Zum Wachstum holozäner Großstalagmiten in der Knitterhöhle bei Letmathe/Sauerland – und zur Methodik der Sinter-Probenentnahmen durch Kernbohrungen

W. HOHMANN, Dortmund

Zusammenfassung

Durch radiometrische Altersbestimmungen (^{14}C-Methode) an 16 Kernbohrproben aus Großstalagmiten und einer Sinterdecke in der Knitterhöhle bei Letmathe im Sauerland konnte der Nachweis einer holozänen Wachstumsperiode der Stalagmiten (konventionelle ^{14}C-Alter zwischen 8290 ± 170 und 1620 ± 65 Jahre vor 1950) erbracht werden.
Die Großstalagmiten – im Extremfalle mit 4,90 m Höhe und 1,30 m Basisdurchmesser – wachsen auf einer 35 – 60 cm mächtigen Sinterdecke, deren Wachstumsbeginn nach 9035 ± 175 Jahren vor 1950 erfolgt ist.
Als Wachstumsraten für das Längenwachstum der Stalagmiten wurden zeitlich variierende Werte zwischen 17 – 71 mm pro Jahrhundert ermittelt.
Ein Versturzprozeß innerhalb der Höhle wurde durch die Datierung neuer Stalagmiten auf den Versturztrümmern auf den Zeitraum zwischen 9035 ± 175 bis 4515 ± 235 Jahre vor 1950 eingegrenzt.
Besonderer Dank gebührt Herrn A. KNITTER, dem Eigentümer der Höhle, der die Arbeiten mit großem Verständnis verfolgte und förderte.
Bei der technischen Durchführung der Kernbohrarbeiten leisteten die Mitglieder der Stammgruppe der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Sauerland (D. BIERMANN, E. HAMMERSCHMIDT, G. KOSTEDDE, D. STOFFELS) vielfältige Hilfe. Herr D. STOFFELS gestattete den auszugsweisen Abdruck des von der Arge Sauerland aufgenommenen Höhlenplanes.
Herr Prof. Dr. M. A. GEYH (Hannover) übernahm freundlicherweise die ^{14}C-Datierungen an den Bohrproben und unterstützte die Arbeiten durch vielfältige Anregungen und Diskussionen. Ihm und Herrn Dr. H. W. FRANKE (Puppling) ist der Autor für eine Erörterung der Ergebnisse und für kritische Durchsicht des Manuskriptes zu Dank verpflichtet. Vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen (Krefeld) wurden entgegenkommenderweise die pollenanalytischen Untersuchungen des Höhlenlehmes durchgeführt. Die Wasseranalysen fertigte das chemische Untersuchungsamt der Stadt Dortmund an.

Einführung

Lage, Zugang und Erforschungsgeschichte der Knitterhöhle – einer bis heute auf 780m Ganglänge bekannten, aktiven Wasserhöhle im devonischen Massenkalk bei Letmathe im Sauerland – wurden von STOFFELS (1977) sowie von STOFFELS & STOFFELS (1977) beschrieben.
In Zusammenarbeit zwischen den Dortmunder Naturkundemuseum, der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Sauerland und dem ^{14}C-Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover wurde 1977 begonnen, durch Altersdatierungen an gezielt entnommenen Bohrkernen aus Stalagmiten und Deckensinter, die zeitliche Abfolge des Sinterwachstums und der Versturzprozesse in der Knitterhöhle zu klären.

Zur Situation der Sinterbildungen in der Knitterhöhle

Die Knitterhöhle besitzt nur im Eingangsbereich – oberhalb des heutigen Niveaus des Höhlenbaches – größere zusammenhängende Räume. Die übrigen Bereiche des Höhlensystems bestehen aus zumeist engen und niedrigen Gangstrecken, deren Befahrung schwierig, zum Teil nur mit Taucherausrüstung möglich ist. Bereits eine normale Wasserführung des Höhlenbaches (6 – 10 Liter pro Sekunde) macht die Befahrung der tiefer liegenden Höhlenabschnitte infolge ausgedehnter Siphonstrecken unmöglich.
Im Eingangsbereich der Höhle treten reiche Sinterbildungen (Großstalagmiten, Wandsinter, Sinter-Bodendecke) auf (Abb. 1), während die übrigen Höhlenbereiche fast keinen Sinterschmuck aufweisen.
Wesentlich ist der Umstand, daß Sinterwachstum erst in dem Höhlenbereich zu finden ist, der um etwa 8 Höhenmeter über dem heutigen Bachniveau liegt.

Das Sinterwachstum beginnt mit einer basalen Bodensinter-Decke (Mächtigkeit 0,30 – 0,65 m), unter der sich eine etwa 8 Meter mächtige Lehmabfolge bis hinunter zum Wasserstand des Höhlenbaches erstreckt. Nach gegenwärtiger Erkenntnis gibt es innerhalb der mächtigen Folge gut geschichteter Höhlenlehme keine weiteren Sinterzonen. Die Sinterdecke bildet die Basis für mehrere Großstalagmiten, deren mächtigstes Exemplar, der „Wächter" einen Basisdurchmesser von 1,30 m und eine Höhe von 4,90 m erreicht (Abb. 2).
Zu einem noch unbekannten Zeitpunkt wurde die Bodensinter-Decke großflächig unterspült und spannte sich als freitragendes Gewölbe durch die Höhle. Wahrscheinlich im Zusammenhang mit einem Deckeneinsturz in der „Empfangshalle" wurde das Gewölbe der Sinterdecke von den tonnenschweren Versturzblöcken stellenweise zerschlagen und brach mit einem Teil der daraufstehenden Stalagmiten in die Tiefe.
Auf dem Gewirr der Versturztrümmer von Sinter-Deckenbruchstücken und Versturzblökken bildete sich eine neue Generation von jüngeren und kleineren Stalagmiten.
Der Versturzprozeß wurde zeitlich eingeengt, da ein neu gebildeter Stalagmit auf einem Versturzblock ein Basisalter von 4515 ± 235 Jahren vor 1950 ergab: zum anderen beginnt das Wachstum der Sinterdecke, die bei dem Versturz in Mitleidenschaft gezogen worden ist, vor 9035 ± 175 konventionellen ^{14}C-Jahren vor 1950. Zwischen diesen beiden Alterswerten muß sich der Versturz ereignet haben.

Methodik der Probenentnahme

Ausgangsüberlegung für eine zeitliche Eingrenzung der Sinter-Wachstumsprozesse in der Knitterhöhle war die Datierung der Sinter-Bodendecke. Das Tropfstein-Wachstum mußte jünger als die der Sinterdecke unterlagernde Lehmabfolge sein. Daher wurden zunächst aus der 8 Meter mächtigen Lehmfolge 11 Profilproben im Höhenabstand von jeweils 0,80 m entnommen. Die pollenanalytische Untersuchung der Lehme ergab jedoch keinen Aufschluß über deren Ablagerungszeitraum. Die spärlich enthaltenen Pollen, die isoliert werden konnten, wiesen einen so schlechten Erhaltungszustand auf, daß keine Artbestimmungen möglich waren.
Bei der Probenentnahme für die radiometrischen Datierungen mußte sichergestellt werden, daß die Stalagmiten in der Höhle weitgehend unbeschädigt blieben. Da die Knitterhöhle in unmittelbarer Nachbarschaft zur weltbekannten Dechenhöhle liegt, wäre für eine Probenentnahme, die mit einer Zerstörung der Stalagmiten verbunden gewesen wäre, keine Genehmigung erteilt worden.

Da das Problem der zerstörungsfreien Probenentnahme aus den Kernzonen von dicken Tropfsteinen von generellem Interesse ist, mußte eine realisierbare Kernbohrmethode entwickelt werden. Hierzu schieden herkömmliche Kernbohrgeräte, wie sie in Bergbau und Explorationstechnik verwendet werden, aus, da sie wegen ihrer Größe und der Art der Energiezufuhr in unwegsamen Höhlen nicht transportiert werden konnten.
Als optimale Antriebsmaschine – bezogen auf Transportgewicht und Leistung – erwies sich schließlich der elektrische Bohrhammer Hilti TE 60 (Abb. 3). Der elektrische Netz- oder Aggregatantrieb mußte gewählt werden, da der Einsatz von Geräten mit Verbrennungsmotoren in den Höhlen unüberwindbare Abgasprobleme aufgeworfen hätte. Auch ist die Verlegung von Elektrokabeln in den Höhlen immer noch einfacher, als die Energiezufuhr durch Preßluftschläuche. Der Akkubetrieb einer Kernbohrmaschine scheitert am Gewicht der Akkus, die bei der benötigten Stromleistung erforderlich sind. Der genannte Hilti-Bohrhammer wird serienmäßig mit hartmetallbesetzten Schlagbohrkronen oder Schlagdosensenkern geliefert, die zur Gewinnung von Bohrkernen zwischen 4 – 8 cm Durchmesser bei maximal 8 cm Kernlänge geeignet sind. Durch Verlängerungsschäfte kann im gleichen Bohrloch – nach der Kernentnahme – mehrmals nachgebohrt werden, wodurch mit der serienmäßigen Ausrüstung bereits Kernstrecken von 50 cm Länge erreichbar sind. Als Sonderanfertigungen stellte uns die Firma Hilti weitere, längenmäßig abgestufte, Verlängerungsschäfte bis zu einer Bohrtiefe von 1,40 m her. Mit dieser Ausstattung können Proben aus jeder beliebigen Zone eines bis zu 2,80 m mächtigen Stalagmiten entnommen werden. Sobald die Aufnahmefähigkeit der Bohrkrone

erschöpft ist, bricht der Kern ab und wird mit Krone und Gestänge aus dem Bohrloch herausgenommen. Darauf wird erneut nachgebohrt. Die Bohrmehlabfuhr ist problemlos, solange das Bohrgut trocken bleibt und die Bohrung waagerecht oder leicht ansteigend durchgeführt wird. Verklebt das Bohrmehl infolge Wasserzufuhr, oder muß die Bohrung abfallend oder gar senkrecht nach unten ausgeführt werden, so sind der Bohrtiefe schnell Grenzen gesetzt.
Bei den Bohrungen in der Knitterhöhle konnte der erforderliche Strom einem benachbarten Gebäude entnommen werden. Besteht diese Möglichkeit nicht, ist ein transportables Wechselstrom-Aggregat erforderlich (etwa Eisemann BWSA 1,5 kVA). Das Aggregat muß der Abgase wegen vor dem Höhleneingang plaziert werden. Kabelverbindungen bis zu 1500 Meter Länge zwischen Aggregat und Bohrmaschine wurden bei den Vorversuchen mit noch erträglichen Leistungsverlusten hergestellt.
Im Prinzip kann die Probenentnahme vereinzelter Bohrkerne mit der beschriebenen Ausrüstung von 2 Personen durchgeführt werden; bei Bohrarbeiten in entlegenen und schwer zugänglichen Höhlen wird eine Hilfsmannschaft erforderlich. In welchem Verhältnis Arbeitsaufwand, Bohrzeiten und Kerngewinn stehen, hängt ganz entscheidend von den erforderlichen Nebenarbeiten ab (Kabelverlegung, Hilfskonstruktionen in der Höhle, Sicherungsmaßnahmen). Bei leicht zugänglicher Bohrstelle ist die Entnahme eines Einzelkernes (bis 8 cm Länge) in wenigen Minuten zu bewerkstelligen. Für eine Kernstrecke von 1 m Bohrlochtiefe sind etwa 2 Stunden Bohrzeit zu veranschlagen. Als Anhaltswert sei erwähnt, daß zur Entnahme von 27 Bohrkernen aus der Knitterhöhle (bei Bohrlochtiefen von 55 cm) mit allen erforderlichen Nebenarbeiten von 5 höhlenerfahrenen Personen 2 Tage Zeit benötigt wurden.

Auswahl der Probenserien

Zur Erfassung des gesamten Zeitraumes der Sinterbildungen in der Knitterhöhle mußten Probenserien aus der basalen Sinter-Bodendecke, aus den Großstalagmiten, die der Sinterdecke aufsitzen (Abb. 6) und aus den jüngsten Stalagmiten-Bildungen, die sich auf den Versturztrümmern des Deckeneinbruches bzw. auf heruntergebrochenen Teilen der Sinterdecke gebildet haben – entnommen werden.
Lineare Zeitverhältnisse in der Probenabfolge eines Boden-Tropfsteines sind nur zu erwarten, wenn die Proben aus der vertikalen Wachstumsachse heraus entnommen werden (Abb. 5). Zu diesem Zwecke wurde die Sinterdecke vollständig durchbohrt und in 3 übereinanderliegenden Einzelkernen datiert.
Bei den Stalagmiten wurde angestrebt, wenigstens je eine Probe aus dem Zentrum der Wachstumsbasis und aus der Spitze zu entnehmen. Die aus den Stalagmitenspitzen gewonnenen Proben repräsentieren die Zeit des Wachstumsabbruches. Zur Entnahme der Basisproben mußten die Stalagmiten an tiefstmöglicher Stelle waagerecht bis zur Hälfte ihres Basisdurchmessers angebohrt werden. Der auf diese Weise zuletzt entnommene Kern sollte die Zeit des Wachstumsbeginnes am ehesten repräsentieren. Alle Zwischenkerne müssen jünger sein.
Nach diesem Probenschema konnten Kernprofile aus 2 Großstalagmiten (Abb. 6-9) auf der Sinterdecke, sowie von einem Stalagmiten auf den Versturztrümmern des Deckeneinsturzes (Abb. 9) entnommen werden. Zusätzlich wurde ein herabgestürzter und zerbrochener Großstalagmit angebohrt, von dem zur Zeit nur der basale Teil zugänglich ist (Abb. 10). Abb. 11 zeigt die Lage der Tropfsteine im Höhlenplan.

Diskussion der Ergebnisse

Abbildung 12 gibt eine schematische Übersicht über die Lage der untersuchten Tropfsteine in der Höhle und die Entnahmestellen der 27 Kernproben. Die hiervon datierten Proben sind voll ausgezeichnet dargestellt. Die ermittelten Alterswerte der 16 datierten Proben sind unter den entsprechenden Bearbeitungsnummern der Tabelle 1 zu entnehmen. Die konventionellen ^{14}C-Alter werden mit einer Halbwertszeit von 5570 Jahren und einer ^{14}C-Anfangskonzentration von 100 % modern berechnet, die mit der des atmosphärischen Kohlendioxids identisch ist. Tropfsteine haben sicher kleinere Werte, da die ^{14}C-Konzentration des Karstwassers bestimmend ist. aus dessen Bikarbonat der Kalkstein ausfällt. Die ^{14}C-Anfangskonzentrationen von Kalksinter betragen 65 % modern in nackten Karstgebieten und liegen bei 70 % modern, wenn über den Höhlen Boden liegt. In die-

sem Fall, der bei der Knitterhöhle in Betracht kommt, sind die konventionellen ^{14}C-Alter um etwa 3000 Jahre größer als die tatsächlichen. Von den im Text genannten Alterswerten müssen daher jeweils 3000 Jahre abgezogen werden, um einen zeitlichen Bezug zu den bekannten Chronostratigraphien herzustellen.
Die radiometrischen Datierungen ergeben für alle untersuchten Sinterproben ein holozänes Alter. Das Sinterwachstum beginnt mit der Bodensinter-Decke vor 9035 ± 175 Jahren vor 1950 und findet in der Spitze der jüngsten Sintergeneration einen Stillstand vor 1620 ± 65 Jahren. In die stratigraphische Abfolge lassen sich die Alterswerte der übrigen Proben sinnvoll einordnen.
Eine scheinbare Unlogik ergibt sich aus der Basisprobenfolge des „Wächters". Die Bohrkerne lassen jedoch erkennen, daß in diesem tiefen Bereich des Riesenstalagmiten offensichtlich noch kein streng symmetrisches Wachstum erfolgte. Deshalb wird der höchste Alterswert der 4 datierten Basisproben dem Wachstumsbeginn zugerechnet, auch wenn die Lage der Probe nicht streng mit dem geometrischen Zentrum der Wurzelzone übereinstimmt.

Tabelle 1: Datierungsergebnisse der Stalagmiten-Kernproben aus der Knitterhöhle bei Letmathe

Proben-Nr.	Labor-Nr.	Konventionelles ^{14}C-Alter (Jahre vor 1950)
1	Hv 8159	1900 ± 60
2	Hv 8457	9035 ± 175
3	Hv 8160	2760 ± 55
4	Hv 8458	8290 ± 170
5		
6	Hv 8459	8190 ± 165
7		
8		
9	Hv 8460	6680 ± 70
10	Hv 8161	1620 ± 65
11	Hv 8162	5920 ± 70
12		
13	Hv 8461	7375 ± 155
14	Hv 8163	2695 ± 45
15		
16		
17	Hv 8891	5485 ± 135
18	Hv 8892	6250 ± 145
19		
20	Hv 8893	3695 ± 120
21		
22		
23		
24	Hv 8894	4515 ± 235
25	Hv 8895	4485 ± 235
26		
27	Hv 8896	7070 ± 125

Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, daß das Basisbohrloch im „Wächter" über das Wachstumszentrum hinausreicht, so daß die Probe 9 jenseits des Zentrums aus jüngeren Schichten stammt. Bei jeder Kernprobenentnahme – insbesondere aus den Basiszonen der Stalagmiten – wird es immer problematisch bleiben, mit der Bohrung das tatsächliche Wachstumszentrum zu treffen, da innere Wachstumsunregelmäßigkeiten in den Stalagmiten durch jüngere Sinterlagen überdeckt und ausgeglichen sein können und schließlich nach außen hin nicht mehr in Erscheinung treten brauchen.
Ein scheinbar zu junges Alter weisen die Proben 1 und 20 aus dem oberen Bereich der Sinderdecke auf, was sich leicht erklären läßt. Die obere Probe aus der stark begangenen Sinterdecke wächst entweder noch immer oder ist stärker durch Isotopenaustausch mit atmosphärischem Kohlendioxid beeinflußt als die Probe 20. Isotopenaustausch findet statt, wenn die Proben durchfeuchtet und porös oder für die Luft leicht zugänglich sind.
Es war die Frage zu prüfen, in wieweit eine generelle Verjüngung der Tropfsteinalter eingetreten sein könnte: Als Störfaktoren sind eine Eisenbahnlinie, die über den hinteren Bereich der Höhle hinweggeführt wird, sowie die Abwässer eines Wohnhauses anzusehen, das in etwa 60 m seitlicher Entfernung oberhalb des Höhlenbereiches steht. Zur Klärung dieser Fragen wurden Wasserproben von 3 Tropfstellen aus der „Empfangshalle" sowie aus dem Höhlenbach einer Analyse unterzogen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.
Das Tropfwasser enthält Spuren von Ammoniak und Nitrit, die mögliche Zersetzungsprodukte von Fäkalien sind. Beide Substanzen bewirken keine ^{14}C-Kontamination.

Tabelle 2: Analysenergebnisse der Wasserproben aus der Knitterhöhle bei Letmathe

Probe 1 (Tropfstellen 1 und 2)

Entnahme	03, 02. 1979
Entnahmetemperatur	7,4° C
Aussehen	klares Wasser
Abdampfrückstand	296 mg/l
Glührückstand	186 mg/l
Ammoniak	Spuren (weniger als 0,1 mg/l)
Proteid-Ammoniak	nicht nachweisbar
Nitrite	Spuren (weniger als 0,2 mg/l)
Nitrate	19 mg/l
Chloride	14,2 mg/l
Permanganatverbrauch	8,8 mg/l
Gesamthärte	11,2° d. H.
Carbonathärte	7,3° d. H.

Probe 2 (Tropfstelle 3)

Entnahme	03. 02. 1979
Entnahmetemperatur	7,4° C
Aussehen	klares Wasser
Abdampfrückstand	421 mg/l
Glührückstand	281 mg/l
Ammoniak	nicht nachweisbar
Proteid-Ammoniak	nicht nachweisbar
Nitrite	Spuren (weniger als 0,2 mg/l)
Nitrate	30 mg/l
Chloride	14,2 mg/l
Permanganatverbrauch	8,2 mg/l
Gesamthärte	15,1° d. H.
Carbonathärte	7,3° d. H.

Probe 3 (Wasser des Höhlenbaches)

Entnahme	03. 02. 1979
Entnahmetemperatur	7,4° C
Aussehen	Klares Wasser
Abdampfrückstand	592 mg/l
Glührückstand	398 mg/l
Ammoniak	nicht nachweisbar
Proteid-Ammoniak	nicht nachweisbar
Nitrite	nicht nachweisbar
Nitrate	33 mg/l
Chloride	78 mg/l
Permanganatverbrauch	6,6 mg/l
Gesamthärte	20,7° d. H.
Carbonathärte	14,0° d. H.

Überraschend und einmalig an den Datierungsergebnissen ist das holozäne Alter der Großstalagmiten. Über Datierungen an dicken Stalagmiten liegen in der Literatur nur wenige Angaben vor, in denen ausnahmslos ein verstärktes Dickenwachstum in den Interstadialzeiten festgestellt wird. FRANKE (1966) führt ein verstärktes Wachstum von kerzenförmigen [dünnen] Stalagmiten aus dem warmfeuchten Atlantikum des mittleren Holozäns an. Gleiche Befunde werden von FRANKE (1969) mitgeteilt. Aus dem Würm II/III-Interstadial (auch als Paudorfer Interstadial bezeichnet) wird ein verstärktes Dickenwachstum von Stalagmiten festgestellt (FRANKE & GEYH, 1969). 1970 geben FRANKE & GEYH als Anhaltspunkt für eine erste grobe Alterseinschätzung an, daß Stalagmiten mit großen Durchmessern im letzten Interstadial gebildet worden sind, dünne Bodenzapfen dagegen aus dem Holozän stammen. Nach GEYH & FRANKE (1970) sind in der „Warmzeitfolge" der Mittelweichsel-Zeit bevorzugt Stalagmiten mit großen Durchmessern gebildet worden. Nach den gleichen Autoren treten im Holozän meist schlankere Bildungen auf. Die Datierung der äußeren Schicht eines meterdicken Stalagmiten aus der Postojna-Höhle (FRANKE & GEYH, 1971) ergab ebenfalls eine Zuordnung zum letzten Interstadial.

Bei einem Vergleich in den Wachstumsgeschwindigkeiten ergeben sich ebenfalls zum Teil erhebliche Abweichungen zwischen den in der Literatur angeführten Werten und den Befunden aus der Knitterhöhle. Die Wachstumsraten der Großstalagmiten der Knitterhöhle – bezogen auf die Längsachsen-Abschnitte zwischen den am niedrigsten und am höchsten entnommenen Bohrkernen – betragen für den „Wächter" 65 – 71 mm pro Jahrhundert, für den mittelgroßen Stalagmiten (Stalagmit 2) 17 mm/Jahrhundert, für den Stalagmiten auf dem Versturzblock (Stalagmit 3) 20 mm/Jahrhundert, sowie für den Stumpf des abgebrochenen Großstalagmiten (Stalagmit 4) 42 mm/Jahrhundert.
FRANKE (1967) gibt Werte zwischen 5 und 45 mm/100 Jahre für spätpleistozäne und holozäne Stalagmiten an. GEYH & FRANKE (1970) ermitteln für die Warmzeitfolge der Mittelweichsel-Zeit durchschnittliche Wachstumsgeschwindigkeiten von 1,5 ± 1,0 mm pro Jahrhundert, für das Holozän 9,8 ± 7,0 mm pro Jahrhundert. Es werden jedoch auch Ausnahmewerte von 50,0 mm/Jh. aus der Silberhöhle sowie von 36,0 mm/Jh. aus einer Höhle ohne Namen genannt.
1971 nehmen FRANKE & GEYH für das Wachstum holozäner Stalagmiten aus der Postojna-Höhle einen Höhenzuwachs zwischen 7 – 13 mm/Jh. an. Wesentlich höher fallen die Zuwachswerte für die Stalagmiten aus dem slowenischen Höhlensystem von Zelše aus. Hier werden – nach den gleichen Autoren – extreme Werte bis zu 100 mm/Jh. erreicht.
FRANKE (1973) gibt mittlere Interstadial-Wachstumswerte von 1,5 ± 1,0 mm pro Jahrhundert an. 1975 nennt FRANKE mittlere Wachstumsraten für die mitteleuropäischen Stalagmiten von 10 mm pro 100 Jahren im Holozän und von 1 mm/100 Jahren in den Interstadialzeiten.
Die Daten der Knitterhöhle stellen somit Maximalwerte dar. Allerdings gibt es hierfür nichts direkt Vergleichbares, weil bisher keine Möglichkeit bestand, aus mächtigen Stalagmiten Proben zu entnehmen. Hier eröffnet die neue Bohrtechnik ein breites Arbeitsfeld.
Es gilt festzustellen, unter welchen Bedingungen so mächtige holozäne Stalagmiten gewachsen sind und wie häufig sie vorkommen.

Literaturverzeichnis

FRANKE, H. W. (1966): Ein speläologischer Beitrag zur postglazialen Klimageschichte. – Z. Eiszeitalter und Gegenwart, **17**, 149 – 152, 2 Abb. 1 Tab., Öhringen/Württemberg.

FRANKE, H. W. (1967): Isotopenverhältnisse in sekundärem Kalk – geochronologische Aspekte. – Z. Atompraxis, **13**, 8, 1 – 4, 5 Abb., 1 Tab., Karlsruhe.

FRANKE, H. W. (1969): Methoden der Geochronologie. – Verständliche Wissenschaft, **98**, 74 – 78, Abb. 46 – 47, Springer-Verlag, Berlin.

FRANKE, H. W. (1973): Tropfsteinkalender. – Z. Bild der Wissenschaft, 218 – 228, 30 Abb., Stuttgart.

FRANKE, H. W. (1975): Correspondence between sintering and corrosion. – Ann. Spêléol., **30**, 4, 665 – 672, Moulis.

FRANKE, H. W. & GEYH, M. (1969): Zur ^{14}C-Datierung des Würm-II/III Interstadials mit Hilfe von Radiokohlenstoffmessungen an Höhlensinter und Schlußfolgerungen für die Wasseraltersbestimmung. – Z. Eiszeitalter und Gegenwart, **20**, 72 – 75, 1 Abb., Öhringen/Württemberg.

FRANKE, H. W. & GEYH, M. (1970): Isotopenphysikalische Analysenergebnisse von Kalksinter – Überblick zum Stand ihrer Deutbarkeit. – Z. Die Höhle, **21**, 1, 1 – 9, 1 Abb., Wien.

FRANKE, H. W. & GEYH, M. (1971): ^{14}C-Datierungen von Kalksinter aus slowenischen Höhlen. – Z. Der Aufschluß, **22**, 7, 235 – 237, 1 Abb., 2 Tab., Göttingen.

GEYH, M. & FRANKE, H. W. (1970): Zur Wachstumsgeschwindigkeit von Stalagmiten. – Z. Atompraxis, **16**, 1, 46 – 48, 2 Abb., 1 Tab., Karlsruhe.

STOFFELS, D. (1977): Das Knitterhöhlen-System in Iserlohn-Letmathe. – Z. Karst und Höhle, **1**, 111 – 121, 1 Höhlenplan, München.

STOFFELS, R. & STOFFELS, D. (1977): Die Erforschung der Knitterhöhle. – Z. Antiberg, Mitt. Karst.- u. Höhlenkde. in Nordrhein-Westfalen, **6**, 2–6, 1 Höhlenplan, Hemer.

STREICH, H. (1967): Unterirdische Zauberreiche des Sauerlandes. – 95 – 96, 1 Abb., Verlag P. A. Santz, Altena.

Anschrift des Verfassers:
Dr. W. Homann, Museum für Naturkunde, Balkenstraße 40, D 4600 Dortmund 1.

Abb. 1: Großstalagmit in der „Empfangshalle“ der Knitterhöhle.

Abb. 2: Kernprobenentnahme auf der Spitze des 4,90 m hohen „Wächters".

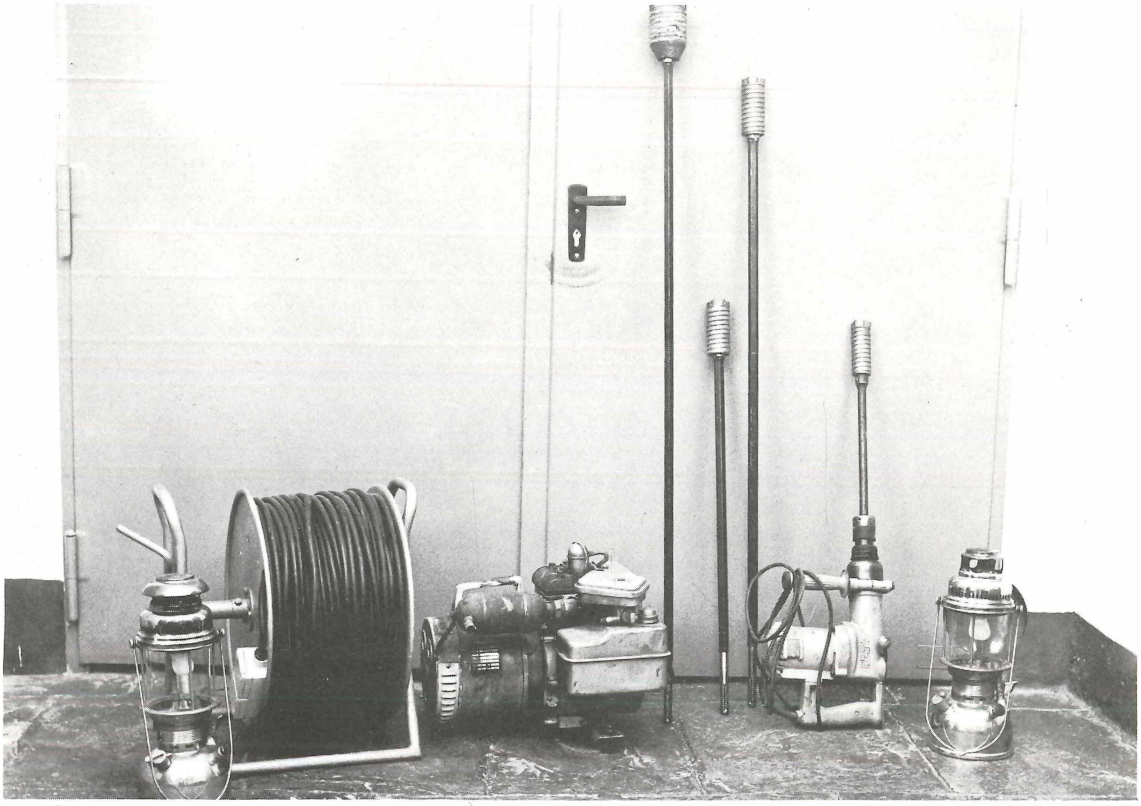

Abb. 3: Die Ausrüstung zur Kernprobenentnahme: Hilti-Bohrhammer TE 60 mit Verlängerungsschäften und Kernbohrkronen, Stromaggregat, Kabel und Petromax-Lampen.

Abb. 4: Teilauswahl der Stalagmiten-Kernproben aus der Knitterhöhle.

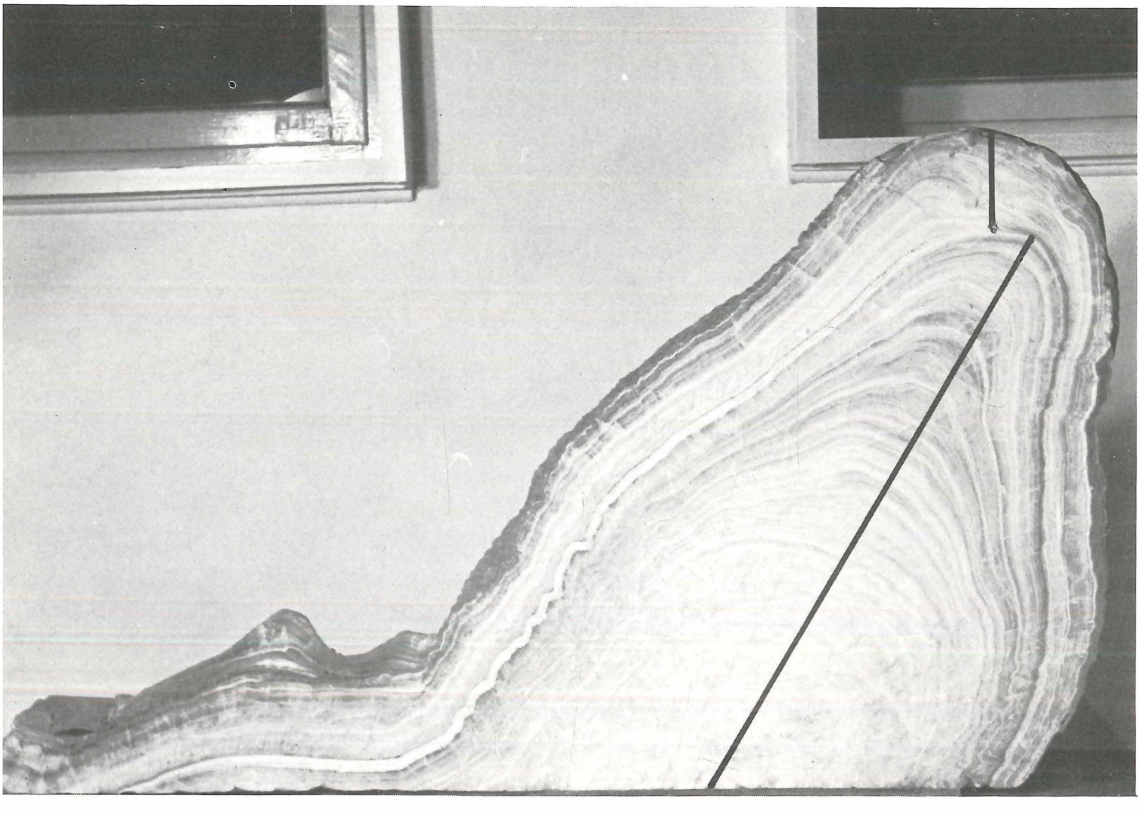

Abb. 5: Der Längsschnitt durch einen Großstalagmiten aus der „Wandhöhle" bei Erdbach/Dillkreis zeigt den Aufbau der haubenartig übereinander liegenden Wachstumsschichten. Lineare Zeitverhältnisse können nur Proben aufzeigen, die entlang der eingezeichneten Wachstumsachse entnommen werden.

Abb. 6: Kernbohrung an der Basis des „Wächters“ in der Knitterhöhle.

Abb. 7: Kernbohrung an der Basis des Großstalagmiten „Wächter". Mit langem Bohrgestänge ist die Bohrung von dieser Seite her nicht durchführbar.

Abb. 8: Entnahme der Bohrkerne am Stalagmiten 3.

Abb. 9: Basis-Bohrloch am Stalagmiten 2.

Abb. 10: Der Basis-Stumpf des abgebrochenen Großstalagmiten 4.

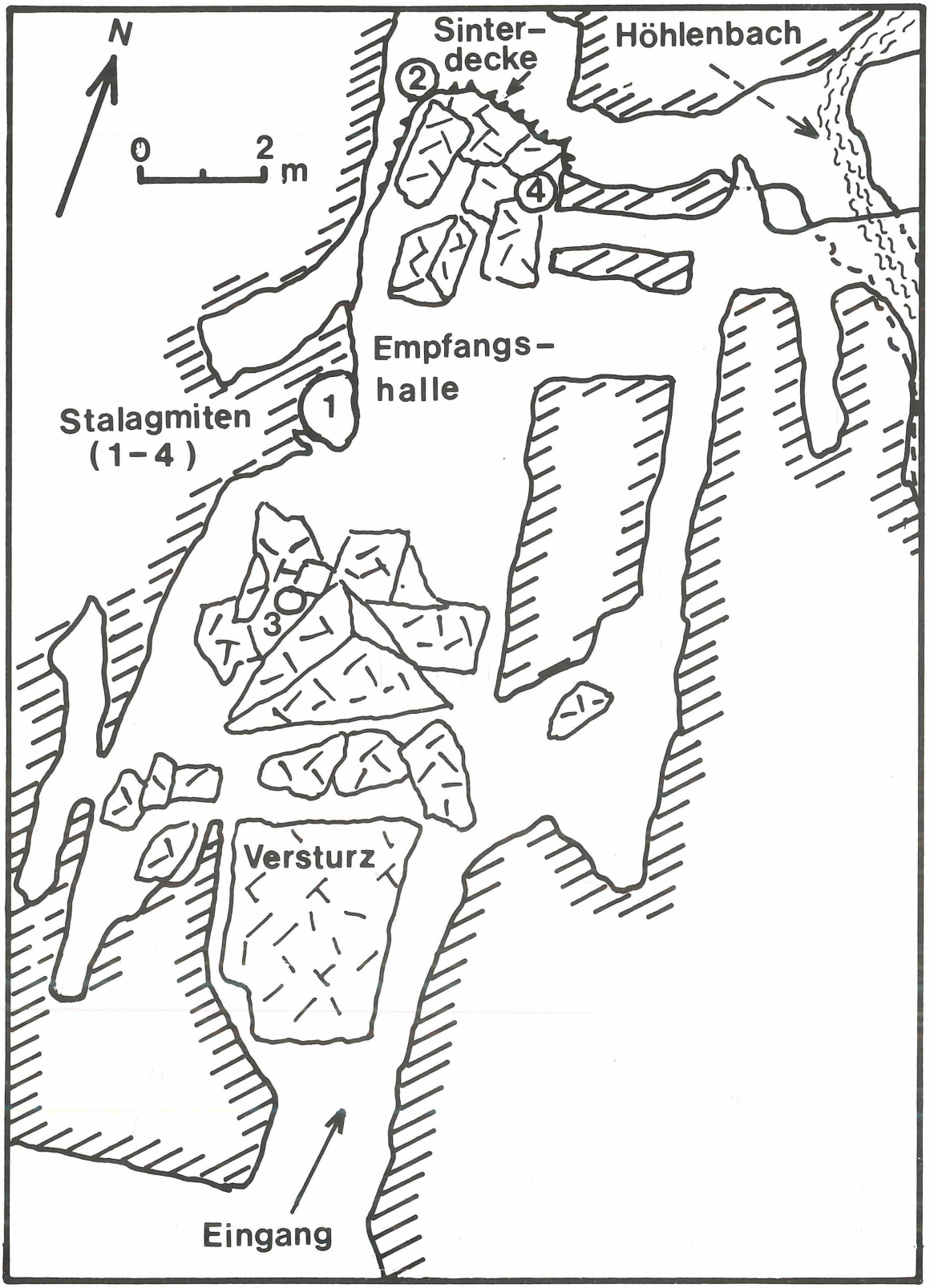

Abb. 11: Ausschnitt aus dem Höhlenplan der Knitterhöhle mit den Lagepunkten der Tropfsteine.

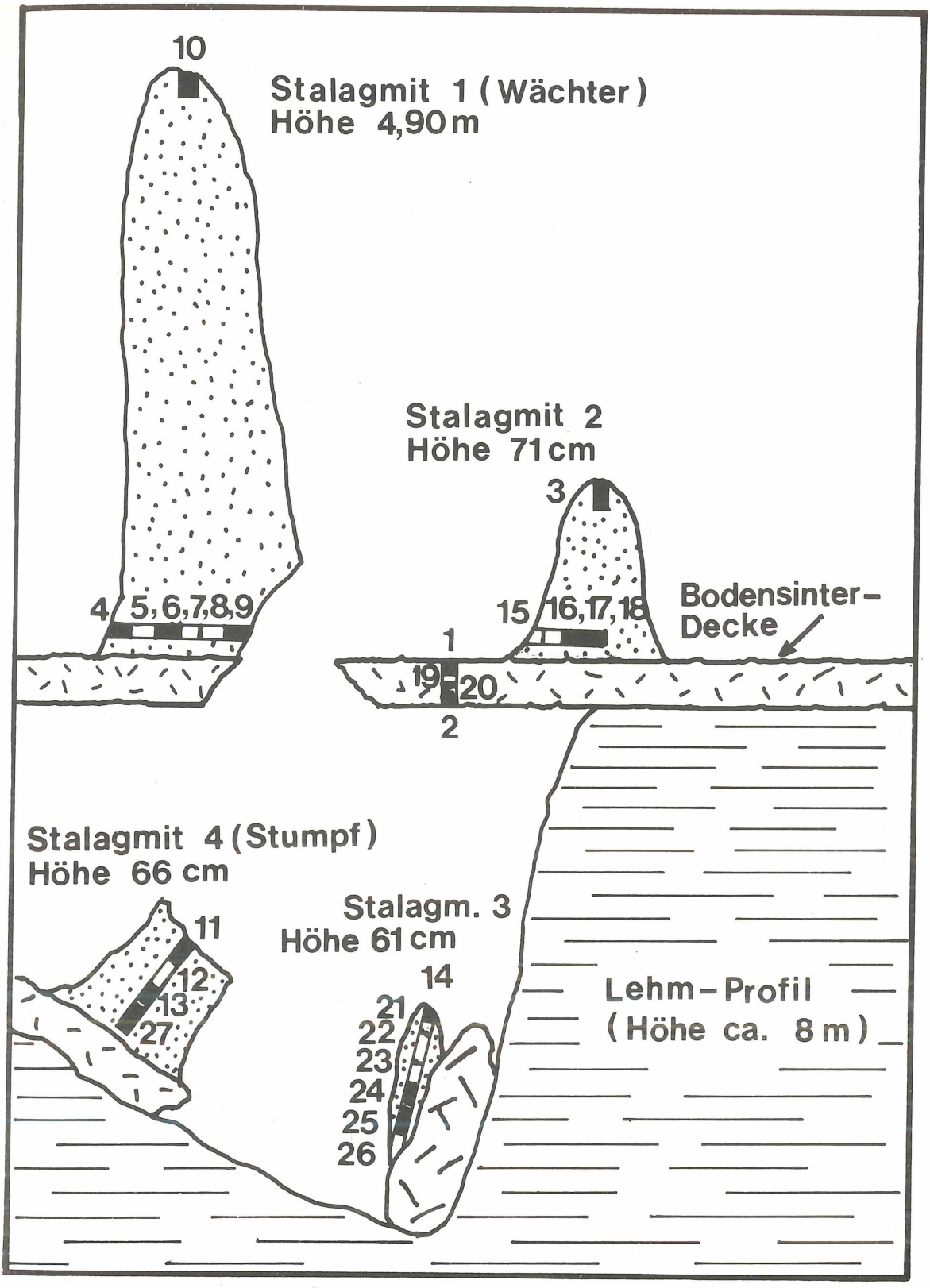

Abb. 12: Schematische Übersicht über die Lage der Tropfsteine in der „Empfangshalle" der Knitterhöhle zueinander und die Anordnung der Bohrungen. Die Zahlen 1 – 27 geben die Entnahmepunke der Bohrkerne an. Die hiervon datierten 16 Kerne sind schwarz ausgezeichnet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Dortmunder Beiträge zur Landeskunde

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Hohmann W.

Artikel/Article: Zusammenfassung 45-63