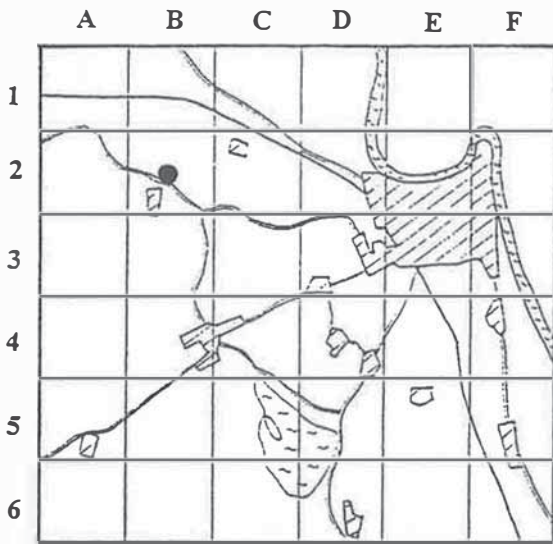


Abbildung 19
Cliostomum graffithii

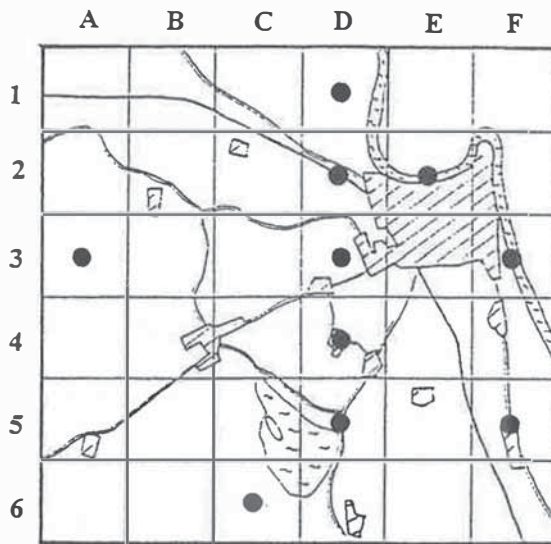


Abbildung 20
Evernia prunastri

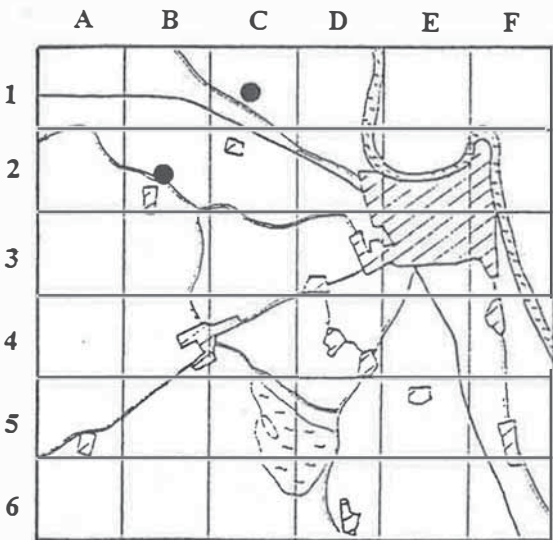


Abbildung 21
Graphis scripta

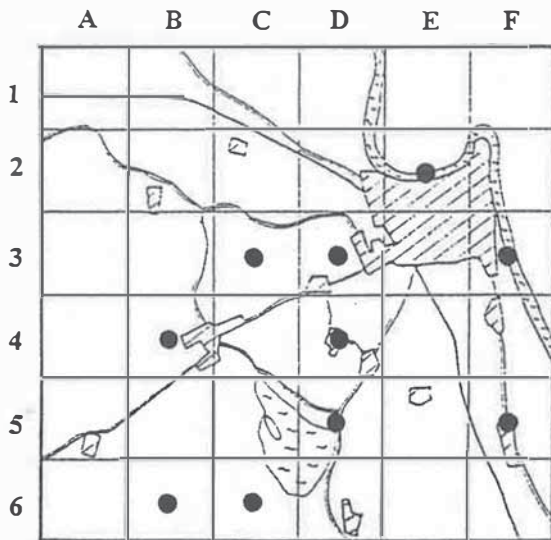


Abbildung 22
Hypogymnia physodes

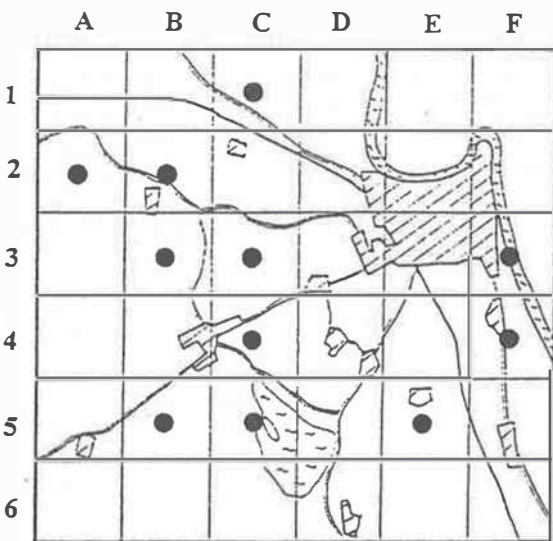


Abbildung 23
Lecanora allophana

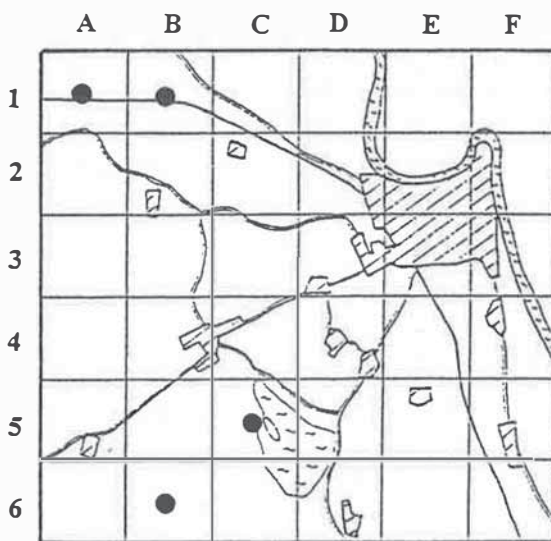


Abbildung 24
Lecanora argentata

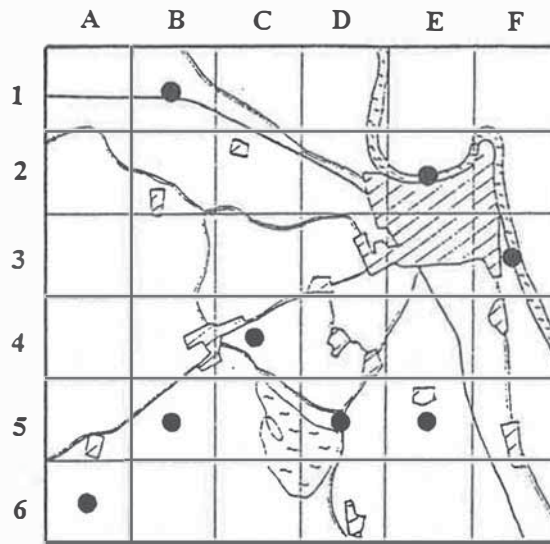


Abbildung 25
Lecanora carpinea

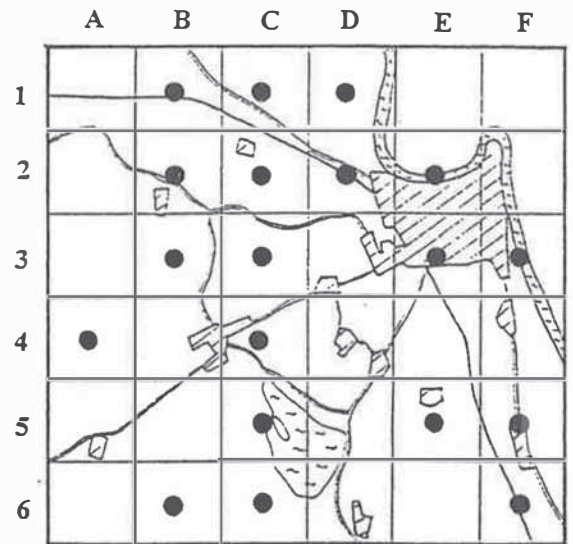


Abbildung 26
Lecanora chlorotera

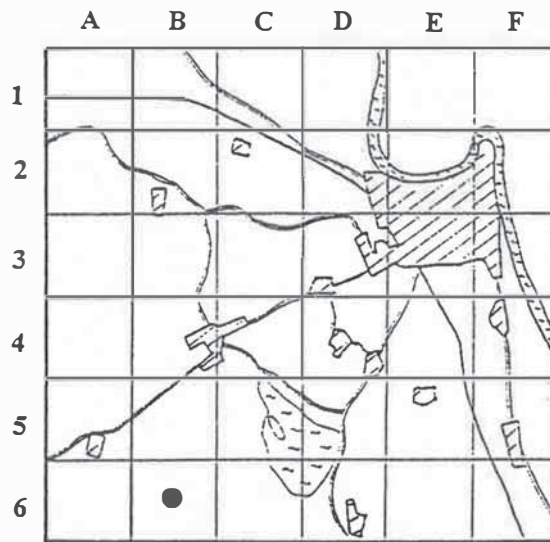


Abbildung 27
Lecanora pulicares

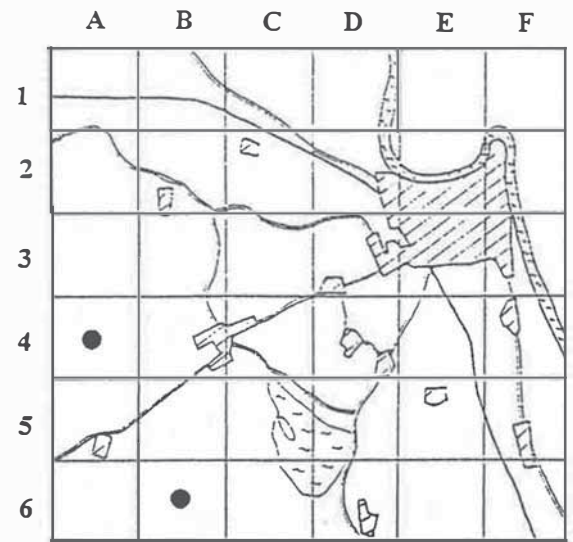


Abbildung 28
Lecanora saligna

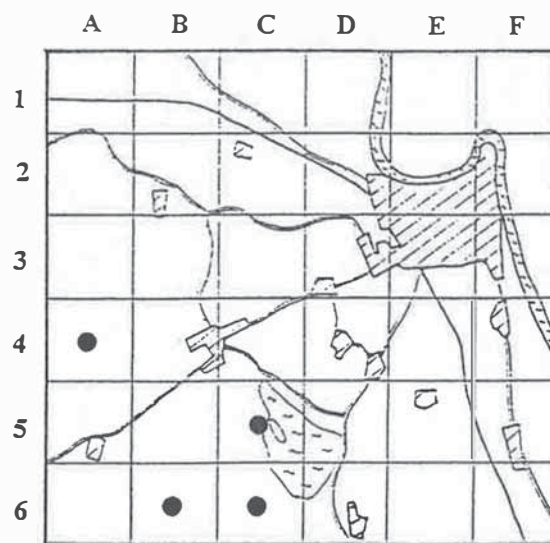


Abbildung 29
Lecanora varia

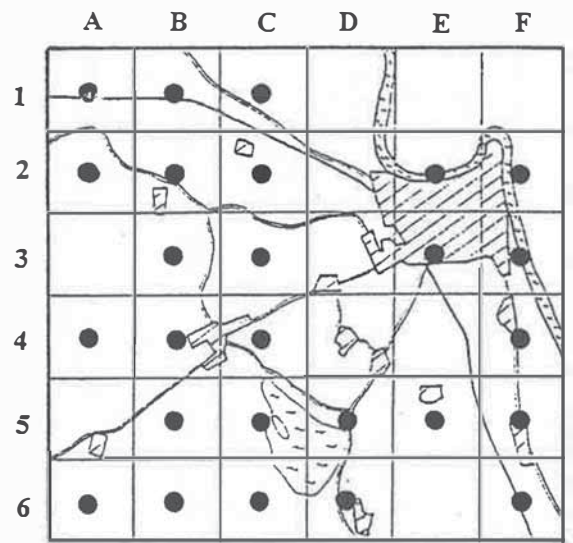


Abbildung 30
Lecidella elaeochroma

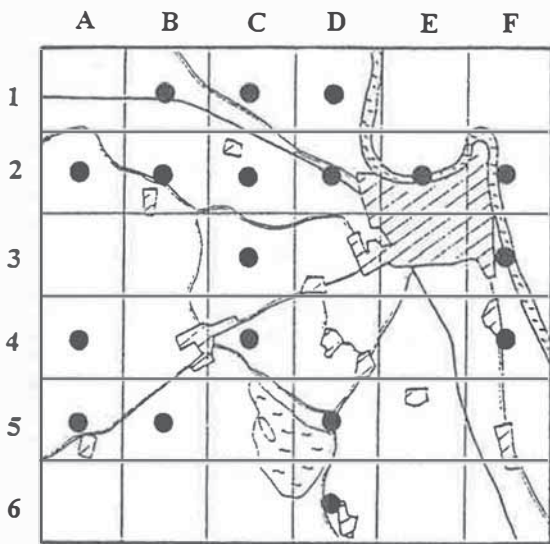


Abbildung 31
Lepraria incana

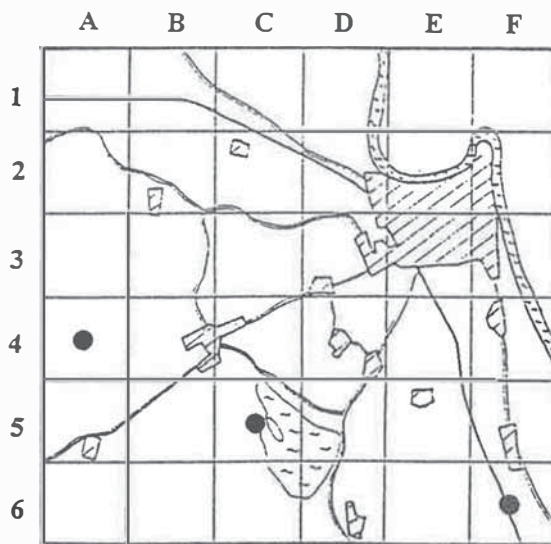


Abbildung 32
Micarea adnata

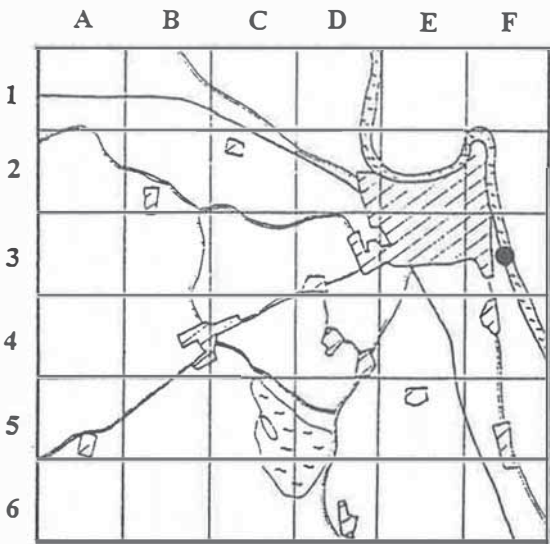


Abbildung 33
Normandina pulchella

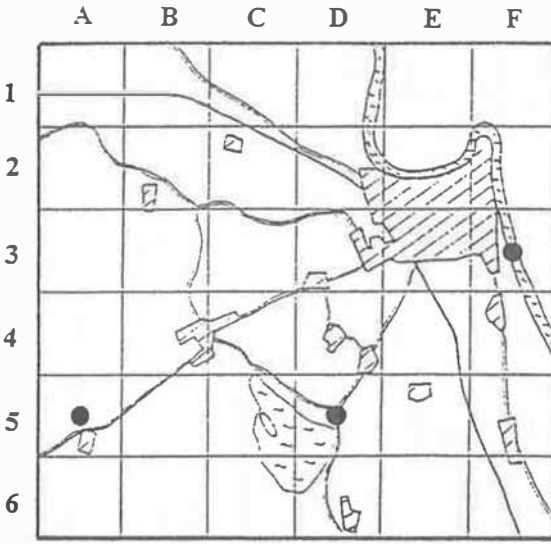


Abbildung 34
Ochrolechia turneri

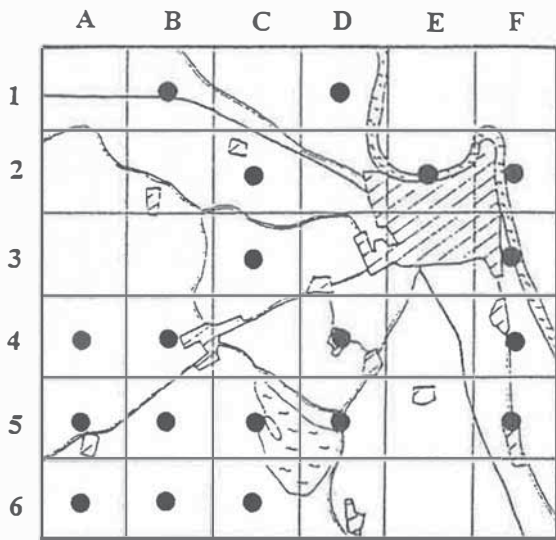


Abbildung 35
Parmelia caperata

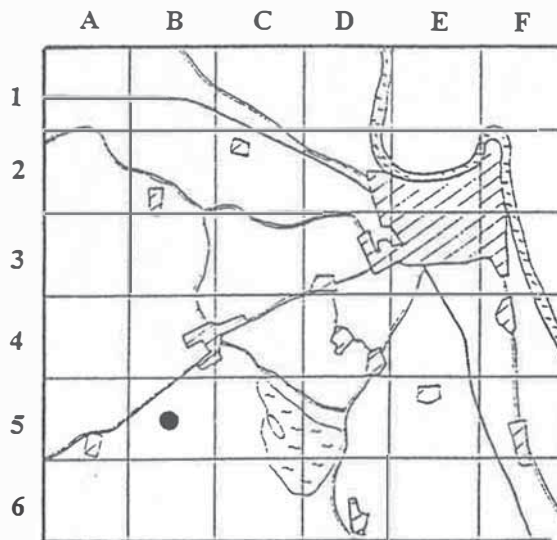


Abbildung 36
Parmelia elegantula

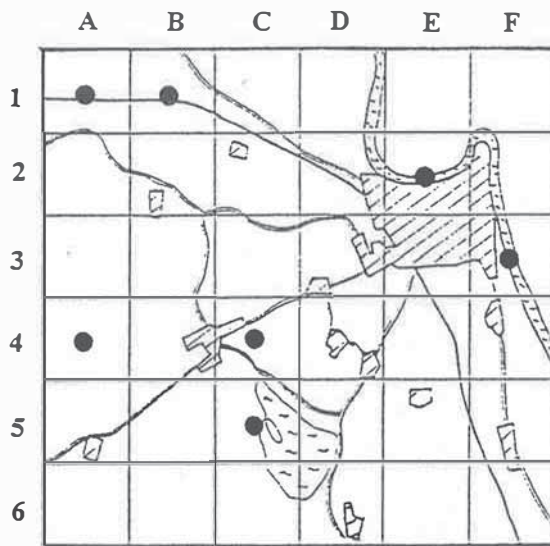


Abbildung 37
Parmelia exasperatula

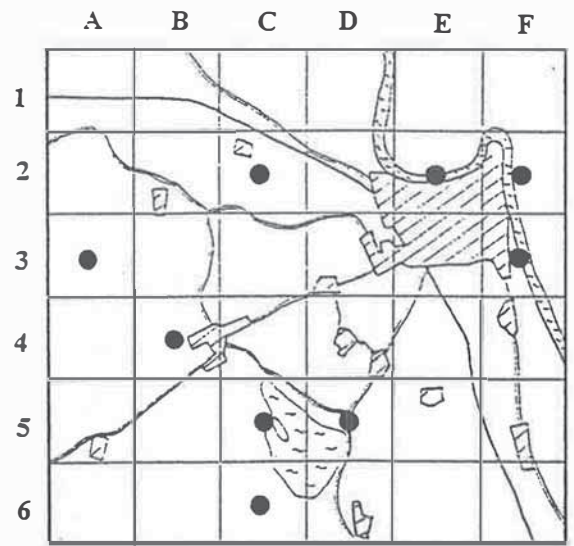


Abbildung 38
Parmelia flaventior

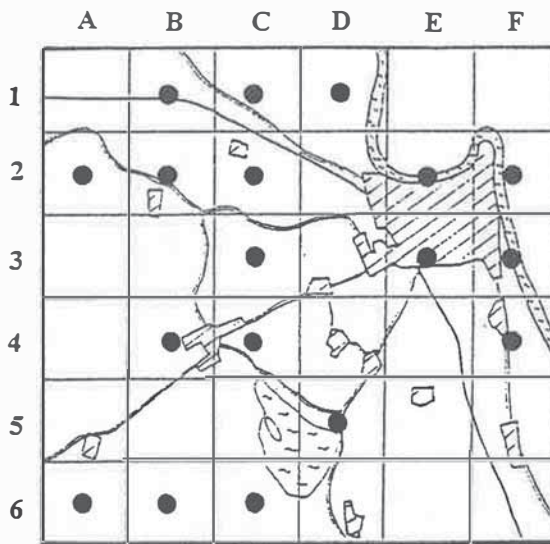


Abbildung 39
Parmelia glabrata

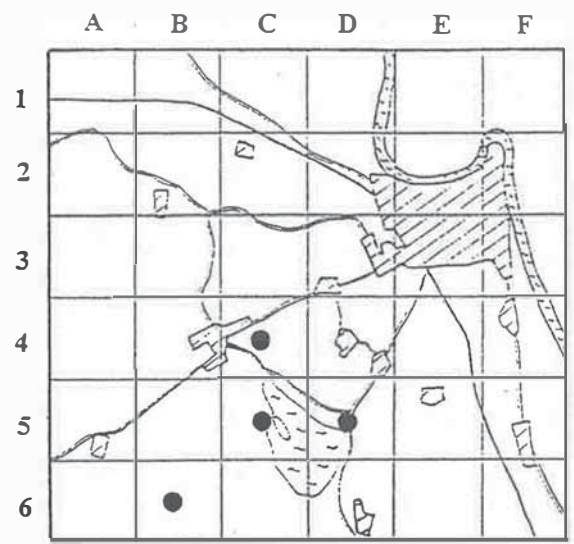


Abbildung 40
Parmelia pastillifera

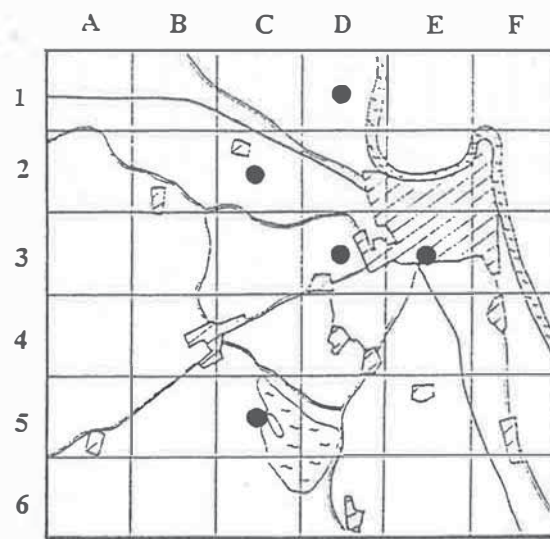


Abbildung 41
Parmelia revoluta

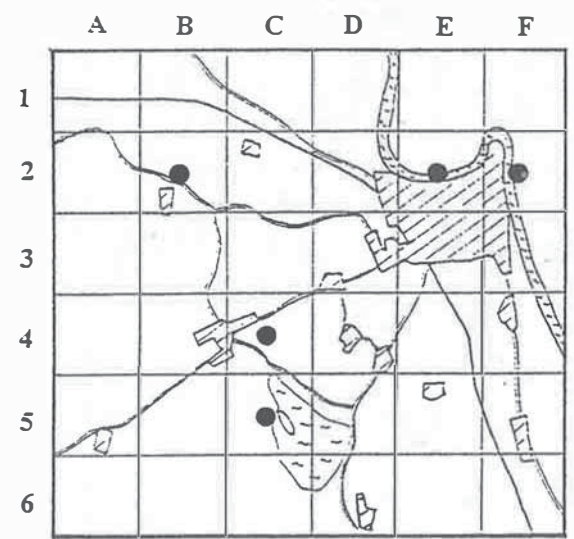


Abbildung 42
Parmelia subargentifera

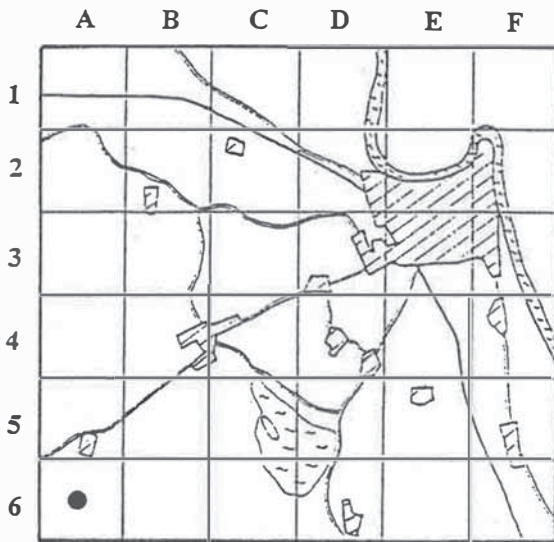


Abbildung 43
Parmelia subaurifera

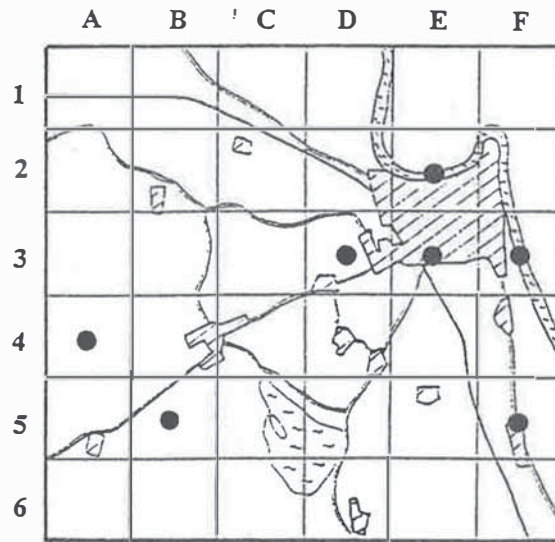


Abbildung 44
Parmelia submontana

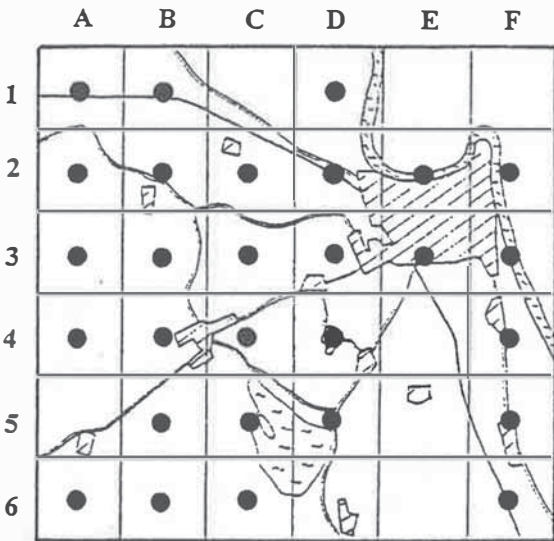


Abbildung 45
Parmelia subrudecta

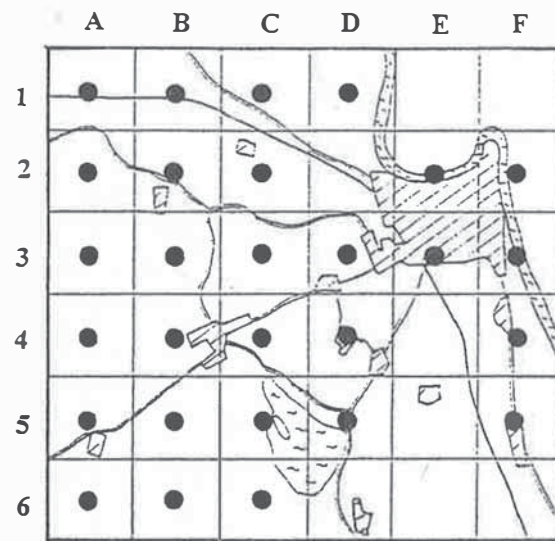


Abbildung 46
Parmelia sulcata

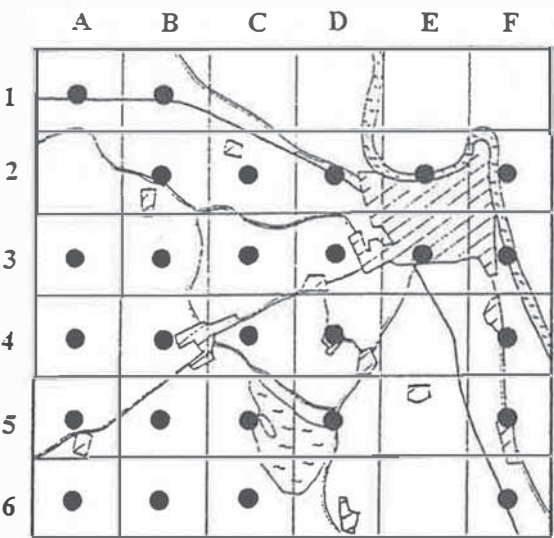


Abbildung 47
Parmelia tiliacea

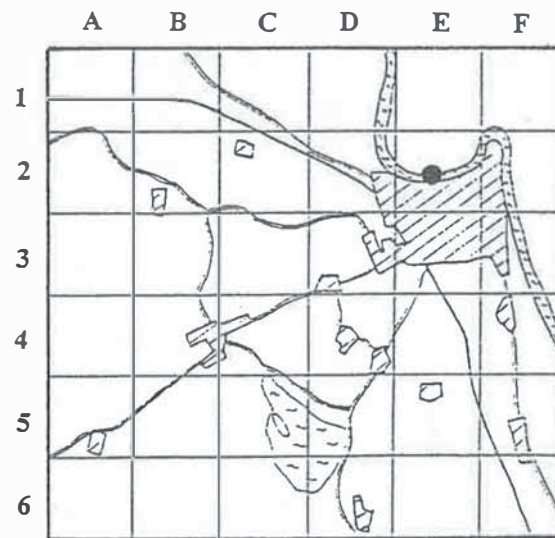


Abbildung 48
Peridiothelia fuliguncta

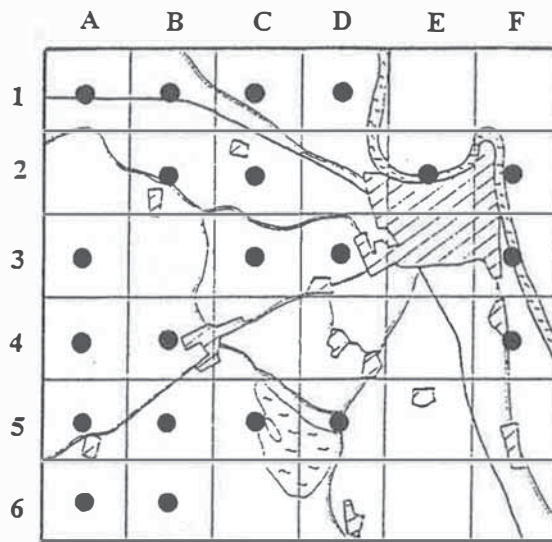


Abbildung 49
Pertusaria albescens

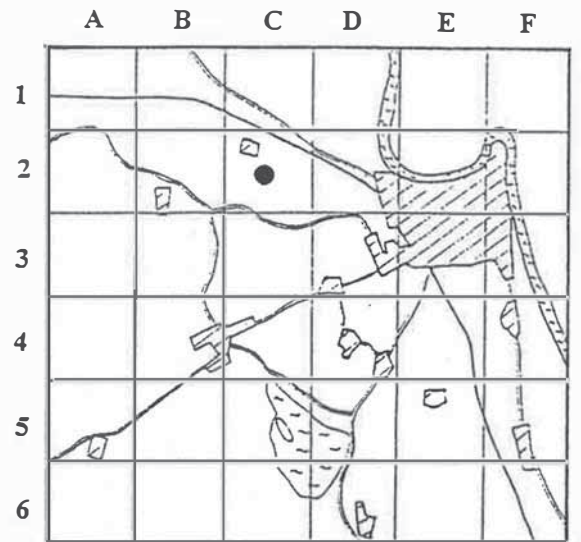


Abbildung 50
Pertusaria coccodes

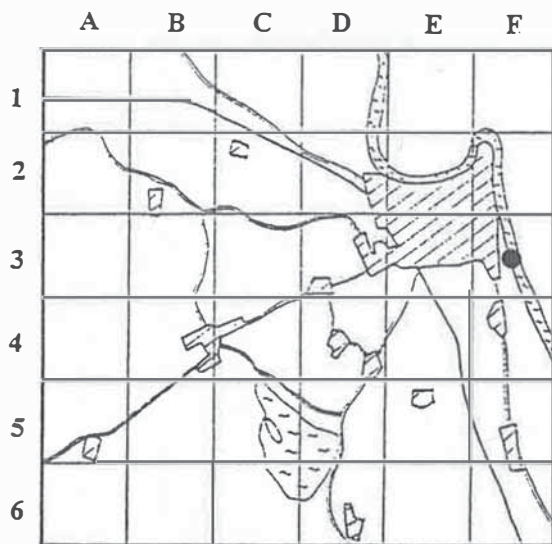


Abbildung 51
Phaeophyscia chloanta

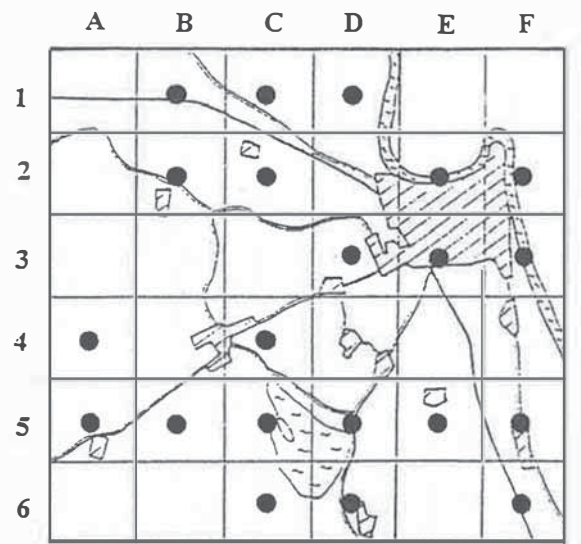


Abbildung 52
Phaeophyscia orbicularis

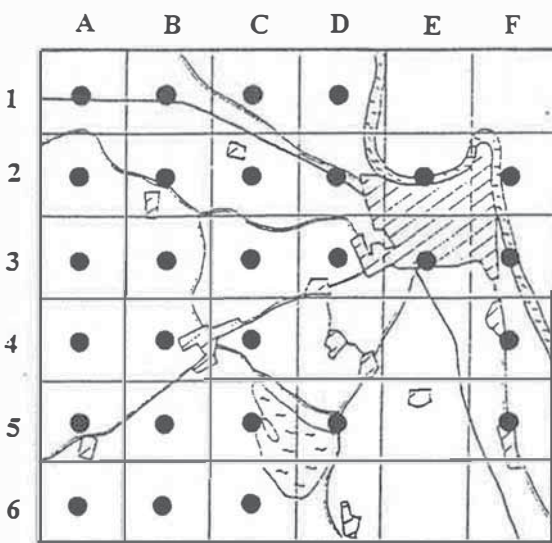


Abbildung 53
Phlyctis argena

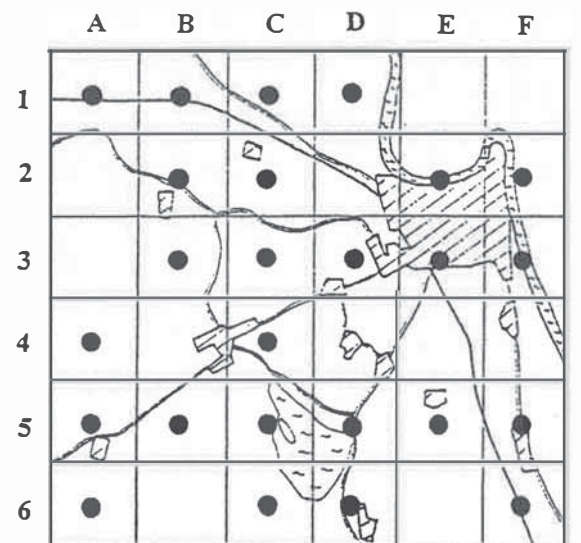


Abbildung 54
Physcia adscendens

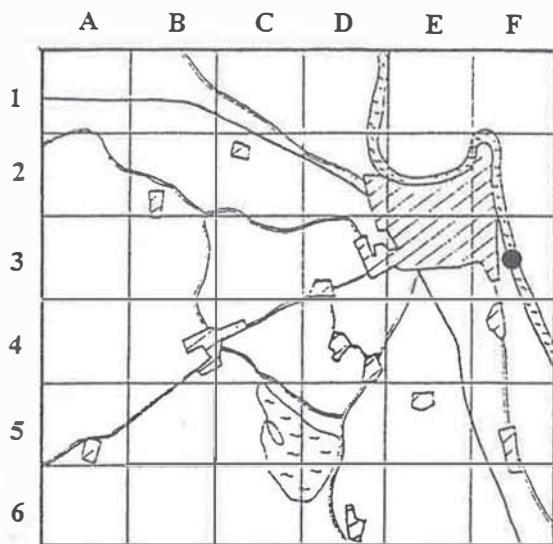


Abbildung 55
Physcia aipolia

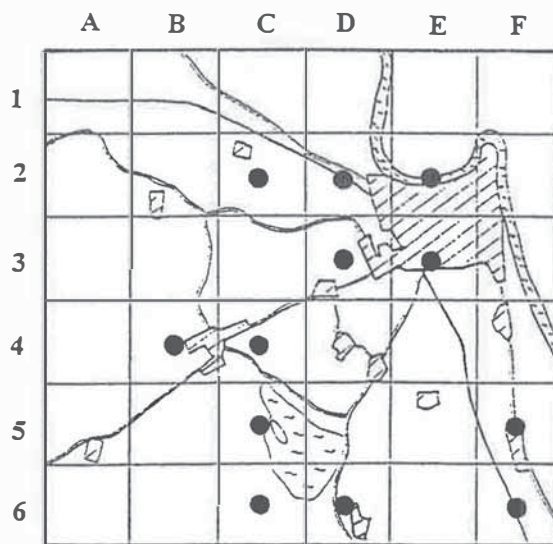


Abbildung 56
Physcia stellaris

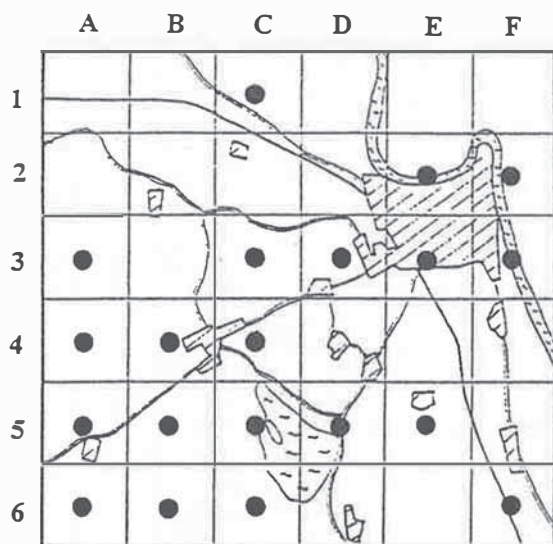


Abbildung 57
Physcia tenella

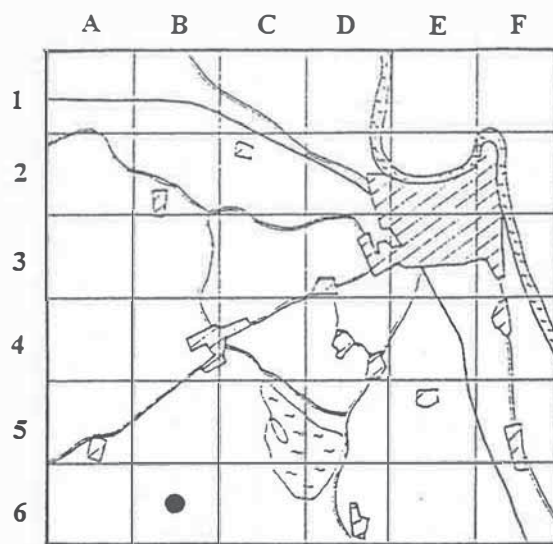


Abbildung 58
Physcia tribacia

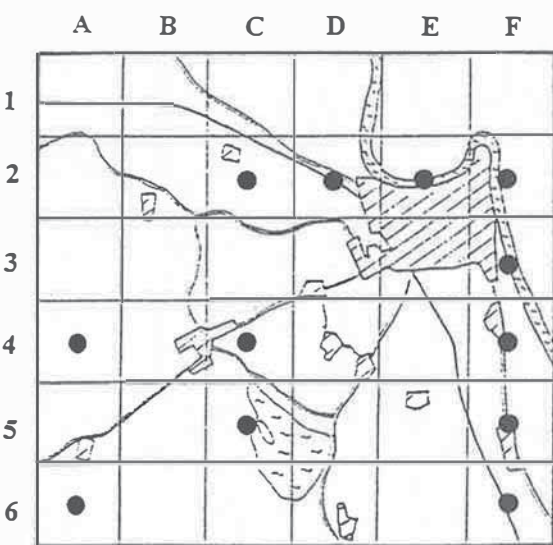


Abbildung 59
Physconia distorta

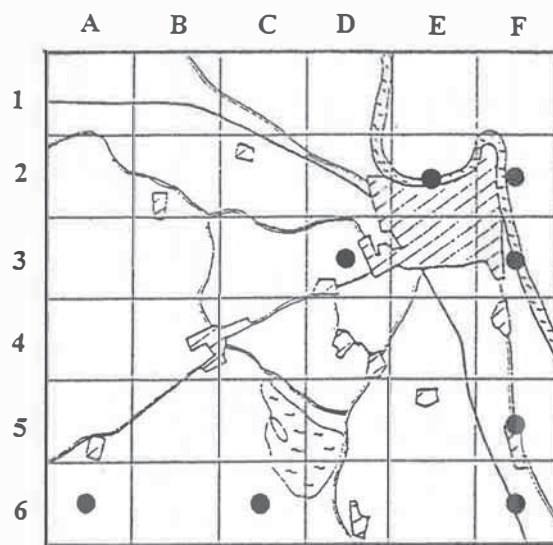


Abbildung 60
Physconia grisea

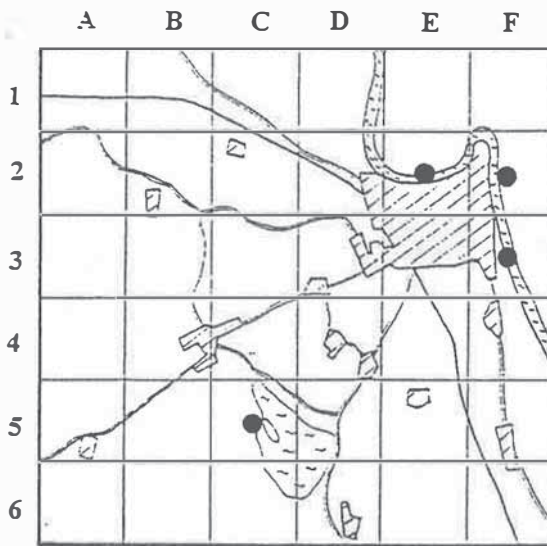


Abbildung 61
Physconia perisidiosa

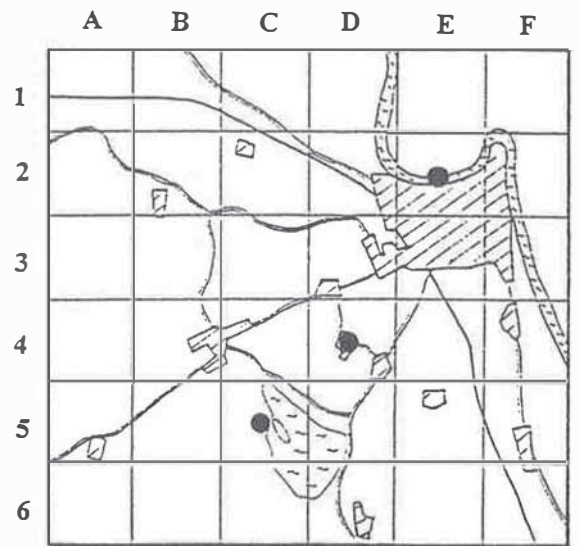


Abbildung 62
Pseudevernia furfuracea var. *furfuracea*

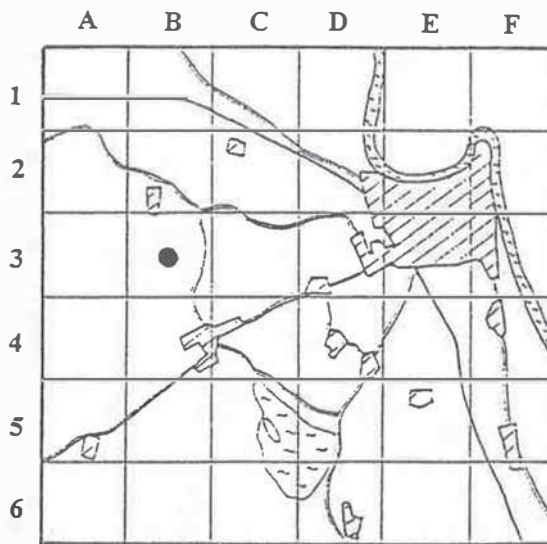


Abbildung 63
Ramalina farinacea

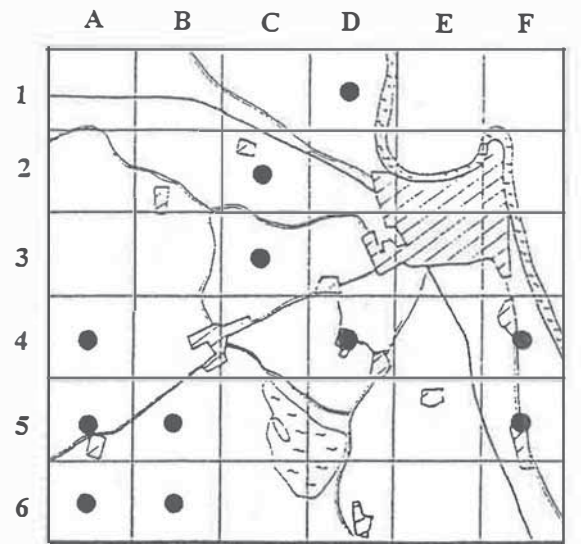


Abbildung 64
Ramalina pollinaria

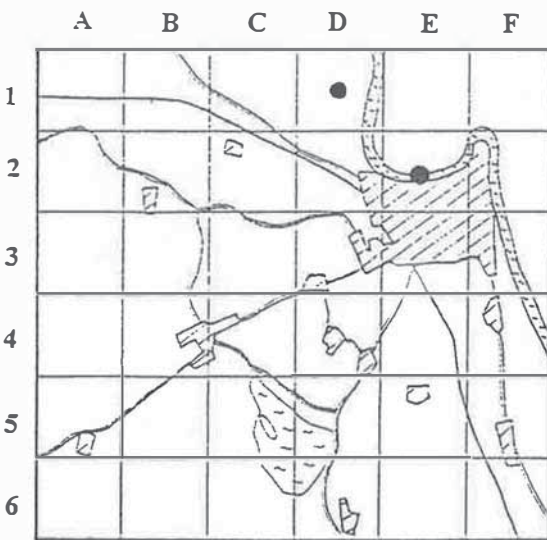


Abbildung 65
Ropalospora viridis

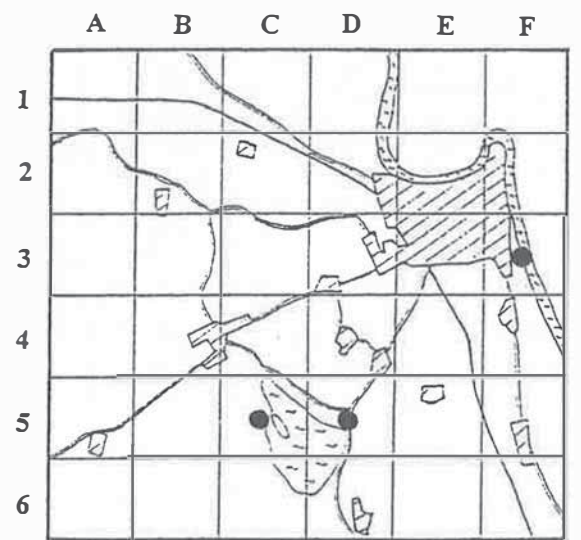


Abbildung 66
Usnea hirta

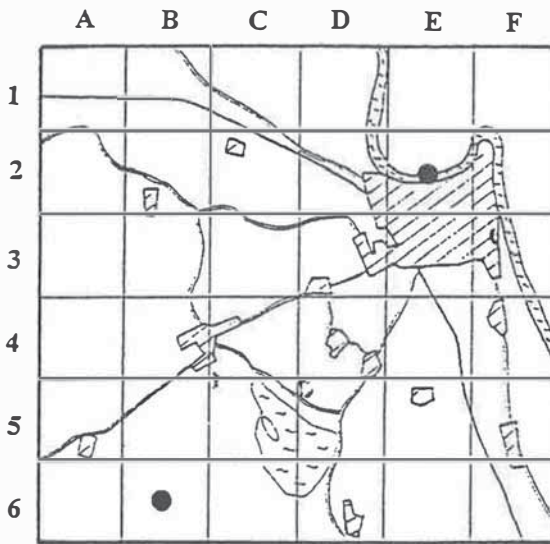


Abbildung 67
Usnea subfloridana

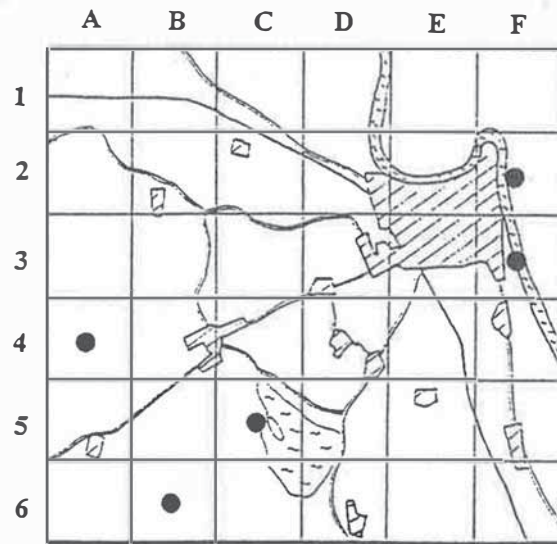


Abbildung 68
Xanthoria candelaria

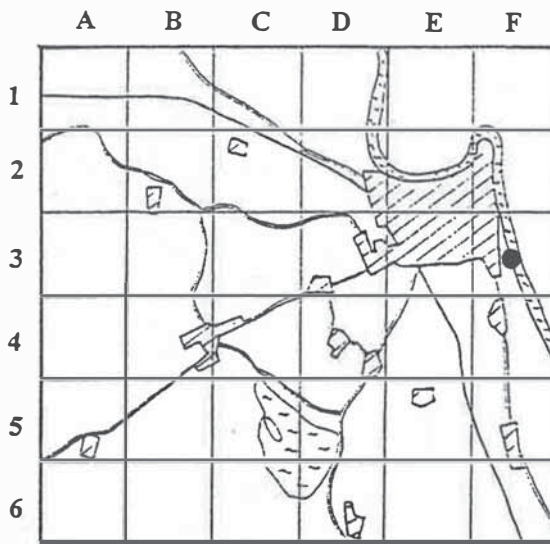


Abbildung 69
Xanthoria fallax

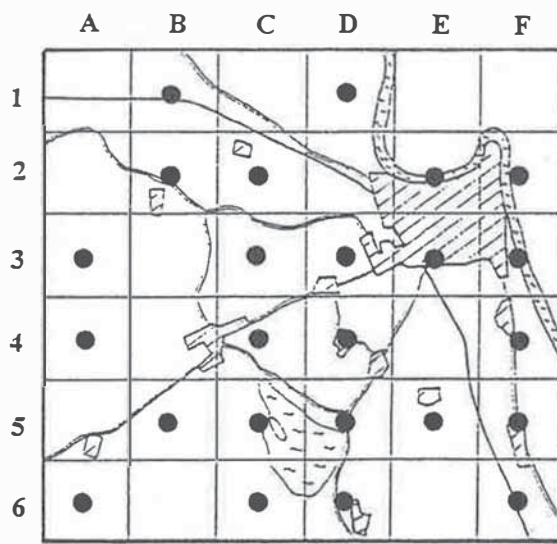


Abbildung 70
Xanthoria parietina

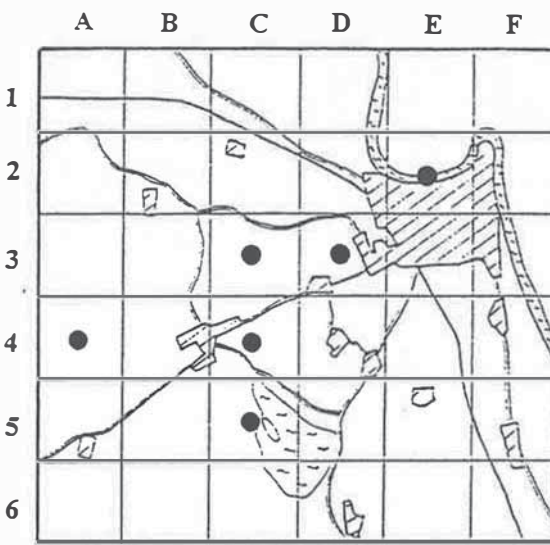


Abbildung 71
Xanthoria polycarpa

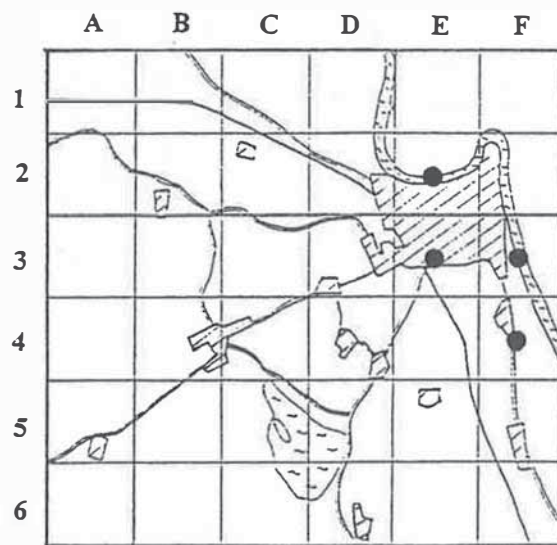


Abbildung 72
Xanthoria ulophyllodes

4. Diskussion

4.1 Artenliste und Diskussion der Arten

Die Nomenklatur erfolgt nach TÜRK & POELT (1993) und WIRTH (1995).

***Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheidegger:** Auf eutrophierter Rinde ist die Art häufig anzutreffen (WIRTH 1995). Entsprechend ist sie im untersuchten Gebiet in kleineren Exemplaren überall zu finden, an *Tilia cordata* an der B20 im Stadtgebiet auch dominant vertreten. GOPPEL (1984) fürchtet eine Verwechslung mit *Lecidea*-Arten und verzichtet auf eine nähere Kartierung.

***Anaptychia ciliaris* (L) Koerber:** Die Art bevorzugt alte Bäume und ist empfindlich gegen allzu starke Düngung bzw. gegen Ammoniaketräg (WIRTH 1995, TÜRK 1996). Sie wurde im Gebiet nur einmal an einer alten Esche, die durch die Nähe eines Märlers von starker Düngung verschont ist, gefunden. Dieser Fund zeigt die im Gebiet vorhandenen oft nur auf wenige Quadratmeter beschränkten, spezifischen Umweltbedingungen. Ca. 10 Meter neben diesem Fundort befindet sich ein Maisfeld, in dem durch Düngung völlig andere Umweltbedingungen herrschen. GOPPEL (1984) findet die Art als Kümmerexemplare im Weidmoos. TÜRK (1996) macht im Land Salzburg neben der zu starken Düngung das Fällen von Altbäumen für den Rückgang der Art verantwortlich.

***Arthonia radiata* (Pers.) Ach.:** Im Gebiet ist die Flechte an mäßig stark beschatteten Standorten an Waldrändern, oft gemeinsam mit *Graphis scripta*, zu finden. Nach WIRTH (1995) ist die Art als eurök zu bezeichnen.

***Aspicilia calcarea* (L.) Mudd:** Diese Art wurde auf Beton an einer Mauer am Salzachuferweg nördlich der Kirche gesehen.

***Bryoria fuscescens* (Gyelnik) Brodo & Hawksw.:** GOPPEL (1984) findet verkümmerte und nicht mehr bestimmbare Exemplare der Gattung *Bryoria*. Die Kümmerexemplare der *Bryoria*-Art, die an *Betula pendula* im Stadtgebiet (2E: g, h) zu finden ist, wurde als *Bryoria fuscescens* identifiziert. Aus den landwirtschaftlich genutzten Gebieten (z.B. Haarmoos) ist die Art verschwunden.

***Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr.:** Ein Exemplar dieser Flechte konnte an einem Weidenpflosten (Holz) gefunden werden (4A: b).

***Caloplaca cerinelloides* (Erichsen) Poelt:** Ein Fund dieser Art an *Populus spec.* ist zu verzeichnen (5F: b).

***Caloplaca citrina* (Hoffm.) Th. Fr.:** An der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Laufener Kirche ist diese Art häufig.

***Caloplaca coronata* (Krempelh. ex Koerber) J. Steiner:** Diese Art wurde auf Beton an einer Mauer am Salzachuferweg nördlich der Kirche gesehen.

***Caloplaca decipiens* (Arnold) Blomb. & Forss.:** Diese Flechte ist eine der häufigsten *Caloplaca*-Arten auf kalkhaltigem Kunststein bzw. Mauern und ist in Laufen beispielsweise an der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Kirche anzutreffen.

***Caloplaca holocarpa* (Ehrh. ex Ach.) Wade:** Diese Art zeigt ähnliche Ansprüche und Verbreitungsmuster wie *Caloplaca decipiens* und ist auf Mauern weit verbreitet.

***Caloplaca polycarpa* (Massal.) Zahlbr.:** Diese *Caloplaca*-Art wächst parasitisch vor allem auf *Verrucaria calciseda* (WIRTH 1995) und kann an der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Laufener Kirche angetroffen werden.

***Candelaria concolor* (Dickson) Stein:** *Candelaria concolor* gehört zu den wenigen Flechtenarten, die im Laufener Gebiet von der stark eutrophen Umweltsituation profitieren dürften. In kleinen Exemplaren ist die Art weit verbreitet, gelegentlich wächst sie flächendeckend auf Rinde, so z. B. auf *Tilia cordata* in der Salzburger Allee (3F: a) oder an *Populus spec.* in der Nähe des Seebads (4C: a). Die starke Verbreitung der Art wird bereits von GOPPEL (1984) diskutiert.

***Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.:** Diese Art wurde auf Beton an einer Mauer am Salzachuferweg nördlich der Kirche gesehen.

***Candelariella coralliza* (Nyl.) H. Magn.:** Die Flechte ist charakteristisch für Vogelsitzplätze auf silikatischem Material und ist auf Dachziegeln von alten Stadeln im Haarmoos zu finden. Die Art ist im Gebiet durch das Verschwinden oder dem Abriss und Neubau von Stadeln stark gefährdet.

***Candelariella kuusamoensis* Räsänen:** Im Gegensatz von *Candelariella coralliza* wächst *Candelariella kuusamoensis* auf Holz, vor allem auf gedüngten Hirnschnitten von Pfählen und Holzplanken von Scheunen (WIRTH 1995). Die Art wurde an einem Brett eines Stadels im Haarmoos angetroffen. Aus den unter *Candelariella coralliza* genannten Gründen ist die Art im Gebiet vom Aussterben bedroht.

***Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau:** Den eutrophen Verhältnissen entsprechend finden *Candelariella*-Arten optimale Lebensbedingungen vor. WIRTH (1985) nimmt für Süddeutschland an, dass sich diese Art erst in den Jahren zuvor zu einer weit verbreiteten Art entwickelt hat. Im Südwesten Niederösterreichs dürfte ähnliches zutreffen (MARBACH 1993), *Candelariella xanthostigma* wird dort teilweise nahezu völlig von *Candelariella reflexa* ersetzt. Von GOPPEL (1984) wird *Candelariella reflexa* im Untersuchungsgebiet nicht erwähnt, es ist jedoch anzunehmen, dass er die Art in *Candelariella xanthostigma* integriert hat. Die vorliegenden Untersuchungen ergeben, dass die Art weit verbreitet, aber viel seltener als die ähnliche Art *Candelariella xanthostigma* zu finden ist.

***Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau:** Die Art ist eine der häufigsten Flechten im Untersuchungsgebiet (siehe auch unter *Candelariella reflexa*).

***Catillaria nigroclavata* (Nyl.) Schuler:** Diese Krustenflechte mit sehr kleinen Apothecien ist charakteristisch für freistehende Laubbäume mit nährstoffreicher Rinde (WIRTH 1995) und wurde im Untersuchungsgebiet zweimal gefunden (1B: a und 2E: f - *Malus domestica*).

***Chaenotheca ferruginea* (Turner & Borrer) Migula:** Von dieser Flechte gibt es ein fruchtendes Vorkommen im Lebenauholz an *Picea abies* (1A: b). Die Art kommt vor allem in forstlich stark veränderten Wäldern an Waldrändern und Wegen vor (WIRTH 1995).

***Cladonia arbusculata* (Wallr.) Flotow em. Ruoss ssp. *mitis* (Sandst.) Ruoss:** Diese Flechte kann in der Heide des Schönramer Filzes vereinzelt gefunden werden. Wie auch für die anderen Rentierflechten ist der Standort durch das dem Überwachsen freier Flächen von Gefäßpflanzen (vermutlich bedingt durch Entwässerung und hohen Stickstoffeintrag) gefährdet. Freie Flächen, an denen sich Rentierflechten durchsetzen können, sind nur noch selten und kleinflächig zu finden.

***Cladonia coniocraea* (Flörke) Sprengel:** Diese Art ist eine eigentlich anspruchslose und auf morschem Holz und Baumstümpfen weit verbreitete Flechte, die im Untersuchungsgebiet außerhalb des Schönramer Filzes nur noch im Kulbinger Filz gefunden werden konnte. Eventuell ist die starke Eutrophierung, die auch in den Wäldern ins Auge fällt (häufig ist der Boden von Stickstoffzeigern wie Brombeergestrüpp und Brennesseln bedeckt), für das seltene Vorkommen der Art verantwortlich.

***Cladonia digitata* (L.) Hoffm.:** Wie *Cladonia coniocraea* konnte auch diese auf morschen Baumstümpfen und am Grund von Bäumen weit verbreitete Flechte außerhalb des Schönramer Filz im Untersuchungsgebiet nur noch im Kulbinger Filz gefunden werden.

***Cladonia fimbriata* (L.) Fr.:** Diese Becherflechte ist die einzige *Cladonia*-Art die im Untersuchungsgebiet außerhalb des Schönramer und des Kulbinger Filzes angetroffen wurde. Sie wurde sowohl auf Weideposten (5B: c), als auch auf Baumrinde (2E: f - *Prunus avium*; 2F: f - *Tilia cordata*, 4A: a - *Fraxinus excelsior*, 5A: a - *Tilia cordata*) gefunden.

***Cladonia macilenta* Hoffm. var. *macilenta*:** Diese Art wurde einmal auf Boden an einer relativ stark beschatteten Stelle unter *Calluna vulgaris* in der Heide des Schönramer Filzes gefunden.

***Cladonia portentosa* (Dufour) Coem.:** Diese Rentierflechte hat kleine Vorkommen in der Heide des Schönramer Filzes. Der Standort ist gefährdet (siehe *Cladonia arbusculata*).

***Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. ssp. *pyxidata*, *Cladonia pyxidata* ssp. *grayi* (G. Merr ex Sandstein) Wirth:** Die beiden Formen dieser Becherflechte bedecken in der Heide des Schönramer Filzes an vielen Stellen den Boden.

***Cladonia rangiferina* (L.) Weber ex Wigg.:** Diese Rentierflechte hat kleine Vorkommen in der Heide des Schönramer Filzes. Von den Rentierflechten ist sie im Schönramer Filz die häufigste. Der Standort ist gefährdet (siehe *Cladonia arbusculata*).

***Cladonia sulphurina* (Michx.) Fr.:** Diese Flechte ist die häufigste rotfrüchtige *Cladonia*-Art in der Heide des Schönramer Filzes.

***Cliostomum griffithii* (Sm.) Coppins:** Diese seltene atlantische bis subatlantische Art (WIRTH 1995) wurde einmal an der Rinde von *Fraxinus excelsior* gefunden (2B: b).

***Collema crispum* (Hudson) Weber ex Wigg.:** Diese Blaualgenflechte wächst an der nordexponierten Seite der Mauer des alten Salzackkais unterhalb der Laufener Kirche.

***Evernia prunastri* (L.) Ach.:** *Evernia prunastri* ist eine häufige Strauchflechte, die mäßig starke Eutrophierung gut verträgt. Bei GOPPEL (1984) zeigt die Flechte an stadtfernen Standorten eine gute Vitalität, während sie in Stadtnähe nur noch in kümmerlichen Formen wächst. Die gegenwärtige Untersuchung zeigt, dass die Art in stadtfernen Gebieten keineswegs häufig vorkommt, dagegen in stadtnahen Gebieten beispielsweise in der Salzburger Allee (3F: a - *Acer spec.*) an manchen Stellen sogar flächendeckend auf Rinde wächst. Für *Evernia prunastri* ist in von Landwirtschaft dominierten Gebieten seit GOPPEL (1984) eine Standortverschlechterung (vermutlich durch stärkere Eutrophierung) zu beobachten, die Entwicklung in Stadtnähe ist eventuell als Standortverbesserung zu interpretieren. Hier sind die Entwicklungen der nächsten Jahre von Interesse.

***Graphis scripta* (L.) Ach.:** Im Gebiet ist die Flechte an mäßig stark beschatteten Standorten am Waldrändern, oft gemeinsam mit *Arthonia radiata*, zu finden.

***Gyalecta jenensis* (Batsch) Zahlbr.:** Diese Art ist an meist kalkreichen Standorten bis in die alpine Stufe zu finden (WIRTH 1995), in Laufen wächst *Gyalecta jenensis* an der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzackkais unterhalb der Laufener Kirche.

***Hypocnomyce scalaris* (Ach.) Choisy:** Diese Flechte mit schuppigem Lager wurde auf Weideposten (5C: d) und auf den Brettern eines Stadels im Haarmoos (6B: c) gefunden.

***Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.:** *Hypogymnia physodes* ist eine acidophytische Flechte, die mäßig starke Eutrophierung verträgt, jedoch bei starker Eu-

trophierung verschwindet. Diese Flechte zeigt als Reaktion auf Veränderungen der Luftqualität bzw. der Zusammensetzung der Fremdstoffe in der Luft in ihrem Verbreitungsmuster die stärksten Veränderungen. Noch 1984 zählte *Hypogymnia physodes* im Stadtgebiet von Laufen zur häufigsten Flechte, entlang der Salzach zeigte sie ihr stärkstes Vorkommen (GOPPEL 1984). Inzwischen ist sie im Stadtgebiet auf die saure Borke von Birken beschränkt und an der Salzach nur noch in einzelnen kümmerlichen Exemplaren zu finden. Diese Veränderungen sind sowohl auf die abnehmende Schwefeldioxidbelastung der Luft (Einbau von Filteranlagen in großräumige Emittenten, bessere Heizöfen) als auch auf die zunehmende Eutrophierung zurückzuführen.

Im Haarmoos ist die Art an einzelnen Bäumen von *Betula pendula* zu finden, an vielen ist sie jedoch auch hier verschwunden und durch Nitrophyten ersetzt. Als Emittent größerer Schadstoffmengen zeigt die landwirtschaftliche Düngung hier nur kleinflächige Auswirkungen (diese Anmerkung ist unabhängig zur vorhandenen großräumigen Verfrachtung von Staub zu betrachten).

***Lecanora allophana* Nyl.:** Diese *Lecanora*-Art ist im Untersuchungsgebiet an Laubbäumen weit verbreitet (nach *Lecanora chlarotera* die zweithäufigste *Lecanora*-Art) und meistens in üppigen Exemplaren zu finden. GOPPEL (1984) konnte nur zwei Vorkommen feststellen. Für diese Art scheinen sich die Umweltbedingungen verbessert zu haben.

***Lecanora argentata* (Ach.) Malme:** Diese Art mit breiter ökologischer Amplitude wurde im Untersuchungsgebiet an *Fraxinus excelsior* (1A:a; 1B: b; 5C: b und 6B: d) gefunden.

***Lecanora carpinea* (L.) Vainio:** Die Art ist ähnlich weit verbreitet wie *Lecanora chlarotera* (meistens gemeinsam mit dieser Art anzutreffen), jedoch seltener zu finden.

***Lecanora chlarotera* Nyl.:** Diese Flechte ist die häufigste *Lecanora*-Art im Untersuchungsgebiet und an den verschiedenen Laubbäumen und auf Weidepfeosten anzutreffen.

***Lecanora crenulata* Hooker:** Diese Art ist an kalkreichem Gestein vor allem an ziemlich regengeschützten Vertikal- und Überhangsflächen bis in die alpine Stufe zu finden (WIRTH 1995), in Laufen wächst sie an der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Laufener Kirche.

***Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf.:** Diese Art ist auf kalkhaltigen Natur- und Kunststeinen weit verbreitet, in Laufen wurde sie an der Mauer des alten Salzachkais östlich der Kirche gesehen.

***Lecanora muralis* (Schreber) Rabenh.:** Die Krustenflechte mit gelapptem Lagerrand ist an kalkhaltigem sowie staubimprägniertem oder gedüngtem Gestein weit verbreitet (WIRTH 1995), in Laufen ist sie unter anderem an der Mauer des alten Salzachkais östlich der Kirche anzutreffen.

***Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.:** GOPPEL (1984) findet die Art selten, im Rahmen vorliegender Untersuchung konnte nur ein Fundort an *Betula pendula* im Haarmoos (6B: e) angetroffen werden.

***Lecanora saligna* (Schradler) Zahlbr.:** Die Art wurde an *Betula pendula* im Haarmoos (6B: e) und am Pfosten einer Wegmarkierung im Weidmoos (4A: f) angetroffen, von GOPPEL (1984) wird die Art nicht erwähnt.

***Lecanora varia* (Hoffm.) Ach.:** *Lecanora varia* ist eine acidophytische *Lecanora*-Art, von der Vorkommen an Weidepfeosten (6C: c) und an *Betula pendula* (5C: d, 6B: e und 4A: g) gefunden wurden. Bereits GOPPEL (1984) beschreibt die Art als selten, findet sie jedoch neben *Betula pendula* auch auf *Fraxinus excelsior*:

***Lecidella elaeochroma* (Ach.) Choisy:** Die schwarzfrüchtige Krustenflechte ist im Gebiet eine der häufigsten Krustenflechten und ist auf Rinde nahezu überall anzutreffen. GOPPEL (1984) erwähnt die weite Verbreitung von *Lecidea*- und *Lecidella*-Arten, ohne jedoch die Arten zu bestimmen. Dazu ist zu bemerken, dass *Lecidella elaeochroma* die einzige im Gebiet vorkommende fruchtende Art aus den Gattungen *Lecidea* und *Lecidella* ist, und andere häufigere schwarzfrüchtige Krustenflechten wie *Amandinea punctata* und *Catillaria nigroclavata* meistens auch im Gelände eindeutig abgegrenzt werden können.

***Lepraria incana* (L.) Ach.:** Diese lepröse Flechtenart gehört zu den am weitesten verbreiteten Flechten im Untersuchungsgebiet und ist an schattigen Stellen von Rinden an Laubbäumen zu finden.

***Lepraria lobificans* Nyl.:** Diese Art hat ein Vorkommen an der Mauer des alten Salzachkais östlich der Laufener Kirche.

***Leptogium gelatinosum* (With.) Laundon:** Die Blaualgalflechte kommt an kalkhaltigen, sporadisch sickerfeuchten Standorten bis über die Waldgrenze vor (WIRTH 1995) und wächst in Laufen an der nordexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Laufener Kirche.

***Leptogium lichenoides* (L.) Zahlbr.:** *Leptogium lichenoides* ist eine eurök verbreitete Blaualgalflechte (WIRTH 1995), die einen etwas höheren Lichtanspruch aufweist als *Leptogium gelatinosum*. Entsprechend ist sie an der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Laufener Kirche zu finden.

***Micarea adnata* Coppins:** Die unscheinbare Krustenflechte wurde mit Apothecien auf Rinde von *Populus spec.* (6F: a) und nur mit Conidien, ohne Apothecien auf Weidepfeosten (5C: d) und auf einem Pfosten einer Wegmarkierung (4A: f) gefunden.

***Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.:** *Normandine pulchella* kommt weltweit in gemäßigten Gebieten vor (WIRTH 1995). Im Untersuchungsgebiet gibt es einen Fundpunkt am Salzach-Uferweg an *Populus* spec. über Moos. Die Art war früher häufiger zu finden (mündl. Mitteilung von M. Fuchs).

***Ochrolechia turneri* (Sm.) Hasselroth:** Die Art ist gelegentlich auf *Quercus* spec. zu finden, ein Fund wurde an *Salix* spec. getätigt. Sie ist schwierig von der vielgestaltigen *Pertusaria albescens* zu unterscheiden.

***Parmelia caperata* (L.) Ach.:** Die gelbe Blattflechte kommt verstreut im ganzen Untersuchungsgebiet vor. Eine ähnliche Art ist *Parmelia flaventior*; die aber als toxitoleranter beschrieben wird (WIRTH 1995, GOPPEL 1984). Bei GOPPEL (1984) dringt *Parmelia flaventior* weiter in das Stadtgebiet vor, außerhalb des Stadtgebiets sind die beiden Arten oft miteinander vergesellschaftet. Dieses unterschiedliche Verbreitungsmuster hat sich seither aufgelöst, ein Bild, das mit anderen Hinweisen übereinstimmt, die auf eine Verbesserung der Luftsituation (Abnahme der Schwefeldioxidkonzentration) im Stadtgebiet schließen lassen.

***Parmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Ach.:** Die Blattflechte kann in Kalkgebieten nur auf anthropogenen Standorten leben und kommt im Haarmoos auf Dachziegeln von Stadeln vor. Dieses Vorkommen ist gefährdet.

***Parmelia elegantula* (Zahlbr.) Szat.:** Die braune *Parmelia*-Art ist gegen Luftverschmutzung relativ resistent (WIRTH 1995), im Untersuchungsgebiet ist die Art dennoch nur selten vertreten, so auf Eiche im Weidmoos (5B: c). Eine Verwechslung mit der chemisch unterschiedlichen und sehr häufigen Art *Parmelia glabratula* ist im Gelände nicht auszuschließen.

***Parmelia exasperatula* Nyl.:** Diese Art ist im Gebiet verbreitet zu finden, ein gehäuftes Vorkommen zeigt sie im Stadtgebiet von Laufen.

***Parmelia flaventior* Stirton:** Die gelbe Blattflechte kommt zerstreut im ganzen Untersuchungsgebiet vor (siehe auch *Parmelia caperata*).

***Parmelia glabratula* (Lamy) Nyl.:** Diese braune *Parmelia*-Art ist eine der häufigsten Flechten im Untersuchungsgebiet und an der Rinde der verschiedenen Laubbäume anzutreffen. Neben lichtreichen Standorten ist sie auch an mäßig beschatteten Waldrändern gemeinsam mit *Lecidella elaeochroma* zu finden. Nach GOPPEL (1984) tritt die Art zerstreut in Stadt und Land auf, meidet jedoch höhere Staubaukommen.

***Parmelia pastillifera* (Harm.) Schubert & Klement:** Die schwarzisidiöse graue *Parmelia*-Art ist eine der wenigen Arten im Untersuchungsgebiet, für die eine abgegrenzte Verbreitung innerhalb des Gebietes gezeigt werden kann (ähnlich *Lecanora varia*).

Die Art konnte um den Abtsdorfer See an *Populus* spec. (4C: a), an *Acer platanoides* (5D: b), an Weidepforten (5C: d), und an einem Stadel im Haarmoos (6B: c) gefunden werden. Von GOPPEL (1984) wird die Art nicht erwähnt, eventuell wurde sie übersehen oder mit *Parmelia tiliacea* verwechselt. Die Art besitzt ein ozeanisches Vorkommen mit nährstoffärmeren Umwelthanforderungen als *Parmelia tiliacea*. Das seltene Vorkommen der Art ist ein Hinweis auf die starke Eutrophierung im Gebiet, die einzelnen Vorkommen zeigen, dass auch für kleine Flächen eine schwache oder fehlende Düngung bereits eine deutliche Verminderung der Eutrophierung mit sich bringt. WINDISCH & VORBECK (1996) finden im Rahmen einer Flechtenkartierung Bayerns die Art nur in den niederschlagsreichen Gebieten des Alpenrands.

***Parmelia revoluta* Flörke:** Die graue sorediöse Blattflechte hat ihren Lebensraum in niederschlagsreichen, wintermilden Gegenden (WIRTH 1995) und ist im Untersuchungsgebiet selten aber weit verstreut zu finden. Von GOPPEL (1984) wird die Art nicht erwähnt. Eine Einwanderung der seltenen Art könnte für eine Verbesserung der Luftqualität sprechen.

***Parmelia subargentifera* Nyl.:** Diese braune sorediöse Blattflechte ist charakteristisch für staubreiche eutrophierte Borken und ist an Linden an der B20 im Stadtgebiet von Laufen teilweise flächendeckend zu finden. Bei GOPPEL (1984) ist sie noch eine relativ seltene Art. Für diese Art scheinen sich die Umweltbedingungen verbessert zu haben.

***Parmelia subaurifera* Nyl.:** GOPPEL (1984) weist außerhalb des Stadtgebiets von Laufen einige ungestörte und kräftige Vorkommen auf. Die schwach acidophytische Art ist im Rückgang begriffen. Sie ist leicht mit *Parmelia subargentifera* und *P. glabratula* verwechselbar und kann im Gebiet nur noch selten nachgewiesen werden (6A: c - Eiche).

***Parmelia submontana* Nád. ex Hale:** Die isidiöse Blattflechte mit Pseudocyphellen ist im Gebiet verstreut auf Rinde zu finden, jedoch ist sie nur selten kräftig ausgebildet. Die Art wird von GOPPEL (1984) nicht erwähnt. Eventuell wurde sie mit *Parmelia sulcata*, der sie im Gebiet häufig stark ähnelt, verwechselt.

***Parmelia subrudecta* Nyl.:** Die Art ist relativ toxtolerant und im ganzen Untersuchungsgebiet stark vertreten. Sie ist oft mit *Parmelia sulcata* und *Parmelia tiliacea* vergesellschaftet und gehört mit diesen beiden Arten zu den häufigsten Blattflechten. Das Verbreitungsmuster der Art ist seit GOPPEL (1984) weitgehend unverändert.

***Parmelia sulcata* Taylor:** Die Art ist eine der toxtolerantesten Blattflechten (WIRTH 1995). Im Gebiet ist sie oft mit *Parmelia subrudecta* und *Parmelia tiliacea* vergesellschaftet und gehört mit diesen beiden Arten zu den häufigsten Blattflechten. Eine Verän-

derung im Verbreitungsmuster seit GOPPEL (1984) ist im starken Rückgang der Art entlang des Salzach-Uferweges gegeben (vergleiche auch *Hypogymnia physodes*).

***Parmelia tiliacea* Hoffm. Ach.:** Die Art ist charakteristisch für nährstoffreiche Rinden. Im Gebiet ist sie oft mit *Parmelia subrudecta* und *Parmelia sulcata* vergesellschaftet und gehört mit diesen beiden Arten zu den häufigsten Blattflechten. Das Verbreitungsmuster der Art ist seit GOPPEL (1984) weitgehend unverändert.

***Peridiothelia fuliguneta* (Norman) D. Hawksw.:** Die Art wurde einmal an *Prunus avium* gefunden (2E: f). Für Baden-Württemberg beschreibt WIRTH (1984) ihr Vorkommen am Stamm oder Stammgrund alter Laubbäume in Parks und an Straßen.

***Pertusaria albescens* (Hudson) Choisy & Werner:** Die Art ist im ganzen Untersuchungsgebiet verbreitet. Das Verbreitungsmuster der Art scheint seit GOPPEL (1984) weitgehend unverändert.

***Pertusaria coccodes* (Ach.) Nyl.:** Diese Krustenflechte wurde einmal an *Fraxinus excelsior* gefunden (2C: d). GOPPEL (1984) weist mit nur zwei Funden an *Quercus spec.* ebenfalls auf das seltene Vorkommen der Art hin.

***Phaeophyscia chloanta* (Ach.) Moberg:** Von dieser Art gibt es ein Vorkommen am Salzach-Uferweg an *Populus spec.* (3F:b).

***Phaeophyscia orbicularis* (Necker) Moberg:** Die Art ist eine der toxitolerantesten Blattflechten, eutrophierungstolerant und sehr eurök (WIRTH 1995). Entsprechend ist sie im Gebiet weit verbreitet. Extrem eutrophierte Standort wie um Gehöfte (Misthaufen, Viehsammelplätze) wurden für die Untersuchung kaum berücksichtigt, so dass die Verbreitungskarte eine geringere Verbreitung, als tatsächlich gegeben ist, angibt. Besonders an Bäumen am Rande intensiver Kuhweiden ist die Art oft flächendeckend zu finden. Bemerkenswert ist, dass sich *Phaeophyscia orbicularis* auch an manchen Birken (mit eigentlich saurer Rinde) im Haarmoos wohlfühlt, ein Zeichen für die extreme Überdüngung an diesen Orten.

***Phlyctis argena* (Ach.) Flotow:** Die sorediöse Krustenflechte zeigt eine euröke Verbreitung und ist im Gebiet an nahezu jedem Baum mit Flechtenbewuchs zu finden. Häufig ist sie zwischen andere Flechten eingesprengt, an schattigen Standorten ist sie gelegentlich dominant vertreten.

***Physcia adscendens* (Fr.) Oliv.:** Die sorediöse Strauchflechte ist eine häufige Art auf freistehenden Laubbäumen und im ganzen Untersuchungsgebiet verbreitet. Die Art ist oft mit *Physcia tenella* vergesellschaftet. Gelegentlich sind im Gebiet fruchtende Exemplare zu finden. Das Verbreitungsmuster der

rindenbewohnenden *Physcia*-Arten *Physcia adscendens*, *P. stellaris* und *P. tenella* scheint seit GOPPEL (1984) weitgehend unverändert zu sein.

***Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb) Fűrnr.:** Für diese Art beobachtet GOPPEL (1984) ähnliche Ansprüche wie für *Physcia stellaris*, sie ist jedoch seltener anzutreffen. *Physcia aipolia* konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur einmal an *Salix spec.* in der Salzachau (3 F: c) gefunden werden.

***Physcia dubia* (Hoff.) Lettau:** Die Flechte ist als düngungstolerante Art nährstoffreicher Habitate an oft anthropogenen Gesteinssubstraten bis in die alpine Stufe verbreitet. Im Gebiet ist sie auf den Dachziegeln von Stadeln vertreten und hier eine der wenigen Arten, die durch den Abriss und Neubau von Stadeln nicht in ihrem Bestand gefährdet ist, auch neue Dächer werden rasch besiedelt. Außerdem ist sie auf Weidepfosten im Haarmoos und an dem Pfosten einer Wegmarkierung (4A: f) zu finden.

***Physcia stellaris* (L.) Nyl.:** Wie *Physcia tenella* und *Physcia adscendens* ist auch *Physcia stellaris* im ganzen Untersuchungsgebiet verbreitet, jedoch zeigt sie höhere Lichtansprüche und ist weniger häufig zu finden.

***Physcia tenella* (Scop.) DC.:** Die Art zeigt ähnliche Ansprüche und eine ähnliche Verbreitung wie *Physcia adscendens*, mit der sie oft vergesellschaftet ist.

***Physcia tribacia* (Ach.) Nyl.:** Von dieser Art wurden von GOPPEL (1984) einzelne Vorkommen in staubreicher Gegend gefunden (Vergleiche *Lecanora hagenii* und *Lecanora umbrina*). *Physcia tribacia* konnte im Rahmen der jetzigen Untersuchung nur noch einmal an *Betula pendula* im Haarmoos (6B: e) gefunden werden.

***Physconia distorta* (With.) Laundon:** Diese *Physcia*-Art ist mäßig häufig an Borken alter Laubbäume an lichtreichen Standorten zu finden. Das Verbreitungsbild hat sich seit 1984 nicht verändert.

***Physconia grisea* (Lam.) Poelt:** Die Art ist an bevorzugt an staubimprägnierten Rinden zu finden, besonders üppig wächst sie entlang der B 20 im Stadtgebiet von Laufen. Sie ist jetzt häufiger zu finden, als bei GOPPEL (1984) beschrieben, die Umweltbedingungen scheinen sich für diese Art verbessert zu haben.

***Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg:** Die Art ist in besonders kräftigen Vorkommen am Salzach-Uferweg (2F: d - *Acer platanoides*; 3F: b - *Populus spec.*) und an *Tilia platyphyllos* am Klostermauerweg (2F: f) zu finden.

***Platismatia glauca* (L.) Culb. & Culb.:** Von dieser acidophilen Art konnte ein Exemplar auf Weidepfosten (5C: d) gefunden werden. Bereits bei GOPPEL (1984) ist die Art nur selten und in kümmerformen anzutreffen.

Protoblastenia rupestris (Scop.) J. Steiner: Die Krustenflechte mit orangefarbenen Apothecien, die vor allem auf Kalkstein bis ins Hochgebirge vorkommt (WIRTH 1995), ist in Laufen an der nordexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Kirche zu finden.

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf var. furfuracea: Die acidophytische Flechte ist bei GOPPEL (1984) noch häufig und besonders gut entwickelt auf querliegenden Ästen von Apfelbäumen und Kirschbäumen zu finden. Diese Art ist den veränderten Umweltbedingungen nahezu zum Opfer gefallen (ähnlicher Rückgang wie bei *Hypogymnia physodes*), sie hat sich auf Weidepfosten und auf die relativ saure Rinde von *Betula pendula* zurückgezogen. Die Vorkommen auf Weidepfosten sind selten, auf *Betula pendula* im Stadtgebiet ist die Art noch regelmäßig zu sehen, in landwirtschaftlichen Gebieten ist die Art auch auf Birke kaum noch zu finden.

Ramalina capitata (Ach.) Nyl.: Die Art ist charakteristisch für Vogelsitzplätze auf Silikatgestein und auch synanthrop auf Heuschobern und ähnlichem zu finden (WIRTH 1995). Im Untersuchungsgebiet ist die Art in Restvorkommen auf wenigen Stadeln im Haarmos sowohl auf Dachziegeln als auch auf Holz zu finden. Der Standort ist durch das Verschwinden von alten Stadeln stark gefährdet. Neue Stadel scheint die Art nicht rasch genug besiedeln zu können.

Ramalina farinacea (L.) Ach.: GOPPEL (1984) findet die Art vereinzelt in Kümmerformen, im Rahmen vorliegender Untersuchung wurde ein Exemplar an *Fraxinus excelsior* (3B: a) angetroffen.

Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.: Diese *Ramalina*-Art ist verstreut im Untersuchungsgebiet zu finden, im Stadtgebiet von Laufen ist sie allerdings nicht vertreten. Das Verbreitungsbild der Art hat sich seit den Untersuchungen von GOPPEL (1984) nicht verändert.

Rhizocarpon distinctum Th. Fr.: Die auf silikatischem Gestein weit verbreitete Art kommt im Haarmos auf Dachziegeln von alten Stadeln vor. Der Standort ist stark gefährdet (vergleiche *Candelariella coralliza* und *Ramalina capitata*).

Rhizocarpon geographicum (L.) DC.: Die Verbreitung und Gefährdung der Art entspricht der von *Rhizocarpon distinctum*.

Ropalospora viridis Tonsberg: WIRTH (1984) nimmt an, dass die gegen saure Luftverunreinigungen resistente Art ihr Vorkommen ausdehnt. In Laufen hat die Art ein Vorkommen unterhalb des Recyclinghofes an *Fraxinus excelsior* (2E: b), weiters wurde sie außerhalb des Stadtgebiets bei Schrankbaum an *Alnus glutinosa* gefunden (1D: A).

Saccomorpha icmalea (Ach.) Clauz. & Roux: Wie auch *Thelomma ocellatum* ist *Saccomorpha icmalea* an einem Pfosten einer Wegmarkierung (4A: f) anzutreffen.

Thelomma ocellatum (Körber) Tibell: Diese unscheinbare Krustenflechte ist synanthrop im Haarmos an Weidepfosten (5C: d) und im Weidmos an einem Pfosten einer Wegmarkierung (4A: f) anzutreffen.

Usnea hirta (L.) Weber em. Mot.: Allgemein gelten *Usnea*-Arten als Zeiger für gute Luftqualität. Diese Art ist relativ wenig empfindlich gegen Umweltveränderungen (WIRTH 1995) und in kleinen Exemplaren vereinzelt auf Weidepfosten und auf Baumrinde zu finden. GOPPEL (1984) findet ebenso vereinzelt Kümmerexemplare der Art.

Usnea subfloridana Stirton: Die Art ist an Birken im Stadtgebiet vereinzelt und stellenweise flächendeckend im Haarmos zu finden. GOPPEL (1984) erwähnt die Art nicht, da er aber ebenso zwei Arten findet, ist anzunehmen, dass die Art unter dem Namen *Usnea filipendula* diskutiert wird.

Verrucaria calciseda DC.: Die kalkholde Krustenflechte ist in Laufen an der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Kirche zu finden. Sie bietet ein Substrat für die lichenicole *Caloplaca polycarpa*.

Verrucaria muralis Ach.: Wie *Verrucaria calciseda* ist diese häufige Art an der ostexponierten Seite der Mauer des alten Salzachkais unterhalb der Laufener Kirche zu finden.

Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr.: Die kleinstrauchige gelbe Flechte fühlt sich an stickstoffreicher Borke von Laubbäumen wohl und ist vereinzelt im Untersuchungsgebiet sowohl im Stadtgebiet als auch in landwirtschaftlichen Gebieten zu finden (2F: c - *Acer platanoides*, g - *Tilia cordata*; 3F: a - *Tilia cordata*; 5C: d - Weidepfosten; 6B: e - *Betula pendula*).

Xanthoria fallax (Hepp) Arnold: Von dieser Art gibt es ein Vorkommen an *Populus spec.* am Salzach-Uferweg (3F: b).

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.: Diese weitverbreitete gelbe Blattflechte erträgt auch sehr starke Eutrophierung. Extrem eutrophierte Standort wie um Gehöfte (Misthaufen, Viehsammelplätze) wurden für die Untersuchung kaum berücksichtigt, so dass die Verbreitungskarte eine geringere Verbreitung, als tatsächlich gegeben ist, angibt (siehe auch *Phaeophyscia orbicularis*). Die Art ist im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet.

Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Rieber: Die polsterförmige, von Fruchtkörpern dominierte Flechte ist vereinzelt auf Weidepfosten sowie an der Rinde und an dünnen Ästen von Laubbäumen zu finden.

Xanthoria ulophylloides Räsänen: Die kleinwüchsige *Xanthoria*-Art zeigt ein Vorkommen an weniger nährstoffreichen Orten als *Xanthoria candelaria* und ist vereinzelt im Stadtbereich und in der Stadtnähe von Laufen zu finden (2E: j - *Ulmus spec.*, 2F: f - *Fraxinus excelsior*; 3F: a - *Acer pseudoplatanus*, b - *Populus spec.*, *Fraxinus excelsior*).

4.2 Seit 1984 verschwundene rindenbewohnende Flechten

***Cetraria chlorophylla* (Willd.) Vainio:** Von dieser Art, die auf saure, auch durch Luftverunreinigungen angesäuerte Rinde angewiesen ist (WIRTH 1995), erwähnt GOPPEL (1984) einen Fund in Salznähe. Die Abnahme der SO₂-Konzentration und die zunehmende Eutrophierung dürfte für das Verschwinden dieser Art verantwortlich sein.

***Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W. Culb. & C. Culb.:** GOPPEL (1984) bezeichnet diese Art als selten. Ihr Verschwinden hat vielleicht ähnliche Ursachen wie das von *Cetraria chlorophylla*.

***Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) Mayrh. & Poelt** (syn. *Physciopsis adglutinata*) (Flörke) Choisy: GOPPEL (1984) verzeichnet einen Fund am Salzachufer.

***Hypogymnia tubulosa* (Schaerer) Havaas:** GOPPEL (1984) traf ein Exemplar dieser Art an *Betula pendula* an.

***Imshaugia aleurites* (Ach.) S. F. Meyer** (syn. *Parmeliopsis aleurites*) (Ach.) Nyl.: Die acidophytische Art wurde von GOPPEL (1984) einmal auf Birke im Haarmoos gefunden. Das Verschwinden dieser Art bestätigt die zunehmende Eutrophierung des Gebiets.

***Lecanora hagenii* (Ach.) Ach.:** Die Art eutrophierter, staubreicher Standorte findet GOPPEL (1984) selten im Stadtgebiet von Laufen, die Art dürfte aus dem Gebiet inzwischen verschwunden sein.

***Lecanora umbrina* (Ehrh.) Massal.:** Eine mit *Lecanora hagenii* vergleichbare Situation ist gegeben.

***Parmelia acetabulum* (Necker) Duby:** Nach WIRTH (1995) kommt die Art in niederen Lagen meist nur noch in Kümmerformen vor. GOPPEL (1984) findet die Art selten, inzwischen ist sie aus dem Gebiet um Laufen verschwunden.

***Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt** (syn. *Physcia enteroxantha* Nyl.): Ein einziger Fund dieser Flechte wurde von GOPPEL (1984) auf Ahorn in Salznähe verzeichnet.

***Physconia muscigena* (Ach.) Poelt:** Die Art wird von GOPPEL (1984) einmal auf staubiger Rinde einer Esche gefunden.

***Rinodina c. f. exigua* (Ach.) Gray:** Die unscheinbare Krustenflechte wurde von GOPPEL (1984) einmal gefunden.

***Usnea filipendula* Stirton:** Vermutlich entspricht die bei GOPPEL (1984) besprochene Art *Usnea subfloridana* (siehe oben).

***Vulpicida pinastri* (Scop.) Mattson & Lai** (syn. *Cetraria pinastri* (Scop.) S. F. Gray): GOPPEL (1984) findet die Flechte in Kümmerform auf Esche am Salzachufer. Der Mangel an saurem Substrat dürfte für das Verschwinden dieser Art die Ursache sein.

4.3 Von GOPPEL (1984) nicht erwähnte rindenbewohnende Arten

***Arthonia radiata* (Pers.) Ach.:** Entsprechend schattige Standorte, welche die Art bevorzugt, wurden von GOPPEL (1984) nicht miteinbezogen (siehe auch *Graphis scripta*).

***Caloplaca cerinelloides* (Erichsen) Poelt:** Die unscheinbare Krustenflechte wurde nur einmal gefunden.

***Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau:** Die Gattung *Candelariella* fühlt sich im eutrophierten Umfeld des Laufener Gebiets sehr wohl. Diese Flechte dürfte in Zunahme begriffen sein (vgl. WIRTH 1985, MARBACH 1993). Es ist möglich, dass eventuelle Vorkommen von GOPPEL (1984) in die ähnliche Art *Candelariella xanthostigma* integriert wurden.

***Catillaria nigroclavata* (Nyl.) Schuler:** Schwarzfrüchtige Krustenflechten wurden von GOPPEL (1984) im Gelände teilweise einfach unter *Lecidea spec.* eingeordnet, die Art wurde vermutlich übersehen.

***Chaenotheca ferruginea* (Turner & Borrer) Migula:** Der schattige Standort in einem Fichtenforst wurde von GOPPEL (1984) nicht berücksichtigt.

***Graphis scripta* (L.) Ach.:** Entsprechend schattige Standorte, welche die Art bevorzugt, wurden von GOPPEL (1984) nicht miteinbezogen (siehe auch *Arthonia radiata*).

***Lecanora saligna* (Schrader) Zahlbr.:** Die unscheinbare Krustenflechte wurde auf Rinde nur einmal gefunden (6B: e) und kann leicht übersehen worden sein.

***Micarea adnata* Coppins:** Die unscheinbare Krustenflechte ist leicht zu übersehen und wurde auf Rinde nur einmal gefunden.

***Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.:** Die Art war zur Zeit der Untersuchung von GOPPEL (1984) an der Salznach noch häufiger zu finden (mündl. Mitteilung von M. Fuchs) und wurde von GOPPEL (1984) wohl übersehen.

***Parmelia pastillifera* (Harm.) Schubert & Klement:** Auf Grund der Umweltansprüche ist anzunehmen, dass es die Art zur Zeit der Untersuchungen von GOPPEL (1984) bereits im Gebiet gab. Vermutlich wurde die selten zwischen die ähnliche Art *Parmelia tiliacea* eingestreute *Parmelia pastillifera* übersehen.

***Parmelia submontana* Nádvy. ex Hale:** In der im Gebiet häufig anzutreffenden untypischen Ausprägung ist die Art leicht mit *Parmelia sulcata* zu verwechseln, eventuell wird auf Grund einer solchen Verwechslung die Art von GOPPEL (1984) nicht erwähnt.

***Peridothelia fuliguncta* (Norman) D. Hawksw.:** Die unscheinbare Krustenflechte ist leicht zu übersehen und wurde nur einmal gefunden.

Phaeophyscia chloanta (Ach.) Moberg: Die Art wurde nur einmal am Salzachufer gefunden.

Ropalospora viridis Tonsberg: Vermutlich wurde der schattige Standort der Art von GOPPEL (1984) nicht berücksichtigt. Nach WIRTH (1995) ist die Art in Baden-Württemberg in Zunahme begriffen.

Xanthoria fallax (Hepp) Arnold: Die Gattung *Xanthoria* hat sowohl in ihrer Frequenz als auch in der Artenanzahl im Gebiet zugenommen. (mündliche Mitteilung von M. FUCHS). Die Gattung *Xanthoria* fühlt sich im eutrophierten Umfeld von Laufen sehr wohl (vergleiche auch die Gattung *Candelariella*). Es ist nicht auszuschließen, dass die Art von GOPPEL (1984) in *Xanthoria candelaria* integriert wurde.

Xanthoria ulophylloides Räsänen: Die Art dürfte erst in den letzten zwanzig Jahren zugewandert sein (mündl. Mitteilung von M. FUCHS). Es ist nicht auszuschließen, dass die Art von GOPPEL (1984) in die Art *Xanthoria candelaria* integriert wurde.

4.4 Veränderungen des Artenspektrums seit 1984 in Bezug zur Emissionsbelastung

Als Reaktion auf Immissionskomponenten spiegeln Flechten eine integrale Gesamtwirkung wider. Es ist sinnvoll, die Reaktion möglichst vieler verschiedener Arten, die unterschiedliche Umwelanforderungen stellen, zu betrachten (die einzelnen Arten werden oben diskutiert). GOPPEL (1984) hat alle im Untersuchungsgebiet angetroffenen rindenbewohnenden Arten diskutiert, so dass ein Vergleich mit der gegenwärtigen Flechtenvegetation sehr gut möglich ist. 1997 sind nahezu die gleichen Flechtenarten zu finden wie 1984. Dennoch sind in Bezug zur Schadstoffbelastung einige gewichtige Veränderungen festzustellen. Einige gegen Luftschadstoffe empfindliche und bereits 1984 seltene Arten wie *Cetraria chlorophylla*, *Cetrelia olivetorum*, *Imshaugiana aleurites*, *Parmelia acetabulum*, *Physconia enteroxantha* und *Vulpicida pinastri* sind aus dem Gebiet verschwunden. Eine viel größere Veränderung des Artenspektrums ist in der Frequenz der einzelnen Arten zu beobachten. Am augenfälligsten ist der starke Rückgang der acidophytischen Flechten *Hypogymnia physodes* und *Pseudevernia furfuracea*. GOPPEL (1984) zählt *Hypogymnia physodes* zu den häufigsten Arten im Stadtgebiet von Laufen und erwähnt das stärkste Vorkommen der Art entlang der Salzach. Im Stadtgebiet von Laufen ist die Art nur noch an den sauren Rinden von Birken (*Betula pendula*) zu finden und an den Bäumen entlang der Salzach kommen nur noch wenige Kümmerformen vor. *Pseudevernia furfuracea* ist 1984 ebenfalls im ganzen Untersuchungsgebiet häufig vertreten und hat sich inzwischen auf die Rinden von Birken und auf Weidepfosten zurückgezogen. Nitrophytische Arten der Gattungen *Candelariella* und *Xanthoria* hingegen haben sowohl in der Artenanzahl als auch in ihrer Frequenz stark zugenommen. Flechten, die sich

auf staubreicher Borke wohl fühlen, wie *Lecanora allophana*, *Parmelia subargentifera* und *Physcia grisea*, haben ebenso zugenommen. Aus diesen Beobachtungen lässt sich ein Rückgang der Acidität und eine Zunahme der Eutrophierung ablesen. Der Rückgang der Acidität dürfte insbesondere auf den Rückgang von SO₂-Immissionen, lokal durch bessere Heizanlagen und überregional durch den Einbau von Filtern in SO₂-emittierende Industrieanlagen, z. B. kalorische Kraftwerke, bedingt sein. Die hohe Frequenz nitrophytischer Arten insbesondere außerhalb des Stadtgebiets in Agrargebieten deutet auf die Landwirtschaft als Hauptursache für die zunehmende Eutrophierung hin.

4.5 Anhand der emissionsökologischen Flechtenkartierung nach VDI 3799 festgestellte Veränderungen der Belastungszonen seit 1984

Die von GOPPEL (1984) erstellte Zonenkarte und insbesondere deren Interpretation sind kritisch zu betrachten. Als Grundlage werden fünf Zonen nach BESCHEL (1958) verwendet: Normalzone, äußere Kampfzone, mittlere Kampfzone, innere Kampfzone und flechtenfreie Zone (Flechtenwüste). Dieser Zonenbegriff wurde von SERNANDER (1926) im Rahmen der Flechtenkartierung von Stockholm geprägt und ist traditionell für Großstädte, Industriezentren und punktförmige Emittenten in Verwendung. Für Laufen als Kleinstadt ohne emissionsintensive Industrie kann dieser Zonenbegriff eigentlich nicht oder nur sehr begrenzt angewendet werden. GOPPEL (1984) berücksichtigt Stetigkeit, Deckungsgrad und Vitalität der einzelnen Arten, beobachtet die Verteilung von Acidophyten, Mesophyten und Neutrophyten und kann danach vier verschiedene Zonen unterscheiden. Die Zonen werden mit den oben besprochenen Begriffen Normalzone, äußere, mittlere und innere Kampfzone belegt. Eine Flechtenwüste ist nicht feststellbar.

Interessant ist, dass bei der Flechtenkartierung nach VDI 3799 ebenfalls vier Zonen feststellbar sind, deren Bewertung jedoch anders als bei GOPPEL (1984) ausfällt. Dem Bewertungsschema nach VDI 3799 folgend, sind die Zonen sehr flach und die Belastung ist als mäßig bis hoch zu bewerten. Wenn man die Diskussion der einzelnen Arten bei GOPPEL (1984) mit berücksichtigt, kommt man zum Ergebnis, dass die Zonen nach GOPPEL (1984) durchaus mit den Zonen nach VDI 3799 der vorliegenden Arbeit vergleichbar sind. Bei der Betrachtung der Zonenverteilung ist aber ein wesentlicher Unterschied feststellbar. Im Stadtgebiet von Laufen hat eine Verschiebung zu einer Zonierung mit geringerer Belastung stattgefunden. Dies ist durch die Verbesserungen von Heizanlagen und die entsprechend geringeren Emissionen und die Einführung von Katalysatoren in Autos (allerdings mit gleichzeitig höherem Verkehrsaufkommen) erklärbar. Eine Tendenz zur Verbesserung der Luftqualität ist verbreitet in größeren Städten zu finden. Ein Verschwinden von Flechtenwüsten und ein

teilweise lebhaftes Flechtenwachstum wurde beispielsweise in Salzburg (SCHULMEISTER 1996) und in der Innenstadt von München (KANDLER & POELT 1984, MACHER 1987) festgestellt.

4.6 Diskussion des Belastungszustands des Untersuchungsgebiets

Größere industriell bedingte Emissionen sind im Gebiet nicht vorhanden. Belastungen der Luft sind hauptsächlich durch Landwirtschaft (im Gebiet dominiert Viehwirtschaft) und durch Verkehr bedingt. Gemäß der Skala nach VDI 3799 ist die Belastung als mäßig bis hoch zu bewerten. Die Zone mit der geringsten Belastung ist um den Abtsdorfer See und im Stadtgebiet von Laufen zu finden. Die Zone mit relativ geringer Immissionsbelastung am Abtsdorfer See kann durch das emissionsfreie Areal über dem See und die Abwesenheit von Straßenverkehr erklärt werden. Für eine ähnlich geringe Belastung im Stadtgebiet von Laufen dürfte das Fehlen der direkten landwirtschaftlich bedingten Immissionen verantwortlich sein. An diese Zone schließt eine breite Zone mit etwas höherer Belastung an. Gebiete hoher Belastung führen entlang der B20 durch die Salzachebene und durch intensiv landwirtschaftlich genutzte Bereiche im Nordwesten des Untersuchungsgebiets. Die hohe Belastung im Nordwesten des Untersuchungsgebiets ist durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung, in der Salzachebene im Osten des Untersuchungsgebiets durch die doppelte Belastung aus Landwirtschaft und der verkehrsreichen B20, erklärbar.

In einer Luftgütekarte Bayerns, die anhand einer emissionsökologischen Flechtenkartierung erstellt wurde (WINDISCH & VORBECK 1996), wird der Eindruck vermittelt, dass Laufen in einem Gebiet mit sehr geringer Luftbelastung liegt. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass kleinere Gebiete stark von der großräumigen Betrachtung abweichen können. WINDISCH & VORBECK (1996) diskutieren die Bewertungsskala VDI-Richtlinie 3799 im niederschlagsreichen Gebiet am Alpenrand, wo die Luftgütwerte etwas höher ausfallen, als der tatsächlichen Luftgüte entspricht. Wie unter anderem die in Bayern nur am Alpenrand vorkommende ozeanische Charakterart *Parmelia pastillifera* zeigt, fällt Laufen in einen Bereich, in dem witterungsbedingt Flechten optimale Lebensbedingungen vorfinden. Die Luftgüte ist also eher noch schlechter zu bewerten, als die Belastungsskala nach VDI 3799 angibt.

Die Emissionen aus Verkehr und aus Landwirtschaft weisen verschiedene Verbreitungseigenschaften aus: Der Einfluss durch Düngung ist neben der großflächigen Verfrachtung von Staub punktuell wirksam. Als Extrembeispiele für die kleinflächige Unterschiede der Umweltsituation sind folgend drei Fundorte diskutiert:

- im Haarmoos am Abtssee (6D: c) stehen frei in der Wiese Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), ein geradezu idealer Standort für Flechten; diese Bäume sind völlig flechtenfrei, an der Borke findet man

verkrustete Stückchen Mist, die Artenarmut der Wiese deutet ebenso auf die völlige Überdüngung des Ortes hin;

- bei Stögen (4A: c) steht eine alte Esche, die durch ein benachbartes Marterl von der Düngung ausgespart bleibt; an dieser Esche ist die relativ empfindliche Art *Anaptychia ciliaris* in gut ausgebildeter Form vertreten; nur zehn Meter neben der Esche befindet sich ein Maisfeld, in dem die Umweltsituation wieder völlig anders aussieht;
- am Weg durch das Haarmoos sind regelmäßig Birken (*Betula pendula*) anzutreffen, die mit ihrer sauren Borke acidophilen Flechten einen idealen Lebensort bieten sollten; bemerkenswert ist, dass an diesen Bäumen neben manchen Feldern dennoch die nährstoffreiche Rinden bevorzugenden Arten *Phaeophyscia orbicularis* und *Xanthoria parietina* dominieren, am Nachbarfeld dagegen die acidophile Art *Hypogymnia physodes* den Stamm bedeckt. Das heißt, dass der Flechtenbewuchs hier wesentlich von der Düngung direkt vor Ort beeinflusst wird.

Emissionen aus dem Verkehr sind vor allem als Flächenemissionen wirksam. Im Stadtgebiet von Laufen, in der Emissionen im Wesentlichen durch den Straßenverkehr gegeben sind, weichen die Luftgütwerte nur wenig voneinander ab. Direkt an der B20 sind ähnliche Luftgütwerte zu finden wie etwa in der Salzburger Allee. Die Artenzusammensetzung unterscheidet sich durch die Dominanz von Staubeintrag ertragenden Flechten wie *Parmelia subargentifera* und *Physconia grisea* direkt an der B20. Der höchste Luftgütwert (47) im ganzen Untersuchungsgebiet wurde an einer Esche am Klostermauerweg nur ca. 10m neben der B20 gefunden.

Die Belastung ist im Untersuchungsgebiet vor allem durch Eutrophierung gegeben. VAN DOBBEN & WAMELINK (1992) stellen eine Korrelation zwischen dem pH-Wert von Borke und der NH_3 -Konzentration der Luft fest. Mit Wasser bildet NH_3 (Ammoniak) eine schwach basische Lösung. SO_2 wirkt als Antagonist zu NH_3 , es erniedrigt den pH-Wert (VAN DOBBEN & WAMELINK 1992). Im Untersuchungsgebiet gibt es durch Düngung bedingt zweifellos einen hohen NH_3 -Eintrag. Dies erklärt den Mangel an acidophytischen Standorten und entsprechend den Rückgang acidophytischer Flechten wie *Hypogymnia physodes* und *Pseudevernia furfuracea*. SO_2 scheint als Luftschadstoff gegenwärtig im Gebiet kaum eine Rolle zu spielen. Acidophytische Flechten sind nahezu nur noch auf Birke (*Betula pendula*) und an Weidepforten zu finden. Birken werden im Rahmen einer Flechtenkartierung im nördlichen Flachgau (Salzburg) als flechtenarm bezeichnet (BAUMGARTNER & TÜRK 1996). Im Gebiet von Laufen sind Birken sehr wichtige Standorte für acidophytische bis mesophytische Arten. Die Eutrophierung widerspiegelt sich einem nitrophytischen Artenspektrum und in einer hohen Frequenz nitrophytischer Arten.

Zusammenfassend:

Den Ergebnissen der emissionsökologischen Flechtenkartierung nach VDI 3799 zufolge ist die Luftbelastung in Laufen und Umgebung als mäßig bis hoch zu bewerten. Witterungsbedingt bietet Laufen optimale Lebensbedingungen für Flechten, so dass die Luftgüte eher etwas schlechter ist, als die Belastungsskala nach VDI 3799 angibt. Das nitrophytische Artenspektrum zeigt, dass die Immissionsbelastung von einem hohen Nährstoffeintrag geprägt wird.

4.7 Gefährdete Standorte

Im gesamten Untersuchungsgebiet lässt sich eine durch Eutrophierung bedingte Verarmung der Flechtenflora feststellen. Als stark gefährdet sind die einzigartigen Vorkommen auf Dachziegeln und Holz von alten Stadeln im Haarmoos mit den Arten *Candelariella coralliza*, *C. kuusamoensis*, *Ramalina capitata*, *Rhizocarpon distinctum* und *Rhizocarpon geographicum* zu betrachten. Die letzten alten Stadel sind vom Einsturz bedroht. An den neu errichteten Stadeln können sich die genannten Arten nicht mehr durchsetzen. Sie werden von den schnellwüchsigen saxicolen Arten *Physcia dubia* und *Parmelia conspersa* sowie von typischerweise rindenbewohnenden Arten wie *Parmelia sulcata* und *P. tiliacea* verdrängt. Der Standort dürfte nur durch die Erhaltung einiger alter Stadel und die Einrichtung düngungsfreier Flächen zu retten sein. Ebenfalls bedroht sind die Vorkommen von Rentierflechten (*Cladonia arbusculata*, *C. portentosa* und *C. rangiferina*) in der Heide des Schönramer Filz. Der Standort ist durch das Überwachsen freier Flächen von Gefäßpflanzen (vermutlich bedingt durch Entwässerung und hohen Stickstoffeintrag) gefährdet. Freie Flächen, an denen sich Rentierflechten durchsetzen können, sind nur noch vereinzelt und kleinflächig zu finden.

5. Zusammenfassung

Im Stadtgebiet und der Umgebung von Laufen wurde 1984 (GOPPEL 1984) eine passive emissionsökologische Flechtenkartierung durchgeführt. Zu dieser Kartierung wird anhand der VDI-Richtlinie 3799 eine vergleichende Studie erstellt. Folgende Veränderungen können im Gesamtbild der Flechtenflora beobachtet werden:

- einige gegen Luftschadstoffe empfindliche und bereits 1984 seltene Arten wie *Cetraria chlorophylla*, *Cetrelia olivetorum*, *Imshaugiana aleurites*, *Parmelia acetabulum*, *Physconia enteroxantha* und *Vulpicida pinastri* sind aus dem Gebiet verschwunden;
- acidophytische Arten wie *Hypogymnia physodes* und *Pseudevernia furfuracea* haben in ihrer Frequenz stark abgenommen;
- nitrophytische Arten insbesondere der Gattungen *Candelariella* und *Xanthoria* haben in Artenzahl und Frequenz zugenommen;

- GOPPEL (1984) weist im Stadtgebiet von Laufen die am stärksten belastete Zone aus, hier hat sich die Situation umgekehrt, Zonen mit der geringsten Luftbelastung sind um den Abtsdorfer See und im Stadtgebiet von Laufen zu finden.

In den ausgewiesenen Zonen ist die Schadstoffbelastung der Luft als mäßig bis hoch zu bewerten. Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 103 Flechtenarten gefunden. Interessante Fundorte sind neben lichtoffenen Baumstandorten die Mauer des alten Salzachkais unter der Laufener Kirche und Weidenpfosten und alte Stadel im Haarmoos. Die einzigartigen Vorkommen auf alten Stadeln im Haarmoos mit den Arten *Candelariella coralliza*, *C. kuusamoensis*, *Ramalina capitata*, *Rhizocarpon distinctum* und *Rhizocarpon geographicum* sind stark gefährdet.

Summary

In the urban area and the surroundings of Laufen a passive mapping of lichens for assessment of air quality has been made 1984 (GOPPEL 1984). According to the VDI guideline 3799 a comparing study concerning this mapping is prepared. Following changes of the lichen flora can be observed:

- some species, sensitive to pollutants and already rare 1984 like *Cetraria chlorophylla*, *Cetrelia olivetorum*, *Imshaugiana aleurites*, *Parmelia acetabulum*, *Physconia enteroxantha* and *Vulpicida pinastri* have vanished from the investigated area
- the frequency of acidophytic species like *Hypogymnia physodes* and *Pseudevernia furfuracea* has strongly diminished
- nitrophytic species especially of the genera *Candelariella* and *Xanthoria* have increased as well in frequency as in the number of species
- GOPPEL (1984) notices the zone with the highest air pollution in the urban area of Laufen, a reverse situation can be observed in this place, zones with the lowest air pollution can be found around the lake Abtsdorfer See and in the urban area of Laufen.

In the zones of air quality the degrees of pollution have to be characterised as moderate to high. In the investigated area 103 species have been found. Interesting habitats beside light-exposed habitats on trees are the wall of the old quay of the river Salzach near the church of Laufen and wooden fence posts of pastures and old sheds in the Haarmoos. The unique habitats on old sheds in the Haarmoos with *Candelariella coralliza*, *C. kuusamoensis*, *Ramalina capitata*, *Rhizocarpon distinctum* and *Rhizocarpon geographicum* are strongly endangered.

6. Dank

Ohne Mithilfe hätte die vorliegende Arbeit nicht in dieser Form durchgeführt werden können. Ich bedanke mich bei Dipl. Biol. M. Fuchs (Laufen) für Hinweise zu Fundorten und für die Mitteilung langjähriger Beobachtungen zur Entwicklung der Flechtenflora in Laufen und Dr. R. Türk (Salzburg) für die Überprüfung einiger kritischer Belege und die Überlassung von Literatur.

7. Literatur

- ANL (1987):
Salzachhügelland, Exkursionsführer für Laufen und Umgebung. – Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege: 1-99.
- BAUMGARTNER, R. & R. TÜRK (1996):
Verbreitungsmuster epiphytischer Flechten im nördlichen Flachgau in bezug zur Hemerobie. – Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde: 329-366.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN (1992):
Topographische Karte 1: 25000; 8043 – Laufen.
- BESCHEL, R. (1958):
Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. – Ber. Naturw.-medizin. Verein Innsbruck 52: 1-158.
- GOPPEL, C. (1984):
Emittentenbezogene Flechtenkartierung im Stadtgebiet von Laufen. – Ber. ANL 8, Dez. 1984: 4-21.
- GVG-München. Fal:lan von Laufen. – Geografische Verlagsgesellschaft, München.
- KANDLER, O. & J. POELT (1984):
Wiederbesiedlung der Innenstadt von München durch Flechten. – Naturw. Rundschau 37: 90-95.
- MACHER, M. (1987):
Flechtenwuchszonen und die Veränderung der Luftqualität in München seit 1890. – VDI-Berichte 609: 641-652.
- MARBACH, B. (1993):
Die Flechtenflora in einem südwestlichen Teilgebiet Niederösterreichs. Versuch einer ökologischen Betrachtung. – Diplomarbeit am Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Salzburg: 1-94.
- MASUCH, G. (1993):
Biologie der Flechten. UTB, Quelle & Meyer: 1-411.
- MEYERS GROSSES TASCHENLEXIKON 1992,
24 Bände. – B. I. Taschenbuchverlag.

- SCHULMEISTER, G. (1996):
Passives Monitoring von epiphytischen Flechten in Salzburg-Stadt (Österreich). – Diplomarbeit am Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Salzburg: 1-99.
- SERNANDER, R. (1926):
Stockholms natur. Uppsala u. Stockholm.
- TÜRK, R. & J. POELT (1993):
Bibliographie der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze in Österreich. – Österreichische Akademie der Wissenschaften: 1-168. Wien.
- TÜRK, R. (1996):
Rote Liste der Flechten Salzburgs. – Naturschutz-Beiträge der Salzburger Landesregierung 18/96: 1-48.
- VAN DOPPEN, H. F. & W. WAMELINK (1992):
Effects of Atmospheric Chemistry and Bark Chemistry on Epiphytic Lichen Vegetation in The Netherlands.- ibn-dlo, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek: 1-34. Wageningen.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1995):
VDI-Richtlinie 3799: 1-24.
- WALTER, H. & H. LIETH (1960-1967):
Klimadiagramm-Weltatlas. – Gustav Fischer Verlag. Jena.
- WINDISCH, U. & A. VORBECK (1996):
Flechten als Bioindikatoren der Luftgüte in Bayern. – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: 1-62.
- WIRTH, V. (1985):
Zur Ausbreitung, Herkunft und Ökologie anthropogen geförderter Rinden- und Holzflechten. – Tuexenia, neue Serie, Bd. 5. 523-535. Göttingen.
- (1995):
Die Flechten Baden-Württembergs, 2. Aufl., 2 Bände. Ulmer: 1-1006. Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Bernhard Marbach
Göggelstraße 16
D-80997 München

Berichte der ANL 22 (1998)

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege (ANL)

Seethaler Str. 6

D - 83406 Laufen

Telefon: 086 82/89 63-0,

Telefax: 086 82/89 63-17 (Verwaltung)

086 82/89 63-16 (Fachbereiche)

E-Mail: Naturschutzakademie@t-online.de

Internet: <http://www.anl.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege ist eine dem
Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen
angehörige Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion:

Dr. Notker Mallach, ANL

Dieser Bericht erscheint verspätet
im Frühjahr 2000.

Für die Einzelbeiträge zeichnen die
jeweiligen Autoren verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen
– auch auszugsweise –
aus den Veröffentlichungen der
Bayerischen Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege sowie deren
Benutzung zur Herstellung anderer
Veröffentlichungen bedürfen der
schriftlichen Genehmigung unseres Hauses.

Erscheinungsweise:

Einmal jährlich

Bezugsbedingungen:

Siehe Publikationsliste am Ende des Heftes

Satz: Christina Brüderl (ANL) und

Fa. Hans Bleicher, 83410 Laufen

Druck und Bindung: Fa. Kurt Grauer, 83410
Laufen;

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)

ISSN 0344-6042

ISBN 3-931175-57-X