

Seesedimente als Archive des Landschaftswandels während sozialistischer Planwirtschaft in NW-Tschechien

Achim Schulte

Institut für Geographische Wissenschaften
Fachrichtung Angewandte Physische Geographie
Prof. Dr. Achim Schulte
Malteserstr. 74 - 100
Haus H
12249 Berlin
+ 49 - 30 - 828 70 253 / 70 252
schulte@geog.fu-berlin.de

Als die Bauarbeiter am Abend des 25. Mai 1872 Feierabend machten, konnten sie nicht erahnen, was sie mit ihren Arbeiten angerichtet hatten. Die Tage zuvor hatten sie eine große Kerbe in den Hang entlang des Mladotický Baches geschlagen, um eine Trasse für die neue Eisenbahnlinie anzulegen, die die Städte Saaz und Pilsen im Nordwesten Böhmens miteinander verbinden sollte. Der Hang wurde durch die Bauarbeiten so instabil, dass ein außergewöhnlich starker Regen von 237 mm in zwei Stunden



Abb. 1:
Die Rutschung vom 25. Mai 1872 staut den Mladotický See auf. Ein Mann im Vordergrund rechts dient als Größenvergleich, im Hintergrund entwickelt sich der See (Quelle: Sbornik CSZ 1912, Bd. 18, Foto von C. Purkyne).

eine große Rutschung auslöste. Diese Regenmenge entspricht einer Wassermenge von 237 Litern auf einem Quadratmeter! Ein Priester im 10 km entfernten Plasy hatte den Niederschlag gemessen, dessen Menge vor kurzem vom hydro-meteorologischen Dienst Tschechiens bestätigt wurde.

Die 300 m breite Rutschmasse kam erst im Talboden des Mladotický Baches zum Stehen und staute den Bach auf (Abb. 1), der ein Einzugsgebiet von etwa 46 km² entwässert (50% landwirtschaftliche Nutzfläche). Die Rutschmasse besteht, wie das anstehende Gestein, hauptsächlich aus paläozoischen Schiefern, Sandsteinen und Konglomeraten, die durchsetzt sind von proterozoischen Phylliten und Spiliten und paläozoischen Graniten. Die Verwitterung dieser Ausgangsgesteine hat tonreiche Böden hervorgebracht.

Da die Fließgeschwindigkeit im See drastisch abnahm, setzte der Bach dort die Sedimente ab, die er aus dem Einzugsgebiet herantransportierte (Abb. 2). So sind die Ablagerungen im See

inklusive der Agrochemikalien ein Abbild der Prozesse, die sich seit 1872 im Einzugsgebiet des Sees ereignet haben. Die Landwirtschaft der Bauern der österreichisch-ungarischen Monarchie hat ebenso Spuren hinterlassen wie die tschechoslowakische Landwirtschaft nach 1918. Besonders die Umstellung auf die sozialistische Planwirtschaft war mit einem bedeutenden Umbruch in der landwirtschaftlichen Flächennutzung und Bearbeitungstechnik seit den 1950er Jahren verbunden. Auch das sollte in den Sedimenten dokumentiert sein, wie die postsozialistische Phase nach 1990.

Unser Projektpartner in Tschechien, Herr Doz. Dr. Jansky von der Karls-Universität in Prag, ist in dieser Gegend aufgewachsen und kann sich gut an den „Umbau“ der Landschaft auf das planwirtschaftliche System erinnern, der etwa Mitte der 1950er Jahre begonnen hat. Ackerterrassen wurden entfernt und Felder zu großen Schlägen zusammen gelegt, um größere landwirtschaftliche Maschinen einsetzen zu können. Luftbilder aus dem Einzugsgebiet des Sees aus den Jahren 1938, 1952, 1975, 1987 und 1998 dokumentieren

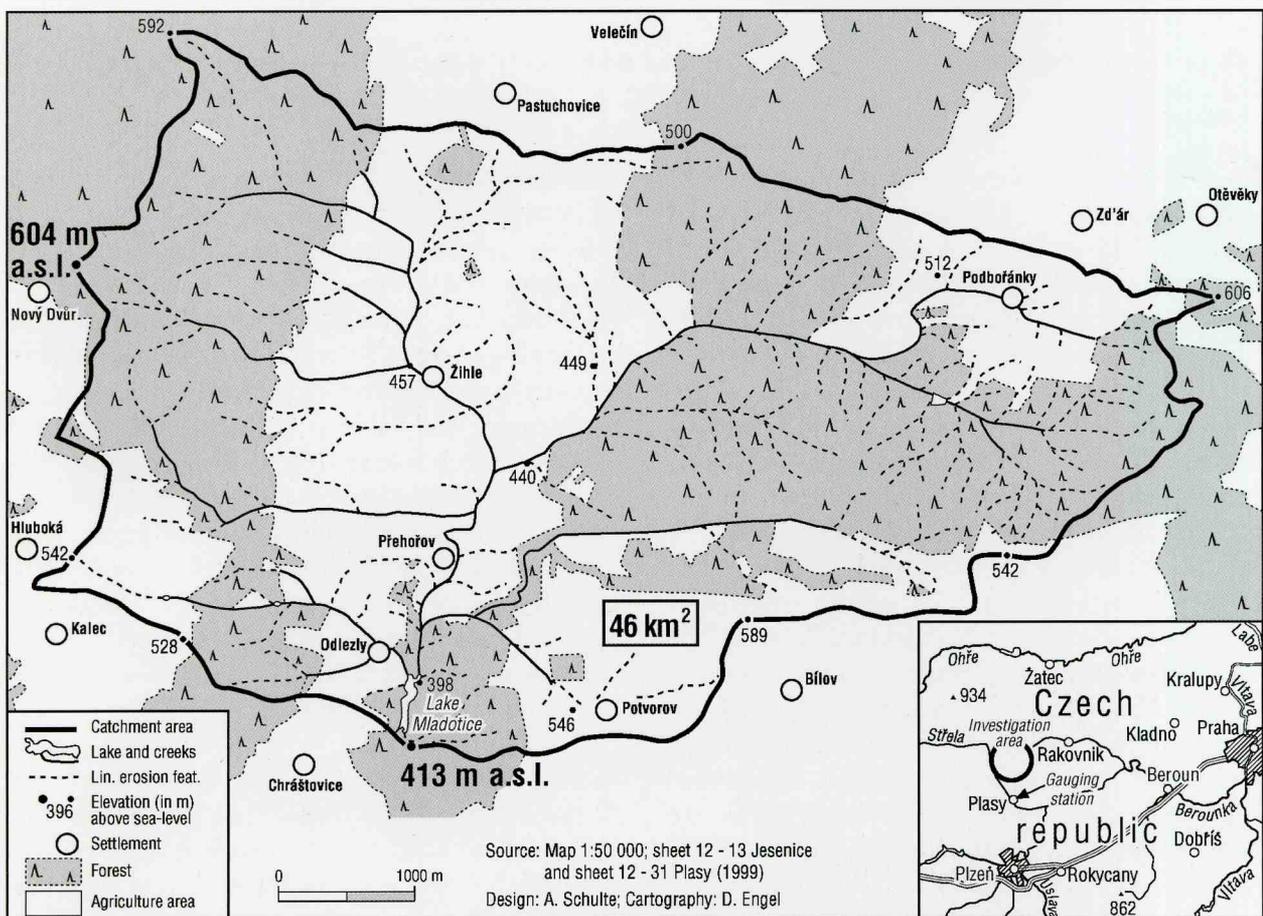


Abb. 2: Einzugsgebiet des Mladoticer Sees und die Lage des Gebietes in NW-Tschechien (rechts unten).

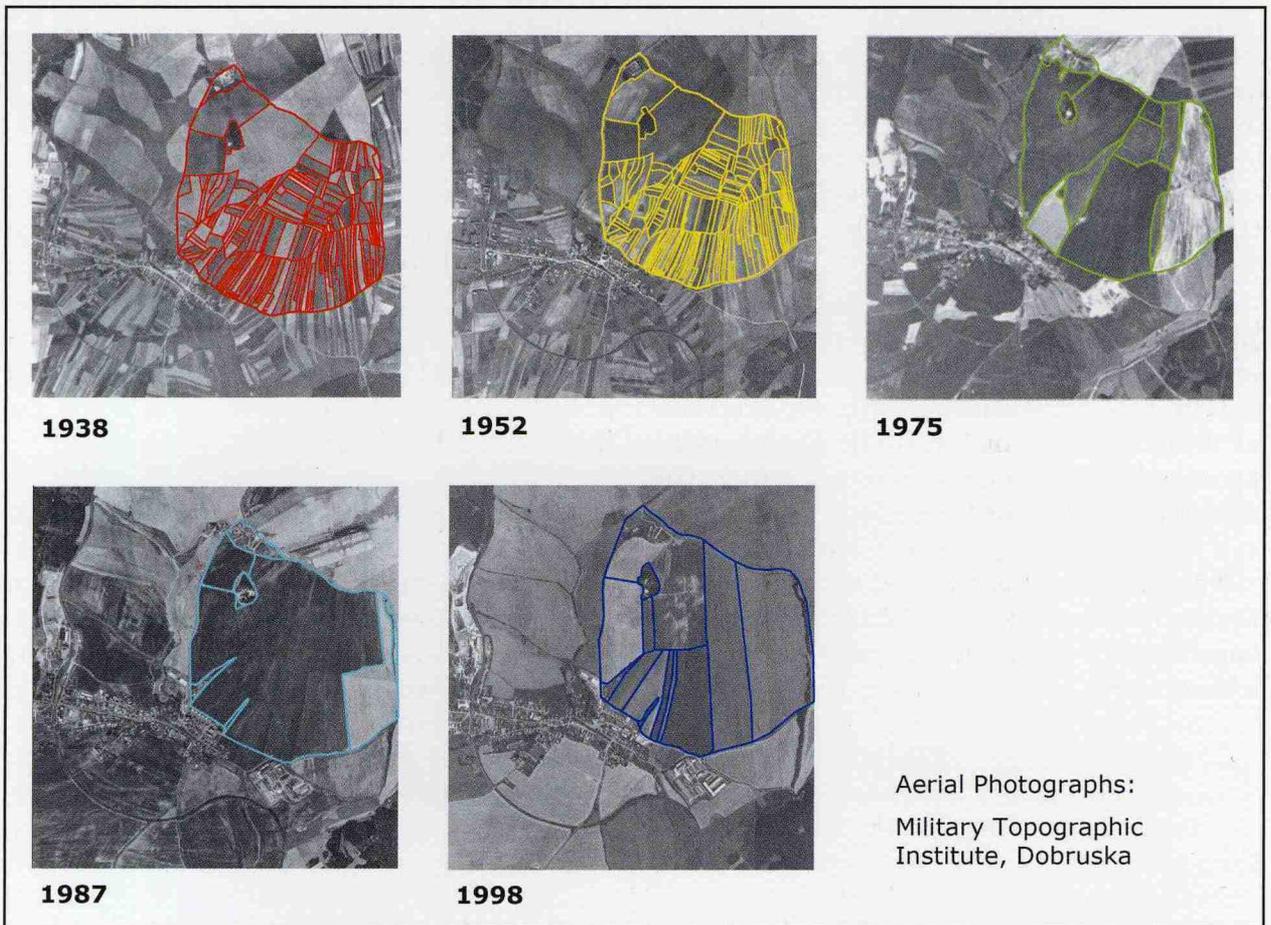


Abb. 3:
Luftbilder von Zihle und Umgebung (Ausschnitt ca. 1 km²) im Einzugsgebiet des Mladoticer Sees (Lage siehe Abb. 2) aus den genannten Jahren. Die Umstellung auf die kollektive Landwirtschaft zwischen 1952 und 1975 ist deutlich an der Vergrößerung der Felder zu erkennen.

diese umfassende „Neuordnung“ der Flur, die bis 1987 anhält (Abb. 3). Eine vergleichbare Entwicklung hat auch in der Bundesrepublik Deutschland nach dem 2. Weltkrieg in Form der Flurbereinigungen bzw. Flurneuordnung stattgefunden, wenn auch nicht in diesem Ausmaß.

Herr Jansky hatte 1972 und 1990 Tiefenprofile durch den See vermessen und festgestellt, dass der See sehr schnell aufsedimentiert, an einigen Stellen mit bis zu 8 cm/ Jahr! Die Sedimente des Sees waren allerdings noch nicht untersucht, so dass es keine Hinweise gab, welche Auswirkungen der beschriebene Nutzungswandel auf die Bodenerosion (Abtrag von fruchtbarem Oberboden im Einzugsgebiet) und die Dynamik von Agrochemikalien hatte. Mit Hilfe der Analyse der Seesedimente sollte es möglich sein, das Ausmaß der Nutzungsänderungen im Einzugsgebiet rekonstruieren und quantifizieren zu können.

Selbstverständlich hängt der Sedimenteintrag in den See nicht nur von der Nutzung bzw. dessen Veränderung im Einzugsgebiet ab. Auch Re-

gen- oder Schneeschmelzereignisse können sich in der Häufigkeit ihres Auftretens oder in ihrer Dimension verändern, wodurch sich auch die Frequenz und Dimension von Hochwasserereignissen ändert. Nur bei außergewöhnlichen Niederschlags- oder Schneeschmelzereignissen kommt es zu Oberflächenabfluss, der mit Bodenerosion auf den Feldern verbunden ist. Das hat Hochwasserabfluss in den Bächen zur Folge, der das erodierte Material in den See einträgt. Unabhängig von der Nutzungsänderung können also auch häufiger auftretende Hochwasser (zunehmende Frequenz) und/oder deren Scheitelabflüsse (zunehmende Magnitude) dazu führen, die Bodenerosion und damit die Sedimentationsrate im See zu erhöhen.

Von dem nächst gelegenen Durchflusspegel flussabwärts des Sees (Pegel Plasy am Fluss Strela, 775 km²) sind Abflussdaten von 1941 bis 2002 vorhanden. Sie müssen vor der weiteren Verarbeitung auf Inhomogenitäten oder Sprünge geprüft werden. Dieser Test ergab, dass die Abflussdaten in den Jahren 1956 und 1978 Sprünge und Trend-

wechsel zeigen, so dass die weiteren Untersuchungen für drei getrennte Zeitabschnitte durchgeführt werden müssen (1941 – 1956, 1957 – 1977 und 1978 – 2002). In den drei Zeitabschnitten zeigten die jährlichen Hochwasserspitzen einen fallenden Trend, d.h. eine Abnahme der Hochwasserscheitel über die Jahre (Abb. 4). Aber die Anzahl der Hochwasser über einem bestimmten Schwellenwert hat zugenommen von 4,1 Hochwassern / Jahr (1941 – 1956), 5,0 (1957 – 1977) bis 5,1 Hochwassern / Jahr (1978 – 2002). Zu bedenken ist dabei, dass wenige große Hochwasser die gleiche Erosion im Einzugsgebiet und Sedimentation im See vollführen können wie mehrere kleinere Ereignisse.

Nur das Hochwasser 1978 tritt durch den höchsten Scheitelabfluss im gesamten Messzeitraum deutlicher hervor und hat entsprechend in den Seesedimenten eine markante Ereignis-

lage hinterlassen (s.u.). Das bedeutet, dass die Hochwasserereignisse nicht so zugenommen haben, um die Zunahme der Sedimentationsrate im See zu erklären.

Um die Sedimentation im Seebecken tatsächlich zu untersuchen, haben wir mit Kollegen der Universität Jena (Dr. Gerhard Daut) und der Universität Prag (Doz. Dr. Bohumir Jansky) im Mai 2003 von einer schwimmenden Plattform auf dem See Sedimentkerne aus dem Seeboden gezogen. Fünf Langkerne geben uns Aufschluss über die gesamte Sedimentabfolge seit 1872 (Abb. 5). Mit Hilfe von 13 Kurzkernen bis 1 m Sedimenttiefe ist eine Quantifizierung der oberflächennahen Sedimentlagen über das gesamte Seebecken möglich, um den Eintrag in den See und damit den Austrag aus dem Einzugsgebiet bestimmen zu können. Das ist als Mindestmenge anzusehen, da bei Hochwasser ein Teil der in

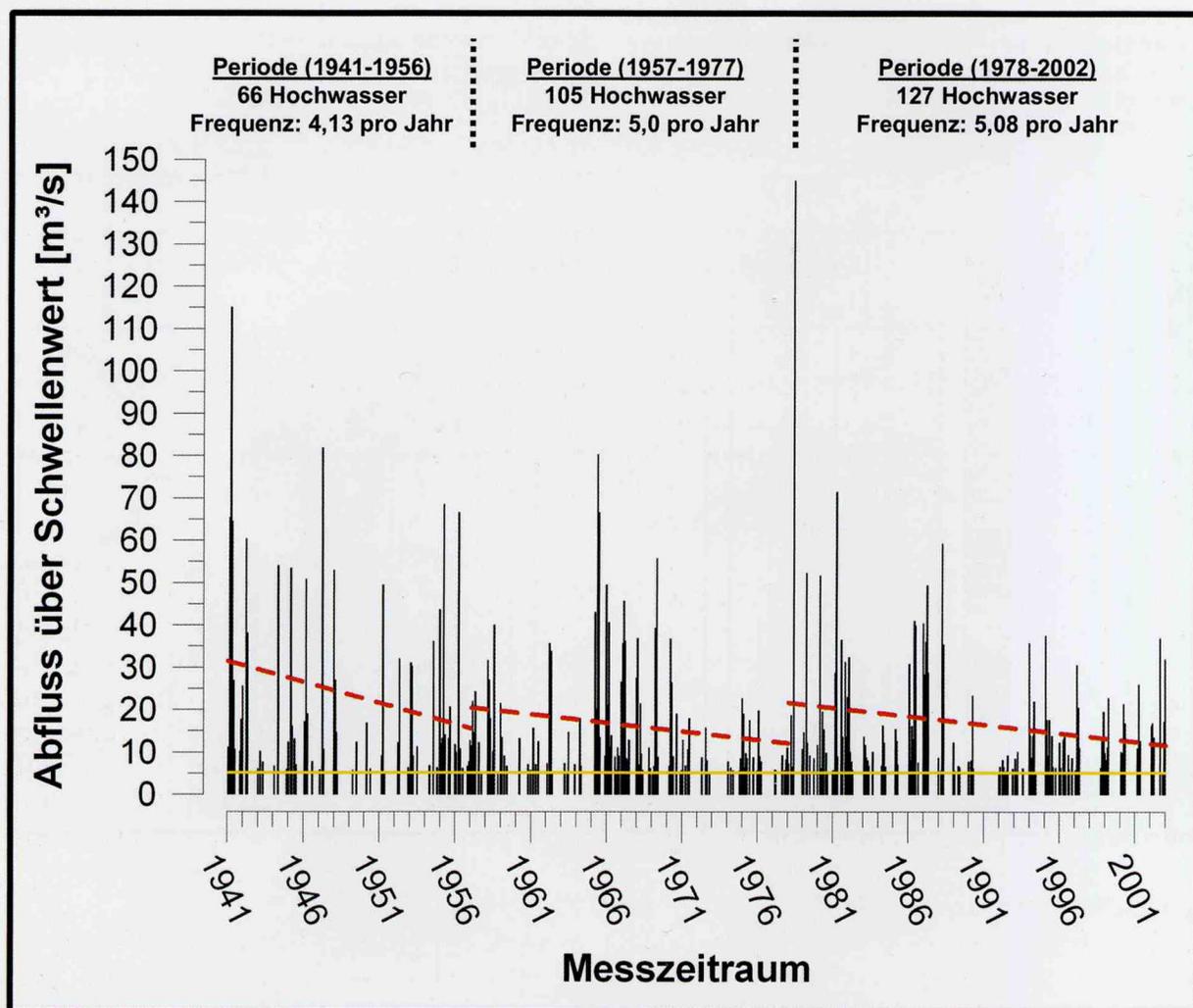


Abb. 4: Hochwasserereignisse am Pegel Plasy zwischen 1941 und 2002. Es sind die Hochwasser dargestellt, die einen Schwellenwert von 5,5 m³/s überschreiten (pot = peaks over threshold). Die Scheitelabflüsse (Magnitude) in allen drei Phasen zeigen einen fallenden Trend. Die Anzahl der Ereignisse (Frequenz) nimmt von 4,1 nach 5,0 und ca. 5,1 pro Jahr zu.

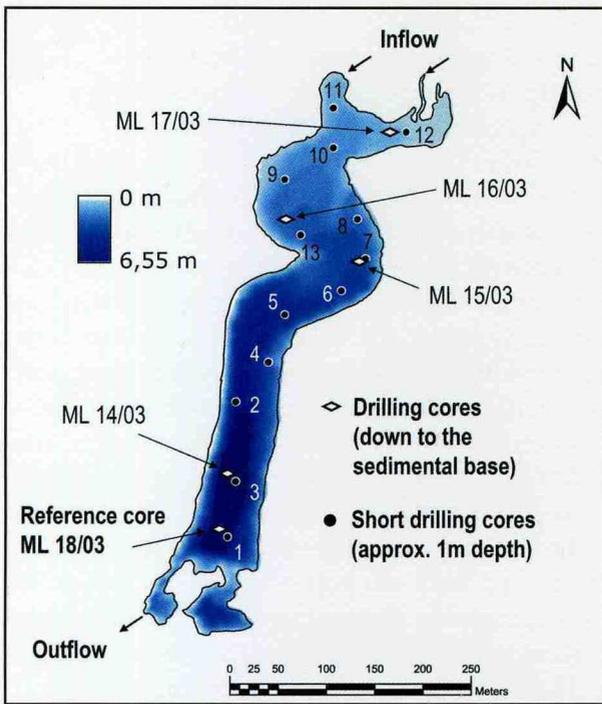


Abb. 5: Karte des Mladoticer Sees mit den Lokalitäten der kurzen und langen Sedimentkerne. Der Kern ML 18/03 dient als Referenzkern und liegt nahe des Auslaufes aus dem See im Bereich der größten Wassertiefe.

Schwebefindlichen Sedimente den See auch wieder mit dem herausfließenden Bach verlassen.

Die langen Sedimentkerne wurden zunächst sediment-stratigraphisch beschrieben. Aus den bis zu 4 m langen Kernen, die einheitlich aus Schluffmudde aufgebaut sind, wurden im Abstand von 10 cm Proben entnommen, die sedimentphysikalisch, -chemisch (Alkali- und Erdalkali, Nährstoffe, Schwermetalle) und mineralogisch untersucht wurden. Die Analyse des Referenzkerns im Seetiefsten zeigt, dass einige deutliche Wechsel in der Zusammensetzung des Sediments vorliegen, besonders bei 190 cm und 60 cm Kerntiefe (s.u.). Die Analyse von Pflanzen- und Tierresten, insbesondere der Diatomeen (Kieselalgen) liefern zusätzliche wertvolle Hinweise. Danach hat es bei etwa 60 cm Kerntiefe ein bedeutendes Hochwasser gegeben, dass vermehrt benthische Diatomeen in den See eingetragen hat, während vorher und nachher planktonische Diatomeen in den Sedimenten vorherrschen.

Dieses Hochwasserereignis wird auch durch die Dünnschliffe sehr gut dokumentiert, die vom

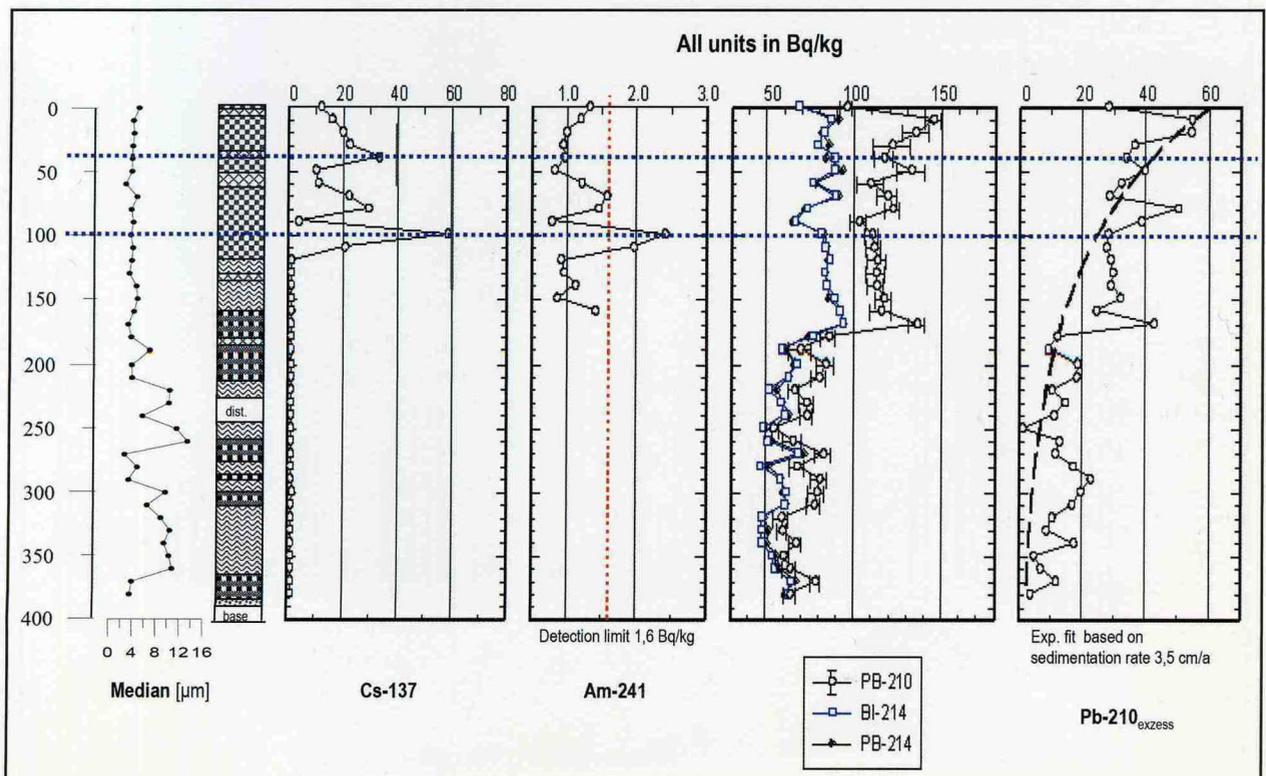


Abb. 6: Der Isotopengehalt im Referenzkern ML 18/03. Die beiden Maxima des Cäsium-Isotops (^{137}Cs) geben das Maximum des Bomben-Fallouts im Jahr 1963 (100 cm Kerntiefe) und den Tschernobyl-Fallout 1986 (40 cm Kerntiefe) wieder. Das Americium-Isotop (^{241}Am) ist nur bei den Bomben-Fallouts emittiert worden, während Tschernobyl ist keines freigesetzt worden. Die Maxima des Isotopengehaltes dienen somit als Zeitmarker.

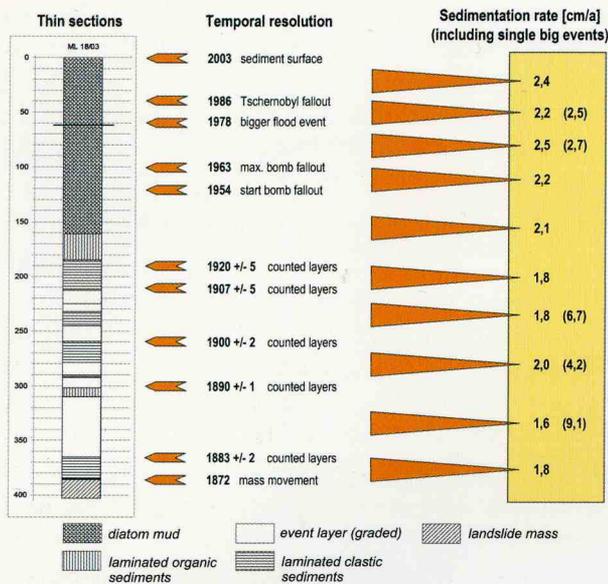


Abb. 7: Die Analyse des Referenzkerns mit Hilfe von Dünnschliffen und markanten Sedimentlagen von Hochwassern (1978) ermöglicht die zeitliche Zuordnung von Sedimentschichten zu Jahren. Daraus werden die Sedimentationsraten (rechte Spalte) berechnet.

gesamten Referenzkern angefertigt wurden. Es handelt sich dabei um ein hauchdünn geschliffenes Abbild des Sedimentkerns, das beim Durchschauen größere Hochwasserlagen erkennen lässt, aber auch einzelne Jahreslagen auszu-zählen erlaubt. So erhält man im günstigen Fall eine jahrscharfe Gliederung der Ablagerungen im See (s.u.).

Zusätzlich liefern die Isotopenuntersuchungen (Dr. van Geldern, GGA Hannover) wertvolle Informationen. Besonders die Isotope ^{137}Cs (Cäsium) und ^{241}Am (Americium) können als zeitliche Marker verwendet werden. So weisen diese beiden Isotope in 100 cm Kerntiefe ein Maximum auf, das dem Maximum des Bomben-Fallouts von 1963 zugeschrieben wird (Abb. 6). Die Immission von Bomben-Fallout beginnt 1954 in 120 cm Kerntiefe. Mit Hilfe des Americiums wird in 100 cm Kerntiefe klar das Maximum des Bomben-Fallouts erkannt, da es im Fallout von Tschernobyl 1986 als Isotop nicht enthalten war. Der Peak vom Tschernobyl-Fallout wird aber vom Caesium nachgezeichnet und liegt in 40 cm Kerntiefe.

Aus dem Referenzkern wurden darüberhin-aus 4 Proben auf ihren Gehalt an DDT (Dichlordiphenyltri-chlorethan, Insektizid) oder dessen Metabolite untersucht. Der Einsatz von DDT kann ebenfalls im Sediment als Zeitmarker dienen. Es wurden aber weder DDT noch PCB

(Polychlorierte Biphenyle, organische Giftstoffe) nachgewiesen. Polychlorierte aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) konnten in größeren Mengen nachgewiesen werden, die als Reste unvollständiger Verbrennungsprozesse über die Luft in den See eingetragen wurden. Die Werte sind mit den Konzentrationen in Sedimenten zentral- und südost-europäischen Bergseen vergleichbar.

Die Zusammenfassung aller Analysen erlaubt eine zeitlich differenzierte stratigraphische Gliederung (Abb. 7). Nach der Massenbewegung im Jahr 1872 kommen im See teilweise mm dünne, jährlich zählbare Sedimentlagen zur Ablagerung. Eingeschaltet sind dickere Sedimentpakete bis zu 50 cm Mächtigkeit, die durch Hochwasserereignisse oder Ereignisphasen eingetragen wurden. Die Sedimentation ging so schnell von-statten, das diese Pakete keine interne Differenzierung zeigen. Der Wechsel zwischen dünner, jährlicher und ausgeprägter Hochwassersedi-mentation ist für die große Spannweite der Se-dimentationsraten von 1,8 bis 6,7 cm/Jahr verantwortlich.

Der Systemwechsel in 190 cm Kerntiefe wird nach den Dünnschliffuntersuchungen zeitlich um 1920 eingeordnet. Die weiteren Zeitmarken 1954 (Beginn Bomben-Fallout), Maximum des Bomben-Fallouts (1963), außergewöhnliches Hochwasser (1978), Tschernobyl (1986) und die Sedimentoberfläche (2003) lassen eine zeitliche Differenzierung der Sedimentationsraten zu. Diese zeigen überraschenderweise nur eine sehr geringe bzw. keine Zunahme von 2,2 cm/Jahr (1954-1963) nach 2,5 cm/Jahr (1963-1978) nach 2,2 cm/Jahr (1978-1986) und 2,4 cm/Jahr (1986-2003)! Mit der Kenntnis der umfangreichen Verände-rungen auf den landwirtschaftlichen Flächen, die mit der Umstellung auf die sozialistische Plan-wirtschaft einher gegangen sind, wurde eine wesentlich stärkere Erhöhung der Sedimenta-tionsraten erwartet.

Diese Ergebnisse lassen zwei Schlüsse zu: 1. Die Bodenerosion auf den landwirtschaftlichen Flächen des Einzugsgebietes entspricht der Zu-nahme der Sedimentationsrate im See zuzüglich des Sedimenttransportes durch den See. Die Bodenerosion hätte dann wesentlich weniger zugenommen als zunächst erwartet. 2. Die Bodenerosion hat wesentlich stärker zugenom-men, als es die Sedimentationsraten im See an-zeigen. Das ist dann möglich, wenn ein großer

Anteil des auf den Feldern erodierten Materials in Kolluvien (am Hangfuß der Felder), in den Auen der Bäche und/oder im Deltabereich beim Einlauf in den See abgelagert wurde. Die weiteren Untersuchungen müssen sich entsprechend auf die kleineren Zwischenspeicher im Einzugsgebiet des Mladoticer Sees konzentrieren.

Literatur:

- Andres, W. (1998): Terrestrische Sedimente als Zeugen natürlicher und anthropogener Umweltveränderungen seit der letzten Eiszeit.- In: Dikau, R., Heinritz, G., Wiessner, R. (Hrsg.): Global Change - Konsequenzen für die Umwelt. Deutscher Geographentag Bonn 1997, Bd. 3: 118-133. Stuttgart.
- Barsch, D., Mäusbacher, R., Schukraft, G. & Schulte, A. (1993): Die Änderungen des Naturraumpotentials im Jungneolithikum des nördlichen Kraichgaus dokumentiert in fluvialen Sedimenten.- Zeitschr. für Geomorph. Suppl.-Bd. 93: 175-187.
- Bork, H.-R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., Pierr, H.-P. & Schatz, T. (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Wirkungen des Menschen auf Landschaften. Justus Perthes Verlag Gotha GmbH, 328 S., Gotha.
- Ěeský geologický ústav (1996): Geologická Mapa CR 12-13 Jesenice und 12-31 Plasy im Maßstab 1:50.000, Praha.
- Chlebek A. & Jørabáè M. (2002): Catastrophic flooding in the Czech Republic since 5 July 1997. In: Snorasson A., Finnsdóttir H., Moss M. (eds.): The extremes of the extremes: Extraordinary Floods. IAHS Publication no. 271.
- DVWK – Deutscher Verband für Wasserbau und Kulturtechnik (1999): Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen. DVWK-Schriften, Heft 251.
- Engeland, K., Hisdal, H., Frigessi, A. (2004): Practical Extreme Value Modelling of Hydrological Floods and Droughts: A Case Study. *Extremes* 7: 5-30.
- Favis- Mortlock, D., Boardman, J. & Bell, M. (1997): Modelling long-term anthropogenic erosion of a loess cover: South Downs, UK. *The Holocene* 7, 1: 79-89.
- Fernandez, P., Vilanova, R. M. & Grimalt, J. O. (1999): Sediment fluxes of polycyclic aromatic hydrocarbons in European high altitude mountain lakes; *Environ Sci Technol* 33, 3716-3722.
- Geyh, M.A. (2005): Handbuch der physikalischen und chemischen Altersbestimmung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 211 S., Darmstadt.
- Janský, B. (1976): Mladotické hrozené jezero - Geomorfologie sesuvných území.- *Acta Universitatis Carolinae - Geographica*. Roè. XI, è. I, s. 3-18, Praha.
- Janský, B. (1977): Mladotické hrozené jezero - Morfografické a hydrografické pomìry. *Acta Universitatis Carolinae - Geographica*. Roè. XII. No. 1, s. 31-46, Praha.
- Janský, B., Urbanová, H. (1994): Mladotice lake (Czech Republic) - siltation dynamics in the lake basin. *Acta Universitatis Carolinae-Geographica*. Roè. XXIX, è. 2, s. 95-109, Praha.
- Janský, B. (1994): Der See Mladotické jezero - Dynamik der Verlandung von Seebecken.- In: Guhr, H., Prange, A., Puncochar, P., Wilken, R.-D., Büttner, B. (Hrsg.): Die Elbe im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie, pp. 437-445.
- Junge, F.W., Jendryschik, K., Morgenstern, P., Treutler, H.-C., Zerling, L. (2005): Sediment cores from river dams as flood archives.- In: *Studia Quaternaria*, vo. 21: 187-195.
- Kadereit, A., Lang, A., Hönscheidt, S., Müth, J. & Wagner, G.A. (2002): IR- OSL- dated colluvial archives as evidence for the Holocene landscape history. Case studies from SW-Germany. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd. 128: 191-207.*
- Kalis, A.J., Merkt, J. & Wunderlich, J. (2003): Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe – human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews* 22: 33-79.
- Krasa, J., Dostal, T., Becvar, M., Vrana, K. (2005): Sediment transport in large watersheds in the Czech Republic. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 7, 03626
- Lang, A. (2003): Phases of soil erosion- derived colluviation in the loess hills of South Germany. *Catena* 51: 209-221.
- Langhammer J. (2004): Land use changes as indicator of flood risk. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*. Univerzita Karlova V Praze.
- Muri, G., Wakeham, S. G. & Faganeli, J. (2003): Polycyclic aromatic hydrocarbons and black carbon in sediments of a remote alpine lake (Lake Planina, Northwest Slovenia); *Environ Toxicol Chem* 22, 1009-1016.
- Schulte, A. & Heckmann, T. (2002): Human influence on Holocene environmental change in the Hegau region, SW Germany. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd. 128: 67-79.*
- Schulte, A., Albrecht, M., Daut, G., Wallner, J., Jansky, B., van geldern, R. (2006): Analyses and assessment of the sediment record of Lake Mladotice (western Czech Republic) in relation to flood events and pre- to postcommunist change in land use.- *Zeitschr. Geomorph. N.F. Suppl.-Vol. 142: 229-243.*
- Sidorchuk, A.Yu., Golosov, V.N. (2003): Erosion and sedimentation on the Russian Plain, II: the history of erosion and sedimentation during the period of intensive agriculture. *Hydrol. Process.* 17: 3347-3358.
- Starkel L. (2005): Anthropogenic soil erosion since the Neolithic in Poland. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Vol. 139: 189-201.*
- Stekl, J., Brazdil, R., Kakos, V., Jez, J., Tolasz, R., Sokol, Z. (2001): Extreme Daily Precipitation on the Territory of the Czech Republic in the Period 1879 - 2000 and their Synoptic Causes. *Narodni klimaticky program CR*, Bd. 31, 128 p., Praha.
- Van Rompaey, A., Krasa, J., Dostal, T., Govers, G. (2003): Modelling sediment supply to rivers and reservoirs in Eastern Europe during and after the collectivisation period. *Hydrobiologica* 494: 169-176.
- Völkel, J. (2005, Hrsg.): Colluvial Sediments, Flood Loams and Peat Bogs.- *Zeitschrift für Geomorphologie N.F. Suppl.-Bd. 139.*
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. (1978): Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. U.S. Gov. Print. Off., 58 S., Washington.
- Zolitschka, B., Behre, K.-E. & Schneider, J. (2003): Human and climatic impact on the environment as derived from colluvial, fluvial and lacustrine archives - examples from the Bronze Age to the Migration period, Germany. *Quaternary Science*.