

# Ein Pollenprofil aus dem Profundal der Radolfzeller Bucht (Bodensee-Untersee)

MANFRED RÖSCH

## Einleitung

Im April 1987 wurden von M. STURM, Dübendorf, mit dem Rammkolben-Lot acht Profundalkerne aus den Sedimenten des Bodensee-Untersees entnommen, die seither von einer internationalen und interdisziplinären Arbeitsgruppe mit paläolimnologischen Methoden untersucht werden<sup>1</sup>. Die Untersuchungen erfolgen im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“. Ihr Ziel ist es, Signale für die prähistorische Uferbesiedlung des Bodensees und die damit in Zusammenhang stehenden Umweltveränderungen, insbesondere hinsichtlich des Gewässerhaushalts, in den Tiefensedimenten dieses großen und reich gegliederten Alpenrandsees aufzuspüren. Dazu ist es notwendig, Veränderungen im Sedimentationsgeschehen und in der Zusammensetzung der Sedimente mit der Besiedlungsgeschichte zu verknüpfen.

Paläolimnologische Daten können deshalb, ungeachtet ihrer Komplexität, nur dann sinnvoll interpretiert werden, wenn die Sedimente datiert sind, und gerade fehlende oder zu ungenaue Datierung ist ein Schwachpunkt zahlreicher älterer paläolimnologischer Untersuchungen.

Hinreichend genaue Datierung von Profundalkernen ist in Gebieten mit kalkhaltigen Gesteinen mittels der Radiocarbonmethode wegen des sog. Hartwassereffekts nicht möglich. Nachdem andere Datierungsmethoden ebenfalls zu ungenaue oder unvollständige Ergebnisse liefern oder aus unterschiedlichen Gründen von vornherein nicht in Frage kommen, bleibt als einzige Möglichkeit die palynostratigraphische Datierung. Voraussetzung für ihre Anwendung zur Datierung von Profundalkernen ist, daß an der Kernentnahmestelle eine kontinuierliche Sedimentbildung und Pollensedimentation stattgefunden hat, und daß nachträgliche Aufarbeitung des Sediments oder Einarbeitung von andernorts erodierten älteren Sedimenten vernachlässigbar oder zumindest in der Größenordnung kalkulierbar ist. Unter diesen Voraussetzungen kann die beobachtete pollenstratigraphische Abfolge mit einer bekannten, allgemeineren und in ihrer Zeitstellung bekannten pollenstratigraphischen Abfolge korreliert und dadurch datiert werden. Die allgemeinste und auch am häufigsten verwendete Abfolge ist die Mitteleuropäische Grundsukzession<sup>2</sup>. Ihr Nachteil ist, daß sie regionale Zeitdifferenzen in der Vegetationsentwicklung kaum berücksichtigt und sich im wesentlichen auch nicht auf radiometrische Daten stützt, da sie zu einer Zeit entwickelt wurde, als die Radiocarbonmethode noch nicht bekannt war. Datierungen mittels Verknüpfung mit der Mitteleuropäischen Grundsukzession sind deshalb relativ ungenau. Fehler von 1000 Jahren und mehr sind möglich. Besser ist es, wenn für ein Gebiet eine an radiometrisch datierten Pollenprofilen entwickelte regionale Pollenstratigraphie besteht, wie das für das westliche Bodenseegebiet zutrifft. Mit Hilfe der Radiocarbonaten wurde dort das Alter vegetationsgeschichtlicher Vorgänge ermittelt, wodurch der Schritt von

1 F. GIOVANOLI u. a., Paläolimnologische Untersuchungen zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte am Bodensee-Untersee. Ber. RGK 1991 (im Druck).

2 F. FIRBAS, Waldgeschichte Mitteleuropas, 2 Bde. (Jena 1949 u. 1952) hier bes. Bd. 1, 47 ff.

der Pollenstratigraphie zur Chronostratigraphie möglich wurde<sup>3</sup>. Die regionale Pollenstratigraphie für das westliche Bodenseegebiet stützt sich derzeit auf die Profile Nussbaumer Seen, Feuerried, Durchenbergried und Hornstaad-Bodensee<sup>4</sup>.

## Material und Methoden

Zur pollenstratigraphischen Datierung wurden zunächst dem knapp 7 m langen Kern US-8707 aus der Radolfzeller Bucht Proben in Abständen von meist 10 cm zur Pollenanalyse entnommen<sup>5</sup>. Aufbereitung und Analyse wurden in der üblichen Weise<sup>6</sup> von J. KREMER unter der Anleitung des Autors durchgeführt. Da sich das Material, sowohl was die notwendigen Anreicherungs-schritte bei der Aufbereitung als auch was die Pollenerhaltung betrifft, als ausgesprochen schwierig erwies, wurde auf eine Pollensumme von etwa 400 Körnern je Probe ausgezählt, in Einzelfällen auch auf weniger, was für Datierungszwecke bei weitem ausreichend ist.

## Ergebnisse und Diskussion

Das resultierende Pollendiagramm, geplottet mit „POLPROF“<sup>7</sup>, ist in Abb. 1 dargestellt. Aufgrund des wechselnden Anteils bestimmter Pollentypen wurde es von unten nach oben in Profil-Pollenzonen (US-8707-) gegliedert. Das ergibt folgende Diagrammbeschreibung (Tiefenangaben in cm):

PZ-US-8707-1 (675–600): Poaceae-Juniperus-Zone

Gräser und Kräuter sind prädominant. Der Baumpollen-Anteil beträgt kaum 20%. Hier überwiegt Juniperus (Wacholder) mit gut 15%. Kontinuierlich<sup>8</sup> sind noch Salix (Weide), Pinus

3 J. MANGERUD/S. T. ANDERSEN/B. E. BERGLUND/J. J. DONNER, Quaternary Stratigraphy of Norden, a Proposal for Terminology and Classification. *Boreas* 3, 1974, 109–127. – B. BERGLUND/M. RALSKA-JASIEWICZOWA, 22. Pollen Analysis and Pollen Diagrams. In: B. E. BERGLUND (Hrsg.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (Chichester 1986) 479.

4 M. RÖSCH, Geschichte der Nussbaumer Seen (Kt. Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. *Mitt. thurgau. naturforsch. Ges.* 45, 1983. – M. RÖSCH, Nussbaumer Seen – spät- und postglaziale Umweltveränderungen einer Seengruppe im östlichen Schweizer Mittelland. In: G. LANG (Hrsg.), *Swiss Lake and Mire Environments during the last 15000 Years*. *Diss. Bot.* 87, 1985, 337–380. – M. RÖSCH, Ein Pollenprofil aus dem Feuerried bei Überlingen am Ried, Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. *Berichte Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands*. 2. Materialh. z. Vor- u. Frühgesch. in Bad.-Württ. 7 (1985) 43–79. – M. RÖSCH, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland* 2. *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgesch. in Bad.-Württ.* 37 (1990) 9–56. – M. RÖSCH, Human Impact in Vegetation History – Some Results from Western Lake Constance Area. *Vegetation History and Archaeobotany* 2, 1991 (im Druck).

5 GIOVANOLI, Paläolimnologische Untersuchungen<sup>1</sup>.

6 RÖSCH, Nussbaumer Seen<sup>4</sup> 16 ff.

7 A. TRANQUILLINI, POLPROF – ein Programm zum computergesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, Suppl.* 2, 1988, 27–34.

8 Die pollenstratigraphische Terminologie zur Beschreibung der Pollenzonen folgt B. BASTIN, *Essai de définition d'une terminologie précise applicable au commentaire des diagrammes polliniques se rapportant au quaternaire*. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 112, 1979, 7–12. Demzufolge bedeutet: kontinuierliche Kurve = Taxon ist in jedem Horizont vorhanden; prädominant = Taxon ist dominierend und hat einen um mindestens 10% höheren Anteil an der Pollensumme als das nächsthäufige Taxon; subdominant = Taxon hat einen beachtlichen Anteil an der Pollensumme, der jedoch deutlich geringer ist als der der dominierenden Taxa; kodominant = zwei oder mehrere Taxa haben jeweils mit den größten Anteil an der Pollensumme, unterschieden sich aber in ihren Anteilen um weniger als 10%; dominierend = Taxon ist entweder prädominant oder hat innerhalb einer Gruppe kodominanter Taxa den größten Anteil.

(Kiefer) und *Betula* (Birke). Pollen thermophiler Gehölze tritt in geringen Mengen auf. Vermutlich handelt es sich dabei um Verunreinigungen oder um Material an sekundärer Lagerstätte.

PZ-US-8707-2 (600-590): *Pinus-Betula*-Zone

Der Baumpollen-Anteil steigt auf 50%. Daran haben *Pinus* (Kiefer) und *Betula* (Birke) den Hauptanteil. Die Kurve von *Juniperus* (Wacholder) fällt ab.

PZ-US-8707-3 (590-540): *Pinus*-Zone

Der Baumpollenanteil steigt weiter auf etwa 80%. *Pinus* (Kiefer) ist prädominant, während *Betula* (Birke) unter 10% absinkt. *Juniperus* (Wacholder) hat weniger als 5% Anteil. An thermophilen Gehölzen sind *Quercus* (Eiche), *Picea* (Fichte) und *Alnus* (Erle) zu erwähnen (geringe Anteile).

PZ-US-8707-4 (540-490): EMW-Zone

Bei gut 70% Baumpollen-Anteil ist der EMW (= Eichenmischwald, Summenkurve von *Quercus*/Eiche, *Ulmus*/Ulme, *Tilia*/Linde, *Fraxinus*/Esche und *Acer*/Ahorn) prädominant. *Corylus* (Hasel) ist subdominant, die Kurve von *Fagus* (Buche) mit geringen Werten kontinuierlich. *Tilia* (Linde) und *Ulmus* (Ulme) haben je um 5% Anteil, wobei *Tilia* etwas häufiger ist als *Ulmus*. *Artemisia* (Wermut) hat keine geschlossene Kurve mehr, *Pinus* (Kiefer) und *Betula* (Birke) nur noch Werte um 5%. Es treten Pollen von Kulturzeigern auf.

PZ-US-8707-5 (490-410): QM-Fagus-Zone 1

Bei etwa gleichbleibendem Baumpollen-Anteil ist der EMW prädominant und *Fagus* (Buche) subdominant. *Fagus* hat die höchsten Werte (bis 20%) in der unteren Hälfte und am oberen Ende der Zone. Diese kann unterteilt werden in eine Subzone a mit hohen Buchen- und Ulmenwerten, Subzone b mit abgesunkener Buchen- und Ulmen- sowie gestiegener Erlenkurve und Subzone c mit wieder steigender Buchenkurve (Buche am Ende dominierend) bei geringen Ulmenwerten.

PZ-US-8707-6 (410-390): QM-*Alnus*-Zone

Die Buchenkurve sinkt ab, bleibt aber kodominant mit den dominierenden Kurven von EMW und *Alnus* (Erle).

PZ-US-8707-7 (390-340): *Fagus*-Zone

*Fagus* (Buche) dominiert und ist im unteren Teil prädominant, oben kodominant mit dem EMW. Eine Unterteilung in Subzone a (unten, Buchenprädomanz) und b (oben, Kodominanz Buche-EMW, nur noch geringe Linden-Werte) ist möglich.

PZ-US-8707-8 (340-280): QM-Fagus-Zone 2

Bei etwas gesunkenem Baumpollen-Anteil sind EMW (meist dominierend), *Fagus* (Buche) und *Alnus* (Erle) kodominant. Im oberen Teil geht *Fraxinus* (Esche) zurück, *Betula* (Birke) nimmt zu, und die *Cerealia* (Getreide)-Kurve wird kontinuierlich.

PZ-US-8707-9 (280-250): *Betula-Quercus-Alnus*-Zone

*Betula* (Birke) und EMW sind kodominant, *Alnus* (Erle), *Fagus* (Buche) und *Corylus* (Hasel) subdominant. Die *Cerealia*-Werte gehen etwas zurück.

PZ-US-8707-10 (250-220): *Quercus*-Zone 1

*Quercus* (Eiche) dominiert und ist meist prädominant, *Fagus* (Buche) und *Alnus* (Erle) subdominant. Die *Cerealia*-Kurve steigt auf mehr als 2%.

## PZ-US-8707-11 (220-170): Fagus-Quercus-Zone

Fagus (Buche) und der EMW (fast nur noch aus Quercus/Eiche bestehend) sind kodominant. Alnus (Erle) und Fraxinus (Esche) fallen ab. Die Cerealia-Kurve steigt auf 4 bis 5%. Der Gehölzpollen-Anteil sinkt von knapp 70% unter 50%.

## PZ-US-8707-12 (170-90): Quercus-Corylus-Zone

Quercus (Eiche, dominierend) und Corylus (Hasel) sind kodominant. Die Kurve von Fagus (Buche) ist abgesunken. Quercus (Eiche), Pinus (Kiefer), Carpinus (Hainbuche) und Juniperus (Wacholder) nehmen zu, Cerealia (Getreide) und vor allem Plantago lanceolata (Spitzwegerich) ab. Unterteilung in 12a, mit klar dominierender Quercus (Eiche), und 12b, mit erhöhten Coryluswerten (Hasel) und steigender Carpinuskurve (Hainbuche), ist möglich.

## PZ-US-8707-13 (90-50): Quercus-Zone 2

Der Gehölzpollen-Anteil liegt bei 50%. Quercus (Eiche) ist prädominant, Pinus (Kiefer) und Fagus (Buche) subdominant.

Tabelle 1 Bodensee-Untersee, Kern 8707 (Radolfzeller Bucht). Verknüpfung der Profilzonen mit der regionalen Pollenstratigraphie und mit der Chronostratigraphie.

Profil-pollen-zonen	Bezeichnung	regionale Pollenzonen*	Chronozone*	Alter (Jahre)
1	Poaceae-Juniperus	Poaceae-Artemisia	Bölling	13 000–12 000 BP
2	Pinus-Betula	Betula-Pinus 1	Alleröd	12 000–11 000 BP
3	Pinus	Pinus	Jüngere Dryas	11 000–10 000 BP
4	Eichenmischwald (= EMW)	Quercetum mixtum, Alnus-Fagus-Subzone	Mittleres Atlantikum	6400–4900 BC
5a	EMW-Fagus 1, Ulmus	Quercetum-mixtum-Fagus	Spätes Atlantikum	4900–4000 BC
5b	EMW-Fagus 1, Alnus	Corylus-Quercetum mixtum 2	Frühes Subboreal	4000–3600 BC
5c	EMW-Fagus 1, Fagus	Fagus 1	Frühes Subboreal	3600–3200 BC
6	EMW-Alnus	Corylus 2	Frühes Subboreal	3200–2500 BC
7a	Fagus, Fagus	Fagus 2, Subzonen Quercus-Tilia bis Betula	Mittleres Subboreal	2500–2200 BC
7b	Fagus, Quercus	Fagus 2, Subzonen Betula-Corylus-Fagus-Quercus bis Fagus	Mittleres Subboreal	2200–1900 BC
8	EMW-Fagus 2	Corylus-Quercus	Mittleres Subboreal	1900–1400 BC
9	Betula-Quercus-Alnus	Betula-Fagus-Corylus-Quercus	Spätes Subboreal	1400– 500 BC
10	Quercus 1	Quercus 1	Frühes Subatlantikum	500 BC–200 AC
11	Fagus-Quercus	Quercus-Betula-Fagus-Carpinus	Mittl. Subatlantikum	200–700 AC
12a	Quercus-Corylus, Fagus	Quercus 2, Quercus-Subzone	Mittl. Subatlantikum	700–1000 AC
12b	Quercus-Corylus, Carpinus	Quercus 2, Juniperus-Subzone	Spätes Subatlantikum	1000–1300 AC
13	Quercus 2	Quercus 2, Juniperus-Subzone, Pinus-Quercus	Spätes Subatlantikum	1300–1600 AC
14	Pinus-Picea	Pinus-Picea	Spätes Subatlantikum	1600–1900 AC

\* Bezeichnung der regionalen Pollenzonen und Chronozonen nach Rösch, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen<sup>4</sup>.

BP konventionelle Altersangaben

BC/AC kalibrierte Altersangaben

## PZ-US-8707-14 (50-0): Pinus-Picea-Zone

Bei gut 50% Gehölzpollenanteil und wieder gestiegenen Kulturzeiger-Werten ist Pinus (Kiefer) prädominant, Picea (Fichte), Juniperus (Wacholder) und Fagus (Buche) subdominant.

Die Zuordnung der Profil-Pollenzonen zu den regionalen Pollenzonen und zur Chronostratigraphie geht aus Tab. 1 hervor. Soweit das durch große Probenabstände und geringe Sedimentmächtigkeit begrenzte zeitliche Auflösungsvermögen des Pollenprofils dies beurteilen läßt, liegt ab dem Mittleren Atlantikum eine vollständige pollenstratigraphische Abfolge vor, was ab hier auf kontinuierliche Sedimentbildung hinweist. Sedimente, die zwischen Jüngerer Dryas und Mittlerem Atlantikum gebildet wurden, konnten nicht gefunden werden. In diesem Bereich liegt also entweder ein mindestens dreitausendjähriger Hiatus vor, oder das Sedimentwachstum war so gering, daß diese drei Jahrtausende in den 10 cm Zwischenraum zwischen den benachbarten Horizonten 548 und 538 cm verborgen sind. Das würde ein extrem geringes Sedimentwachstum von maximal 0,03 mm/a bedeuten. Im Spätwürm sind nicht alle regionalen Pollenzonen faßbar, was eine Folge geringen Sedimentwachstums und zu großer Probenabstände sein dürfte. Kürzere Hiatus können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 2 Bodensee-Untersee, Kern 8707 (Radolfzeller Bucht). Mittlere Sedimentwachstumsraten.

Profil-pollen-zonen	Alter (ha) *	Dauer (Jahre)	Grenze (cm)		Länge (mm)	Sediment-wachstums-rate (mm/a)	Chronozone
			unten	oben			
1	130 -120 BP	1000	675	600	750	0,75	Bölling
2	120 -110 BP	1000	600	590	100	0,10	Alleröd
3	110 -100 BP	1000	590	540	500	0,50	Jüngere Dryas
4	64 -49 BC	1500	540	490	500	0,33	Mittleres Atlantikum
5	49 -32 BC	1700	490	410	800	0,47	Spätes Atlantikum/ Frühes Subboreal
6	32 -25 BC	700	410	390	200	0,29	Frühes Subboreal
7	25 -19 BC	600	390	340	500	0,83	Mittleres Subboreal
8	19 -14 BC	500	340	280	600	1,20	Mittleres Subboreal
9	14 - 5 BC	900	280	250	300	0,33	Spätes Subboreal
10	5 BC- 2 AC	700	250	220	300	0,43	Frühes Subatlantikum
11	2 - 7 AC	500	220	170	500	1,00	Mittleres Subatlantikum
12	7 -13 AC	600	170	90	800	1,33	Mittleres/Spätes Subatlantikum
13	13 -16 AC	300	90	50	400	1,33	Spätes Subatlantikum
14	16 -19 AC	300	50	0	500	1,67	Spätes Subatlantikum

\* ha, Hektojahre (Jahrhunderte)

Tab. 2 gibt für die einzelnen Profilpollenzonen mittlere Sedimentwachstumsraten an, die als Schätzwerte aufzufassen sind. Demnach war das Sedimentwachstum im Alleröd deutlich geringer als im Bölling und in der Jüngerer Dryas, wohl eine Folge verringerten mineralischen Inputs, der durch gestiegene Produktivität nicht kompensiert werden konnte. Für das frühe Holozän sind keine Aussagen möglich (vgl. oben). Im Mittleren Atlantikum war das Sedimentwachstum mit etwa 0,3 mm/a dreimal so stark wie im Alleröd. Im Späten Atlantikum und Frühen Subboreal stieg es um weitere 50% auf fast 0,5 mm/a. In der zweiten Hälfte des Frühen Subboreal (entsprechend etwa dem Endneolithikum) war es dagegen deutlich geringer (knapp 0,3 mm/a). Im Mittleren Subboreal (früheste bis mittlere Bronzezeit) überstieg das Sedimentwachstum erstmals 1 mm/a. Es sank im Späten Subboreal und Frühen Subatlantikum wieder unter 0,5 mm/a. Ab dem Mittleren Subatlantikum stieg es wieder über 1 mm/a und erreichte

in der Neuzeit nahezu 2 mm/a. Gleichläufigkeit, vor allem im Bereich der Bronzezeit, zu der Sedimentwachstumskurve vom Nussbaumer See<sup>9</sup> ist auffällig. Die Frage des klimatischen oder menschlichen Einflusses bei der Veränderung des Sedimentwachstums bleibt noch zu klären.

Anschrift des Verfassers

Dr. MANFRED RÖSCH, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg  
Fischersteig 9  
7766 Gaienhofen-Hemmenhofen

Tab. 2. Bodenkern 8707 (Badolzafer Bach), Mittelrheinisches Becken. Chronozonen, Sedimentwachstum, Profil-Altäre (m) und Dauer (Jahre).

Profil-Altäre (m)	Dauer (Jahre)	Sedimentwachstum (mm/a)	Chronozone
130 BP	1000	0,75	Bölling
110 BP	1000	0,10	Alleröd
100 BP	1000	0,30	Jüngere Dryas
490 BP	1500	0,30	Mittlere Adnankum
410 BP	1500	0,33	Späte Adnankum
250 BP	1000	0,33	Früher Subboreal
190 BP	1000	0,33	Früher Subatlantisch
140 BP	1000	0,33	Mittlere Subatlantisch
100 BP	1000	0,33	Späte Subatlantisch
70 BP	1000	0,33	Früher Subatlantisch
30 BP	1000	0,33	Mittlere Subatlantisch
10 BP	1000	0,33	Späte Subatlantisch

\* Die Holozäne (Jahreszahl) ...  
Tab. 2 gibt für die einzelnen Profilpunkten mittlere Sedimentwachstumsraten an, die als Schwere anzusehen sind. Demnach war das Sedimentwachstum im Alleröd deutlich geringer als im Bölling und in der jüngeren Dryas, wohl eine Folge verringerten menschlichen Impact, der durch geringere Produktivität nicht kompensiert werden konnte. Für die frühe Holozäne sind keine Aussagen möglich (vgl. oben) für die Adnankum, im Späten Adnankum und Wachstum mit etwa 0,3 mm/a dreimal so stark wie im Alleröd. Im Späten Adnankum und Früher Subboreal beträgt die Rate 30% auf fast 0,3 mm/a. In der zweiten Hälfte des Frühen Subboreal (entsprechend etwa dem Bölling) war es dagegen deutlich geringer (knapp 0,3 mm/a). Im Mittlere Subboreal (früher die mittlere Bronzezeit) übersteigt das Sedimentwachstum erstmals 1 mm/a. Es sank im Späten Subboreal und blieb bis unter 0,3 mm/a. Ab dem Mittlere

9 RÖSCH, Spät- und postglaziale Umweltveränderungen<sup>4</sup> Abb. 22.

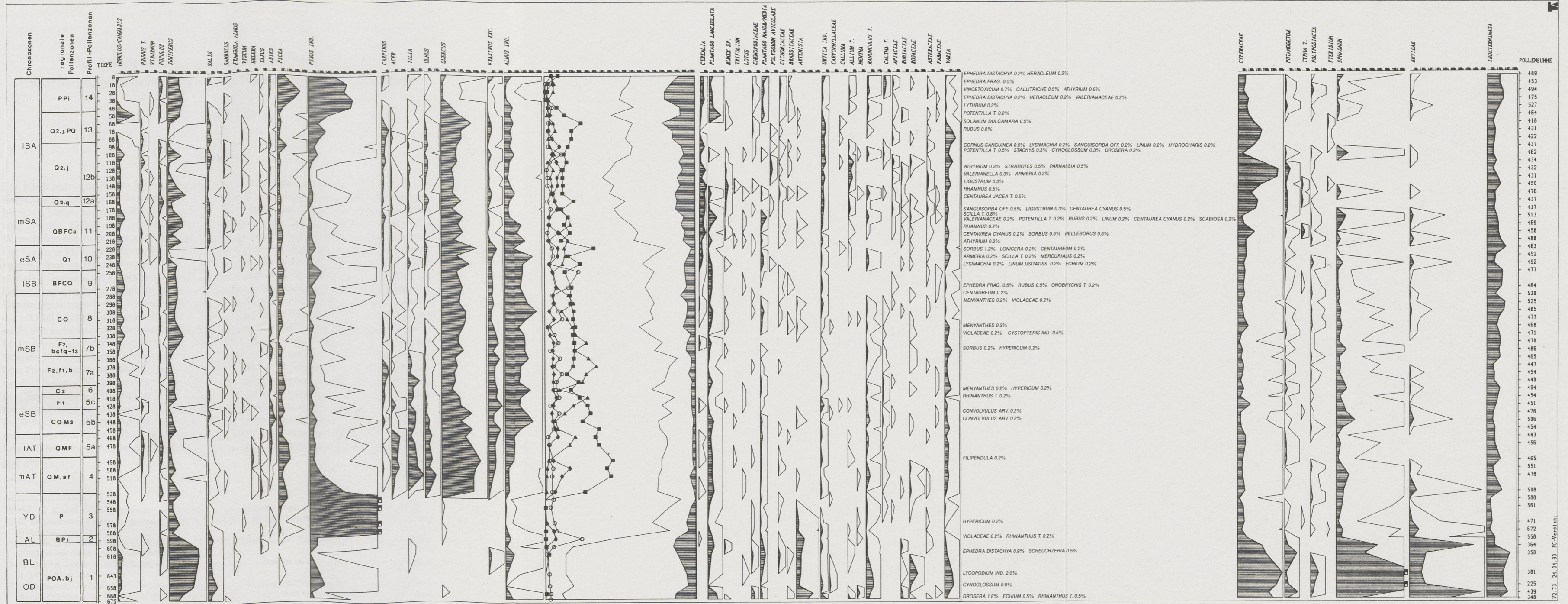


Abb. 1 Bodensee-Untersee, Kern US-8707 Pollen-Prozentdiagramm.