

# CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AN SEDIMENTEN DER HÖHLE GEIßENKLÖSTERLE BEI BLAUBEUREN

ROLF C. A. ROTTLÄNDER

Mit 15 Textabbildungen und 3 Tabellen

Seit 1973 wurden, wie auch der Abhandlung von J. HAHN<sup>1</sup> zu entnehmen ist, immer wieder Grabungen in der Höhle Geißenklösterle vorgenommen. Diese Grabungen wurden seitdem von chemischen Untersuchungen begleitet. Leider konnten sie nicht mit der erforderlichen und wünschenswerten Systematik durchgeführt werden, weil die Mittelzuweisungen unzureichend waren.

Daher muß versucht werden, trotz oft empfindlicher Mängel im Befund, ein geschlossenes Bild zu entwerfen; gewisse Unsicherheiten sind dabei in Kauf zu nehmen. Sie könnten durch zusätzliche Analysen stark reduziert werden.

Die chemischen Untersuchungen erstrecken sich auf zwei Gebiete: 1. Untersuchungen auf anorganische Bestandteile des Sediments, 2. Untersuchungen auf organische Anteile des Sediments.

1. Zu verschiedenen Horizonten und in verschiedenen Quadratmetersäulen wurden Phosphatanalysen durchgeführt; die Ergebnisse werden in %  $P_2O_5$  vorgelegt.

Möglichst zur Quadratmetersäule 57 – aber das konnte nicht ganz konsequent durchgehalten werden – wurden der  $p_H$ -Wert, der Glühverlust, Kaliumoxid und der säureunlösliche Rückstand bestimmt, ebenso auch  $P_2O_5$ .

2. Zu verschiedenen Horizonten und in verschiedenen Quadratmetersäulen wurde die Rohfettmenge analysiert. Aus einem Teil der Rohfettproben wurde die Zusammensetzung nach Arten der Fettsäuren gaschromatographisch ermittelt. In einigen Proben wurde auf Cholesterin und Lanolin untersucht.

Der vorliegende Beitrag behandelt vornehmlich den archäologischen Horizont III ab (GH 15), bezieht aber gegebenenfalls Befunde aus anderen Horizonten zur Interpretation mit ein.

Die eingehenden Proben erhalten im Labor eine fortlaufende Nummer, anhand derer sie immer wieder über das Protokollheft identifiziert werden können. Die Konkordanz der Fundnummern mit den Probennummern des hier zu behandelnden Horizonts GH 15 ergibt sich aus der Tabelle 1, der auch die Rohfettmengen entnommen werden können. Z ist die Tiefe unter Grabungsnul. Für die Proben 2140, 2142 und 2143 liegen keine Gaschromatogramme vor, wohl aber die Bestimmungen von  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $p_H$ -Wert, Glühverlust und säureunlöslichem Rückstand, die indessen wieder bei den anderen Proben fehlen.

---

<sup>1</sup> Ergänzende Ausführungen zu der Abhandlung von JOACHIM HAHN, Zur Funktion einer Aurignacien-Feuerstelle aus dem Geißenklösterle bei Blaubeuren, hier 1 ff.

Tabelle 1 Konkordanzliste bezüglich Probennummer, Labornummer, geologischem Horizont, archäologischem Horizont, Tiefe unter Grabungsnul sowie die zugehörigen Rohfettmengen.

GH	AH	Quadr.	Fund-Nr.	Z	Probe	% Fettmenge
15	III	35			1006	0,088
15	III	35 a			1008	0,071
15	III	57 d	804	325	1748	0,153
15	III	66 d	749	342	1750	0,146
15	III	68 b	613	347	1753	0,088
15	III	75 a	419	352	1755	0,098
15	III a	77 d	1029	342-3	1758	0,067
15	III	57 a-d	857	336	2140	0,148
15	III a	57 d	1160	340-3	2142	0,186
16	III b	57 a	1165	342-7	2143	0,170
15	III	88 d	935 ?	335	2172	0,180
15	III a	77 d	1228	343	2173	0,110
15	III a	68 c	760	347	2213	0,083
15	III a	88 a	1004	346	2215	0,053
15	III a	67 d	1748	348	2216	0,099
15	III a	78 c	1118	344	2218	0,102

Abbildung 1 gibt darüber Auskunft, aus welchen Quadraten des GH 15 Fettproben untersucht worden sind. In den Quadraten 77, 78 und 88 wurden die Sedimente erfasst, die tentativ einer Feuerstelle zugeordnet werden. Die Gaschromatogramme der einzelnen Proben werden zunächst einzeln besprochen.

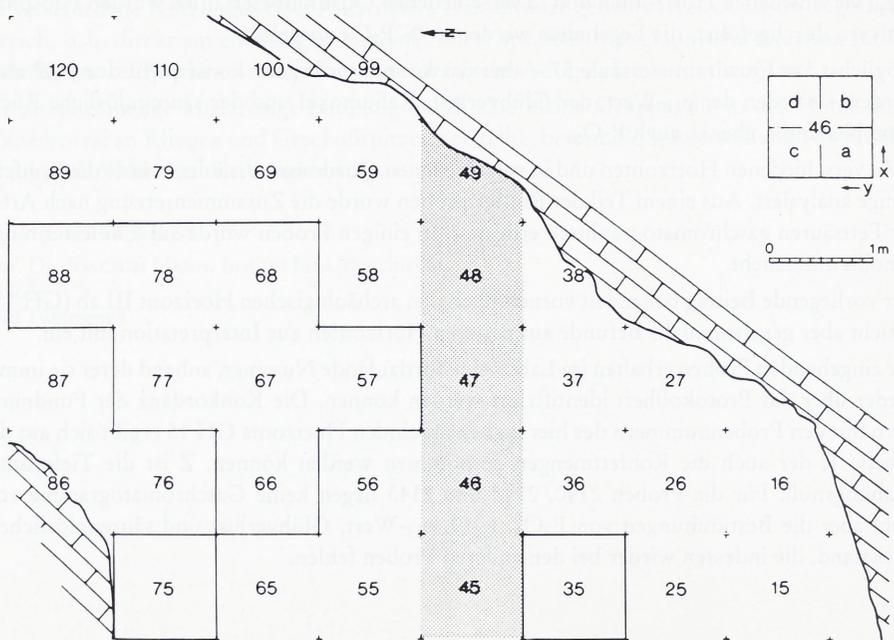


Abb. 1 Schematischer Grundriß der Höhle mit Angabe der Bezifferung der Grabungsquadrate. Das Schema der Unterteilung der Quadrate in Viertel ist rechts oben angegeben. Die untersuchten Proben stammen aus den umrahmten Quadraten.

## Befunde durch Fettanalysen

*Probe 1006*

Probe aus Quadrat 35, AH III, GH 15 (Abb. 2)

GC 1896, 1971

Cholesterin +++, Lanosterin ++

Rohfett Mittelwert 0,088 %.

Durch Cholesterin ist Tierfett angezeigt, durch Lanosterin Fell, Haut oder ggf. Leder. Die Bestandteile von Knochenöl: Palmitinsäure (C 18) und besonders Ölsäure (C 18-1) sind in so geringer Menge vorhanden, daß Knochen nur in ganz untergeordneter Menge an der Bildung des Fetts beteiligt gewesen sein kann. Dagegen sind die langkettigen Fettsäuren von C 20 bis C 24 dominant. Sie kommen als Bestandteile des Hauttalgs/Wollfetts vor und zeigen so unabhängig von Lanosterin an, daß hier Fell/Haut/Leder zergangen ist.

*Probe 1008-01*

Probe aus Quadrat 35 a, AH III, GH 15 (Abb. 3)

GC 2023

Cholesterin +++, Lanosterin ++

Rohfett Mittelwert 0,071 %

Siebfraktion – Korngröße kleiner als 0,63 mm.

Die Probe gleicht stark der Probe 1006, allerdings ist der Anteil von Fettsäuren, die aus Knochenöl stammen könnten, noch geringer. Andererseits ist noch die langkettige Oktakosansäure (C 28) nachweisbar. Auch hier ist also Fell/Haut/Leder angezeigt.

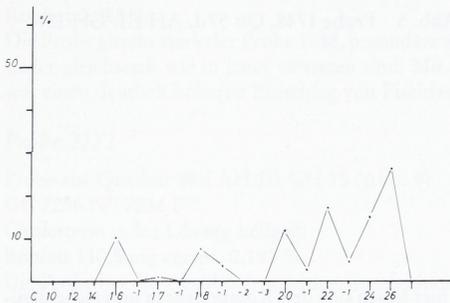


Abb. 2 Probe 1006, Qu 35, AH III, GH 15.

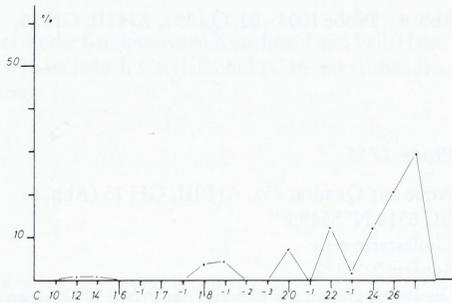


Abb. 3 Probe 1008-01, Qu 35 a, AH III, GH 15.

*Probe 1008-02*

Probe aus Quadrat 35 a, AH III, GH 15 (Abb. 4)

GC 1993, 1975

Cholesterin +++, Lanosterin ++

Rohfett Mittelwert 0,071 %

Siebfraktion mit einer Korngröße zwischen 0,63 und 2 mm.

Auch hier spielen die Bestandteile des Knochenöls wie in den Proben 1006 und 1008-01 keine Rolle. Auffällig ist jedoch der starke Anteil an Behensäure (C 22) – teilweise von der Dihydroxistearinsäure überlagert –. Behensäure findet sich in der Natur besonders in der Leber und in Fischölen. – Auch andere langkettige Fettsäuren sind vorhanden, so daß auch hier wieder Fell/Haut/Leder angezeigt ist.

Vom chemischen Befund her ist nicht völlig auszuschließen, daß ein Teil der Haut (des Fells) mit Lebertran behandelt worden ist. Beweisen läßt sich das allerdings chemisch nicht.

*Probe 1748*

Probe aus Quadrat 57d, AH III, GH 15 (Abb. 5)

GC 6491 N<sup>2</sup> 6538 F<sup>22</sup>

Cholesterin ++

Rohfett 0,153 %.

In der Probe lassen sich drei Komponenten unterscheiden: Palmitinsäure (C 16), Stearinsäure (C 18) und Ölsäure (C 18-1) zeigen zusammen Knochenöl an. Da die Stearinsäure 20 % erreicht, muß es sich um Wiederkäuferfett handeln; Tiere wie Bär, aber auch Hase oder Vögel scheiden aus.

Der Anteil Cetylalkohol (C 16-ol) weist auf Fischfett hin.

Die Serie der langkettigen Fettsäuren von C 20 bis C 26 gibt wieder Fell/Haut/Leder an.

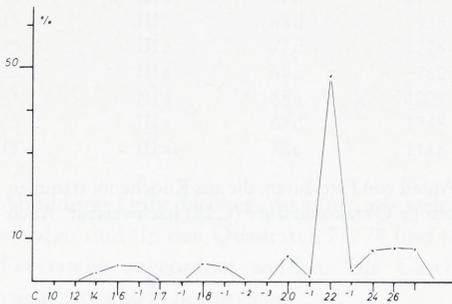


Abb. 4 Probe 1008-02, Qu 35a, AH III, GH 15.

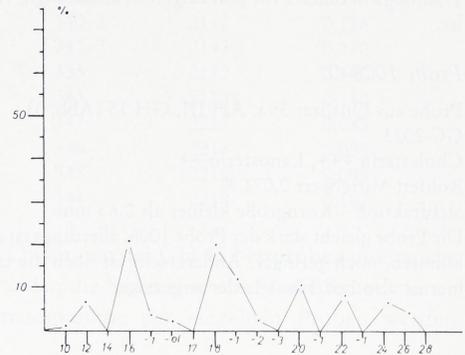


Abb. 5 Probe 1748, Qu 57d, AH III, GH 15.

*Probe 1755*

Probe aus Quadrat 75a, AH III, GH 15 (Abb. 6)

GC 6510 N<sup>2</sup> 5549 F<sup>22</sup>

Cholesterin +++

Rohfett 0,098 %.

Die Probe gleicht weitgehend der Probe 1748, denn auch hier lassen sich drei Komponenten unterscheiden; es besteht jedoch der Unterschied, daß hier die Bestandteile des Knochenöls geringer, die von Fell/Haut/Leder etwas stärker vertreten sind.

*Probe 1750*

Probe aus Quadrat 66d, AH III, GH 15 (Abb. 7)

GC 6495 N<sup>2</sup>, 6542 F<sup>22</sup>

Cholesterin +++

Rohfett 0,146 %.

Zunächst ist der hohe Gehalt an Rohfett hervorzuheben, der etwa 1,5 g pro kg Sediment ausmacht. Nimmt man die Dicke einer Abtragung mit ca. 5 cm an, die Dichte des Sediments mit ca. 2 kg/l, dann befinden sich in einem Grabungs-Quadratmeter 0,1 Tonnen Sediment oder auch 100 kg. Diese enthalten immerhin 150 g Rohfett<sup>2</sup>. Ein entsprechender Ansatz gilt für Probe 1748. – Wie in den Proben 1748 und 1755 lassen sich drei Komponenten unterscheiden; das Knochenöl ist aber noch schwächer vertreten als in Probe 1755. Wenn dadurch auch der Prozentwert der Stearinsäure (C 18) nur bei gut 10 % liegt, so darf das nicht täuschen:

<sup>2</sup> Vergleichsweise hat ein normales Paket Butter 250 g.

Wenn man die hohen Anteile langkettiger Fettsäuren, die aus Fell/Haut/Leder stammen, nicht berücksichtigt und nur den Anteil des Knochenöls betrachtet, dann steigt die Stearinsäure über 20 % an und zeigt dadurch Wiederkäuerfett. Durch Cetylalkohol (C 16-ol) ist wieder Fischfett angezeigt.

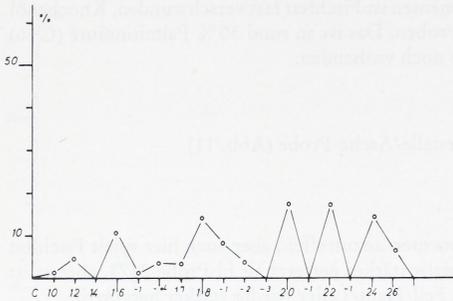


Abb. 6 Probe 1755, Qu 75 a, AH III, GH 15.

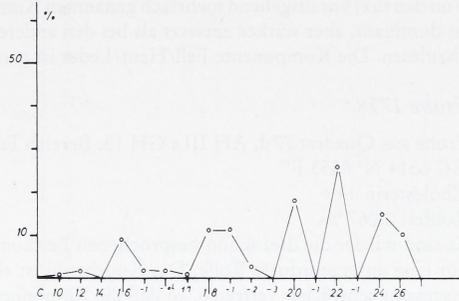


Abb. 7 Probe 1750, Qu 66 d, AH III, GH 15.

### Probe 1753

Probe aus Quadrat 68 b, AH III, GH 15 (Abb. 8)

GC 6502 N' 6547 F''

Cholesterin ++

Rohfett 0,088 %.

Die Probe gleicht stark der Probe 1748, besonders weil bei ihr die Komponenten Knochenöl und Fell/Haut/Leder gleichstark wie in jener vertreten sind. Mit über 9 % ist jedoch Cetylalkohol (C 16-ol) vorhanden, was einen deutlich höheren Einschlag von Fischfett anzeigt.

### Probe 2172

Probe aus Quadrat 88 d AH III GH 15 (Abb. 9)

GC 7256 N'' 7234 F'''

Cholesterin n. b.; Lösung hellgelb

Rohfett 110,5 mg entspr. 0,180 %.

Die Probe hat die zweithöchste bisher je aufgefundene Rohfettmenge (vgl. Probe 1750).

Durch Palmitinsäure (C 16), Stearinsäure (C 18) und Ölsäure (C 18-1) ist Knochenöl gut vertreten. Stearinsäure bei gut 20 % zeigt Wiederkäuerfett an. Gleichstark etwa ist die Komponente Fell/Haut/Leder mit langkettigen Fettsäuren vertreten. Fischfett tritt stark zurück.

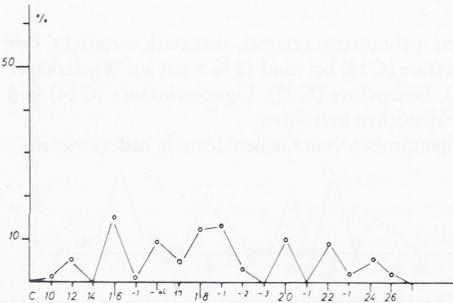


Abb. 8 Probe 1753, Qu 68 b, AH III, GH 15.

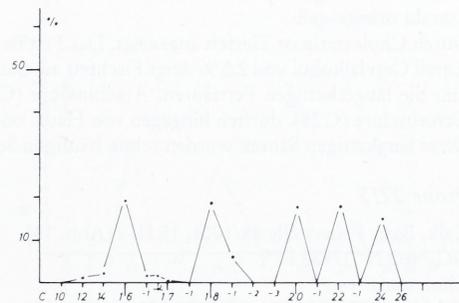


Abb. 9 Probe 2172, Qu 88 d, AH III, GH 15.

*Probe 2173*

Probe aus Quadrat 77 d, AH III a, GH 15; Feuerstelle (Abb. 10)  
GC 7258 N<sup>'''</sup> 7236 F<sup>'''</sup>

Cholesterin nicht erhalten, Lösung hellgelb

Rohfett 53,57 mg entspr. 0,110 %.

Von den drei vorausgehend mehrfach genannten Komponenten ist Fischfett fast verschwunden, Knochenöl ist dominant, aber stärker zersetzt als bei den anderen Proben. Das ist an rund 30 % Palmitinsäure (C 16) abzulesen. Die Komponente Fell/Haut/Leder ist gerade noch vorhanden.

*Probe 1758*

Probe aus Quadrat 77 d, AH III a GH 15, Bereich Feuerstelle/Asche-Probe (Abb. 11)

GC 6514 N<sup>'</sup> 6553 F<sup>'</sup>

Cholesterin +++

Rohfett 0,067 %.

Es sind wieder die drei schon besprochenen Fettkomponenten anzutreffen, aber auch hier spielt Fischfett nur eine untergeordnete Rolle. Das Knochenöl ist ebenfalls stärker zersetzt als in Probe 2173, aber es ist insgesamt schwächer vertreten, so daß die Komponente Fell/Haut/Leder wieder stärker hervortritt.

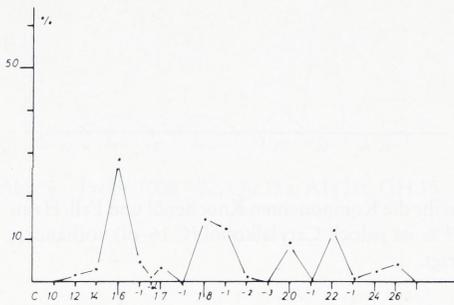


Abb. 10 Probe 2173, Qu 77 d, AH III a, GH 15, Bereich Feuerstelle.

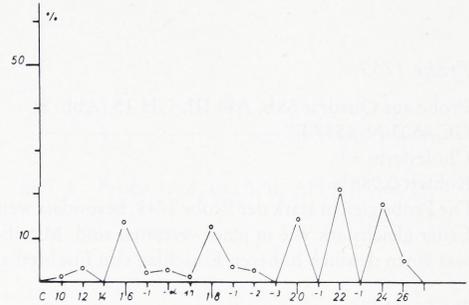


Abb. 11 Probe 1758, Qu 77 d, AH III a, GH 15, Bereich Feuerstelle/Asche.

*Probe 2213*

Probe aus der Aschezone; 68/760/15 III a 2// 2-347 (Abb. 12)

GC 7460 N<sup>'''</sup> 7395 F<sup>'''</sup>

Cholesterin ++

Rohfett 54,63 mg entsprechend 0,083 %

Extrakt orange-gelb.

Durch Cholesterin ist Tierfett angezeigt. Das Fett ist zwar nicht extrem zersetzt, aber stark vermischt. Der Anteil Cetylalkohol von 2,5 % zeigt Fischfett an. Stearinsäure (C 18) bei rund 12 % weist auf Wiederkäuer hin; die länger-kettigen Fettsäuren, Arachinsäure (C 20), Behensäure (C 22), Lignocerinsäure (C 24) und Cerotinsäure (C 26), dürften hingegen von Haut- oder Fellstücken herrühren.

Diese langkettigen Säuren wurden schon häufig in Sedimentproben vom Geißenklösterle nachgewiesen.

*Probe 2215*

Kalk, Basis Feuerstelle 88/1004, 15 III a (Abb. 13)

GC 7462 N<sup>'''</sup> 7432 F<sup>'''</sup>

Cholesterin +++

Rohfett 18,07 mg entsprechend 0,053 %

Extrakt gelb.

Durch die große Menge Cholesterin ist Tierfett angezeigt. Zwar ist ein wenig Fischfett beigemischt (Cetylalkohol C 16—ol ca. 1 %), doch ist die Hauptmenge wohl als Wiederkäuerfett anzusprechen, da die Stearinsäure (C 18) mit fast einem Viertel sehr stark vertreten ist. Andererseits zeigt die Palmitinsäure (C 16) mit fast 30 % die Zersetzung des Fetts an.

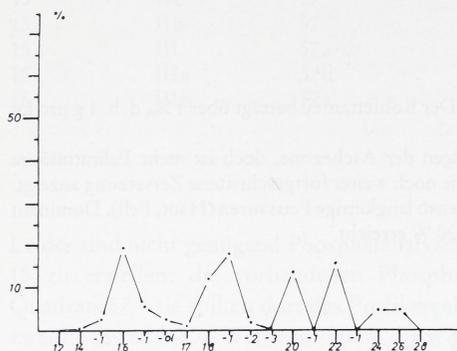


Abb. 12 Probe 2213, Qu 68, AH IIIa, GH 15, Aschezone.

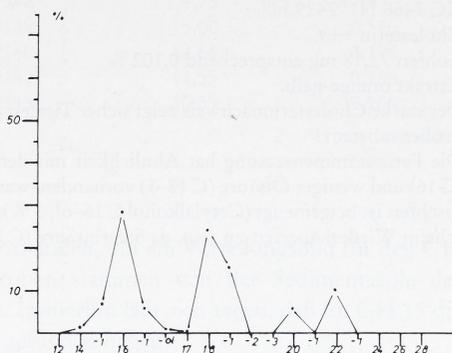


Abb. 13 Probe 2215, Qu 88, AH IIIa, GH 15, Kalk von der Basis der Feuerstelle.

#### Probe 2216

Rötelkonzentration 67/1748, 15 IIIa (Abb. 14)

GC 7463 N<sup>cc</sup> 7426 F<sup>cc</sup>

Cholesterin +++

Rohfett 89,06 mg entsprechend 0,099 %

Extrakt orange.

Die große Cholesterinmenge zeigt sicher Tierfett an. Mit fast einem Promille ist die Rohfettmenge recht groß, doch liegt die Rohfettmenge der Aschezone in der gleichen Größenordnung, so daß eine intentionelle Vermengung von Fett und Rötel von hier aus unbewiesen bleibt.

Noch viel deutlicher als in der Aschezone dominieren hier die langkettigen Fettsäuren. Ölsäure (C 18-1) erreicht gerade 7,5 %; das liegt weit unter jedem Knochenöl, erst recht unter jedem Pflanzensamen mit Ölsäure als Hauptkomponenten. Auch Palmitinsäure (C 16) bleibt noch unter 20 %, so daß der Fettabbau nicht zu stark gewesen sein kann. Zwar ist auch Fischfett beigemischt, wie sich aus dem Cetylalkohol (C 16—ol) ergibt, doch ist es in der ganzen Lage verbreitet.

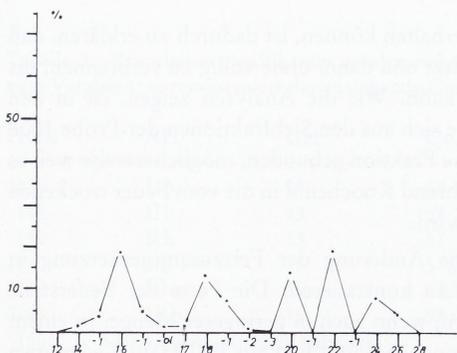


Abb. 14 Probe 2216, Qu 67, AH IIIa, GH 15, Rötelkonzentration.

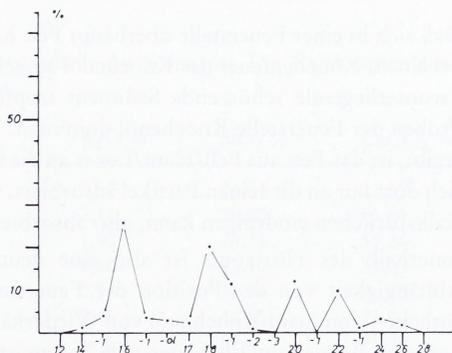


Abb. 15 Probe 2218, Qu 78, AH IIIa, GH 15, Aschezone.

Auffällig ist also die Assoziation von Röteln mit den Fettsäuren der Haut resp. des Fells. Mit aller Vorsicht kann an rötelngefärbtes Leder (Haut) gedacht werden, das beim Vergehen gleiche Spuren hinterlassen würde.

#### Probe 2218

Aschenprobe 78/1118 15 IIIa 23a 4 (Abb. 15)

GC 7466 N<sup>cc</sup> 7429 F<sup>cc</sup>

Cholesterin +++

Rohfett 71,18 mg entsprechend 0,102 %

Extrakt orange-gelb.

Der starke Cholesterinnachweis zeigt sicher Tierfett an. Der Rohfettanteil beträgt über 1 %, d. h. 1 g pro kg Probensubstanz!

Die Fettzusammensetzung hat Ähnlichkeit mit derjenigen der Aschezone, doch ist mehr Palmitinsäure (C 16) und weniger Ölsäure (C 18-1) vorhanden, was eine noch weiter fortgeschrittene Zersetzung anzeigt. Fischfett ist beigemischt (Cetylalkohol C 16-ol; 3 %), ebenso langkettige Fettsäuren (Haut, Fell). Dominant scheint Wiederkäuerfett zu sein, da Stearinsäure (C 18) 20 % erreicht.

### Interpretation der Befunde

In den Quadratmetersäulen 46, 57, 67, 68, 77, 88 und 89 konnten jeweils für eine Reihe von Horizonten die Rohfettmengen bestimmt werden. Dabei ergab sich, daß im geologischen Horizont 13 die höchste Rohfettkonzentration allgemein anzutreffen ist. Die Rohfettkonzentration im geologischen Horizont 15 erreicht in einzelnen Quadraten eine vergleichbare Höhe. Im Quadratmeter 57 ist im AH III mit 0,153 % Rohfett (Probe 1748) und 0,148 % Rohfett (Probe 2140) die Rohfettkonzentration etwas geringer als im darunterliegenden Horizont III a b: 0,186 % (Probe 2142) und 0,170 % (Probe 2143) Rohfett.

Um so deutlicher fällt im Horizont III a in den Quadraten mit der Feuerstelle und der Asche die Fettkonzentration ab:

	Quadr.	Probe	Rohfett
Asche	77 d	1758	0,067 %
Asche	68 c	2213	0,083 %
Asche	77 c	2218	0,102 %
Feuer-	77 d	2173	0,110 %
stelle	88 a	2215	0,053 %

Daß sich in einer Feuerstelle überhaupt Fett hat erhalten können, ist dadurch zu erklären, daß bei einem Knochenfeuer das Knochenöl ausschwitzt und dann, ohne völlig zu verbrennen, ins darunterliegende schützende Sediment tropfen kann. Wie die Analysen zeigen, ist in den Proben der Feuerstelle Knochenöl dominant. Wie sich aus den Siebfraktionen der Probe 1008 ergibt, ist das Fett aus Fell/Haut/Leder an die feine Fraktion gebunden, möglicherweise weil es sich dort nur an die feinen Partikel adsorbiert, während Knochenöl in die vom Feuer trockenen Kalkstückchen eindringen kann, also absorbiert wird.

Innerhalb des Horizonts ist also eine deutliche Änderung der Fettzusammensetzung in Abhängigkeit von der Position der Feuerstelle zu konstatieren: Die Fette der Feuerstelle enthalten dominant Knochenöl von Wiederkäuern, wenn auch in geringerer Menge. In einem breiteren Bereich um die Feuerstelle herum ist Knochenöl und Fett aus Fell/Haut/Leder etwa gleichstark vertreten, während im abgelegenen Quadrat 35 (Probe 1006 und 1008) Knochenöl praktisch keine Rolle mehr spielt.

Tabelle 2 Korrelation zwischen Phosphatgehalt (als  $P_2O_5$ ) und Rohfettmenge.

GH	AH	Quadr.	Probe	$P_2O_5$ %	Rohfett %
13	IIb	57	2139	19,73	0,089
13	IIb	57	148	4,75	n. b.
13	IIb	57	149	5,00	0,186
15	III	57a-d	2140	12,68	0,198
15	IIIa	57d	2142	11,55	0,186
16	IIIb	57a	2143	10,59	0,169

Leider sind nicht genügend Phosphatanalysen vorhanden, um ein Verteilungsbild für den GH 15 zu erstellen; die vorhandenen Phosphatproben stammen von der Sedimentsäule des Quadrats 57 – sie sollten dort das Profil ergeben. Immerhin läßt sich sagen, daß im GH 15 die zweithöchsten  $P_2O_5$ -Werte auftraten, die wir je gefunden haben.

Zwar kann Phosphat im Gefolge zersetzter Knochen auftreten, denn deren anorganischer Anteil besteht aus Apatit:  $Ca_5(PO_4)_3OH$ . Dazu paßt aber nicht, daß Knochenöl in nur so geringer Menge vorhanden ist. Hier kommen wohl eher Fäkalien infrage, die ebenfalls eine reichliche Phosphatquelle darstellen. Fäkalien enthalten immer noch Fettreste, wie wir von Analysen wissen, die wir in anderem Zusammenhang erstellt haben. Ob nun Vögel diesen Dung hinterlassen haben oder der Höhlenbär, ergibt sich aus unseren Untersuchungen nicht. Es sei vielmehr daran erinnert, daß eine der ältesten Zubereitungsmethoden für Leder Fäkalien, besonders Urin, benutzt.

Der etwas höher liegende Horizont GH 13 ergab den Befund, daß der Phosphatgehalt innerhalb eines Quadratmeters stark schwanken kann.

Phosphatanteil und Rohfettanteil gehen nicht unbedingt parallel. Beide entstammen daher nicht in jedem Fall derselben Quelle.

Der Tabelle 3 sind die nicht anthropogenen Einflüsse zu entnehmen; der unlösliche Rückstand wurde hier gleich  $SiO_2$  gesetzt, obwohl es in Säuren unlösliche Tone gibt, doch das dürfte hier keinen großen Fehler bedeuten.

Tabelle 3 Korrelation signifikanter anorganischer Bestandteile des Sediments. Der Kalkbrocken dient zum Vergleich; er repräsentiert das anstehende Gestein.

Probe	AH	GH	Quadr.	$K_2O$ %	$SiO_2$ %	$CaCO_3$ %
2139	IIb	13	57	0,57	24,64	21,55
148	IIb	13	57	2,11	29,00	53,84
149	IIb	13	57	1,95	28,24	51,26
2140	III	15	57a-d	0,66	42,10	21,03
2142	IIIa	15	57d	0,54	37,36	26,45
2143	IIIb	16	57a	0,66	44,15	25,06
150	Kalkbrocken, nicht stratifiziert			n. n.	n. n.	98,79

n. n. = nicht nachweisbar

$SiO_2$  steht für den in Salzsäure nicht löslichen Anteil.

In den GH 13 und GH 15 sind tiefgreifende äußere Einflüsse spürbar. Wenn das Sediment nur aus dem Kalk gebildet worden wäre, der im Laufe der Zeit vom Höhlendach herabfiel, müßten sich rund 99 %  $\text{CaCO}_3$  finden, wie die Analyse des dem Sediment entnommenen Kalkbrockens zeigt. Im Liegenden des GH 15 ist aber dieser Wert auf fast ein Viertel gesunken. Im GH 13 dagegen schwankt der Kalkgehalt zwischen der Hälfte und einem Viertel. Einen fast umgekehrten Gang zeigt  $\text{SiO}_2$ , das in GH 15 etwa zwei Fünftel des Sediments ausmacht.

Während im Kalkbrocken Kalium unter der Nachweisgrenze bleibt, findet sich in GH 15 etwas mehr als ein halbes Prozent  $\text{K}_2\text{O}$ . Da das Kalium mit einiger Wahrscheinlichkeit aus dem Löß stammen dürfte und keineswegs einem Verwitterungsrest aus einem Kalkgestein angehören kann, spricht einiges dafür, daß in der Bildungszeit des GH 15 stark Löß eingeweht worden ist<sup>3</sup>.

### Ergebnis

Die aufgefundenen Fette lassen es als wenig wahrscheinlich erscheinen, daß im GH 15 Bären in größerer Zahl verendet sind, da die Analyse Knochenöl von Wiederkäuern ergibt; jedenfalls ist die Fettzusammensetzung nicht durch den Höhlenbär bestimmt.

Die Fette sind sowohl zu stark vermischt als auch zu stark zersetzt, als daß sich noch die Art des Wiederkäuers identifizieren ließe. Nach Lage der Dinge kommt jedoch vornehmlich das Ren in Frage, ohne daß andere Wiederkäuer auszuschließen wären.

Das über den Cetylalkohol nachgewiesene Fischfett ist stets nachgeordneter Bestandteil, aber es ist mit Ausnahme von Quadrat 35 über die anderen untersuchten Quadrate in wechselnden Anteilen verbreitet.

Das Knochenöl ist besonders im Bereich der Feuerstelle stark vertreten, was seinen Anteil, nicht seine absolute Menge angeht. Es teilt sich den Rang mit dem Fett von Fell/Haut/Leder in einem Bereich rings um die Feuerstelle und fehlt praktisch in Quadrat 35.

Analog verhält sich der Rohfettgehalt, der in einem Kranz um die Feuerstelle am höchsten ist<sup>4</sup>. Diese Zuordnung der Fettzusammensetzung und Fettmenge zu der Feuerstelle läßt sich nur als anthropogen verstehen. Bären oder Hyänen hätten alles mehr oder weniger gleichmäßig verteilt oder sich nach dem Höhlenausgang hin orientiert. Vor allem hätte dort Knochenöl in größerer Menge vorhanden sein müssen, doch gerade dagegen sprechen die Fette der Quadrate 75 (Probe 1755) und 35 (Proben 1006 und 1008).

Es wäre wünschenswert, wenigstens flächendeckend Rohfett und Phosphatanteil untersuchen zu können, um die räumliche Verteilung der menschlichen Aktivitäten zuverlässiger und genauer verfolgen zu können.

#### *Anschrift des Verfassers:*

Dr. Dr. ROLF C. A. ROTTLÄNDER, Institut für Urgeschichte, Archäochemisches Labor  
Schloß  
7400 Tübingen 1

<sup>3</sup> Falls Löß nicht durch Klüfte aus dem Hintergrund der Höhle eingeschwemmt wurde; hierzu ist derzeit keine Aussage möglich, da dieser Teil der Höhle nicht ergraben ist.

<sup>4</sup> Es ist der Bereich intensiver menschlicher Aktivitäten.