

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 62 (1977)

Artikel: Die Epiphytenvegetation im Raume Zürich als Indikator der Umweltbelastung

Autor: Züst, Susanna

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308511>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

**Die Epiphytenvegetation im Raume Zürich
als Indikator
der Umweltbelastung**

von SUSANNA ZÜST

1977

Meinen Lehrern, Arbeitskollegen, Freunden und Passanten, den Leuten von Aemtern und Institutionen, kurz all den Leuten, die mir während meiner Arbeit mit Hilfe und Rat beigestanden und zu Erfahrungen verholfen haben, sei herzlich gedankt.

INHALTSVERZEICHNIS

A. Einleitung und Problemstellung	3
B. Grundlagen	5
1. Kartierungen	5
2. Ökologische Versuche	5
C. Untersuchungsgebiete und Methoden	9
1. Epiphytenkartierungen	9
1.1. Beschreibung der Kartierungsgebiete	9
1.1.1. Zürich	9
1.1.2. Bachs	13
1.2. Siedlungstypen-Kartierung	13
1.2.2. Auswahl und Anzahl der Trägerbäume	14
1.3. Epiphyten-Zonenkarte	16
1.4. Auswertung der Siedlungstypen-Kartierung nach Gebieten	17
2. Soziologische Aufnahmen	18
3. Feldexperimente	18
3.1. Mikroklima-Messung	18
3.2. Stammabfluss	20
3.2.1. Lage und Auswahl der Bäume	20
3.2.2. Auffangsystem und-zeitpunkt	22
3.2.3. Wasseranalysen: pH-Wert, Sulfit, Sulfat, Blei	22
3.2.4. Statistische Auswertung	23
3.3. Sprühversuch	24
3.3.1. Lage und Beschreibung der Bäume	24
3.3.2. Sprühmethode	25
3.3.3. Auswertung	25
4. Kulturversuch mit Flechtenpilzen auf verschiedenen pH-Substraten	25
D. Resultate	27
1. Kartierung und soziologische Aufnahmen	27
1.1. Siedlungstypen-Kartierung	27

1.1.1.	Vergleich einzelner Gebiete 1936/1976	27
1.1.1.1.	Waldgebiete	28
1.1.1.2.	Grünlandgebiete	63
1.1.1.3.	Bebaute Gebiete	65
1.1.2.	Allgemeine Entwicklungstendenzen seit 1936	68
1.1.2.1.	Siedlungstypen und Trägerpflanzen	69
1.1.2.2.	Siedlungstypen und ihre Arten 1936/1976	71
1.1.2.3.	Veränderungen der Epiphytenvegetation in Abhängigkeit von der geographischen Lage und der Topographie	75
1.2.	Soziologische Aufnahmen	75
1.3.	Epiphyten-Zonenkarte	78
1.3.1.	Vergleichskartierung Bachs	78
1.3.2.	Zonenkarte 1976	79
1.3.3.	Vergleich mit 1936	80
2.	Experimentelle Untersuchungen	80
2.1.	Analysen des Stammabflusses	80
2.1.1.	pH-Wert, Sulfit- und Sulfatgehalt und ihre jahreszeitliche Veränderung entlang dem Stadt-Land-Gradienten	84
2.1.2.	Zusammenhang zwischen Sulfat und pH-Wert	85
2.1.3.	Bleigehalt	87
2.2.	Sprühversuch mit Stammabfluss	88
2.3.	Einfluss des pH-Wertes auf das Wachstum von Flechtenpilzen in Reinkultur	89
E.	Diskussion	92
F.	Zusammenfassung, Résumé, Summary	104
G.	Literatur	108

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Epiphytische Flechten und Moose sind neben Nadelbäumen (Keller 1971) eine der wichtigsten Pflanzengruppen, die zu den Bioindikatoren für eine Umweltbelastung gezählt werden. Solche Indikatorpflanzen reagieren in einer bestimmten Weise auf anthropogene Faktoren ihrer Umgebung. Flechten und Moose werden durch lufthygienische und klimatische Veränderungen in Stadt-Oekosystemen geschädigt (Ferry, Baddeley und Hawksworth 1973), wobei Gase, Dämpfe und Stäube (Garber 1967) und deren wässrige Lösungen sowie Wärme als Schadfaktoren in Frage kommen. Wohl ist es aufschlussreich, diese mit physikalischen und chemischen Methoden zu erfassen, aber solche Messungen sind örtlich und zeitlich beschränkt oder sehr aufwendig, um aussagekräftig zu sein. Der Vorteil der Moose und Flechten als Bioindikatoren besteht in ihrem Indikationsvermögen: "Alle einzelnen Einflüsse werden summiert und über den Entwicklungszustand als Ganzes zum Ausdruck gebracht" (Kreeb 1974). Diese Eigenschaft beruht auf ihrer Biologie: Sie leben sehr lange. Sie nehmen Nähr- und Schadstoffe mit ihrer ganzen Oberfläche auf, wodurch sie viel direkter betroffen werden als etwa Gefässpflanzen mit ihren unterirdischen Organen. Flechten sind wegen ihrer symbiotischen Lebensweise von Pilz und Alge komplizierte Organismen mit Fähigkeiten, etwa dem Akkumulationsvermögen von Stoffen, die sie besonders empfindlich scheinen lassen (Ahmadjian und Hale 1973, Henssen und Jahns 1974). Seit der Erkenntnis, dass Agglomerationen das Wachstum von Epiphyten hemmen (Nylander 1866), wird die Kontroverse geführt, welcher der beiden Faktoren, die Luftverschmutzung oder die Klimaveränderung, der wesentlichere sei. LeBlanc und Rao (1973) geben dazu einen Ueberblick über die Literatur, die sie in Gruppen von drei verschiedenen Standpunkten teilen und sich selber zum ersten bekennen:

- Verschmutzungs-Hypothese (Rao und LeBlanc 1967, Skye und Hallberg 1969, Schönbeck 1969, Gilbert 1971, Hill 1971).
- Trockenheits-Hypothese (Rydzak 1959, Steiner und Schulze-Horn 1955, Natho 1964).

- Kombination von Verschmutzungs- und Trockenheits-Hypothese (Barkman 1958, Brodo 1966, Domrös 1966, zusätzlich: Nash 1973). Der Grund für diese Auseinandersetzung liegt einerseits in der Schwierigkeit, natürliche und anthropogene Faktoren und andererseits die sich überlagernden Einflüsse eines städtischen Ökosystems auf Epiphyten zu trennen (s.auch Coppins 1973). Um den Aussagewert der Bioindikatoren zu kennen, ist es deshalb unerlässlich, auch ihr Vorkommen und die Bedingungen ihrer natürlichen Umgebung (Substrat, Klima, Neigung und Exposition von Gelände und Trägerbaum, Lebewesen, Zeit) zu studieren. Die Untersuchungen über epiphytische Bioindikatoren umfassen Feldbeobachtungen, die teilweise mit physikalischen und chemischen Messungen ergänzt werden (Substrat: Staxäng 1969; Luft-Schadstoffe: Hawksworth und Rose 1970; Turian und Desbaumes 1975) und Versuche im Feld (Flechtentransplantationen: Brodo 1966) und im Labor (Begasungsversuche mit verschiedenen Gaskonzentrationen: Nash 1973).

Der Einfluss des Menschen auf kryptogamische Epiphyten braucht nicht immer hemmend zu sein. Es können auch Veränderungen vor sich gehen, etwa die Schaffung neuer Standortstypen durch das Durchforsten der Wälder, die sich positiv auf die Epiphyten auswirken (Wilmanns 1967, Barkman 1970).

Epiphytische Bioindikatoren finden wegen ihrer einfachen Handhabung praktische Anwendung, um die lufthygienische und klimatische Belastung von Ballungs- und Industriegebieten zu beurteilen (LeBlanc 1969, Skye 1968). Durch das Registrieren ihres Vorkommens und ihres Entwicklungszustandes gelangt man zu einem Immissionskataster eines Gebietes (Steubing 1973), der eine wichtige Grundlage für die Planung von Siedlungsgebieten sein kann.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Veränderung der kryptogamischen Epiphytenvegetation der Gemeinde Zürich während der letzten 40 Jahre aufzuzeigen. Die heutigen Verhältnisse wurden mit jenen aus der Publikation von Vareschi "Die Epiphytenvegetation von Zürich" aus dem Jahr 1936 verglichen. In einem zweiten Teil der Arbeit wird versucht, mit Hilfe von Experimenten Aufschluss über einige Ursachen der Veränderung zu erhalten.

B. GRUNDLAGEN

1. KARTIERUNG

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Zustand der Epiphytenvegetation einer Gegend festzuhalten (Hawksworth 1973). Am gebräuchlichsten sind kartographische Methoden. Sie müssen der Grösse des Gebietes angepasst werden. Für grosse Gebiete werden meistens Kartiermethoden gewählt, die keine Aussagen über die Quantität der Moose und Flechten beinhalten. Für kleinere Gebiete ist eine Methode mit qualitativen (Vitalität, Fertilität) und quantitativen (Deckung) Angaben vorteilhaft. Diese können sich auf willkürlich oder regelmässig angeordnete Punkte einer Fläche oder auf ein Transekt durch ein Gebiet beziehen. In Städten wird heute meistens die Verbreitung von einzelnen, geeigneten Arten kartiert, wobei z.T. Angaben über Deckung und Vitalität dieser Arten gemacht werden (Skye 1968, Kunze 1972). Oft wird nun auch eine Methode verwendet, in der die Anzahl der Arten, ihre Häufigkeit und ihr Verhalten gegenüber Schadstoffen berücksichtigt wird (IAP= Index of air purity, De Sloover und LeBlanc 1968). Es kann auch die Epiphytenvegetation kartiert werden, d.h. soziologische Einheiten (Bibinger 1967) oder Wuchsformen (Vareschi 1936). Vareschi fand diese Methode für Zürich vorteilhaft, weil die Epiphyten damit in grosse Gruppen erfasst werden konnten. Assoziationen wählte er nicht, weil sie im Stadtgebiet nur fragmentarisch zu finden waren. Barkman (1963) meint, dass die Epiphyten *v e g e t a t i o n* ein deutlicher Zeiger sei für die Luftverschmutzung und dass ihr deshalb mehr Beachtung geschenkt werden soll als der Epiphyten *f l o r a*.

2. ÖKOLOGISCHE VERSUCHE

Stammabfluss

Ein wichtiger ökologischer Faktor, der das Epiphytenwachstum entscheidend beeinflusst, ist der Stammabfluss, derjenige Teil der

Niederschläge, der auf die Vegetation (Bestand oder Einzelbaum) fällt und entlang eines Stammes zu Boden fließt. Er wirkt neben gas-, staub- oder dampfförmigen Komponenten direkt auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Epiphyten ein. Es sollen hier kurz die Zusammenhänge aufgezählt werden, die seine Quantität und Qualität bestimmen.

Die Wassermenge ist abhängig von:

- dem Jahresrhythmus (Astwerk belaubt oder unbelaubt)
- Wetterfaktoren (Regen- und Windintensität, Windrichtung)
- der Bestandesstruktur (Bestandesalter und -dichte, Artenzusammensetzung)
- den charakteristischen Artmerkmalen jeder Baumart (Wuchs vom Astwerk, Borkenbeschaffenheit)
- dem individuellen Wuchs jedes einzelnen Baumes.

Die chemische Zusammensetzung wird bestimmt durch:

- die chemische Zusammensetzung der Niederschläge
- die Art und Intensität von Emissionen (und von der Jahreszeit)
- die Lage des Baumes in Bezug auf die Emissionsquelle
- das Haftungsvermögen von Staubpartikeln an der Baumborke
- die Wassermenge des Stammabflusses.

Es scheint wahrscheinlich, dass durch den Verdünnungseffekt sich die Konzentration an chemischen Substanzen umgekehrt proportional zur Wassermenge verhält. (Ingham 1950, Magdwick und Ovington 1959, Brülhart 1969, Duvigneau 1970)

Die Schwefelkomponenten des Stammabflusses sollen als Mass für Schwefeldioxid-Immissionen untersucht werden. Es darf angenommen werden, dass die Analyse des Stammabflusses zur Beurteilung von Immissionseinflüssen auf Epiphyten repräsentativer Werte liefert als momentane Schadgas- oder Staub-Messungen. Denn die Verfrachtung, Ansammlung und Haftung an der Baumborke von Staubpartikeln und Gasen, die auch durch Adsorption zusammentreten können, erstreckt sich über die Zeitspanne von mindestens zwei stammnetzenden Regengüssen, während der sich die Einflüsse summieren (Waibel 1974). Die höchsten Konzentrationen an chemischen Substanzen (Nähr- und Giftstoffen) im Stammabfluss sind nach langen regenfreien Perioden und im Winter bei niedrigen Temperaturen resp. hohen Emissionen zu erwarten. Während dieser Jahreszeit herrscht

in Zürich oft Inversion, eine Wetterlage, bei der durch die Umkehr der Temperaturverhältnisse die Stadt unter einer dicken Nebeldecke liegt und es kaum Luftzirkulationen gibt (Schlatter 1975). Die Inversion verstärkt den Summierungseffekt.

Die Epiphyten werden durch den Stammabfluss dann am meisten belastet, wenn sie im Jahresablauf in ihrer optimalsten Entwicklungsphase, der kühlen und feuchten Jahreszeit (Farrar 1973 und 1976) stehen. Für ihre physiologische Aktivität sind sie auf genügend Feuchtigkeit angewiesen (Ahmadjian und Hale 1973), eine Bedingung, die sicher dann erfüllt ist, wenn sie vom Stammabflusswasser berieselten werden. Es ist zu erwarten, dass in diesem Wasser, das die Epiphyten zum Quellen bringt, die höchsten Schadstoff-Konzentrationen enthalten sind und während der kurzen optimalen Aktivitätsphase den grössten negativen Einfluss auf sie ausüben.

Der Stammabfluss soll in erster Linie auf seinen Sulfit- und Sulfatgehalt und seinen pH-Wert untersucht werden. Das vom Emittenten ausgestossene Schwefeldioxid unterliegt im wässrigen Milieu einer schnellen Oxidation von Sulfit zu Sulfat: $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$. Sulfit ist für Flechten sehr toxisch (Türk und Wirth 1974; Sundström und Häggren 1973). Deshalb interessierte es vor allem, in welchen Konzentrationen es in den ersten 500 ml von frisch gesammeltem Stammabfluss vorhanden war. Das in der Literatur meist als unschädlich bezeichnete Sulfat (für höhere Pflanzen: Bogner 1968; für Flechten: Hill 1971) gibt Hinweise auf das Ausmass des Schwefeldioxid-Ausstosses.

Sprühversuch mit Stammabfluss und Kulturversuch mit Flechtenpilzen
Beide Versuche leiten sich aus den Untersuchungen des Stammabflusses ab.

Im Sprühversuch, wurde die Wirkung von stark saurem Stammabfluss aus der Stadt Zürich auf gesunde Epiphyten an ihrem natürlichen Standort untersucht. Er ist vergleichbar mit Begasungs- oder Transplantationsversuchen, weist aber gegenüber beiden den Vorteil auf, dass die Standortsfaktoren der Epiphyten unverändert bleiben.

Dem Kulturversuch liegt die Vermutung zugrunde, dass das saure Milieu vom Stammabfluss, mit dem Epiphyten in Kontakt kommen, hemmend auf ihr Wachstum wirkt. Es wurde die Annahme gemacht, dass Flechtenpilze auf eine tiefe Wasserstoffionenkonzentration nicht wesentlich anders reagieren als symbiosefreie Pilze, von denen aus den Arbeiten von Müller (1966), Egger*(1968), Bolay (1972) und Orth (1973) bekannt ist, dass ihr Wachstum erst bei pH-Werten von 3 bis 3,5 an aufwärts möglich wird. Diese Überlegung führte zu einem Versuch mit den Flechtenpilzen einiger, in der weiteren Umgebung von Zürich vorkommender Flechtenarten (Abb. 8), indem die Pilze auf Nährmedien mit verschiedenen pH-Werten kultiviert wurden.

*Phacidium, eine Gattung, die das saure Milieu von Koniferen bevorzugt, hat ihr Optimum, das sehr nahe beim Minimum liegt, zwischen 3,3 - 4,4.

C. UNTERSUCHUNGSGEBIETE UND METHODEN

1. EPIPHYTENKARTIERUNGEN

1.1. Beschreibung der Kartierungsgebiete

1.1.1. Zürich

Zürich liegt in der Nordostschweiz, auf $47^{\circ}22,2'$ nördlicher Breite und $8^{\circ}32,6'$ östlicher Länge. Der Stadt kern befindet sich am Ausfluss der Limmat aus dem Zürichsee auf 408 m ü.M. Von hier aus dehnt sich die Stadt talabwärts nach Nordwest und den Hängen der umliegenden Hügel entlang aufwärts. Die Topographie der Stadt ist geprägt von den bewaldeten Molasse-hügeln beidseits des Sees und des Flusses (Karte 1 im Anhang). Im Südwesten der Stadt steigt der Uetliberg, Ausläufer der Al-biskette, in einem stark gegliederten Hang steil an bis auf 870 m ü.M. und flacht nach Nordwesten langsam ab. Ihm vorge-lagert, aber durch die Sihl (440 m ü.M.), einem Seitenfluss der Limmat, von ihm getrennt, liegt der Aentlisberg (524 m ü.M.). Im Osten der Stadt ziehen sich als Fortsetzung des Pfannenstils die mehr oder weniger zusammenhängenden Waldhügel Oeschbrig (696 m ü.M.), Adlisberg (701 m ü.M.) und Zürichberg (676 m ü.M.) hin, die durch den Milchbuck (473 m ü.M.), dem Uebergang zwi-schen Limmattal und Glattal, vom anschliessenden Chäferberg (578 m ü.M.) und Hönggerberg (541 m ü.M.) getrennt sind. Ausserhalb des Gemeindegebietes von Zürich säumen die bewaldeten Hügel Gubrist (615 m ü.M.) und Altberg (631 m ü.M.) das rechte und der Heitersberg (787 m ü.M.) unterhalb der Einmündung des Reppisch-tales das linke Limmattal. Im Talboden liegen die Dörfer Schlie-ren, Urdorf und Dietikon, die kaum voneinander und von Zürich zu trennen sind. Nördlich von Zürich zieht sich das Glattal, in dem der Flughafen Kloten liegt, nach Norden.

Klima: Zürich besitzt das feucht-temperierte Klima der gemässigten Breiten:

Jahresmittel - Niederschläge 1105 mm verteilt auf 134 Tage/Jahr
- relative Luftfeuchtigkeit 77%
- Temperatur $7,9^{\circ}\text{C}$

Die vorherrschenden westlichen Luftströmungen von warmen und feuchten Winden bewirken ein etwas milderes Klima als es den Breitengraden entspricht. Durch die Alpennähe sind auch die Niederschlagsmengen relativ hoch (s.Klimadiagramm). Die Windgeschwindigkeiten und Windhäufigkeiten gehen aus Abbildung 2 hervor, wobei zwischen stärkeren und sehr schwachen Winden unterscheiden wird.

Das Mesoklima der Gemeinde Zürich wird durch die Meteorologische Zentralanstalt (MZA) von 2 Klimastationen (MZA am Zürichberg und MZA im alten botanischen Garten) und drei Regenmessstationen erfasst.

Innerhalb der Stadt können relativ grosse Unterschiede gemessen werden, die sowohl auf die starke Gliederung des Reliefs als auch auf die Ueberbauung zurückzuführen sind.

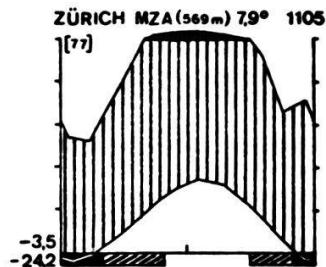
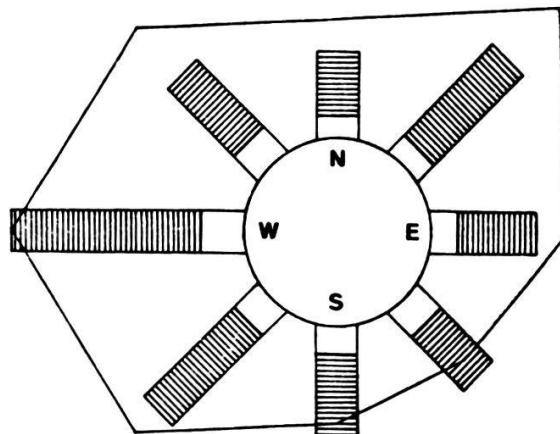


Abb. 1: Klimadiagramm von Zürich, nach Walter 1960



Windhäufigkeit

Stablänge: Zeitdauer in % eines Jahres, während welcher der Wind aus der betreffenden Richtung weht (14 mm = 10%)

- Gesamt - Jahresmittel (alle Beobachtungstermine)
- Anteil der sehr schwachen Winde

Windgeschwindigkeit

Die Distanzen vom zentralen Kreis bis zu den Flächen-Eckpunkten zeigen für die betreffende Richtung die mittlere Windgeschwindigkeit in Kilometer pro Stunde (2,8 mm = 1 km/h)

Abb. 2: Windrose von Zürich, nach Imhof 1965

Bevölkerung: Seit der letzten Eingemeindung im Jahre 1934, durch die das Gemeindegebiet heute 9186 ha umfasst, ist die Einwohnerzahl der Stadt Zürich von 315 864 auf 417 972 (für 1970, Zürcher Statistisches Jahrbuch 1974) angestiegen. Das ergibt für 1936 eine ungefähre Volksdichte von 3438 Einwohner pro km² und für heute 4550 Einwohner /km². Dazu zählt sich jedoch auch das Agglomerationsgebiet, das sich heute in einem Ring von durchschnittlich 6 km Breite um die Stadt legt und 50 Gemeinden umfasst.

Funktionale Gliederung: Neben der Bevölkerung haben auch Industrie und Gewerbe stark zugenommen. Zusammen mit den Verkehrsflächen nehmen Industrie- und Gewerbezone 8% der Stadtfläche ein und haben ihren Schwerpunkt westlich vom Stadtkern im Talboden (Industriequartier) und im nördlichen Stadtteil (Oerlikon). Zürich kann jedoch nicht als ausgesprochene Industriestadt bezeichnet werden. Die Wohn- und Geschäftsquartiere samt der Kernzone bedecken 43% der Stadtfläche. Die bebaute Fläche der Stadt geht aus Karte 2 (im Anhang) hervor; darin ist diejenige von 1936 schraffiert eingezeichnet.

Abb. 3: Statistische Daten zu Zürich

	1936	1970
Einwohner	315 864	417 972
Einwohner / km ²	3 438	4 550
Prozentualer Anteil d. Geamtfläche = 100 %		
Gewässer	6 %	6 %
Wald	24 %	24 %
"Freihaltezone" =	40 %	19 %
Landwirtschaft, öffentl. Anlagen wie Allmend, Friedhöfe, Strand- u. Freiluftbäder		
Bebautes Gebiet	30 % davon: 6% Gebäudefläche 14% Höfe, Gärten 10% Strasse, Eisenbahn	51 % davon: 43% Wohn- und Kernzone 8% Industrie- u. Gewerbezone

1.1.2. Bachs

Das Gebiet von Bachs liegt 20 km nordöstlich von Zürich und grenzt im Norden an den Rhein (Karte 1 im Anhang). Das Bauerndorf Bachs (468 m ü.M.) liegt in einem von bewaldeten Hügeln eingeschlossenen Tal, das sich nach Norden entwässert. Nordöstlich vom Dorf steigen die Hänge des Sanzenberges (550 m ü.M.) und Stadler Berges (637 m ü.M.) ziemlich steil zu einem Gipfelplateau an.

Klima: Das Klima von Bachs liegt zwischen dem von Zürich und Kaiserstuhl am Rhein, der nächstgelegenen Klimastation. Verglichen mit Zürich hat das Bachsertal eine etwa um 100 mm geringere jährliche Niederschlagssumme. Die Temperaturen differieren kaum von jenen in Zürich.

Bevölkerung und Nutzung: Das Dorf Bachs zählt 415 Einwohner (1975). Die Bevölkerungsdichte der Umgebung ist 25-50 Einwohner/km² (Imhof 1965). Die Bevölkerung ist hauptsächlich in der Landwirtschaft beschäftigt, nämlich 48% der Berufstätigen. 30% der Berufstätigen sind Wegpendler. Industrie gibt es keine. Der nächste Industrieort, Niederweningen im Wehntal, liegt 6 km westlich von Bachs.

1.2. Siedlungstypen-Kartierung

1.2.1. Siedlungstypen

Die Methode der Siedlungstypen-Kartierung wurde zu Vergleichszwecken so genau wie möglich aus Vareschi (1936) übernommen. Es werden dabei Wuchs- oder Lebensformen kartiert, die Vareschi "physiognomische Siedlungstypen" nannte. In Anlehnung an Vareschi soll in Zukunft von Siedlungstypen die Rede sein, obwohl der Ausdruck "Wuchsform" anschaulicher und allgemein gebräuchlich ist. Vareschi unterscheidet 15 Siedlungstypen. In der Tabelle im Anhang werden sie durch eine bestimmte Artenkombination definiert (Vertikale). Ihre Anordnung von rechts nach links entspricht im grossen und ganzen steigenden Sukzessionsstadien. Arten, die für einen Siedlungstypus besonders charakteristisch sind und seinen Aspekt bestimmen, sind hervorgehoben.

1 grüne Algenüberzüge	8 Wimperflechten
4 staubige Krusten	9 schmallappige Blattflechten
2 Tintenstriche	10 breitlappige Blattflechten
3 Randsäume	11 Strauchflechten
5 Rillenflechten	12 Bartflechten
6 Punktfflechten	13 Lebermose
7 Ringflechten	14 Laubmose
	15 Blütenpflanzen

Für die vorliegende Arbeit sind aber folgende Vereinfachungen nötig:

- Grünalgen (1) und staubige Krusten (4) wurden zusammengefasst, da beide sehr häufig, überall und oft zusammen vorkommen.
- Tintenstriche (2) und Randsäume (3) wurden nicht kartiert, da ihre Artenkombination sich beinahe mit derjenigen der Rillenflechten (5) deckt (Tabelle im Anhang) und sie von diesen nicht unterschieden werden konnten. Wohl konnten innerhalb aller Rillenflechten Vitalitätsunterschiede beobachtet werden, d.h. Lager mit und ohne Fruchtkörper, aber nirgends "Initialstadien", wie sie Vareschi beschrieb.
- Punkt - und Ringflechten (6 und 7) wurden einfachheitshalber zu den Krustenflechten zusammengefasst, da beide nicht häufig und dann oft zusammen vorkommen.
- Die Bartflechten (12) kommen heute im Stadtgebiet nicht mehr vor und der Siedlungstypus der Blütenpflanzen wurde weggelassen. Oft bereitete es Schwierigkeiten, den Bewuchs eines Stammes einem Siedlungstypus zuzuordnen, weil Arten von verschiedenen Siedlungstypen vorlagen. Bei solchen Mischtypen wurde dann, wenn sie den gleichen Deckungsgrad aufwiesen, zugunsten des nächst höheren Siedlungstypus in der Sukzessionsfolge entschieden.

1.2.2. Auswahl und Anzahl der Trägerpflanzen

Vareschi berücksichtigte bei seiner Kartierung in erster Linie die Waldflächen der Gemeinde Zürich. Seine insgesamt 550* kartierten Bäume (100%), zu denen heute die gleiche Anzahl Vergleichsbäume kartiert wurde, entfallen auf folgende Gebiete und Baumarten (resp. Gattungen):

89 % Wälder:	<u>Picea excelsa</u>	<u>Quercus spec.</u>
	<u>Abies alba</u>	<u>Fraxinus excelsior</u>
	<u>Larix decidua</u>	<u>Acer spec.</u>
	<u>Pinus spec.</u>	<u>Betula pendula</u>
	<u>Fagus silvatica</u>	<u>Alnus spec.</u>
	<u>Carpinus Betulus</u>	

6 % Grünland:

Obstbäume:	<u>Pirus</u>	<u>Prunus</u>
Alleebäume:	<u>Populus spec.</u>	<u>Robinia Pseudo-Acacia</u>
	<u>Aesculus Hippocastanum</u>	
Andere:	<u>Juglans regia</u>	

5 % Stadt*:

Alleebäume:	<u>Populus spec.</u>	<u>Robinia Pseudo-Acacia</u>
	<u>Aesculus Hippocastanum</u>	
Andere:	<u>Fraxinus excelsior</u>	<u>Ulmus spec.</u>
	<u>Tilia spec.</u>	<u>Quercus spec.</u>
	<u>Juglans regia</u>	

Aufgrund welcher Ueberlegung die Bäume 1936 ausgewählt wurden, ist unbekannt. In der vorliegenden Arbeit wurden dieselben Baumarten wie damals gewählt. Die Anzahl der Bäume wurde jedoch aus folgenden Ueberlegungen auf 4000 erhöht: Aus dem Kärtchen 1:68'000, in dem Vareschi seine 600 Beobachtungen mit Symbolen (Baumart) und Ziffern (dazugehöriger Siedlungstypus) darstellte, konnte der genaue Standort der Bäume mit wenigen Ausnahmen nicht rekonstruiert werden. Häufig war es notwendig, mehrere Bäume auf ihre Epiphyten hin zu begutachten, damit die Aussage einem repräsentativen Durchschnitt für ein Gebiet entspricht. Bei welcher Anzahl von Beobachtungen dieser erreicht war, hängt vom Abschätzen der Homogenität eines Gebietes ab und ist eine empirische (oder subjektive) Angelegenheit.

Die Beobachtungen wurden an regelmässig gewachsenen, durchschnittlich 40 cm dicken Stämmen lebender Bäume ein bis drei m über Boden gemacht.

Für die Feldarbeit innerhalb der Gemeinde Zürich wurde ein Protokollblatt benutzt, auf dem die Baumarten, die Siedlungstypen in drei Vitalitätsklassen (kümmерlich, normal und üppig, bezogen auf das Vorkommen im Gemeindegebiet) und deren Exposition angekreuzt wurden. Ausnahmen und für ein topographisch einheitliches Gebiet allgemein gültige Beobachtungen wurden als solche vermerkt. Der Standort wurde auf etwa 50 m genau festgehalten und die Umgebung der Trägerpflanzen beschrieben. Jede Beobachtung erhielt gebietsweise eine fortlaufende Nummer. Als Orientierungsgrundlage diente die Karte 1:25 000 von Zürich und die angrenzenden Blätter und der Stadtplan, auf die sich auch die Lokalnamen beziehen. In den angrenzenden Gemeinden wurde direkt nach Epiphyten-Zonen (S. 17) kartiert.

* Bezieht sich auf heute bebautes Gebiet. 50 Bäume, deren Standort 1936 im Grünland war, gibt es heute nicht mehr.

1.3. Epiphyten - Zonenkarte

Die Definition der Epiphytenzonen, die ursprünglich auf Haugsjä (1930) zurückgeht, wurde im Allgemeinen von Vareschi übernommen.

Vareschi unterschied: Zone I die Epiphytenwüste
 Zone II die innere Kampfzone
 Zone III die äussere Kampfzone
 Zone IV die Normalzone

Aus der Tabelle (im Anhang) geht die Zugehörigkeit der einzelnen Arten und Siedlungstypen (1-14) zu den Zonen hervor:

- In der Epiphytenwüste kommen ausser einigen Grünalgen (1) und Lepraria-Arten (4) nur noch vereinzelte Arten vor. Heute sind dies andere als 1936. (S. 65)
- Für die innere Kampfzone sind neben den (niedrigen) Siedlungstypen Grünalgen (1) und den staubigen Krusten (4) die Krustenflechten (Punkt- und Ringflechten: 6/7) und das kümmерliche Auftreten von Blattflechten (Wimperflechten: 8, schmal- und breitlappige Blattflechten: 9, 10) charakteristisch. Es sind vor allem die unempfindlichen Arten dieser Siedlungstypen, die hier als einzelne Individuen auftreten.

- In der äusseren Kampfzone nimmt die Vitalität und der Dekkungsgrad dieser Arten und die Artenvielfalt der oben erwähnten Siedlungstypen zu.
- In der Normalzone sind alle Siedlungstypen und die meisten Assoziationen, die Ochsner (1927) in seiner "Studie über die Epiphytenvegetation der Schweiz" beschrieben hat, fertil vertreten.

Die Epiphyten-Zonenkarte für die Gebiete ausserhalb der Gemeinde ist aus der direkten Kartierung nach Zonen und für das Gemeindegebiet aus der Kartierung nach Siedlungstypen entstanden. Nach der Feldarbeit (Zuordnung eines Bewuchses zu einem Siedlungstyp) erfolgte die Auswertung in drei Schritten. Aufgrund der Definition wurden alle 4000 Bäume (Vergleichsbäume zu 1936 und Zusatzbäume), resp. ihre Siedlungstypen auf den Protokollblättern der entsprechenden Zone zugeordnet, wobei die drei Vitalitätsklassen und der Vermerk über die Artenzahl bei der Wertung halfen. Anschliessend wurde für jede Baumart eine transparente Karte gezeichnet, in der jede Beobachtung in der entsprechenden Zonenfarbe als Punkt eingetragen wurde. Beobachtungen von allgemeiner Gültigkeit für ein topographisch einheitliches Gebiet wurden hervorgehoben, damit sie besonders gewertet werden konnten. Als letzter Schritt wurden aus den transparenten Baum-Karten mit der Karte 1:25'000 von Zürich als Grundlage die Epiphytenzonen voneinander abgegrenzt.

1.4. Auswertung der Siedlungstypen-Kartierung nach Gebieten

Die Darstellung der Siedlungstypen-Kartierung in Form einer Karte eignete sich für die heute so grosse Anzahl von Beobachtungen nicht. Deshalb wurde die Gemeinde in Gebiete eingeteilt und die Daten eines Gebietes wurden in einer Tabelle zusammengestellt. Die Auswahl und gegenseitige Abgrenzung der Gebiete erfolgte aufgrund der Epiphytenvegetation von 1936 und 1976 und aufgrund ihrer einheitlichen Topographie. Es sind folgende in Karte 2 (im Anhang) fortlaufend nummerierte Gebiete:

- Waldgebiete: 1 - 28

1 - 21: rechts der Limmat } von NW nach SE
22 - 28: links der Limmat } angeordnet

- Stadtgebiete: 29 - 32

In den Tabellen (Abb. 9-44) werden die Verhältnisse von 1936 und 1976 miteinander verglichen. Die Informationen für die Darstellung des Zustandes 1936 stammen sowohl aus Vareschi's Text als auch aus seiner Epiphytenkarte. Aus dieser wurden gebietsweise Auszüge gemacht und den heutigen, vergleichbaren Bäumen desselben Gebietes gegenüber gestellt. Für die Darstellung des heutigen Zustandes wurden alle Beobachtungen verwendet, also auch die vereinzelten Vorkommen von Epiphyten, die für das Gebiet nicht repräsentativ sind, wo aber Epiphyten immerhin die Möglichkeit hatten, zu gedeihen. (Bsp.: Bei Lichtungen, in der Nähe des Waldrandes, Bäume entlang Strassen). Im Text (S. 28) zu jeder Tabelle werden die Epiphytenfunde gewertet.

2. SOZIOLOGISCHE AUFNAHMEN

In Anlehnung an Vareschi wurden soziologische Aufnahmen gemacht. Sie beziehen sich immer auf diejenige Stammhälfte, die am dichtesten bewachsen war und auf die Höhe zwischen 1m und 3m über Boden. Der Deckungsgrad wurde nach der Methode von Braun-Blanquet geschätzt. Die Nomenklatur der Flechten bezieht sich auf Poelt (1969), die der Moose auf Bertsch (1966).

3. FELDEXPERIMENTE

3.1. Mikroklimamessungen

Die beiden Faktoren relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur wurden herausgegriffen, weil sich in der Kartierung Unterschiede ergaben, die diese Faktoren als wichtig vermuten lassen. Die mikroklimatischen Unterschiede von vier Expositionen und von Bachtöbeln und ihrer Umgebung wurden in Stichproben gemessen. Alle Stationen lagen am Zürichberg.

Abb. 4 Messstellen für das Mikroklima

	Exp.	Ort	Höhe ü.M. (m)	
Exposition	NW	Altherr-Terrasse *	500	
	SW	Susenberg: Schattengasse	640	
	SE	Zoologischer Garten	640	
	NE	oberhalb Probstei *	480	
Bachtobel u. Umgebung	NW	Peterstobel	Bachbett	Tobel-
			580	tiefe
	NE	Weibelacher	540	10
	NE	Sagentobel	550	40

* zugleich Station 3 und 2 des Stammabflussversuches

Die Messungen bezüglich der Exposition wurden jeweils an vier Stellen pro Station gemacht. Durch die Bachtobel, die alle im Wald liegen, wurden Messreihen von fünf Punkten gelegt: Einer lag auf der Höhe des Bachbettes, je zwei lagen am Tobelrand und etwa 50 m davon entfernt. Eine Station in der Stadt (Kreuzung Dolderstrasse/Treichlerstrasse) und die Mittagsdaten der MZA dienten zum Vergleich mit bebautem Wohngebiet.

Messzeiten: Die Messungen wurden im Sommer durchgeführt. Um repräsentative Nacht- resp. Tagwerte zu erhalten, wurde kurz vor Sonnenaufgang und um die Mittagszeit gemessen. Es wurde versucht, die Stichproben einigermassen regelmässig auf die verschiedenen Wetterlagen zu verteilen: Mit und ohne Wind, hell und bedeckt, nie nach einem Regentag. An allen Stationen wurde - soweit möglich - zur selben Zeit gemessen. Die längste, durch den Weg einer Messreihe bedingte zeitliche Verschiebung von der ersten zur letzten Messung betrug etwa 3/4 Stunde. Die Messhöhe betrug in Anlehnung an Wetterhüttenmessungen 1,60 m über Boden.

Messgerät: Es wurde mit drei Aspirationspsychrometern nach Assmann, zwei elektronischen Luftfeuchtigkeitsmessern der Firma SINA und zwei Thermometern gemessen. Pro Station war immer das gleiche Gerät im Einsatz. Alle Geräte wurden in einer "vollautomatisierten" Klimakammer miteinander verglichen, damit Abweichungen berücksichtigt werden konnten. (Differenzen bis zu 6% relativer Luftfeuchtigkeit).

3.2. Stammabfluss

3.2.1. Lage und Auswahl der Bäume

Für die Untersuchungen mit Stammabfluss wurden vier Stationen gewählt, von denen eine in Bachs lag und drei im Gemeindegebiet der Stadt Zürich. Die Stationen werden in Abbildung 5 charakterisiert und sind in Karte 1 (im Anhang) mit Punkten markiert. Allen gemeinsam ist die Hanglage; ausser Station 4 liegen zudem alle an einem Waldrand. Im alten botanischen Garten im Stadtzentrum, wo die EAWAG (Eidgenössische Anstalt für Wasser, Abwasser und Gewässerschutz) eine Messstelle für Monatssammelproben unterhält, wurde zum Vergleich Regenwasser gesammelt. Zur Auswahl dieser Stationen haben einerseits die hypothetischen Ueberlegungen zum Versuch und andererseits rein praktische Gründe geführt: Pro Station sollten sechs Buchen (Fagus silvatica) von möglichst gleichem Durchmesser (durchschnittlich 45 cm) und ähnlichem Wuchs und Astwerk vorhanden sein. Drei Bäume entfielen jeweils auf den Waldrand und drei auf das Waldesinnere. Buchen wurden wiederum aus praktischen Gründen gewählt: Sie sind glattrindig, was das Sammeln des Stammabfluss erleichtert. In Abbildung 6 sind die Eigenschaften der 24 Buchen zusammengefasst.

Abb. 5: Messstellen für den Stammabfluss

Station	Ort	Lokal-name	Exp.	Höhe m ü.M.	Lage bezügl. Stadtzentrum	Epiphyten-bewuchs	Vegetation Umgebung
Nr.1	Bachs	Hueb-acher	SW	510	Land	1,4,5,9	Eichen-Buchenwald
Nr.2	Zürich	Probstei	NE	480	hinter Zürichberg, zentrum-abgewandt	1,4 (9)	Buchenwald
Nr.3	Zürich	Altherr-Terrasse	NW	500	vor Zürichberg, zentrum-zugewandt	1	Buchenwald
Nr.4	Zürich	Pfauen Rämibühl	SW	420	Stadtzentrum	(1)	Parkanlage

Abb. 6: Eigenschaften der Buchen für die Entnahme des Stammabflusses

Ort	Bestandes-dichte	Baum Nr.	Stamm Ø cm	Exposit. Haupt-Sta. fluss	Rindenbeschaffenheit	Epiphytenbewuchs (ST) mit Exposition	Arten
Bachs	offen	1.0					
	Wald	1.1	45	N	glatt	1(N), 5(NW)	<u>Graphis scripta</u>
		1.2	42	N	glatt	4(N), 5(WES), 14(N)	<u>Gr. scripta (Ap)</u>
		1.3	45	N	glatt	5(N, W, E, S)	<u>Gr. scripta</u>
	Waldrand	1.4	46	NE	glatt	1(NE), 9(W)	<u>Parmelia scorteae</u>
		1.5	43	N	glatt	5(SW)	<u>P. olivacea</u>
		1.6	39	NE	glatt	5, 9 (S)	<u>Graphis scripta</u> <u>Gr. scripta</u> <u>P. olivacea</u>
Zürich Probstei	offen	2.0					
	Wald	2.1	48	SE	rauh	1 (N, W, E, S)	
		2.2	50	NW	rauh	1 (N, W, E, S)	
		2.3	45	NE	rauh	1 (N, W, E, S)	* Absterberinge SE
	Waldrand	2.4	42	NE	glatt	1 (N, W, E, S)	
		2.5	44	NE	glatt	1 (N, E, S), 9(W)	<u>P. fuliginosa</u>
		2.6	49	NE	rauh	4 (SW), 9(S)	<u>P. fuliginosa</u>
Zürich Altherr	offen	3.0					
	Wald	3.1	42	NW	glatt	Kahl	
		3.2	40	NW	glatt	kahl	
		3.3	46	NW	glatt	1 (NE)	
	Waldrand	3.4	53	W	glatt	1 (N, E, S, W)	
		3.5	48	NW	glatt	kahl	
		3.6	47	SW	glatt	1 (N)	
Zch. Bot. G. Zürich, Pfauen-Rämibühl	offen	4.0					
	Park	4.1	52	W	glatt	kahl	
		4.2	49	NW	glatt	kahl	
		4.3	41	N	glatt	1 (N)	
	Park	4.4	43	NE	narbig-g.	kahl	
		4.5	53	W	" -glatt	kahl	
		4.6	53	N	narbig-"	kahl	
	offen	5.0					

Ap. = Apothecien

*Absterberinge und -Streifen s.S.103

3.2.2. Auffangsystem und -zeitpunkt

Der Stammabfluss wurde in einer mit Draht am Stamm befestigten 500ml-Polyäthylenflasche etwa 1,5 m über Boden aufgefangen. Ein halbierter und zweimal spiraling um den Stamm gewickelter Polyäthylenschlauch, der mit Gaschell-Baumwachs fixiert wurde, führte durch einen Silikonstopfen U-förmig in diese Flasche. Im Stopfen steckte zudem ein Entlüftungsrohr. Dort, wo der halbierte Schlauch in den geschlossenen überging, unmittelbar vor dem U-Bogen, war der Ueberlauf. Mit diesem System konnten die ersten 500 ml Stammabfluss eines Regengusses aufgefangen werden und ein Durchfluss (oder Verdünnen) war verhindert.

Parallel zu den Stammabflussproben wurde an jeder Station das Regenwasser gesammelt. Um für die Analysen eine mengenmässig mit dem Stammabflusswasser vergleichbare Probe zu erhalten, wurde einem Hellmannschen Regenmesser ein Plastiktrichter von 46 cm Durchmesser aufgesetzt, von dem aus ein Polyäthylenschlauch das Wasser direkt in die Flasche führte.

Unmittelbar nach dem erwarteten, mindestens flaschenfüllenden Regenfall wurden die Proben eingesammelt. Vor einem solchen Regen mussten die Flaschen leer gewesen sein. Die Untersuchungen wurden im unbelaubten und im belaubten Zustand der Bäume durchgeführt: Winter: 20.1., 13.2., 3.3., 6.3., 27.3.1975
Sommer: 5.6., 11.6., 24.6., 11.8.1975

3.2.3. Wasseranalysen

Die 500ml-Wasserproben wurden direkt verarbeitet, ohne vorher eventuelle Verschmutzungen zu eliminieren. Verschmutzungen gab es meistens; ihre Qualität (verschiedenartige Stäube, organische Partikel von Pflanzen und Insekten) und Quantität war von der Jahreszeit und von der Intensität des Regenfalls abhängig.

pH - Wert: Unmittelbar nach dem Einsammeln wurde der pH der Stammabfluss- und Regenproben mit einem Beckmann pH-Gerät bestimmt, indem die Sonde direkt in die vorher geschüttelte Flasche gehalten wurde.

Sulfit - Gehalt (SO_3^{2-}): Für die Sulfitbestimmung wurden im Feld 50ml von der Probe entnommen und sofort nach "anbasen" mit 0,1 n Natronlauge im Verhältnis 10:2 das Konservierungs-

mittel TCM (Natriumtetrachloromercurat) beigegeben. Die Wasserproben mussten so schnell wie möglich konserviert werden, um den Oxidationsprozess zu Sulfat zu unterbrechen. Noch am gleichen Tag erfolgte die Bestimmung, die auf einer kolorimetrischen Reaktion mit Anilin beruht: Pararosanilin wird mit Salzsäure in die Aniliniumstruktur überführt und dabei entfärbt. Die schweflige Säure bildet zusammen mit Formaldehyd unter Beigabe vom entfärbten Pararosanilin eine rotviolette Sulfonsäure, deren Extinktion bei 580 nm gemessen worden ist (EAWAG 1971).

Sulfat - Gehalt (SO_4^{2-}): Die Sulfatbestimmung wurde im Trinkwasserlaboratorium der EAWAG mit dessen Anleitung durchgeführt. Sofern nötig, lagerten die Proben einige Tage im Kühlschrank. Die Bestimmung erfolgte nach dem Kationenaustausch massanalytisch durch die indirekte komplexometrische Titration von Bariumsulfat. (Schweiz. Lebensmittelbuch 1972).

Blei : Der Bleigehalt der Stammabflussproben konnte am Atomabsorber (Perkin/Elmer 306, mit der Flamme bei einem Gasgemisch von Acetylen und Luft, bei 283 nm) der chemischen Abteilung der EAWAG bestimmt werden.

3.2.4. Statistische Auswertung

Da viele Resultate durch äussere, nicht zu kontrollierende Faktoren (z.B. unterschiedliche Regenintensität) ausfielen und die einzelnen Stationen dadurch schwer miteinander zu vergleichen waren, wurde der für solche Daten geeignete Rangfolgetest von Lemmer, Stocker und Reinach angewandt (Brändli u. Hilden 1974). Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren wurden mit multiplen Regressionen geprüft.

3.3. Sprühversuch

Epiphyten wurden in der Natur mit stark saurem Stammabfluss besprüht.

3.3.1. Lage und Beschreibung der Bäume

Die für den Versuch ausgewählten fünf Buchen lagen 20 km südöstlich von Zürich am Südwesthang eines bewaldeten Ausläufers des Pfannenstils (Stollen ob Männedorf, Koord. 696.250/235.625). Zwei der Buchen (Hanglage) waren mit grossflächigen, voll entwickelten Graphislagern und drei (Plateaulage) mit schmallappigen Blattflechten und Laubmoosen bewachsen. Abb. 7 gibt eine Uebersicht über die Buchen und deren Bewuchs. Die Arten sind so angeordnet, dass die am stärksten deckenden einer Exposition zuoberst stehen.

Abb. 7: Bewuchs der Buchen für den Sprühversuch

Baum Nr.	Ø cm	Expos.*	Siedlungs- typus	Arten, nach Expositionen aufgeführt			
				N	E	S	W
1	15	N	Rillenflech- -ten (5)	—	—	<u>Graphis</u> <u>scripta</u>	—
2	10	N	Rillenflech- -ten (5)	<u>Graphis</u> <u>scripta</u>	—	<u>Graphis</u> <u>scripta</u> (alt)	—
3	16	S	Laubmoos- rasen (14)	<u>Pylaisia</u> <u>polyantha</u> <u>Ulotha</u> <u>crispa</u> <u>Frullania</u> <u>dilatata</u>	<u>Parmelia</u> <u>fuliginosa</u> <u>Pylaisia</u> <u>polyantha</u>	—	<u>Parmelia</u> <u>fuliginosa</u>
4	15	SW	Laubmoos- rasen (14)	<u>Pylaisia</u> <u>polyantha</u>	<u>Parmelia</u> <u>fuliginosa</u> <u>Pylaisia</u> <u>polyantha</u>	—	—
5	20	SE	Schmallap- pige Blatt- flechten (9)	<u>Frullania</u> <u>dilatata</u> <u>Pylaisia</u> <u>polyantha</u> <u>Ulotha</u> <u>crispa</u> <u>Parmelia</u> <u>fuliginosa</u>	<u>Graphis</u> <u>scripta</u> (alt)	<u>Parmelia</u> <u>fuliginosa</u>	<u>Parmelia</u> <u>fuliginosa</u> <u>Pylaisia</u> <u>polyantha</u>

* Exposition Hauptstammabfluss

3.3.2. Sprühmethode

Ein 20 cm hoher, optimal bewachsener Stammausschnitt wurde drei Monate (Juli-September) lang wöchentlich mit Stammabfluss besprüht. Pro Baum (mittlere Fläche von 1909 cm^2) war eine durchschnittliche Wassermenge von 40 ml notwendig, bis die Oberfläche benetzt und die Moose gequollen waren. Das Sprühwasser war ein Gemisch von Stammabflussproben der drei Stadtstationen 2, 3 und 4 vom März/April mit einem Sulfatgehalt von 100,2 mg/l und einem pH-Wert von 2,7. Es wurde im Kühlschrank aufbewahrt. Damit die Epiphyten eines Stammausschnittes nicht zusätzlich mit Regenwasser berieselten werden konnten, wurde an seinem oberen Rand ein 12 cm breites "Dach", ein vom Stamm abstehendes, mit Baumwachs befestigtes Plastikband, angebracht.

3.3.3. Auswertung

Am Anfang und Ende des Versuches wurden die Stammausschnitte photographiert und ihre Oberfläche mit allen Arten im Massstab 1:1 auf eine transparente mm-Folie abgezeichnet, worauf die von jeder Art bewachsenen Flächen ausgezählt wurden. Als Kontrollen dienten andere Ausschnitte am gleichen Stamm oberhalb des Daches.

4. KULTURVERSUCHE MIT FLECHTENPILZEN AUF VERSCHIEDENEN pH - SUBSTRATEN

Mit den Pilzstämmen von fünf verschiedenen Flechtenarten wurden Kulturversuche auf verschieden stark angesäuerten Substraten durchgeführt.

Abb. 8: Flechten zur Isolation der Flechtenpilze

Stamm Nr.	Flechtenart	Trägerbaum	Siedlungstyp
DY 26	<u>Xanthoria parietina</u>	<u>Prunus avium</u>	Wimperflechten
DY 7	<u>Physcia stellaris</u>	<u>Fraxinus excelsior</u>	Wimperflechten
DY 24	<u>Parmelia scorteae</u>	<u>Prunus avium</u>	Schmallapp. Blattflechten
DY 6	<u>Hypogymnia physodes</u>	<u>Picea excelsa</u>	Schmallapp. Blattflechten
DY 25	<u>Pseudevernia furfuracea</u>	<u>Prunus avium</u>	Strauchflechten

Isolation der Flechtenpilze: Die Flechtenpilze (Discomycetes, Ordnung Helotiales) wurden aus frisch gesammeltem, max. 72 Stunden altem Material unter der Stereolupe (mit einer Uhrmacher-Pincette) isoliert, nachdem die oberflächlichen Thallusschichten weggeschnitten worden waren. In Petrischalen wurden sie auf folgendem Nährmedium (2 % Malzextrakt, 0,4 % Hefeextrakt, 2 % Agar, 50 mg Terramycin/1000 ml Nährmedium nach dem Autoklavieren (120°, 20 Min.) und Abkühlen auf 50° zugesetzt) während 3-4 Wochen bei 18° inkubiert. Während dieser Inkubationszeit wurden täglich alle wachsenden Pilze, die als Kontaminationen betrachtet wurden, weggenommen. Solche Inocula, die erst nach etwa drei Wochen sehr langsam auszuwachsen begannen, wurden als Flechtenpilze isoliert und in obigem Medium (ohne Terramycin) in Schrägagarröhrchen bei 18° kultiviert. Im allgemeinen wuchsen Pilz und Alge verschiedenen schnell und segregierten in Sektoren, sodass sie durch wenige weitere Ueberimpfungen voneinander getrennt werden konnten.

Submers - Kulturen: Einzelne Kolonien der fünf Stämme wurden aus den Schrägagarröhrchen in flüssiges Medium (2 % Malzextrakt, 0,4 % Hefeextrakt, pH 5,3) übertragen und bei 18° auf der Schüttelmaschine (hin und her, 100 Bewegungen/Min.) während 60 Tagen inkubiert.

pH - Versuche: Die in der Submers-Kultur gewachsenen Flechtenpilz-Kügelchen wurden steril mit einem Ultra-Turrax homogenisiert. 1 ml dieser Hyphenfragmentsuspension diente zum Inokulieren der Hauptkultur. Als Grundmedium (zugleich Kontrollmedium) wurde 2 % Malzextrakt und 0,4 % Hefeextrakt in destilliertem Wasser verwendet (pH-Wert 5,3 nach dem Autoklavieren, 120°, 20 Min.). Dieses Medium wurde mit Zitronensäure bzw. Schwefelsäure auf die gewünschten pH-Werte angesäuert. Je 100 ml Medium wurden in 500 ml Erlenmeyer-Kolben auf der Schüttelmaschine angesetzt.

Zur Auswertung wurde das Pilzwachstum in vier Stufen mit folgender Bedeutung bonitiert:

- +++ optimales Wachstum = Wachstum der Kontrolle
- ++ mittleres Wachstum
- + kümmerliches Wachstum
- kein Wachstum

D. RESULTATE

1. KARTIERUNGEN UND SOZIOLOGISCHE AUFNAHMEN1.1. Siedlungstypen - Kartierung1.1.1. Vergleich einzelner Gebiete 1936 mit 1976

Die einzelnen Wald-, Grünland- und Stadtgebiete werden separat besprochen. Ihre geographische Lage ist aus der fortlaufenden Nummerierung auf Karte 2 (im Anhang) ersichtlich. Um die Vergleiche in den folgenden Tabellen besser werten zu können, sei auf den methodischen Teil verwiesen (S. 17).

Zu den Tabellen: Die Tabellen sind dreiteilig.

- a) Zuoberst sind in absoluten Zahlen die vergleichbaren Beobachtungen 1936/1976 aufgeführt.
- b) Dann folgen die Beobachtungen ohne Vergleichsbäume von 1936.
- c) Der unterste Teil enthält die prozentuale Darstellung der vergleichbaren Beobachtungen aus dem ersten Teil a). Wenn von 1936 mehr als vier Bäume einer Art vorhanden waren, wurden die Absolutzahlen von 1936 und 1976 aus dem Teil a) gleich 100% gesetzt und graphisch miteinander verglichen. In den Spalten "Blattflechten" und "Moose" sind je zwei Siedlungstypen zusammengefasst (S. 31), die aber durch zwei verschiedene Signaturen (schraffiert, leer) voneinander unterschieden werden können. Das gleiche gilt für die Spalte "kahl, niedere".

Zum Text: In der Beschreibung der einzelnen Gebiete sind die Lage, die Topographie, der Vergleich 1936/1976 von Siedlungstypen und Baumarten, Hinweise von den Zusatzbäumen und unterschiedliche Tendenzen im Gebiet berücksichtigt. Die Zugehörigkeit zu den Epiphytenzonen 1936 und 1976 wird angegeben. Wenn von "höheren" Siedlungstypen die Rede ist, sind diejenigen über Siedlungstypus 5 gemeint. Zitate von Vareschi stehen in Anführungszeichen.

1.1.1.1. Waldgebiete (rechts der Limmat)Hönggerberg: Lochholz (Gebiet 1)

Das Lochholz ist am westlichen Stadtrand gelegen. Es ist ein kleiner, topographisch stark gegliederter und mit dem Grünland eng verzahnter Waldkomplex.

1936 wuchsen an Buchen Rillenflechten und gut entwickelte, schmallappige Blattflechten und heute mit einer Ausnahme von Rillen im Bachtobel ausschliesslich grüne Ueberzüge. An Hagebuchen hingegen sind Rillen heute häufiger als an Buchen. Dem Bachtobel entlang gedeihen an Eschen und Eichen Laubmoose.

1936 : Zone II / 1976 : Zone II

Ort: Hönggerberg: Lochholz, westl. Rütihof										Gebiet 1
Bäume		Siedlungstypen								
Arten	Gesamt anzahl	wahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
	1936 1976	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
a)	<u>Fagus</u>	3 6	— 5	1 1		2 -				
b)	<u>Carpinus</u>	1			1					
	<u>Quercus</u>	2								2
	<u>Fraxinus</u>	2								2

Abb. 9

Hönggerberg : Südwest (Gebiet 2)

Dem schwach nach Südwesten gegen das Limmattal geneigten Teil des Hönggerberges sind relativ grosse landwirtschaftlich genutzte Flächen vorgelagert. Die Epiphytenvegetation des mehrheitlich aus Koniferen bestehenden Waldes hat sich kaum verändert. Der einzige Unterschied, der auch bei anderen Gebieten immer wieder auffällt, liegt in den grünen Ueberzügen: Sie wurden 1936 viel spärlicher registriert als heute. Auch die meisten übrigen, 1936 nicht berücksichtigten Baumarten sind nur mit niederen Siedlungstypen, meist grünen Ueberzügen bewachsen. Bei den beiden Eichen mit Laubmoosen handelt es sich um alte Bäume aus der Zeit des Mittelwaldbetriebes. Auffallend ist das Vorkommen von schmallappigen Blattflechten an Eschen.

1936 : Zone II / 1976 : Zone II

Ort: Hönggerberg SW: Rüti, Heiziholz											Gebiet 2
Bäume		Siedlungstypen									
Arten	Gesamt anzahl 1936 1976	Kahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere	
a) Koniferen <u>Picea,</u> <u>Pinus</u>	9 29	7 7	2 21			- 1					
b) Koniferen <u>Abies,</u> <u>Larix</u> <u>Fag./Carp.</u> <u>Quercus</u> <u>Fraxinus</u> <u>Acer</u> <u>Betula</u>		3		3						2	1
		4	1	3							
		5		3							
		6	1	2			2				
		1		1							
		2		2							

Abb.10

Hönggerberg : Nordost (Gebiet 3)

Der nordost-exponierte Teil des Hönggerberges gliedert sich in zwei Gebiete, den gleichmässig nach Norden abfallenden westlichen (=Aspholz) und den von einem Bachtobel durchzogenen östlichen Teil (=Tobelholz). Der Bewuchs der Koniferen bestand 1936 in erster Linie aus Arten der niedrigen Siedlungstypen und hat sich seither nicht verändert. Eine am Weg stehende Lärche mit Hypogymnia physodes im Aspholz bildet die Ausnahme. Die Rillenflechten an Buchen und Hagebuchen sind seit 1936 prozentual um mehr als die Hälfte zurückgegangen. Als Ausnahme kommen im Aspholz an alten Buchen Laubmoosrasen (Ast- und Polstermoose), zum Teil mit Lebermoosen und kleinen Exemplaren von oliven Parmelien, vor. Das heutige Auftreten von meistens zwar recht kümmerlich ausgebildeten und zum Teil sogar absterbenden Laubmoosrasen an Eichen ist auch hier wieder auf das Alter der Bäume zurückzuführen. Heute können an Eschen gelegentlich schmallappige Blattflechten (meist kleine Exemplare von Hypogymnia physodes) vorkommen, nirgends aber Punktfflechten wie 1936. Die Grünalgenbezüge sind jedoch weitaus am häufigsten. In diesem Gebiet fällt auf, dass das Vorkommen von höheren Siedlungstypen sich auf den westlichen Teil, das Aspholz, beschränkt und der östliche Teil, das Tobelholz, heute in die Zone II gehört, wo Vareschi an (heute gefällten) Waldrandeschen noch breitlappige Blattflechten fand.

1936 : Zone II / 1976 : Zone II und III

Ort: Hönggerberg Nordost: Aspholz, Bergholz, Tobelholz											Gebiet 3		
Bäume		Siedlungstypen											
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	kah1	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere	
a) Koniferen													
Picea, Larix	11	24		5 8	5 15			1 1					
Fagus/Carp.	6	21		2 -	1 12	3 5					- 4		
Quercus	1	17		- 2	1 6						- 9		
Fraxinus	1	13			- 9		1 -	- 3			- 1		
b) Koniferen													
Abies, Pinus		4			1	3							
Acer			3			3							
c) Koniferen	1936												
	1976												
Fagus, Carpinus	1936												
	1976												
	Jahr	kah1	1 / 4	5	6 / 7	9	10	14	13				
	zahl	kah1, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.								

Abb.. 11

Hönggerberg : Allmend (Gebiet 4)

Die Allmend und ihre Waldränder sind Richtung Stadt exponiert. Die geeignete Baumart für den Vergleich ist die Eiche, auf der 1936 sechs höhere Siedlungstypen gefunden wurden (6,7,9,10, 13,14). Vareschi erwähnt, dass der Wuchs der Siedlungstypen 7, 9,10 und 13 damals kümmerlich war, mit Ausnahme der braunen Pärmelien, die hier besonders an Eichen am häufigsten und üppigsten von ganz Zürich vorkamen. Heute kommen neben kahlen und mit Algen überzogenen Stämmen nur noch solche mit schmallappigen Blattflechten und Laubmoosen vor. Auch die breitlappigen Blattflechten der Alleeäume sind verschwunden.

1936 : Zone II / 1976 : Zone II

Ort: Hönggerberg, Allmend											Gebiet 4	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	kahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
a)	Konif. <u>Picea</u>	2	2	2	-	-	2					
	Fagus/Carp.	1	2	1	-	-	2					
	Quercus	4	7	-	2	-	1		1	-	1	-
b)	Fraxinus		1			1						
c)	Quercus	1936										
		1976										
	Jahr	kahl	1 / 4				6 / 7	9	10	14	13	
	zahl	kahl, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.			Blattfl.			Moose		

Abb. 12

Chatzensee: Seeholz, Hänsiried (Gebiet 5)

Die Wälder am Chatzensee, das Seeholz und das Hänsiried, sind durch eine wichtige Ausfallstrasse von Zürich voneinander getrennt. Buchenstämme trugen 1936 zum Teil breitlappige Blattflechten und sind heute meistens mit Grünalgen überzogen. Auf den damals kahlen Hagebuchen wachsen heute oft apothecienlose Lager von Rillenflechten (Seeholz). Schmallappige Blattflechten bedecken gelegentlich noch heute die Birken (Hänsiried s. S. 77). Der von der Bahnlinie durchquerte Nadelwald südlich des Chatzensees war 1936 wie 1976 ohne Epiphyten.

1936 : Zone II / 1976 : Zone III

Ort: Affoltern: Chatzensee, Seeholz, Hänsiried											Gebiet 5		
Bäume		Siedlungstypen											
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	1	4	5	6	7	9	10	13	14	andere
a) Konif. <u>Picea</u>	1	6	1	6									
Fagus/Carp.	3	28	2	-	- 17	- 11				1	-		
Betula	1	8	-	1	- 5		- 1	1	1				

Abb. 13

Hürstholz, Schwandenholz, Riedenholz (Gebiete 6, 7, 8)

Die drei Wälder im Norden der Stadt liegen in einem ziemlich flachen Landwirtschaftsgebiet, in dem seit 1936 viel gebaut wurde. Unweit davon ist das Industriegebiet Oerlikon. Das stadtnächste Hürstholz war schon damals, abgesehen von Grünalgen, epiphytenlos und das Schwandenholz, wo damals vereinzelt noch schmal- und breitlappige Blattflechten wuchsen, ist es seither geworden. Einzig im nördlichsten und stadtfernsten der drei Wälder, im Riedenholz, sind heute noch dünne Hypnumrasen zu finden. Bei den Trägerpflanzen handelt es sich allerdings, wie schon auf dem Hönggerberg, um ältere Eichen aus der Zeit des Mittelwaldbetriebes. Die 1936 noch häufigen Rillenflechten sind vollständig verschwunden.

Hürst- und Schwandenholz: 1936 : Zone II / 1976 Zone I
 Riedenholz: 1936 : Zone III / 1976 Zone II

Ort: Affoltern: Hürstholz											Gebiet 6	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	kahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
a) Konif. [*] <u>Picea</u>	9	14	5	9	3	5						
c) Konif. [*] <u>Picea</u>	1936											
	1976											
	Jahr	kahl	1 / 4		5		6 / 7	9	10	14	13	
	zahl	kahl, niedere		Rillenfl.		Krustenfl.		Blattfl.		Moose		

* Blütenpflanzen 1x an Picea

Abb. 14

Ort: Affoltern: Schwandenholz											Gebiet 7	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl 1936 1976	kahls	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere		
		36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76		
a) Konif.	<u>Picea</u>	2	5	2	2	-	3					
	<u>Fagus</u>	4	10	2	1	-	9			1	-	1
b) Acer			4		3	1						
c) Fagus	1936											
	1976											
	Jahr	kahls	1 / 4			6 / 7		9	10	14		13
	zahl	kahls, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.		Blattfl.				Moose		

Abb. 15

Ort: Affoltern: Riedenholz											Gebiet 8	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl 1936 1976	kaal	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere		
		36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
a) Konif.	<u>Picea</u>	1	1	1								
	<u>Fagus</u>	6	11	2	1	- 10	3	-			1	-
	<u>Quercus</u>	2	17	-	3	-	7				2	7
b) Acer			15		13			1			1	
c) Fagus	1936											
	1976											
	Jahr	kaal	1 / 4		6 / 7	9	10	14		13		
	zahl	kaal	niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.			Moose			

Abb. 16

Chäferberg (Gebiet 9)

Der Chäferberg ist die einzige grosse, vollkommen von bebautem Gebiet (Wohnquartiere) umschlossene Waldfäche der Stadt. Er liegt zwischen den beiden Industriequartieren. Fast alle Baumarten sind heute - wie 1936 - kahl oder tragen Grünalgen. Der nordost-exponierte Hang (Aldos) fällt 1936 durch seine Buchen mit Tintenstrichen und heute durch eine Esche mit wenigen schmallappigen Blattflechten und eine alte Eiche mit Laubmossen auf. Die übrigen Überständer-Eichen des Chäferberges sind kahl. Der einzige Baum mit einem höheren Siedlungstypus (breitlappige Blattflechten) war 1936 eine Eiche am SW-Waldrand; ob es sich bei der heute mit Hypogymnia physodes bewachsenen Eiche um den gleichen Baum handelt, ist ungewiss.

1936 : Zone II / 1976 : Zone I

Ort: Chäferberg											Gebiet 9		
Bäume		Siedlungstypen											
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	1	4	5	6	7	9	10	13	14	andere
a) Koniferen													
Picea/Pinus	14	38	11	25	3	13							
Fagus/Carp.	11	37	9	16	2	21							
Quercus	3	21	2	5	-	14			-	1	1	-	1
b) Konif. Abies		2		1		1							
Fraxinus		11		1		9			1				
Acer		6		1		5							
Betula		3			3								
c) Koniferen	1936												
Picea/Pin.	1976												
Fagus/	1936												
Carpinus	1976												
	Jahr	Kahl	1 / 4		5		6 / 7		9	10	14	13	
	Zahl	kahl, niedere		Rillenfl.		Krustenfl.		Blattfl.		Moose			

Abb. 17

Glattal: Glattinsel und Wäldchen nördlich der Au (Gebiet 10)

Zwischen der Glatt, die die Gemeinde Zürich im Norden begrenzt, und dem Glattkanal liegt ein schmaler Waldstreifen, in dem Vareschi an Eschen und Eichen zwischen Moospolstern den Punktflechtentyp "so stark decken, wie wohl nirgends sonst in Zürich" vorfand. Das trifft für lichtgestellte Eschen am Bestandesrand heute immer noch zu, mit dem Unterschied, dass inzwischen Ringflechten ebenso häufig vertreten sind. Die schmallappigen Blattflechten und Wimperflechten an Eichen und Pappeln sterben ab.

1936 : Zone III / 1976 : Zone II

In einem kleinen Wäldchen zwischen Oerlikon und Wallisellen (Opfiker Wäldchen) nahe der Glatt waren 1936 die breitlappigen Blattflechten mit Parmelia caperata als "meist einzigem Epiphyt und in handgrossen Exemplaren" an Eiche, Lärche und Föhre auffallend gut vertreten, die heute verschwunden sind. An allen Trägerpflanzen wachsen Grünalgen und an Eschen zusätzlich staubige Krusten.

1936 : Zone II / 1976 : Zone I

Ort: Glattal: Glattinsel westlich Neuguet											Gebiet 10	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	kah1	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere 8
a) <i>Fraxinus</i>	4	12			—	5		4	6			— 1
	Alnus	1	2	—	2					1	—	
b) <i>Quercus</i> Alleebäume: <i>Populus</i>		3		1					1			1
			4		2				1			1
c) <i>Fraxinus</i>	1936											
	1976											
	Jahr	kah1	1 / 4		5	6	7 /	9	10	14	13	
	zahl	kah1, niedere		Rillenfl.	Krustenfl.		Blattfl.			Moose		

Abb. 18

Zürichberg (Gebiete 11 - 15)

Der Waldkomplex des Zürichberges besteht aus einer schmalen, Südwest-exponierten Flanke, die an die Villenquartiere angrenzt und aus einer breiten, regelmässig nach Nordosten abfallenden Flanke, an welche die seit 1936 entstandenen Wohnquartiere im Glattal anschliessen. Aufgrund seiner Epiphytenvegetation kann er von Südwesten nach Nordosten in fünf Gebiete aufgeteilt werden. Vareschi beschreibt die Epiphytenvegetation der stadtzugewandten Seite, wo "viele Flechten nur in kleinen Exemplaren vorkommen" im Gegensatz zur Nordostseite als "unterdrückt". In vier vergleichenden Aufnahmen von Buchen und Eschen führt er im Südwesten 8, in Nordosten 19 Arten auf.

Zürichberg: Südwest-Waldrand (Gebiet 11)

Am Waldrand zwischen Rigiblick und Susenberg fehlen heute die schmallappigen Blattflechten. Buchen und Eichen waren 1936 kahl und sind heute von Grünalgen überzogen.

1936 : Zone II / 1976 : Zone I

Ort: Zürichberg: Südwest-Waldrand (Rigiblick - Susenberg)		Gebiet 11									
Bäume		Siedlungstypen									
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
a) Koniferen											
<u>Picea, Pinus</u>	3	5	1 4	- 1			2 -				
<u>Fagus</u>	3	6	2 -	1 6							
<u>Quercus</u>	1	1	1 -	- 1							
b) Konif. <u>Larix</u>		2	1	1							
<u>Carpinus</u>	2	1	1								
<u>Acer</u>	2					2					

Abb. 19

Zürichberg: West- und Südwest-Hang (Gebiet 12)

Auch hier sind die schmallappigen Blattflechten von Föhren und Eichen seit 1936 verschwunden. Föhren tragen heute meistens staubige Krusten. Die damals kahlen Buchen- und Hagebuchenstämme sind heute in den meisten Fällen mit Grünalgen bewachsen, so auch die sechs Buchen, die für den Stammabfluss-Versuch verwendet wurden.

1936 : Zone II / 1976 : Zone I

Ort: Zürichberg: W- und SW-Hang											Gebiet 12	
Bäume			Siedlungstypen									
Arten	Gesamt anzahl		kah1	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere	
	1936	1976	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76
a) Konif. <u>Picea</u>												
Abies, <u>Pinus</u>	3	31	1	4	1	27			1	-		
Fagus, <u>Carp.</u>	13	43	10	13	3	30			1	-		
Quercus	1	13	-	4	-	9			1	-		
b) Konif. <u>Larix</u>			3		1	2						
Fraxinus			14		2	11						1
Acer			2			2						
c) Fagus,	1936											
Carpinus	1976											
	Jahr	kah1	1 / 4			6 / 7	/	8	10	14	13	
	zahl	kah1, niedere		Rillenfl.		Krustenfl.		Blattfl.		Moose		

Abb. 20

Zürichberg: Waldinneres (Gebiet 13)

Die regelmässig nach Nordosten abfallende Waldfäche zwischen dem höchsten Punkt des Zürichberges (676 m ü.M.) und der Höhenlinie von 560 m ü.M. beschreibt Vareschi als eintönig mit schmallappigen Blattflechten bewachsen: "Es handelt sich um reine Parmelia physodes-Gesellschaften, die auf fast allen Trägerpflanzen des Zürichberges ausser auf Carpinus vorkommen. ... Kahle Bäume aller Arten kommen zwischen den bewachsenen überall vor." Heute können mit Hypogymnia bewachsene Bäume nur noch ausnahmsweise gefunden werden. Auch die Graphis an Buchen, deren stadtnächstes Vorkommen 1936 in diesem Teil des Zürichberges war, sind seither fast verschwunden. Beinahe alle höheren Siedlungstypen, die hier noch gedeihen, beschränken sich auf das Gebiet zwischen dem Waldhüsli (wo an einer Esche das einzige bekannte Usnea-Exemplar von Zürich wächst) und dem Bach östlich davon: Rillen und Laubmose an Buchen; schmallappige Blattflechten, zwar meistens in kleinen, schuppigen Exemplaren, an Esche; Laubmose an Ahorn.

1936 : Zone II / 1976 : Zone II

Ort: Zürichberg: Waldinneres Gebiet 13										
Bäume		Siedlungstypen								
Arten	Gesamt anzahl	kahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
	1936 1976	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
a)	<u>Konif.</u> <u>Picea</u> <u>Abies</u> , <u>Larix</u> <u>Pinus</u> <u>Fagus</u> , <u>Carp.</u> <u>Quercus</u>	17 44	1 9	4 33		12 2			1 3	
b)	<u>Fraxinus</u> <u>Acer</u> <u>Alnus</u>		25	2	12		11		2	2
c)	<u>Koniferen</u> <u>Fagus</u> <u>Carpinus</u>	1936 1976								
		1936 1976								
		Jahr zahl	kahl niedere	1 / 4	5	6 / 7	10	14	13	Moose

Abb. 21

Zürichberg: Nordost-Hang (Gebiet 14)

Vom nordost-exponierten Hang (unterhalb 560 m ü.M.) schreibt Vareschi, dass Graphis "fast regelmässig und in fertilem Zustand an jeder Buche" zu finden gewesen sei. Heute tritt sie selten und nur an einer Stelle mit Fruchtkörpern auf, nämlich nahe dem schon oben erwähnten Bach zwischen Brand und Weiblacher. Dort tragen auch Eichen schüttere Hypnum-Rasen und Eschen kleinschuppige Hypogymnia-Exemplare. Diese kommen etwas üppiger auch noch an Eschen entlang der Streitholzstrasse vor, aber nirgends mehr an Koniferen wie 1936.

1936 : Zone III / 1976: Zone II (Westen)
Zone III (Osten)

Ort: Zürichberg : NE-Hang unterhalb 560 m ü.M.											Gebiet 14		
Bäume			Siedlungstypen										
Arten		Gesamt anzahl	1936	1976	zahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
a)	Koniferen												
	<u>Picea, Pinus</u>	4	14	36	76	1 10	1 4			2 -			
	<u>Fagus, Carp.</u>	14	29	36	76	1 3	- 24	13 2					
	<u>Quercus</u>	2	7	36	76	- 1	- 4					2 2	
b)	Koniferen												
	<u>Abies, Larix</u>			5		1		4					
	<u>Fraxinus</u>			15			6	2		7			
c)	Koniferen	1936											
		1976											
	<u>Fagus,</u>	1936											
	<u>Carpinus</u>	1976											
		Jahr	zahl	zahl	1 / 4	5	6 7 7	9	10	14	13		
					1 / 4	5	6 7 7	9	10	14	13		
						Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.					Moose

Abb. 22

Zürichberg: Nordost-Waldrand (Gebiet 15)

Der noch heute an eine schmale, landwirtschaftlich genutzte Wiese angrenzende Nordost-Waldrand zwischen der Ziegelei und dem Schiessstand Leimbach wurde von Vareschi als Gegensatz zum Südwest-Waldrand als sehr epiphytenreich beschrieben: "Am stadtabgewandten Waldrand sind die älteren Buchen bis hoch in die Kronen hinauf mit Graphis besiedelt, während vom Stammgrund her die "Hypnum-Zungen" und überall eingestreut die Parmelien und Lebermoosrasen die Schriftflechte wieder verdrängen." Noch heute besteht der Unterschied zwischen den beiden Waldrändern, wenn auch nicht so deutlich. Die frucht-körperlosen Thalli der Rillenflechten sind noch zu finden, zwar seltener an Buchen als an Eschen, wo an der lichtzuge-wandten Stammseite oft noch Punkt- und Ringflechten gedeihen. Diese Verhältnisse gelten für den östlichsten Abschnitt in der Nähe des Schiessstandes. Lebermoosrasen fehlen; Laubmose und schmallappige Blattflechten sind ausnahmsweise, z.B. an zwei Buchen, die für den Stammabfluss-Versuch verwendet wurden, oberhalb des Huebachers (Parmelia fuliginosa, s. Abb. 6) anzutreffen.

1936 : Zone III / 1976 : Zone III

Ort: Zürichberg: NE-Waldrand												Gebiet 15	
Bäume		Siedlungstypen											
Arten	Gesamt anzahl	wahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere			
		1936	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76
a)	<u>Konif.</u>	<u>Picea</u>	2	3	1	3	1	-					
	<u>Fagus</u>		6	12			1	7	3	2		-	2
	<u>Fraxinus</u>		2	11			-	1	-	6	2	3	
b)	<u>Acer</u>			2			1			1			
c)	<u>Fagus</u>	1936											
		1976											
		Jahr	wahl	1 / 4			6 / 7	9	10	14	13		
			zahl	wahl, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.					Moose	

Abb. 23

Adlisberg (Gebiet 16 - 18)

Der Adlisberg steigt im Südwesten, von Wohnquartieren und dem Elefantenbachtobel (=Stöckenbachtobel) begrenzt, an und fällt zuerst flach, dann im Sagentobel steil gegen Norden ab. Er ist mit seinen Tobeln und den Waldwiesen Dreiwiesen, Vorder- und Hinteradlisberg sowohl topographisch als auch vom Bewuchs her stärker gegliedert als der Zürichberg, gleicht ihm aber in der Exposition und kann wie dieser von Südwesten nach Osten in drei zunehmend an Epiphyten reichere Gebiete aufgeteilt werden.

Adlisberg Südwest (Gebiet 16)

Der Südwest-Teil umfasst die stadtwärts mit Wohnquartieren und Erholungsgrünflächen verzahnten Waldvorsprünge Dolder und Unterberg (= Biberlin's Terrasse), anschliessend den gleichmässig ansteigenden Südwest-Hang mit dem Dägenriet und das in die Stadt reichende Elefantenbachtobel. Die schmallappigen Blattflechten sind seit 1936 von den Koniferen und Buchen verschwunden. Damals war der Dolder "auffallend arm" an Epiphyten, im Gegensatz zum Unterberg, wo "recht dick" bewachsene Buchen anzutreffen waren, dem Golfplatz mit stark deckenden schmallappigen Blattflechten (Parmelia sulcata) und der Lichtung des Dägenriet, die damals "besonders günstig" war für die verschiedensten Epiphyten, was Vareschi mit sieben Aufnahmen von insgesamt 17 Arten belegte (Siedlungstypen 9, 13, 14. S. 75.). Alle Vorkommen von höheren Siedlungstypen sind Einzelfälle und meistens auch kümmерlich ausgebildet. An den schmallappigen Blattflechten auf Eichen und Eschen (Hirslandenbergstrasse) sind verschiedene Absterbestadien aufgrund spezifischer Verfärbung zu beobachten.

1936 : Zone II / 1976 : Zone I (Westen)
Zone II (Osten)

Ort: Adlisberg Südwest		Dolder, Unter-Berg, Dägenriet Elefantenbach-Tobel									Gebiet 16		
Bäume		Siedlungstypen											
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere 15	36	76
a) Konif. <u>Picea</u>													
<u>Larix, Pinus</u>	10	36	6 16	- 20			4 -						
<u>Fagus</u>	12	40	8 14	1 25			3 -				- 1	- 1	
<u>Quercus</u>	5	16	1 6	- 5			2 2				2 2		
<u>Fraxinus</u> *	1	6	- 2	- 1		- 1					- 2	1	-
<u>Acer</u> **	1	17	- 5	- 9	- 2						1 1		
b) Konif. <u>Abies</u>		6	2	4									
<u>Carpinus</u>		12	7		5								
<u>Fraxinus</u>		13	2	10				1					
<u>Betula</u>		5	1			2	2						
c) Koniferen	1936												
	1976												
Fagus	1936												
Quercus	1936												
	1976												
	Jahr	1936	1976	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	13		
	zahl			Kahl, niedere Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.						Moose	

* Elefantenbachobel

** Dägenriet

Abb. 24

Adlisberg Mitte (Gebiet 17)

Dieses Gebiet ist durch die Wiesen des hinteren Adlisberg unterteilt in das mit seinen Seitentobeln (Buschberg) stark gegliederte Sagentobel und den regelmässigen Südhang des Adlisberges (Lären). Hier konnte, besonders am Südhang, eine vielfältigere Epiphytenvegetation gefunden werden als 1936 beschrieben. Vareschi weist in erster Linie auf Koniferen hin, die nur südwestlich des Buschberges mit schmallappigen Blattflechten bedeckt, sonst meist mit Grünalgen überzogen oder kahl waren. Die heutigen Vorkommen der schmallappigen Blattflechte (ausschliesslich Hypogymnia physodes) beschränkt sich immernoch auf dieses Gebiet. Heute entfallen fünf der sechs mit Laubmoos bewachsenen Buchen auf das obere Sagentobel. Im Einzugsgebiet des Sagentobels waren 1936 keine Rillenflechten zu finden, die heute gelegentlich in kleinen apothecienlosen Lagern vor allem an Hagebuchen gedeihen. Am Adlisberg-Südhang hingegen sind sie gut, z.T. sogar mit Apothecien an verschiedenen Baumarten (Buche, Hagebuche, Ahorn, Esche) vertreten. Vareschi erwähnte davon nichts.

1936 : Zone III / 1976 : Zone III

Ort: Adlisberg Mitte		Sagentobel, Buschberg Hinter-Adlisberg, Loren										Gebiet 17	
Bäume		Siedlungstypen											
Arten	Gesamt anzahl	wahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere			
	1936 1976	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
a)	Konif. <u>Picea</u> <u>Abies</u> , <u>Pinus</u> <u>Fagus</u> , <u>Carp.</u>	14 37	8 11	4 20			2 5			- 1			
		5 64	- 8	4 30	1 19		- 1			- 6			
b)	Quercus <u>Fraxinus</u> <u>Acer</u>		18	8			4		1	5			
			44	6	14	1	8			11			
			23	1	10	5	3			4			
c)	Koniferen	1936											
		1976											
	Fagus	1936											
		1976											
	Jahr	wahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	14	13				
	zahl	wahl, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.								

Abb. 25

Adlisberg Osten (Gebiet 18)

Dieses Gebiet umfasst zwei Teile: Den nach Norden flach abfallenden Lorenchopf mit dem Chatzenschwanz und die im Osten daran anschliessenden, durch landwirtschaftlich genutzte Wiesen stark unterteilten, flachen Wälder von Rüti und Bal. Vareschi schreibt vom Nordosten des Adlisberg und des Lorenchopfes, dass dort "die nur aus einer Art (Parmelia physodes) bestehende Form des Typus 9 verbreitet" sei, die "die Physiognomie der Epixylenvegetation auf grosse Strecken hin" bestimme. In seiner Karte führte er aber dort keine Bäume mit schmallappigen Blattflechten auf. Auf diesen Text gestützt, darf deshalb angenommen werden, dass dieser Siedlungstypus um den Lorenchopf im Rückgang begriffen ist. Der östliche Zipfel des Adlisberges jedoch, bei Rüti und Bal, ist der einzige Ort der Gemeinde Zürich, wo Vareschi's Beschreibung noch heute zutrifft: Fast an allen Fichten und Tannen (aber auch an Eschen) dieser mehrheitlich aus Nadelbäumen zusammengesetzten Bestände bedeckt Hypogymnia physodes mindestens eine Stammhälfte. Zwei Drittel der aufgeführten schmallappigen Blattflechten sind in diesem Gebiet gefunden worden. Nördlich vom Lorenchopf waren 1936 Rillenflechten regelmässig, aber in "schwachen Anflügen" vorhanden, was auch heute noch zutrifft, ebenfalls für die ausserhalb der Stadt gelegenen Wälder nordöstlich vom Adlisberg, wo damals Rillenflechten "in hohem Entwicklungszustand" vertreten waren. Der von der Stadt abgeschirmte nördliche Lorenchopf scheint auch anderen Siedlungstypen ein -oft zwar fragmentarisches-Wachstum zuzulassen: Punkt- und Ringflechten an Eschen und Ahorn, Laubmoose an Eschen, alten Buchen und Eichen und ausnahmsweise Lebermoose an einer Buche.

1936 : Zone III und IV / 1976 : Zone III

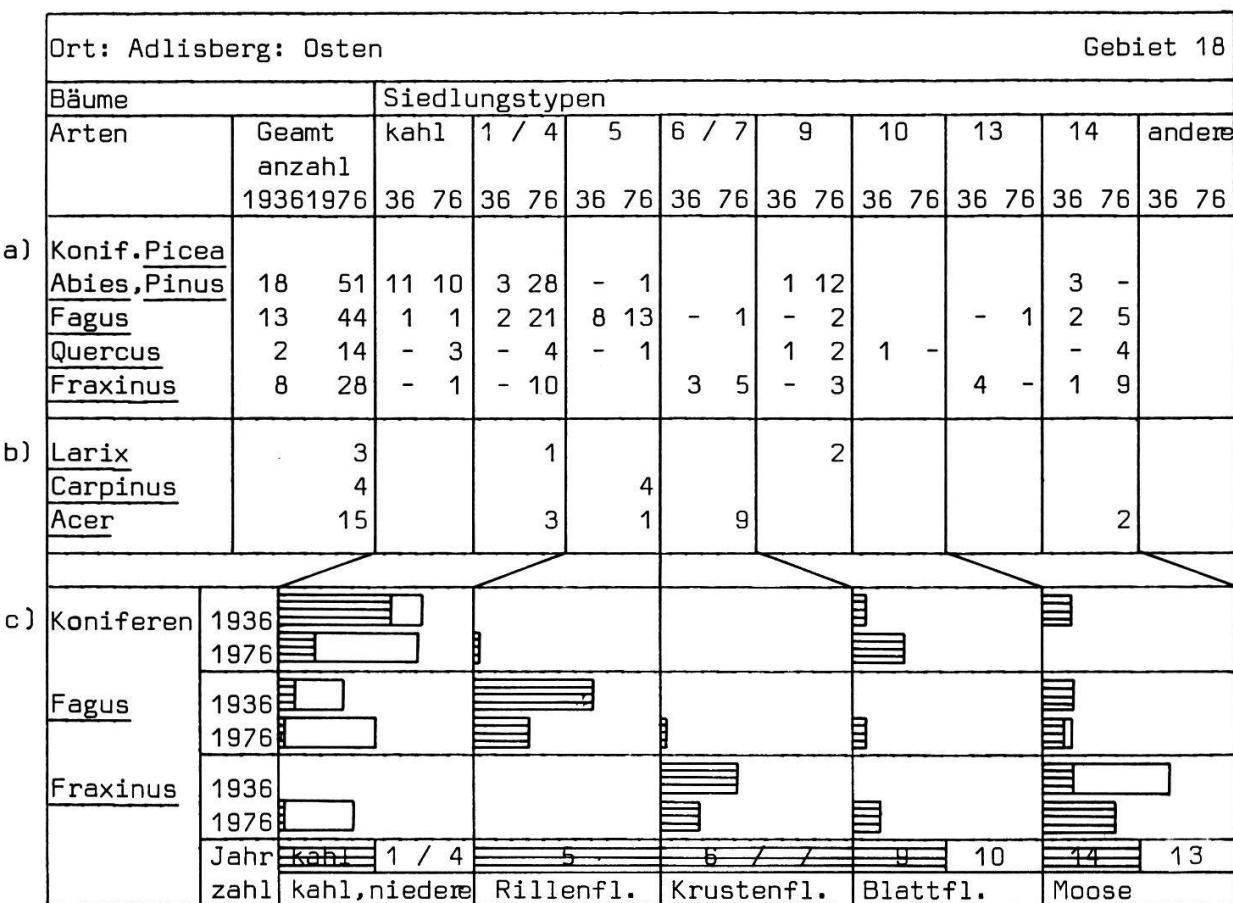


Abb. 26

Oeschbrig (Gebiete 19, 20)

Im östlichsten Zipfel der Gemeinde Zürich liegt der Oeschbrig, an den während der letzten 40 Jahren die Wohnquartiere immer näher herangewachsen sind. Sein von kleineren und grösseren Waldwiesen unterbrochener Südhang ist durch einen Seitenarm des Werenbaches begrenzt. Vareschi schreibt, dass hier "die Grenzen des Einflussgebietes der Stadtluft erreicht" seien, dass für Epiphyten "sehr günstige Verhältnisse" herrschten und sie hier in normaler Vitalität vorhanden seien. Damals hatten "die obersten Baumwipfel, sonst nur selten besiedelt, einen oft recht dichten Behang des Blatt- und Bartflechtentypus". Heute ist ein solches Bild auch in der weiten Umgebung von Zürich nicht mehr zu sehen. Der Oeschbrig fällt zwar durch seine vielseitige (neben den niederen, auch die Siedlungstypen 5,6,7,9,14) und vor allem durch seine für Zürich dichte Epiphytenvegetation auf, aber der Zustand,

hat sich gegenüber dem, wie ihn Vareschi vorfand, erheblich verschlechtert. Den heute noch ausgeprägten Unterschied zwischen West und Ost zeigt der Vergleich folgender Gebiete:

Oeschbrig West: (Gebiet 19)

Der westliche Oeschbrig dehnt sich vom höchsten Punkt nach Norden und Süden aus. 1936 kamen "an den stadtzugewandten Hängen noch sehr epixylenarme Stämme" vor. Es wurden vor allem Buchen aufgeführt, die stadtwärts meist kahl, weiter östlich jedoch mit Rillen- und breitlappigen Blattflechten bewachsen waren. Heute sind die Blattflechten verschwunden und die Rillenflechten selten geworden, so auch die Ring- und Punktflechten und die Laubmoose (an einer Wegkreuzung am Nordhang). Die Koniferenstämme sind in den meisten Fällen von Grünalgen überwachsen. Etwas westlich vom höchsten Punkt, in der Nähe von verschiedenen Altrigen Aufforstungen haften gelegentlich schmallappige Blattflechten an Eschen und Eichen.

1936 : Zone III und IV / 1976 : Zone III

Ort: Oeschbrig West											Gebiet 19	
Bäume			Siedlungstypen									
Arten	Gesamt	anzahl	zahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere	
	1936	1976	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	
a) Konif. <u>Picea</u>	1	12	1 3	- 9								
	<u>Fagus</u>	8	15	3 3	2 8	1 2	- 1		1 -		- 1	1 -
b) Konif. <u>Abies</u>												
	<u>Larix, Pinus</u>		13	5	6				2			
	<u>Carpinus</u>		2			2						
	<u>Quercus</u>		5		4			1				
	<u>Fraxinus</u>		8		3		1	4				
	<u>Acer</u>		1					1				
c) <u>Fagus</u> *	1936											
	1976											
	Jahr	zahl	zahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	14	13		
		zahl	zahl	1 / 4, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.		Moose			

* Blütenpflanzen 1x

Abb. 27

Oeschbrig Ost. (Gebiet 20)

Der Wald des östlichen, flacheren Oeschbrigs ist durch grosse Waldwiesen aufgelockert. Hier war 1936 neben dem Südzipfel des Albis die reichste Epiphytenvegetation der Gemeinde. "Die Fichte, die sonst im ganzen Stadtgebiet gar nicht oder doch nur schwach mit Epiphyten bedacht ist, erreicht hier eine sehr starke und artenreiche Besiedlung" mit den Typen 1,4,9,12,13, 14 und 15. "An Fagus sind häufig neben dem Rillenflechtentyp und den anderen Krustenflechtentypen noch die Moosgesellschaften sehr üppig ausgebildet und erinnern durch einige Polstermoose an den in Zürich fehlenden "Polstermoostyp"."

Das Beispiel von Oeschbrig zeigt die für Zürich typische Verarmung an höheren Siedlungstypen während der letzten 40 Jahre: An Koniferen sind heute höchstens schmallappige Blattflechten (ausschliesslich Hypogymnia physodes) zu finden; an Buchen haben Rillenflechten (meist ohne Fruchtkörper) und Moose (fast ausschliesslich Hypnum-Rasen) an Vorkommen und Vitalität eingebüsst.

1936 : Zone IV / 1976 : Zone III

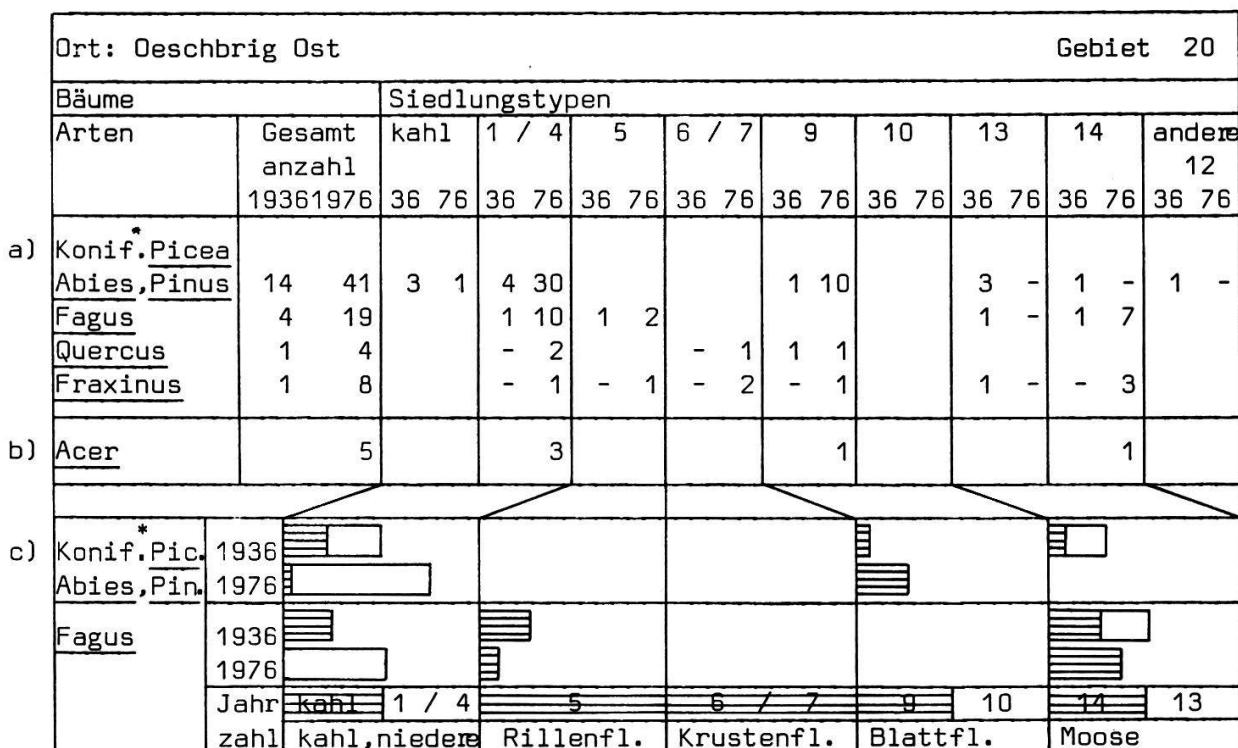


Abb. 28

* Blütenpflanzen 1x

Werenbachtobel (Gebiet 21)

Das von schmalen Waldstreifen gesäumte Werenbachtobel mit dem Werenbach verläuft vom Oeschbrig über Trichtenhausen stadtwärts nach Westen (Realp). Wie der Oeschbrig war es 1936 recht reich an Arten, vor allem im Abschnitt oberhalb der Trichtenhausen Mühle. Dort selbst kamen damals "die stärkst besiedelten Trägerbäume in Stadtnähe" vor, Bergahorn mit dichten Leucodon-Rasen. Heute noch sind die Bäume des oberen Abschnittes besser mit Epiphyten versehen, vor allem mit Rillen- und schmallappigen Blattflechten an Buchen und Eschen. Laubmose sind sowohl ober- als auch unterhalb der Trichtenhausen Mühle gleich häufig. Bei der Mühle stehen heute mit Leucodon-Rasen überzogene Eschen an der Strasse. Das Werenbachtobel ist eines der Gebiete von Zürich, in dem sich die Epiphytenvegetation am wenigsten verändert hat während der letzten 40 Jahre.

1936 : Zone II und III / 1976 : Zone II und III

Ort: Oeschbrig: Werenbachtobel (bis Realp)											Gebiet 21				
Bäume		Siedlungstypen													
Arten	Gesamt anzahl 1936 1976	kahl		1 / 4		5		6 / 7		9		10	13	14	andere
		36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76
a) <u>Fagus</u>	10 17	-	3	2	2	3	3	-	2			1	-	4	7
<u>Quercus</u>	1 2							1	-					-	2
<u>Fraxinus</u>	1 16	-	2	-	2	-	1	-	1	-	3		1	-	7
<u>Acer</u>	2 10	-	2	-	1	-	4					2	2	-	1
b) Koniferen		13		3		6				4					
<u>Carpinus</u>		5		1			4								
c) <u>Fagus</u>	1936														
	1976														
		Jahr	kahl	1 / 4		5		6 / 7		9	10	14		13	
		zahl	kahl, niedere		Rillenfl.		Krustenfl.		Blattfl.		Moose				

Abb. 29

Waldgebiete (links der Limmat)

Limmattal : Werdhölzli, Gaswerk (Gebiet 22)

Eine der Zürcher Kläranlagen liegt an der Limmat und ist von Wald (Werdhölzli) umgeben, in dem Vareschi an Eschen schwache Anflüge von Lebermoosen fand. Buchen waren ohne Epiphyten, wie auch alle Bäume des Wäldchens beim Gaswerk an der Stadtgrenze. Vareschi bezeichnete dieses Gebiet als das epiphytenärmste von ganz Zürich, was in Anbetracht der von Wimperflechten bewachsenen Alleeäbäume (s.S.77) heute nicht mehr gesagt werden kann.

1936 : Zone I / 1976 : Zone I

Ort: Limmattal: Werdhölzli, Gaswerk											Gebiet 22	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl	wahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere		
	1936 1976	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76		
a)	<u>Fagus</u>	2	2	2 2								
	<u>Quercus</u>	1	1	1 -	- 1							
	<u>Fraxinus</u>	4	5	2 2	- 3				2 -			
c)	<u>Fraxinus</u>	1936										
		1976										
		Jahr	wahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	14	13		
		zahl	wahl, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.					Moose	

Abb. 30

Uetliberg (Gebiete 23 - 27)

Die 18 km lange Uetlibergkette am westlichen Stadtrand gliedert sich in die im Nordwesten flach abfallenden Wälder oberhalb Albstetten und Albisrieden und den steilen Osthang mit seinen tiefen Tobeln und markanten Rippen (von Norden nach Süden: Goldbrunnenegg, Rossweidliegg, Bernegg, Juchegg, Höckleregg, Manegg, Leiterli). Von der Höckleregg erstreckt sich das Meierholz als schmaler Waldstreifen Richtung Stadt. Aufgrund der verschiedenen Epiphytenvegetation unterschied Vareschi (im Text) "die flachen Rücken

im Nordteil der Kette" und am steilen Osthang sechs topographische Einheiten. Da seine Beobachtungen heute nur noch zum Teil zutreffen, seine Karte nicht so genau gelesen werden kann (s.S. 15) und es wegen der vielfältigen Variation von Relief und Vegetation und somit der Faktoren Licht und Wasser sehr schwierig ist, allgemeine Tendenzen zu finden, wurde diese Unterteilung nicht beibehalten.

Die Uetlibergkette wird in folgende fünf Gebiete eingeteilt: Altstetter Wald, Albisrieder Wald, Osthang nördlich und südlich der Höckleregg, Meierholz.

Altstetter Wald (Gebiet 23)

Der wenig gegliederte, flach nach Nordosten abfallende Hang, wird von kleineren Bächen in drei Richtungen entwässert. Er grenzt im Osten an eine schmale Landwirtschaftszone und geht im Westen in den Schlierener Wald über. 1936 haben hier alte Buchenbestände mit Rillenflechten ("Graphidetum scriptae und Arthonietum radiatae") dominiert. An Hagebuchen kamen gelegentlich auch Punktfflechten vor. Weitere höhere Siedlungstypen, die am Nordostrand gehäuft auftraten (Chalberhau, Aemmet), waren schmallappige Blattflechten an Koniferen und Birken und Moose an Eschen und Eichen.

Der heutige Zustand ist nicht wesentlich anders: Noch gibt es viele Rillenflechten (vor allem an Hagebuchen am Nordostrand: Rosshau und Dunkelhölzli), die zu den apothecienreichsten von Zürich gehören. Schmallappige Blattflechten (Hypogymnia physodes) kommen meist an Tannen und Eschen vor. Anstelle der Lebermoose können heute an Eschen Punktfflechten gefunden werden. Westlich vom Schiessstand am Aemmetbach fallen dichte Laubmoosrasen an Buchen auf.

1936 : Zone III / 1976 : Zone III

Ort: Uetliberg: Altstetter Wald											Gebiet 23				
Bäume		Siedlungstypen													
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76
a) Konif. <u>Picea</u>	24	42	9	13	11	25				4	4				
<u>Abies, Larix</u>															
<u>Pinus</u>															
<u>Fagus/Carp.</u>	7	50	1	7	2	22	3	17	1	-				-	4
<u>Quercus</u>	1	5												1	5
<u>Fraxinus</u>	3	24	-	2	-	10	-	3	-	2	-	5		1	2
<u>Betula</u>	2	13	-	8	1	3				1	2				
b) <u>Acer</u>			9			5		2		2					
c) Konif. <u>Pic</u>	1936														
<u>Ab. Lar. Pin</u>	1976														
<u>Fagus</u>	1936														
<u>Carpinus</u>	1976														
Jahr	Kahl	1 / 4			5		6 / 7		9	10		14		13	
zahl	kahl, niedere	Rillenfl.			Krustenfl.		Blattfl.					Moose			

Abb. 31

Albisrieder Wald (Gebiet 24)

Vom Uetliberg Kulm fällt der von zwei Bachtobeln gegliederte Wald in breiten Rücken gegen die Einsattelung der Waldegg nach Norden und Nordosten ab. Im Norden durchquert ihn die grosse Zürcher Ausfallstrasse Richtung Reppischtal und die Uetlibergbahn, an der das Sumpfgebiet "Hueb" liegt. An alten Buchenstämmen waren 1936 hier die best entwickelten Rillenflechtengesellschaften der (Zürcher) Albiskette zu finden (Liebegg, Läufebach). An Koniferen waren neben Laubmoosen die schmallappigen Blattflechten am häufigsten. Die Verteilung der Epiphytenvegetation auf die sechs vorhandenen Siedlungstypen ist der des Altstetter Waldes heute noch ähnlich, obwohl der Rückgang an Rillenflechten hier stärker war. Die übrigen Siedlungstypen (schmallappige Blattflechten = Hypogymnia physodes an Koniferen; Laubmose und Punktflechten an Buchen, Eschen und Ahorn) sind heute jedoch hier üppiger vertreten als dort, besonders im südlichen Teil

beim Einzugsgebiet des Döltschibaches. Lebermoose sind auch hier, wie im Altstetter Wald, verschwunden, statt dessen Punkt-flechten häufiger (Ahorn).

An der Strasse über die Waldegg, zwischen Altstetter und Albisrieder Wald fand Vareschi an Fichte, Föhre und Buche Wimperflechten, die heute dort fehlen.

1936 : Zone III und IV / 1976 : Zone III und IV

Abb. 32

Uetliberg Osthang, nördlich und südlich der Höckleregg (Gebiete 25, 26)
Die tief eingeschnittenen Tobel und kantigen Rippen dazwischen haben ein Gelände von verschiedenster Neigung und Exposition zur Folge. Zu diesen topographischen Nischen kommt noch die eng verzahnte, abwechslungsreiche Vegetation von Wald und waldfreien Hangquellriedern dazu. Vareschi unterschied die Epiphytenvegetation folgender topographischer Einheiten:

Topographische Einheiten	Epiphytenvegetation	
	1936	1976
"äusserste Vorposten des Waldes gegen die Stadt"	"oft ohne Epiphyten"	wie 1936 meist ohne Epiphyten Ohne: - Berghof - ob Triemli NE von Rossweidliegg NW von Cholbenhof - alle Vorsprünge südl. von Meierholz
"Ausbündung der Tobel am Kettenfuss" (Beispiel an Nussbaum vom Cholben- und Berghof)	"stabile, artenreiche, geschlossene Assoziationen von Ringflechten (Optimum v. Zürich) oder Wimperflechten"	Punkt- und Ringflechten bei:- Döltschi - Juchegg - südl.v.Leiterli - oberhalb Ris sonst meist kahl
"in tieferen Stellen der Tobel"	"mit Punktflechten dominierende Gesellschaften" (<u>Lecideetum parasemae</u>)	oft wie 1936, besonders an Ahorn und Esche.
"N-exponierte Flanken der Tobel" (Beispiel unterhalb Kulm und besonders im Süden der Kette: Baldern)	"Optimum des Lebermoostypes"	Lebermoose fehlen; keine charakteristischen Siedlungstypen.
"in der Nähe der höchsten Erhebungen des Kamms"	- "Ansätze von Bartflechtengesellschaften <u>Usnea dasypoga</u> <u>Usnea hirta</u> - und Strauchflechten in kümmerlichen Exemplar" <u>Pseudevernia furfuracea</u> u. <u>Ramalina</u> -Arten	Bart- und Strauchflechten fehlen; keine charakteristischen Siedlungstypen.
Fältschen ein steiles Rutschgebiet	"epixylenfrei" (ausser einem einmaligen Fund von <u>Parmelia sulcata</u>)	gelegentlich schmalapigie Blattflechten (<u>Hypogymnia</u>), selten: <u>Parmeliopsis ambigua</u>
Waldlichtungen in der Nähe der Fältschen	"reiche Epixylenflora"	wie 1936

Abb. 33: Topographische Einheiten am Uetliberg und ihre Epiphytenvegetation 1936 und 1976.

Uetliberg: Osthang nördlich der Höckleregg (Gebiet 25)

Ausser den Laubmoosen und Wimperflechten waren 1936 alle heute vorkommenden Siedlungstypen vertreten: Grünalgen und staubige Krusten vor allem an Koniferen, Rillenflechten an Buchen und Eschen, Punktfflechten an Eschen, Ringflechten an Buchen, schmal-lappige Blattflechten an Föhren und Birken, breitlappige Blattflechten an Eichen und Lebermoose an Eschen und Ahorn. Auch heute sind (ausser Wimperflechten beim Berghof) noch alle Siedlungstypen vorhanden, aber meistens nicht mehr so häufig und zum Teil mit dem Schwerpunkt auf anderen Trägerpflanzen. Anstelle der Rillen-, Ring- und Punktfflechten der Buchen und Eschen sind Grünalgen getreten und anstelle der Lebermoose an Eschen Laubmoose. Schmallappige Blattflechten gedeihen heute nicht mehr an Koniferen, sondern vor allem an Eschen und Ahorn, die in den meisten Fällen jedoch mit Leber- und Laubmoosen besiedelt sind. Die breitlappigen Blattflechten auf einem Ahorn am Weg nahe der Annaburg sind das einzige Vorkommen dieses Siedlungstypus. Es fällt auf, dass sich alle gut, oft auch mit mehr als einem Siedlungstypus bewachsenen Bäume im oberen Teil des Hanges, etwa über 660 m ü.M. befinden.

1936 : Zone III / 1976 : Zone III

Ort: Uetliberg: Osthang nördlich der Höckleregg										Gebiet 25
Bäume		Siedlungstypen								
Arten	Gesamt anzahl	kahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
	1936 1976	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
a) Koniferen										
<i>Picea, Pinus</i>	12 22	4 15	6 7			2 -				
<i>Larix, Taxus</i>										
<i>Fagus</i>	5 34	2 10	- 11	2 9	1 2				- 2	
<i>Quercus</i>	1 15		- 10		- 2	- 1	1 -		- 2	
<i>Fraxinus</i>	5 37	- 1	1 8	1 4	1 4	- 3		2 4	- 13	
<i>Acer</i>	1 38		- 7	- 1	- 7	- 2	- 1	1 3	- 17	
<i>Betula</i>	1 2				1 -				- 2	
b) Abies		5	4	1						
<i>Alnus</i>		2		1						1
c) Konif. <i>Pic</i>	1936									
<i>Pin. Lx. Tx.</i>	1976									
<i>Fagus</i>	1936									
	1976									
<i>Fraxinus</i>	1936									
	1976									
Jahr	kahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	14	13		
zahl	kahl, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.					Moose	

Abb. 34

Uetliberg: Osthang südlich der Höckleregg (Gebiet 26)

Der südliche Teil der Uetlibergkette zeichnete sich 1936 im Vergleich zur nördlichen durch die vielfältig besiedelten Koniferen (Siedlungstypen 4,6,7,9,13) und Buchen (Siedlungstypen 1,5,10,13) und durch das Vorherrschen des Lebermoostypus aus. Das Fehlen von Laubmoosen, die heute vor allem an Eschen und Ahorn, aber auch an Eichen und Buchen gedeihen, war beiden gemeinsam. Im übrigen waren auch hier alle heute in Zürich vorkommenden Siedlungstypen (ausser Wimperflechten beim Cholbenhof) vorhanden und sind es heute noch. Die Besiedlung der Koniferen (Siedlungstypen 4 und 9) und Buchen (Siedlungstypen 1,5,14) ist artenärmer geworden. An Eschen sind heute neben einem geringen Anteil an Lebermoosen die Siedlungstypen 1,6,7,9 und 14 vorhanden. Die Eschen scheinen heute eine bedeutend reichere Epiphytenvegetation zu tragen als 1936, was auch für Ahorne gilt. Breitlappige Blattflechten sind auch hier, wie im nördlichen Teil, die Ausnahme. (Eiche in Strassennähe bei Mälikon). Die Beobachtung, dass der obere Teil des Hanges die dichtere Epiphytenvegetation aufweist, konnte auch hier gemacht werden. Der Wechsel scheint jedoch tiefer zu liegen, nämlich etwa bei 600 m ü.M.

1936 : Zone III / 1976 : Zone II (stadtwärts gerichtete Waldvorsprünge)
Zone III

Ort: Uetliberg: Osthang südlich Höckleregg											Gebiet 26	
Bäume		Siedlungstypen										
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	zahl	zahl	zahl	zahl	zahl	zahl	zahl	zahl	andere
a) Koniferen												
<u>Picea, Abies</u>	12	57	3 32	5 19		1	-	2 6		1	-	
<u>Larix, Pinus</u>	16	55	4 25	2 22	6 6			2 -	2 -	- 2		
<u>Fagus</u>	2	33	- 3	- 13		- 1	- 4	- 1	2 2	- 9		
<u>Quercus</u>												
<u>Fraxinus</u>	4	55	1 5	- 14		- 17	- 4		3 4	- 11		
<u>Acer</u>	2	62	- 5	- 9	- 5	- 8	- 8		2 5	- 22		
b) Taxus		15	10	4						1		
c) Konif. Pic	1936											
Ab. Lx. Pin	1976											
Fagus	1936											
	1976											
Fraxinus	1936											
	1976											
Jahr	zahl	zahl	1 / 4	5	6 / 7	9	10	14	13			
	zahl	zahl, niedere	Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.							

Abb. 35

Meierholz (Gebiet 27)

Am Fusse des Uetliberges streckt sich der schmale Waldstreifen in die Allmend hinaus Richtung Stadt vor. Er bildet die Abgrenzung der Schiessanlagen. 1936 fiel er durch die Vorkommen von breitlappigen Blattflechten an Buchen und Eichen auf. Heute sind - zwar noch gut deckende, aber zum Teil absterbende - schmallappige Blattflechten an Eschen und Ahorn und die Krustenflechten der Hagebuchen am Südost-Waldrand charakteristisch.

1936 : Zone II / 1976 : Zone I (Osten)
Zone II (Westen)

Ort: Meierholz																								
Gebiet 27																								
Bäume		Siedlungstypen																						
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
a) Konif. <i>Pinus</i>	1	1		-	1							1	-											
<i>Fagus</i>	3	3	-	1	-	2																		
<i>Quercus</i>	1	2										-	1	1	-									
<i>Alnus</i>	2	2		-	1				2	-														
b) Konif. <i>Picea</i>																								
<i>Abies</i>	3		1		2																			
<i>Carpinus</i>	3								2			1												
<i>Fraxinus</i>	10		1		3				1			5												
<i>Acer</i>	7		2		1							3		1										

Abb. 36

Aentlisberg (Gebiet 28)

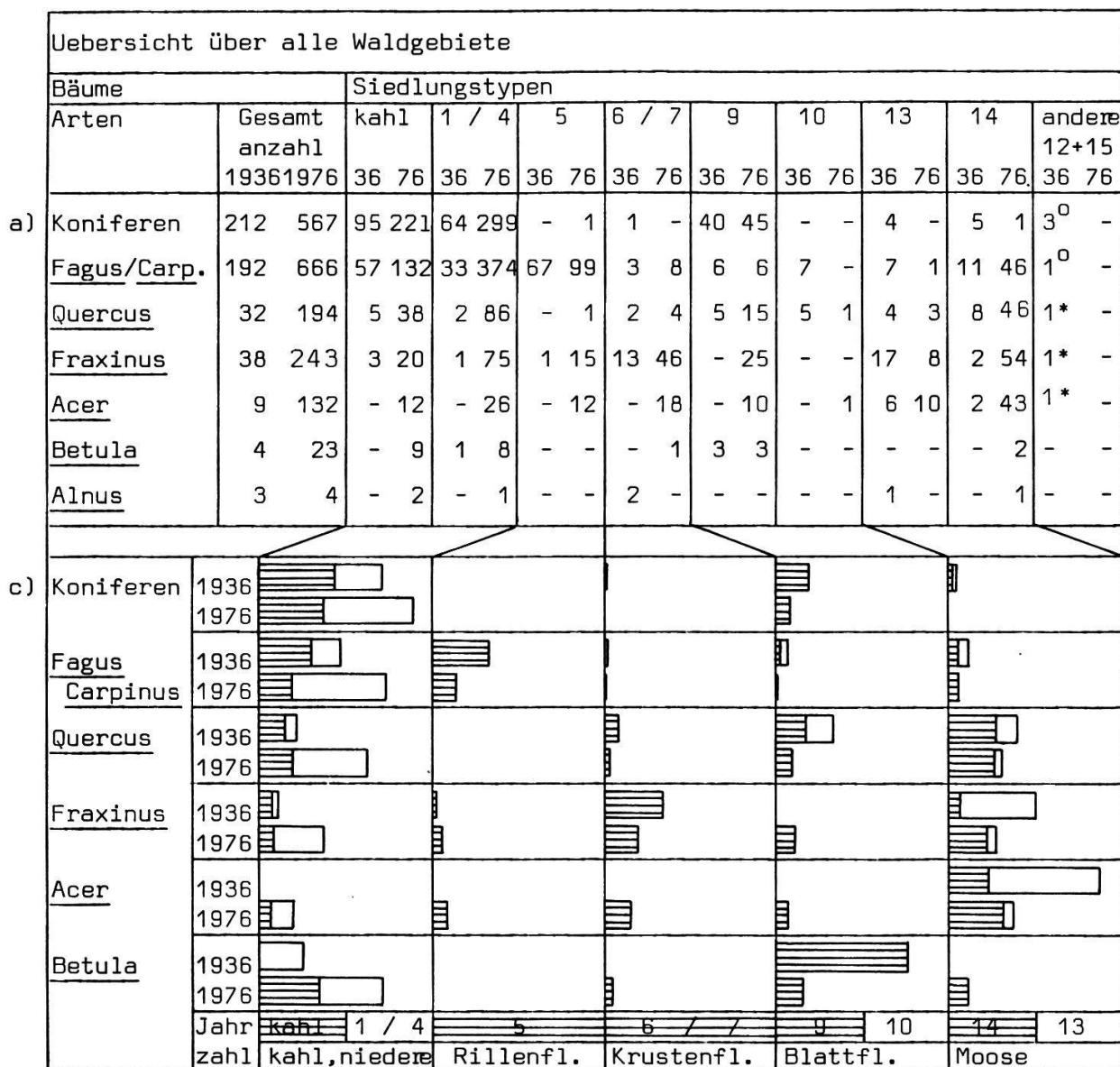
Der am Westende der Gemeinde gelegene Aentlisberg hat einen ausgeprägten, von der Sihl begrenzten Westhang und eine flache, von der Autobahn angeschnittene Ostseite. Er gliederte sich 1936 in den artenarmen, von Lebermoosen beherrschten Rücken, den artenreicheren (niedere Siedlungstypen und Siedlungstypen 5*, 7, 9 und 13) Osthang und den epiphytenfreien Westhang. Heute fehlen Lebermoose völlig. Der ganze Aentlisberg kann als epiphytenfrei bezeichnet werden. Die Vorkommen von Punktfechten und Hypogymnia physodes am Südhang ob der Sihl sind spärlich und Einzelfälle.

1936 : Zone III / 1976 : Zone I

*aus Vareschi-Text

Ort: Aentlisberg Gebiet 28											
Bäume		Siedlungstypen									
Arten	Gesamt anzahl	1936	1976	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13	14	andere
a) Konif. <u>Picea</u>											
<u>Larix</u> , <u>Pinus</u>	17	31	9 26	7 5			1 -				
<u>Fagus</u> , <u>Carp.</u>	7	39	3 15	2 22		1 -			1 -	- 2	
<u>Quercus</u>	1	16	- 9	- 7					1 -		
<u>Fraxinus</u>	2	16	- 2	- 9		- 2	- 1		2 -	- 2	
b) <u>Abies</u>			6	3	2			1			
<u>Acer</u>			7	1	6						
c) Konif. <u>Pic.</u>	1936										
<u>Lar. Pinus</u>	1976										
<u>Fagus</u>	1936										
<u>Carpinus</u>	1976										
	Jahr	1936	1976	1 / 4	5	6 / 7	9	10	13		
	zahl	kahl, niedere		Rillenfl.	Krustenfl.	Blattfl.	Moose				

Abb. 37



⁰ mit Bartflechten * mit Blütenpflanzen

Abb. 38

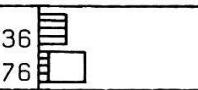
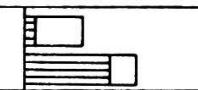
1.1.1.2. Grünlandgebiete

Darunter werden die schmalen Landwirtschaftsgebiete zwischen den Siedlungen und den Wäldern verstanden, die oft mit Obstbäumen (Pirus, Prunus und Malus) bestockt sind. Diese Bäume waren 1936 in der ganzen Gemeinde üppig und oft mit Arten von mehreren Siedlungstypen bewachsen: Niedere Siedlungstypen und Siedlungstypen 7,8,9,10,11,14 und 15, von denen die breitlappigen Blattflechten, die Wimperflechten, die Blütenpflanzen, die Strauchflechten und Laubmoose die häufigsten waren. (Abb. 39. Bei Mischtypen -mit *bezeichnet- wurde in der Sukzessionsfolge der höhere Siedlungstyp der beiden angegeben). Die breitlappigen Blattflechten wurden von Vareschi besonders erwähnt, die im Süden des Adlisberges (Looren) "für das Stadtgebiet ihre grösste Entfaltung" hatten, aber auch am Oeschbrig, in Affoltern und ob Leimbach (Albis und Zürichberg) üppig gediehen. Heute ist die Vielfalt des Obstbaumbewuchses zurückgegangen und neben vielen kahlen Bäumen dominieren - fast ausschliesslich die Hypogymnia physodes - die schmallappigen Blattflechten. Bemerkenswerte Ausnahmen bilden die Birnbäume des Rütihofes und des Tobelhofes mit den einzigen Funden von Strauchflechten (Evernia prunastri).

An den Alleebäumen des unteren Limmattales (Populus-Arten, Robinia Pseudo-Acacia, Aesculus Hippocastanum), die 1936 zur Hälfte mit Blattflechten bedeckt waren, gedeihen heute die üppigsten Wimperflechten der Gemeinde. Dies betrifft vor allem die Pappeln beim Juchhof (Abb.40 und auch Abb.43: Wimperflechten Schwamendingen).

Die Nussbäume trugen 1936 meistens Ringflechten. Heute herrschen, wenn überhaupt bewachsen, Punktfflechten und Blattflechten vor. (Abb.41). Beim Adlisberg könnte es sich um den gleichen Baum wie 1936 handeln, dessen Stamm heute von Parmelia scortea und Pertusaria ganz bedeckt ist.

Grünland: Obstbäume (Pinus, Prunus, Malus)

Ort		Bäume	Siedlungstypen																
bei Waldgebiet Nr.		Gesamt anzahl	1936	1976	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	
Rütihof	2	2	11	-	1	-	1			2	-	-	6			-	3		
Oberaffoltern	3	1	5	1	-	-	1						-	4					
Weid	6+7	3	6			-	3			*2	-	-	3	1	-				
Schwamendingen	15	3	17	2	2	-	7			-	1	-	4	1	-			3	
Tobelhof	17+18	+	17									-	8	-	5	-	3	-	1
Looren	16+17+18	3	10									-	4	*1	5	*2	-	-	1
Oeschbrig	19	1	1							*1	-		-	1					
Girhalden	23	3	5	-	2	-	1					1	2	1	-	1	-		
Unterleimbach	26	1	1	-	1													1	-
Mittelleimbach	26	2	4			-	1					-	*2					*2	*1
Sihlhof	28	1	1									-	*1	1	-				
alle Obstbäume		1936		1976															
		Jahr	Kahl	1 / 4	5	6 / 7	8	9	10	8	9	10	8	11	14	13			
		zahl	kahl, nied.		Krustenfl.		Blattfl.						Wimp.+Strauch		Moose				

* Mischtypen / + 1936 ausschliesslich Blütenpflanzen

Abb. 39

Grünland: Alleebäume * (Robinia, Populus, Aesculus)

Ort		Bäume	Siedlungstypen																
bei Waldgebiet Nr.		Gesamt anzahl	1936	1976	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	36	76	
Juchhof	22	3	16	1	1	1	1			-	4	-	9			1	-	-	1
Allmend Höngg	4	3	3	1	1								1	2	1	-			

* 1976 nur Populus

Abb. 40

Grünland: Juglans

Ort bei Waldgebiet Nr.	Bäume Gesamt anzahl 1936/1976	Siedlungstypen										
			kah1	1 / 4	6	7	9	10	14	15	36 76	36 76
Adlisberg	16+17	1 1						1 1				
Balgrist	21	2 1				1 -	- 1					1 -
Berghof	24+25	1 1			- 1	1 -						
Cholbenhof	25	3 1 - 1				2 -			1 -			

Abb. 41

1.1.1.3. Bebautes Gebiet

Die bebaute Fläche der Gemeinde Zürich gehört heute fast ausschliesslich zur Epiphytenwüste (Zone I). Aus Karte 2 (im Anhang) geht ihre Ausdehnung von heute und von 1936 hervor. Laut Definition (S.13 und Tabelle im Anhang) können in der Zone I neben den Siedlungstypen Grünalgen und staubige Krusten (Candelaria concolor) noch einzelne Arten von höheren Siedlungstypen vorkommen:

Lecidea parasema (Punktflechten)

Xanthoria parietina (Wimperflechten)

Parmelia borreri (Breitlappige Blattflechten)

Parmelia scorteae (Breitlappige Blattflechten)

Frullania dilatata (Lebermoose)

Hypnum cupressiforme (Laubmoose)

Vareschi bezeichnete das Vordringen von Candelaria concolor und Parmelia borreri - beides Arten, die heute in der Gemeinde kaum mehr vorkommen - als charakteristisch für die Stadt Zürich. Heute beschränken sich die vereinzelten Epiphytenfunde innerhalb der Zone I vor allem auf Hypogymnia physodes (Siedlungstypus 9 an Ahorn) und Physcia ascendens, P.tenella und Xanthoria parietina (Siedlungstypus 8 an Pappeln), ausser letzterer alles Arten, die 1936 in dieser Zone nicht vorkamen. Selten werden sie von Parmelia scorteae und vereinzelten Laubmoosen, meist Hypnum cupressiforme, begleitet. Noch seltener kommen die andernorts als resistent beschriebenen Lecidea- und Lecanora-Arten (Siedlungstypen

6/7) vor. Grünalgenbezüge mit Baccidiä chlorococca hingegen sind überall in der Stadt gleich häufig anzutreffen wie ganz kahle Bäume. Hierin machen einzig Buchen und Koniferen eine Ausnahme, die meistens kahl sind.

Die häufigst bewachsenen Baumarten sind verschiedene Ahorn-Arten (Siedlungstypus 9) und Pappein (Siedlungstypus 8); dann folgen Ulmen, die von keinem Siedlungstypus bevorzugt werden und Eichen, Eschen, Linden, Robinien und Nussbäume (meist Siedlungstypus 9).

In Abb. 42 sind auffallende Epiphytenvorkommen der Stadt aufgeführt. Die Orte der Epiphytenvorkommen lassen sich typisieren: Häufig handelt es sich um Alleen, Wohnquartierstrassen und z.T. auch stark frequentierte Verkehrstrassen. Oft sind es Grünflächen (z.B. bei Schulhäusern) oder Anlagen entlang stehender oder fliessender Gewässer. Geographisch konzentrieren sich die Epiphytenvorkommen auf vier Stadtteile:

- Im Nordosten der Stadt, das Glattal hinter dem Milchbuck (Abb.43, Gebiet 29)
- Westteil der Stadt, das Limmattal (Abb.43, Gebiet 30)
- an die Albiskette angrenzender Westrand der Stadt, von Albisrieden bis Wollishofen (Gebiet 31)
- Südostteil östlich des Zürichsees (Abb.44, Gebiet 32).

Vareschi unterschied folgende Gebiet:

- Schmale Waldstreifen, die weit in die Stadt hineingreifen und die dadurch lokalklimatisch begünstigt sind. (Hottingen, Hirslanden, Riesbach, Aentlisberg). Sie bildeten "Invasionswege, längs denen gewisse Siedlungstypen aus der Normalzone" weit gegen das Stadtzentrum hineinwanderten. (Bsp.: Linkes Seeufer, Wolfbach, Werenbach mit den Siedlungstypen 10 und 14. Abb.44)
- Alleen am Rande des Stadtraumes mit nitrophilen Epiphytengesellschaften (Siedlungstypus 8; Bsp.: Limmattal, Waffenplatz und Albisgüetli, Winterthurerstrasse, Birmensdorferstrasse, Abb.43).

Solche Invasionswege können heute nicht mehr gefunden werden; ihnen entlang sind die meisten Bäume kahl. (Abb.44). Alleeäume hingegen sind heute oft von Epiphyten bewachsen, liegen aber inzwischen nicht mehr am Stadtrand. (Abb.43).

Vorkommen von auffallenden höheren Siedlungstypen im bebauten Gebiet (1976)

Quartier u Nr. Gebiet Karte 2	Ortsangabe	Typisierung Standort	Trägerbaum			Siedlungstypen					
			Allee			7	8	9	14	ander	
			G	V	Q						
29: Neu-Affol- " tern Seebach " Schwamen- " dingen	Binzmühlestr.			o	o					x	
	Neubrunnenstr.			o		o			x	x	
	Schaffhauserstr.		o			o				x	
	Schulh. Hohenring	o				o			x		
	Ueberlandstr.		o			o			x	x	x
	Winterthurerstr.		o				o			+	
	Dübendorferstr.		o				o	Aescul.	x	x	
30: Limmattal: Höngg "	Kürbergsteig	o			o					x	
	Bombachmündung	o						Robinia			x
	Hohenklingenstr.			o			Robinia			x	
	Hardhof/Fischerweg	o				o			x		
31: Albisrieden " Aussersihl Triemli " Wiedikon Stadtzentr. Wollishofen " Enge	Albisriederstr.		o		o					x	
	Schulhaus Utogrund	o			o					x	
	Badener-XHerdernstr.		o		o					x	
	Gutstrasse		o			o				x	
	Friedhof Sihlfeld	o					Robinia			x	
	Wasserschöpfi			o			Fraxin.			+	
	Wiedingstr.			o			Robinia			x	
	Botanischer Garten	o					Quer.U1.	x		x	
	Kilchbergstr.			o			Ulmus			x	
	Schulh. Kilchbergstr.	o					Fraxin.			x	
	Strandb. Mythenquai	o			o					x	
	Alfred Escherstr./"		o			o			x	x	
	Kurfürstenstr.			o	o					x	
32: Riesbach " Zürichhorn Eierbrecht Hottingen Fluntern	Lindenstr.			o			Tilia			+	
	Bellerive-XFröhlich.		o				Ulmus		x	x	x
	Neumünsterallee			o	o					+	x
	Südstr.	o				o			x	x	
	Nähe Landestelle	o				o				x	
	Balgristweg	o					Jungla.			x	
	Drusbergstr.			o			Ulmus			+	x
	Bungertwies (Wolfb.)	o			o					x	
	Gladbach-X Siriusstr.	o			o				x	x	x

x kümmerlich bis normal ausgebildet

G Grünanlagen

+ gut ausgebildet

V Allee an einer Verkehrsstrasse

A Acer
P Populus

Q Allee an einer Quartierstrasse

Alleebäume im Limmattal und Glattal (Schwamendingen)

Ort	Bäume		Siedlungstypen								
	Arten 1976	Gesamt anzahl 19361976	Kahl	1 / 4	6 / 7	8	9	14	andere		
			36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
Fischerweg und Hardhof	<u>Populus+</u> <u>Aesculus</u>	4 13	- 2	- 6	- 1	4 3	- 1				
Höngg: Risi u. Hohenklingenstr.	<u>Populus+</u> <u>Robinia</u>	4 10	- 6	- 1		4 -	- 2	- 1			
Winterthurerstr. Dübendorfstr.	<u>Populus</u>	5 9			- 1	5 7	- 1				
Ueberlandstr.	<u>Acer</u> *	3 24	- 3	- 3	- 5	3 7	- 7	- 2			

* 1936: Populus - Allee / 1976: Acer - Allee

Abb. 43

"Invasionswege": Hottingen - Hirslanden - Riesbach

Bäume		Siedlungstypen								
Arten	Gesamt anzahl 19361976	1 / 4	6	8	9	10	13	14	15	
		36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76	36 76
<u>Quercus</u>	2 -				1 -			1 -	1 -	
<u>Fraxinus</u>	3 -		2 -							
<u>Betula</u>	2 -	1 -		1 -						
<u>Obstbäume</u>	4 -	1 -			1 -		1 -			
<u>Juglans</u>	1 1				- 1	1 -				
<u>Alleebäume</u>	1 1			- 1		1 -				
<u>Acer</u>	- 2				- 2					
<u>Ulmus</u>	- 1				- 1					

Abb. 44

1.1.2. Allgemeine Entwicklungstendenzen seit 1936

Im Gegensatz zum vorangehenden Kapitel sollen hier die atypischen Einzelfunde, die oft bezüglich Wasser, Licht oder Nährstoffen an begünstigten Stellen gedeihen, nicht mehr berücksichtigt und nur noch die Vorkommen der häufigsten Siedlungstypen aller Gebiete miteinander verglichen werden.

1.1.2.1. Siedlungstypen und Trägerpflanzen

In Abb. 45 ist die Veränderung der Siedlungstypen auf den vier häufigsten Baumarten und -gruppen seit 1936 in allen Gebieten dargestellt. Es geht auch daraus hervor, welche Siedlungstypen für welche Bäume, resp. Rinden, charakteristisch sind.

Siedlungstypen 1/4

Grünalgen und staubige Krusten, die heute meistens gemeinsam auftreten und keine Trägerpflanze speziell bevorzugen, sind an allen vier Baumgruppen in Zunahme begriffen.

Siedlungstypus 5

Rillenflechten, die vorwiegend an glattrindigen Bäumen wachsen, sind in den letzten 40 Jahren seltener geworden. Es ist derjenige Siedlungstypus, bei dem die Vitalitätseinbusse am deutlichsten ist. Nur selten können fruktifizierende Lager gefunden werden.

Siedlungstypen 6/7

Punkt- und Ringflechten, die meistens zusammen auftreten und für Eschen charakteristisch sind, kommen an Koniferen nicht mehr vor. An den übrigen Baumarten halten sich die Neuauftritte und die Verluste im Gleichgewicht.

Siedlungstypus 9

Die schmallappigen Blattflechten, die 1936 in erster Linie an Koniferen und häufig auch an Eichen vorkamen, verhalten sich an den verschiedenen Baumgruppen unterschiedlich: Von Buchen sind sie ganz und von Koniferen zum grossen Teil verschwunden. An Eschen und vor allem an Eichen treten sie heute häufiger auf.

Siedlungstypus 10

Die breitlappigen Blattflechten sind heute ganz verschwunden, sowohl von der Buche, der Hagebuche und der Eiche.

Siedlungstypus 12

Bartflechten, die 1936 noch auf Koniferen gefunden wurden, sind auch auf diesen Bäumen verschwunden.

Siedlungstypus 13

Lebermoose sind von allen Trägerbäumen stark zurückgewichen. Einzig an Eschen und Eichen gedeihen sie selten noch.

Siedlungstypus 14

Laubmoose wachsen heute nur noch an Laubbäumen, am häufigsten sind sie auf Eschen und Eichen.

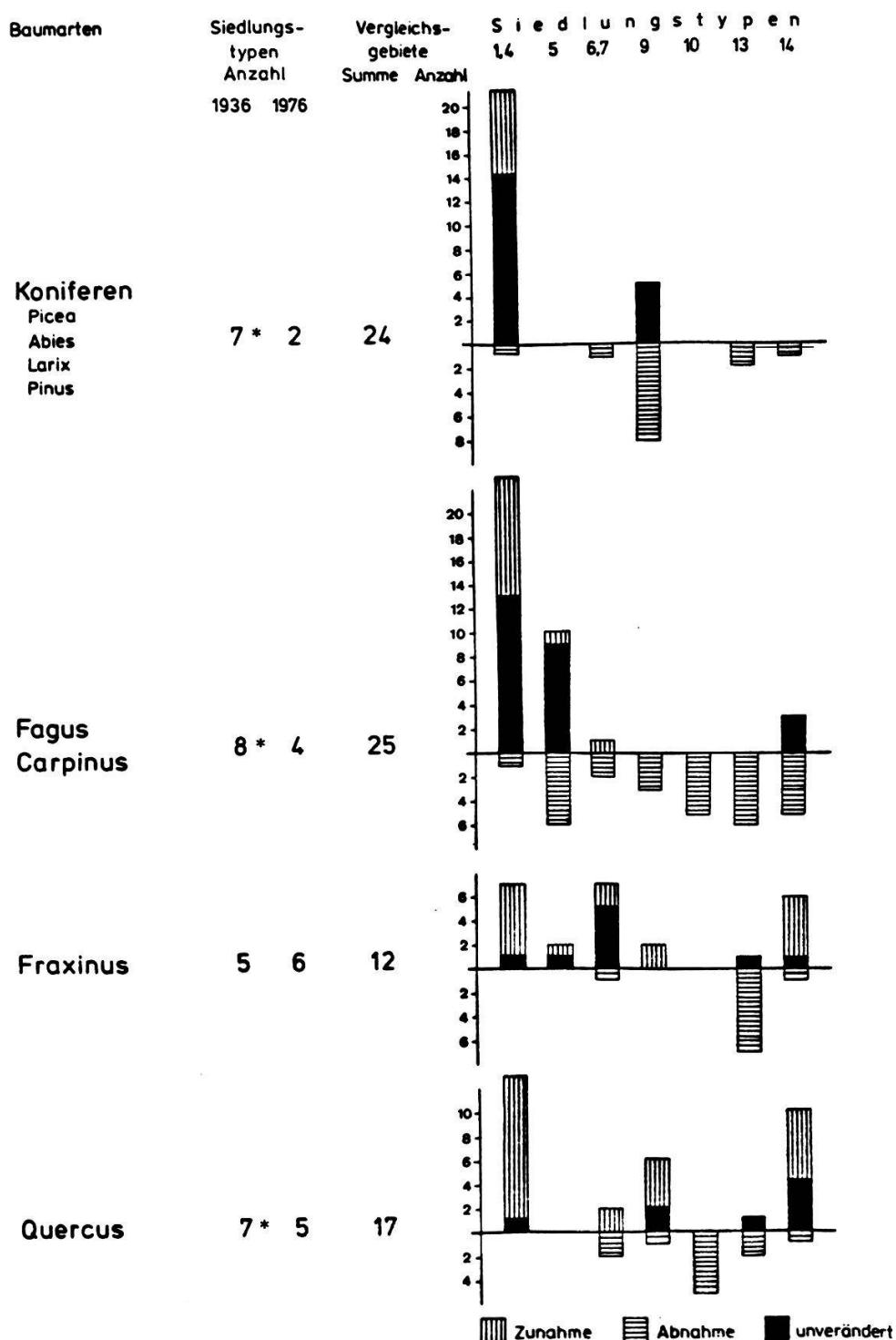


Abb. 45: Zu jeder Baumart (-gruppe) wird die Anzahl der 1936 und 1976 vor- kommenden Siedlungstypen und die Anzahl Vergleichsgebiete, in der die Baum- art anzutreffen war, angegeben. Die Säulen geben die Anzahl Vorkommen des ent- sprechenden Siedlungstypus innerhalb der Vergleichsgebiet an, wobei unterteilt wurde in

- Anzahl Gebiete, in denen der Siedlungstypus 1936 und 1976 gleichgeblieben ist.
- Anzahl Gebiete, in denen dieser Siedlungstypus heute fehlt.
- Anzahl Gebiete, in denen dieser Siedlungstypus neu auftritt.

Hohe Säulen bedeuten häufige Siedlungstypen. *: Mit den Siedlungstypen 12 und 15.

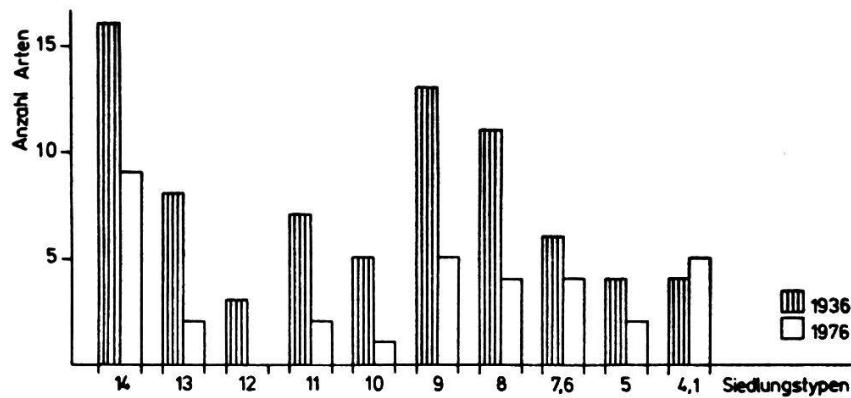
1.1.2.2. Siedlungstypen und ihre Arten 1936 - 1976

Die Tabelle im Anhang ergibt eine Uebersicht über die Artenzusammensetzung der Siedlungstypen 1936 und 1976. Um den Vergleich zu erleichtern, werden die Arten einiger Gattungen von 1936 dort nicht einzeln aufgeführt, sondern in Abb. 46, einer Ergänzung zu dieser Tabelle wiedergegeben. Hier werden auch die 1976 neu gefundenen Arten aufgezählt.

ST	1936	1976	
	Arten; in der Tabelle als Gattungen aufgeführt, oder zu Gattungen zusammengefasst.	Gattungen, deren Arten nicht oder nur teilweise bestimmt sind.	Neue Arten * = relativ häufig
1	"kugelige Grünalgen": - <u>Pleurococcus vulgaris</u> - <u>Protococcus viridis</u> - <u>Stichococcus dissectus</u> - <u>Chlorella vulgaris</u> <u>Candelaria concolor</u>	"kugelige Grünalgen"	"fädige Grünalgen" * <u>Baccidia chlorococca</u>
5	<u>Opegrapha viridis</u> <u>O. varia</u> <u>O. cinerea</u>	<u>Opegrapha spec.</u>	
4	<u>Lepraria chlorina</u> <u>L. aeruginosa</u>	<u>Lepraria spec.</u>	<u>Ochrolechia alboflavescens</u> *
6	<u>Ledicea parasema</u> (= <u>L. elaeochroma</u>) <u>Buellia alboatra</u>	<u>Lecidea spec.</u>	<u>Buellia punctata</u>
7	<u>Pertusaria amara</u> <u>P. globulifera</u> (= <u>P. albescens</u>) <u>P. communis</u> (= <u>P. colliculosa</u>) <u>Lecanora subfusca</u> <u>L. hageni</u> <u>L. carpinea</u> <u>L. atra</u>	<u>Pertusaria spec.</u> <u>Lecanora spec.</u>	<u>Pertusaria discoidea</u> <u>Lecanora fusca</u> <u>L. conicaea</u>
8			<u>Physconia grisea</u> * <u>Physcia biziana</u>
9			<u>Hypogymnia bitteriana</u> <u>Parmelia verruculifera</u> <u>P. elegantula</u> <u>P. acetabulum</u> * <u>Parmeliopsis ambigua</u>
11	<u>Cladonia digitata</u> <u>C. pyxidata</u>	<u>Cladonia spec.</u>	
13		<u>Frullania spec.</u> <u>Cephalozia spec.</u> <u>Lophocolea spec.</u>	
14	<u>Syntrychia ruralis</u> <u>Ulothia crispula</u> <u>Orthotrichum speciosum</u> <u>O. affine</u> <u>Dicranum viride</u> <u>Neckera crispa</u>	<u>Syntrychia spec.</u> <u>Ulothia spec.</u> <u>Orthotrichum spec.</u> <u>Dicranum spec.</u> (u.a. <u>D. viride</u>)	<u>Syntrychia latifolia</u> <u>S. papillosa</u> <u>Ulothia crispa</u> <u>Orthotrichum diaphanum</u> <u>O. pumilum</u> <u>Dicranum montanum</u> <u>Neckera pennata</u> <u>Zygodon viridissimus</u> <u>Plagiothecium laetum</u>

Abb. 46: Ergänzung zur Tabelle im Anhang

Abb. 47: Artenzahl der Siedlungstypen 1936 und 1976



Die häufigsten Arten aller Siedlungstypen sind seit 1936 von 76 auf 32 (davon vier neue) zurückgegangen.

Abb. 47 zeigt den Artenrückgang innerhalb der einzelnen Siedlungstypen: Alle Siedlungstypen sind artenärmer geworden außer Siedlungstypus 1, bei dem heute -zwar seltener als kugelige- auch fädige Grünalgen und Baccidia chlorococca vorkommen. Die Siedlungstypen 5,6,7 haben sich bezüglich ihrer Artenanzahl und -garnitur am wenigsten verändert. Am meisten Arten haben die Siedlungstypen 12 (alle), 10 (4 von 5), 11 und 13 (2 von 7 bzw. 8) verloren. Der Rückgang in den 1936 und 1976 artenreichsten Siedlungstypen 14, 9 und 8 um gut die Hälfte steht bei allen in ähnlichen Verhältnissen, nämlich 16:9, 13:5 und 11:4.

1.1.2.3 Veränderungen der Epiphytenvegetation in Abhängigkeit von der geographischen Lage und der Topographie.

Die Veränderung ist nicht in allen Stadtteilen gleich verlaufen. Im flacheren Norden und Osten der Stadt ist der Epiphytenrückgang viel deutlicher als an der steilen Albiskette im Westen. Hier hat sich der Flechtenbestand seit 1936 nicht wesentlich verändert. Die Höhenlage scheint einen entscheidenden Einfluss zu haben auf die Siedlungstypen.

In Abb. 48 sind die 28 Waldgebiete in Bezug auf ihre Lage und Entfernung vom Stadtzentrum in drei Gruppen aufgeteilt worden: Nord und Nordwest: Gebiet 1-9, Ost und Nordost: Gebiet 10-21, West: Gebiet 22-28.

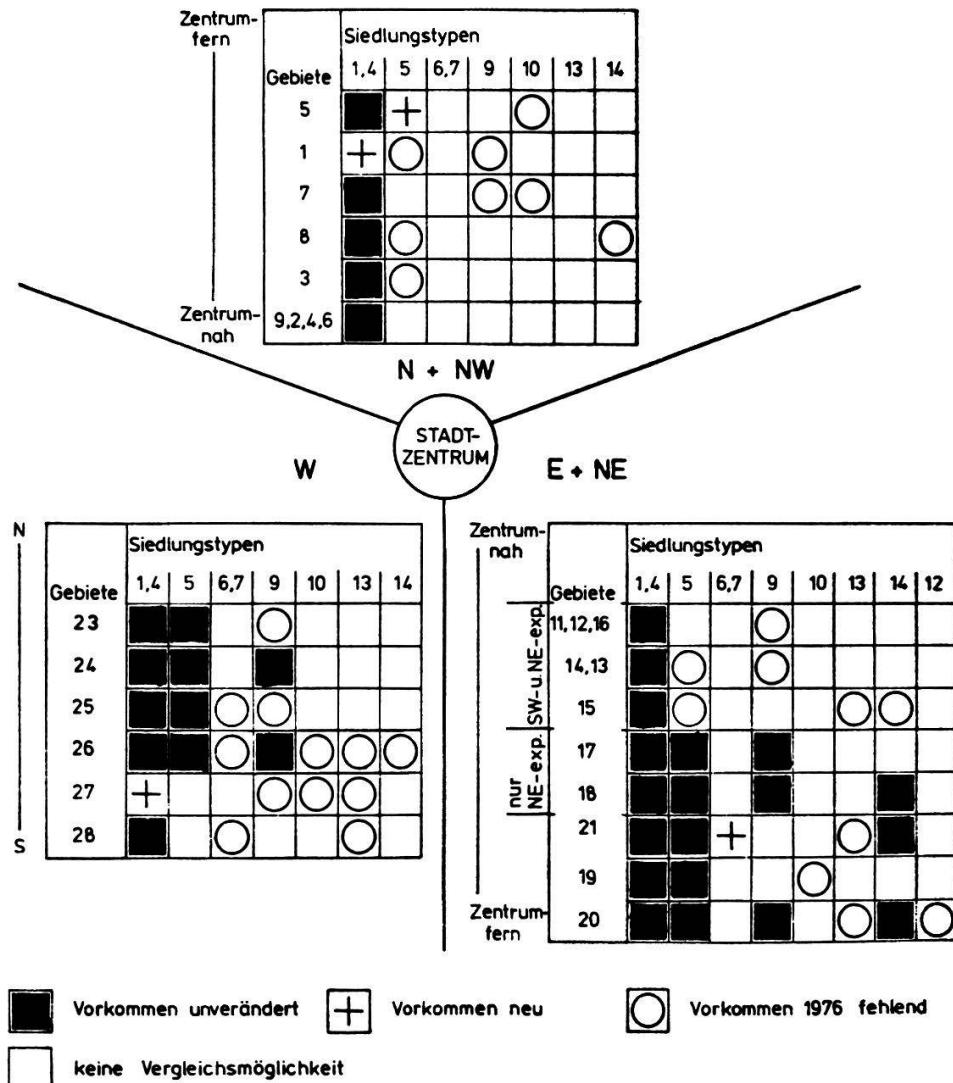
Innerhalb dieser drei Gruppen soll die Veränderung der Epiphytenvegetation seit 1936 anhand der beiden häufigsten und mit den höchsten Vergleichszahlen vertretenen Baumgruppen, der Koniferen und Buchen/Hagebuchen, gezeigt werden. Ausnahmen und Siedlungstypen, die weniger als 1/10 des Bewuchsbes einer Baumart ausmachen, wurden weggelassen. In Fällen, wo das Verhältnis der Anzahl Bäume zwischen 1936 und 1976 gross ist, d.h. wo von 1976 viel mehr Daten vorlagen, wurden nur die häufigsten Siedlungstypen von 1976 berücksichtigt. Die Gebiete sind nach Entfernung zum Stadtzentrum (Nord und Ost) angeordnet. Folgende Veränderungen werden unterschieden:

Vorkommen seit 1936 unverändert

Vorkommen seit 1936 neu

Vorkommen fehlend

Abb. 48: Die Veränderung der Epiphytenvegetation an Koniferen und Fagus / Carpinus seit 1936.



Die Gebiete im Norden und Nordwesten der Stadt waren schon 1936 die Epiphytenärmsten und haben seither alle höheren Siedlungstypen verloren (5,9,10,14). Einzig am Chatzensee treten Rillenflechten (5) neu auf.

Die Gebiete im Osten und Nordosten der Stadt zeigen eine deutliche Abnahme der Epiphytenvegetation in Stadtnähe. Am ganzen Zürichberg und am Südwestrand des Adlisberges sind alle höheren Siedlungstypen verschwunden (5,9,13,14). Am stadtabgewandten Adlisberg sind die gleichen Siedlungstypen vertreten wie 1936 (5, 9). Allerdings fehlten die empfindlichsten Siedlungstypen 10 und 13 hier schon damals (vergl. Abb.50: Bachser Kartierung).

Im östlichsten, 1936 epiphytenreichsten Stadtzipfel kommen die Siedlungstypen 12, 10 und 13 nicht mehr vor.

Die Gebiete im Westen der Stadt haben sich vor allem in Bezug auf ihre Epiphyten an Koniferen und Buchen/Hagebuchen verändert, und vier höhere Siedlungstypen (6/7,10,13,14) verloren. Sie lassen sich durch die beiden Baumgruppen der Koniferen und Buchen/Hagebuchen jedoch ungenügend charakterisieren. Denn am Steilhang (Gebiet 25 und 26) dominiert die Esche. Nur hier kommen auf ihr neben den Siedlungstypen 5,6/7,9 und 14 noch Lebermoose vor.

1.2. Soziologische Aufnahmen

1936 wurden innerhalb des Gemeindegebietes 49 Aufnahmen an 14 Baumarten gemacht, wobei 57 Arten registriert wurden. Es war nur noch in wenigen Fällen möglich, die Aufnahmen am gleichen Baum wie 1936 zu wiederholen, weil die meisten Standorte nicht so genau zu eruieren waren, um sicher zu sein, es handle sich um den gleichen Baum und weil sechs Bäume sicher gefällt wurden. Deshalb wurde die Aufnahme an einem der Beschreibung entsprechenden Baum derselben Art gemacht. Ihre genaue Gegenüberstellung 1936/1976 in Vegetationstabellen ist somit nicht gerechtfertigt; aber ein Vergleich der 43 Aufnahmen in groben Zügen wird im folgenden dennoch versucht:

- 11 Bäume und ihre Artgenossen der weiteren Umgebung des Aufnahmestandes sind kahl. (1936: Minimum 5 Epiphyten-Arten, Maximum 10 Epi-

phyten-Arten.) Sie sind im eigentlichen Stadtgebiet, an den Westhängen des Zürich- und Adlisberges und am Aentlisberg gelegen.

- 9 Bäume und ihre Artgenossen in der weiteren Umgebung des Aufnahmestandes sind ausschliesslich mit grünen Ueberzügen oder Opegrapha-Arten bewachsen. (1936: Minimum 2, Maximum 8 Arten . Ort: Dägnerriet, Gebiet Nr. 16.)
- 23 Bäume, die heute noch von mehr als einer Art bewachsen sind (bis 10 Arten, 1936: Bis 23 Arten pro Aufnahme), weisen alle eine viel geringere Deckung auf. Folgende 19 Arten sind heute mit einer Deckung von 5-25 % (auf eine Stammhälfte bezogen) vertreten:

Graphis scripta*

Opegrapha spec.*

Lepraria spec.*

Lecidea spec.*

Pertusaria spec.

Lecanora spec.*

Xanthoria parietina

Physcia tenella

Physcia ascendens

Hypogymnia physodes*

Parmelia sulcata

Parmelia fuliginosa

Parmelia elegantula

Parmelia scorteae

Hypnum cupressiforme*

Hypnum filiforme

Leucodon sciuroides

Orthotrichum spec.

Pylaisia polyantha

* = Arten mit Deckungsgrad
25% und mehr.

spec.: Die Arten dieser Gattung
wurden nicht bestimmt.

1936 waren es 27 Arten, von denen mehr als die Hälfte mit Dekkungsprozenten 25% und mehr auftraten. Von dieser Gruppe sind ein Nussbaum und zwei Birnbäume mit grosser Wahrscheinlichkeit noch dieselben; sie weisen die grösste Anzahl gemeinsamer Arten auf.

Die Veränderung der Artenzahl in den 23 Aufnahmen ist in Abb. 49 dargestellt. Die Aufnahmen sind nach Stadtregionen und innerhalb dieser nach Einzelgebieten geordnet. Die Arten wurden ihren Siedlungstypen zugeordnet. Ihre Abweichung gegenüber 1936 wird in Zahlen mit +/=/- bezeichnet. Die Anzahl Aufnahmen pro Gebiet steht am Tabellerand.

Ort der Aufnahmen		Siedlungstypen										Anzahl Aufnahm.
Gebietskarte	2	4	5	6/7	8	9	10	11	13	14		
Limmattal	22/30			+2	-4	+2	-1	+1			=	3
Norden und Nordwesten der Stadt	1		+1			-4					-1	1
	4	-1	+1	-2	+3	-1	-2	-1	-2	+1		4
	5	+1		+1		=	+1					1
	8	-1	-3	-2		+1			-2	-1		3
Osten der Stadt	10	=	-1	=	-1					-2	-1	1
	15	=	-1	-1		-2	=	=	-4	-3		3
	16/17	+1		+1	-2	=	-2	-5	-2	=		2
	21	-1	+1	-3	-1	-3	-1		-1	-2		4
Westen der Stadt	25/26	=	-1	-1	-4	-2	-2	-2	-1	-5		1

= gleiche Anzahl der Arten / + Zunahme der Artenzahl / - Abnahme der Artenzahl
(leer: keine Arten dieses Siedlungstypus vertreten in dieser Aufnahme.)

Abb. 49: Die Veränderung der Artenzahl in den soziologischen Aufnahmen seit 1936.

Innerhalb aller Siedlungstypen überwiegen die Abnahmen. Die grössten Artenverluste in allen Gebieten weisen die Lebermoose auf. Einzelne Gebiete stechen durch die Zunahme von Arten hervor. Im Limmattal (Gebiet 22) und auf der Allmend Höngg (Gebiet 4) ist das auf die gut bewachsenen Pappeln zurückzuführen, im Hänsiried (Gebiet 5) auf eine Birke.

1.3. Epiphytenzonen

Die Zonenkarte ist aus der Siedlungstypen-Kartierung und den Definitionen der Zonen (Tabelle im Anhang) entstanden. Die Zonen I, II, und III sind im Gemeindegebiet deutlich vertreten, nicht aber die Zone IV. Zum Vergleich wurde deshalb die Gegend nordöstlich von Bachs kartiert, ein Gebiet, in dem die Zone IV vorhanden war. So war es möglich, den Übergang zwischen den Zonen IV und III Richtung Zürich festzustellen.

1.3.1. Vergleichskartierung Bachs

Der Sanzenberg, die nordöstliche Begrenzung des Bachsertales, eignet sich als Vergleichsgebiet zu Zürich aus Klima- und Immissionsüberlegungen. Das Bachsental ist ein immissionsarmes Gebiet in Stadt Nähe mit geringen klimatischen Unterschieden zur Stadt. Es ist ein von Wäldern umgebenes, kantonales Landschaftsschutzgebiet, das dünn besiedelt ist, landwirtschaftlich genutzt wird und von grossen Verkehrsstrassen und Industrien verschont geblieben ist (und bleiben soll). Zudem eignet sich der Sanzenberg gut wegen seiner klaren topographischen Gliederung. Der fast tafelförmige Berg fällt nach allen vier Hauptexpositionen mehr oder weniger steil ab, weist auch Tobel und feuchte Waldlichtungen auf. Die Kriterien der Zone IV (S.17) werden im Gebiet von Bachs eindeutig erfüllt: Siedlungstypen 5,6,7,9 und 14 können eine Stammhälfte bis zu 100% decken.

In Abb.50 ist die 200 Beobachtungen umfassende Kartierung des Sanzenberges zusammengefasst. Da die Abhängigkeit des Epiphytenbewuchses von der Exposition und der Neigung in Gegensatz zu Zürich deutlich zu erkennen ist, wurde nach Geländeeinheiten und Siedlungstypen aufgegliedert. Es wurden die vier Baumgruppen Koniferen, Buchen, Eichen und Eschen berücksichtigt. Von den bewaldeten Plateaulagen (6 verschiedene Siedlungstypen) über die Hänge (8 und 9 Siedlungstypen) zu den Waldrändern (10 Siedlungstypen) nimmt die Vielfalt an Siedlungstypen zu. Der Bewuchs der Ebenen und der Nord- und West-exponierten Hänge ist zwar dicht (Siedlungstypen 1,4,5,9,14), aber verglichen mit den Süd- und Ost-exponierten Hängen und Waldrändern (zusätzlich Siedlungstypen 6,10,13) weniger divers. Auch innerhalb der Baumgruppen besteht ein

zunehmender Gradient von Koniferen (mit 5 verschiedenen Siedlungstypen) über die Buche und Esche zu der Eiche (mit 8 Siedlungstypen). Laubmose sind als einziger Siedlungstyp gelände- und trägerunabhängig.

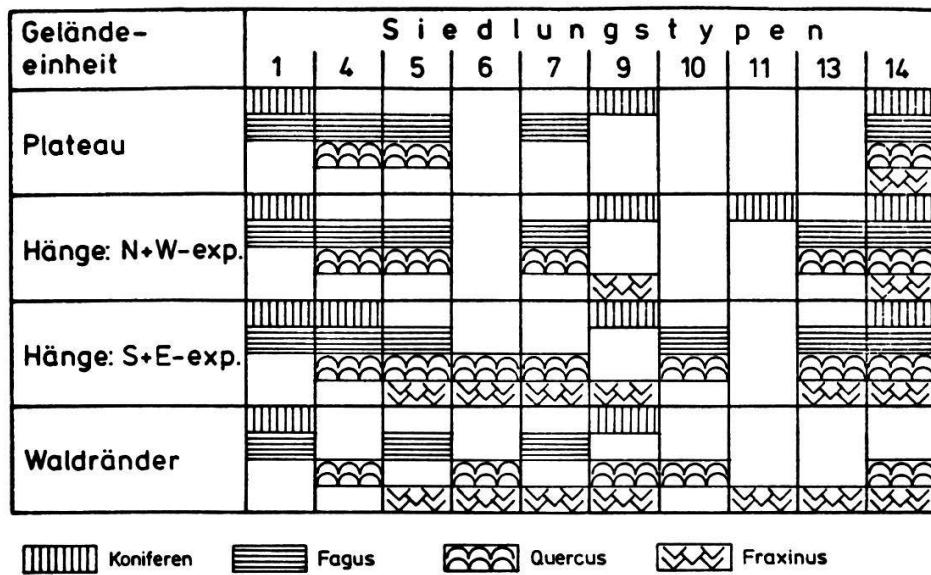


Abb. 50: Bewuchs der vier Baumgruppen, Koniferen, Buchen, Eichen und Eschen, geordnet nach Geländeeinheiten, am Sanzenberg bei Bachs.

1.3.2. Zonenkarte 1976 (Karte 4 und 2 im Anhang)

Die Kartierung von Bachs diente als Beispiel für einen optimalen Bewuchs in der Zone IV. Von dieser bis zur Zone I im Stadtzentrum gibt es alle Übergänge, deren Abgrenzung schwierig ist.

- Die Zone I umfasst heute das gesamte bebaute Gemeindegebiet der Stadt Zürich samt den Waldfächern Chäferberg, Hürstholz, westlicher Zürichberg und Adlisberg, ausser dem östlichen Schwamendingen.
- Zone II bildet einen schmalen Gürtel um die Zone I, der aber im Glattal (Wallisellen und Dübendorf) nach Osten ausgreift.
- Zone III ist im Südwesten der Stadt schmal und durch den Uetlibergkamm begrenzt. Im Limmattal erstreckt sie sich bis nach Dietikon. Nördlich und vor allem östlich der Stadt wird sie breiter und reicht bis nach Regensdorf, Chatzensee, Rümlang, Kloten, Wangen und Schwerzenbach.

1.3.3. Vergleich mit 1936 (Karten 3 und 4 im Anhang)

In den letzten 40 Jahren hat sich die Zone I von drei Zentren (Industriequartiere Oerlikon und Limmattal samt Gaswerk und Stadtzentrum um den Hauptbahnhof) auf fast die ganze bebaute Fläche ausgedehnt. Grosse Veränderungen sind im Bereich der Zone II vorsich gegangen; diese reicht heute bis nach Wallisellen und Dübendorf (1936: Zone I) und war 1936 im Westen durch den Zürichberg und den Südwesthang vom Adlisberg und im Norden durch Schwamendingen, Oerlikon und Affolten begrenzt. Als einziges Gebiet kann der südliche Gubrist und der Chatzensee heute (Zone III) einer höheren Zone zugeordnet werden als 1936 (Zone II). Zone III hat sich an der Uetlibergkette in ihrer West-Ost-Ausdehnung gegenüber 1936 kaum verändert, sich aber im Norden nach Norden und Westen ausgedehnt.

2. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

2.1. Analysen des Stammabflusses

Das Ziel des Stammabflussversuches ist es, Sulfit-, Sulfat-, und pH-Werte des Stammabflusses und des Niederschlages entlang einem Gradienten Stadt-Land zu bestimmen und ihre Variabilität bezüglich der Jahreszeit zu erfassen (S. 6, S. 20). Von den vier Versuchsstationen (Karte 1 im Anhang) lagen zwei in der Zone I - eine im Zentrum und eine am Rand-, eine an der Grenze von der Zone II zu Zone III und eine in Zone IV. Die Messtermine der Entnahme von Stammabfluss charakterisiert Abb. 51.

Datum (1975)	Temp. (°C) *1	SO ₂ (µg/m ³) *2	Dauer (Tage)
20. Jan.	4	242	9
13. Feb.	3	163	11
3. März	3	242	10
6. März	8	136	2
27. März	3	109	0
5. Juni	10	45	0
11. Juni	15	59	5
24. Juni	17	29	0
11. Aug.	21	36	17
°Winter	4	178	-
°Sommer	16	42	-

° Durchschnittswerte / Jahreszeit

*1 gemessen an der MZA, Zürichberg

*2 gemessen an der Beckenhofstrasse (Stadtzentrum) vom Gesundheitsinspektorat Zürich.

Abb. 51: Die Daten der Stammabflussentnahme, bzw. Dauer der vorangegangenen regenfreien Periode, Temperatur und Schwefeldioxid-Gehalt während dieser Zeit.

In Abb. 52 werden die arithmetischen Mittelwerte der Stammabfluss- und Niederschlagsanalysen nach Stationen und Daten aufgeführt. (Die pH-Werte wurden entlogarithmisiert gemittelt). Die Sulfat- und pH-Werte innerhalb der sechs Buchen an den einzelnen Stationen zeigen vor allem in der Stadt und im Winter ziemlich starke Schwankungen. Diese erwiesen sich als zufällig und nicht durch Grösse oder Form der einzelnen Bäume bedingt. Auch die Bestandesdichte hat keinen statistisch gesicherten Einfluss auf diese beiden Messgrössen. (Rang-Korrelationstest nach Spearman, Weber 1972). Aus diesen Gründen und den schwer kontrollierbaren mesoklimatischen Faktoren (Regenintensität*, Wind), die wohl einen Teil zu diesen Schwankungen beitragen, war es gerechtfertigt, die Messungen aller sechs Buchen pro Station und Datum zu mitteln.

* Der Regenfall musste mindestens so intensiv sein, dass an allen Stationen 500 ml Stammabfluss gesammelt werden konnte.

Datum (1975)		Durchschnitts werte/Station	Stammabfluss				Niederschläge			
			Stadt		Land		Stadt		Land	
			Station				Station			
			4	3	2	1	4	3	2	1
W i n t e r	20.Jan.	SO3	-	-	-	-	0,07	0,01	0,06	0,02
		SO4	759	377	212	98	12,0	2,0	4	1
		pH	2,2	2,5	2,4	2,4	3,8	3,3	3,4	2,9
	13.Feb.	SO3	0,03	< 0,01	0,01	0,01	0,06	0,41	0,11	0,8
		SO4	914	209	438	99	10	23	11	7
		pH	2,1	2,2	2,4	3,1	4,2	6,0	4,2	4,8
	3.März	SO3	0,01	0,01	-	< 0,01	0,32	-	0,11	0,01
		SO4	459	340	-	84	49	-	24	5
		pH	2,3	2,3	-	3,0	5,8	-	6,4	5,0
	6.März	SO3	0,02	0,01	-	-	0,17	0,13	0,1	-
S u m m e r		SO4	401	256	-	-	19	15	14	(37)
		pH	2,3	2,5	-	-	5,2	5,6	6,3	4,8
	27.März	SO3	-	-	-	-	0,25	0,17	0,09	0,03
		SO4	261	123	303	45	10	20	-	4
		pH	2,6	2,7	2,7	3,2	4,4	5,0	3,6	3,6
	5.Juni	SO4	53	43	43	23	5	5	6	5
		pH	3,4	3,4	3,3	3,3	3,9	4,5	3,8	3,8
	11.Juni	SO4	41	37	80	25	8	9	12	7
		pH	3,3	3,4	3,5	3,5	3,3	3,5	3,6	5,2
	24.Juni	SO4	21	13	7	10	3	3	2	3
S u m m e r		pH	3,6	3,7	3,7	3,5	3,4	3,7	3,5	3,2
	11.Aug.	SO4	21	15	1	8	1	<1	<1	<1
		pH	4,7	4,3	4,6	4,0	5,1	4,4	3,9	4,8
	Winter		* Saison							
			SO3	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,16	0,18	0,09
			SO4	582	247	293	81	20	15	13 (11)
S u m m e r	Sommer		pH	2,3	2,5	2,5	2,8	4,2	3,9	3,7
			SO3	-	-	-	-	-	-	-
			SO4	34	27	33	17	4	5	5
			pH	3,5	3,6	3,6	3,5	3,6	3,8	3,7

*Durchschnittswerte aller Daten/Saison

Abb. 52: Sulfit, Sulfat und pH-Wert von Stammabfluss und Niederschlägen im Winter und im Sommer, von vier Stationen

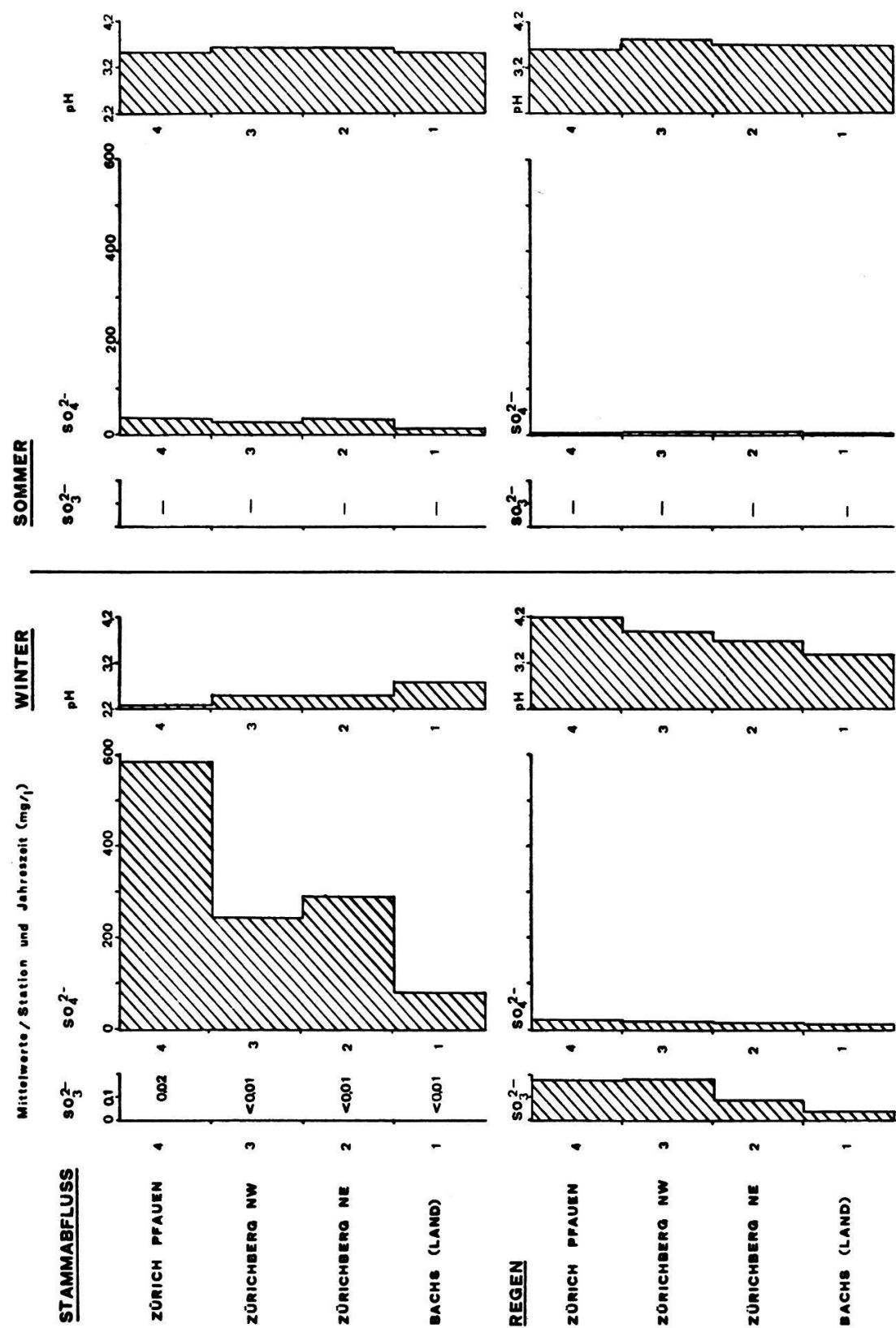


Abb. 53: Sulfit, Sulfat und pH-Wert des Stammabflusses und der Niederschläge im Winter und im Sommer

2.1.1. pH-Wert, Sulfit- und Sulfatgehalt und ihre jahreszeitliche Veränderung entlang dem Stadt-Land-Gradienten

Abbildung 53, die graphische Darstellung zu der vorangehenden Tabelle (Abb.52), stellt die Tendenzen im Stammabfluss und in den Niederschlägen zusammenfassend dar: Am auffallendsten sind die hohen winterlichen Sulfatgehalte und niedrigen pH-Werte des Stammabflusses in der Stadt. Von diesem Schwerpunkt aus ist sowohl ein Stadt-Land- als auch ein Winter-Sommergradient festzustellen: Mit fallendem Sulfat- (und Sulfit-)gehalt steigt der pH-Wert von Station 4 über die Stationen 2,3 und 1 in Richtung Land. Im Winter ist diese Tendenz besonders stark ausgeprägt, im Gegensatz zum Sommer, wo diese Reihenfolge nur für den Sulfatgehalt, nicht aber für den pH-Wert statistisch gesichert ist. In Abb.54 werden die Prüfgrößen T des parameterfreien Rangkorrelations- testes nach Lemmer, Stocker und Reinach wiedergegeben.

	Winter		Sommer	
	Rang der Stationen	T	Rang der Stationen	T
Stammabfluss: pH	4,2,3,1	25,4*	1,3,4,2	6,7
SO ₄ ²⁻	1,3,2,4	31,6*	1,2,3,4	23,6*
Niederschläge: pH	1,4,2,3	4,6	4,2,1,3	5,8
SO ₄ ²⁻	1,2,3,4	3,4	1,2,3,4	1,0
SO ₃ ²⁻	1,2,3,4	4,5	-	-

*mit 95% Wahrscheinlichkeit gesicherte Unterschiede zwischen den Stationen. χ^2 geprüft.

Abb. 54: Rangfolgen des pH-Wertes und des Sulfatgehaltes der Stationen 1,2,3 und 4.

Sulfit-Gehalt SO₃²⁻

Der Sulfitgehalt ist sowohl im Stammabfluss als auch im Niederschlagswasser sehr gering. Im Stammabfluss konnten im Winter nie höhere Werte als 0,01 mg/l nachgewiesen werden mit Ausnahme vom Stadtzentrum (Station 4: 0,03 mg/l).

In den Niederschlägen ist er im Durchschnitt 10mal höher als im Stammabfluss und steigt vom Land Richtung Stadt an. Wegen der niederen Winterwerte wurde die Sulfitbestimmung im Sommer nicht

mehr durchgeführt, da dann noch niedrigere Werte zu erwarten waren.

Sulfat-Gehalt SO_4^{2-}

Der durchschnittliche Sulfatgehalt des Stammabflusses ist im Winter in der Stadt etwa 10mal höher als im Sommer.

- Station 4: Maximum Winter, Februar = 914 mg/l
- Station 4: Maximum Sommer, Juni = 21 mg/l

Die Unterschiede von Winter zu Sommer sind auf dem Land bedeutend geringer (Station 1, Februar bzw. Juni: 99 mg/l, 10 mg/l). Auch im Verlauf der Jahreszeiten sind die Schwankungen auf dem Land am geringsten. Sowohl in der Stadt als auch auf dem Land ist der Sulfatgehalt im Januar und Februar am höchsten, sinkt dann im Verlauf des Jahres ab und erreicht im Juni den Tiefststand, der im August unverändert ist.

Der Sulfatgehalt der Winterniederschläge liegt etwa bei 10 - 20 mg/l und ist etwa dreimal so hoch wie der im Sommer (5 mg/l). Im Sommer sind, im Gegensatz zum Winter, auch keine Stadt-Land-Unterschiede mehr festzustellen.

pH-Wert

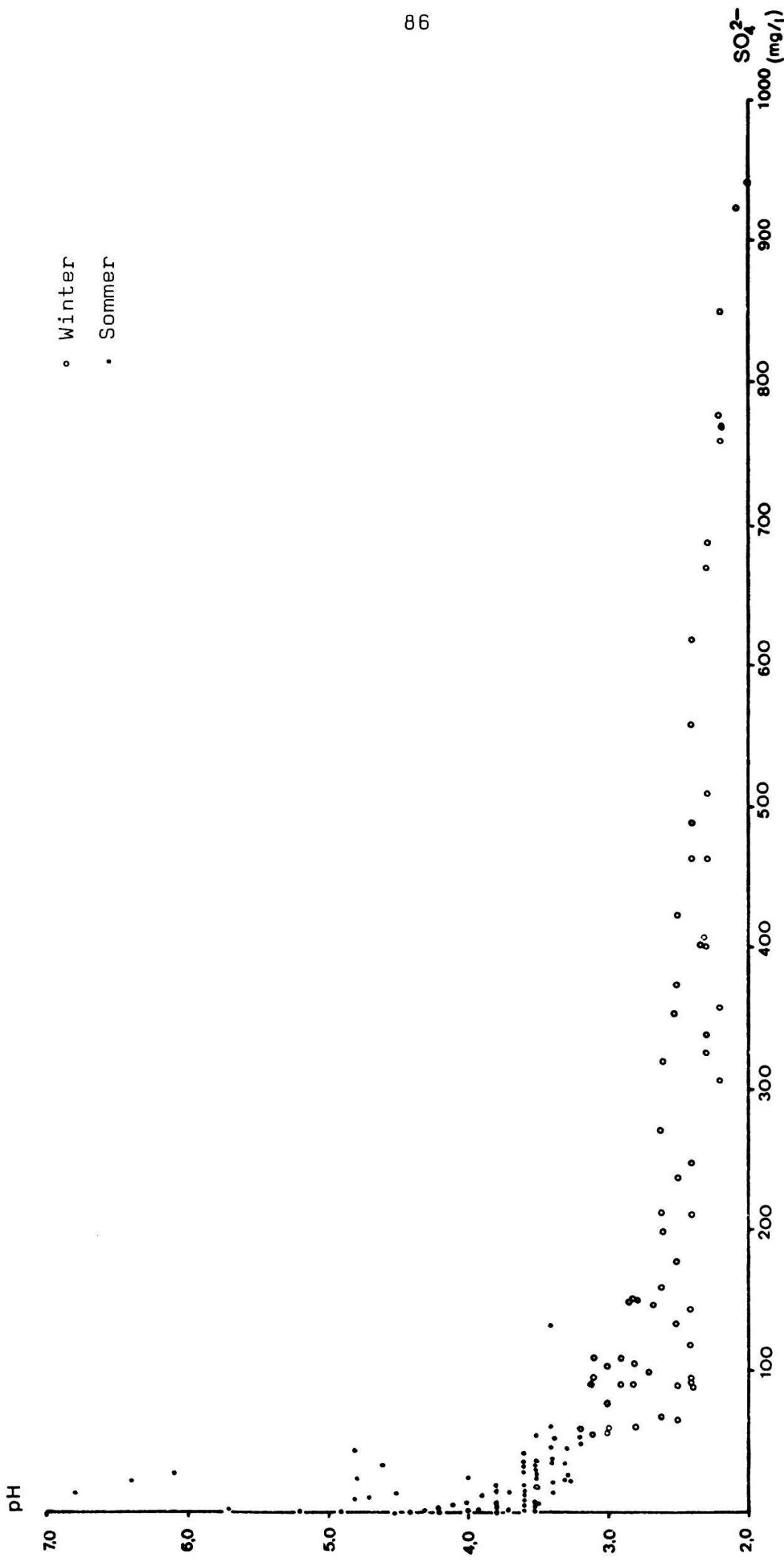
Die pH-Schwankungen des Stammabflusses der Stationen und Daten innerhalb einer Saison sind relativ gering. Am auffallendsten sind die tiefen Winterwerte des pH in der Stadt, besonders im Zentrum (Station 4 im Februar: pH 2,1). Auf dem Land liegen sie durchschnittlich um eine halbe bis eine Einheit höher. Der pH steigt im Sommer in der Stadt um etwas mehr als eine Einheit an und erreicht ungefähr den gleichen Wert wie auf dem Land. Auffallend ist der pH-Sprung vom Juni zum August sowohl im Stammabfluss als auch in den Niederschlägen. Es ist bemerkenswert, dass der Sulfatgehalt dabei unverändert bleibt (s. Abb. 52).

Die pH-Werte der Niederschläge schwanken stark und sind im Winter deutlich höher als jene des Stammabflusses. Sie erreichen in der Stadt ihr Maximum. Im Sommer sind die Unterschiede zwischen Stadt und Land und auch zwischen Stammabfluss und Niederschlägen ziemlich ausgeglichen.

2.1.2 Zusammenhang zwischen Sulfat und pH-Wert

Abb. 55 stellt die hyperbolische Abhängigkeit von Sulfatgehalt

Abb. 55: Korrelation zwischen pH-Wert und Sulfatgehalt im Stammabfluss



und pH-Wert des Stammabflusses dar. (Es wurden die Messungen der einzelnen Stämme und aller Daten verwendet.) Es kann eine deutliche Grenze zwischen Winter und Sommer, resp. zwischen unbelaubtem und belaubtem Zustand der Buchen beobachtet werden: der pH-Wert sinkt im Sommer (Punkte) nicht unter 3,2 Einheiten; der Sulfatgehalt sinkt im Winter (Ringe) nicht unter 60 mg/l und die Wertepaare beider Jahrezeiten überlappen sich nicht.

2.1.3. Bleigehalt

Um einen Anhaltspunkt über die Größenordnung von weiteren Verschmutzungskomponenten im Stammabfluss zu erhalten, wurden die Konzentrationen von Blei bestimmt. Abb. 56 zeigt die Durchschnittswerte des Winters und Sommers an allen vier Stationen für den Stammabfluss und die Niederschläge. Der Bleigehalt der Niederschläge entspricht den von der EAWAG gemessenen Durchschnittswerten, die im Winter allgemein höher liegen als im Sommer. Der Bleigehalt des Stammabflusses ist im Sommer mit dem der Niederschläge vergleichbar; im Winter liegt er besonders in der Stadt sehr viel höher.

	Stammabfluss				Niederschläge			
	Station				Station			
	4	3	2	1	4	3	2	1
Winter	3,28	1,24	0,57	0,05	0,17	0,34	0,19	0,04
Sommer	0,09	0,04	0,02	0	0,02	0,10	0,02	0

Abb. 56: Durchschnittliche Bleigehalte (mg/l) im Stammabfluss und in den Niederschlägen

2.2. Sprühversuch mit Stammabfluss

Das Ziel dieses Versuches war es, den Einfluss vom städtischen Stammabfluss (pH 2,7, Sulfatgehalt 100 mg/l) auf Epiphyten an ihrem natürlichen Standort zu beobachten (S.24). Die für den Versuch ausgewählten fünf Buchen waren verschieden alt und dementsprechend mit verschiedenaltrigen Epiphyten bewachsen. Es wurden nur deutlich umrissene Arten und Exemplare in die Zählung miteinbezogen, nämlich die Arten:

Flechten: Graphis scripta, mit und ohne Apothecien

Parmelia fuliginosa

Moose: Frullania dilatata

Pylaisia polyantha

Ulotha crispa

Die Gattung Lepraria und besonders ältere Individuen der Gattung Opegrapha wurden nicht berücksichtigt, da sie schwer von ihrer Umgebung abzugrenzen waren.

In Abb. 57 sind ihre Flächenanteile und Individuenzahl/Baum vor und nach dem dreimonatigen Versuch aufgeführt. Am Ende des Versuches konnten gesunde, teilgeschädigte und ganz abgestorbene Exemplare unterschieden werden. Als teilgeschädigt wurden all jene eingestuft, an denen verschiedene Farbtönungen beobachtet werden konnten. Einige Exemplare von Parmelia fuliginosa waren gar nicht mehr vorhanden; in diesen Fällen handelt es sich wahrscheinlich um Frass von Schnecken oder Tausendfüßlern, die sich gerne im Schutz des Plastikdaches aufhielten.

Abb.57 zeigt, dass Parmelia fuliginosa die grössten Flächenanteile der Gesamtfläche zu Versuchsbeginn, bzw. die meisten Exemplare verloren hat. Es folgt Graphis scripta, von der vor allem die apothecientragenden Teile geschädigt wurden. Beide Arten weisen an allen Bäumen einen ähnlichen prozentualen Schaden auf. Die Schadfläche der Moose an den drei Bäumen variiert viel mehr. Verglichen mit dem Astmoos Pylaisia polyantha scheint das Lebermoos Frullania dilatata jedoch am stärksten, das Polstermoos Ulotha crispa am wenigsten geschädigt worden zu sein.

Epiphyten- art	Baum Nr.	Versuchsbeginn		Versuchsende					Geschädigte Gesamtfläche mm ²	in % v. Ver- suchsbeginn
		Anzahl Indivi- -duen*1	Gesamtflä- che mm ² (=100%)	Anzahl Gesund	Individuen teilge- schädigt	abge- storben	*1			
<u>Graphis scripta</u>	1	2	7602, davon Rand: 2761 Apoth: 4841	0	2	0	4672, davon Rand: 157 Apoth.: 4515	61, davon 2	59	
	2	4	12089, davon Rand: 5252 Apoth: 6837	0	4	0	5294, davon Rand: 26 Apoth.: 5268	44, davon 0,2		
	5	9	5888, davon Rand: 5888 Apoth.: 0	2	7	0	2667, davon Rand: 2667 Apoth.: 0	45, davon 45		
<u>Parmelia fuligina</u> osa	3	8	4412	1	0	7	4296	97 *2		
	4	8	629	1	1	6	517	82 *2		
	5	29	5370	5	5	19	4490	84 *2		
<u>Frullania dilatata</u>	3	2	640	1	1	0	68	11		
	5	8	596	3	1	4	233	39		
<u>Pylaisia polyantha</u>	3	10	16944	8	2	0	1572	9		
	4	3	5524	2	1	0	50	1		
	5	5	1453	4	1	0	578	40		
<u>Ulothia crispa</u>	3	20	1337	20	0	0	0	0		
	4	24	8319	23	1	0	901	11		
	5	4	671	4	0	0	0	0		

*1 Bezieht sich bei Moosen auf die Anzahl zusammenhängender Moospolster

*2 Teilweise wegen Tierfrass. Rand ohne Apothecien (Apoth.)

Abb. 57: Die Veränderung von Epiphyten nach dreimonatiger Behandlung mit Stammabfluss

2.3. Einfluss des pH-Wertes auf das Wachstum von Flechtenpilzen in Reinkultur

Die fünf Flechtenpilze wuchsen auf den mit Zitronen- resp. Schwefelsäure angesäuerten Medien in gleicher Weise. Aus Abb. 58 und 59 ist ersichtlich, dass zwischen den einzelnen Arten deutliche Unterschiede in bezug auf ihre pH-Toleranz bestehen: Der Pilz der nithrophilen Flechte Xanthoria parietina gedeiht auf den angesäu-

erten Substraten schon bei pH 4 im Minimum. Es folgen die nitrophile Flechte Physcia stellaris und Parmelia scorteia, deren Pilze beim pH 3,5 zu wachsen aufhören. Die beiden Arten Hypogymnia physodes und Pseudevernia furfuracea besitzen die pH-tolerantesten Pilze, die bei pH 3,5 noch das optimale (=Wachstum der Kontrolle) und bei pH 2,5 das minimale Wachstum aufweisen. Auffallend ist, dass die Pilze der Flechten Hypogymnia physodes, Physcia stellaris und Pseudevernia furfuracea auf dem mit Zitronensäure angesäuerten Substrat den pH-Wert von 4,0 um eine bis zwei Einheiten zu erhöhen vermochten. Kein Pilz hat jedoch den pH-Wert des Schwefelsäure-Substrates verändert. Dieses Phänomen könnte damit erklärt werden, dass gewisse Pilze fähig sind, organische Säuren abzubauen.

Flechten- art	Wachstum der Flechtenpilze												pH nach der Sterilisation
	Kontr- olle	Z.	S.	Z.	S.	Z.	S.	Z.	S.	Z.	S.	Z.	
	5,2	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8	2,4	2,3	1,8	1,8		
<u>Xanthorina</u> <u>parietina</u>	+++ 5,1	++ 4,2	++ 4,0	- 3,4	- 3,3	- 2,9	- 2,8	- 2,4	- 2,3	- 1,8	- 1,8		Bonitierung pH d.Kultur*
<u>Physcia</u> <u>stellaris</u>	+++ 6,5	+++ 6,1	+++ 4,1	+++ 3,7	++(+) 3,2	- 2,9	- 2,8	- 2,4	- 2,3	- 1,8	- 1,8		
<u>Parmelia</u> <u>scorteia</u>	+++ 4,6	+++ 3,5	+++ 3,5	++ 3,5	++ 3,5	- 2,9	- 2,9	- 2,4	- 2,3	- 1,8	- 1,8		
<u>Hypogymnia</u> <u>physodes</u>	+++ 5,7	+++ 5,9	+++ 3,9	+++ 3,6	+++ 3,0	+++ 2,9	++(+) 2,7	(+) 2,5	(+) 2,3	(+) 1,9	- 1,9		
<u>Pseudevernia</u> <u>furfuracea</u>	+++ 4,5	+++ 5,2	+++ 3,7	+++ 3,7	+++ 3,0	+++ 3,0	+++ 2,6	+	+	-	-		

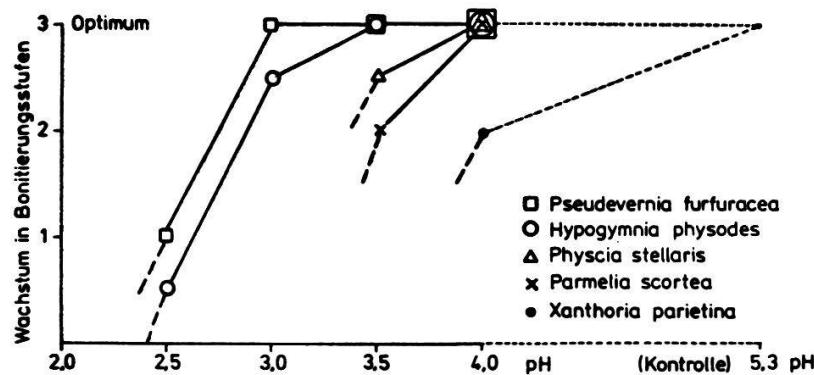
Z.= Zitronensäure-Substrat / S.= Schwefelsäure-Substrat

* pH-Wert der Kultur am Ende des Versuches

Bonitierung: +++ optimales Wachstum, ++ mittleres Wachstum - kein Wachstum
 + kümmerliches Wachstum

Abb. 58 : Wachstum verschiedener Flechtenpilze auf angesäuertem Nährmedium

Abb. 59 : Das Verhalten verschiedener Flechtenpilze gegenüber sauren Nährmedien



E. DISKUSSION

Mit dem Anstieg der Bevölkerung (seit 1936 um 32%) und dem von ihr veränderten städtischen Ökosystem veränderten sich die Epiphytenzonen in Zürich ähnlich wie in anderen untersuchten Städten. Die bebaute Fläche ist während der letzten 40 Jahre um 59% (Karte 2: schraffierte Fläche = Stadtgrösse 1936) angestiegen und damit auch Industrie und Verkehr.

Wie solche Veränderungen das M e s o k l i m a der Stadt beeinflussen, zeigt Schlatter (1975) in Vergleichen verschiedener Klimafaktoren im Freiland und in der Stadt. Winde aus allen Richtungen werden abgeschwächt; Nebeltage sind halb so häufig wie auf dem Land; die relative Luftfeuchtigkeit liegt 5% (Jahresmittel) tiefer, was durch die erhöhte jährliche Niederschlagssumme und grössere Anzahl Tagen mit Niederschlägen jedoch wieder etwas ausgeglichen wird. An klaren Sommertagen bildet sich über dem Stadtzentrum eine Wärmeinsel mit 5°C Temperaturdifferenz zum Stadtrand (Abb.60, maximale Differenz der Luftfeuchtigkeit: 15-20%), die aufgrund von Stichprobenmessungen im Winter nicht wesentlich anders aussieht. Diese Temperaturdifferenz wird durch die topographische Lage von Zürich in einem Kessel mit ansteigenden Hügeln verstärkt. Die Verhältnisse der S c h w e f e l d i o x i d - E m i s s i o n e n in der Stadt wurden vom Gesundheitsinspektorat für jedes Quartier errechnet und in einem Katalo-ster dargestellt (Abb.61).

Dass die Wirkung der beiden Faktoren Emission und Klimaveränderung auf Epiphyten schwer zu trennen ist, zeigt die Uebereinstimmung der Wärmeinsel und des Schwefeldioxid-Katasters (Abb. 60 und 61) mit der Epiphytenzonenkarte (Karte 3 im Anhang) in wesentlichen Punkten. Im Talboden des Limmattales mit der Altstadt und dem Industriezentrum, wo die Luftzirkulation am geringsten ist, die Wärme und die Schwefeldioxid-Emissionen hingegen am grössten sind, breitet sich die Epiphytenzone I aus, die sich bis zum Oerliker Industriezentrum im Glattal zieht, wo die Voraussetzungen für die Luftzirkulation ebenfalls ungünstig sind.

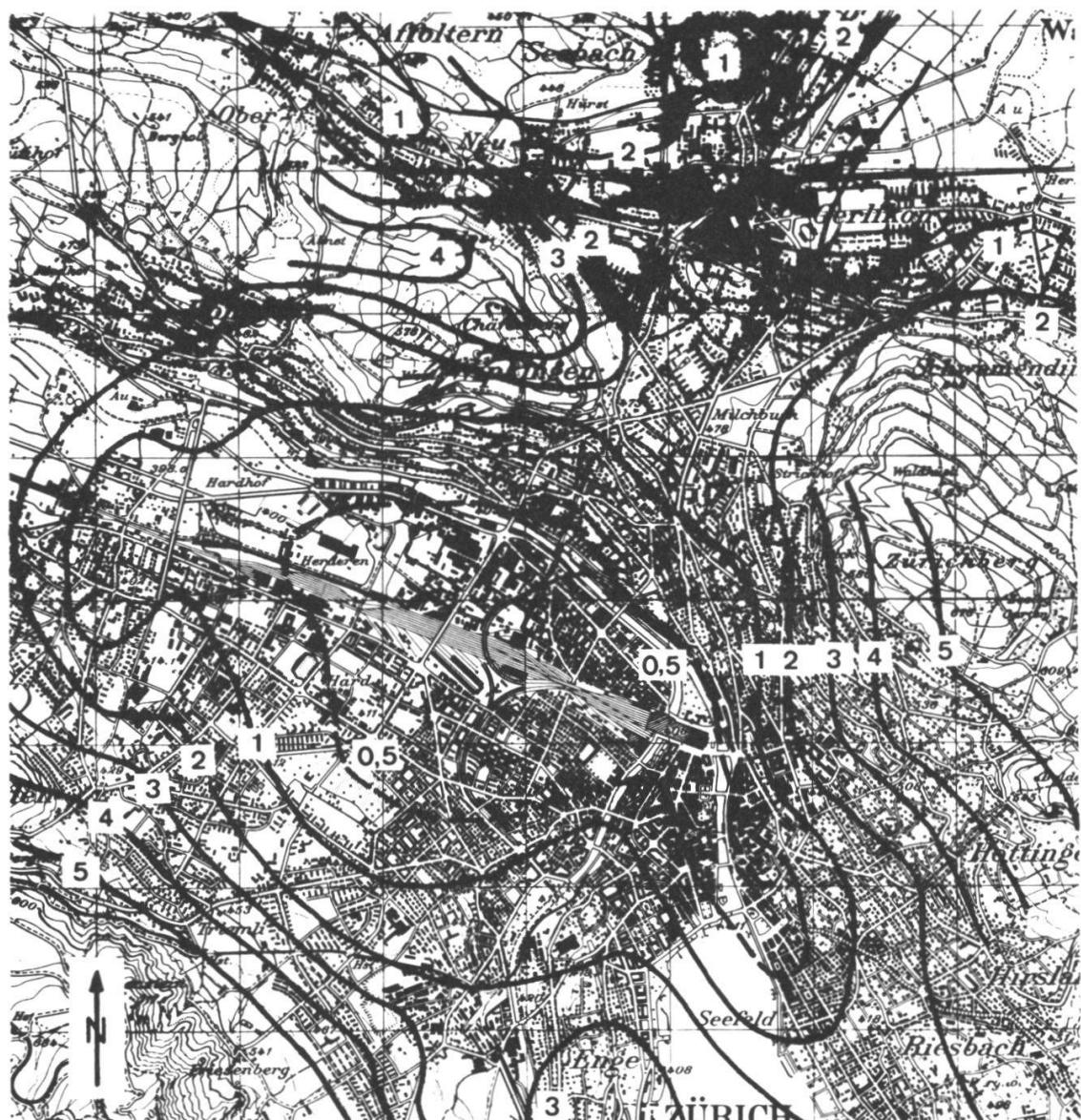


Abb. 60: Wärmeinsel an einem klaren Sommerabend.

Isolinien: Abweichungen vom Temperaturmaximum
in der Stadtmitte, in $^{\circ}\text{C}$. (Aus Schlatter 1975)

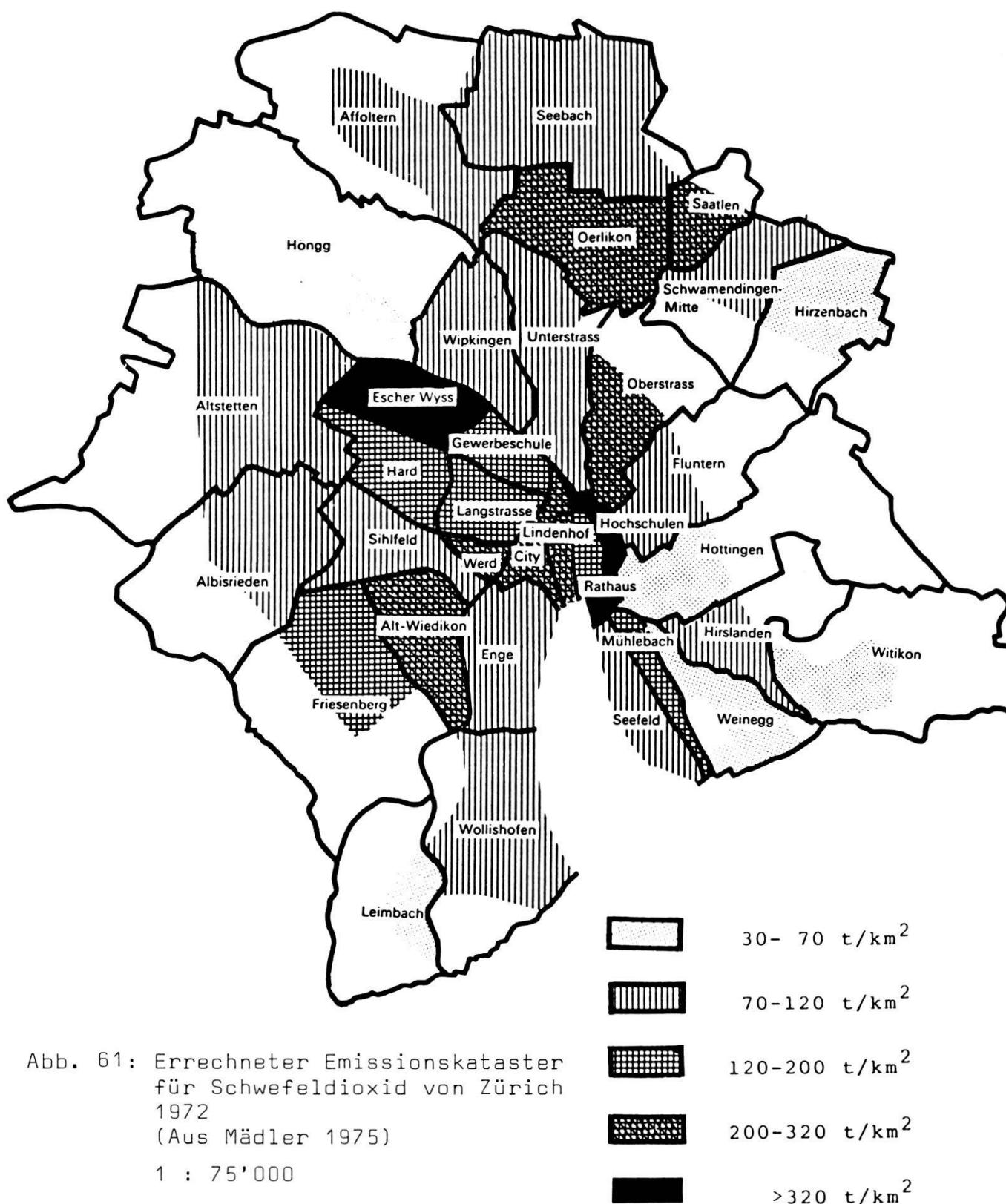


Abb. 61: Errechneter Emissionskataster
für Schwefeldioxid von Zürich
1972
(Aus Mädler 1975)

1 : 75'000

Betrachtet man das städtische Ökosystem mit seinen Emissionen und seinem Klima als der primär auf Epiphyten wirkende Faktor, so gibt es weitere Faktoren, wie Topographie, Neigung, Exposition, Hauptwindrichtung, durch Wälder oder Gebäude aufgerauhte Oberfläche des Geländes, die diese Wirkung zusätzlich positiv oder negativ beeinflussen können: Die Ausdehnung der Zonen, besonders der Zone III, von Oerlikon aus nach Osten kann mit den häufigsten Winden aus Westen, die über die Industriezentren streichen, erklärt werden, einem Zusammenhang, wie er in vielen anderen Städten auch beobachtet wurde (LeBlanc 1969). Mit der Hauptwindrichtung eng verknüpft ist der Einfluss der Exposition auf Epiphyten. Besonders klar zeigt das der epiphytenarme Südwest-Hang des Zürichberges und auch des Adlisberges und der epiphytenreichere, nordost-exponierte Uetliberghang, die beide dem Stadtzentrum zugewandt sind. Am Uetliberghang spielt zwar zusätzlich die Topographie (Neigung) eine Rolle. Ihr Einfluss auf die Epiphytenzonen wird an einer hügelreichen Stadt wie Zürich deutlich. Auch Showman (1975) stellte fest, dass in hügeligen Regionen Erhebungen für die Verbreitung von Flechten ein wichtiger Faktor seien. Der steile Hang bietet mit seinen Rippen und Tobeln viele geschützte Nischen mit günstigen Mikroklimata und Lichtverhältnissen. Er wird von der Wärmeinsel nur am Fuss berührt; die Temperaturdifferenzen zwischen der Stadt und dem Uetliberghang sind im Winter während der Heizperiode am grössten (nach Schlatter 1975 etwa $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, jedoch nicht auf die natürliche Höhenstufung reduziert). Eine weitere vertikale Gliederung des Hanges ist im Winter bei Nebel und Inversionslagen zu beobachten. Dann liegt die Grenze der oberen Nebeldecke häufig zwischen 700 m ü.M (Gensler 1971) und 800 m ü.M. (Schlatter 1975). Diese beiden Tatsachen könnten mitunter Ursache des Befundes sein, dass im oberen Teil des Uetliberghanges vermehrt Epiphyten vorkommen.

Zone I ("Flechtenwüste"), die sich von drei Zentren (1936) auf eine über das ganze Stadtzentrum zusammenhängende, 9mal grössere Fläche erweitert hat, ist nur an einem Ort zurückgewichen,

nämlich im Limmattal (Gebiet 22) in der Umgebung des Gaswerkes, wo heute kein Stadtgas mehr hergestellt wird. Wie in anderen Städten (LeBlanc 1969, Kilius 1974, Olkkonen und Takala 1975) ist die Zone I nicht völlig epiphytisch. Auch vor 40 Jahren war sie es nicht ausschliesslich, obwohl Vareschi sie allgemein als frei von höheren Siedlungstypen bezeichnete: Vorkommen von Lepraria-Arten, Candelaria concolor, Lecidea parasema, Parmelia borreri, P. scortea, Frullania dilatata und Hypnum cupressiforme werden beschrieben und drei Aufnahmen vom Limmattal, dem damals "epixylenärmsten Gebiet von ganz Zürich", die die dortigen optimalen Verhältnisse repräsentierten, weisen immerhin insgesamt 13 Arten mit Dekkungen bis zu drei (Parmelia borreri, Physconia pulverulenta) auf. Diese Beispiel zeigt die Schwierigkeit, mit der angewandten Methode Zonen zu definieren und die Methode beizuhalten. Diese gelangt über drei Abstraktionsschritte zu ihrem Resultat, der Zonenkarte: Die Zuordnung eines Bewuchses zum Siedlungstypus, Zuordnen der Siedlungstypen zu einer Zone und Abgrenzen der Zonen gegeneinander. Vor allem der erste Schritt im Arbeitsvorgang bot oft Schwierigkeiten, da heute nur noch wenige Arten einen Siedlungstypus charakterisieren und zudem oft ein Gemisch von Arten verschiedener Siedlungstypen vorliegt.

In Bachs ist das nicht so; in diesem von Emissionen nicht direkt beeinflussten Gebiet können Siedlungstypen deutlich erkannt, (zum Teil zwei auf gleicher Stammhöhe) und an verschiedenentrigen Bäumen epiphytische Sukzessionen verfolgt werden. Deshalb ist es auch möglich, für einheitliche Standorte und gleiche Trägerbäume einheitliche Aussagen über die Epiphyten unter diesen Bedingungen zu machen, was auch Gilbert (1970) in England und teilweise Bibinger (1967) im Schwarzwald tun konnten.

In Zürich hat sich nun aber die Artenzusammensetzung in den Zonen geändert. In Zone I kommen heute (S. 65) Hypogymnia physodes, Physcia ascendens, P. tenella, Xanthoria parietina, Parmelia scortea, Hypnum cupressiforme, Lecidea- und Lecanora-Arten vor. Von den damals vorhanden Arten fehlen Frullania dilatata, Candelaria concolor und Parmelia borreri, die

am weitesten in den Stadtraum vordrang, völlig. Hypogymnia physodes hingegen hat sich stark verbreitet, Søchting und Johnsen (1974) haben in Kopenhagen innerhalb des gleichen Zeitraumes die gleiche Feststellung gemacht. Auch Laaksovirta und Silvola (1975, W-Finnland) beschreiben Hypogymnia physodes als die toleranteste Art im Gegensatz zu Seitz (1972, Saarbrücken). Lecanora-Arten drangen schon 1936 nicht weit in den Stadtraum ein und sind erstaunlicherweise heute in den Zonen I und II eher selten. Denn aus andern Städten sind sie als sehr toxitolerant bekannt (Fenton 1964, Irland; Mrkva 1971, ČSSR).

Parmelia borreri und Frullania dilatata sind nicht nur als Arten aus der Zone I verschwunden; ihre Siedlungstypen, die breitlappigen Blattflechten und Lebermoose sind auch vom Gemeindegebiet verschwunden. Gerade bei den breitlappigen Blattflechten und bei den selten gewordenen Strauchflechten* müssen als Rückgangsursache neben ihrer grossen Empfindlichkeit gegenüber Immissionen (Brodo 1966, Nash 1973) auch das Verschwinden ihrer wichtigsten Träger, der Obstbäume oder anderer freistehender Bäume, berücksichtigt werden. Viel hochstämmige Obstbäume mussten Ueberbauungen weichen (Schwamendingen) oder wurden durch engstehende Niederstamm-anlagen ersetzt, wo keine Epiphyten gedeihen. Zudem hat sich ihre Pflege stark gewandelt. Heute werden die meisten Obstbäume mehrmals jährlich mit chemischen Mitteln behandelt. (Hier sei noch vermerkt, dass ebenfalls die Bäume eines Teiles der Zürcher Parkanlagen gegen Läuse chemisch behandelt wurden). Andere freistehende Bäume hat man im Interesse der reibungslosen maschinellen Bewirtschaftung des Kulturlandes gefällt.

Das Fehlen der Lebermoose in Zürich deckt sich mit den Resultaten von Gilbert (1970), der sie in einer 6-teiligen Skala von Schwefeldioxid-Bioindikatoren unter den empfindlichsten einreicht. Auch die Ergebnisse des Sprühversuches zeigen, dass Lebermoose im Vergleich zu den Laubmoosen empfindlicher sind.

* Die Strauchflechte Pseudevernia furfuracea ist im Stadtgebiet von Zürich nicht weit verbreitet im Gegensatz zum Befund von Ritschel (1976).

Aus dem Resultat der Kartierung in Bachs ging hervor, dass die Laubmoose im Vergleich zu den Lebermoosen und zu allen übrigen Siedlungstypen am unabhängigsten sind in bezug auf ihren Trägerbaum und die Geländeform seines Standortes. Ihre Empfindlichkeit scheint nicht nur artspezifisch zu sein, sondern auch grundsätzlich von ihrer Bauweise abzuhängen; darauf deuten sowohl die Resultate der Kartierung als auch des Sprühversuchs. Denn viele (5 von 11) pleurocarpe Arten, deren Stengel verzweigt ist und deren Kapselstiel scheinbar seitlich entspringt, konnten nicht mehr gefunden werden; acrocarpe Moose hingegen, die unverzweigt sind und den Stiel der Sporenkapsel an der Stamm spitze tragen, sind heute artenreicher vertreten als 1936. Auch zeigt sich das pleurocarpe Moos Pylaisia polyantha im Sprühversuch empfindlicher als das acrocarpe Polstermoos Ulothia crispa. Dem gegenüber steht allerdings die Tatsache, dass die beiden häufigsten Astmoose Hypnum cupressiforme und Pylaisia polyantha häufiger vorkommen als die häufigsten Polstermose Ulothia spec. und Orthotrichum spec. Gilbert (1970) führt in seiner Bioindikatorenkala das gleiche unterschiedliche Verhalten zwischen acrocarpen und pleurocarpen Moosen auf; seine Angaben beziehen sich jedoch auf saures und basisches Gestein. Moosvorkommen an Baum stämmen beschreibt er erst in Gebieten von relativ reiner Luft $\leq 40 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ /J. In Zürich*: Winter: $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Sommer: $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Epipetrische Moose und Flechten auf saurem und basischem Substrat sind heute auch mitten im Stadtzentrum vertreten, was von vielen anderen Städten bekannt ist (Klement 1956). 1936 sollen sich die Grenzen der Epiphyten und Epipetren von Zürich gedeckt haben (Vareschi). *: Monatsdurchschnitte von 1969-1971.

Besonders auffällig e Epiphyten vorkommen für eine Umgebung gibt es sowohl in Wäldern als auch in der Stadt. Sie betreffen meistens Arten der schmallappigen Blattflechten, ausserhalb der Waldgebiete auch der Wimperflechten. In den bewaldeten Gebieten sind dies vor allem Stellen, die inbezug auf einzelne ökologische Faktoren (Wasser, Licht, Nährstoffe) begünstigt sind: Etwa Tobel mit einer höheren Luftfeuchtigkeit und oft auch mit einer guten Be-

lichtung oder Wege mit günstigen Lichtverhältnissen und mit für bestimmte Flechten günstigen Nährstoffverhältnissen. Rao und Le-Blanc (1965) beschreiben die optimalen Wachstumsbedingungen für Flechten zwar bei niedrigen Temperaturen, resp. hohen Luftfeuchtigkeiten, jedoch bei kleinen Lichtintensitäten, was Puckett et al. (1974) mit Versuchen über die Erholungsfähigkeit von Flechten nach Schäden bestätigte. Dass Tobel für Flechten günstige ökologischen sein können, geht auch aus der lichenofloristischen Arbeit von Ritschel (1976) über Zürich hervor, in der das Vorkommen von stenöken Arten betont wird. (Darin wurden jedoch nicht nur lebende, regelmässig gewachsene Stämme, sondern auch Baumstrünke, alte, entrindete und morsche Bäume berücksichtigt.) Bei den stichprobenartigen Punktmessungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den von Wald umgebenen Tobeln des Zürich- und Adlisberg, dem Sagentobel (Gebiet 17), dem Peterstobel (Gebiet 12) und dem Tobel im Brand (Gebiet 14) zeigte sich folgender Trend der durchschnittlichen Differenzen zwischen Tobelgrund und Tobelrand.

	Sagentobel NE - exp. 40 m tief	Brandtobel NE - exp. 10 m tief	Peterstobel NW - exp. 20 m tief
Morgen	1,5° / 6%	0,5° / 2%	0° / 1%
Mittag	1° / 10%	1,5° / 12%	2° / 10%

Abb. 62: Durchschnittliche Differenzen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit vom Tobelgrund zum Tobelrand in der Nacht und am Tag.

Morgen: 3 Messungen, Mittag: 5 Messungen. Durchschnittlicher Temperaturanstieg: 7°, durchschnittlicher Abfall der rel. Luftfeuchtigkeit: 18%)

Die am stärksten deckende Epiphytenvegetation gedeiht im nord-ostexponierten Sagentobel (Zone III), das am tiefsten ist und tagsüber somit das ausgeglichene Mikroklima hat, dessen Öffnung stadtabgewandt ist und das am weitesten von der Stadt entfernt ist.

Das gleich exponierte, aber nur wenig tiefe Tobel im Brand (Zone II), wo viele Eschen mit schmallappigen Blattflechten (neben Hypogymnia physodes olive Parmelien) bewachsen sind, hat verglichen mit seiner Umgebung einen bemerkenswerten Einfluss auf die Epiphyten. Ganz anders sind die Verhältnisse im nordwestexponierten, gegen die Stadt offenen Peterstobel (Zone I), das, obwohl es tiefer ist als jenes im Brand, mikroklimatisch die grössten Schwankungen aufweist und epiphytenlos ist. Die beiden recht grossen, ebenfalls stadtwärts gerichteten Tobel vom Elefantenbach und Wehrenbach nehmen aufgrund ihres Epiphytenbewuchses eine Zwischenstellung ein. In diesen Beispielen wird wiederum die Ueberlagerung der natürlichen Standortsfaktoren mit den stadtbedingten Einflüssen deutlich, wobei im Peterstobel offenbar der Stadteffekt wichtiger ist.

Die Erklärung für die Epiphytenvorkommen in der Stadt sah Vareschi (1936) in den Einfallslinien, die sich vom Wald (Zone IV) entlang lokalklimatisch begünstigten Stellen bis in die Stadt hineinziehen. Heute muss diese Vorstellung von der Einwanderung der Epiphyten ersetzt werden: An lokalklimatisch günstigen Stellen konnten Epiphyten sich noch halten, also in verschiedenen Grünanlagen, wovon diejenigen entlang stehender Gewässer begünstigt sind (Zürichhorn, Strandbad Mythenquai, Abb. 42), wie das auch Sundström (1973) feststellte. Erhöhte Luftfeuchtigkeit erklärt das lokale Vorkommen von Epiphyten in der Stadt jedoch nur ungenügend, denn einerseits gibt es epiphytenfreie Anlagen (z.B. Platzspitz, der schon 1936 epiphytenfrei war) und andererseits gedeihen an Alleenbäumen entlang häufig frequentierter Verkehrsstraßen Epiphyten. Das erstaunlichste Beispiel dieser Art sind die drei Alleen in Schwamendingen Glattal (Gebiet 29), wo die Luftfeuchtigkeit besonders im Winter durch die häufigeren Nebel (Gensler 1971) höher ist als im Stadtzentrum. Die Emissionen sind hier in erster Linie verkehrsbedingt: Kohlenmonoxid, nitrose und andere Gase, Stäube (bis zu 3,28 mg/l Blei im Stammabfluss vom Winter*) und

*Station 4 im Stadtzentrum ist verkehrsmässig mit den Alleen in Schwamendingen vergleichbar.

Wärme. Ihr Einfluss auf Epiphyten wurde von verschiedenen Autoren diskutiert und von vielen als harmlos bis unschädlich beschrieben: Flechten auf Pappeln entlang Hauptstrassen bleiben unbeeinflusst (Sundström 1973). In Untersuchungen von Schmid und Kreeb (1975) über die Wirkung von Gasen auf Hypogymnia physodes erwiesen sich die Autogase als die unschädlichsten, wobei nicht einmal eine unterschiedliche Reaktion der Flechte (Phosphataseaktivität) in trockenem oder feuchtem Zustand festgestellt werden konnte. Denn von vielen Autoren wird die hohe Empfindlichkeit von Flechten gegenüber Schwefelverbindungen im feuchten Zustand und die geringe im trockenen beschrieben (Le-Blanc 1969; Nash 1973; Türk, Wirth und Lange 1974. Für höhere Pflanzen: Zahn 1970). Die Bäume dieser Alleen trocknen nach einem Regen in der Regel sehr schnell ab durch die vom Verkehr verursachten Winde und durch die Wärme. Stringer und Stringer (1974, Kanada) vermuten, dass neben der Wärmeinsel die Autoabgase, insbesondere Kohlenmonoxid, in Betracht gezogen werden müssen für die flechtenarme Zone im industrielosen und mit Erdgas geheizten Stadtzentrum. Kirschbaum (1971) begründet die sternförmige Ausbreitung des Flechtenrückganges vom Stadtzentrum entlang verkehrsreicher Strassen mit der Überlagerung von Schwefeldioxid- und Verkehrsemissionen.

Dass verkehrsbedingte Emissionen das Epiphytenwachstum jedoch nicht direkt beeinflussen, zeigt das Beispiel in Schwamendingen. Heute stehen dort Pappeln, Rosskastanien und Ahorne, also lauter Baumarten mit relativ basischen Borken. Die häufigsten Arten, die auf diesen Bäumen, meistens auf der der Strasse abgewandten Stammhälfte gedeihen, sind Hypogymnia physodes, Xanthoria parietina, Parmelia exasperatula, Physcia ascendens, P. tenerella, Lecanora- und Ulothia-Arten. Nicht selten kommt Hypogymnia physodes, die nach Barkman (1958) streng acidophil ist, auf basischen Borken (besonders von Ahorn) zusammen mit Physcia-Arten vor. Ein Hinweis auf das pH - Verhältnis von Hypogymnia physodes gibt ihr starker Rückgang von ihrem im allgemeinen bevorzugten Substrat, den Konifern (pH 3,8 - 4,5: Barkman 1958). Eines der einzigen Gebiete,

dessen Koniferen noch über grosse Flächen von stark deckenden Hypogymnia physodes-Rasen bedeckt sind, liegt am Ostrand der Stadt (Gebiet 18: östlich Bal). Es scheint, dass Hypogymnia physodes von ihrem ursprünglich sauren Substrat auf basisches ausgewichen ist. Denn dieses ist durch die starke Versauerung der Borke trotzdem recht sauer (Stichprobenmessungen Zürich: Ahorn pH 4,7; Esche pH 4,5; Buche pH 4,5. Zum Vergleich aus Barkman 1958: Ahorn um pH 6,3; Esche um pH 5,5; Buche um pH 5,4, je nach Standort). Die basen- und stickstoffliebenden Flechten (Xanthoria nach Türk, Wirth und Lang 1974, Physcia-Arten nach Nash 1973), die allgemein als resistent gelten, können offenbar auf diesem Substrat, das eine hohe Pufferkapazität haben muss, immer noch leben.

Der pH-Wert, der im Winter stark sinkt (bis pH 2,0) und die Versauerung der Borke verursacht, scheint die schädlichste Komponente des Stammabflusses zu sein. Darauf weist die Uebereinstimmung des zunehmenden Epiphyten- und des abnehmenden pH-Gradienten von Station 4 zu Station 1. Zwar sinkt der pH-Wert im Winter in Bachs (Station 1) auch, doch verglichen mit den Stadtstationen für kürzere Zeit. Für das Epiphytenwachstum an Station 2, die den gleichen pH-Wert wie die epiphytenlose Station 3 aufweist, spielen vermutlich ihre günstigeren klimatischen Bedingungen eine Rolle. Auch beeinflusst der pH-Wert im Gleichgewichtssystem die Konzentrationen an schädigenden Ionen (Türk, Wirth und Lange 1974). Deshalb konnten so hohe Bleikonzentrationen nachgewiesen werden, deren Einfluss auf Epiphyten jedoch nicht geklärt ist (Czarnowska und Rejment-Grochowska 1974; Wainright und Beckett 1975; Kuziel 1974).

Die Hypothese, dass das auf Epiphyten, insbesondere auf Flechten toxisch wirkende Sulfat (wässrige Lösung) teilweise für ihren Rückgang verantwortlich gemacht werden kann, muss in Frage gestellt werden. (Es wird angenommen, dass die methodischen Schwierigkeiten die Resultate nicht fälschten.) Denn die Vermutung von Nash (1973), dass Sulfat eventuell gar nicht in genügend hohen Konzentrationen vorhanden sei, scheint berechtigt. Die nachgewiesenen Sulfat-Konzentrationen waren im Vergleich zu

den Sulfat-Konzentrationen im Stammabfluss sehr gering. Es muss deshalb angenommen werden, dass die im Regenwasser vorhandenen, ebenfalls geringen Sulfitmengen während des Tropfens und Niederrieselns entlang dem Baumstamm fast vollständig zu Sulfat oxidiert werden.

Obwohl Sulfat für Flechten allgemein als weniger schädlich gilt als Sulfit (Hill 1971), ist es fraglich, ob nicht doch eine obere Toleranzgrenze für Sulfatkonzentrationen existiert. Auch Hill (1974) tönt an, dass hohe Sulfatkonzentrationen toxisch sein können. (Siehe auch LeBlanc 1969).

Die Tatsache, dass der pH-Wert der Niederschläge im Winter über der Stadt höher ist als über dem Land, der Stammabfluss durch Prozesse am Baum also umso tiefer abgesenkt worden sein muss, kann nicht erklärt werden. Sie widerspricht den übrigen Niederschlag- und auch Staubmessungen von Zürich; diese werden allerdings mit Monatssammelproben durchgeführt.

Viele Autoren stellten fest, dass die Algen* in der Flechte durch den tiefen pH-Wert und die Konzentrationen von schädigenden Ionen angegriffen werden (Börtitz und Ranft 1972; Puckett et al. 1973). Da nun aber das pH des Stammabflusses so tiefe Werte erreicht, ist es denkbar, dass auch für die Flechtenpilze der kritische Bereich erreicht ist. Im Kulturversuch wird diese Vermutung bestätigt.

*Häufig konnte auch das grossflächige Absterben von freilebenden Grünalgen entlang der Hauptabflussrinne vom Stammabfluss beobachtet werden. Es ist von weitem an den weissen Längsstreifen oder Ringen erkennbar.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Die Veränderung der kryptogamischen Epiphytenvegetation von Zürich während der letzten 40 Jahre und einige Gründe, die zu diesen Veränderungen führten, sollten untersucht werden.

Die kryptogamische Epiphytenvegetation von Zürich wurde mit Hilfe von 11 Wuchsformen (=Siedlungstypen) nach einer Methode, wie sie vor 40 Jahren am selben Ort angewendet worden war, kartiert und in vier Zonen (Zone I: "Flechtenwüste", Zone II: "innere Kampfzone", Zone III: "äussere Kampfzone", Zone IV: "Normalzone") eingeteilt. (Siehe Tabelle im Anhang). Ein zeitlicher Vergleich zeigt die Veränderung sowohl in der Ausdehnung der Zonen als auch in der Artenzusammensetzung, die einen Siedlungstypus charakterisiert.

Zone I ist 9mal grösser geworden und bedeckt heute fast die gesamte bebaute Stadtfläche. Sie ist nicht ganz epiphytenfrei. Die Zonen II und III haben sich vor allem nach Norden und Osten ausgedehnt. Am Steilhang des Uetliberges im Süden und Westen der Stadt hat sich am wenigsten verändert. Zone IV ist im Gemeindegebiet nicht mehr vertreten. (Siehe Karten 2 und 4 im Anhang). Sie wird in einem geographischen Vergleich mit einem ländlichen, von Immissionen wenig belasteten Gebiet gezeigt.

Die Siedlungstypen Bartflechten, Strauchflechten, breitlappige Blattflechten und Lebermoose sind aus der Gemeinde Zürich verschwunden. Die 1936 am häufigsten vertretenen Arten Parmelia borreri, Candelaria concolor und Frullania dilatata fehlen. Heute sind die Siedlungstypen der schmallappigen Blattflechten (mit Hypogymnia physodes) und der Laubmoose (mit Hypnum spec. und Pyralisia polyantha) am verbreitetsten.

Von den Trägerbäumen sind die Koniferen die epiphytenärmsten geworden. Basisch-borkige Bäume wie Acer und Fraxinus können auch in Zone I bewachsen sein.

Analysen des Stammabflusses von Fagus auf dem Land und in der Stadt zeigten, dass mit abnehmendem pH-Wert die Epiphytenvegetation ärmer wird. Die niedrigsten pH-Werte und höchsten Sulfat-

Konzentrationen konnten im Winter in der Stadt gemessen werden (pH 2,1; Sulfat: 914 mg/l. Siehe S. 86). Die Sulfit-Konzentrationen sind sehr gering. Es konnte gezeigt werden, dass mit saurem, städtischem Stammabfluss die Epiphyten eines ländlichen Gebietes beeinträchtigt werden. (Siehe S. 89).

Flechtenpilze gedeihen in Kulturversuchen auf einem sauren Substrat vom pH-Wert 2,5 nicht mehr.

Es wird auf die Schwierigkeit hingewiesen, die natürlichen und anthropogenen, durch das städtische Ökosystem bedingten Einflüsse auf Epiphyten voneinander zu unterscheiden.

RESUME

Une cartographie de la végétation des cryptogames épiphytes de la ville de Zurich a été réalisé selon une méthode employée il y a quarante ans dans cette même ville. Cette méthode distingue onze types de colonies (formes de croissance) et quatre zones: La zone I est dépourvue de lichens (désert de lichens), la zone II et III sont les zones de passage à la zone IV, qui est la zone de végétation normale. Une comparaison avec les résultats de 1936 montre un changement aussi bien de l'étendue des zones que la composition floristique qui caractérise les types de colonies. (Voir appendix).

La zone I est 9 fois plus étendue et recouvre aujourd'hui presque toutes les surfaces construites; elle n'est toutefois pas totalement libre d'épiphytes. Les zones II et III se sont étendues surtout vers le nord et l'est. Les pentes abruptes de l'Uetliberg sont les endroits où les changements sont les moins importants. La zone IV n'est plus représentée sur le territoire de la ville. (Voir carte 2 et 4, appendix). En comparaison, elle a été étudiée dans une région campagnarde moins influencée par les immissions.

Les types de colonies à "lichens en barbe", fruticuleux, foliacés larges et à hépatiques ont disparu de la ville de Zurich. L'espèce de la commune en 1936, Parmelia borreri, et aussi Canadelaria concolor et Frullania dilatata manquent aujourd'hui. A leur actuel, les types de colonies les plus répandus sont ceux comportant des lichens foliacés à lobes étroits (les plus souvent l'Hypogymnia physodes) et des mousses (fréquemment des espèces du genre Hypnum ainsi que le Pylaisia polyantha).

Les arbres devenus les plus pauvres en épiphytes sont les conifères. Des arbres tels que l'Acer et le Fraxinus (dont l'écorce est basique) peuvent receler des épiphytes même dans la zone I.

Les analyses de l'eau d'écoulement le long des troncs du Fagus montrent, aussi bien à la campagne qu'en ville, que la végétation épiphyte s'appauvrit avec la baisse du pH. Les valeurs en pH les plus basses et les concentrations en sulfate les plus élevées ont été mesurées en ville en hiver (pH 2,1; sulfate 914 mg/l. Voir p. 86); les concentrations en sulfite sont alors très basses. Il a été démontré qu'on peut influencer négativement les épiphytes d'une région urbaine. (Voir p. 89).

Des essais en laboratoire montrent que les mycobiontes ne poussent plus sur le substrat acide (pH 2,5).

Les épiphytes sont soumis en ville aussi bien à des influences naturelles qu'à des facteurs anthropogènes, produits de l'écosystème urbaine; il est difficile d'apprécier leur importance relative.

SUMMARY

The changes in the epiphyte vegetation from Zurich during the last 40 years and some effects that are causing those changes should be investigated.

The cryptogamic epiphyte vegetation in the Zurich area was mapped with a method using 11 growth form types (forms of colonization, see table in the appendix). This method was taken over from a study carried out 40 years ago in the same place. According to the various growth forms four zones could be distinguished: Zone I, being without lichens and zone II and III representing the transition to zone IV with normal epiphyte growth. A comparison with the 1936 situation shows, that both the composition of the species that characterize a growth form and the size of the zones changed.

Zone I proved to be 9times larger and covers almost the entire city. However it is not entirely without epiphytes. Zone II and III expanded to the north and east. On the steep slope of the Uetliberg in the south and west of the city few changes were noted. While zone IV can no longer be observed in the area of Zurich, it was studied in a rural area with little immissions. (See map 2 and 4, appendix).

The growth forms of the beard lichens, fruticose lichens, broad-foliose lichens and the liverworts have disappeared from the area of Zurich. The species most frequently found in the town in 1936, Parmelia borreri, has disappeared along with Candelaria concolor, Frullania dilatata and others. The growth form of the narrow-foliose lichens (with Hypnum spec. and Pylaisia polyantha) is the most widespread today.

The phorophytes which today have most frequently become devoid of epiphytes are the coniferous trees. Phorophytes with an alkaline bark such as Acer and Fraxinus have been observed to bear epiphytes even in zone I.

The stem flow of Fagus was analysed in both rural and urban areas: The lowest pH values and the highest sulfate concentrations were measured in winter in the city (pH 2.1; sulfate: 914 mg/l. See p. 86). Sulfite concentrations are very low. It could be shown that acidic stem flow from the city had an adverse effect upon epiphytes in rural areas. (See p.89). Mycobiont growth experiments proved that growth ceases below pH 2.5.

Epiphytes are subject to the influences of nature as well as civilisation; the difficulties encountered in the attempt to distinguish between these two influences are pointed out.

G. LITERATUR

- AHMADJIAN, V., und M.HALE, 1973: The Lichens. New York und London, Academic Press, 697 S.
- BARKMAN, J.J., 1958: Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen, Van Gorcum, 628 S.
- BARKMAN, J.J., 1963: De epiphyten-flora en -vegetatie van Midden-Limburg (België). Verh.kon.Ned.Akad.Wetensch., Afd.Natuurk., II, 54, 3-46.
- BARKMAN, J.J., 1970: Menschlicher Einfluss auf die Epiphytenvegetation Westeuropas. Belmontia II, 14, 8-18.
- BERTSCH, K., 1966: Moosflora von Südwestdeutschland. 3.Aufl. Stuttgart, Ulmer, 234 S.
- BIBINGER, A., 1967: Soziologisch-ökologische Untersuchungen der oberrheinischen epiphytischen Flechtenvegetation unter besonderer Berücksichtigung des Standortfaktors Stickstoff. Diss. Freiburg i.Br., 195 S.
- BOGNER, W., 1968: Experimentelle Prüfung von Waldbodenpflanzen auf ihre Ansprüche an die Form der Stickstoff-Ernährung. Mitt. Ver.forstl.Standortskde Forstpflanzenzüchtung. 18, 45 S.
- BOERTITZ, S., und H.RANFT, 1972: Zur SO₂- und HF-Empfindlichkeit von Flechten und Moosen. Biol.Zbl. 91, 613-623.
- BOLAY, A., 1971: Contribution à la connaissance de Gnomonia comari Karsten. Etude taxonomique et recherches sur sa croissance in vitro. Ber.Schweiz.Bot.Ges. 81, 398-482.
- BRAENDLI, R., und H.HILDEN, 1974: Verteilungsfreie Verfahren der Varianzanalyse. Teil 1. Wissensch.Rechenzentrum ,Ciba-Geigy. 103 S.
- BRODO, J., 1966: Lichen growth and cities. A study on Long Island, New York. Bryologist 69, 427-449.
- BRUELHART, A., 1969: Jahreszeitliche Veränderungen der Wasserbilanz und der Wasserbewegung in Waldböden des schweizerischen Mittellandes. Mitt.Schweiz.Anst.forstl.Versuchsw. 45, 131-232.
- COPPINS, B.J., 1973: The drought hypothesis. In: B.W.FERRY et al. (eds.) 1973: Air pollution and lichens. London, Athlone Press. 124-142.
- CZARNOWSKA, K., und J.REJMENT-GRACHOWSKA, 1974: Concentration of heavy metlas - iron, manganese, zinc and copper in mosses. Acta Soc.Bot.Pol. 43, 39-44.
- DE SLOOVER, J., und F. LEBLANC 1968: Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. Proc.Symp.Rec. Adv.Trop.Ecol., 41-56.
- DOMROES, M., 1966: Luftverunreinigung und Stadtklima im rheinisch-westfälischen Industriegebiet und ihre Auswirkungen auf den Flechtenbewuchs von Bäumen. Arb.z.rhein.Landesk. 23, 1-32.

- DUVIGNEAUD, P., und S.DENAEYER-DE SMET, 1970: Biological cycling of minerals in temperate deciduous forests. In: D.E.REICHLE (ed.): Analysis of temperate forest ecosystems. Ecological studies 1. Berlin, Springer. 199-225.
- EAWAG, 1971: Eidgenössische Kommission für die Bereinigung von Richtlinien für die Probenahme und die Normung von Wasseruntersuchungsmethoden. Teil 2: Sulfite. Eidg. Amt für Gewässerschutz Bern. 47-52.
- EGGER, M.C., 1968: Morphologie und Biologie von Pseudophacidium-Arten (Ascomycetes). *Sydowia* 20, 288-328.
- FARRAR, J.F., 1973: Lichen physiology: Progress and pitfalls. in B.W.FERRY et al. (eds.) 1973: Air pollution and lichens. London, Athlone Press, 238-282.
- FARRAR, J.F., 1976: Ecological physiology of the lichen Hypogymnia physodes. 1: Some effects of constant water saturation. *New Phytol.* 77, 93-104.
- FENTON, A.F., 1964: Atmospheric pollution of Belfast and its relationship to the lichen flora. *Irish Nat.J.* 14, 237-245.
- FERRY, B.W., M.S. BADDELEY und D.L.HAWKSWORTH (eds.) 1973: Air pollution and lichens. London, Athlone Press, 389 S.
- GARBER, K., 1967: Luftverunreinigungen und ihre Wirkung. Berlin, Bornträger, 279 S.
- GARBER, K., 1973: Luftverunreinigungen, eine Literaturübersicht. Ber. EAFV 102, 216 S.
- GENSLER, G., 1971: Das Reinhalten der Luft. *Wirtschaftspolitische Mitt.* 27(10), 1-23.
- GILBERT, O.L., 1970: A biological scale for the estimation of sulphur dioxide pollution. *New Phytol.* 69, 629-634.
- GILBERT, O.L., 1971: Studies along the edge of a lichen desert. *Lichenologist* 5, 11-17.
- GROSSE, K.H., 1974: Beiträge zur Untersuchung des Stammraumklimas und der Luftverschmutzung verschiedener Wald-Bestandestypen in der Umgebung von Berlin. *Arch.Naturschutz Landschaftsforschung* 14, 117-138.
- HAUGSJA, P.K., 1930: Ueber den Einfluss der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume. *Nyt.Mag.Naturvid.* 68, 1-116.
- HAWKSWORTH, D.L., 1973: Mapping studies. In: B.W.FERRY et al. (eds.) 1973: Air pollution and lichens. London, Athlone Press, 38-76.
- HAWKSWORTH, D.L., und F.ROSE, 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature* 227, 145-148.
- HENSSEN, A., und H.M.JAHNS, 1974: Lichens. Stuttgart, Thieme, 467 S.
- HILL, D.J., 1971: Experimental study of the effect of sulphur on lichens with reference to atmospheric pollution. *New Phytol.* 70, 831-836.

- HILL, D.J., 1974: Some effects of sulphite on photosynthesis in lichens. *New Phytol.* 73, 1193-1205.
- IMHOF, E., 1965: *Atlas der Schweiz*. Wabern-Bern, Eidg. Landestopographie.
- INGHAM, G., 1950: Effect of materials absorbed from the atmosphere in maintaining soil fertility. *Soil Sci.* 70, 205-212.
- KELLER, Th., 1971: Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die Vegetation. In: H.LEIBUNDGUT (Hg.): *Schutz unseres Lebensraumes*. Frauenfeld, Huber, 160-179.
- KILIAS, H., 1974: Die epiphytische Flechtenvegetation im Stadtgebiet von Erlangen. *Hoppea* 33, 99-170.
- KIRSCHBAUM, U., 1971: Rindenepiphyten in ihrer Beziehung zur Lufthygiene. Referat am Symposium "Vegetation als anthropo-ökologischer Gegenstand" der Int.Verein.f. Vegetationskunde, Rinteln. In Vorbereitung.
- KLEMENT, O., 1956: Zur Flechtenflorula des Kölner Domes. *Decheniana* 109, 87-90.
- KREEB, K., 1974: *Oekophysiologie der Pflanzen*. Stuttgart, Fischer, 211 S.
- KUNZE, M., 1972: Emittentenbezogene Flechtenkartierung auf Grund von Frequenzuntersuchungen. *Oecologia* 9, 123-133.
- KUZIEL, S., 1974: Content of certain mineral components in the thallus of lichens and the bark of roadside trees. *Acta Soc. Bot.Pol.* 43, 313-319.
- LAAKSOVIRTA, K., und J.SILVOLA, 1975: Effect of air pollution by copper, sulphuric acid and fertilizer factories on plants at Harjavalta, W-Finland. *Ann.Bot.Fennici* 12, 81-88.
- LEBLANC, F., 1969: Epiphytes and air pollution. Air pollution, proceed. 1st Europ.congr.on the influence of air pollution on plants and animals, Wageningen 1968. 211-221.
- LEBLANC, F., und D.N.Rao, 1973: Evaluation of the pollution and drought hypotheses in relation to lichens and bryophytes in urban environments. *Bryologist* 76, 1-19.
- LEBLANC, F., und D.N.RAO, 1973: Effects of sulphur dioxide on lichen and moss transplantats. *Ecology* 54. 612-617.
- MADGWICK, H.A.J., und J.D.OVINGTON, 1959: The chemical composition of precipitation in adjacent forest and open plots. *Forestry* 32, 14-22.
- MAEDLER, R., 1975: *Emissions-Kataster der Stadt Zürich für Schwefeldioxid*. Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich, Abt. Lufthygiene, 11 S.
- MRKVA, R., 1971: (Die Abgrenzung des durch Industrie-Immissionen betroffenen Gebietes im Bereich des Forstbetriebes Jablunkov.) Tschechisch, dt.Zusammenfassung. *Lesnický* 44, 983-1002.

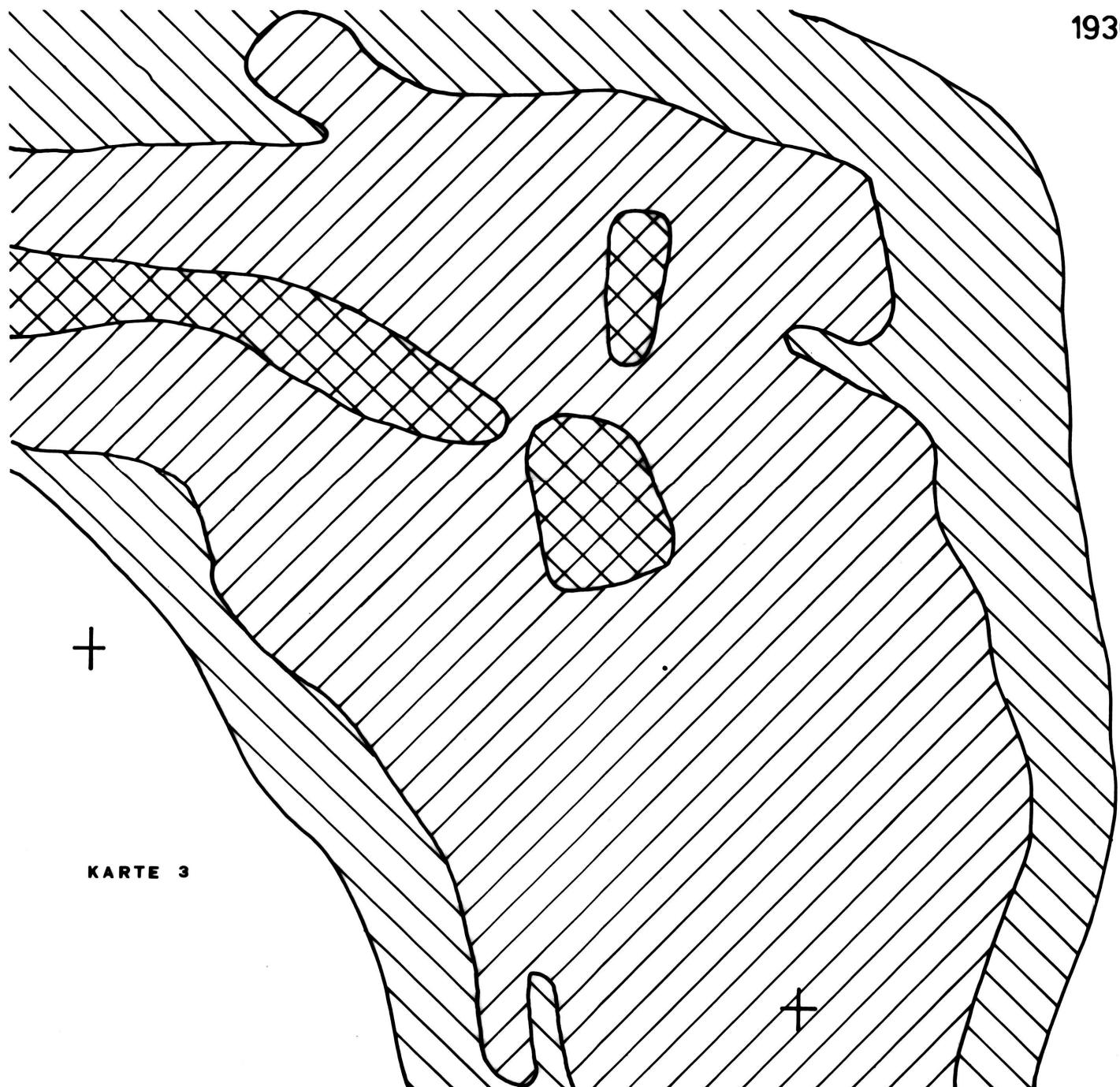
- MUELLER, E., 1966: Fruchtkörperbildung und Variabilität morphologischer Merkmale bei Leptosphaerulina australis McAlpine (Fungi). *Ber.Schweiz.Bot.Ges.* 76, 185-229.
- NASH, T.H., 1973: Sensitivity of lichens to sulphur dioxide. *Bryologist* 76, 333-339.
- NYLANDER, W., 1866: Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull. Soc.Bot.France* 13, 364-372.
- OCHSNER, F., 1927: Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz. *Jahrb.St.Gall.Naturw.Ges.* 63, 1-108.
- OLKKONEN, H. & K.TAKALA, 1975: Total sulphur content of an epiphytic lichen as an index of air pollution and the usefulness of the X-ray fluorescence method in sulphur determinations. *Ann. Bot.Fennici* 12, 131-134.
- ORTH, R., 1973: Ein Beitrag zur Ökologie und Physiologie von Aspergillus versicolor (Vuillemin) Tiraboschi. *Diss.Univ. Heidelberg*, 109 S.
- POELT, J., 1969: Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. *Lehre*, Cramer, 757 S.
- PUCKETT, K.J., et al. 1974: Photosynthetic ^{14}C -fixation by the lichen Umbilicaria muhlenbergii (Ach.) Tuck. following short exposures to aqueous sulphur dioxide. *New Phytol.* 73, 1183-1192.
- RAO, D.N., und F.LEBLANC, 1965: A possible role of atranorin in the lichen thallus. *Bryologist* 68, 284-289.
- RAO, D.N., und F.LEBLANC, 1967: Influence of an iron-sintering plant on corticolous epiphytes in Wawa, Ontario. *Bryologist* 70, 141-157.
- RITSCHEL, G., 1976: Neue und wenig beachtete epiphytische Flechten im Stadtgebiet von Zürich. *Herzogia* 4, 33-46.
- RYDZAK, J., 1959: Influence of small towns on lichen vegetation. Part 7: Discussion and general conclusions. *Ann.Univ.Mariae Curie-Skladowska, Sect.C*, 13, 275-323.
- SCHLATTER, B., 1975: Zum Stadtklima von Zürich. Diplomarbeit, *Geogr.Inst.Univ.Zürich*, 112 S.
- SCHMID, M.L., und K.KREEB, 1975: Enzymatische Indikation gasgeschädigter Flechten. *Angew.Bot.* 49, 141-154.
- SCHOENBECK, 1968: Einfluss von Luftverunreinigungen (SO_2) auf transplantierte Flechten. *Naturwissenschaften* 55, 451-452.
- Schweiz. Lebensmittelbuch, 1972: Kap. 27: Trinkwasser. Sulfat. S.33
- SEITZ, W., 1972: Flechtenwuchs und Luftverunreinigung im Grossraum von Saarbrücken. *Ber.Dt.Bot.Ges.* 85, 239-247.
- SHOWMAN, R.E., 1975: Lichens as indicators of air quality around a coal-fired power generating plant. *Q.J.Amer.Bryol.Lichenol. Soc.* 78, 1-6.

- SKYE, E., 1968: Lichens and air pollution. A study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta Phytogeogr. Suecica* 52, 123 S.
- SKYE, E., und J. HALLBERG, 1969: Changes in the lichen flora following air pollution. *Oikos* 20, 547-552.
- SØCHTING, V., und J. JOHNSEN, 1974: Changes in the distribution of epiphytic lichens in the Copenhagen area from 1936 to 1972. *Bot. Tidsskr.* 69, 60-63.
- Statistisches Jahrbuch der Stadt Zürich 1974. Zürich, Statistisches Amt der Stadt Zürich. 70.
- STAXAENG, B., 1969: Acidification of bark of some deciduous trees. *Oikos* 20, 224-230.
- STEINER, M., und D. SCHULZE-HORN, 1955: Ueber die Verbreitung und Expositionsabhängigkeit der Rindenepiphyten im Stadtgebiet von Bonn. *Decheniana* 108, 1-16.
- STEUBING, L., 1973: Immissionskataster als Bestandteil des Landeskatasters. Stuttgart, Natur- u. Landschaftsschutz 48, 39-43.
- STRINGER, P.W., und M.H.L. STRINGER, 1974: Air pollution and the distribution of epiphytic lichens and bryophytes in Winnipeg, Manitoba. *Biologist* 77, 406-426.
- SUNDSTROEM, E.W., 1973: Lichen density on bark of Populus tremula affected by industrial smoke emission. *Svensk Bot. Tidskr.* 67, 459-461.
- SUNDSTROEM, K.R., und J.E. HAELLGREN, 1973: Using lichens as physiological indicators of sulfurous pollutants. *Ambio* 2, 13-21.
- TURIAN, G., und P. DESBAUMES, 1975: Cartographie de quelques lichens indicateurs de la pollution atmosphérique à Genève. *Saussurea* 6, 317-324.
- TUERK, R., und V. WIRTH, 1974: Der Einfluss des Wasserzustandes und des pH-Wertes auf die SO₂-Schädigung von Flechten. *Verh. d. Ges. f. Oekologie*, Erlangen, 167-172.
- TUERK, R., V. WIRTH, und O.L. LANGE, 1974: CO₂-Gaswechsel-Untersuchungen zur SO₂-Resistenz von Flechten. *Oecologia* 15, 33-64.
- VARESCHI, V., 1936: Die Epiphyten-Vegetation von Zürich. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 46, 445-488.
- WAIBEL, M., 1974: Bestimmung von Schwebestaub und 3,4-Benzpyrenimmissionen in Zürich. *Diss. ETH Zürich*, 104 S.
- WAINRIGHT, S.J., und P.J. BECKETT, 1975: Kinetic studies on the binding of zinc ions in the lichen Usnea florida (L.) Web. *New Phytol.* 75, 91-98.
- WALTER, H., und H. LIETH, 1960, 1964, 1967: Klimadiagramm-Weltatlas. 3 Lief. Jena, Fischer.
- WEBER, E., 1972: Grundriss der biologischen Statistik. 7. Aufl. Jena, Fischer, 706 S.

WILMANNS, O., 1967: Anthropogener Wandel der Kryptogamenvegetation in Südwestdeutschland. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 37, 74-87.

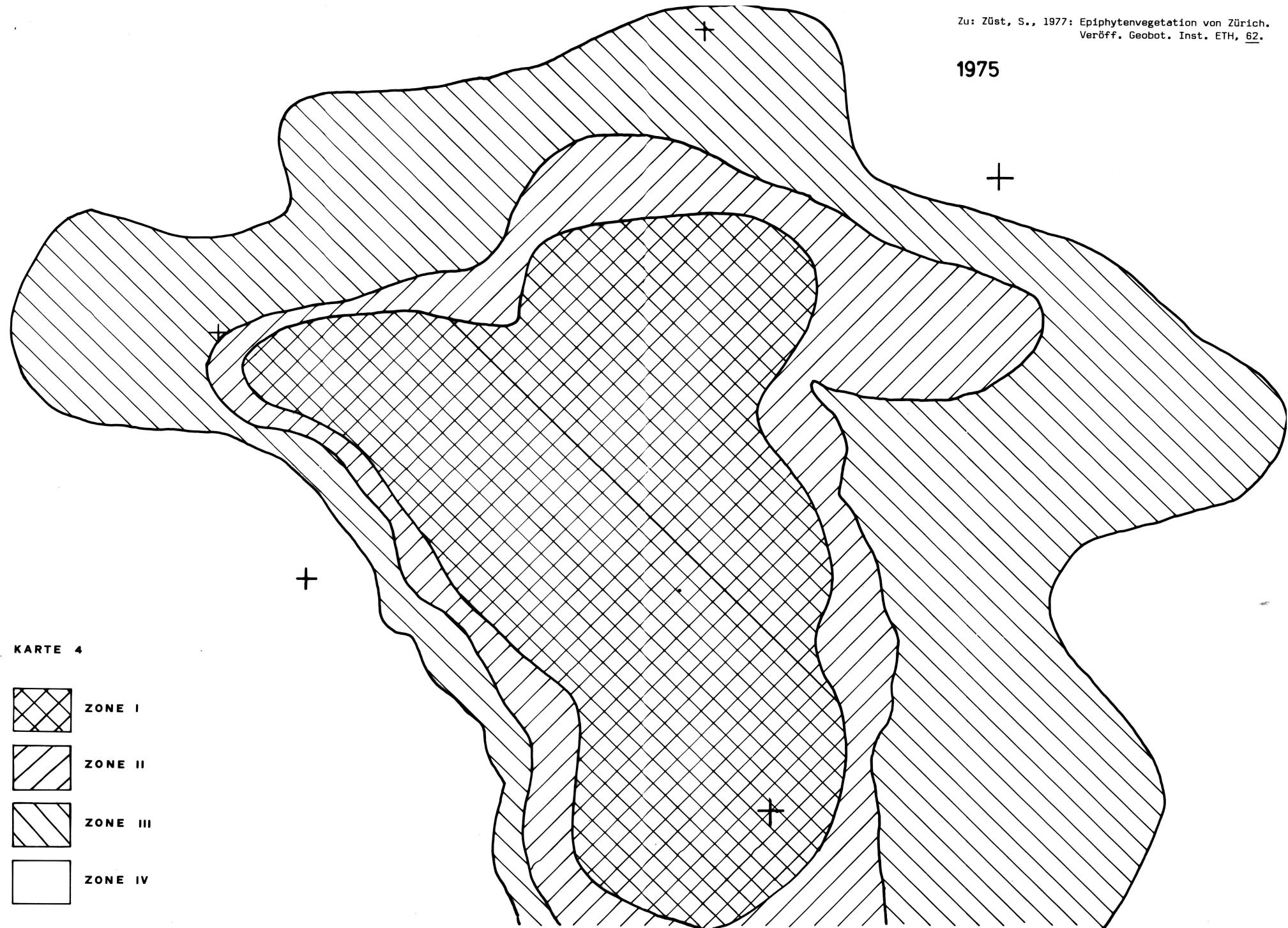
ZAHN, R., 1970: Ueber den Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Pflanzenempfindlichkeit gegenüber Schwefeloxyd. Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz 70, 81-95.

1936 +



KARTE 3

1975



KARTE 4



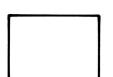
ZONE I



ZONE II



ZONE III



ZONE IV

1:100'000 Ausgabe 1967

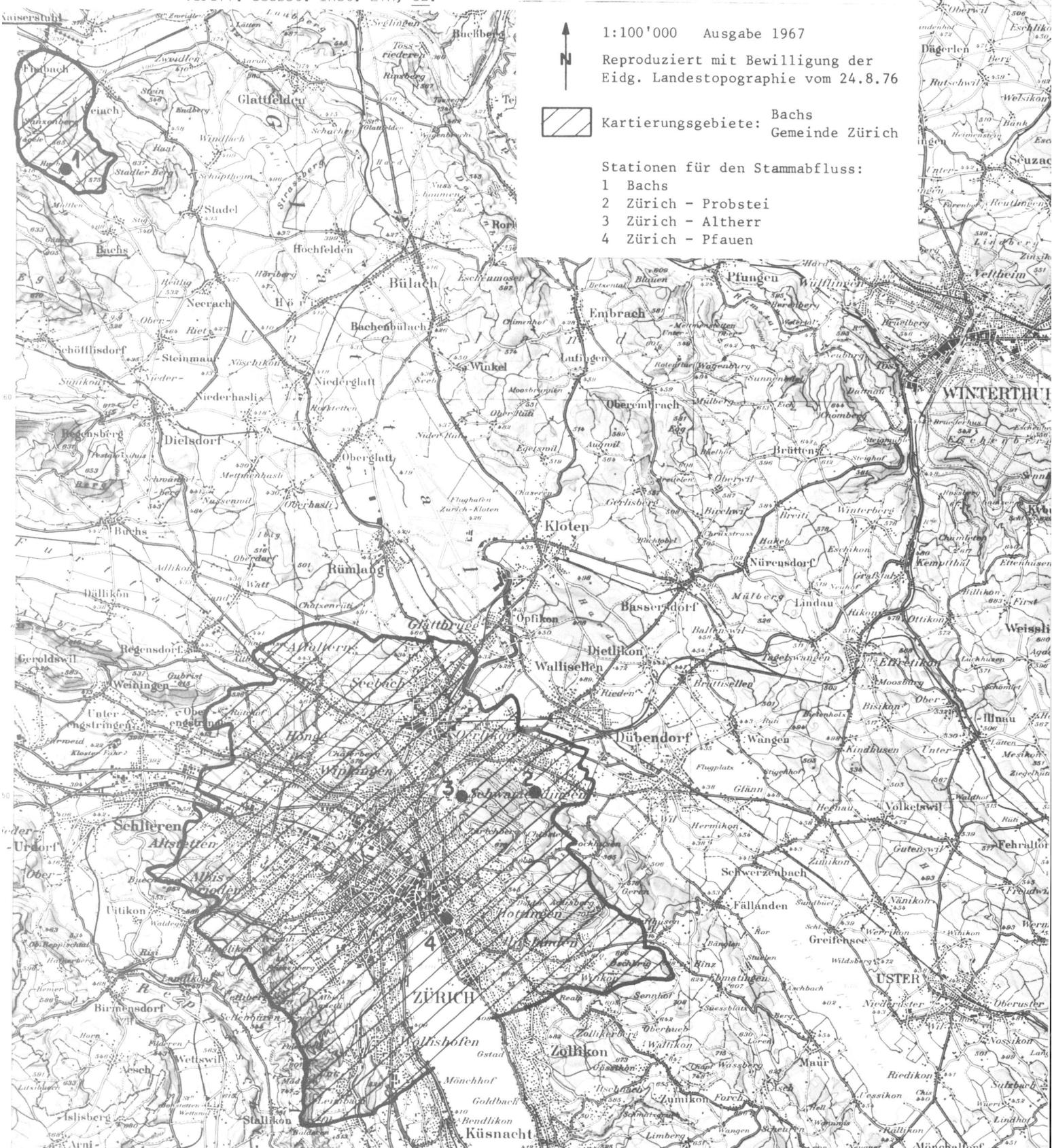
Reproduziert mit Bewilligung der
Eidg. Landestopographie vom 24.8.76



Kartierungsgebiete: Bachs
Gemeinde Zürich

Stationen für den Stammabfluss:

- 1 Bachs
- 2 Zürich - Probstei
- 3 Zürich - Altherr
- 4 Zürich - Pfauen



Tab. 1 Definition der Siedlungstypen und Epiphytenzonen (nach VARESCHI)

- Wichtigste Arten eines Siedlungstyps 1976, ○ Seltene Arten eines Siedlungstyps
- Charakteristische Arten für einen Siedlungstyp, ✗ Begleitarten in einem Siedlungstyp
- Zugehörigkeit der Arten zu den Erbschaftsgruppen.

Zu: Züst, S., 1977: Epiphytenvegetation von Zürich.
Voröff. Gescht. Inst. ETH 62

