

MÖGLICHKEITEN ZUR DATIERUNG VON SEESSEDIMENTEN DURCH BESTIMMUNG DES POLONIUM-210 (BLEI-210) GEHALTES

K. Irlweck und E. Hedrich^{x)}

Institut für Strahlenschutz, Österreichisches Forschungs-
zentrum Seibersdorf und

x) Institut für Anorganische Chemie der Universität Wien

Zusammenfassung

Von drei Stellen des Neusiedlersees wurden ^{210}Po -Messungen an Sedimentcores zur Bestimmung der Sedimentationsrate (S) durchgeführt. Im Bereich des offenen Sees bei Core 3 und 4 ist $S \leq 0,2$ mm/Jahr und der ^{210}Po -Gehalt liegt bei ca. $0,4$ pCi $^{210}\text{Po/g}$. Bei Core 5, in der Nähe einer Schilfinsel ist $S = 2,1 \pm 0,2$ mm/Jahr. Der ^{210}Po -Gehalt nimmt von 2 pCi $^{210}\text{Po/g}$ an der Oberfläche bis auf $0,4$ pCi $^{210}\text{Po/g}$ unterhalb einer Tiefe von 20 cm ab.

Code-Wörter:

^{210}Po , lake sediment, dating

Einleitung

Im folgenden soll eine radiochemische Methode vorgestellt werden, die eine Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit und damit eine Datierung von Seesedimentschichten ermöglicht, deren Ablagerung etwa $100 - 150$ Jahre zurückliegt. Diese Messungen beruhen auf Überlegungen, die auf Goldberg (1963) und vor allem Krishnaswamy (1971) zurückgehen.

Danach wird von den natürlichen Zerfallsprodukten der Uranreihe (siehe Abb.1) über den atmosphärischen Radongehalt - global werden täglich ca. 4,3 MCi ^{222}Rn aus der Erdoberfläche emaniert - letztlich das Bleiisotop ^{210}Pb der Seeoberfläche zugeführt. Diese Zufuhr erfolgt hauptsächlich durch Auswaschen der Atmosphäre mit dem Niederschlag - nach UNSCEAR (1977) liegt der ^{210}Pb -Gehalt im Regenwasser in Gegenden mittlerer geographischer Breite bei etwa 3 pCi/l - daneben spielt zum Teil auch die trockene Deposition eine Rolle. Dieses "Überschußblei" ($^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) sedimentiert an Partikel gebunden und nimmt auf diese Weise am Sedimentbildungsvorgang teil. Zusätzlich ist in den Sedimentschichten noch ein konstanter Anteil von ^{210}Pb vorhanden, der vom Uran-/Radium-Gehalt des Sedimentes selbst stammt. Durch die Aufnahme eines Tiefenprofils kann mit Hilfe der in Abb.2 angegebenen Formeln und unter einigen vereinfachenden Annahmen eine Halbwertsschicht ermittelt werden, aus der über die radioaktive Halbwertszeit des ^{210}Pb (22 Jahre) die Sedimentationsrate S (cm/Jahr) berechnet werden kann. Vorausgesetzt wird dabei, daß $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ im Sediment lokal fixiert bleibt. Neben einer konstanten Depositionsrate (pCi/cm².Jahr) und einer zeitlich ebenfalls konstanten Sedimentationsrate wird auch eine tiefenunabhängige Sedimentdichte angenommen. Wie aus einer Reihe von Untersuchungen, z.B. Krishnaswamy (1971), Robbins (1975), Koide (1973) Eakins (1978), Barnes (1978), hervorgeht, sind derartige Annahmen in vielen Fällen zumindest in erster Näherung gerechtfertigt.

Abb. 1: Zerfallsprodukte aus der Uranreihe

Uran-238, 234

 α ↓ α ↓

Boden

Radium-226

 $\tau_r = 1600$ a α ↓-----
Radon-222 $\tau_r = 3,8$ d α ↓Austritt in
Atmosphäre

↓

↓

↓

↓

Deposition der
 Folgeprodukte

Blei-210

 $\tau_r = 22$ a β ↓

Wismut-210

 $\tau_r = 5,0$ d β ↓

Polonium-210

 $\tau_r = 138$ d α ↓

stabiles Blei-206

Abb. 2: Formeln zur Berechnung der Sedimentationsrate
nach Krishnaswamy, S. et.al. (1971)

$$A(z) = \frac{P}{\rho \cdot S(t)} \cdot e^{-\lambda_r t}$$

- A Aktivitätskonzentration im Sediment als Funktion der Tiefe (z) und der Zeit (t) in pCi/g
 ρ Dichte des Sedimentes in g/cm³
 S Sedimentationsrate in cm/Jahr
 P Depositionsrate in pCi/cm².Jahr
 λ_r Zerfallskonstante (λ_r = ln2/τ_r, mit τ_r = 22 Jahre (²¹⁰Pb))

Mit den Näherungen P = const.

$$S \neq S(t)$$

$$\rho \neq \rho(z)$$

ergibt sich:

$$S = \frac{z_{1/2}}{\tau_r}$$

z_{1/2} Halbwertstiefe (z = z_{1/2} für t = τ_r)

Methoden und Ergebnisse

Da ^{210}Pb , ein Betastrahler mit sehr niedriger Energie ($E_{\beta,\text{max}} = 0,06 \text{ MeV}$), meßtechnisch nicht so einfach mit der notwendigen, entsprechend niedrigen Nachweisgrenze zu bestimmen ist, kann man das Poloniumisotop ^{210}Po , ein weiteres Folgeprodukt des ^{210}Pb (über das ^{210}Bi) mit einer Halbwertszeit von 138 Tagen, auf alphaspektrometrischem Wege ($E_{\alpha} = 5,30 \text{ MeV}$) ermitteln.

Auf diese Weise können noch geringste Spuren, etwa $0,03 \text{ pCi } ^{210}\text{Po}$, in einer Meßprobe erfaßt werden. Die Meßprobenbereitung erfolgt nach einer Vorbehandlung des Sedimentes mit $\text{conc. HNO}_3/\text{HCl}$ und Zusatz eines geeigneten Radionuklids (^{208}Po , $E_{\alpha} = 5,12 \text{ MeV}$) als "Spike" zur Bestimmung der radiochemischen Ausbeute des Verfahrens, durch Destillation des Poloniums als Chlorid bei 420°C und spontaner Elektrodposition aus 1 N HCl -Lösung auf einem Silberplättchen (Eakins 1978). Für die alphaspektroskopische Messung mit einem Si-Oberflächensperrschichtdetektor sind Meßzeiten von etwa 40.000 s erforderlich, um die erwähnte Nachweisgrenze zu erreichen.

Als Beispiel ist in Abb.3 das Alphaspektrum einer Sedimentprobe des Neusiedlersees dargestellt.

Erste derartige Ergebnisse liegen nun von einigen Messungen an Sedimenten des Neusiedlersees vor. Die untersuchten Proben stammen von Bohrkernen aus dem Jahr 1973, an denen auch andere Untersuchungen über Schichtungen durchgeführt wurden (Hedrich 1983). Es wurden drei noch einigermaßen vollständige Cores aus dem südlichen Teil des Sees ausgewählt, die an den folgenden Stellen (siehe Abb.4) entnommen wurden:

Core 3 aus der Mitte des offenen Sees, etwa von der Verbindungslinie Rust und Illmitz

Core 4,5 nördlich bzw. südlich einer großen Schilfinsel in Grenznähe.

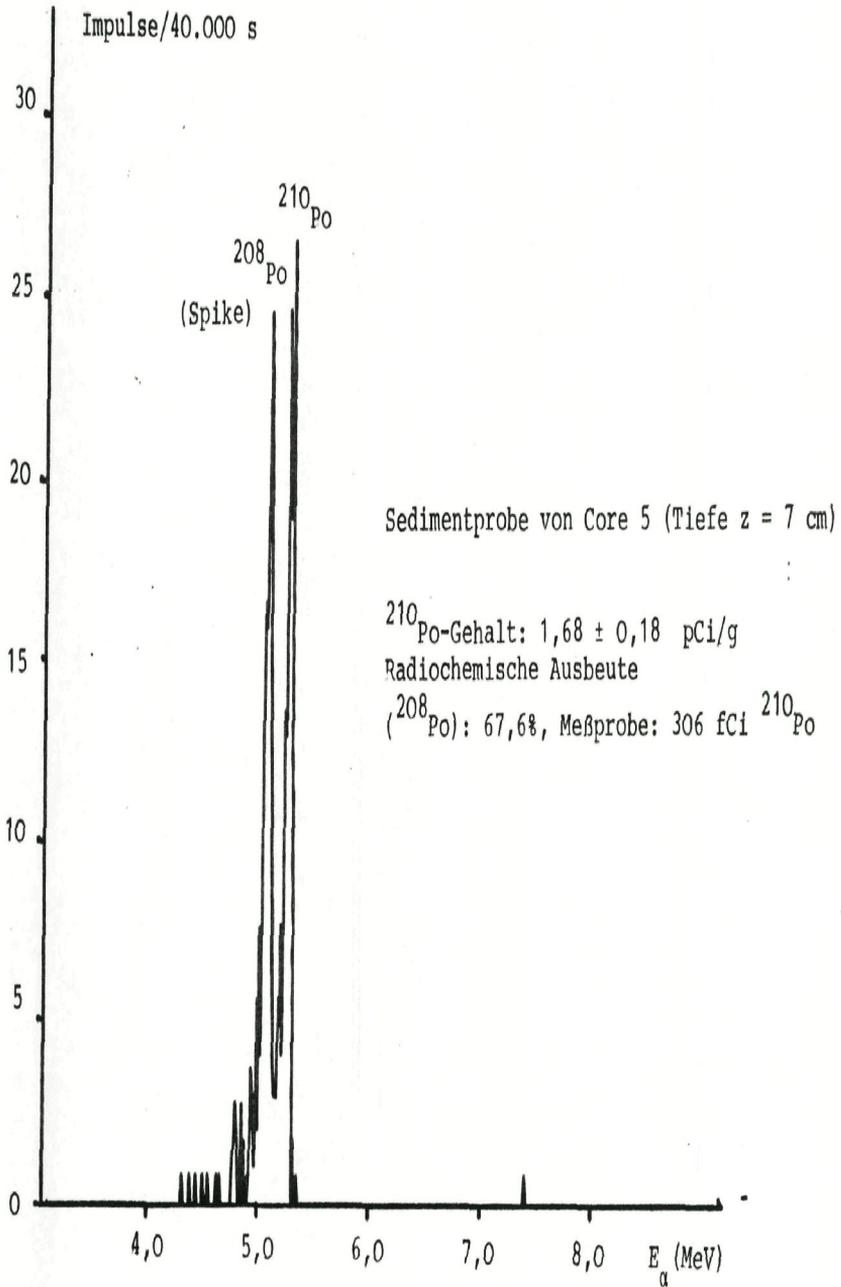
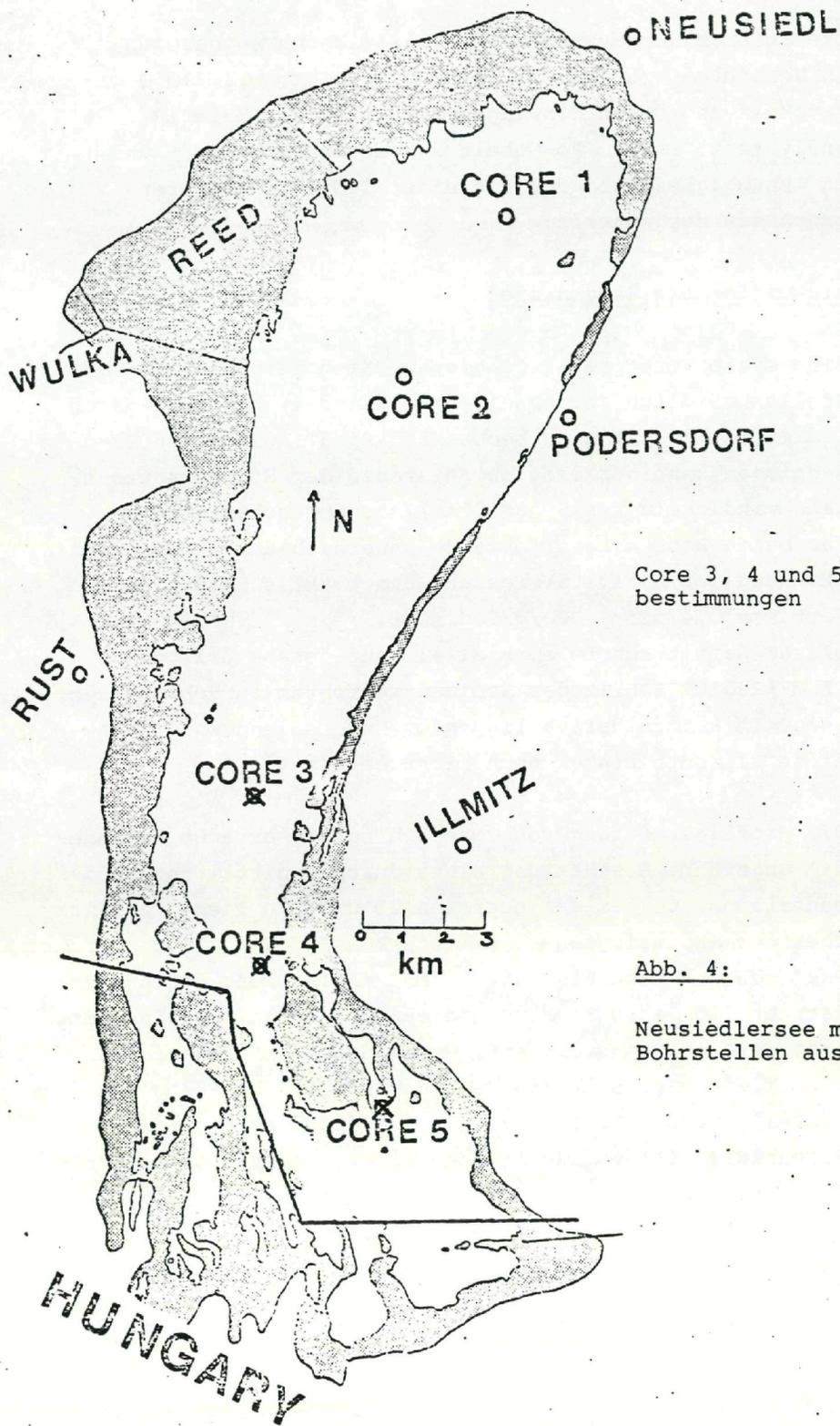


Abb. 3: Alphaspektrum einer Sedimentprobe des Neusiedlersees



Core 3, 4 und 5 für $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ -bestimmungen

Abb. 4:

Neusiedlersee mit Bohrstellen aus 1973

Die Sedimentkerne wurden mit Plexiglasrohren gezogen, in Schichten von jeweils 1 cm unterteilt, bei 110°C getrocknet und davon Einwaagen von je 1,00 g Material analysiert. Der ^{210}Po -Gehalt ist in den Abb. 5, 6 und 7 in Abhängigkeit von der Tiefe der Sedimentschichten graphisch dargestellt.

Diskussion der Ergebnisse

Eine erste Interpretation dieser Daten zeigt, daß an den Stellen nördlich der Insel (Core 3 und 4) keine meßbaren Sedimentationsraten zu beobachten sind. Aus diesen Ergebnissen kann nur eine obere Grenze der Sedimentationsgeschwindigkeit von $S \leq 0,2$ mm/Jahr abgeschätzt werden. Für beide Bohrkern ergab sich innerhalb der statistischen Streuung der Aktivitätsmessung ein praktisch konstanter Wert von 0,4 pCi ^{210}Po /g Sediment.

Dieser Gehalt könnte auch allein auf den natürlichen Uran-/Radium-Gehalt der Sedimentschichten zurückzuführen sein. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden diese Elemente bisher noch nicht bestimmt.

Die Profilauswertung von Core 5 hingegen erlaubt zumindest die ungefähre Abschätzung einer durchschnittlichen Sedimentationsrate aus den obersten 20 cm. Sie liegt deutlich über der Nachweisgrenze, nämlich bei $S = 2,1 \pm 0,2$ mm/Jahr. Doch scheint auch hier die $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ -Ablagerung während der letzten 100 Jahre sehr unregelmäßig gewesen zu sein, ganz besonders in jüngster Zeit, wo an der Oberfläche in nur 2 cm Tiefe eine sehr starke Abnahme des ^{210}Pb -Gehaltes festgestellt wurde. Eine detaillierte Interpretation dieses Ergebnisses ist vorläufig noch nicht möglich, doch könnten Änderungen der Sedimentationsrate an dieser Stelle, etwa durch strömungsbedingte Sedimentverfrachtungen und -durchmischungen vorgetäuscht werden. Weniger wahrscheinlich

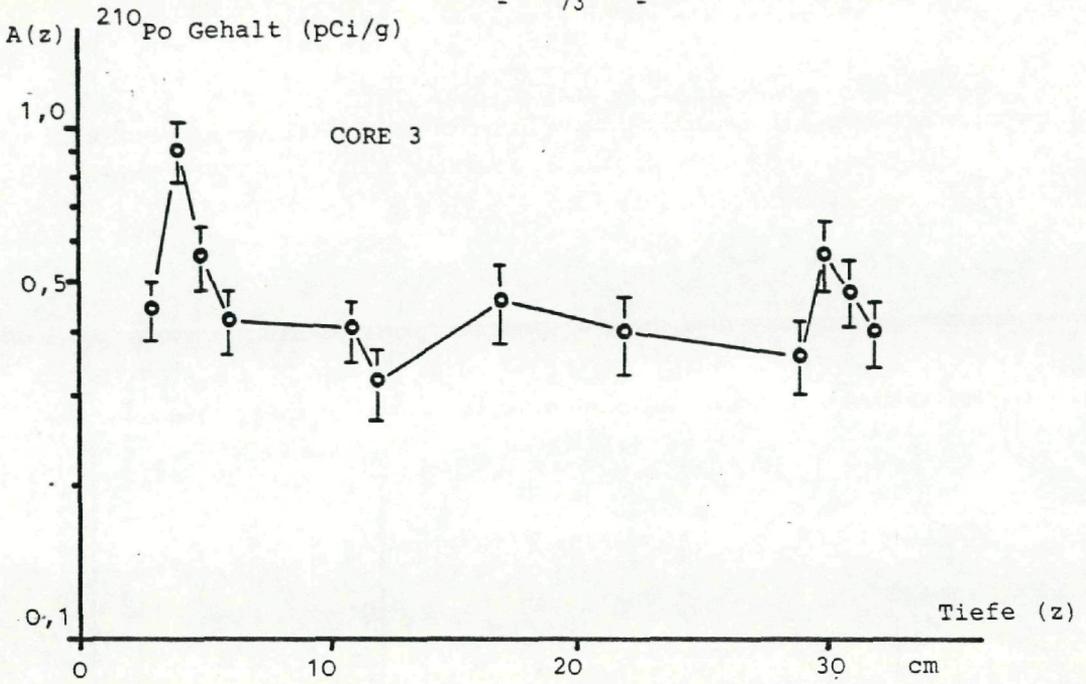


Abb. 5: Tiefenprofil für ^{210}Po von Core 3

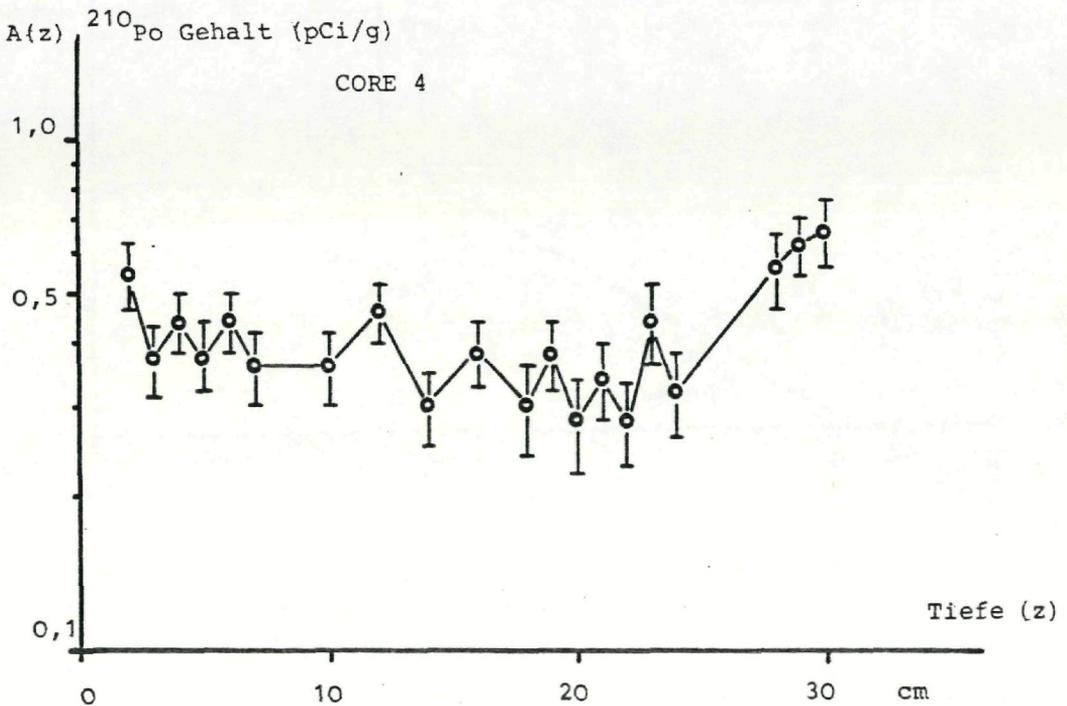


Abb. 6: Tiefenprofil für ^{210}Po von Core 4

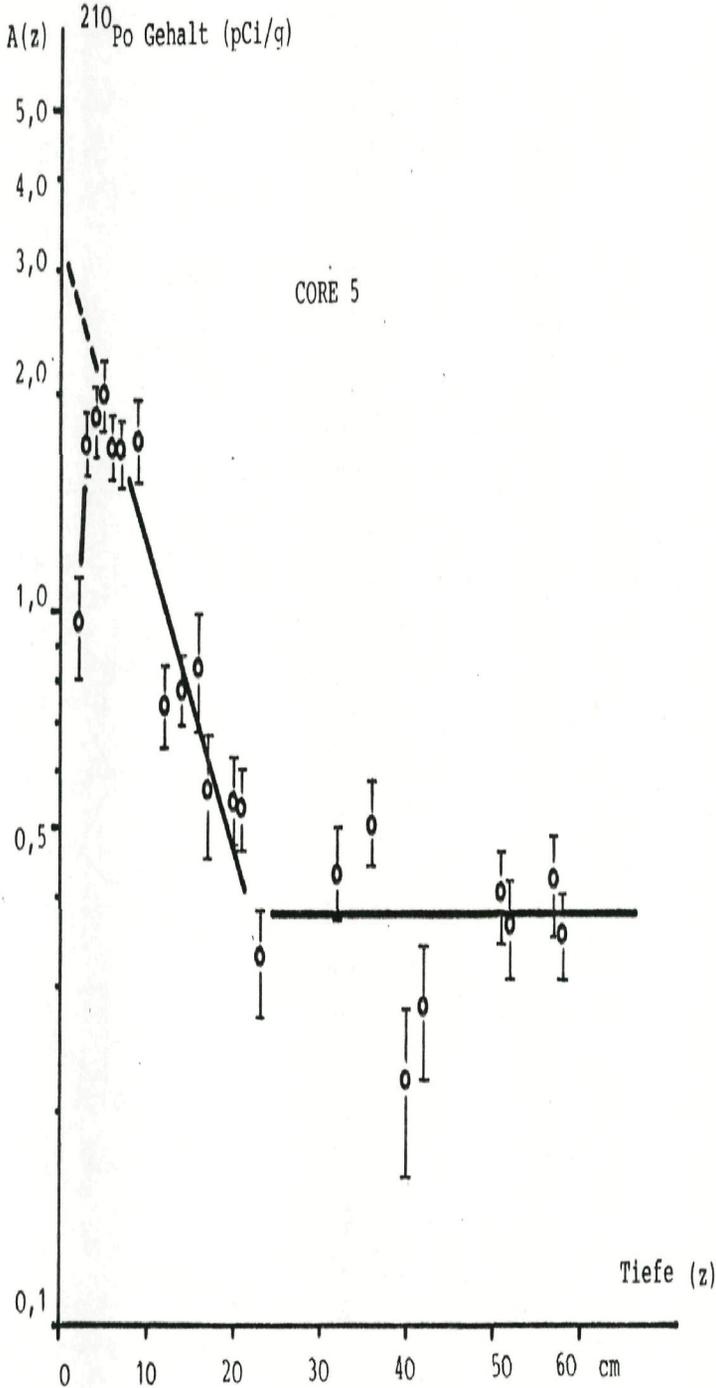


Abb. 7: Tiefenprofil für ^{210}Po von Core 5

wären größere Änderungen der ^{222}Rn -Konzentration der Luft und der Depositionsrate der Folgeprodukte, für die derzeit noch keine Daten vorliegen.

Die bisher gefundenen Ergebnisse zeigen, daß die vorgestellte Methode für Datierungen an jüngeren Seesedimenten und Bestimmungen von Sedimentationsraten geeignet ist. Damit könnte sie für verschiedene Fragestellungen interessierter Fachrichtungen von Bedeutung sein.

Literaturhinweise

- Goldberg, E.D., 1963: Geochronology with lead-210.
IAEA STI/PUB/68, p.121
- Krishnaswamy, S., D.Lal, J.M. Martin, M. Meybeck, 1971:
Geochronology of lake sediments. Earth and Planetary
Science Letters 11: 407-441
- United Nations Scientific Committee on the Effects of
Atomic Radiation (UNSCEAR), 1977: Sources and Effects
of Ionizing Radiation. United Nations, New York
- Eakins, J.D., R.T. Morrison, 1978: A new procedure for the
determination of lead-210 in lake and marine sediments.
Int.J. of Appl.Rad. and Isotop. 29: 285-304
- Robbins, J.A., D.N. Eddington, 1975: Determination of recent
sedimentation rates in Lake Michigan using Pb-210 and
Cs-137. Geochim. et Cosmochim. Acta 39: 285-304
- Koide, M., K.W. Bruland, E.D. Goldberg, 1973: Th-228/Th-232
and Pb-210 geochronologies in marine and lake sediments.
Geochim. et Cosmochim. Acta 37: 1171-1187
- Barnes, R.S., P.B. Birch, D.E. Spyridakis, W.R. Schell, 1978:
Change in the sedimentation histories of lakes using lead-
210 as a tracer of sinking particulate matter. IAEA-SM-228/45
- Hedrich, E., 1983: Determination of layers in the sediment of
Neusiedler See by neutron activation analysis.
Microchim.Acta 1983, I: 1-22.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [BFB-Bericht \(Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Irlweck Karl, Hedrich E.

Artikel/Article: [Möglichkeiten zur Datierung von Seesedimenten durch Bestimmung des Polonium-210 \(Blei 210\) Gehaltes 65-75](#)