

# Der Juessee in Herzberg am Harz

## Sedimentologische, geochemische, diatomologische und palynologische Untersuchungen an laminierten Sedimenten

Forschungsprojekt im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes  
“Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15.000 Jahre  
Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen“

Ricarda Voigt<sup>1</sup>, Janina Baier<sup>2</sup>, Christa Herking<sup>3</sup>, Eberhard Gröger<sup>1</sup>, Dieter Meischner (em)

<sup>1</sup>Universität Göttingen, Abt. Palynologie und Quartärwissenschaften, Wilhelm-Weber-Str. 2, 37073 Göttingen

<sup>2</sup>GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg, Haus C, 14473 Potsdam

<sup>3</sup>Deutsches Archäologisches Institut, Im Dol 2-6, 14195 Berlin

© bei den Autoren

### 1. Einführung

Die Sedimente von Seen sind meist von großer Mächtigkeit und bieten pflanzlichen und tierischen Resten gute Erhaltungsbedingungen. Daher ist es möglich, an Seesedimenten die sich verändernden Umweltbedingungen seit der letzten Kaltzeit mit hoher zeitlicher Auflösung zu rekonstruieren. Sind die Sedimente zudem jahreszeitlich geschichtet, so können auch genaue Altersangaben gemacht werden, besonders wenn zusätzlich noch <sup>14</sup>C-Datierungen zur Verfügung stehen. Dies ist vor allem für überregionale Vergleiche wichtig.

Ein Archiv, das die genannten Bedingungen erfüllt, ist der Jues-See in Herzberg am Südwestrand des Harzes. Zwar gibt es in der Nachbarschaft des Jues-Sees bereits eine Reihe gut untersuchter Lokalitäten. Nirgends sind jedoch alle genannten Voraussetzungen vorhanden.

### 2. Untersuchungsgebiet

Der Jues-See ist ein Erdfall-See, der infolge von Subrosion (Auslaugung durch Grundwasser) des Werra-Anhydrids der Zechstein-Formation während der Jüngeren Dryas auf einer Fläche von 300 x 250 m eingebrochen ist und sich mit Wasser gefüllt hat. Die heutige Wassertiefe beträgt 28,5 m, die Sedimentmächtigkeit im Profundal mindestens 16 m. Die Sedimente sind seit dem Boreal lückenlos und ungestört und liegen in Form von anoxischen, größtenteils laminierten Mudden mit Jahresschichtung vor. Sie sind überdies reich an vorzüglich erhaltenem Pollen und Diatomeen.

Der Jues-See hat darüber hinaus während der gesamten Zeit seines Bestehens sein einheitliches Einzugsgebiet von wenigen Quadratkilometern behalten. Sein einziger Zufluß ist der Eichelbach, der 4 km nordöstlich entspringt und in den „Kleinen Jues-See“, der dem „Großen Jues-See“ vorgeschaltet ist und wie ein Vorklärbecken wirkt, mündet. Am Nordwestufer des „Großen Jues-Sees“ verläßt der Eichelbach den See; er entwässert über den Mühlengraben, Sieber, Rhume und Leine in die Weser. Sedimentationsraten und Eigenschaften der Sedimente hängen daher in erster Linie vom Verlauf des Klimas und der dadurch gesteuerten organischen Produktion im Becken selbst sowie von Siedlungseinflüssen ab.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Geländearbeiten

Die Sedimente des Jues-Sees wurden im April und Juni 1995 mit Hilfe eines Vibrationslotes (MEISCHNER et al. 1981) sowie eines Falllotes (MEISCHNER & RUMOHR 1974) vollständig gekernt. Es wurden zwei Fallot- und fünf Vibrolot-Kerne (Durchmesser zwischen 60 und 150 mm) genommen.

Die Sedimentmächtigkeit beträgt in der Seemitte 16 m. Da das Sediment während des Bohrvorganges gestaucht wurde, beträgt die effektive Kernlänge maximal 12 m.

#### 3.2. Dokumentation und Beprobung der Kerne

Vier der sieben Kerne wurden geöffnet, photographisch und radiographisch dokumentiert sowie genau beschrieben (insgesamt 26.1 Kernmeter). Da ca. 70 % der Sedimentsäule laminiert sind, ist eine sehr genaue Korrelation der Kerne untereinander möglich.

Für die sedimentologischen, pollenanalytischen und diatomologischen Untersuchungen wurden mit abgeschnittenen Einwegspritzen und mit eigens für diesen Zweck angefertigten Stechern mit quadratischem Querschnitt mehrere hundert Proben aus den Kernen entnommen. Nach einer übersichtswisen Beprobung über das gesamte Profil, wurde im Zeitbereich 9500 bis 1500 y cal. BP für Pollen- und Diatomeenanalysen lückenlos beprobt. Für Makrorestanalysen wurden jeweils 1 cm mächtige Sedimentscheiben entnommen. Für die Anfertigung der neun Großdünschliffe wurden 10 x 2 cm<sup>2</sup> große Sedimentabschnitte

mit einer speziell angefertigten Vorrichtung abgehoben und in aus Aluminiumblech gefaltete Schachteln überführt.

### 3.3. Makrorestanalysen und Altersbestimmungen

Der Gehalt an Makroresten im Sediment ist zum Teil, besonders in der oberen Hälfte des Kerns, hoch, zum Teil fehlen Makroreste aber fast vollständig. Um ausreichend Material für die  $^{14}\text{C}$ -Analysen zu gewinnen, mußten 114 Proben untersucht werden.

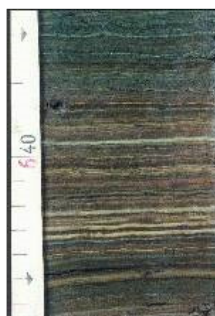
23 Proben wurden schließlich mittels der AMS-Methode im Leibniz-Labor für Altersbestimmungen und Isotopenforschung in Kiel (Prof. Dr. P. Grootes)  $^{14}\text{C}$ -datiert. Verwendet wurden terrestrische Pflanzenreste (u. a. Blattreste, Nadeln, Knospenschuppen). Erstmals liegen nun für das südliche Harzvorland Altersbestimmungen vor, die nicht vom Hartwassereffekt beeinflusst sind. Datierungen vergleichbarer Qualität gab es im Gebiet bisher nur aus dem Oberharz, wo verschiedentlich Hochmoortorfe datiert wurden. Alle genannten Alter sind in Kalenderjahren vor 1950, kalibriert nach den Angaben von Stuiver et al. (1998), angegeben.

### 3.4. Pollenanalysen

Für die Pollenanalysen wurden insgesamt knapp 300 Proben auf jeweils 1000 Baumpollen (mit Ausnahme einiger äußerst pollenarmer spätglazialer Proben) ausgezählt. Die zeitliche Auflösung liegt im Mittel bei 47 Jahren, in den Zeiten menschlicher Besiedlung im Mittel bei 32 Jahren.

### 3.5. Diatomeenanalysen

Für die Diatomeenanalysen wurden insgesamt 158 Proben ausgezählt. Die mittlere zeitliche Auflösung liegt im Mittel bei 100 Jahren. Im Mittel kamen 73 Arten pro Probe vor. Anhand ökologischer Angaben aus der Literatur (DAM et al. 1994, HOFMANN 1994, LOTTER et al. 1998, WUNSAM & SCHMIDT 1995) wurden die Arten nach Lebensformen sowie Trophie- und pH-Präferenzen zu Gruppen zusammengefaßt. Aus den Trophie- und pH-Präferenzen der einzelnen Arten lassen sich die Trophie (bezüglich der Phosphorkonzentrationen) und pH-Werte eines Gewässers rekonstruieren.



*Profil JUES 95/7: Diatomeenmudde aus dem Älteren Atlantikum, 7200-6900 cal. BP*

### 3.6. Sedimentologie und Sedimentchemie

Sedimentologische und geochemische Untersuchungen (BAIER 1997): Vom Gesamtprofil wurden Wassergehalt, mittlere Korndichte (mittels Pyknometer), der Glühverlust und die Gehalte an Kohlenstoff (C<sub>karb</sub> und C<sub>org</sub>) sowie an Schwefel bestimmt. Die Gehalte an Al, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Ni, P, Pb, Sc, Sr, Ti, V und Zn wurden dagegen nur an den Sedimenten der letzten 6800 Jahre gemessen, da diese Elemente vor allem anthropogen (z. B. Bergbau) angereichert werden.

Die physikalische Sedimenteigenschaften wurden an 271 (Wassergehalte, Trockenraumdichte, mittlere Korndichte, Porosität) bzw. 98 Proben (Dichtebestimmung am Pyknometer) bestimmt. Die Messung der Kohlenstoff- und Schwefelgehalte erfolgte an 87 Proben mit einer mittleren zeitlichen Auflösung von 162 Jahren. Die übrigen Elemente wurde an 69 Proben mit einer zeitlichen Auflösung von im Mittel 99 Jahren (0-1000 cal. y BP: 24 Jahre, 1000-6900 cal. y BP: 185 Jahre) durchgeführt.

### 3.7. Dünnschliffe

Anhand von neun Dünnschliffen wurde der Aufbau der Laminae untersucht (BAIER 1997). Danach handelt es sich um eine jahreszeitliche Schichtung mit deutlicher Abbildung der jährlichen Diatomeen- und Chrysophyceensukzession und des jahreszeitlich wechselnden Sedimenteintrags. Es wechseln sich helle, phytoplanktonreiche Lagen, die im Frühjahr und Sommer abgelagert wurden, mit dunklen, phytoplanktonarmen Detrituslagen (Herbst, Winter) ab.

#### 4. Ergebnisse

Die Vegetationsentwicklung folgt der bereits von FIRBAS (1949, 1952) vorgestellten mitteleuropäischen Grundfolge. Während der Jüngerer Dryas war das Gebiet noch unbewaldet. Mit der präborealen Erwärmung (ab ca. 11.600 y cal. BP) breiteten sich zunächst Baumbirken aus. Diese wurden dann von der etwas später einwandernden Kiefer verdrängt. Erst ca. 1000 Jahre später, mit Beginn des Boreals, wanderten Eichen, Ulmen und Haseln ein. Um 10.000 y cal. BP kann von geschlossenen Laubmischwäldern in der Umgebung des Jues-Sees ausgegangen werden. Die zwischen 9700 und 9500 y cal. BP erfolgende Ausbreitung von Winterlinde, Efeu und Mistel zeigt ein sommerwarmes und wintermildes Klima an.

Die Rotbuche wanderte um 6500 y cal. BP in das Gebiet ein, blieb zunächst jedoch ohne Bedeutung. Erst ab 3600 y cal. BP breitete sie sich gleichzeitig am Harzrand und im Oberharz (BARTENS 1990), der zu dieser Zeit noch unbeeinflusst vom Menschen war, aus. Sie wurde daher sicherlich nicht durch menschlichen Einfluß gefördert, sondern durch das zunehmend ozeanischere Klima.

Die Besiedlung am Jues-See läßt sich ab 7600 y cal. BP nachweisen (Neolithikum, Bandkeramik). Im Gegensatz zum benachbarten Eichsfeld (BEUG 1992), wo es während der Linienbandkeramik zu einer relativ dichten Besiedlung kam, blieb der menschliche Einfluß in der Umgebung des Jues-Sees gering. Bis zum Mittelalter lassen sich acht Siedlungsphasen unterscheiden, von denen eine (2500-2245 y cal. BP, Eisenzeit) besonders ausgeprägt war und sich eventuell mit einem archäologisch bekannten Siedlungsplatz bei Herzberg (ANDING et al. 1976) korrelieren läßt. Im Anschluß daran ließ der Siedlungseinfluß nach. Während der Römischen Kaiserzeit und der Völkerwanderungszeit war die Umgebung des Jues-Sees nur noch sehr dünn besiedelt (HERKING 1998). Während dieser fast 1000 Jahre (Römische Kaiserzeit und Völkerwanderungszeit) konnten sich die Wälder rings um den Jues-See vollständig regenerieren. Dagegen kam es im Unteren Eichsfeld (BEUG 1992) erst während der Völkerwanderungszeit zu einem Besiedlungsrückgang. Um 1240 y cal. BP setzte die frühmittelalterliche Besiedlung am Jues-See ein, die in den folgenden Jahrhunderten stetig zunahm.



*Profil JUES 95/4: Rothirsch-Humerus, ca. 6200 cal. BP*

Die limnologische Entwicklung des Jues-Sees läßt sich aus den Diatomeenvergesellschaftungen, der daraus berechneten Trophiekurve, den Grünalgen (enthalten in den Pollenpräparaten) und bestimmten sedimentologischen Eigenschaften rekonstruieren. Die entscheidenden auf den See einwirkenden Faktoren waren Klima und Mensch. Der menschliche Einfluß auf den See läßt sich jedoch erst in der Bronzezeit nachweisen. Davor war das Klima die maßgebliche Steuergröße.

Zu Beginn des Präboreals war der Jues-See noch mesotroph. Mit der zunehmenden Erwärmung ab 9700 y cal. BP kam es zu einer Eutrophierung. Früh einsetzende und anhaltende sommerliche Schönwetterperioden führten ab 8400 y cal. BP immer öfter zum Ausbleiben der Vollzirkulation. Dadurch wurde die Phosphorrücklösung aus dem Profundal verhindert und der See verarmte etwas an Nährstoffen. Bis 5700 y cal. BP blieb er auf einem schwach eutrophen Niveau. In der Folge kam es zu mehrfachem Wechsel zwischen eutrophen und mesotrophen Zustand. Die Dauer der Übergangsjahreszeiten und das Ausbleiben stabiler Schönwetterperioden im Sommer dürften dabei entscheidend gewesen sein. Ab 4200 y cal. BP kam es zu einer allmählichen Nährstoffverarmung, hervorgerufen durch kühleres und/oder regenreicheres Sommerwetter. Erneute Trophierungsphasen fallen zeitlich zusammen mit Siedlungsphasen und dürften daher anthropogen sein. Besonders großen Einfluß hatte die bereits genannte eisenzeitliche Siedlungsphase sowie die mittelalterliche und neuzeitliche Besiedlung. Die höchsten Trophiewerte überhaupt, einhergehend mit starken Veränderungen in der Diatomeenflora, werden in der Neuzeit erreicht.

#### 5. Literatur

ANDING, E., RICKEN, W. & REISSNER, W. (1976): Eine früheisenzeitliche Siedlungsstelle bei Herzberg, Kreis Osterode am Harz. - Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 45: 407-426

- BAIER, J. (1997): Die Sedimente des Jues-Sees in Herzberg am Harz.- Dipl.-Arb. Univ. Göttingen: 1-123
- BARTENS, H. (1990): Untersuchungen über die Vegetationsgeschichte des Bruchbergs im Oberharz.- Dipl.-Arb. Univ. Göttingen: 1-64
- BEUG, H.-J. (1992): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über die Besiedlung im Unteren Eichsfeld, Landkreis Göttingen, vom frühen Neolithikum bis zum Mittelalter.- Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 20: 261-339
- DAM, H. van, MERTENS, A. & SINKELDAM, J. (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands.- Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28 (1): 117-133
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Band: Allgemeine Waldgeschichte.- Jena: 1-480
- FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2. Band: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften.- Jena: 1-256
- HERKING, C. (1998): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte im Umkreis des Jues-Sees (Herzberg am Harz).- Dipl. Arb. Univ. Göttingen: 1-73
- HOFMANN, G. (1994): Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie.- Bibl. Diat. 30: 1-241
- LOTTER, A.F., Birks, H.J.B., Hofmann, W. & Marchetto, A. (1998): Modern diatom, cladocera, chironomid, and chrysophyte cyst assemblages as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in the Alps. II. Nutrients.- J. Paleolimnol. 20 (4): 443-463
- MEISCHNER, D., TORUNSKI, H., KUHN, G. (1981): High-energy pneumatic vibration corer for subaqueous sediments.- Senckenbergiana mariti. 13: 179-191
- MEISCHNER, D., RUMOHR, J. (1974): A light-weight, high-momentum gravity corer for subaqueous sediments.- Senckenbergiana mariti. 6: 105-117
- STUIVER, M., REIMER, P.J., BARD, E., BECK, J.W., BURR, G.S., HUGHEN, K.A., KROMER, B., MCCORMAC, G., VAN DER PLICHT, J. & SPURK, M. (1998): INTCAL 98 radiocarbon calibration, 24,000 - 0 cal BP.- Radiocarbon 40, 1041-1083
- WUNSAM, S. & SCHMIDT, R. (1995): A diatom-phosphorus transfer function for alpine and pre-alpine lakes.- Mem. Ist. ital. Idrobiol. 53: 85-99



## Lake Jues in Herzberg, Harz Mountains

### Sedimentology, geochemistry, palynology, and diatomology of laminated, limnic muds



Ricarda Voigt<sup>1</sup>, Janina Baier<sup>2</sup>, Christa Herking<sup>1</sup>, Eberhard Gröger<sup>1</sup>, Dieter Meischner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Göttingen, Abt. Palynologie und Quartärwissenschaften, Wilhelm-Weber-Str. 2, D-37073 Göttingen

<sup>2</sup>Universität Göttingen, Abt. Sediment-Geologie, Goldschmidtstr. 3, D-37077 Göttingen

© bei den Autoren

Lake Jues, located in the town of Herzberg at the SW-edge of the Harz mountains, occupies a karst sink-hole in Permian gypsum. It is a small (300 x 250 m), nowadays oligomitic, mesotrophic to eutrophic lake with a depth of 28.5 m.

Sediment cores from the deepest part of Lake Jues cover the period from the Younger Dryas to the coring year 1995. The sediments from a nearly uninterrupted sequence of annual laminations since the Preboreal.

Besides sedimentological and geochemical investigations the sediments were analysed for pollen and diatoms in great detail. The ages were determined by <sup>14</sup>C-dating of terrestrial plant remains using accelerator mass spectrometry and are given in calendar years before 1950 (y cal. BP).

The results not only allow the reconstruction of vegetation, lake and settlement history but also show climate variations. The climatic

remineralisation). Contrary climatic signals may cause similar values, e.g. : a decline can be caused by a decreasing rate of remineralisation (lower temperatures) but also by a reduced phosphorus reflux from the sediment (meromixis, long-lasting periods of fine weather).

*Selaginella selaginoides* : indicator of cold conditions, modern distribution arctic-alpine

"cold water species" : main modern distribution in cold regions (nordic-alpine, arctic-boreal, alpine)

*Stephanodiscus alpinus* : planktonic species that reaches higher abundances in spring only after long-lasting ice cover

*Myriophyllum alterniflorum* : modern distribution nordic-sub-atlantic, occurs in cool lakes

European Lime (*Tilia cordata*) : indicator of a climate with warm summers





reconstruction in the diagram below is mainly based on the following sedimentological and biological climate indicators:

Vivianite concretions, sulphide precipitation and lamination: indicators of different redox conditions in the hypolimnion caused by changes in stratification and circulation.

Graded minerogenic layers: extraneous material that was deposited during hours or few days triggered by heavy rainfalls (indicated by the occurrence of rheophilous and aerophilous diatoms)

*Tycho planktonic Fragilaria spp.*: pioneers, indicators of cold conditions; dominance during summer in the ice-free littoral of lakes with nearly permanent ice cover.

**Plankton**: development of large populations during a sufficiently long growing season only; limited by long lasting ice cover in the pelagic zone.

Circulation: especially influenced by the climate of spring and fall (length and variability), hindered by ice cover and long-lasting periods of fine weather as well as by a sheltering forest belt

**Trophic level**: reconstructed by using a diatom-inferred model (cf. Hofmann 1994), based on total phosphorus concentrations. The trophic level is influenced by human impact as well as by climate (circulation/meromixis, rate of

*Hedera*: indicator of a climate with mild winters

*Viscum*: indicator of a climate with warm summers

*Botryococcus*: dependent upon high insolation and therefore favoured by a stable aestival stratification, that is occurring during long-lasting periods of fine weather

*Myriophyllum spicatum*: grows in the littoral zone at a depth between 1 and 5 m, preferable under meso- to eutrophic conditions. Increasing abundances may indicate a smaller distance between coring positions and littoral and, hence, a lowered lake (consider also the abundances of periphytic diatoms which increase at the same time)

*Beech (Fagus sylvatica)*: superior to all other woody plants within her climatic and edaphic limits; the competitive capacity is restricted by too cold winters, late frosts and dryness as well as extremely dry or wet (high groundwater) sites. Therefore, her spread does not necessarily depend upon man-made clearings.

