

# Säkulare Seespiegelschwankungen : wo, wie, wann, warum?

Autor(en): **Ammann, Brigitta**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**

Band (Jahr): **39 (1982)**

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318477>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Brigitta Ammann<sup>1</sup>

## Säkulare Seespiegelschwankungen: wo, wie, wann, warum?

### 1. EINLEITUNG

Seespiegel sind etwas wenig Handfestes, stets Fluktuierendes. Zudem soll hier das dem Beobachter Augenfälligste gerade nicht in Betracht gezogen werden, nämlich die jahreszeitlichen Schwankungen, auch einzelne Höchst- und Tiefststände, sowie Veränderungen, welche durch menschliche Eingriffe bedingt sind. Vielmehr wollen wir den natürlichen, langandauernden, sogenannten säkularen Seespiegelschwankungen nachzuspüren versuchen. Die normale jahreszeitliche Amplitude und episodische Hoch- und Niedrigwasser müssen wir dabei im Auge behalten, denn einerseits bestimmen sie die Ökologie der ufernahen Vegetation (und der prähistorischen Ufersiedlungen) und andererseits können sie im Gelände Spuren hinterlassen, die markanter sind als diejenigen der Mittelwasserstände, welche wir erfassen und vergleichen möchten.

### 2. FESTSTELLEN UND VERGLEICHEN VON SEENIVEAUX

Aus vier Arbeitsrichtungen können Hinweise auf alte Seeniveaux stammen:

Geomorphologie:

- alte, hochgelegene Ufer, z. B. Terrassen des Genfersees (VILLARET und BURRI 1965, GALLAY und CORBOUD 1979, GALLAY und KAENEL 1981, GAILLARD et al. 1981)
- alte, heute von Seesediment bedeckte Uferlinien z. B. am Federsee (WALL in ZIMMERMANN 1961)
- Dünen, z. B. westlich des Neuenburgersees (LÜDI 1935, van der MEER 1976)

Urgeschichte:

Lage von Seeufersiedlungen (LÜDI 1935, FURGER 1977, 1980, NIEWIAROWSKI 1978, JOOS 1982); durch Anwendung der Dendrochronologie kann dabei ein hohes zeitliches Auflösungsvermögen erreicht werden.

1 Adresse der Verfasserin: Dr. Brigitta Ammann, Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern.

Biogeographie:

z. B. Ichthyogeographie in Ostafrika (FRYER 1959, RICHARDSON 1969, LIVINGSTONE 1980)

Sedimentuntersuchungen:

Pollen, pflanzliche Makroreste, Korngrößen, Karbonat u. a.

Auf die letzt genannte Gruppe wollen wir uns im Folgenden konzentrieren. Die Sedimente eines Sees und seiner Verlandungsgürtel enthalten zahlreiche biotische und abiotische *Informationen* über ihre Bildungsbedingungen. Diese Informationen werden in der stratigraphischen Abfolge *zeitlich geordnet* gespeichert. Die Entwicklung eines Sees bringt Veränderungen in den Sedimenttypen mit sich: einerseits können geologische oder ökologische Veränderungen im Einzugsgebiet (z. B. Gletscherrückzug oder Rodungen) Einfluss nehmen auf die Sedimentationsvorgänge im gesamten Becken; andererseits erfolgen durch die natürliche Entwicklung Faziesverschiebungen, die wir z. B. ufernah als Verlandung beobachten. Diese bildet sich je nach Seentyp und Umwelteinflüssen in verschiedenen Reihen von Sedimenttypen ab, z. B. Ton – Kalkgyttja oder Seekreide oder Detritusgyttja – Braunmoostorf – Hochmoortorf (z. B. Linden, HEEB und WELTEN 1972) oder Ton – Tongyttja – Kalkgyttja – Seekreide – Erlenbruchtorf (z. B. Schleinsee, LANG 1952). Auch pflanzliche und tierische Fossilien in einem Bohrkern spiegeln den Verlandungsvorgang an diesem Punkt wieder (z. B. GROSSE-BRAUCKMANN 1976); dabei treten die Zonen in der Vertikale (stratigraphisch) oft anders oder nicht so scharf hervor wie in den aktuellen horizontal verteilten Biocoenosen (Verfrachtung von Früchten, Mollusken usw.).

### 2.1 Indizien für tiefe Seespiegel

Trockenfallende Ufer oder Überspringung von Stufen der Verlandung deuten auf abgesunkenen Seespiegel. Entfernt vom See können Mooroberflächen sich bewalden (BIRKS 1975; LÜDI 1935 fürs Grosse Moos: geringer Tiefstand ermöglicht Erlenbestände, starker und langandauernder Tiefstand sogar Eichenwälder). Am Ufer können Auenwälder das Seesediment bestocken oder es setzt Torfbildung über Seekreide ein (LÜDI 1935: bronzezeitlicher Torf am Westufer des Neuenburgersees; kritische Überlegungen zu unterseeischem Torf macht AVERDIECK 1979). Im freien See draussen kann bei stark sinkendem Seespiegel der jeweilige Bohrpunkt in den Einflussbereich der Wellen geraten. Dadurch wird entweder eine weitere Sedimentation verhindert oder sogar vorhandenes Sediment abgetragen. Sowohl Sedimentationsstillstand wie auch subaquatische Erosion führen zu Schichtlücken (Hiaten). Bei schwächer sinkendem Seespiegel (oder bei grösserer Entfernung vom Ufer) kann im offenen See Material abgelagert werden, das der Litoralfazies entspricht: gröberer organischer Detritus oder Sand findet sich dann über feinkörnigem Sediment (DIGERFELDT 1972, 1974, HJELMROOS-ERICSSON 1981).

## 2.2 Indizien für hohen Seespiegel

Nicht nur hoch am Hang gelegene Seesedimente wie z. B. etwa 80 m über dem heutigen Walensee (SCHINDLER und STREIF in HANTKE 1980) weisen auf ehemals höhere Seestände, sondern auch jeder Sedimentwechsel, der eine *Umkehr* der normalen Verlandungsvorgänge bedeutet. Als Beispiel kann die Überschüttung des bronzezeitlichen Torfes im östlichen Neuenburgersee mit Sand dienen (LÜDI 1935). Vom Nussbaumersee publiziert RÖSCH 1982 neue stratigraphische Beobachtungen.

## 3. BEISPIELE GEOLOGISCHER UND POLLENANALYTISCHER UNTERSUCHUNGEN ZU WASSERSPIEGELSCHWANKUNGEN

### 3.1. Überblick

Für den *Genfersee* erhellten schon VILLARET und BURRI 1965 die grossen Züge der Seespiegel-Geschichte. GALLAY und CORBOUD 1979 stellten sie in ökologischem und archäologischem Zusammenhang dar. GAILLARD et al. 1981 konnten die Terrasse von 30 m zurückdatieren auf den Übergang Älteste Dryas/Bölling oder älter (also etwa 13 300 vor heute oder älter). Die Terrasse von 10 m kann ins Alleröd gestellt werden. Für die Terrasse von 3 m haben GALLAY und KÄNEL 1981 neue Präzisierungen vorgenommen. Den *Neuenburgersee* und das Grosse Moos hat LÜDI 1935 bearbeitet. Anhand der Stratigraphie (und zum Teil Pollenanalyse) zahlreicher, auf Querschnitten durchs Moos angeordneten Bohrungen hat er eine inzwischen berühmt gewordene Seespiegelkurve rekonstruiert. Sein Kommentar dazu ist sehr kritisch und detailliert. Als allgemeine Züge seien folgende Tiefstände erwähnt: im frühen Postglazial (Präboreal und Boreal), vor und während des Neolithikums und ein Minimum um 427,5 m ü. M. in der Spätbronzezeit (jüngeres Subboreal). Ebenfalls im System der drei subjurassischen Seen liegt der *Bielersee*, der anschliessend genauer betrachtet werden soll. Für den *Zürichsee* bietet SCHINDLER 1971 und 1981 eine zusammenfassende Darstellung. RÖSCH 1982 entwickelte für die *Nussbaumerseen* eine Seespiegelkurve für Spät- und Postglazial. Jenseits des *Bodensees* (BERTSCH 1931) liegen dann die beiden intensiv untersuchten Lokalitäten *Federsee* (z. B. WALL oder GRONBACH beide in ZIMMERMANN 1961) und *Schleinsee* (z. B. MERKT, MÜLLER und STREIF 1979).

### 3.2 Der Bielersee

Auf einem Querschnitt über den Heidenweg angeordnete Pollenprofile wurden nach Pollenzonen eingestuft und in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt. Zusätzlich zu den früher publizierten Bohrpunkten 5–12 (AMMANN-MOSER 1975) fügen wir hier

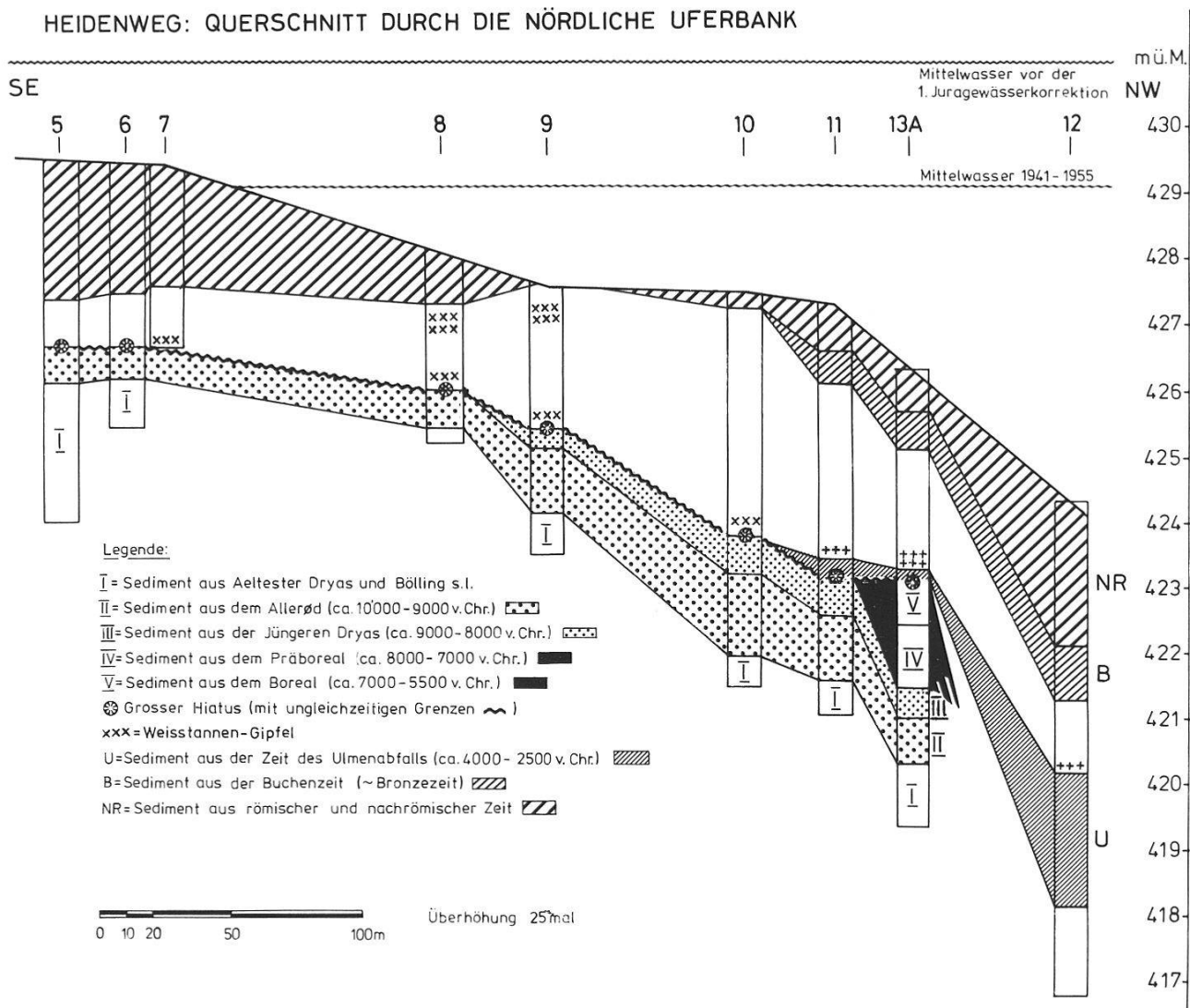


Abb. 1: Querschnitt durch die nördliche Uferbank des Heidenweges, Blick von der Petersinsel nach Erlach. Während die gerade ausgezogenen Linien Punkte von ungefähr gleichem Alter verbinden (Isochrone), wird der grosse Hiatus (Wellenlinie) von Schichten verschiedenen Alters begrenzt, ist also von unterschiedlicher Dauer.

das Profil 13 A ein, das uns M. STURM und A. MATTER freundlicherweise erbohrten.

Spätglazial (Pollenzonen I–III) wurde in Bohrung 5, 6, 8–11 und 13 A erreicht. Eine grosse Schichtlücke kappt diese Zeugen ungestörter Vegetationsentwicklung, wobei die Untergrenze dieses Hiatus in den Punkten 5, 6 und 8 im Allerød (II), in den Punkten 9–11 in der Jüngerer Dryas liegt. Im Profil 13 A (AMMANN unpubl.) ist nun auch das frühe Postglazial (Pollenzonen IV und V) erhalten. Das am weitesten seewärts gelegene Profil 12 brachte nur in gestreckter Form die postglaziale Entwicklung, die in 11 und 13 A (und verkürzt in 5–10) oberhalb des grossen Hiatus zu finden war. Als wichtigste Perioden des hier erhaltenen Teils des Postglazials seien genannt: die Phase des Ulmenabfalls (U in Abb. 1), die Buchendominanz (B) und die durch die Einführung neuer Kulturpflanzen (Walnussbaum, Echte Kastanie, Roggen) eingeleitete Peri-



ode der Römerzeit (einschliesslich der nachrömischen Zeit bis heute). Diese Differenzierungen sind recht grob, müssen aber vorläufig bei den schwierigen Verhältnissen mit intermittierender Sedimentation auf der Uferbank genügen. Die obere Grenze des Hiatus ist ebenfalls nicht synchron, wie Abbildung 1 illustriert: in Punkt 5–10 liegt sie nach, in Punkt 11 und 13 A während des Ulmenabfalls.

Die Dauer des grossen Hiatus beträgt somit

- in Punkt 5, 6 und 8            mindestens 6500 Jahre (vor 9000–2500 v. Chr.)
- in Punkt 9 und 10            mindestens 5500 Jahre (vor 8000–etwa 2500 v. Chr.)
- in Punkt 11                    mindestens 5000 Jahre (vor 8000–etwa 3000 v. Chr.)
- in Punkt 13 A                 mindestens 2500 Jahre (vor 5500–etwa 3000 v. Chr.)

Diese Zeitangaben sind sicher noch mit grossen Fehlern behaftet, denn die lückige Sedimentation erlaubt keine detaillierte Fassung oder gar Gliederung mancher Pollenzonen (Analoger Hiatus im Neuenburgersee LIESE-KLEIBER 1976, 1977).

Ein kürzerer, jüngerer Hiatus ist aus Abbildung 1 ersichtlich in den landseitigen Profilen 5–10 für die in Profil 11, 13 A und 12 zumindest teilweise erhaltene Buchenzeit, die nach WELTEN 1947, 1955 und LÜDI 1935 am ehesten mit der Spätbronzezeit (und eventuell Hallstattzeit) zu korrelieren wäre.

Von *Weisstanne* (Abies) beherrschte Pollenspektren treten in zwei verschiedenen pollen-stratigraphischen Situationen auf: einerseits in den Profilen 11, 13 A und 12 (als gerade gestellte Kreuze + eingezeichnet in Abb. 1) anschliessend an das Ende des Ulmenabfalls, wie es aus der regionalen Waldgeschichte zu erwarten ist (z. B. am Loclat, MATTHEY 1971); andererseits tauchen abnorme Weisstannen-Gipfel in den Profilen 7–10 später als normal auf. Diese hohen Weisstannen-Werte finden sich entweder über dem grossen Hiatus (Profile 7–10) oder beim kleinen Hiatus (Profile 8 und 9). Da nun die Weisstanne nach etwa 3000 v. Chr. (und vor den jungen Rottannen-Anpflanzungen) der weitest verbreitete Nadelbaum der Gegend war und da Nadelholzpollen schlechter benetzbar, somit besser schwimmfähig und folglich in Uferanschwemmungen übervertreten ist gegenüber Laubholzpollen, kann geschlossen werden: wenn ein Bohrpunkt beim Wiederanstieg des Wasserspiegels für eine gewisse Zeit in den Bereich von Uferanschwemmungen gerät, kann sich ein Sediment mit überdurchschnittlich viel Nadelholzpollen absetzen. Nadelholz-Gipfel im Pollenprofil (hier Abies) würden also unter bestimmten Bedingungen Hiatusen im Liegenden markieren.

Der Schluss von Sediment (oder Sedimentlücke) auf jeweilige Seespiegel wird durch die Tatsache kompliziert, dass im Wellenbereich meist keine Sedimentation erfolgt. Falls für eine Periode Sediment vorhanden ist, kann gefolgert werden, dass der Bohrpunkt damals unterhalb der *Sedimentationsgrenze* und somit unter dem Wasserspiegel lag. Falls aber für eine Periode das Sediment fehlt, lag der Bohrpunkt damals oberhalb der *Sedimentationsgrenze*; dies kann bedeuten: der Punkt lag über dem Wasser oder im

SEDIMENTNIVEAUX UND MUTMASSLICHE SEESPIEGELSCHWANKUNGEN IM SPÄT - UND POST-GLAZIAL DES BIELERSEES

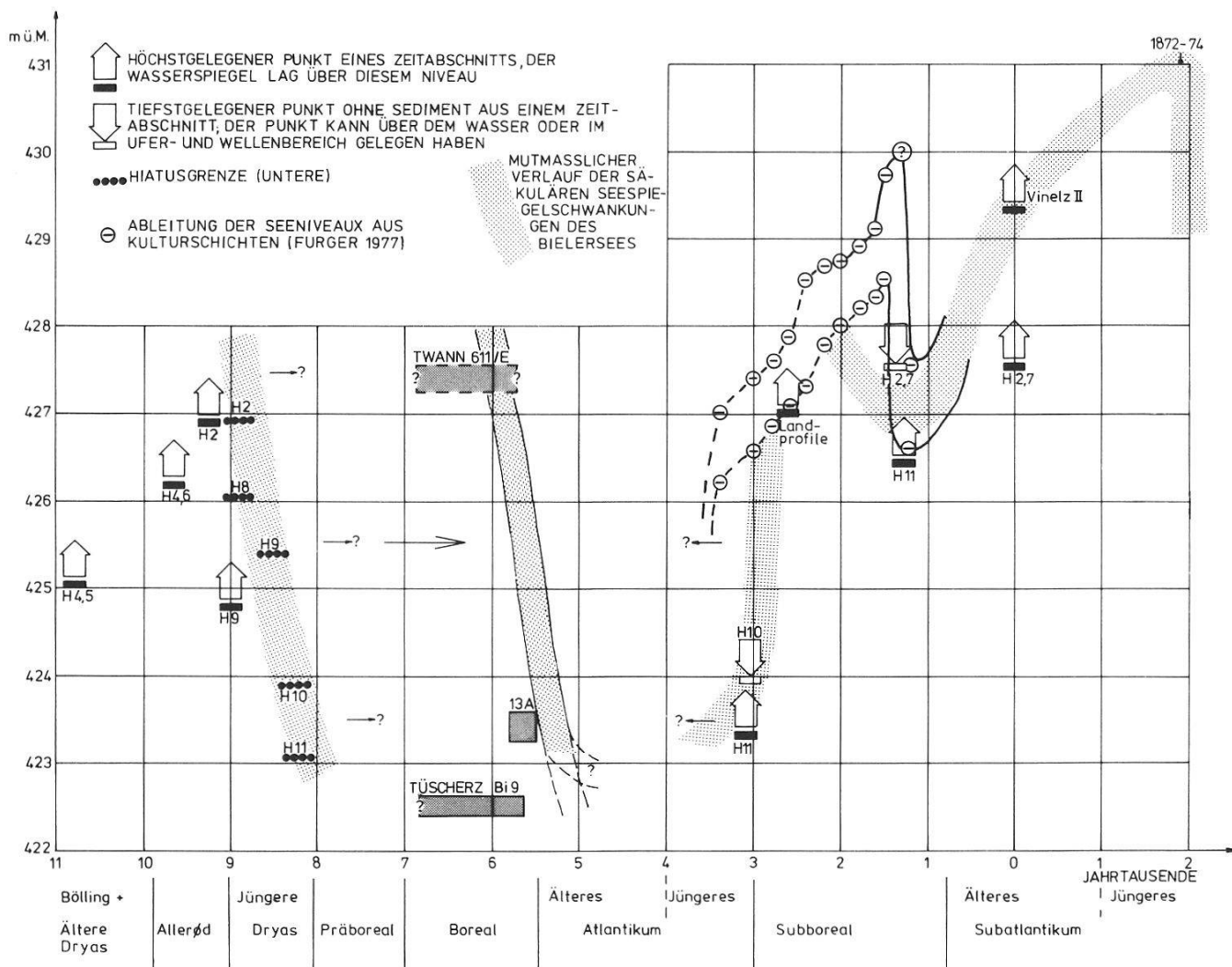


Abb. 2: Aus dem für eine jeweilige Periode vorhandenen oder fehlenden Sediment wird auf die mögliche Wasserbedeckung geschlossen.

Wellen- und jahreszeitlichen Schwankungsbereich. In diesem Sinn sind die waagrechten Pfeile mit Fragezeichen in Abbildung 2 zu verstehen. In dieser Figur wird versucht, aus datierten und nivellierten Sedimenten eine Kurve der Seespiegelschwankungen abzuleiten. Gegenüber AMMANN-MOSER 1975 konnten die Befunde vom Nordufer (TWANN 611/E und TUSCHERZ Bi 9) sowie vom Heidenweg Profil 13 A ergänzt werden. Damit wird wahrscheinlich gemacht, dass die markante Absenkung des Seespiegels nicht im 9., sondern erst im 6. Jahrtausend v. Chr., möglicherweise in Stufen) erfolgte. Die untere Hiatusgrenze (Profile 2–11) wäre dann durch Erosion bis auf die eingezeichneten Niveaux (etwa 427 m bis etwa 423 m ü. M.) herabgesetzt worden. Die Abbildung 2 wurde für das Neolithikum und jüngere Abschnitte den neueren archäo-

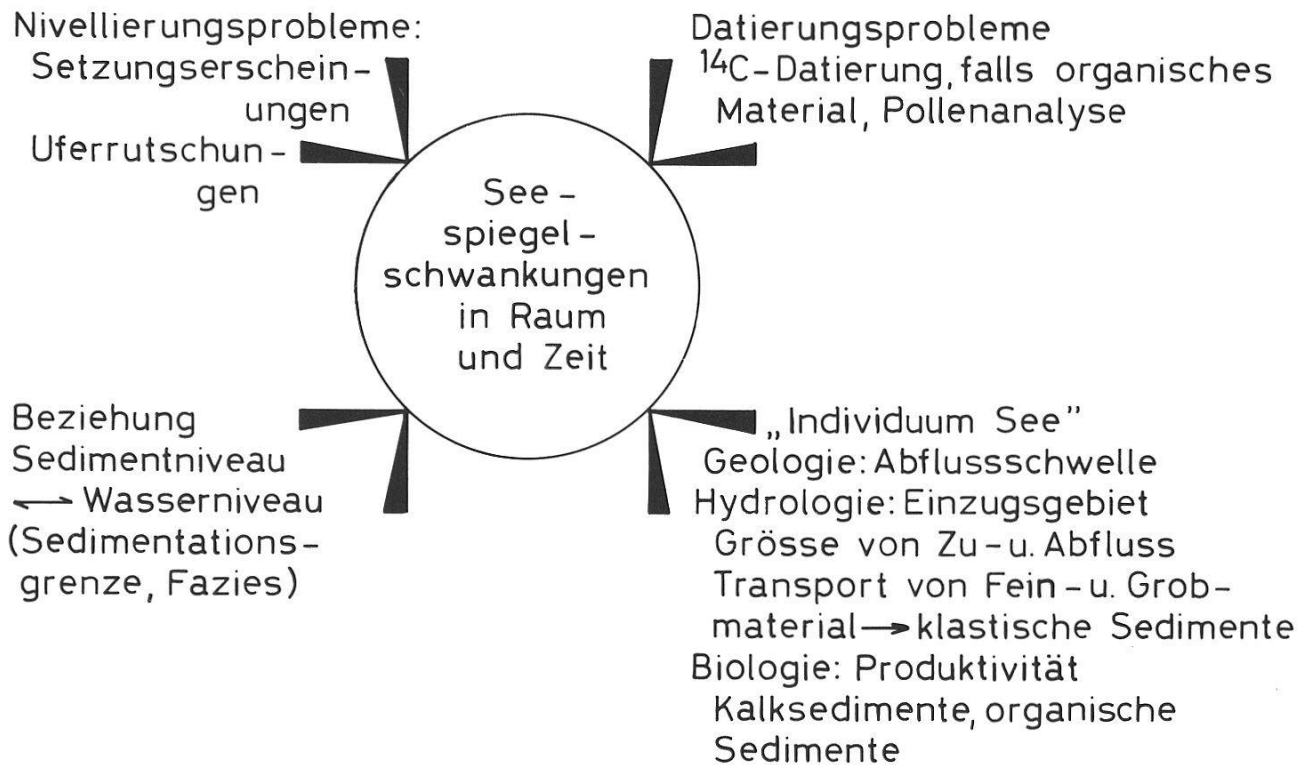


Abb. 3: Die genaue Erfassung von Seespiegelschwankungen hängt von Problemen des Nivellements, der Datierung, der Bedingtheiten der Sedimentationsgrenze sowie der lokalen Verhältnisse ab.

logischen Angaben angepasst (FURGER 1977, 1980). Die Diskrepanz im Jüngerem Atlantikum zwischen Furgers und meiner Kurve (Profil 11, 10 und Landprofile) kann auf Datierungsproblemen oder auf lokalen Unterschieden (Sedimentationsgrenze je nach Exposition) beruhen.

#### 4. PRÄZISIERUNGSPROBLEME

Um uns der Fehlerbreiten bewusst zu bleiben, die in Darstellungsversuche wie Abbildung 2 miteinfließen soll in Abbildung 3 an die vier wichtigsten Fehlerquellen erinnert werden.

#### 5. MÖGLICHE URSACHEN VON SEESPIEGELSCHWANKUNGEN

Die Frage nach den Ursachen säkularer Seespiegelschwankungen drängt sich auf. In erster Annäherung können wir drei Ursachenkomplexe betrachten:



- das Klima und seine Änderungen
- die Geologie, Hydrogeologie und Flussgeschichte eines Einzugsgebietes
- der Mensch und seine Eingriffe in den Naturhaushalt (Rodungen)

Offensichtlich bestehen Verknüpfungen: der Wasserhaushalt einer Landschaft und somit die Flussaktivität werden sowohl vom Klima (Änderungen in Niederschlag und/oder Temperatur, d. h. Verhältnis Niederschlag/Evaporation), als auch durch menschliche Eingriffe beeinflusst.

Für den Zeitraum seit Beginn des Neolithikums wurden lange Zeit Klimaänderungen als Hauptursache für Seespiegelschwankungen angesehen (z. B. KONDRACKI 1969, OLIVE 1972, DIGERFELDT 1972, MAGNY 1979a, JOOS 1982). Doch wird heute vermehrt der Eingriff des Menschen als Auslöser für erhöhte Flussaktivität angesehen (BECKER und FRENZEL, 1977, FRENZEL 1979). Für das Spätglazial und das vorneolithische Postglazial können sowohl Klimaveränderungen als auch geologische Veränderungen die Seespiegel gesteuert haben. Von mehreren Alpenrandseen ist ein kompliziertes Wechselspiel im Bereich der Abflussschwelle bekannt zwischen Abfluss, einem oder mehreren seitlichen Nebenflüssen und eventuell Moränendurchbrüchen oder Bergstürzen (z. B. SCHINDLER 1971, 1981 über Limmat und Sihl oder ANTENEN 1936 über Aare, Zihl, Schüss und Emme). Für die drei subjurassischen Seen war zudem der Lauf der Aare von grosser Bedeutung: von Aarberg schwenkte sie entweder nach Westen in den Neuenburgersee oder nach Osten wie die heutige Alte Aare (LÜDI 1935, MÜLLER 1973, MAGNY 1979b, JOOS 1982).

Ein Vergleich zwischen grossen, flussdurchströmten Seen (z. B. Bielersee) und kleinen, geschlossenen Becken (z. B. Lobsigensee, HÄNI 1964, AMMANN in Vorb.) könnte es vielleicht ermöglichen, den Klimafaktor getrennt von der Flussgeschichte im Vorneolithikum abzugrenzen.

Obschon viele räumliche und zeitliche Präziserungsprobleme noch ungeklärt sind, ist es verlockend, Wasserspiegelkurven – oder doch säkulare Hoch- und Tiefstände – regional und überregional zu vergleichen (MAGNY 1979b, JOOS 1982). Über grössere Räume weg hat HJELMROOS-ERICSSON 1981 Tiefstände in Nord-Polen und Süd-Schweden zum Teil miteinander korrelieren können. Über recht andersartige, meist klimabedingte Seespiegelschwankungen ausserhalb der temperierten Zone können wir Einblicke bekommen bei RICHARDSON 1969, GASSE und STREET 1978, MALEY 1977 oder LAMB 1977.

### *Verdankungen*

Mein herzlicher Dank für Hilfe und Kritik richtet sich an K. Ammann, A. Furger, M. J. Gaillard, A. Gallay, G. Lang, A. Matter, W. Stöckli, M. Sturm, E. Venanzoni und M. Welten.

*Literatur*

- AMMANN-MOSER, B. (1975): Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz 56
- ANTENEN, F. (1936): Geologie des Seelandes. Biel
- AVERDIECK, F.-R. (1979): Paläobotanische Untersuchungen am Litoral des Grossen Plöner Sees. Arch. Hydrobiol. 86: 161–180
- BECKER, B. und B. FRENZEL (1977): Paläoökologische Befunde zur Geschichte postglazialer Flussauen im südlichen Mitteleuropa. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwissenschaftliche Forschung 13: 43–61
- BERTSCH, K. (1931): Wasserspiegelschwankungen des Bodensees in der älteren Nacheiszeit. Abh. Nat. Ver. Bremen 28: 51–59
- BIRKS, H. H. (1975): Studies in the vegetational history of Scotland. IV. Pine stumps in scottish blanket peats. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 270: 181–226
- DIGERFELDT, G. (1972): The post-glacial development of Lake Trummen. Regional vegetation history, water level changes and palaeolimnology. Folia limnologica scandinavica 16
- DIGERFELDT, G. (1974): The Post-Glacial development of Ranviken bay in Lake Immeln. I. The history of regional vegetation, II. The water-level changes. Geol. Fören. Stockh. Förh. 97: 3–32
- FRENZEL, B. (1979): L'homme comme facteur géologique en Europe. Bull. Assoc. fr. pour l'étude du Quaternaire: 191–199
- FRYER, G. (1959): Some aspects of evolution in lake Nyasa. Evolution 13: 440–451
- FURGER, A. (1977): Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 3: Der bronzezeitliche Einbaum. Bern
- FURGER, A. (1980): Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 7: Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Bern
- GAILLARD, M.-J., C. REYNAUD, B. WEBER und S. WEGMÜLLER (1981): Les variations tardi-glaciaires et postglaciaires du niveau du Lac Léman: apport des données palynologiques. Aperçu bibliographique. Archives suisses d'Anthropologie générale 42/2 (im Druck)
- GALLAY, A. und P. CORBOUD (1979): Les stations préhistoriques littorales du Léman. Où en sont nos connaissances? Archäologie der Schweiz 2: 44–49
- GALLAY, A. und G. KÄNEL (1981): Repères archéologiques pour une histoire des terrasses du Léman. Archives suisses d'Anthropologie générale 42/2 (im Druck)
- GASSE, F. und F. A. STREET (1978): Late quaternary lake-level fluctuations and environments of the northern Rift Valley and Afar region (Ethiopia and Djibouti). Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol. 24: 279–325
- GRONBACH, G. (1961): Pollenanalytische Untersuchungen zur Geschichte des Federsees und zur vorgeschichtlichen Besiedlung des Federseerieds. In: ZIMMERMANN, W. (Hrsg.): Der Federsee. Stuttgart, 316–355
- GROSSE-BRAUCKMANN (1976): Zum Verlauf der Verlandung bei einem euthropen Flachsee (nach quartärbotanischen Untersuchungen am Steinhuder Meer) II. Die Sukzession, ihr Ablauf und ihre Bedingungen. Flora 165: 415–455
- HAENI, R. (1964): Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. Mitt. Natf. Ges. Bern NF 21: 75–97
- HANTKE, R. (1980): Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete, 2, Thun
- HEEB, K. und M. WELTEN (1972): Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aaretal unterhalb Thun und dem oberen Emmental. Mitt. Natf. Ges. Bern NF 29: 3–54
- HJELMROOS-ERICSSON, M. (1981): Holocene development of Lake Wielkie Gacno area, north-western Poland. University of Lund, Departement of Quarternary Geology, Theses (10)

- JOOS, M. (1982): Swiss Midland-lakes and climatic changes. in: HARDING A. F. (Hrsg.): Climatic change in later prehistory. Edinburgh
- KONDRACKI, J. (1969): Changements du niveau des lacs comme résultat des oscillations du climat pendant l'holocène (sur l'exemple du NE de la Pologne). *Geogr. polon.* 17: 119–131
- LAMB, H. H. (1977): Climate, present, past and future; vol 2: Climatic history and the future, 129–138
- LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. *Flora* 139: 243–294
- LIESE-KLEIBER, H. (1976): Pollenanalytische Untersuchungen. In: KÄNEL, G.: La fouille du "Garage Martin 1973". *Cahiers d'archéologie romande* 8: 145–158
- LIESE-KLEIBER, H. (1977): Pollenanalytische Untersuchungen der spätneolithischen Ufersiedlung Avenue des Sports in Yverdon am Neuenburgersee/Schweiz. *Jahrb. Schweiz. Ges. Ur- und Frühgesch.* 60: 7–41
- LIVINGSTONE, D. A. (1980): Environmental changes in the Nile headwaters. In: WILLIAMS A. J. und H. FAURE (Hrsg.): The Sahara and the Nile. Rotterdam
- LÜDI, W. (1935): Das Grosse Moos im schweizerischen Seeland und die Geschichte seiner Entstehung. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 11. Bern
- MAGNY, M. (1979b): Atlantique et Subboréal: humidité et sécheresse? *Rev. Arch. de l'est* 30: 57–65
- MAGNY, M. (1979b): A propos de l'Art et des lacs du Seeland: hasards ou rencontres cohérentes? *Rev. Arch. de l'Est* 30: 177–182
- MALEY, J. (1977): Analyses polliniques et Paléoclimatologie des douze derniers millénaires du Bassin du Tchad (Afrique centrale). *Recherches françaises sur le Quaternaire hors de France.* X. Congrès INQUA: 187–197
- MEER, van der, J. J. M. (1976): Cartographie des sols de la région de Morat (Moyen-Pays suisse). *Bull. Soc. Neuch. Géogr.* 54: 5–52
- MERKT, J., H. MÜLLER und H. STREIF 1979: Stratigraphische Korrelierung spät- und postglazialer Sedimente in Seebecken Südwestdeutschlands. *Schlussbericht DFG.* Hannover
- MÜLLER, R. (1973): Über die Wasserstände der Juraseen. In: SCHWAB, H.: Die Vergangenheit des Seelandes in neuem Licht. Freiburg
- NIEWIAROWSKI, W. (1978): Fluctuations of water-level in the Goplo Lake and their reasons. *Polskie Arch. Hydrobiol.* 25: 301–306
- OLIVE, PH. (1972): La région du Lac Léman depuis 15 000 ans: données paléoclimatologiques et préhistoriques. *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* 14: 253–264
- RICHARDSON, J. L. (1969): Former lake-level fluctuations – their recognition and interpretation. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 17: 78–93
- RÖSCH, M. (1982): Geschichte der Nussbaumerseen / Kt. Thurgau und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit auf Grund quartär botanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. *Diss. Uni Bern*
- SCHINDLER, C. (1971): Geologie von Zürich und ihre Beziehung zu Seespiegelschwankungen. *Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich* 116: 283–315
- SCHINDLER, C. (1981): Geologische Unterlagen zur Beurteilung archäologischer Probleme in den Seeufergebieten. *Helvetia archaeologica* 12: 71–88
- VILLARET, P. und M. BURRI (1965): Les découvertes palynologiques de Vidyet leur signification pour l'histoire du Lac Lléman. *Bull. soc. Vaudoise Sc. nat.* 69: 1–19
- WALL, E. (1961): Der Federsee von der Eiszeit bis zur Gegenwart. In: ZIMMERMANN (Hrsg.): Der Federsee. Stuttgart
- WELTEN, M. (1947): Pollenprofil Burgäschi. Ein Standard-Diagramm aus dem solothurnisch-bernischen Mittelland. *Ber. Geobot. Inst. Rübel Zürich* f. 1946: 101–111
- WELTEN, M. (1955): Pollenanalytische Untersuchungen über die neolithischen Siedlungsverhältnisse am Burgäschisee. *Das Pfahlbauproblem* (Hrsg. GUYAN, W. U.), Basel
- ZIMMERMANN, W. (1961): Der Federsee. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs Bd. 2. Stuttgart