

Zur Waldgeschichte im unteren Zürichseegebiet während des Neolithikums und der Bronzezeit Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen

Von *Annekäthi Heitz-Weniger*, Basel

Manuskript eingegangen am 25. 3. 1977

1. Einleitung

Im Rahmen eines vom Büro für Archäologie der Stadt Zürich unter der Leitung von Dr. U. Ruoff *) unternommenen Projektes wurden an neolithischen und spätbronzezeitlichen Siedlungsplätzen im untersten Zürichsee pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Im vorliegenden Beitrag, der Bestandteil dieser, als Dissertation am Botanischen Institut Basel unter der Leitung von Prof. Dr. H. Zoller *) durchgeführten Arbeit ist (Heitz-Weniger 1976, in Vorber.), soll nur ein Themenkreis behandelt werden: Die Waldvegetation, wie sie zur Zeit der prähistorischen Besiedlung am unteren Zürichsee bestand. Gerade auch für zahlreiche siedlungsgeschichtliche Probleme ist es wichtig, in welchen Waldgesellschaften die Siedler ihre Nahrung und ihre Rohmaterialien beschaffen mussten. Aufgrund der vorliegenden palynologischen Untersuchungen und einiger pflanzensoziologischer und ökologischer Überlegungen ist es möglich, die damaligen Wälder zu beschreiben. Die Ergebnisse bezüglich der Krautvegetation des Ufers und bezüglich der Veränderung der Vegetation durch die Siedler, wie auch die Diskussion der speziellen Ufersiedlungsprobleme, die Begründung der Zeitstellung der Diagramme und die Erläuterung der Methode bleibt andern Publikationen vorbehalten (Heitz-Weniger 1976, Heitz-Weniger, in Vorber.).

2. Voraussetzungen

2.1 Vereinfachtes Durchschnitts-Pollendiagramm

Die Grundlage für die in Kap. 3 versuchte Beschreibung der Waldvegetation in prähistorischer Zeit am unteren Zürichsee liefern die Pollendiagramme des Hauptteils der genannten Arbeit (Heitz-Weniger, in Vorber.). Es sind

*) Herrn Prof. Zoller und Herrn Dr. Ruoff sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

dies mehrere Diagramme der Siedlungen «Zürich-Kleiner Hafner, Zürich-Grosser Hafner und Zürich-Alpenquai», die alle heute ausserhalb des Uto-Quais und des General-Guisan-Quais mehrere Meter (Grosser Hafner: 200 m) vom heutigen Ufer entfernt im See liegen. Aufgrund dieser Diagramme wurde ein stark vereinfachtes Baumpollen-Diagramm in Schattenrissform als zusammenfassende Übersicht über die Waldgeschichte erstellt (Abb. 1). Da an allen Siedlungsplätzen mehrere Kulturschichten vorhanden sind, die bestimmten neolithischen oder spätbronzezeitlichen Kulturen zugewiesen werden können und vertikal durch mächtige Seekreide-Schichten voneinander getrennt sind, war es möglich, die zeitgleichen Seekreideabschnitte aller Diagramme stratigraphisch zu ermitteln und die entsprechenden Horizonte zu einem Gesamtdurchschnittswert zu verrechnen. Das bedeutet also, dass ein Horizont der Abb. 1 den Durchschnittswert eines Zeitabschnitts darstellt, der aus mehreren Diagrammen verschiedener Siedlungsplätze errechnet ist, wobei aus jedem Diagramm zahlreiche Horizonte verwendet wurden. Unter diesen Umständen musste natürlich auf die Horizonttiefe verzichtet werden. Horizonte 1 bis 4 sind alle dem Profil Alpenquai entnommen. Da in den Kulturschichten kein natürliches Pollenspektrum vorliegt, gelangten nur Analysenresultate aus Seekreideabschnitten zur Darstellung. Um den Vergleich mit pflanzensoziologischen Tabellen zu erleichtern, wurden alle Kurven auf Baumpollen = 100 % berechnet. Einzig der Kurve von *Corylus* liegt die Pollensumme zugrunde. Die Einteilung der Pollenzonen (nach Firbas) und die archäologische Gliederung entstammen den Originaldiagrammen (Heitz-Weniger, in Vorber.). Die angewandte Errechnung von Durchschnittswerten ist erlaubt und sinnvoll, da die zeitgleichen Seekreideabschnitte stets dieselben Tendenzen im Baumpollenspektrum aufweisen. Den Werten der einzelnen Horizonte kommt auf diese Weise höherer statistischer Wert zu, so dass bereits eine kleine Änderung einer Kurve eine Aussage erlaubt.

2.2 Heutige potentielle natürliche Vegetation

Um aus dem Verlauf der Baumpollen-Kurven (Abb. 1) Rückschlüsse auf die Verteilung von Waldgesellschaften zu prähistorischer Zeit zu ziehen, ist die Kenntnis der heutigen Pflanzengesellschaften nötig, d. h. der Pflanzengesellschaften, die ohne den Eingriff des Menschen heute natürlicherweise vorkommen würden. Leider ist uns aber dieser «Naturwald» nicht direkt zugänglich, da der Mensch seit vielen Jahrhunderten das Vegetationsbild durch Rodungen, Überbauungen und Aufforstungen stark verändert hat.

Leichter zu erfassen ist die heutige potentielle natürliche Vegetation, die Kuhn (1967) für die Gegend von Zürich kartiert hat. Unter dem Begriff der «heutigen potentiellen natürlichen Vegetation» ist nach Tüxen (1956) diejenige Vegetation zu verstehen, die sich einstellen würde, wenn der Mensch heute zu wirken aufhören würde; es ist also keine rekonstruierte, ehemals vorhandene, sondern eine aufgrund der heutigen Standortverhältnisse konstruierte theoretische Vegetation. Meist wird aber der Begriff etwas weiter gefasst, so dass auch historische Angaben verwertet werden können (Ellenberg 1963). Kuhn (1967) weist zumindest oft darauf hin, wie im Naturwald die Gesellschaften ausgesehen haben könnten.

Da die Kartierung der potentiellen natürlichen Vegetation wesentlich auf der Untersuchung von Bodenprofilen beruht, ist es nicht möglich, heute überbaute Gebiete aufzunehmen. Leider gilt das für das ganze, die Bohrpunkte umgebende Gebiet des untersten Zürichsees. Die nächstgelegenen Orte mit kartierter potentieller natürlicher Vegetation sind der Hügel von Riesbach auf der rechten See-seite und die Allmend an der Sihl bei Enge am linken Seeufer. Etwas weiter entfernt sind Adlisberg, Zürichberg und Uetliberg.

Da die potentielle natürliche Vegetation für den untersten Zürichsee also nicht kartographisch dargestellt werden kann, wurde folgendermassen vorgegangen: Das Gebiet wurde nach topographisch-geologischen Gesichtspunkten in Teilgebiete gegliedert (Abb. 2). Aufgrund der Arbeit von K u h n (1967), die sehr gründliche Beschreibungen der im Gebiet vorkommenden Pflanzengesellschaften enthält, wie auch aufgrund pollenanalytischer Befunde, ist es möglich, für jedes Teilgebiet die mutmasslich vorkommenden Pflanzengesellschaften anzugeben. Für die Auenvegetation allerdings muss auf M o o r (1958) zurückgegriffen werden, da diese im Gebiet nur noch äusserst fragmentarisch auftritt und deshalb von K u h n (l.c.) nur summarisch behandelt werden konnte. Einiges musste nach K l ö t z l i (1967) und E l l e n b e r g und K l ö t z l i (1972) ergänzt werden. Die für ein Teilgebiet in Frage kommenden Gesellschaften sind in Abb. 3 zusammengestellt und in Kap. 3.1 beschrieben. Um den Vergleich mit dem vereinfachten Durchschnitts-Pollendiagramm zu erleichtern, wurden die wichtigsten Baumarten jeder Gesellschaft aufgeführt, getrennt in Arten der Weichholzaue, der Hartholzaue und der Hochwälder. Die erwähnten Kolonnen der Abb. 3 sollen Ersatz bieten für die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation im überbauten Gebiet.

2.3 Repräsentation der Waldbäume im Pollendiagramm

Um die angestrebte Beziehung zwischen vereinfachtem Durchschnitts-Pollendiagramm und topographisch-vegetationskundlicher Tabelle (Abb. 3) zu erleichtern, ist die Repräsentation der Baumarten im Pollendiagramm zu testen. Das kann anhand des obersten Horizontes des Pollendiagramms (Horizont 1, Abb. 1) unter-nommen werden. Die nur in diesem Horizont auftretenden Pollen von *Aesculus* — sie entstammen den heutigen Parkanlagen — belegen die Zugehörigkeit dieses Pollenspektrums zu u n s e r e m J a h r h u n d e r t. Somit kann dieses Spektrum mit der heutigen Vegetation verglichen werden: Die hohen Werte von *Pinus* und vor allem von *Picea* lassen die starke forstwirtschaftliche Begünstigung dieser rasch wachsenden Nadelhölzer erkennen. Neben *Picea* ist im Gebiet *Fagus* die häufigste Baumart, die im Diagramm stark unterrepräsentiert ist. Das könnte möglicherweise durch eine Überrepräsentation der Vesiculaten bedingt sein (vgl. auch L ü d i 1957). Entsprechend ihrem Anteil in den Wäldern ist *Quercus* vertreten. Zu den selteneren Baumarten gehören heute *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer* und *Abies*, was mit dem Pollenspektrum übereinstimmt. *Fraxinus* dürfte allerdings im Diagramm etwas höhere Werte aufweisen. Die niedrigen Werte von *Alnus* stimmen mit der heute im unteren Zürichseegebiet nur noch kleinflächig verbreiteten Erle überein. Niedrige Werte weisen auch *Salix*, *Betula* und *Corylus* auf — Arten, die heute einen kleinen Anteil an der Vegetation bilden.

Im Ganzen hat sich die umliegende Vegetation im eben geprüften Pollenspek-

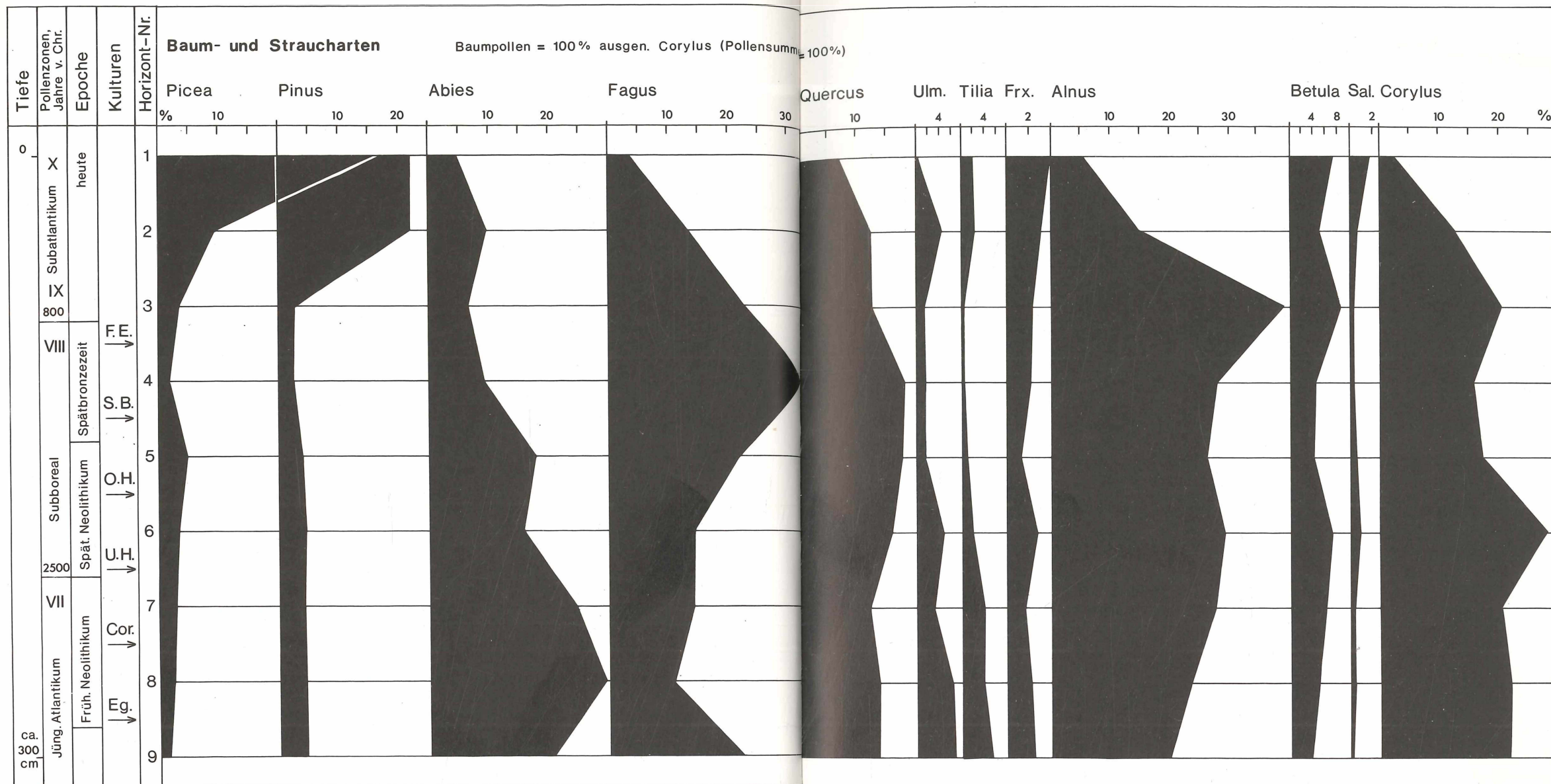


Abb. 1 Vereinfachtes Durchschnitts-Pollendiagramm

Pfeil (→) markiert Lage der Kulturschichten: F.E.: Früheste Eisenzeit, S.B.: Spätbronzezeit, O.H./U.H.: ob./unt. Horgen, Cor.: Cortailod, Eg.: Egolzwil

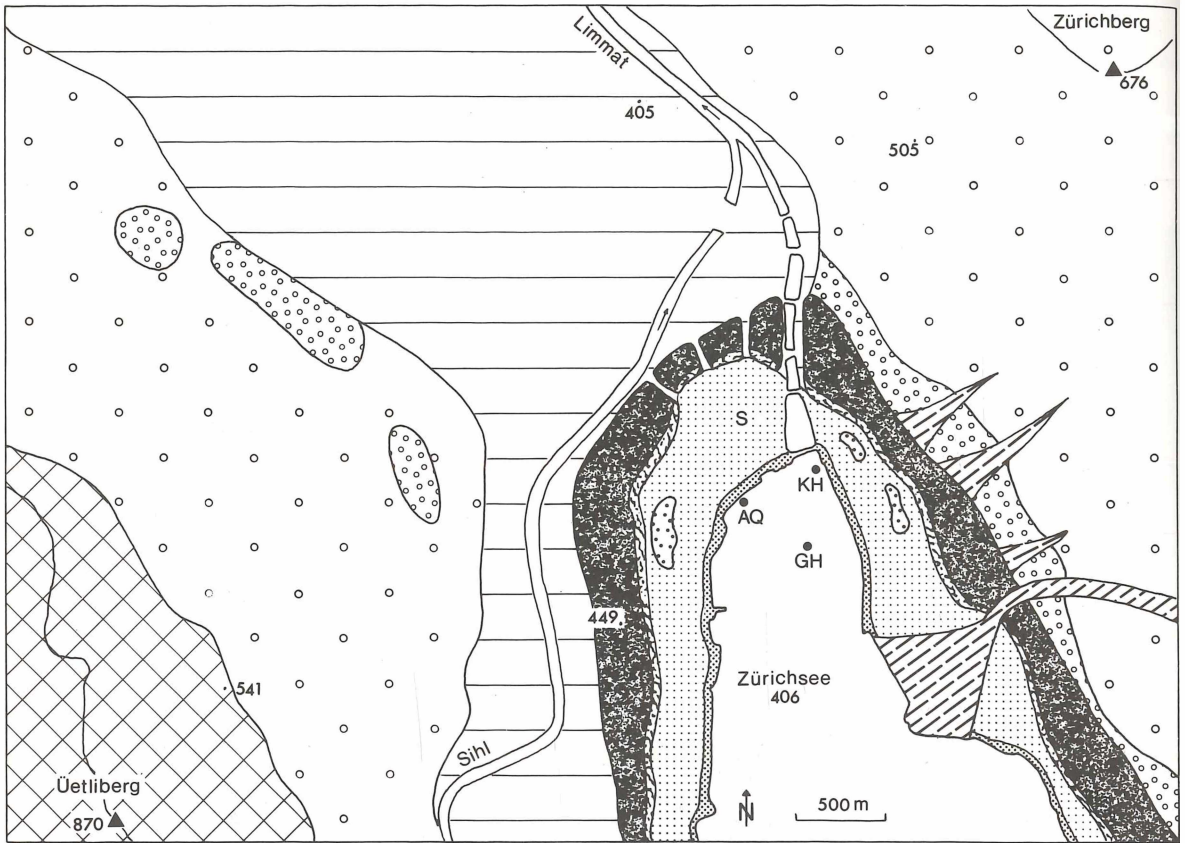
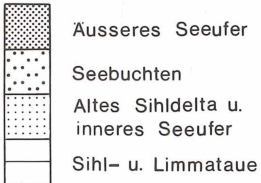


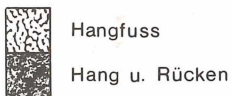
Abb. 2 Topographische Übersicht, stark schematisiert nach Hantke(1967) u. Schindler (1971)

Topographische Teilgebiete:

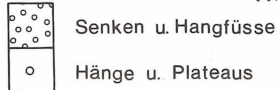
A. Seeufer u. Überschwemmungsgebiet



B. Moränenwall



C. Moränen ausserhalb des Walls



D. Molasse-Steilhänge



E. Bachtobel u. -schuttkegel



•Bohrpunkte:

AQ Alpenquai
GH Grosser Hafner
KH Kleiner Hafner

s Altes Sihldelta

In prähistorischer Zeit dürften tiefe Seespiegelstände vorgeherrscht haben, Überschwemmungen bis zum Moränenwall waren möglich

trum wirklichkeitsgetreu abgebildet, mit Ausnahme von *Fagus*. Betrachtet man den darunterliegenden Horizont (Horizont 2, Abb. 1), der vermutlich dem Mittelalter entspricht, so sind wesentliche Änderungen festzustellen: Die höheren Werte von *Quercus* mögen durch die bekannte Förderung der Eiche für die Schweinemast bedingt sein. In diesen lichten Wäldern konnte *Corylus* wesentlich besser gedeihen als heute und auch *Tilia* und *Ulmus* könnten etwas profitiert haben. Ferner zeigt das Spektrum erst eine geringe Förderung von *Picea* an. Die recht hohen Werte von *Alnus* lassen erkennen, dass Erlenwälder damals verbreitet waren. Erst in der Neuzeit ist folglich der grösste Teil dieser Erlenwälder der steten Ausdehnung der Stadt Zürich wie auch den Meliorationen zum Opfer gefallen. Höhere, durchaus normale Werte weist hier jetzt *Fagus* auf; es ist hingegen kaum anzunehmen, dass *Fagus* in der potentiellen natürlichen Vegetation des Mittelalters verbreiteter war als in der heutigen.

Der Vergleich der beiden Horizonte lässt den Schluss zu, dass sich Änderungen im Waldbild am unteren Zürichsee in den Pollenspektren der erbohrten Seekreide gut abzeichnen. Das darf auch für die prähistorische Zeit angenommen werden. An denselben Diagrammen kann auch gezeigt werden, dass der weitaus grösste Teil des Pollenniederschlags an den Bohrstellen im untersten Zürichsee aus 0,5 bis 1 km Entfernung stammt (Heitz-Weniger, in Vorber.), so dass also mit einem guten Abbild der Vegetation zwischen Zürichberg, Adlisberg und Üetliberg zu rechnen ist.

2.4 «Aktualistisches Prinzip»

Es ist nun noch der Frage nachzugehen, inwieweit man Rückschlüsse von rezenten Pflanzengesellschaften auf fossile ziehen darf. Leider kennen wir die klimatischen Verhältnisse der prähistorischen Zeit nur in groben Zügen, und noch weniger wissen wir über den damaligen Entwicklungszustand der Böden. Dennoch ist zu vermuten, dass sich vom Zeitpunkt der Einwanderung aller wichtiger Gehölzarten an der Wettbewerb unter den waldbildenden Baumarten ähnlich den heutigen Verhältnissen abspielte, so dass der rezenten Vegetation vergleichbare Pflanzengesellschaften existierten (Janssen 1970). Rekonstruktionen fossiler Pflanzengesellschaften wurden jedenfalls schon verschiedentlich versucht (Willerding 1960, Zoller 1962, Grosse-Brauckmann 1967).

Da am unteren Zürichsee bereits im jüngeren Atlantikum die heute waldbildenden Baumarten reichlich vorhanden waren mit Ausnahme von *Carpinus*, die im Gebiet nie häufig war, soll versucht werden, ein Bild der damaligen Waldgesellschaften zu skizzieren.

3. Die Wälder am untersten Zürichsee in später vorgeschichtlicher Zeit

3.1 Kurze Charakterisierung der Waldgesellschaften

Die in Abb. 3 zusammengestellten Pflanzengesellschaften sind im folgenden nach der erwähnten Literatur (Moor 1958, Kuhn 1967, Klötzli 1967, Ellenberg und Klötzli 1972, Pawlik und Schweingruber 1976) kurz beschrieben. Diejenigen Pflanzengesellschaften, die nur einen deutschen Namen tragen (Nr. 7—12, 14, 15), sind von Kuhn (1967) übernommen und um-

Topographische Teilgebiete (entsprechend Abb. 2)	Allgemeiner Walddtyp	Waldgesellschaften (Nr. entsprechend Kap. 3.1)	Prähistorische Waldvegetation Kap.-Nr.:				Hauptgehölze der Waldgesellschaften		
			3.2	3.3	3.4	3.5	Weichholzaue- Arten	Hartholzaue- Arten	Übrige Baum- arten
A. Seeufer u. Überschwemmungsgebiet Äusseres Seeufer	Bruchwälder	1 Weiden-Auengesellschaft 6 Schwarzerlen-Bruchwald					1 <i>Sal</i> 6 <i>Aln g.</i> , <i>Bet</i> , <i>Sal</i>		
	Bruchwälder	6 Schwarzerlen-Bruchwald 7 Eschen-Erlenwald					6 <i>Aln g.</i> , <i>Bet</i> , <i>Sal</i> 7 <i>Aln g.</i>	<i>Frax</i>	
Altes Sihldelta und inneres Seeufer	Bruchwälder und Hart- holzaue- wälder	6 Schwarzerlen-Bruchwald 7 Eschen-Erlenwald 8 Ahorn-Eschenwald 3 Ulmen-Eschen-Auenwald 5 Feuchter Stieleichen-Hageb.					6 <i>Aln g.</i> , <i>Bet</i> , <i>Sal</i> 7 <i>Aln g.</i>	<i>Frax</i> , <i>Que r.</i> <i>Frax</i> , <i>Ulm</i> , <i>Ace</i> <i>Frax</i> , <i>Ulm</i> , <i>Que r.</i> <i>Que r.</i> , <i>Frax</i>	
Sihl- und Limmataue	Weichholz- und Hart- holzaue- wälder	1 Weiden-Auengesellschaft 2 Schachtelhalm-Grauerlenwald 3 Ulmen-Eschen-Auenwald 5 Feuchter Stieleichen-Hageb.					1 <i>Sal</i> 2 <i>Aln i.</i> , <i>Sal</i> , <i>Aln g.</i> 3 5	<i>Frax</i> , <i>Ulm</i> , <i>Que r.</i> <i>Que r.</i> , <i>Frax</i>	
B. Moränenwall Hangfuss	Feuchte Laubwälder	8 Ahorn-Eschenwald 9 Hang-Ahorn-Eschenwald					8 9	<i>Frax</i> , <i>Ulm</i> , <i>Ace</i> <i>Ulm</i> , <i>Frax</i> , <i>Ace</i>	<i>Abi</i> , <i>Fag</i>
Hang und Rücken	Eichen- Buchenwälder	5 Feuchter Stieleichen-Hageb. 10 Stieleichen-Hagebuchenwald 11 Buchenwälder 12 Traubeneichen-Buchenwald m.					5 10 11 12	<i>Que r.</i> , <i>Frax</i> <i>Ace</i> , <i>Que r.</i> , <i>Ulm</i>	<i>Fag</i> <i>Fag</i> <i>Fag</i> , <i>Que p.</i> , <i>Til</i>
C. Moränen ausserhalb des Walls Senken und Hangfüsse	Feuchte Laubwälder	7 Eschen-Erlenwald 8 Ahorn-Eschenwald					7 8	<i>Frax</i> , <i>Que r.</i> <i>Frax</i> , <i>Ulm</i>	
Hänge und Plateaus	Buchen- Mischwälder	9 Hang-Ahorn-Eschenwald 10 Stieleichen-Hagebuchenwald 11 Buchenwälder 12 Traubeneichen-Buchenwald m. 13 Linden-Mischwald 14 Buchen-Steilhangwälder					9 10 11 12 13 14	<i>Ulm</i> , <i>Frax</i> , <i>Ace</i> <i>Ace</i> , <i>Que r.</i> , <i>Ulm</i>	<i>Abi</i> , <i>Fag</i> <i>Fag</i> <i>Fag</i> <i>Fag</i> , <i>Que p.</i> , <i>Til</i> <i>Til</i> , <i>Que p.</i> <i>Fag</i> , <i>Que p.</i>
D. Molasse-Steilhänge	Steilhangw.	14 Föhren-Buchen-Steilhangwald					14		<i>Pin</i> , <i>Fag</i>
E. Bachtobel	Schluchtw.	15 Schlucht-Wälder					15	diverse Baumarten	

Abb. 3 Uebersicht über die heutigen potentiellen natürlichen Waldgesellschaften am unteren Zürichsee und deren mutmassliche Verbreitung in später prähistorischer Zeit

Legende: Kap.-Nr.: 3.2 Vorneolithische Zeit
3.3 Frühes Neolithikum
3.4 Spätes Neolithikum
3.5 Spätbronzezeit und Eisenzeit

Verbreitung der
Waldgesellschaften
klein gross

Hauptbaumarten: *Abi* Tanne
Ace Ahorn
Aln g. Schwarzerle
Aln i. Grauerle
Bet Birke
Fag Buche
Frax Esche

Pin Föhre
Que p. Traubeneiche
Que r. Stieleiche
Sal Weide
Til Linde
Ulm Ulme

kursiv: dominierende Art

fassen oft nicht nur eine einzige, in der pflanzensoziologischen Literatur beschriebene Pflanzengesellschaft.

Auen

- (1) Weiden - Auengesellschaft (Moor 1958)

Salicetum albae + *Salicetum triandro-viminalis*

Auf sandigem, bei Mittelwasser überschwemmtem Alluvialboden; ist oft Pioniergesellschaft. Silberweide und weitere Weidenarten kommen vor.

- (2) Schachtelhalm - Grauerlenwald (Moor 1958)

Equiseto-Alnetum incanae

In der Aue auf Feinsand und Schlick, wird jährlich vom Hochwasser überschwemmt und ist dauernd unter dem Einfluss des Grundwassers. Grauerle ist Hauptbaumart, Schwarzerle kann beigemischt sein, selten sind Weiden und Eschen.

- (3) Ulmen - Eschen - Auenwald (Moor 1958)

Fraxino-Ulmetum

Auf Auenböden zuäusserst in der Aue, nur von Spitzenhochwassern überschwemmt. Esche dominiert, Stieleiche und Ulme sind beigemischt.

- (4) Traubenkirsche - Haselgesellschaft (Moor 1958)

Pado-Coryletum

Mantelgesellschaft des Fraxino-Ulmetum, nur bei Spitzenhochwasser überschwemmt. Hasel dominiert, Traubenkirsche, Erlen-, Eichen- und Weidenarten sind seltener.

- (5) Feuchter Stieleichen - Hagebuchenwald (Moor 1958)

Quercus-Carpinetum aegopodietosum

Auf sandigen Alluvialböden mit Grundwassereinfluss, in der Aue höher als Spitzenhochwasser. Neben Esche und Ahorn ist im Naturwald die Stieleiche sehr verbreitet.

Seeufer, Senken und schwach geneigte Hänge

- (6) Schwarzerlen - Bruchwald (Klötzli 1967)

Carici elongatae-Alnetum betuletosum

Verlandungsgesellschaft auf Torf im sommerlichen Überflutungsbereich des

Sees. Schwarzerle ist Hauptbaumart, Moorbirke und Weiden können beigemischt sein.

- (7) E s c h e n - E r l e n w a l d (M o o r 1958, K u h n 1967)
(*Pruno-Fraxinetum*)

Auf lehmig-tonigen Böden mit periodisch bis zur Bodenoberfläche steigendem Grundwasser. Esche dominiert, Schwarzerle beigemischt, selten Stieleichen.

- (8) A h o r n - E s c h e n w a l d (K u h n 1967)

Auf grundwasserbeeinflussten, wechsellässen, nährstoffreichen Böden mit gehemmter Drainage in ebener Lage. Hauptbaumarten sind Esche und Bergulme, beigemischt ist Bergahorn.

- (9) H a n g - A h o r n - E s c h e n w a l d (K u h n 1967)

Auf Molasse-Schuttfächern am Fusse von Steilhängen, auf instabilem, feuchtem Boden. Der dominierenden Buche ist Ulme, Esche, Ahorn und Tanne zugesellt.

- (10) S t i e l e i c h e n - H a g e b u c h e n w a l d (K u h n 1967)

Auf sickerfeuchten, leicht geneigten, nährstoffreichen Böden in tonigen Mulden auf Moränen und Molassemergeln. Neben Buche ist Bergahorn häufig, selten sind Stieleiche und Esche, vereinzelt nur Bergulme und Schwarzerle.

- (11) B u c h e n w ä l d e r (K u h n 1967)

Dazu gehören: Typischer Traubeneichen-Buchenwald und Frischer Buchenmischwald.

Auf tiefgründigen Braunerden in schwacher Hanglage und auf leichten Kuppen über Moränen. Buche ist dominant, nur selten sind Traubeneiche, Esche und Bergahorn vorhanden.

- (12) T r a u b e n e i c h e n - B u c h e n w a l d m i t B e r g s e g g e (K u h n 1967)

Auf extremen Kuppen und Spornen, auf trockenem und durch Auswaschung nährstoffarmem Boden über Moräne. Traubeneiche und Buche sind Hauptbaumarten, Winterlinde, Bergahorn und Esche sind beigemischt.

- (13) L i n d e n - M i s c h w a l d (T r e p p 1947)

Asperulo taurinae-Tilietum (rezent nur fragmentarisch)

Auf flach- bis tiefgründigen Hangschuttböden und unreifen Braunerden in

mildem, feuchtem Klima. Winterlinde dominiert, Bergulme, Ahorn, Eiche und Esche sind beigemischt.

Steilhänge

- (14) Buchen-Steilhangwälder, Föhren-Buchenwälder
und Föhrenwälder (Kuhn 1967)

Auf kalkreichen, relativ tiefgründigen Böden mit Buchendominanz; auf flachgründigen, der Erosion ausgesetzten Mergelhängen mit Föhrendominanz. Esche, Eiche, Ahorn und Tanne können vorkommen.

Bachrinnen

- (15) Schluchtwälder und bachbegleitende Erlenwälder
(Kuhn 1967)

An den Hängen der Bachtobel mosaikartige Verteilung verschiedener Gesellschaften, so: 7, 8, 10, 11 und *Carici remotae-Fraxinetum*.

Erläuterungen bedürfen die beiden aufgeführten Stieleichen-Hagebuchenwälder (5 und 10): Es ist heute bekannt, dass die grosse Verbreitung von *Carpinus* in den nach ihr benannten Eichen-Hagebuchenwäldern des Schweizerischen Mittellandes durch die jahrhundertelange Mittelwaldwirtschaft bedingt ist. Natürlicherweise würden in diesen Wäldern je nach Standort entweder die Esche oder die Buche dominieren, was in der heutigen, neuen Namengebung zum Ausdruck gebracht wird (Ellenberg und Klötzli 1972: *Ulmo-Fraxinetum listeretosum*, *Aro-Fagetum*). Die vorliegenden pollenanalytischen Untersuchungen belegen, dass *Carpinus* am unteren Zürichsee erst nach der Spätbronzezeit auftritt und im Naturwald eine untergeordnete Rolle spielt, was sich mit der Ansicht Kuhn's (1967) deckt. Unter der in Anlehnung an Kuhn gebrauchten Bezeichnung «Stieleichen-Hagebuchenwald» und unter dem Begriff «Feuchter Stieleichen-Hagebuchenwald» ist also der naturnahe Wald verstanden, in welchem *Carpinus* sehr selten ist.

In Abb. 3 (unter «Prähistorische Waldvegetation») und in den folgenden Kapiteln wird nun aufgrund aller vorgenannten Voraussetzungen der Versuch gewagt, für verschiedene Zeitabschnitte die Ausdehnung der einzelnen Pflanzengesellschaften anzugeben. Die Darstellung ist als schematische Übersicht gedacht und enthält nur relative Angaben, wodurch annäherungsweise ein Bild der prähistorischen Vegetation skizziert werden soll.

3.2 Die Waldgesellschaften kurz vor der neolithischen Besiedlung des Gebietes

Die Zeit vor der ersten neolithischen Besiedlung des Gebietes durch die Leute der Egolzwiler Kultur ist im Pollendiagramm gekennzeichnet durch die letztmalige Dominanz des EMW (Eichenmischwald), während *Fagus* und *Abies* sich die Waage halten (Abb. 1, Horizont 9). Die ersten Besiedler kamen also in eine Gegend, wo die schattenfesten Bäume, wie *Fagus* und *Abies*, noch nicht die Alleinherrschaft errungen hatten. Das wird auch durch die relativ hohen Werte von Co-

rylus deutlich, die nur in lichten Laubwäldern gedeiht. Aus den sehr niedrigen Krautpollenwerten (Heitz-Weniger, in Vorber.) ist ersichtlich, dass das ganze Gebiet bewaldet war, wohl mit Ausnahme kleiner Flächen auf instabilem Boden.

Die niedrigen *Alnus*-Werte lassen erkennen, dass Auen- und Bruchwälder, die entlang der Sihl und Limmat wie auch am Seeufer zu erwarten sind, nur wenig ausgedehnte Gebiete einnahmen. Niedrig sind ja auch die Werte von *Salix* und *Betula*. Das bestätigt die mehrfach belegte Beobachtung, dass die Auenlehmabildung unserer Flüsse erst im Subatlantikum einsetzte (Willerding 1960, Ellenberg 1963). Auf den Auen im Gebiet des Zürichsees war im Neolithikum wohl reichlich grobes Geschiebe vorhanden, das teilweise vegetationslos oder mit baumfreien Pioniergesellschaften bestockt war, in den äusseren Gebieten der Aue wohl mit Ulmen-Eschen-Auenwald.

Auf den Tonen und Sanden des alten Sihldeltas in den nur bei Spitzenhochwasser überschwemmten Gebieten muss die Hartholzaue mit *Fraxinus*, *Quercus Robur* und etwas *Ulmus* verbreitet gewesen sein. Da die Pollenspektren nur spärliche Anzeichen für Verlandungsgesellschaften enthalten (Heitz-Weniger, in Vorber.), ist zu vermuten, dass auenartige Wälder bis gegen das Seeufer vorherrschend waren.

Ahorn-Eschenwälder, Hang-Ahorn-Eschenwälder und vor allem wohl ein feuchter Stieleichen-Hagebuchenwald mögen auf dem anschliessenden Moränenwall verbreitet gewesen sein.

Aufgrund der relativ hohen *Tilia*-Werte ist anzunehmen, dass auf den umliegenden Moränengebieten mit wohl noch flachgründigen skelettreichen Böden sich ausgedehnte Bestände des frühatlantischen Laubmischwaldes mit hohen Anteilen von *Tilia* erhalten konnten. Diese Wälder könnten Ähnlichkeit mit heutigen Linden-Mischwäldern gehabt haben, vor allem mit dem von den Südhängen ob dem Walensee beschriebenen *Asperulo taurinae-Tilietum* (Trepp 1947). Weitere Anzeichen von Lindenmischwäldern sind in den pollenanalytischen Untersuchungen am unteren Zürichsee zu erkennen, die auch an das Vorkommen anderer Gesellschaften denken lassen (Heitz-Weniger, in Vorber.). Verbreitet könnte auch der bezüglich seines Standortes anspruchslose Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge gewesen sein, ferner, an feuchteren Stellen des Moränengebietes, der Ahorn-Eschenwald, dem *Abies* beigemischt gewesen sein mag.

Als einzige heute noch ganz natürliche Waldgesellschaft gelten die Föhrenwälder (*Molinio-Pinetum*) der Molasse-Steilhänge (Ettler 1947a, Rehder 1962, Kuhn 1967), die von Schmid (1939) schon als Reliktföhrenwälder bezeichnet wurden. Wie die trotz grosser Pollenproduktion und guter Pollenausbreitung niedrigen *Pinus*-Werte im Durchschnitts-Pollendiagramm zeigen, hatten die Föhrenwälder im jüngeren Atlantikum keinesfalls ein grösseres Gebiet beansprucht als die heutigen Bestände. Auch in den Alluvionen am unteren Zürichsee hat *Pinus* damals kaum Standorte gehabt, im Gegensatz zur Linthebene heute, von wo Koch (1926) rezente *Pinus*-Gesellschaften auf aufgeschütteten Kiesbänken beschreibt.

Da die Vegetation der Steilhänge am Üetliberg während der prähistorischen und historischen Zeit offenbar nur wenig ausgeprägte Änderungen erfuhr, braucht sie nicht weiter erwähnt zu werden. Dasselbe mag für die Vegetation der Bachrinnen gelten (s. S. 72).

3.3 Die Waldgesellschaften im früheren Neolithikum

Mit dem Begriff des «früheren Neolithikums» wird hier die Zeit der Egolzwiler und der Cortaillod-Kultur bezeichnet, also die Endzeit des jüngeren Atlantikums (Pollenzone VII).

Das Pollenspektrum ist gekennzeichnet durch niedere Werte von *Fagus*, hohe Werte von *Abies* und leicht zunehmende Werte von *Corylus* (Abb. 1, Horizonte 7 und 8).

Immer noch kleinflächig verbreitet scheinen die Bruchwälder des Seeufers und der Seebuchten zu sein. Das erstaunt etwas, wird aber dadurch bestätigt, dass Torffunde im Uferbereich trotz zahlreicher geotechnischer Bohrungen (S c h i n d l e r 1971) nur selten gemacht wurden. Vielmehr ist zu vermuten, dass sich im jährlichen Überflutungsbereich eine Weiden-Auengesellschaft angesiedelt hat, die wohl mit den von L a n g (1973) beschriebenen Beständen (*Salicetum albae*) am heutigen Bodenseeufer Ähnlichkeit hat und meist auf Rohauenböden stockt. Da sich der Pollen von *Salix* sehr schlecht verbreitet, ist eine Unterrepräsentation in den im See liegenden Sedimenten wohl verständlich. Es fällt hingegen auf, dass die *Salix*-Werte in den Kulturschichten stets etwas höher sind, da sich der *Salix*-Gürtel durch Seespiegelsenkung möglicherweise näher am Bohrpunkt befand oder *Salix*-Pollen durch die Siedler eingeschleppt wurden und deshalb stärker vertreten sind. Landwärts anschliessend mag mancherorts ein nasser Eschen-Erlenwald mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus* vorhanden gewesen sein. Aus den erwähnten geotechnischen Bohrungen ist Torf bekannt von der Seehofstrasse und Kreuzstrasse, vom Bellevue-Platz und von der Enge. Allerdings ist dieser Torf oft jünger als die Kulturschichten. Doch auch im Neolithikum sind an diesen Stellen — es sind Buchten und Untiefen — Schwarzerlen-Bruchwälder zu vermuten.

Der kleine aber deutliche Rückgang der Ulme gegenüber der vorneolithischen Zeit lässt vermuten, dass der Ulmen-Eschenwald auf dem alten Sihldelta etwas an Terrain verloren hat. Auch in der Sihl- und Limmataue hat er wohl kaum grössere Flächen bedeckt. Im späten jüngeren Atlantikum und Subboreal konnte also keine weite Verbreitung von Ulmen-Auenwäldern nachgewiesen werden, was Ergebnissen aus Deutschland entspricht (W i l l e r d i n g 1960). Auf dem alten Sihldelta, vor allem auf dem siltigen westlichen Teil (S c h i n d l e r 1971) scheint sich aber der Eschen-Erlenwald etwas ausgebreitet zu haben. Vergleichbare Gesellschaften (*Pruno-Fraxinetum*) kommen heute noch am Bodensee vor (L a n g 1973) und weisen dort eine gut entwickelte Strauchschicht auf mit Arten wie *Viburnum Opulus*, *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea*, *Corylus*, deren Pollen in den Diagrammen vom Zürichsee immer wieder auftreten (H e i t z - W e n i g e r, in Vorbereitung.).

Am Fuss des Moränenwalls auf tonigem feuchtem Boden mag immer noch der Ahorn-Eschenwald verbreitet gewesen sein. Es wäre aber denkbar, dass dort auch trotz der geringen Neigung der Hang-Ahorn-Eschenwald Standorte gehabt hat, nämlich auf noch wenig konsolidiertem instabilem Untergrund, der im jüngeren Atlantikum durchaus noch vorhanden gewesen sein könnte. Tritt dort etwas mehr Staunässe auf als *Fagus* erträgt, kann *Abies* grössere Häufigkeit erlangen. Erst bei noch stärkerer Vernässung des Bodens wird die Esche dominieren und sich ein Ahorn-Eschenwald einstellen. Da dieses Gebiet nicht weit von den Bohrpunkten

entfernt ist, könnten dadurch hohe *Abies*-Werte in den Diagrammen zustande kommen. Feuchter Stieleichen-Hagebuchenwald hat gewiss auf dem Moränenwall geherrscht, auf den Kuppen eventuell Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge.

Wenig verändert hat sich die Vegetation im weiter entfernten Moränengebiet. Den abnehmenden *Tilia*-Werten entsprechend ist der Linden-Mischwald etwas seltener geworden. Stark verbreitet war auf den Kuppen und auf den wenig tiefgründigen Stellen wohl der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge, an tonigen feuchten Steilhängen der Hang-Ahorn-Eschenwald, dem wohl *Abies* beigemischt war.

Die in dieser Zeit aussergewöhnlich hohen Werte von *Abies* bedürfen weiterer Erläuterungen.

Abies muss im jüngeren Atlantikum am unteren Zürichsee in der Nähe der Bohrpunkte vorgekommen sein. Das kann aus folgendem geschlossen werden: Der Pollen von *Abies* ist im allgemeinen in Pollendiagrammen normal vertreten. Das Angeschwemmtwerden von *Abies*-Pollen in der Uferzone (Seeblüte) kann bei der in beträchtlicher Wassertiefe sedimentierten Seekreide ausgeschlossen werden. Wären *Abies*-Pollen aus dem Oberland, aus dem Einzugsgebiet der Sihl, angeschwemmt oder durch den Wind verfrachtet worden, wären wohl auch geringe Mengen *Picea*-Pollen transportiert worden, was aber nicht der Fall ist. Hätte sich *Abies* nur lokal an den Steilhängen des Üetlibergs etwas ausgebreitet, so wären die an den Bohrpunkten registrierten Pollenwerte niemals so hoch — das dort vorkommende *Molinio-Pinetum* zeichnet sich wie erwähnt nur schlecht ab.

Die heute nächstgelegenen natürlichen *Abies*-Standorte finden sich am Albis-Kamm im waldschwingelreichen Buchenwald (E t t e r 1947b), also recht weit entfernt. In der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation am untersten Zürichsee ist *Abies* einzig im Hang-Ahorn-Eschenwald etwas häufiger (K u h n 1967). E t t e r (1947b) beschreibt den feuchten Ahorn-Eschenwald (*Aceri-Fraxinetum carictosum pendulae*) im Sihlwald als Wald mit ungestümem Baumwachstum, üppig wucherndem Krautteppich und einer eher lückigen Strauchschicht. Ferner bezeichnet er ein feucht-ozeanisches Klima bei relativ hohen Temperaturen als Voraussetzung für das Gedeihen dieser Gesellschaft, klimatische Verhältnisse also, wie sie für das Atlantikum bekannt sind (F i r b a s 1949). Allerdings nennt E t t e r (1947b) *Abies* nicht in dieser Gesellschaft des Sihlwalds, hingegen in der weiterträgigeren Darstellung seines Ahorn-Eschenwaldes (E t t e r 1947a). Im *Aceri-Fraxinetum* hat die Buche neben der schnellwüchsigen Esche schwer, die Herrschaft an sich zu reissen, da die Böden zu dicht und zu feucht sind (E t t e r 1947b). Auf solchen Böden ist *Abies* gegenüber *Fagus* im Vorteil, da *Abies* eher Staunässe erträgt als *Fagus* (D e n g l e r 1935, S e i t s c h e k 1967). Es ist also sehr wahrscheinlich, dass *Abies* am unteren Zürichsee während des Atlantikums im Hang-Ahorn-Eschenwald an den oben erwähnten Stellen stärker verbreitet war.

Auch ausserhalb des Zürichsees sind im Alpenvorland hohe Werte von *Abies*-Pollen in dieser Zeit bekannt (W e l t e n 1955, 1967, L a n g 1973). Ferner ist *Abies* auch in zahlreichen neolithischen Siedlungen durch Grossreste reichlich belegt (S c h w e i n g r u b e r 1976). Weitere natürliche kolline und submontane Wälder mit hohem Tannenanteil sind aus der heutigen Vegetation bekannt, so das *Carici-Abietetum* der Schwäbischen Alb (O b e r d o r f e r 1957) und eine erst provisorisch benannte Gesellschaft (*Circaeo-Abietetum*) im Aargauer Jura (W.

Vogt, Lauwil, Mskr.). All dies weist auf eine natürliche Verbreitung von *Abies* in tiefegelegenen Wäldern hin, was auch Schweingruber (1976) erwähnt.

Ein ursprüngliches Vorkommen von *Abies* und auch *Picea* in Buchenwaldgesellschaften vermuten Ellenberg und Klötzli (1972), und zwar im heute zwischen 600 und 800 m ü. M. verbreiteten *Milio-Fagetum*, das wir den Buchenwäldern zugerechnet haben. Auch für den unteren Zürichsee scheint es möglich, dass *Abies* in diesen Wäldern auf dem Moränengebiet wesentliche Anteile gehabt hat. Hingegen haben die palynologischen Untersuchungen gezeigt, dass *Picea* hier während des ganzen Postglazials keine Rolle gespielt hat. Eher unwahrscheinlich ist die Andeutung von Pawlik und Schweingruber (1976), ein *Abietifagetum* (heute über 1000 m ü. M.) könnte bis gegen 400 m ü. M. herabgestiegen sein, da aufgrund palynologischer Untersuchungen keine Anzeichen einer für derartige Höhenstufenverschiebungen nötigen Klimaveränderung nachgewiesen sind.

3.4 Die Waldgesellschaften im späteren Neolithikum

Mit dem Subboreal beginnt das spätere Neolithikum, zu welchem hier die Zeit der Horgener Kultur gerechnet wird, die mit einer unteren und einer oberen Kulturschicht vertreten ist.

Das Pollenspektrum zeichnet sich durch den Rückgang der *Abies*-Werte, den anhaltenden Tiefstand der *Fagus*-Werte und durch die etwas erhöhten Werte von *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Salix* und *Betula* aus (Abb. 1, Horizonte 5 und 6).

Eindeutig sind die Veränderungen der Vegetation im Gebiet des Seeufers und des alten Sihldeltas festzustellen. Etwas ausgebreitet haben sich die Weiden-Auen-gesellschaft und der Schwarzerlen-Bruchwald des äusseren Uferstreifens. In den Seebuchten mag der Schwarzerlen-Bruchwald über den Eschen-Erlenwald dominiert haben. Grössere Flächen scheinen der Eschen-Erlenwald und vor allem der Ulmen-Eschen-Auenwald des alten Sihldeltas einzunehmen. Dieser Wechsel in der Vegetation könnte durch eine Veränderung des Seespiegels und des Grundwasserstandes bedingt sein. Vor allem auf dem alten Sihldelta ruft ein kleiner Anstieg des Seespiegels eine starke Verschiebung der Ufervegetation hervor, da das Delta sehr flach ist. Es wäre denkbar, dass sich durch eine Vergrösserung des Areals der Ufervegetation die weiter entfernten Mischwälder mit *Fagus* und *Abies* deshalb im Pollendiagramm schlecht abzeichnen. Es scheint jedoch wahrscheinlicher, dass die *Abies*-Standorte selbst verringert wurden. Vor allem im Hang-Ahorn-Eschenwald am Fuss des Moränenwalls könnte durch die zunehmende Staunässe *Abies* durch *Fraxinus* verdrängt worden sein.

Änderungen der Vegetation sind jedoch auch auf den Moränen ausserhalb des Walles anzunehmen: Linden-Mischwälder und Buchen-Steilhangwälder mussten wohl Areal an die Buchenwälder und die Stieleichen-Hagebuchenwälder abgeben, an Wälder, die etwas tiefgründigeren Boden verlangen.

Gründe für diese Umstrukturierung sind schwer beizubringen. Veränderungen des Seespiegels konnten andere ökologische Bedingungen schaffen. Inwieweit dabei klimatische und edaphische Faktoren eine Rolle gespielt haben, ist ungewiss. Es sei nur darauf hingewiesen, dass im Alpengebiet zwischen rund 3000 und 2500 v. Chr. mehrfach die Piora-Kaltphase nachgewiesen wurde (Zoller 1960, Bortenschlager 1970, Ch. Heitz 1975). Allerdings kennt man die Aus-

wirkungen solcher kleineren, nur in den Alpen genauer fassbaren Klimaschwankungen auf die Vegetation des Tieflandes noch zu wenig. Auch darf eine Veränderung der Wälder durch den Neolithiker nicht ganz ausser acht gelassen werden (Heitz-Weniger 1976).

3.5 Die Waldgesellschaften der Spätbronzezeit und der frühen Eisenzeit

Dieser Zeitabschnitt umfasst das Ende des Subboreals und die früheste Phase des Subatlantikums (Abb. 1, Horizont 3 und 4).

Das Pollenspektrum ist charakterisiert durch sehr hohe Werte von *Fagus* und durch hohe von *Quercus*, während *Abies*, die übrigen EMW-Arten und *Corylus* niedrige Werte haben.

Es ist zu vermuten, dass am Seeufer und in den Seebuchten sich der Schwarzerlen-Bruchwald und vor allem der Eschen-Erlenwald etwas ausgebreitet haben. Eher spärlich vertreten scheint die Weiden-Auengesellschaft zu sein. Die starke Zunahme der *Alnus*-Werte, vor allem nach der Spätbronzezeit, wird aber eher durch die Ausbreitung des Schachtelhalm-Grauerlenwaldes auf der Aue bedingt gewesen sein. Bei einem Feuchterwerden des Klimas ist jedoch auch mit grösseren Beständen des Eschen-Erlenwaldes auf dem alten Sihldelta zu rechnen.

Auch die Vegetation des Moränenwalls wird sich verändert haben: Am Hangfuss wird der Ahorn-Eschenwald reichlich vertreten gewesen sein, während an Hängen und auf dem Rücken der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge Areal an die Buchenwälder abtreten musste. Ferner könnte der Feuchte Stieleichen-Hagebuchenwald durch die fortgeschrittene Bodenbildung von den auf tiefgründigeren Böden gedeihenden Buchenwäldern etwas verdrängt worden sein.

Der grösste Wechsel in der Vegetation scheint sich auf den umliegenden Moränengebieten vollzogen zu haben: Hier haben nun die von der schattenfesten Buche beherrschten Wälder — die Buchenwälder und der Stieleichen-Hagebuchenwald — die lichten Laubwälder verdrängt. Die Pollenspektren zeigen jedoch eindeutig, dass *Abies* in diesen Wäldern keine Standorte gehabt hat. Hingegen wird in den Senken der Eschen-Erlenwald verbreitet gewesen sein.

Der bronzezeitliche Hochstand von *Fagus* ist aus dem Schweizerischen Mittelland durch Pollendiagramme mehrfach belegt (Welten 1947, 1955, Lüdi 1957, Ammann-Moser 1975). Es ist zu vermuten, dass er klimatisch bedingt oder jedenfalls begünstigt wurde. Möglicherweise haben auch edaphische Faktoren eine Rolle gespielt.

4. Neolithische, spätbronzezeitliche und potentielle natürliche heutige Vegetation — ein kurzer Vergleich

Dazu dient Tab. 1, welche heutige, in Kap. 3.1 genannte Pflanzengesellschaften prähistorischen Pollenprozentwerten gegenüberstellt. Unter diesen Pflanzengesellschaften wurden nur jene ausgewählt, die einerseits vom untersten Zürichsee beschrieben sind und die andererseits in der näheren Umgebung der Bohrpunkte vorkommen. Dies bringt mit sich, dass die Gesellschaften der Aue, des äusseren Seeufers und jene der Molassesteilhänge fehlen. Die Darstellung der Pflanzengesellschaften (Kap. 3.1, Nr. 7—12) erfolgte durch die Umrechnung der pflanzensozio-

logischen Tabellen von K u h n (1967). Die charakteristischen mittleren Mengen der wichtigsten Baum- und Straucharten wurden nach der Braun'schen Skala in Deckungsprozente umgerechnet (E l l e n b e r g 1956), entsprechend P a w l i k und S c h w e i n g r u b e r (1976). Unter den Pollen-Prozentwerten wurde ein repräsentativer neolithischer und der spätbronzezeitliche Horizont der Abb. 1 in Prozentzahlen aufgeführt (Horizont 8 und 4; vgl. Kap. 2.1).

Beim Vergleich der Prozentwerte der Pollenspektren mit jenen der Pflanzengesellschaften sind einerseits die fehlenden Ufer- und Auengesellschaften und die summarische Berechnung der Deckungsprozente in Rechnung zu ziehen, andererseits aber auch die unter 2.3 gemachten Bemerkungen über den Pollenniederschlag. Die Zahlen sind also nur annäherungsweise vergleichbar.

Baum- und Straucharten	Pflanzengesellschaften <i>Deckungsprozente</i>							Pollenspektren <i>Pollenprozent- werte</i>	
	12	11	10	8	7	9		8	4
Fagus	40	60	60	40	1	—	40	10,6	33
Abies	5	5	5	5	5	—	40	29,5	9,2
Quercus	40	15	5	20	—	—	15	13,8	17
Ulmus	—	5	—	15	40	1	1	6,0	1,5
Tilia	5	—	—	15	—	—	—	3,6	0,2
Fraxinus	5	5	15	15	40	5	15	2,0	2
Acer	6	16	—	41	15	—	15	—	—
Alnus	—	—	—	15	5	65	—	22,9	28
Betula	—	5	5	—	—	5	—	4,1	3,8
Corylus	5	1	1	5	5	5	5	32,7	21
Salix	—	—	—	—	—	—	—	0,7	0,1

Tab. 1. Vergleich der Baumpollen-Prozentwerte des älteren Neolithikums und der Spätbronzezeit (Horizont 4 und 8, Abb. 1) mit den Deckungswerten heutiger Pflanzengesellschaften (K u h n 1967) am unteren Zürichsee (Nr. der Pflanzengesellschaften: s. Kap. 3.1).

In der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation nehmen die Buchenwälder (11) bei weitem das grösste Gebiet ein. Im Naturwald soll aber auch der Stieleichen-Hagebuchenwald (10), der heute nicht mehr sehr häufig ist, grössere Verbreitung gehabt haben. K u h n (1967) vermutet ferner eine grössere Häufigkeit des Ahorn-Eschenwaldes (8) im Naturwald. Aus dem Vergleich mit den Pollen-Prozentwerten der beiden Horizonte geht klar hervor, dass dieses für den N a t u r w a l d skizzierte Vegetationsbild in groben Zügen mit jenem des s p ä t b r o n z e z e i t l i c h e n Horizontes übereinstimmt, hingegen n i c h t mit dem f r ü h n e o l i t h i s c h e n. Als Naturwald, wie ihn K u h n (1967) beschreibt, darf also der spätbronzezeitliche Wald gelten — zumal auch von der Römerzeit an mit der Veränderung des Waldbildes durch den Menschen gerechnet werden muss. Die hohen *Fagus*-Pollenwerte der Spätbronzezeit entsprechen der grossen Verbreitung der Buchenwälder. Die niedrigen *Ulmus*-Pollenwerte weisen aber auf eine nur mässige Verbreitung des Ahorn-Eschenwaldes im Naturwald hin, während die hohen *Quercus*-Pollenwerte — sie dürften nicht nur durch die Auenwälder bedingt sein — eine grössere Ausdehnung des Stieleichen-Hagebuchenwaldes vermuten lassen, entsprechend der Annahme K u h n s (1967). Die recht hohen *Alnus*-Werte deuten auf Bruch- und Auenwälder hin. In keiner der aufgeführten heutigen Pflanzengesellschaften ist *Corylus* stärker verbreitet. Aufgrund der auch in der Spätbronzezeit hohen *Corylus*-Werte muss die Hasel in der Spätbronzezeit und vielleicht auch im Naturwald recht häufig gewesen sein. Es wäre denkbar, dass sie als Pionierpflanze an Rutschhängen Bestände bildete. Möglicherweise hatte sie auch in der Aue und auf dem alten Sihldelta Standorte — ist doch die Traubenkirsche-Haselgesellschaft (4) heute Mantelgesellschaft des Ulmen-Eschen-Auenwaldes. Jedenfalls zeigt sie das Vorkommen lichter Waldgesellschaften an.

Wie unter 3.3 und 3.4 beschrieben und in Tab. 1 nochmals zusammengefasst, weicht das neolithische Waldbild wesentlich von jenem der Spätbronzezeit und des Naturwaldes ab. Die lichten, unterholzreichen Laubmischwälder mit wohl üppiger Krautschicht des Neolithikums stehen im Gegensatz zu den dichter geschlossenen Wäldern der schattenfesten Buche in der Spätbronzezeit. Dies schuf für die Siedler andere Bedingungen: Während im Neolithikum Waldweide und Laubfütterung vorherrschten, wurden erst in der Spätbronzezeit grössere Rodungen zur Gewinnung von Weideland vorgenommen (H e i t z - W e n i g e r, in Vorber.).

5. Schlussbemerkungen

Das hier skizzierte Vegetationsbild der prähistorischen Zeit lässt noch manche Frage offen. Auch könnten einige pollenanalytische Befunde anders gedeutet werden. Ferner ist die Bestimmung der Pollentypen in einigen Fällen unzureichend. Wir können z. B. aufgrund des Pollens nicht entscheiden, inwieweit die vorwiegend in den Auen vorkommende *Quercus Robur* oder die in trockeneren, buchenreichen Laubmischwäldern verbreitete *Quercus petraea* am Aufbau der Vegetation beteiligt gewesen ist. Dasselbe trifft teilweise für die ebenfalls an verschiedenen Standorten vorkommenden *Alnus glutinosa* und *A. incana* zu, da die Pollenkörner dieser Arten nur annäherungsweise getrennt werden können. Erst

durch die Betrachtung des gesamten Pollenspektrums können diese Arten ihren mutmasslichen Standorten zugeteilt werden.

Die Rekonstruktion der prähistorischen Vegetation sollte sich natürlich auf über das ganze Gebiet verteilte pollenanalytische Untersuchungen stützen können. Ferner sollte die Untersuchung botanischer Grossreste mit einbezogen werden, die jedoch meist nur in Kulturschichten oder in geringem Mass in Torfen erhalten sind. Diese beiden Forderungen sind jedoch nur schwer zu erfüllen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen von Seekreidesedimenten und heutiger pflanzensoziologischer Gegebenheiten wurde versucht, das Waldbild am untersten Zürichsee in später prähistorischer Zeit zu rekonstruieren: Nur die spät-bronzezeitliche Waldvegetation, die von *Fagus* beherrscht wird, entspricht der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation, resp. dem Naturwald. Im Neolithikum hingegen herrschten lichte Laubmischwälder vor. Zu Beginn des Neolithikums hat *Abies*-Pollen sehr hohe Werte, was unter pflanzensoziologischen Gesichtspunkten diskutiert wird. Erst im späten Neolithikum wurden Auenwälder mit *Fraxinus*, *Ulmus*, *Salix* und *Alnus* häufiger, nehmen aber erst nach der Spät-bronzezeit ein grösseres Gebiet ein.

R é s u m é

D'après nos recherches palynologiques de sédiments lacustres et des résultats phytosociologiques, nous avons essayé de nous figurer l'aspect de la forêt dans la partie inférieure du lac de Zurich vers la fin de la Préhistoire. Seule la végétation de la forêt vers la fin de l'âge du Bronze, où domine le hêtre, correspond à la végétation actuelle potentiellement naturelle, ou la forêt naturelle. Au contraire, au Néolithique dominant des forêts mixtes ouvertes de feuillus. Au début du Néolithique, le pollen d'*Abies* est très fortement représenté. Ces valeurs sont discutées au point de vue phytosociologique. Seulement vers la fin du Néolithique les forêts riveraines avec le frêne, l'orme, le saule et l'aune deviennent plus étendues, mais elles prennent de l'ampleur dès l'âge du Bronze récent.

Z i t i e r t e L i t e r a t u r

- 1975 Ammann-Moser, B.: Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 56, 76 S.
1970 Bortenschlager, S.: Waldgrenz- und Klimaschwankungen im pollenanalytischen Bild des Gurgler Rotmooses. Mitt. Ostalp.-dinar. Ges. Vegetationskde. 11, 19—26.
1935 Dengler, A.: Waldbau auf oekologischer Grundlage, 2. Aufl. Berlin, 556 S.
1956 Ellenberg, H.: Grundlagen der Vegetationsgliederung. Einf. in die Phytologie, IV/1, von H. Walter. Stuttgart, 136 S.
1963 — Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einf. in die Phytologie IV/2, von H. Walter. Stuttgart, 943 S.
1972 — und Klötzli, F.: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 48, 589—930.
1947a Etter, H.: Über die Waldvegetation am Südostrand des Schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 25, 141—210.
1947b — Vegetationskarte des Sihlwaldes der Stadt Zürich. Z. Schweiz. Forstver. Beih. 24, 22 S.
1949 Firbas, F.: Waldgeschichte Mitteleuropas. Jena, 480 S.

- 1967 Grosse-Brauckmann, G.: Über die Artenzusammensetzung einiger nordwestdeutscher Torfe. In: Pflanzensoziologie und Palynologie. Ber. Int. Sympos. Stolzenau/Weser 1962 der Int. Ver. Vegetationskde, Den Haag, 160—180.
- 1967 Hantke, R.: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 112, 2, 91—122.
- 1975 Heitz, Ch.: Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 55, 63 S.
- 1976 Heitz-Weniger, A.: Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz). Bauhinia 5/4, 215—229.
— Pollenanalytische Untersuchungen an den neolithischen und spätbronzezeitlichen Seerandsiedlungen «Kleiner Hafner», «Grosser Hafner» und «Alpenquai» im untersten Zürichsee. Mit 8 Diagrammen. In Vorber. Bot. Jahrb. Syst., vermutl. 1978.
- 1970 Janssen, C. R.: Problems in the recognition of plant communities in pollen diagrams. Vegetatio 20, 187—198.
- 1967 Klötzli, F.: Die heutigen und neolithischen Waldgesellschaften der Umgebung des Burgäschisees mit einer Übersicht über nordschweizerische Bruchwälder. Acta Bern. 2, 4, 105—123.
- 1926 Koch, W.: Die Vegetationseinheiten der Linthebene. Jahrb. St. Gall. Naturwiss. Ges. 61, 144 S.
- 1967 Kuhn, N.: Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 40, 84 S.
- 1973 Lang, G.: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. Pflanzensoziol. 17, Jena, 451 S.
- 1957 Lüdi, W.: Ein Pollendiagramm aus dem Untergrund des Zürichsees. Schweiz. Z. Hydrol. 19, 523—564.
- 1958 Moor, M.: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 34, 221—360.
- 1957 Oberdorfer, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziol. 10, Jena, 564 S.
- 1976 Pawlik, B. und Schweingruber, F. H.: Die archäologisch-vegetationskundliche Bedeutung der Hölzer und Samen in den Sedimenten der Seeufersiedlung Horgen «Dampfschiffsteg». Jahrb. Schweiz. Ges. Ur- und Frühgesch. 59, 77—91.
- 1962 Rehder, H.: Der Girstel — ein natürlicher Pfeifengras-Föhrenwaldkomplex am Albis bei Zürich. Ber. Geobot. Inst. Rübel Zürich 33, 17—64.
- 1971 Schindler, C.: Geologie von Zürich und ihre Beziehung zu Seespiegelschwankungen. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 116, 283—315.
- 1939 Schmid, E.: Die natürliche Vegetationsgliederung des Kantons Zürich. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 49, 504—521.
- 1976 Schweingruber, F. H.: Prähistorisches Holz. Die Bedeutung von Holzfunden aus Mitteleuropa für die Lösung archäologischer und vegetationskundlicher Probleme. Académica helvetica 2, 106 S.
- 1967 Seitschek, O.: Die Weisstanne im Bodenseegebiet. Forstwiss. Forsch., Beih. Forstwiss. Centralbl. 25, 1—94.
- 1947 Trepp, W.: Der Lindenmischwald (Tilieta-Asperuletum taurinae). Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 27, 128 S.
- 1956 Tüxen, R.: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoziol. (Stolzenau/Weser) 13, 5—42.
- 1947 Welten, M.: Pollenprofil Burgäschisee. Ein Standard-Diagramm aus dem solothurnisch-bernerischen Mittelland. Ber. Geobot. Inst. Rübel Zürich 1946, 101—111.
- 1955 — Pollenanalytische Untersuchungen über die neolithischen Siedlungsverhältnisse am Burgäschisee. In: Das Pfahlbauproblem. Monogr. Ur- und Frühgesch. Schweiz 11, 59—88.
- 1967 — Bemerkungen zur palaeobotanischen Untersuchung von vorgeschichtlichen Feuchtbodenwohnplätzen und Ergänzungen zur pollenanalytischen Untersuchung von Burgäschisee-Süd. Acta Bern. 2, 4, 9—20.
- 1960 Willerding, U.: Beiträge zur jüngeren Geschichte der Flora und Vegetation der Flussauen. Flora 149, 435—476.
- 1960 Zoller, H.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. 83, 2, 45—156.
- 1962 — Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung tiefelegener Weisstannenwälder im Schweizerischen Mittelland. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 37 (Festschr. Franz Firbas), 346—358.

Adresse der Autorin: Dr. A. Heitz-Weniger, Botanisches Institut, Schönbeinstr. 6, CH-4056 Basel.