

Nachneolithische Ablagerungen „auf dem Berg“ bei Munzingen am Tuniberg (Breisgau).

Von ROBERT LAIS, Freiburg i. Br.

Einleitung.

I. Über die Untersuchungsmethoden.

II. Die Ergebnisse der Untersuchungen.

1. Die Füllung des neolithischen Halsgrabens.

a) Der Vorgang seiner Ausfüllung.

b) Die Entwicklungsgeschichte der Pflanzendecke am Tuniberg und der Klimaablauf seit dem Ende des Neolithikums.

2. Der „Vorgaben“.

3. Die „hufeisenförmigen Verfärbungen“.

4. Die neolithischen Gruben

III. Zusammenfassung.

Benutzte Schriften.

Im Frühjahr und Herbst des Jahres 1934 wurden auf der südlichsten Anhöhe des Tuniberges westlich von Freiburg i. Br. durch das Museum für Urgeschichte der Universität Freiburg Grabungen vorgenommen, welche die Erforschung einer dort entdeckten Höhen-siedlung aus der Jüngerer Steinzeit zum Ziel hatten (Bad. Fundber. 1936). Die zur Bemerkung Munzingen gehörende Stelle trägt den Flurnamen „auf dem Berg“. Sie liegt 300—315 m über dem Meer und etwa 100 m über der Rheinebene.

Es wurden auf drei Grundstücken der flach gewölbten Kuppe „auf dem Berg“ eine Anzahl von Wohngruben gefunden, die dem Kulturkreis der Michelsberger Keramik angehören (Abb. 1). Diese Siedlung war auf der schmalen Verbindungsstelle der Hochfläche mit der nördlich anstossenden Höhe durch einen Halsgraben abgeriegelt; in seiner Nähe wurden ein zweiter flacherer Graben, der sogenannte „Vorgaben“, hufeisenförmige Gräben und weitere Wohngruben aufgedeckt (Abb. 1 und 2).

Im ganzen Grabungsgebiet bildet Löss die Oberfläche. Seine Unterlage, Kalk des Braunen Jura, wurde durch keine der untersuchten neolithischen Anlagen angeschnitten. Es besteht überall die Decke über den Kulturschichten aus Löss und dem aus ihm durch Verwitterung hervorgegangenen Material.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen in der Umgebung von Freiburg hat sich die eingehende petrographische und malakologische Untersuchung von Deck- und Füllschichten vorgeschichtlicher Anlagen im Gebiet der kalkreichen Böden für die Beantwortung vieler Fragen als sehr aufschlussreich erwiesen. Dies hat sich auch bei der Untersuchung der Ablagerungen auf dem Munzinger Berg bestätigt.

I. Über die Untersuchungsmethoden.

1. Die Entnahme der Proben.

Nachdem eine vorläufige Untersuchung von Erdproben, die dem Halsgraben in Höhenabständen von 40 zu 40 cm entnommen worden waren, einen

nicht unbeträchtlichen Gehalt an Molluskenschalen ergeben hatte, wurden in Abständen von 20 cm auf zwei etwa 1 m voneinander entfernten Vertikal-
linien eines quer durch den Graben gezogenen Schließes AB Proben in einer
Menge von etwa 1,5 edm entnommen. Um möglichst wenige Schnefenschalen
zu zertrümmern, wurde erstrebt, große Stücke der erdfeuchten Grabenfüllung
loszubringen. Die Proben wurden in kleinen Säcken aus Nesseltuch unter-
gebracht.

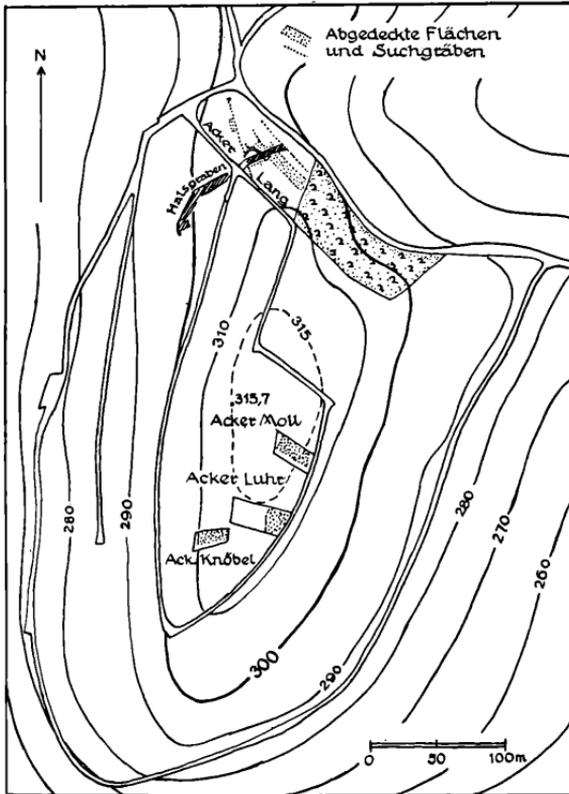


Abb. 1: Übersichtsplan der Grabungen „auf dem Berg“ bei Munzingen.

2. Die Untersuchung der Proben.

1. Die Bestimmung des Karbonatgehaltes erfolgte an luft-
trockenen Mengen von 20 g Gewicht, aus denen mit einem 0,5 mm Sieb die
groben Gemengeteile entfernt waren. Die Probe wurde mit einer reichlichen
Menge kalter 1% iger Salzsäure versetzt und mindestens 24 Stunden stehen
gelassen. Dann wurde die klare Flüssigkeit abgegossen und mehrfach durch reines
Wasser ersetzt. Schließlich wurde der ausgewaschene Rückstand auf der Zentral-
heizung getrocknet und gewogen. Aus der Gewichts Differenz wurde der Kar-
bonatgehalt errechnet. Für die Zwecke unserer Untersuchung reicht die Genauig-
keit dieser Methode völlig aus.

2. Das Schlämmen der Proben. Da auf dem „Berg“ das Material aller Erdproben nur aus Löss oder Flugstaub hervorgegangen sein konnte, wurde auf eine Schlamm-analyse verzichtet. Es wurde von jeder Probe 1 cdm in kleinen Teilen auf ein 0,5 mm-Drahtsieb gebracht und durch Eintauchen in ein größeres Gefäß unter Zuhilfenahme eines dünnen, scharfen Wasserstrahls alles feine Material entfernt. Der Rückstand, aus Schalen-trümmern, Kalkschrot, Wurzelröhrchen, Kalkkonkretionen, noch verbackenen Erdkrümeln, Scherben und anderen Kulturüberresten bestehend, wurde zur weiteren Reinigung und Zerlegung der Krümel einige Minuten unter Zusatz von wenig Soda in einer nicht zu kleinen Wassermenge gekocht und dann abermals durch das Sieb gegossen. Der noch verbleibende Rückstand wurde mit ganz wenig Wasser auf dem Boden einer flachen Emailschale so lange hin- und herbewegt, bis keine Trübung des Wassers mehr entstand, und dann getrocknet.

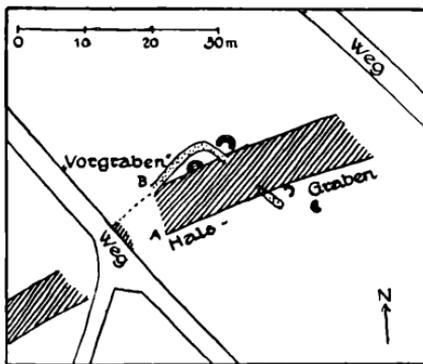


Abb. 2: Südlicher Teil des Halsgrabens mit dem „Vorgraben“ und den „hufeisenförmigen Verfärbungen“.

3. Sortierung des Rückstandes.

Aus dem trockenen Rückstand wurden zunächst unter Zuhilfenahme einer schwach vergrößernden Lupe die Schnecken-schalen ausgesucht. Dabei erwies es sich als zeitsparend, den Rückstand mit einem Sieb von etwa 2 mm Maschenweite in einen gröberen und feineren Anteil zu zerlegen. Um die kleinsten Schnecken *Carychium*, *Vertigo*, *Truncatellina* möglichst vollständig zu gewinnen, wurde am Schluss der ganze Rückstand in Wasser gegossen. Dabei schwimmen alle nicht mit Erde gefüllten Schnecken-schalen oben; sie werden durch Abgießen in ein Sieb vom untergesunkenen Rückstand getrennt und dieser wieder getrocknet.

Zur mechanischen Trennung von Kalkschrot und Wurzelröhrchen ließ ich kleine Proben des Rückstandes über ein an drei Seiten mit überstehenden Rändern versehenes und mit glattem Papier überzogenes Brett laufen, das schwach schräg gehalten wurde. Die glatten, runden Kalkschrotkörner rollten in eine am unteren Ende des Brettes aufgestellte Schale, während die Wurzelröhrchen (und anderes) liegen blieben. Durch mehrmalige Wiederholung des Verfahrens konnte so eine „Reinkultur“ von Kalkschrot gewonnen werden. Dann wurden die Kalkschrotkörner und der Rückstand gewogen.

II. Ergebnisse der Untersuchungen.

1. Die Füllung des neolithischen Halsgrabens.

Durch einen etwa 3 m tiefen von Süd nach Nord laufenden Schütz (A B, Abb. 2) wurde an der schmalsten Verbindungsstelle zwischen der südlichsten Hochfläche „auf dem Berg“ und ihrer nördlichen Fortsetzung die Ausfüllung eines Wehrgrabens angeschnitten, die sich durch ihre dunklere Farbe von dem anstehenden Löss fast überall sehr scharf abzeichnete. Der Graben war ursprünglich etwas mehr als 2,70 m tief und oben etwa 6 m breit gewesen (vgl. Abb. 3). (Durch eine in sehr später historischer Zeit erfolgte Einebnung des Geländes ist der oberste Teil der Grabenfüllung entfernt worden). In der Nähe der Grabensohle wurden eine Anzahl Scherben gefunden, die beweisen, daß der Graben als Verteidigungsanlage für die auf dem südlich anstößenden Teil der Hochfläche liegende Siedlung bestimmt war. Es muß angenommen werden, daß das aus dem Graben ausgehobene Material als Wall auf der Südseite des Grabens aufgeschichtet war. Von diesem Wall ist nichts erhalten geblieben.

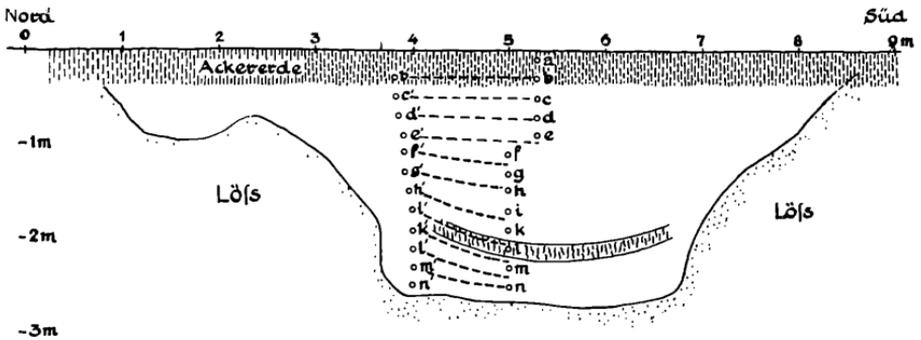


Abb. 3: Nord-Südschnitt durch den Sohlgraben.

a) Der Vorgang seiner Ausfüllung.

Die Frage, ob der Halsgraben in nachneolithischer Zeit künstlich durch den Menschen oder durch natürliche Vorgänge zugefüllt worden ist, läßt sich leicht beantworten.

Erfolgte eine künstliche Zufüllung bald nach der Aushebung des Grabens, so konnte sich in der kurzen Zeitspanne zwischen den beiden Vorgängen auf der Grabensohle, an den Grabenwänden und auf der Oberfläche des Aushubes nur eine dünne Verwitterungsdecke gebildet haben. Die Hauptmasse des Walles mußte aus unverwittertem Löss bestehen. Bei einer künstlichen Ausfüllung des Grabens durch den Menschen würde natürlich zur Einebnung der Oberfläche zunächst der Wall abgetragen und in den Graben gefüllt worden sein. Die Füllung mußte dann in der Hauptsache aus unverwittertem Löss bestehen, dem gelegentlich Stücke der dunkleren Verwitterungsdecke in Form größerer und kleinerer Brocken beigemischt waren. In Wirklichkeit besteht aber die Grabenfüllung unten aus dunkelbraunem Material, das nach oben hin allmählich

heller wird. Scharf abgegrenzte Stücke dunklerer Verwitterungserde fanden sich nirgends eingelagert. Ein plötzlicher Wechsel der Farbe ist nirgends weder zu beobachten, noch durch irgend eine Untersuchungsmethode festzustellen gewesen.

Es mögen hier zum Beweis die Ergebnisse der Untersuchungen angeführt sein, die an zwei Reihen von Erdproben gewonnen wurden. Die eine ist ungefähr in der Mitte des Grabens in Abständen von je 2 dm, die andere etwa 1 m weiter links (nördlich) entnommen worden. (Im folgenden sind sie als mittlere Probenreihe mit den Buchstaben a bis n, a = 1 dm, b = 3 dm usw. . . n = 25 dm unter der Oberfläche, und als linke Probenreihe: b' = 3 dm, c' = 5 dm n' = 25 dm unter der Oberfläche bezeichnet.)

1. Die Karbonatgehalte betragen in der mittleren Reihe

a = 15,1 %	h = 23,8 %
b = 16,2 %	i = 22,3 %
c = 22,7 %	k = 20,4 %
d = 19,3 %	l = 23,1 %
e = 20,3 %	m = 26,4 %
f = 21,6 %	n = 26,8 %
g = 18,6 %	

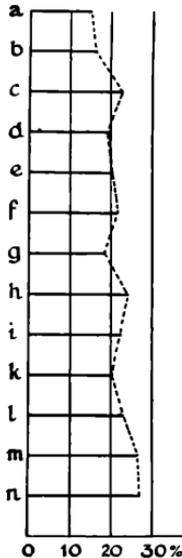


Abb. 4: Karbonatgehalt der Erdproben a-n, ausgedrückt in Hundertteilen des unabschlammbaren Gesamtrückstandes.

Diese Zahlen zeigen bei geringen Schwankungen im Ganzen betrachtet eine stetige Abnahme von 26,8 % in n bis zu 15,1 % in der Oberflächenschicht a. Vgl. Abb. 4.

2. Die Menge des Rückstandes. Wurde jeweils ein edm des Materials durch ein Sieb von 0,5 mm Maschenweite geschlämmt, so betrug der Rückstand an Wurzelröhrchen, kleinen Konkretionen, Kalkschrot und unbestimmbaren Schalenrümern in der

mittleren Probenreihe

in a	11,6 g
b	9,0 g
c	4,7 g
d	4,2 g
e	4,0 g
f	4,4 g
g	4,7 g
h	5,2 g
i	7,2 g
k	10,6 g
l	13,2 g
m	15,5 g
n	16,8 g

linken Probenreihe

b'	8,9 g
c'	3,6 g
d'	4,3 g
e'	6,1 g
f'	8,3 g
g'	5,8 g
h'	7,7 g
i'	13,3 g
k'	10,7 g
l'	20,4 g
m'	50,3 g
n'	45,0 g

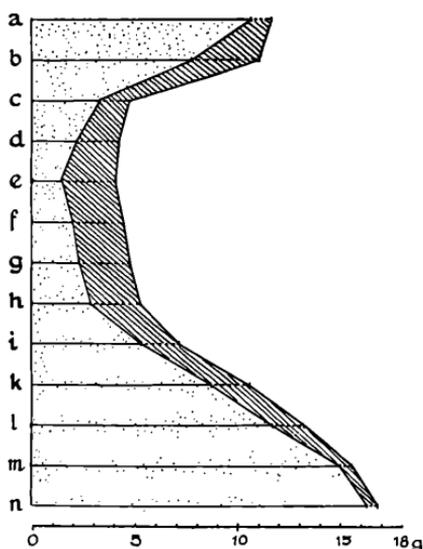


Abb. 5: Menge des Gesamtrückstandes der Erdproben a—n
(——— Wurzelröhrchen, - - - - - Kalkschrot).

Hier ist die Stetigkeit des Zahlenbildes in der mittleren Reihe durch keinerlei Schwankungen getrübt. Von dem Maximum der Menge des Rückstandes in n erfolgt eine zuerst starke dann schwache Abnahme nach dem Minimum bei e, dann ein zuerst flacher, später steiler Anstieg nach a (Abb. 5). Die Kurve für die linke Reihe der Proben zeigt, von kleinen Unstetigkeiten abgesehen, einen ähnlichen Verlauf.

3. Die Gewichtsmenge der Wurzelröhrchen im nicht abschlämmbaren Rückstand eines edm. Es sind in den meisten Proben kleine (bis 5 mm lange) Wurzelröhrchen enthalten, teils gelblich gefärbte sandige, in denen also Lösmaterial verkittet ist, teils schneeweiße, die nur aus Kalkcarbonat bestehen.

Die Menge der Wurzelröhrchen, betrug in der

mittleren Probenreihe			linken Probenreihe		
in a	10,6 g	= 91,4 %	b'	7,1	= 79,8 %
b	7,7 g	= 85,6 %	c'	2,2	= 61,0 %
c	3,3 g	= 69,5 %	d'	2,4	= 56,3 %
d	2,2 g	= 52,4 %	e'	4,6	= 75,4 %
e	1,4 g	= 35,0 %	f'	6,4	= 77,0 %
f	2,0 g	= 45,5 %	g'	3,5	= 60,3 %
g	2,3 g	= 48,9 %	h'	6,4	= 83,1 %
h	2,8 g	= 53,8 %	i'	11,7	= 88,0 %
i	5,3 g	= 73,6 %	k'	9,4	= 90,7 %
k	8,7 g	= 82,1 %	l'	20,0	= 98,0 %
l	11,7 g	= 88,6 %	m'	50,0	= 99,4 %
m	15,0 g	= 96,8 %	n'	44,9	= 99,8 %
n	16,3 g	= 97,0 %			

des Gesamt-
Rückstandes

Auch hier zeigt das Bild die gleiche Stetigkeit wie beim Gesamtstückstand. Wenn an der Zusammensetzung des Rückstandes die Menge der Wurzelröhrchen immer mit dem gleichen prozentualen Anteil vertreten wäre, so wäre dieses Ergebnis bedeutungslos. In Wirklichkeit nimmt aber mit der absoluten Abnahme des Rückstandes auch die relative Menge der Wurzelröhrchen stetig ab. Daher kommt für die Klärung unserer Frage dem Anteil der Wurzelröhrchen dasselbe Gewicht zu wie den beiden anderen Größen. Vgl. Abb. 5.

Da der Rückstand fast ausschließlich aus Wurzelröhrchen und Kalkschrot besteht, ergibt sich die sehr bemerkenswerte Tatsache, daß die relative Menge des Kalkschrotes um so größer ist, je geringer die Menge des Gesamtstückstandes ist. Sie wäre von erheblicher Bedeutung, wenn es als sicher gelten dürfte, daß sie mit der Entstehung des Kalkschrotes und der Wurzelröhrchen in Zusammenhang steht. Sie läßt sich aber auch mit der Annahme erklären, daß die Wurzelröhrchen infolge ihres lockereren Gefüges der nachträglichen Zerstörung durch mechanische und chemische Vorgänge in weit höherem Maße ausgesetzt waren, als die aus Kalkspatkrystallen aufgebauten Schrotkörner.

Die Untersuchung der in den beiden Probenreihen enthaltenen Molluskenschalenbestände führt zu dem gleichen Ergebnis. Zwar wechseln einzelne Arten und nach ökologischen Gesichtspunkten zusammengefaßte Gruppen, etwa die der Waldschnecken und xerothermen Arten, in ihrer Häufigkeit von den tiefsten zu den mittleren und oberen Teilen des Grabens, dieser Wechsel erfolgt aber immer allmählich, nie unstetig. Da später auf die Entwicklung der Molluskfaunen ausführlich eingegangen werden wird, soll es hier mit diesem Hinweis sein Bewenden haben, zumal die unter 1 bis 3 angeführten Tatsachen völlig genügen, um zu beweisen, daß der Halsgraben ohne Zutun des Menschen ganz allmählich aufgefüllt worden ist.

Für die Einebnung des Grabens, der beinahe auf der höchsten Stelle des Tunibergs liegt, kommt eine Zufüllung mit den durch einen Wasserlauf herbeigeführten Massen nicht in Frage; ebensowenig kann in Anbetracht seiner nicht sehr steilen Böschungen ein Abbrechen der Wände angenommen werden, wie das an den Lösshohlwegen im Tuniberg und Kaiserstuhl häufig beobachtet wird. Es bleiben dann nur noch zwei Erklärungsmöglichkeiten übrig.

Die erste ist die, daß an seiner Verebnung Staubmassen beteiligt sind, die der Wind herbeigetragen hat. In welchem Ausmaß dies geschehen ist, entzieht sich einstweilen fast jeder Beurteilung. Immerhin habe ich bei der Untersuchung der postglazialen Sedimente einer Höhle am Isteiner Klotz (Lais 1932 a) nachweisen können, daß sogar bei Höhlensedimenten der Anteil fremden

Staubes (Quarz) durchaus beachtenswert ist. Die Menge des Staubes, der in einen den Winden aus allen Richtungen zugänglichen Graben geführt werden konnte, ist natürlich noch weit erheblicher. Sie hängt von der Größe der auswehbaren, also nicht von Vegetation bedeckten Flächen in der Umgebung weitgehend ab. Da seit dem Neolithikum im Lößgebiet des Tunibergs Ackerbau getrieben wird, sind solche Flächen nach der Anlage des Grabens immer vorhanden gewesen.

Die zweite Möglichkeit, der m. E. bei der Einebnung des Grabens die entscheidende Rolle zukommt, besteht darin, daß Löß- und Lößlehm-material von seinen oberen Wänden, der an sie anstoßenden ebenen Fläche und dem vorgelagerten Wall durch Niederschlagswässer in Form eines mehr oder weniger leicht beweglichen Teiges abgelöst und der Grabensohle zugeführt worden sind. Mehrfache Beobachtungen in den Lößgebieten des Kaiserstuhls (z. B. La is 1932 b und 1934) haben gezeigt, daß seit dem Neolithikum und der Bronzezeit solche Abgleitmassen in 3–4 m Mächtigkeit abgesetzt worden sind. Diese Beobachtungen beziehen sich zwar auf Niederungen und Täler. Die gleichen Kräfte sind aber auch, obwohl etwas abgeschwächt, auf den Anhöhen wirksam.

Selbstverständlich hat die Abtragung in den oberen Teilen der Grabenwände und am Wall hinter dem Graben am stärksten gewirkt. Damit ist es zu erklären, daß die Grenze zwischen dem Löß und der Grabenfüllung oben weniger scharf ist als in den tieferen Teilen. Auch hat die Abtragung die obersten Grabenränder nicht gleichmäßig nach rückwärts verlegt, also nicht einfach den Graben oben verbreitert, sondern an den Stellen, an denen sie einmal infolge irgend eines zufälligen Umstandes eine kleine Erosionsrinne geschaffen hatte, besonders stark weitergewirkt und daher Schichten unverlehmten Lößes bloßgelegt und auf der Grabensohle abgesetzt, so daß in der Füllung von unten nach oben keine völlig stetige Abnahme des Karbonatgehaltes festgestellt werden konnte. Mit solchen Unregelmäßigkeiten in der Abtragung der Grabenränder ist auch die Tatsache leicht erklärbar, daß sich neolithische Kulturreste (Scherben, Knochensplitter, gebrannter Löß usw.) nicht nur auf der ursprünglichen Grabensohle fanden, sondern auch in höher liegenden Proben, außer in n auch in n', m, l', k, i.

Die weitere Frage nach der Geschwindigkeit der Sedimentation auf der Grabensohle läßt sich unter der Voraussetzung, daß die Menge der Niederschläge keinen säkularen Schwankungen unterworfen war, dahin beantworten, daß die Auffüllung von unten nach oben immer langsamer erfolgte, also in gleichen Zeitabschnitten immer dünnere Schichten abgesetzt wurden. Es ist dies einfach die Folge der Schwerkraft. Die von ihr hervorgebrachte Geschwindigkeit ist proportional der Quadratwurzel aus der Fallhöhe.

Es ist auch selbstverständlich, daß in der Mitte des Grabens in jedem Zeitabschnitt mehr Material abgelagert werden mußte als in seinen randlichen Teilen. Leider zeigt die Grabenfüllung nirgends eine Schichtung, an der dies unmittelbar erkennbar sein müßte. Es ist nur eine einzige Zone vorhanden, die als Querschnitt durch einen ehemaligen Auffüllungshorizont aufgefaßt werden darf. Es ist eine etwa 40 cm starke Schicht, in der weiße wurzelförmig verlaufende Kalkausblühungen den dunkelbraunen Lehm durchsetzen. Nach meinen

Beobachtungen an anderen Stellen der kalkigen Vorbergzone des Schwarzwaldes werden diese Ausblühungen in lehmig-kalkigen oder lehmigen Böden von Wurzeln hervorgebracht. Diese Zone kann nur das eine lehren, daß der tiefste trogartige Teil des Grabens mit seinen sehr steilen, teilweise senkrechten Wänden zuerst völlig ausgefüllt wurde und dadurch der Graben muldenförmigen Querschnitt erhielt.

Die Entnahme der zwei Reihen von Erdproben gab nun aber die Möglichkeit, durch das Grabenprofil Isochronen zu legen, also Linien, die den jeweiligen Stand der Grabenfüllung in aufeinanderfolgenden Zeiten angeben. An Hand der in den Erdproben enthaltenen Molluskenbestände ist es möglich, anzugeben, welche Schichten des linken und des mittleren Profils gleichaltrig sind.

Es wurden dazu die Zahl der in einem dm^3 enthaltenen Individuen oder der prozentuale Anteil, den einzelne Arten am Gesamtbestand ausmachen, herangezogen (vgl. Tab. 2, S. 192, 193). Folgende Werte wurden benutzt:

1. *Vollonia costata*; Individuenzahl, ausgedr. in % der gesamten Individuenzahl der betr. Probe.
2. *Vollonia pulchella*; ebenso.
3. *Vollonia costata*, *V. pulchella*, *V. excentrica*, *Pupilla muscorum* und *P. bigranata* zusammengenommen; ebenso.
4. *Goniodiscus rotundatus*; ebenso.
5. *Retinella pura*; ebenso.
6. *Carychium minimum*; ebenso.
7. *Pomatias elegans*; ebenso.
8. *Goniodiscus rotundatus*; Absolute Zahl der Individuen.

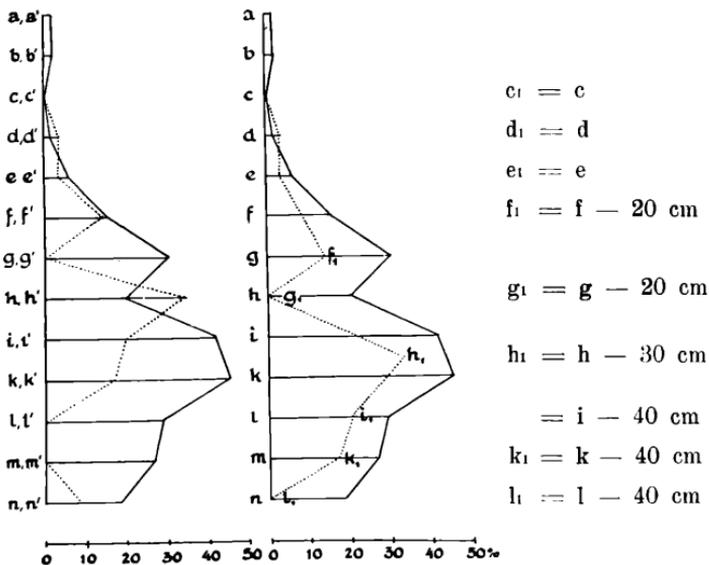


Abb. 6: Individuenzahl von *Goniodiscus rotundatus*, ausgedrückt in Hundertteilen der samtmolluskenzahl. Links: die Punkte a, a', b, b' usw. sind als in gleicher Höhe liegend angenommen. Rechts: die Kurve a'---n' ist konform a---n verkehrt.

Mit Hilfe der graphischen Darstellungen dieser Zahlenreihen konnten die einander entsprechenden Punkte leicht gefunden werden.

An einem Beispiel, dem der prozentualen Häufigkeit von *Goniodiscus rotundatus* möge das Verfahren näher erläutert werden (Abb. 6). Aus den Kurven erkennt man, daß folgende Punkte einander entsprechen: c' und c , d' und d , e' und e , f' und f , g' und g , h' und h , k' und k , l' und l . Bestimmen wir in der mittleren Reihe die Lage der Punkte c_1 bis m_1 , die den Punkten c' bis m' zeitlich gleichzusetzen sind, so finden wir, daß $c_1 = c$, $d_1 = d$, $e_1 = e$, $f_1 = f - 20$ cm, $h_1 = h - 30$ cm und $k_1 = k - 40$ cm ist. Zer dehnen wir nach diesen Entsprechungen die linke Kurve, so können wir durch Interpolation leicht noch die fehlenden Werte finden.

Die Unsicherheiten, die den Werten im einzelnen noch anhaften, werden dadurch verringert, daß aus der Summe aller an Hand der oben genannten acht Molluskenbestände gewonnenen Zahlen für a bis m das arithmetische Mittel errechnet wurde.. Es ergibt sich:

$a_1 = a$	$g_1 = g - 19$ cm
$b_1 = b$	$h_1 = h - 29$ cm
$c_1 = c$	$i_1 = i - 34$ cm
$d_1 = d - 3$ cm	$k_1 = k - 35$ cm
$e_1 = e - 6$ cm	$l_1 = l - 27$ cm
$f_1 = f - 12$ cm	$m_1 = m - 20$ cm

Diese Zahlen und ihre bildlichen Darstellung im Profil Abb. 3 lehren, daß den immer gleichen Abständen von 20 cm in der linken Reihe ungleiche Abständen in der mittleren Reihe entsprechen: zwischen m_1 und l_1 und l_1 und k_1 sind sie kleiner als 20 cm, zwischen k_1 und l_1 gleich 20 cm, von l_1 bis c_1 größer als 20 cm, dann nahezu gleich 20 cm. Daraus geht hervor, daß in der mittleren Reihe im allgemeinen andere Materialmengen eingelagert wurden in den Zeiträumen, in denen die Aufhöhung des Grabens links jeweils 20 cm betrug.

Nach unseren theoretischen Überlegungen müßten die Zahlen der mittleren Reihe in den tieferen Schichten den Wert von 20 cm am weitesten übertreffen; nach oben hin müßte der Unterschied stetig kleiner werden und in der obersten Schicht nahezu völlig verschwinden. Daß in der Mitte zwischen m_1 und l_1 und l_1 und k_1 weniger Material eingelagert wurde als links, hängt damit zusammen, daß der tiefste Teil des Grabens rechteckigen Querschnitt hat. An derartig trogähnlichen Hohlformen werden zunächst immer die Winkel ausgefüllt, wie man in Hohlwegen der Lössgebiete, in Lehm-, Sand- und Kiesgruben häufig beobachten kann. Auf der Linie $i' - i_1$ war der Trog ausgefüllt, und die weitere Aufhöhung zeigt dann nach Einschaltung der Übergangszone $k_1 - l_1$ die oben angeführte Gesetzmäßigkeit.

In das Bild der Isochronen fügen sich die untere und obere Grenze der Zone mit den Kalkausblühungen, die vom örtlichen Leiter der Ausgrabung, Herrn Dr. Wagner, aufgenommen und in das Profil eingezeichnet sind, völlig konform ein.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, möge hier ausdrücklich bemerkt werden, daß aus dem Abstand der Isochronen keinerlei Schlüsse über die absolute Einfüllungs geschwindigkeit des Grabens gezogen werden können. Denn den gleichen Abständen der Punkte b' bis n' entsprechen durchaus nicht auch gleiche Zeitabstände. Wenn keine säkularen Klimaschwankungen walten, müssen vielmehr im unteren Teil des Grabens, etwa zwischen h' und g' und g' und f' erheblich kürzere Zeiträume liegen als zwischen

den darüber liegenden Punkten. Von $h' - h_1$ ab lehren unsere Isochronen nur, daß in der Mitte des Grabens in jedem Augenblick mehr Material eingelagert wurde als links (und in den übrigen Teilen).

Auf einem völlig unerwarteten Weg eröffnet sich die Möglichkeit, zu untersuchen, ob die tatsächliche Einfüllgeschwindigkeit des Grabens mit der theoretisch aus den Gesetzen der Schwerkraft gefolgerten übereinstimmt. Die Untersuchung der Individuenzahl der Molluskenschalen führt zu diesem Ziel.

Die Individuenzahl der bestimmbarcn Schalen und Schalenbruchstücke beträgt für 1 dm³ Material in

a	90 (82)	a'	90
b	93	b'	76
c	98 (103)	c'	81
d	86	d'	30
e	56 (57)	e'	34
f	64	f'	48
g	46 (38)	g'	12
h	36	h'	49
i	34 (30)	i'	73
k	58	k'	71
l	161 (135)	l'	37
m	164	m'	21
n	45 (37)	n'	12

Die in Klammern gesetzten Zahlen sind das Ergebnis der Zählung in sieben Proben, die in Abständen von je 40 cm dem mittleren Profil zu einer vorläufigen Untersuchung entnommen worden waren. Sie hatten nur ungefähr 1 cdm Inhalt.

Diese Häufigkeitszahlen zeigen von unten nach oben sehr beträchtliche Schwankungen, die deswegen eingehender Beachtung und Untersuchung wert sind, weil sie in beiden Vertikalschnitten völlig konform gehen. Insbesondere lehrt ihre graphische Darstellung, daß die Ähnlichkeit der beiden Kurven viel zu groß ist, als daß sie durch einen Zufall bedingt sein könnte. Allerdings liegen in den tieferen Teilen die Stellen der Maxima und Minima nicht in der gleichen Höhe. Sie erscheinen in der linken Punktreihe der Mitte gegenüber nach oben verschoben. Wir haben schon oben den Grund dieser Verschiebung kennengelernt: die Punkte f' bis m' dürfen zeitlich den Punkten f bis m nicht gleichgesetzt werden. Zer dehnen wir aber nach der oben festgestellten Lage der Punkte e₁ bis m₁ den unteren Teil der Häufigkeitskurven, so zeigen sie einen überraschend ähnlichen Verlauf (Abb. 7).

Die Gründe für diese gesetzmäßigen Schwankungen der Individuenzahlen können verschiedener Art sein.

1. Sie können darauf beruhen, daß eine ursprünglich gleiche Individuenzahl nachträglich in verschiedenem Maß verändert worden ist, daß etwa durch Verwitterung ein Teil der vorhandenen Schalen zerstört wurde. Nun haben aber alle Schichten einen recht beträchtlichen Kalkgehalt, der von 26,8 % in n mit leichten Schwankungen allmählich auf 15,1 % in a herabsinkt. Er zeigt auch im ungünstigsten Fall noch so hohe Werte, daß an eine Zerstörung der Kalkschalen durch kalkarme Niederschlags- und Bodenwässer überhaupt nicht gedacht werden kann. Zudem weisen die Kurven für den Karbonatgehalt und die Individuenzahl der Mollusken keinerlei Parallelismus auf: die Mindest-

zahl der Individuen fällt in den Bereich der immerhin noch beträchtlichen Karbonatgehalt von 23 % (Schichten h und i), und der sekundäre Gipfel der Schalenhäufigkeit fällt mit dem absoluten Minimum des Kalkgehaltes von a zusammen. Außerdem waren Korrosionserscheinungen nur an ganz wenigen Schnecken schalen zu beobachten; insbesondere war bei der meist nicht seltenen Art *Retinella pura* die feine, erst bei etwa 60-facher Vergrößerung sichtbare Schalen skulptur immer deutlich zu erkennen.

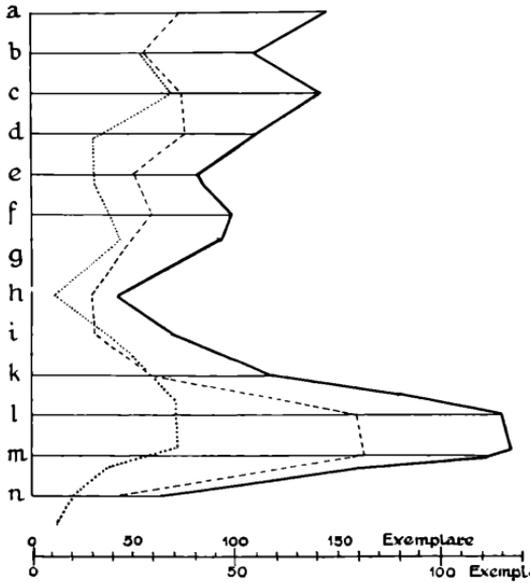


Abb. 7: Individuenzahl der Mollusken in Reihe a—n (-----) und der zerdehnten Reihe a₁—n₁ (———). Dafür gilt der obere Maßstab. Für die daraus durch graphische Addition gewonnene Mittelwerte (———) gilt der untere Maßstab. (*Caecilioides* und *Limaciden*plättchen sind nicht mitgezählt).

Es muß nun weiterhin die Möglichkeit zugegeben werden, daß gewisse Arten der mechanischen Zerstörung durch den Erddruck leichter anheimfallen als andere. Dünnschalige und große Arten sind stärker gefährdet als dickschalige und kleine Arten. Diese Auslese zugunsten kleiner Arten erreicht bei der Einbettung in das Sediment und kurz darnach ihr Höchstmaß, wenn neue Erdmassen auf die darunterliegenden noch nicht verfestigten aufgelagert werden. Daß diese Einflüsse auch hier gewirkt haben, ist mit aller Deutlichkeit daran zu erkennen, daß in unseren Proben die kleinen und kleinsten Arten über die mittelgroßen und großen ganz gewaltig überwiegen und von den großen Arten meist nur Schalen trümmer vorliegen. Scheiden wir die größeren Arten *Helix pomatia*, *Helicella ericetorum*, *Euomphalia strigella*, *Helicodonta obvoluta*, *Chilotrema lapicida*, die *Cepaeen*, *Retinella nitens*, *Marpessa laminata*, *Laciniaria plicata*, *Iphigena plicatula*, *Ena obscura* und *Pomatias elegans* bei den Zählungen aus, so erhalten wir Kurven, die den Kurven der Gesamtzahl äußerst ähnlich sind. Die nachträgliche

Zerstörung durch den Erddruck hat also in allen Schichten gleichmäßig gewirkt und kann nicht zur Erklärung der Häufigkeitsunterschiede herangezogen werden. (Der geringe Anteil, den die größeren Arten an der Gesamtzahl nehmen, ist natürlich auch auf die Tatsache zurückzuführen, daß die meisten größeren nie in solchen Massen auftreten wie die kleinen.)

Wir stellen zusammenfassend fest, daß keine nach dem Tod der Tiere erfolgte Zerstörung der Schalen, weder chemische Auflösung noch mechanische Zertrümmerung, die Häufigkeitsunterschiede erklären kann.

2. Die Häufigkeitsunterschiede der Schalen können auf eine ursprüngliche Verschiedenheit in der Menge der lebenden Tiere zurückgehen.

Tatsächlich ist die geringe Schalenmenge in den Schichten n' und l' damit zu erklären, daß der aus dem anstehenden Löss ausgehobene Graben sich von seinen Rändern her erst allmählich mit Mollusken besiedeln konnte. Sie konnten den Graben erst bewohnen, nachdem ein wenn auch zunächst noch bescheidener Pflanzenwuchs eingezogen war. Solange der Graben in verteidigungsfähigem Zustand gehalten wurde, waren es wohl nur Flechten, Moose und Krautpflanzen; erst später, als er aufgelassen worden war, kamen Sträucher und Bäume hinzu. Dann erst setzte eine reichere Besiedelung mit Mollusken ein.

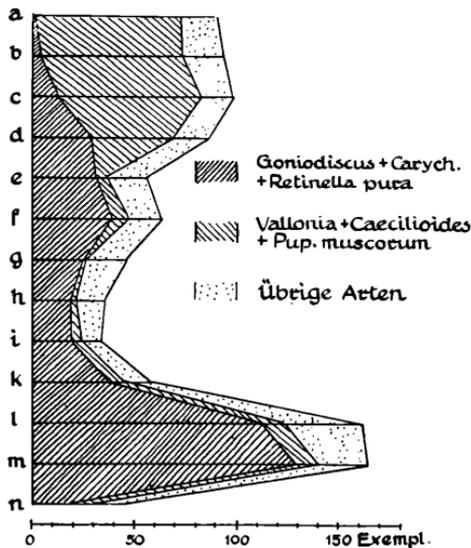


Abb. 8: Individuenzahl der Mollusken, getrennt nach Gruppen gegensätzlicher Lebensansprüche.

3. Für den weiteren Verlauf der Häufigkeitskurven vermag eine derartige Erklärung. Es ist zu ihrem Verständnis notwendig, festzustellen, welchen Arten sie ihre Entstehung verdanken. Aus der graphischen Darstellung Abb. 8 ergibt sich, daß in den unteren Schichten n bis e die Arten *Goniodiscus rotundatus*, *Carychium minimum* und *Retinella pura*, in den oberen *Vallonia pulchella*, *Vallonia costata*, *Caecilioides acicula* und *Pupilla muscorum* die Kurve im wesentlichen aufbauen. Wo diese Arten

günstige Lebensbedingungen finden, da treten sie auch immer in großer Zahl auf. Die erste Gruppe bedarf des Schattens und einer gewissen Feuchtigkeit; sie lebt also im Wald und an schattigen Abhängen, wo Moos und faulendes Laub den Boden bedecken. Die andere Gruppe liebt die Wärme und Trockenheit besonnter Abhänge. In dem verschieden starken Auftreten der beiden Gruppen bildet sich der Wechsel der Vegetation ganz deutlich ab, der im Lauf der Auffüllung des Grabens erfolgte. Die Gruppe der feuchtigkeitsliebenden Schattenbewohner nimmt von unten nach oben ab, während die trockenheitsliebenden Arten von c ab außerordentlich stark zunehmen. Gleichwohl ist dieser Wechsel nicht die Ursache der unterschiedlichen Häufigkeit. Denn bei den gegensätzlichen Umweltsansprüchen der beiden Gruppen muß ein Faktor, der die eine Gruppe in ihrer Entfaltung hemmt, die andere fördern und umgekehrt. Ein derartiger Zusammenhang läßt sich aber aus unseren Zahlen und Kurven nicht herauslesen. Insbesondere lehrt die Kurve für die Punkte b bis n, daß mit der absteigenden Entwicklung der feuchtigkeitsliebenden Gruppe zu einem Minimum zwischen i und g auch die Häufigkeit der trockenheitsliebenden Arten rasch zurückgeht, daß dem sekundären Minimum der ersten Gruppe ein Minimum der zweiten entspricht und dieser Parallelismus bis e anhält. Die Untersuchung des zahlenmäßigen Anteils, der den beiden biologisch entgegengesetzten Gruppen am Aufbau der Gesamtmenge zukommt, führt also zu dem Ergebnis, daß der Schlüssel für die Erklärung der wechselnden Häufigkeit auch nicht im lebenden Molluskenbestand, also der ehemaligen Biozönose des Grabens gesucht werden kann.

Oben ist der Nachweis erbracht worden, daß der Halsgraben allmählich ohne Zutun des Menschen dadurch zugefüllt worden ist, daß von seinen Rändern das Niederschlagswasser vermengt mit Lössmaterial in Form eines mehr oder weniger beweglichen Teiges herabfloß und die Grabensohle allmählich aufhöhte. Dabei wurden die auf der Sohle liegenden leeren Schalen in das Sediment eingebettet, während die meisten der lebenden Individuen sich aus der feuchten Masse herausarbeiteten und auf der Oberfläche weiterlebten. Eine Unterbrechung der Besiedelung erfolgte daher nicht oder nur in geringem Umfang, so daß es für die jeweilige Oberfläche durch den natürlichen Tod dieser Individuen immer wieder einen gewissen Anfall an leeren Schalen gab. Auch diese wurden wieder in das eingeschlammte Sediment eingebettet, während sich die lebenden wieder an die Oberfläche arbeiteten. Sehen wir gleiche Lebensbedingungen und eine mit gleichbleibender Geschwindigkeit andauernde oder nur in gleichen Zeitabständen regelmäßig unterbrochene Aufhäufung von Material voraus, so mußten in gleichen Zeitabschnitten gleiche Mengen von Molluskenschalen in gleichgroßen Materialmengen eingeschlossen liegen. Erfolgt aber die Einschwemmung mit größerer Geschwindigkeit, wurde also z. B. in der gleichen Zeit doppelt soviel Material eingeschwemmt, so mußte die gleiche Schalenmenge in der größeren Materialmenge enthalten sein, d. h. die gleiche Materialmenge nur die Hälfte der Schalen enthalten.

Diese Gegensätzlichkeit wird noch verschärft, wenn die eingeschwemmte Materialmenge so groß ist, daß von den kleinen Arten manche Individuen völlig eingedeckt werden und zugrunde gehen. Die Zahl der Überlebenden wird dadurch verringert und infolge des Ausfalls an Nachkommenschaft die Siedlungsdichte eine Zeitlang kleiner bleiben müssen. Die andere Tatsache, daß

bei stärkerer Materialeinschwemmung auch mehr leere Schalen von oben her der Grabensohle zugeführt werden müssen, fällt weniger ins Gewicht. Denn die leeren Schalen werden an den mit Vegetation bedeckten Grabenwänden zwischen den Pflanzenstengeln, Grashalmen und im Moos wie an einem Rechen zurückgehalten und gelangen nur zum kleinsten Teil auf die Grabensohle.

Es läßt sich demnach der Satz aufstellen: Je geringer die in gleichen Materialmengen eingeschlossene Menge von Molluskenschalen ist, desto größer ist jeweils die in der Zeiteinheit eingeschlammte Materialmenge.

Wenn wir für die Einschlämmungsgeschwindigkeit lediglich den allmählich kleiner werdenden Böschungswinkel der Grabenwände verantwortlich machen dürfen, so würde sich von der Schicht *n* an nach oben hin eine ständige Zunahme der Molluskenschalen ergeben. In Wirklichkeit stellen wir fest, daß in *n* die Individuenzahl sehr gering ist, dann in *m* und *l* sehr rasch ansteigt, nach *h* ebensofort abfällt und dann ziemlich gleichmäßig ansteigt.

Die geringe Molluskenmenge der Schichten *n*, *n'*, *m* und *l* ist schon oben damit erklärt werden, daß der Graben nach seiner Anlage zunächst noch unbesiedelt war. Der Anstieg von *h* nach *a* kann auf die mit der Verflachung des Grabenprofils ständig abnehmende Einschlämmungsgeschwindigkeit zurückgeführt werden. Der rasche Abstieg von *l* nach *k* und *i* aber setzt eine ganz plötzliche Vergrößerung der Einschlämmungsgeschwindigkeit voraus, die mit der Form des Grabenprofils nicht in Zusammenhang steht. Sie ist damit zu erklären, daß zwischen *l* und *i* eine sehr bedeutende Vermehrung der Niederschläge erfolgte, daß also verhältnismäßig trockenen Jahrhunderten eine wesentlich feuchtere Zeit folgte.¹⁾ Ob bei dem Anstieg der Kurve von *h* an außer der Verflachung des Grabens auch noch eine Verringerung der Niederschlagsmenge wirksam war, kann zunächst nicht entschieden werden.

Noch von einer anderen Seite her kann unsere Folgerung über die Einfüllgeschwindigkeit des Grabens bestätigt werden. Wenn wir den Anteil untersuchen, den die oben (S. 185) genannten größeren Arten am Aufbau der Kurven nehmen, so stellen wir fest, daß er in *i* bis *g* den der übrigen Schichten weit überwiegt. Er erreicht hier 20 bis 25 %, während er sonst meist unter 10 % bleibt (Abb. 9). Wie schon oben erläutert wurde, setzt sich die auf der jeweiligen Grabensohle eingebettete Thanatozönose aus Exemplaren zusammen, die dort gelebt hatten und gestorben waren, und aus solchen leeren Schalen, die von den Böschungen herabgefallen oder herabgeschwemmt waren. Die Abschwemmung der größeren Arten erfolgte umso reichlicher, je größer die von den Wänden herabfließenden Wasser- und Schlammassen waren. Wenn dieser Vorgang nur in bescheidenem Ausmaß wirkte, so war die Möglichkeit, daß diese Arten in der Vegetationsdecke hängen blieben, bedeutend größer. Dazu kommt noch verstärkend die günstige Wirkung, die eine rasche Einbettung in das umhüllende und schützende Sediment auf die Erhaltung der Schalen

¹⁾ Es könnte natürlich auch an eine vermehrte Staubeinwehung, also Verschärfung der Trockenheit gedacht werden. Mit dieser Annahme steht aber die Tatsache in Widerspruch, daß die minimale Molluskenhäufigkeit in *h* mit einer überaus kräftigen Entfaltung feuchtigkeitsliebender Arten zusammenfällt.

ausübte. So ergibt sich auch hieraus der gleiche Schluß: während der Zeiten i bis g erfolgte auf der Grabensohle eine raschere Sedimentation als vorher und nachher (Denkt man sich eine der beiden antagonistisch verlaufenden Kurven Abb. 8 und 9 um die Nulllinie umgeklappt, so ergibt sich eine geradezu erstaunliche Übereinstimmung).

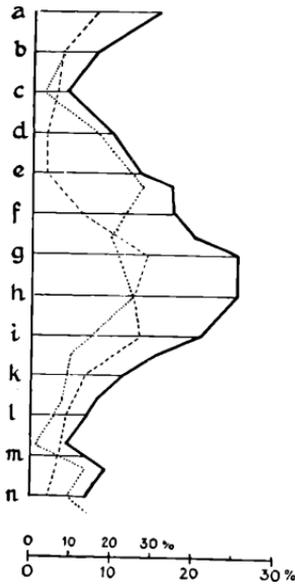


Abb. 9: Anteil der größeren Molluskenarten an der Gesamtmenge. Maßstäbe wie bei Abb. 6.

Schicht	Großschalige Arten	Gesamtzahl	Schicht	Großschalige Arten	Gesamtzahl
a	14 (16)	90			
b	7 (8)	93	b'	6 (8)	76
c	6 (6)	98	c'	2 (3)	81
d	3 (3)	86	d'	5 (17)	30
e	2 (4)	56	e'	9 (27)	34
f	8 (12)	64	f'	9 (19)	48
g	13 (28)	46	g'	3 (25)	12
h	9 (25)	36	h'	5 (10)	49
i	9 (26)	34	i'	6 (8)	73
k	8 (14)	58	k'	1 (1)	71
l	14 (9)	161	l'	5 (14)	37
m	12 (7)	161	m'	2 (10)	21
n	2 (4)	45	n'	2 (17)	12

Tabelle. 1. Häufigkeitsanteil der Individuen der großschaligen Arten an der Gesamtzahl (die eingeklammerten Zahlen geben die Hundertteile der Gesamtzahl an).

b) Die Entwicklungsgeschichte der Pflanzendecke am Tuniberg und der Klimaablauf seit dem Ende des Neolithikums.

Schon mehrfach wurde auf die Tatsache Bezug genommen, daß alle Proben der Grabenfüllung Molluskenschalen und Schalenrümpfer meist in erheblichen Mengen enthielten.

Die Untersuchung dieser Molluskenbestände verfolgt nunmehr das Ziel, zu ermitteln, was für eine Vegetationsdecke der Graben nach seiner Auflassung und seine Umgebung, also der Tuniberg trug, welchen Veränderungen sie unterworfen war und welche menschlichen Eingriffe oder klimatischen Änderungen sich darin spiegeln. Dabei ergeben sich von selbst teils neue Erkenntnisse über die Einwanderungszeit unserer Mollusken, teils Bestätigungen oder Berichtigungen früherer Ergebnisse.

Die Molluskenbestände der einzelnen Proben sind in Tab. 2 nach Arten und Zahl der in einem dm^3 enthaltenen Individuen übersichtlich dargestellt. Ein + Zeichen bedeutet, daß die Art in den vorläufig entnommenen Proben, die jeweils nur ungefähr 1 dm^3 Inhalt hatten, vorhanden ist. Da die Individuenzahl einzelner Arten in den verschiedenen Proben meist gering ist, erschien es für ihre Auswertung notwendig, die für einen bestimmten Biotop charakteristischen Arten jeweils zusammenzufassen. Dies geschah in Tabelle 3 und 4 in ähnlicher Weise, wie bei meiner Untersuchung der Molluskenbestände von der Lufchtelgasse bei Oberrotweil (Lais 1934). Die Abweichungen sind im wesentlichen dadurch bedingt, daß für die Höhe des Münzinger Berges gewisse Biotope, etwa feuchter Auwald oder feuchte Wiesen überhaupt nicht in Frage kommen können. Diese Zusammenfassungen fußen auf meinen Untersuchungsergebnissen für die rezente Fauna des Tunibergs und des benachbarten Kaiserstuhls. In beiden Gebieten sind die für die Mollusken entscheidenden Umweltsbedingungen, Boden, Kleinklima und Großklima, fast völlig gleich, und sie tragen daher auch eine völlig gleiche Molluskenfauna. — Gewisse Arten wurden aus den zusammenfassenden Gruppen herausgenommen, weil sie sich für unsere Untersuchungen wegen ihrer besonderen Ansprüche an Trockenheit oder Feuchtigkeit als sehr aufschlußreich erwiesen. Dabei wurden, um möglichst gesicherte Resultate zu erhalten, die aus der linken Probenreihe ermittelten Werte mit den zeitlich gleichzusetzenden der mittleren Reihe vereinigt und, wo es sich um den Artenbestand, nicht auch die Individuenzahl, handelt, die Ergebnisse der ersten probenweisen Entnahme hinzugenommen. Die Vereinigung der Zählungs- und Rechnungsergebnisse der linken und mittleren Probenreihe erfolgte durch graphische Addition der beiden Kurven. Bei der Berechnung der prozentualen Häufigkeiten wurden die *Limaciden* *plättchen* unberücksichtigt gelassen, weil bei ihnen eine sichere Bestimmung der Art unmöglich ist. Auch *Caecilioides acicula* mußte einer gesonderten Untersuchung unterworfen werden, da sie bis zu beträchtlicher Tiefe in den Boden eindringt und es daher nicht möglich ist, zu erkennen, zu welcher der einzelnen Schichten des Grabenprofils sie gehört.

Bei der Auswertung kommt natürlich der Individuenzahl größeres Gewicht zu, als der jeweiligen Artenzahl. Denn diese ist immer gering und steigt nur in einigen Fällen auf 20 und 21 an. Umweltsänderungen, die eine Art in ihrer Entfaltung hemmen, wirken sich selten dahin aus, daß sie zu ihrem Er-

löschen und zur Einwanderung neuer Arten führen, während sie sich in der Häufigkeit dieser Arten meist sehr deutlich ausprägen. Wenn die Häufigkeitskurven der Artenzahlen vielfach kleine Schwankungen zeigen, so sind diese nicht mit Änderungen des Biotops zu erklären, sondern mit der zu geringen Menge des verarbeiteten Materials. Nach meinen bisherigen Erfahrungen bedürfte es, um aller in einer Schicht vorhandenen Arten habhaft zu werden, einer Materialmenge, die ein Vielfaches von 1 dm³ beträgt. Ihre Untersuchung würde aber die ohnehin schon mühevollen Arbeit in's ungemessene steigern. Die Individuenzahlen spiegeln im allgemeinen die Umweltfaktoren viel deutlicher, und die für jede Schicht verarbeitete Materialmenge von 2 dm hat sich als völlig ausreichend erwiesen.

Die Molluskenbestände der einzelnen Proben stellen jeweils Thanatozönosen dar, deren Beziehungen zu den ehemals vorhandenen Biozönosen zunächst einmal aufgeklärt werden müssen.

Für die Beurteilung des Molluskeninhalts der einzelnen Schichten der Grabenfüllung muß zunächst von den Verhältnissen ausgegangen werden, die gegenwärtig in Biotopen ähnlicher Art, also grabenartigen, von Ost nach West verlaufenden Vertiefungen im Lößgebiete des Tunibergs und Kaiserstuhls herrschen. Solche finden sich dort in Gestalt der künstlich eingetieften Hohlwege, und es entsprechen die von Ost nach West verlaufenden nur schwach und mit schrägen Wänden eingeschnittenen dem Halsgraben fast vollkommen. Sie tragen an ihren Böschungen eine ziemlich dichte Krautvegetation, zuweilen auch Sträucher und Bäume und unterscheiden sich nur dadurch von unserem Graben, daß ihre Sohle frei von Pflanzenvuchs und Molluskenleben ist. In solchen Hohlwegen wirken sich die Gegensätze von trockener Wärme und feuchter Kühle auf die Molluskenfauna besonders stark aus; 1933 schrieb ich darüber: „Die tiefsten Teile, die nur wenige Stunden während des Tages in der Sonne liegen und häufig von Gebüsch bestanden sind, geben den feuchtigkeitsliebenden Waldtieren Unterschlupf. Hier leben *Monacha incarnata*, *Helicodonta abvoluta*, *Chilotrema lapicida* und *Clausilien*, hier lebt auch die präalpine Art *Orcula dolium*. Wo das Gebüsch lichter steht, da treten *Eulota frutum*, *Cepaea hortensis*, *C. nemoralis*, *Helix pomatia* und *Pomatias elegans* hinzu, und die obersten Ränder sind besiedelt von den xerothermen Süd- und Westeuropäern *Helicella ericetorum*, *H. candidula*, *Abida frumentum*, *Truncatellina cylindrica*, *Zebrina detrita* und *Jaminia quadridens*“. Ich habe dort an einem wenig eingetieften ostwestlich verlaufenden Hohlweg bei Bahlingen im Kaiserstuhl den Gegensatz zwischen der nord- und süderponierten Böschung zahlenmäßig festgelegt. In etwa 1 dm³ von der Oberfläche weggenommener Erde fanden sich folgende Mengen von lebenden Schnecken und leeren Schalen:

	Süderpon. Böschung		Norderpon. Böschung	
	Arten	Individuen	Arten	Individuen
Wärme- u. trockenheitsliebende Arten	6	82	3	8
Trockenheitsliebende Arten	2	318	1	1
Schattenliebende Arten	7	55	10	178
Feuchtigkeitsliebende Arten	0	0	4	22
Feuchtigkeits- u. kübeliebende Arten	0	0	1	50

VI										VII			VIII		IX	
<i>Retinella nitens</i> Mich.																
<i>Retinella pura</i> Alder																
<i>Monacha incarnata</i> Müll.																
<i>Helicodonta obvoluta</i> Müll.			1													
<i>Isognomostoma isognomostoma</i> Gmel.																
<i>Marpessa laminata</i> Mont.																
<i>Iphigena plicatula</i> Drap.																
<i>Acanthinula aculeata</i> Müll.																
<i>Orcula dolium</i> Drap.																
<i>Orcula doliololum</i> Brug.																
<i>Ena obscura</i> Müll.								1								
<i>Pupula sublineata</i> Andr.																
<i>Clausilia</i> sp.																
<i>Chitotrema lapicida</i> L.																
<i>Cepaea nemoralis</i> L.																
<i>Cep. hort. ober nemoralis</i>																
<i>Clausilia parvula</i> Stud.									1	1						
<i>Pomatias elegans</i> Müll.									1	1						
<i>Vitrea crystallina</i> Müll.																
<i>Gontodiscus rotundatus</i> Müll.																
<i>Carychium minimum</i> Müll.															+	90
	1															93
																76
	1	1														98
																81
				1												
		4														86
	1		1													30
	+	8		1		2										56
		9	1	2		1										34
		10		1		1		1								64
	1	6		2		1		1								48
	1	2		2	1	+	1									46
																12
	1	5		1	1											36
		7					1	1	1							49
	+	2		2	1			2								34
	1	6		1			1	3	3							73
	1	8		3				1								58
		5							2	1						71
	3	21		6		1	2	3	+	2						161
		1														37
	2	27				2		5	4	1	1					164
								1								21
		5							+	1		1				45
		1						1								12

nommenen Erdproben. Die Bedeutung der Gruppen I–IX ist im Text erläutert.

Auf der Sohle eines solchen Hohlweges müßten wir natürlich den gleichen Schatten- und feuchtigkeitsliebenden Artbestand erwarten, wie an seiner nordexponierten Böschung, wenn sie von Pflanzenwuchs bedeckt wäre und die Tiere nicht zertreten und von den Rädern der Wagen zermalmt würden. Da durch die Wirkung der Schwerkraft und des Regenwassers aber auch von der südexponierten Böschung leere Gehäuse der Grabensohle in großem Umfang zugeführt werden, müßte sich auf ihr eine aus xerothermen und hygrophilen Arten zusammengesetzte Thanatozönose bilden.

Dieser Fall ist nun tatsächlich auf der jeweiligen Sohle unseres Halsgrabens verwirklicht. Sehen wir von der untersten molluskenarmen Schicht ab, so treffen wir in allen Ausfüllungsstufen dieses Faunengemisch, in dem natürlich auch die Übergangsformen, weniger feuchtigkeits- und weniger trockenheitsliebende Arten, vertreten sind. Selbstverständlich haben sich mit der zunehmenden Auffüllung des Grabens die für die Gestaltung des Molluskenlebens maßgebenden kleinklimatischen Faktoren stetig geändert, und es muß untersucht werden, ob der Wechsel der einzelnen Arten und ökologischen Gruppen mit dem Auffüllungsvorgang, also edaphisch, erklärbar ist oder nicht.

Zunächst ist hierbei zu beachten, daß ursprünglich die Grabensohle aus unverwittertem jüngeren Löß bestand, der wasserdurchlässig ist und darum verhältnismäßig trocken lag. Erst allmählich wurde sie undurchlässiger, teils durch die Verwitterung der Lößoberfläche, teils durch die Auflagerung von Verwitterungsmaterial von oben her. Es wäre jedoch falsch, annehmen zu wollen, daß diese abdichtende Wirkung mit der Aufhöhung der Grabensohle stetig verstärkt worden sei. Sie erfuhr keine Steigerung mehr, nachdem sich einmal auf der Grabensohle eine Lößlehmschicht von einiger Dicke, vielleicht 1 bis 2 dm, gebildet hatte. — Zu allen Zeiten hat der Graben als Feuchtigkeitssammler gewirkt, im Anfang stark, dann immer geringer. Seine nach Norden gerichtete Böschung, an die sich der Wall angeschlossen, lag immer mehr im Schatten als die Südböschung. Diese Gegensätzlichkeit wurde aber mit zunehmender Auffüllung und Verflachung der Böschung immer schwächer. Nach den Erfahrungen, die sich an ähnlichen Hohlformen in den Lößgebieten des Tunibergs und Kaiserstuhls gewinnen lassen, mußten sich die mit dem Auffüllungsvorgang wechselnden kleinklimatischen Faktoren dahin auswirken, daß sich kurz nach der Aushebung des Grabens eine Thanatozönose bildet, die aus xerothermen und mäßig feuchtigkeitsliebenden Arten bestand. Später mußten stärker feuchtigkeitsliebende Arten hinzutreten, aber mit zunehmender Erhöhung der Grabensohle stetig wieder abnehmen. Auch die xerothermen Arten mußten später mit der Verflachung der nach Süden gerichteten Böschung zurücktreten und im Gesamtbild der Thanatogönose die Arten mit mittleren Feuchtigkeits- und Wärmeansprüchen zu immer stärkerer Herrschaft gelangen. Wenn die tatsächliche Entwicklung der Thanatogönosen dieses Bild nicht zeigt, so müssen Einwirkungen vorliegen, die nicht vom Auffüllungsvorgang des Grabens ausgehen, das heißt Einwirkungen großklimatischer Art, die sich natürlich auf dem Umweg über die Vegetationsbedeckung geltend machen.

Schließlich ist noch nachzuprüfen, ob die aus der Schalenzahl und dem Anteil der großschaligen Arten gewonnene Erkenntnis, daß während der Zeit

h die Niederschlagsmenge größer war als während der übrigen Zeit der Grabenfüllung, in der faunistischen Zusammensetzung der Thanatozönosen ihre Bestätigung findet.

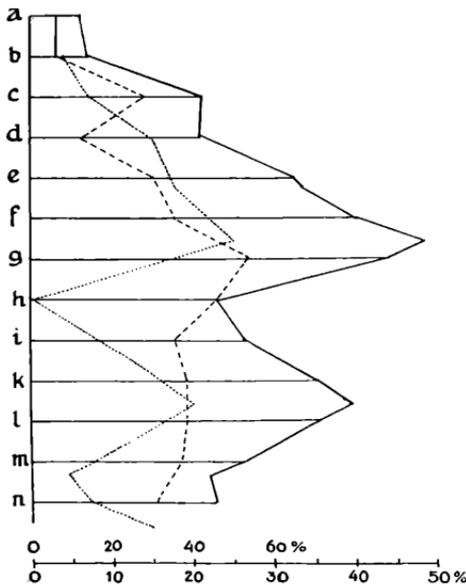


Abb. 10: Anteil der waldbewohnenden Mollusken an der Gesamtmenge der Arten.

a) Wir betrachten zunächst die Gruppe der Waldmollusken, Gruppe VI. In ihr sind die Arten vereinigt, die entweder an das Vorhandensein von Bäumen mit faulendem Holz und Laub streng gebunden sind, oder im Wald ihre stärkste Entfaltung zeigen, ohne unbedingt auf ihn angewiesen zu sein. Es sind Arten, die zum Leben einer gleichbleibenden Kühle und Feuchtigkeit bedürfen, also starke Trockenheit und Wärme nicht ertragen. Sie können aber gelegentlich auch am schattigen Rain eines Hohlwegs oder auf einer feuchten Wiese und in lichten Buschwäldern angetroffen werden. Die einzige der in unserem Profil auftretenden Arten, die nur im schattigen Hochwald vorkommen, ist *Iphigena plicatula*. Sie fand sich in den Schichten l bis g. Nur im Wald, aber im schattigen Hochwald und im lichten Buschwald leben die Arten *Helicodonta obvoluta*, *Marpessa laminata* und die beiden heute im Kaiserstuhl und Tuniberg ausgestorbenen Arten *Isognomostoma isognomostoma* und *Orcula doliolum*. Diese vier Arten zeigen eine starke Entwicklung in den Schichten m bis e mit maximalen Ausprägungen zwischen l u. k und g u. f. In den oberen Schichten sind sie nur ganz schwach vertreten. Das eine oder andere Mündungsbruchstück von *Helicodonta obvoluta* oder *Marpessa laminata*, das sich in den Schichten d bis a findet, ist wohl durch die im Zusammenhang mit dem Rebbaue erfolgte tiefgründige Umarbeitung des Bodens in diese höheren Schichten gelangt. Nehmen wir noch die übrigen Arten hinzu, die den Wald ganz offensichtlich bevorzugen, aber auch einmal einen schattigen Rain besiedeln, so tritt das bisher gezeichnete Bild nur umso klarer hervor: der Artbestand (Abb. 10) zeigt von n an eine fräftige Entwicklung (22 bis 32%

des Gesamtbestandes), dann einen sehr bedeutenden Anstieg bis zu nahezu 50 % zwischen g und f und schließlich ein ganz rasches Abflinken nach der Oberfläche hin. Dieses Bild wiederholt sich naturgemäß bei der Kurve der Individuenzahlen (Abb. 11); zwischen der starken Entwicklung in den Schichten m bis k und dem scharfen Anstieg zu dem Maximum in etwa 1 m Tiefe liegt allerdings ein Bereich, in dem die Entwicklung der Waldmollusken abgesehen von c r s h e i n t. Seine Deutung wird später gegeben werden.

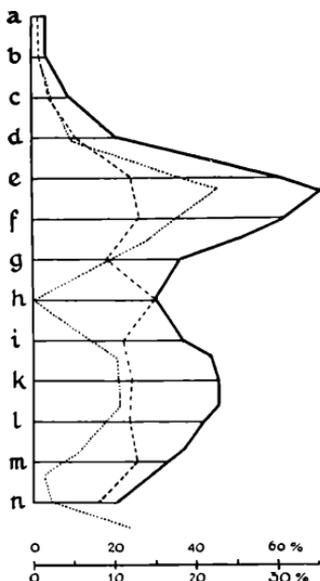


Abb. 11. Anteil der waldbewohnenden Mollusken an der Gesamtmenge der Individuen.

Es ist ausgeschlossen, daß sich die aus mindestens zwölf Arten bestehende Waldfauna des Grabens nur im Graben selbst, der infolge seiner geringen Ausmaße nur mit Gebüsch oder vereinzelt Bäumen bestanden gewesen sein kann, angesiedelt hätte, während seine Umgebung waldfrei gewesen wäre. Wir müssen daher annehmen, daß die ganze Anhöhe des südlichen Tunibergs und seine Abhänge bis zur Rheinebene Wald getragen haben, als der Neolithiker dieses Gebiet in Besitz nahm. Wenn schon in der Schicht m die Waldfauna mit 7 Arten (= 35 % des Gesamtbestandes) und 42 Individuen (= 25,8 % des Gesamtbestandes) vertreten ist, so setzt dies voraus, daß schon bei der Anlage des Grabens diese Waldbedeckung des Tunibergs bestanden hat. Das Vorkommen von *Orcula doliolum* lehrt weiterhin, daß dieser Wald mit den Wäldern der Rheinebene zusammenhing. Denn diese seltene Schnecke hat heute in den Wäldern der Rheinebene westlich des Tunibergs, im „Schachwald“ und „Härde“ ihre letzten Zufluchtsstätten gefunden (Lais 1929). Sie ist auch in den Wäldern des Kaiserstuhls bis jetzt nirgends entdeckt worden, hat sich aber in Schichten, die bald nach neolithischer Zeit abgelagert wurden, schon zweimal gezeigt (Luschelgasse bei Oberrotweil, Lais 1934 und in einem im Jahr 1934 aufgedeckten Hofergräberfeld bei Königshaffhausen). Die Reichhaltigkeit unserer Waldfauna, vor allem das Vorkommen von *Isognomostoma*, *Orcula doliolum*, *Clausilia plicatula* und *Helicodonta obvoluta*

schließt die Annahme völlig aus, daß dieser Wald etwa nur aus Nadelbäumen bestanden haben könnte. Laubbölzer müssen ihm sein Gepräge gegeben haben.

b) Wir wenden uns nun der Betrachtung einer zweiten Gruppe von Mollusken zu, die gerade die entgegengesetzten Lebensansprüche stellen, den *rerothermen* Arten (Gruppe III). Sie bewohnen im Tuniberg und Kaiserstuhl die sonnigen Abhänge, an denen Büsche und Bäume nur vereinzelt stehen oder völlig fehlen, bisweilen auch die Trockenwiesen, die von *Xerobrometen* bestanden sind. Sie sind durch 11 Arten vertreten. (Vom heutigen Bestand fehlt nur *Jaminia quadridens*, eine extrem wärmeliebende Art, die sich an einigen Stellen des Tunibergs und häufiger im Kaiserstuhl findet.)

Die Untersuchung der Arten- und Individuenbestände (Abb. 12 u. 13) lehrt, daß bereits in den tiefsten Schichten die *Xerothermen* vertreten sind.

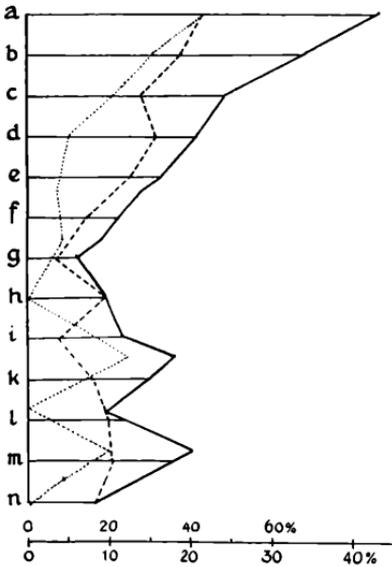


Abb. 12: Anteil der rerothermen Mollusken an der Gesamtmenge der Arten.

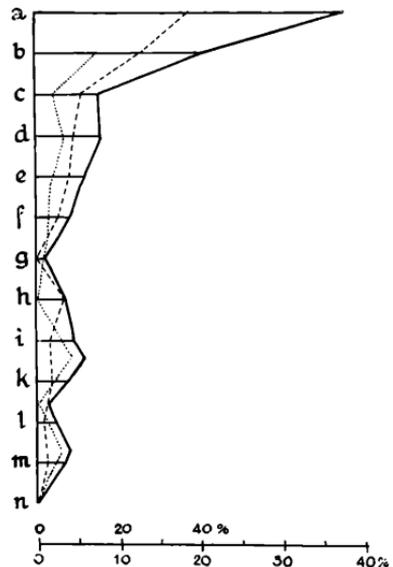


Abb. 13: Anteil der rerothermen Mollusken an der Gesamtmenge der Individuen.

Zwischen i und h machen sie im Artbestand 10 bis 20 %, im Individuenbestand 2 bis 4 % aus. (Daß sie im Individuenbestand so stark zurücktreten, ist damit zu erklären, daß ihnen zur Besiedlung nur ein kleiner Teil der Grabenbenfläche zur Verfügung stand, der obere Teil der süderponierten Grabenböschung, und von hier aus nur verhältnismäßig wenige Exemplare bis zur Grabensohle verfrachtet wurden.) Dann zeigen sie im ganzen genommen einen leichten Rückgang bis g, dann einen stetigen starken Anstieg bis a. Von Schicht c an ist dieser vor allem im Individuenbestand außerordentlich steil.

Aus diesem Befund ergibt sich die Besiedelung der Höhe des Tunibergs mit rerothermen Arten seit dem Ende des Neolithikums in Zeiten also, in denen der Berg und die Abhänge Wald trugen. Die zunächst nicht sehr kräf-

	Gruppe II Ubiquiten	Gruppe III Ferrotherme	Gruppe IV <i>Vall. cost</i>	Gruppe V Blütenmoll.	Gruppe VI Walbmoll.	Gruppe VII Blüschmoll.	Gruppe VIII <i>Vitr. u. Gon.</i>	Gruppe IX <i>Carychium</i>	Gesamtzahl
a	37 (51)	27 (37)	4 (5)	—	1 (1)	2 (2)	1 (1)	1 (1)	72
b	22 (40)	14 (25)	12 (22)	1 (2)	1 (2)	2 (4)	1 (2)	2 (4)	55
b'	22 (41)	8 (15)	20 (37)	1 (2)	1 (2)	2 (4)	—	—	54
c	23 (32)	8 (11)	24 (33)	—	3 (4)	3 (4)	—	12 (16)	73
c'	24 (35)	3 (4)	32 (47)	1 (1)	3 (4)	2 (3)	—	3 (4)	68
d	16 (21)	7 (9)	16 (21)	1 (1)	8 (11)	2 (3)	1 (1)	24 (31)	75
d'	6 (20)	2 (7)	8 (27)	—	3 (10)	4 (13)	1 (3)	6 (20)	30
e	5 (10)	4 (8)	3 (6)	1 (2)	12 (24)	2 (4)	3 (6)	20 (40)	50
e'	4 (13)	1 (3)	1 (3)	—	14 (45)	5 (16)	2 (6)	4 (13)	31
f	3 (5)	3 (5)	4 (7)	—	15 (26)	4 (7)	9 (16)	20 (35)	58
f'	4 (10)	1 (2)	—	—	12 (29)	10 (24)	6 (14)	9 (21)	42
g	4 (9)	—	—	—	8 (19)	8 (19)	13 (30)	10 (23)	43
g'	1 (8)	—	—	—	—	3 (25)	3 (25)	5 (42)	12
h	—	2 (7)	—	—	9 (30)	5 (17)	6 (20)	8 (27)	30
h'	9 (18)	4 (8)	2 (4)	1 (2)	10 (20)	1 (2)	17 (35)	5 (10)	49
i	1 (3)	1 (3)	2 (6)	—	7 (23)	4 (13)	13 (42)	3 (10)	31
i'	11 (16)	—	11 (16)	2 (3)	15 (21)	1 (1)	14 (20)	16 (23)	70
k	8 (14)	2 (3)	—	—	14 (24)	3 (5)	26 (45)	5 (9)	58
k'	14 (20)	4 (6)	18 (25)	2 (3)	8 (11)	—	12 (17)	13 (18)	71
l	19 (12)	2 (1)	6 (4)	—	38 (24)	2 (1)	46 (29)	46 (29)	159
l'	16 (44)	1 (3)	13 (36)	1 (3)	1 (3)	3 (8)	—	1 (3)	36
m	8 (5)	4 (2)	5 (3)	1 (1)	42 (26)	1 (1)	43 (26)	59 (36)	163
m'	7 (33)	—	9 (43)	—	1 (5)	2 (10)	—	2 (10)	21
n	13 (30)	—	8 (18)	3 (7)	7 (16)	—	8 (18)	5 (11)	44
n'	4 (33)	—	3 (25)	—	3 (25)	—	1 (8)	1 (8)	12

Tabelle 3. Individuenzahlen der zu biologischen Gruppen zusammengefaßten Molluskenarten aus den Erdbroben des Salzgrabens. (*Cae-*
cilloides und *Limaciden*plättchen sind nicht berücksichtigt; die eingeklammerten Zahlen stellen die Hunderteile der am Ende stehenden Gesamtzahl dar)

tige Entwicklung des Artenbestandes und vor allem der Individuenzahl beweist, daß damals ihre volle Entfaltung noch gehemmt gewesen sein muß. Sie setzt erst mit dem Rückgang des Waldes ein und erreicht in der Gegenwart (Schicht a) ein gewaltiges Ausmaß. Hier beherrschen die Xerothermen das Bild unumschränkt.

Zwischen die beiden Gruppen der Waldmollusken und der Xerothermen können wir die übrigen einreihen. In ihren Ansprüchen an das Klima schließen sie sich bald mehr der einen, bald mehr der anderen Gruppe an.

c) Gut gekennzeichnet ist vor allem die der Gebüschschnecken (Gruppe VII). Es sind dies *Chilotrema lapicida*, *Pomatias elegans*, *Clausilia parvula* und die *Cepaeen*. Von diesen Arten leben zwar *Chilotrema lapicida* und *Pomatias elegans* nicht selten auch im Laubhochwald, aber sie ziehen doch offenkundig die lichtereren Waldränder und Gebüsch vor. Insbesondere gilt dies für *Pomatias*, die am Aufbau der Häufigkeitskurve entscheidend beteiligt ist.

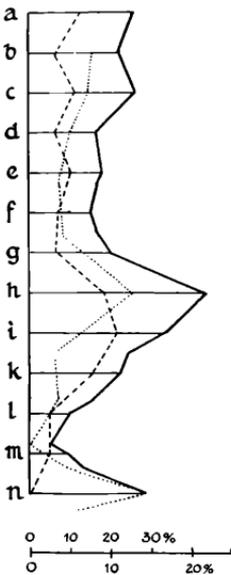


Abb. 14: Anteil der Gebüschmollusken an der Gesamtzahl der Arten.

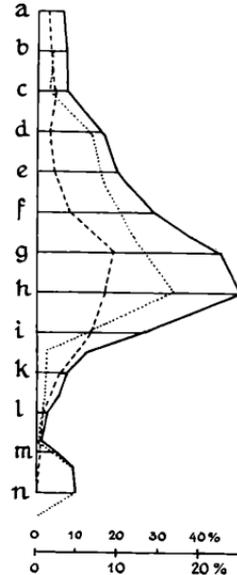


Abb. 15: Anteil der Gebüschmollusken an der Gesamtzahl der Individuen.

Ihre Artenzahl (Abb. 14) zeigt von den tiefsten Schichten an einen gleichmäßigen Häufigkeitsanstieg bis zu ihrem Maximum in h, dann einen raschen Abfall nach g und schließlich von f nach a hin ein allmähliches leichtes Ansteigen. Er wird durch das Auftreten von *Clausilia parvula* bedingt, die wärmeliebender ist als die anderen Arten, die der Deckung im Gebüsch entbehren kann und sich in ihren Lebensansprüchen enger an die Xerothermen anschließt. — *Pomatias* ist in den oberen Schichten jeweils nur in vereinzelten Bruchstücken vertreten. Heute fehlt diese Art der näheren Umgebung des Munzinger Bergrs. Daß sie gleichwohl in den obersten Schichten des Grabens auftritt, ist damit

	Gruppe II Ubiqstifen	Gruppe III Ferrotherme	Gruppe IV <i>Vall. cost</i>	Gruppe V Weienmoll.	Gruppe VI Waldboll.	Gruppe VII Zuschnoll.	Gruppe VIII <i>Vitr. u. Gon.</i>	Gruppe IX <i>Carychium</i>	Gesamtzahl
a	3 (19)	7 (44)	1 (6)	—	1 (6)	2 (13)	1 (6)	1 (6)	16
b	4 (25)	6 (38)	1 (6)	1 (6)	1 (6)	1 (6)	1 (6)	1 (6)	16
b'	4 (31)	4 (31)	1 (8)	1 (8)	1 (8)	2 (15)	—	—	13
c	3 (17)	5 (28)	1 (6)	1 (6)	4 (22)	2 (11)	1 (6)	1 (6)	18
c'	4 (28)	3 (21)	1 (7)	1 (7)	2 (14)	2 (14)	—	1 (7)	14
d	4 (25)	5 (31)	1 (6)	1 (6)	2 (13)	1 (6)	1 (6)	1 (6)	16
d'	2 (20)	1 (10)	1 (10)	—	3 (30)	1 (10)	1 (10)	1 (10)	10
e	3 (15)	5 (25)	1 (5)	1 (5)	6 (30)	2 (10)	1 (5)	1 (5)	20
e'	3 (21)	1 (7)	1 (7)	—	5 (36)	1 (7)	2 (14)	1 (7)	14
f	3 (21)	2 (14)	1 (7)	—	5 (36)	1 (7)	1 (7)	1 (7)	14
f'	2 (17)	1 (8)	—	—	6 (50)	1 (8)	1 (8)	1 (8)	12
g	2 (13)	1 (7)	—	1 (7)	8 (53)	1 (7)	1 (7)	1 (7)	15
g'	1 (25)	—	—	1 (25)	—	1 (25)	—	1 (25)	4
h	—	2 (18)	—	—	5 (46)	2 (18)	1 (9)	1 (9)	11
h'	3 (18)	4 (24)	1 (6)	—	4 (24)	1 (6)	2 (12)	1 (6)	17
i	2 (14)	1 (7)	1 (7)	—	5 (36)	3 (21)	1 (7)	1 (7)	14
i'	4 (27)	—	1 (7)	—	6 (40)	1 (7)	1 (7)	1 (7)	15
k	2 (15)	2 (15)	—	—	5 (39)	2 (15)	1 (8)	1 (8)	13
k'	4 (27)	3 (20)	1 (7)	—	3 (20)	—	1 (7)	1 (7)	15
l	4 (19)	4 (19)	1 (5)	—	8 (38)	1 (5)	1 (5)	1 (5)	21
l'	5 (46)	1 (9)	1 (9)	—	1 (9)	1 (9)	—	1 (9)	11
m	3 (16)	4 (21)	1 (5)	—	7 (37)	1 (5)	1 (5)	1 (5)	19
m'	2 (29)	—	1 (14)	—	1 (14)	2 (29)	—	1 (14)	7
n	3 (23)	2 (15)	1 (8)	—	4 (31)	—	1 (8)	1 (8)	13
n'	4 (40)	—	1 (10)	—	3 (30)	—	1 (10)	1 (10)	10

Tabelle 4. Zahl der zu biologischen Gruppen zusammengefaßten Molluskenarten aus den Erproben des Halsgrabens. (*Caecilioides* und *Litnacidien*-plättchen sind nicht berücksichtigt; die eingeklammerten Zahlen stellen die Hundertteile der am Ende stehenden Gesamtzahl dar).

zu erklären, daß sie durch den Rebbau und die damit verbundene Durchwühlung der Erde aus den tieferen Schichten an die Oberfläche gebracht wurde. — Die Kurve der Individuen (Abb. 15) zeigt einen ganz ähnlichen Verlauf. Nur erfolgt der Abstieg vom Maximum bei h an weniger steil und gegen a hin ist kein Anstieg mehr festzustellen.

d) Wir schließen hier die Untersuchung einer ausgesprochen feuchtigkeitsliebenden Art an: *Carychium minimum* (Abb. 16 und Gruppe IX). Sie lebt nicht nur im Moos und faulenden Laub des Waldbodens, sondern auch im Moos und Mulm schattiger unbewaldeter Abhänge und feuchter Wiesen. Sie ist in allen Proben vertreten, allerdings in stark wechselnder Individuenzahl. Sie erreicht ihr Häufigkeitsmaximum in h. Dann folgt ein rasches Absinken innerhalb der nächsten drei dm auf etwa 26 %. Auf dieser Höhe hält sich der Häufigkeitsanteil bis d; dann sinkt er rasch herab. Die wichtigsten Tatsachen sind die maximale Entwicklung in h und der rasche Abstieg von d an.

e) Im Gegensatz zu dieser Art liebt *Goniodiscus rotundatus* (Gruppe VIII u. Abb. 5) eine mäßige Feuchtigkeit, vor allem aber eine gewisse Kühle. Daher zeigt ihre Häufigkeitskurve ein Bild, das von dem der übrigen stark abweicht. Sie nimmt von den tiefsten Grabenschichten an stetig zu bis zu einem Maximum zwischen i und k. Hier scheinen sich beide Umweltfaktoren zu optimaler Wirkung vereinigt zu haben. Dann folgt ein rascher Abstieg zu einem Minimum bei h (wo *Carychium minimum* das Maximum ihrer Entwicklung zeigt), schließlich nach einem zweiten Anstieg ein rascher Abfall nach e u. c.

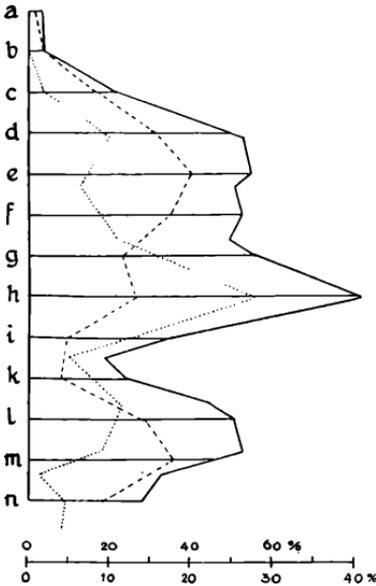


Abb. 16: Die Häufigkeit von *Carychium minimum*, ausgedrückt in Hundertteilen der Gesamtzahl.

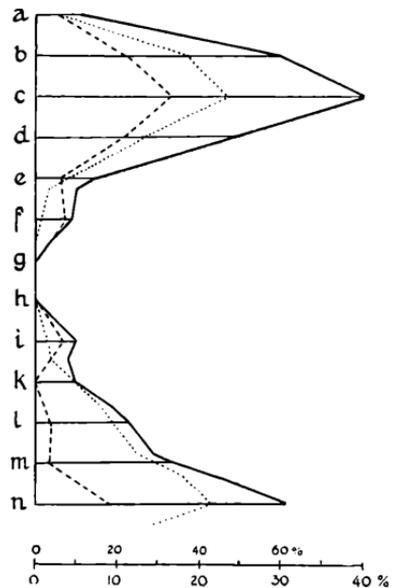


Abb. 17: Die Häufigkeit von *Vallonia costata*, ausgedrückt in Hundertteilen der Gesamtzahl.

f) Endlich soll noch die Entwicklung der Individuenzahl von *Vallonia costata* (Abb. 17 u. Gruppe IV) besprochen werden, die eine gewisse Trocken-

heit und vielleicht auch mäßige Wärme beansprucht und daher den Schatten der Gebüſche und des Waldes flieht. Einer ſtarken Entwicklung in n folgt ein raſcher Abſtieg nach h hin, der bis g anhält; dann ſteigt ihre Individuenzahl zu einem hohen Wert in c an, der durch die Rodung des Waldes bedingt iſt. Von c an fällt die Häufigkeit raſch zu geringen Werten in der Ackerbauſchicht a. Da die Art zu ihrem Gedeihen der Grasplätze bedarf, iſt der Ackerbau ihrer Entwicklung ungünſtig.

Die übrigen Arten und Gruppen ſind entweder als Ubiquiſten (Gruppe II) für derartige Unterſuchungen ungeeignet, oder ſie treten, wie die Wiefenſchnecken (Gruppe V), in zu geringer Zahl auf, als daß irgend welche Schlüſſe gezogen werden dürften.

Wir verſuchen nunmehr, die Erkenntnisse, die aus den Molluſkenbeſtänden des Graben gefolgert werden können, zu einem Gesamtbild zuzufügen. Die graphiſche Darſtellung der Abb. 18 ſoll dies erleichtern. Die Kolonne I gibt — in vereinfachter Darſtellung — die wichtigſten Auffüllungsſtufen des Grabens und die durch den Auffüllungsvorgang bedingten kleinſtatiſtiſchen Verhältniſſe an den Grabenwänden wieder, wie ſie auf S. 194 geſchildert ſind. Kolonne II ſtellt die Einfüllungsgeſchwindigkeiten dar, die als proportional \sqrt{h} angenommen wird, wobei h die jeweilige Grabentiefe bedeutet. Hier wird vorausgeſetzt, daß der Faktor des Großklimas, der für die Ausfüllungsgeſchwindigkeit entſcheidend iſt, die Niederschlagsmenge, immer gleich geblieben ſei.

In III ſind dieſer hypothetiſchen Kurve die tatſächlichen Einfüllungsgeſchwindigkeiten gegenübergeſtellt, wie ſie aus der in den gleichen Materialmengen enthaltenen Zahl der Molluſkenschalen (III, 1) und dem Anteil der grobſchaligen Arten (III, 2) ermittelt werden konnten. Wir ſehen keine Übereinstimmung, ſondern einer anfänglich ſehr geringen Einfüllungsgeſchwindigkeit in l und m eine ſtarke Zunahme folgen, die in g bis h ihren Höchſtbetrag erreicht, dann aber bis c hin allmählich abnimmt. Daraus ergibt ſich die Unrichtigkeit der Vorausſetzung, daß das Klima von n bis a immer gleich geblieben ſei. Es muß eine ſtarke Zunahme der Niederschlagsmenge von n nach h hin angenommen werden. Die ſpäter von g ab erfolgte Geſchwindigkeitsabnahme dagegen verläuft ähnlich wie die theoretische Kurve II. Für dieſe Zeiten ergibt ſich demnach zunächſt keine Änderung klimatiſcher Zuſtände.

Kolonne IV ſtellt die Feuchtigkeitsverhältniſſe innerhalb des Grabens dar, erſchloſſen aus der Häufigkeit des feuchtigkeitsliebenden *Carychium minimum* (IV, 1), der trockenheitsliebenden *Vallonia costata* (IV, 2), ſowie der trockenheits- und wärmeliebenden perothermen Arten (IV, 3). (Da die letzten beiden Gruppen auf zunehmende Feuchtigkeit mit einer rückläufigen Entwicklung antworten, ſind zur Beurteilung des Ganges der Feuchtigkeit ihre Ergänzungs- werte ſchraffiert dargeſtellt. Als Nulllinie der Individuenzahl iſt hier jeweils eine durch das Maximum der Häufigkeitskurve gehende Ordinate angenommen; ebenſo iſt die erſte Kurve III entſtanden.)

Auch dieſe Gruppen zeigen ein Verhalten, das ſich aus den kleinſtatiſtiſchen Bedingungen nicht erklären läßt, die während der verſchiedenen Ausfüllungsſtufen (Kol. I) geherrscht haben.

Das feuchtigkeitsliebende *Carychium* erfährt nach einer mittleren Entwicklung in den Schichten m bis i eine ſtärkſte Entfaltung in h, dann einen

Rückgang in g und schließlich gleichbleibende Entwicklung bis d. Ihr folgt ein sehr starkes Abnehmen nach der Oberfläche hin.

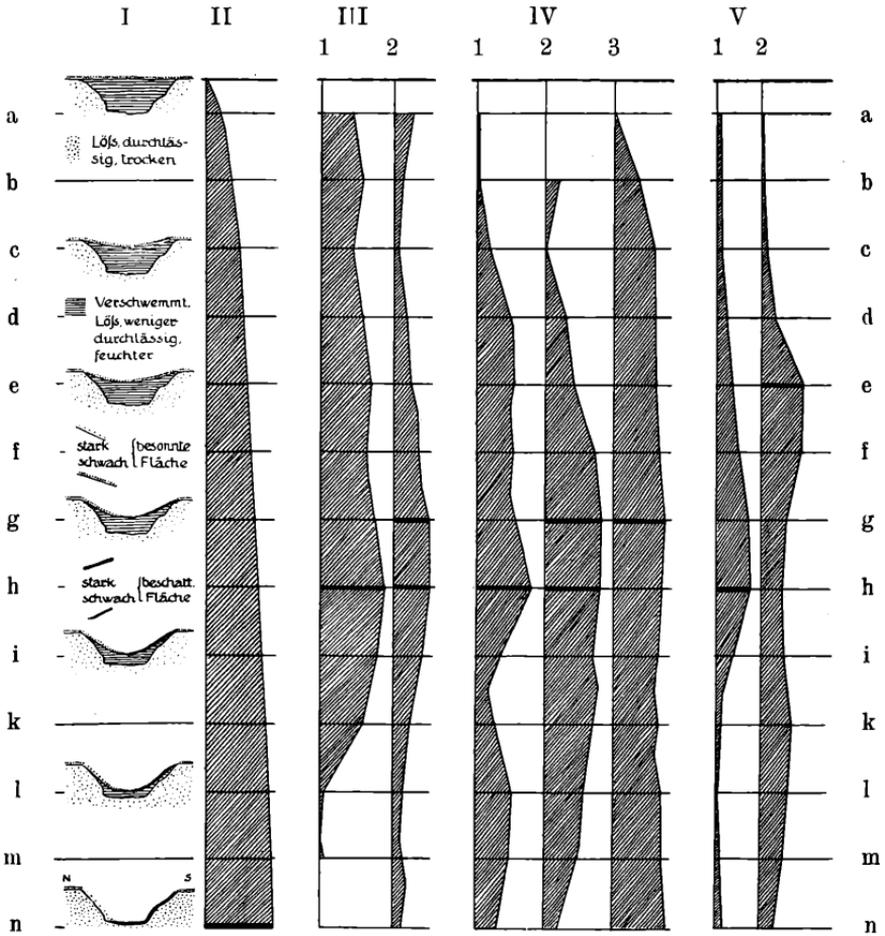


Abb. 18: Gesamtdarstellung des Ausfüllungsvorganges, des Ganges der Bodenfeuchtigkeit und der Entwicklung des Baumbestandes im Halsgraben. Weitere Erläuterungen im Text!

Statt der erwarteten stetigen Abnahme von den tiefsten Schichten nach der Oberfläche hin stellen wir eine starke Zunahme nach h hin fest. Diese läßt sich nur im Sinn einer durch das Klima bedingten Feuchtigkeitszunahme, d. h. einer Vermehrung der Niederschläge deuten. Obwohl in e der Graben nur noch als flache Mulde angedeutet war, finden sich hier noch erhebliche Mengen des kleinen Schneckchens, die hier nur gelebt haben konnten, wenn ihr Wohnplatz durch Schatten feucht gehalten war. Dies setzt aber das Vorhandensein beschattender Bäume oder Büsche voraus. Wenn dann nach c hin eine rasche Abnahme der Carvrien erfolgt, so läßt sich dies mit der weiteren, nur noch ganz unbedeutenden Verflachung des Grabens nicht erklären: Es muß die Beseitigung der Bäume oder Büsche zur

Zeit e als Ursache angenommen werden. — Die trockenheitsliebende Schnecke *Vallonia costata* zeigt genau das entgegengesetzte, ihr Ergänzungsbild also das gleiche Verhalten: einen Anstieg der Feuchtigkeit von den tiefsten Grabenschichten zu Hochwerten zwischen h und g, ein allmähliches Abnehmen nach e hin und ein rasches Abfallen nach d und c. Die dann einsetzende Abnahme des Schneckchens nach b und a hin ist damit zu erklären, daß sie nur in trockenen Rasenflächen, aber nicht auf Ackerboden lebt. Noch einmal wiederholt sich das Bild bei der ganzen Gruppe der Xerothermen, wenn auch hier die Gegensätze zwischen den einzelnen Werten nicht so stark ausgeprägt sind. Ihr Ergänzungsbild zeigt eine Zunahme der Feuchtigkeit zu einem Maximum in g an, dann eine leichte Abnahme, die bis e nur geringe Ausmaße annimmt, schließlich aber, in c, ein steiles Abfallen. Auch hier ist wieder das Verschwinden des Waldes für das Absinken der Feuchtigkeitskurve maßgebend. Denn die Zahl der Xerothermen müßte bei der jetzt schon beinahe vollzogenen Einebnung des Grabens eher weiter abnehmen; zunehmen könnte sie keinesfalls.

Noch einmal wird diese Entwicklung durch das Verhalten der Gebüschschnecken, an denen das wärme- und feuchtigkeitsliebende *Cyclostoma elegans* den Hauptteil ausmacht, abgebildet (V, 1). Nach einer anfänglich schwachen Entwicklung zeigt diese Gruppe größte Entfaltung in den Schichten h—g, dann eine allmähliche Abnahme bis zur Oberfläche hin. Daß sie bei d oder c nicht stärker abnimmt als vorher, ist damit zu erklären, daß hier die etwas trockenheitsliebendere Art *Clausilis parvula* einen starken Anteil an dem Aufbau der Häufigkeitskurve hat.

So ergibt die Untersuchung aller bisher besprochenen Arten und Gruppen übereinstimmend das gleiche Bild: eine Entwicklung, die mit den klein-klimatischen Verhältnissen des Grabens und dem Ausfüllungsvorgang nicht erklärt werden kann. Sie fordert die Annahme einer nur großklimatisch erklärbaren Feuchtigkeitszunahme, also Vermehrung der Niederschläge bis zu einem Maximum zwischen h und g, dann eine allmähliche nicht sehr starke Abnahme bis e. Hier gibt sich die Entwaldung der Umgebung des Grabens mit aller Deutlichkeit zu erkennen. Da sie weder edaphisch noch klimatisch erklärbar ist, bleibt nur die Rodung durch den Menschen.

Die Kurve für die Entwicklung der Waldmollusken (V, 2) scheint aus dem sonst geschlossenen Bild herauszufallen. Sie zeigt einen deutlichen und stetigen wenn auch nicht sehr starken Rückgang zwischen den Zeiten k und g, dessen Maximum gerade mit der niederschlagsreichsten Zeit h zusammenfällt. An eine Rodung oder einen natürlichen Rückgang des Waldes während dieser Zeit kann nicht gedacht werden, denn diese müßten sich in einer Zunahme der Xerothermen und der *Vallonia costata* ausgewirkt haben. In Wirklichkeit trifft jedoch das Gegenteil zu: die Zeiten h und g sind durch eine Minimalentwicklung dieser Arten gekennzeichnet. Es bleibt also das gegensätzliche Verhalten bestehen: die Waldmollusken zeigen einen Rückgang, während der Wald seine stärkste Entwicklung erfährt.

Der Widerspruch löst sich, wenn wir die Molluskenarten, aus denen diese Waldfauna zusammengesetzt ist, einer näheren Betrachtung unterziehen.

Es sind lauter Arten, die in Wäldern von mäßiger Feuchtigkeit oder im Gebüsch leben, aber auch gelegentlich an schattigen Rainen oder auf einer etwas feuchten Wiese gefunden werden. An den schattigen Hochwald gebunden ist eigentlich nur *Iphigena plicatula*. Formen des feuchten Waldes fehlen völlig. So ist es ganz natürlich, daß diese Arten mit einer zunehmenden Vernässung des Bodens, wie *f* in der Zeit zwischen *h* und *g* erfolgte, in ihrer Entfaltung gehemmt waren. Daher finden wir das Maximum ihrer Entwicklung erst wieder in der Zeit zwischen *f* und *g*, als die Feuchtigkeit zurückgegangen war. Die Dauer der Periode größter Bodenfeuchtigkeit war offenbar zu kurz, als daß eine Besiedlung mit feuchtigkeitsliebenden Waldmollusken, die von den Wäldern der Ebene aus hätte erfolgen müssen, eingetreten wäre. So widerspricht also die Entwicklung der Waldmollusken in unserem Profil durchaus nicht der aus den übrigen Tatsachen zu folgernden Annahme, daß mit der maximalen Bodenfeuchtigkeit und Niederschlagsmenge auch ein Maximum der Waldentwicklung verbunden war.

Für die Vegetationsentwicklung ergibt sich folgendes:

Während der Zeiten *n* bis *e* trug der Rücken des Tuniberges Wald. Dies folgt aus dem starken Anteil der wald- und buschbewohnenden und der geringen Häufigkeit der xerothermen und trockenheitsliebenden Arten zwischen *n* und *e*. Bedeutsam ist aber die Tatsache, daß die trockenheitsliebenden Arten zusammen mit den Waldmollusken vorkommen. Dies läßt sich nur verstehen, wenn man annimmt, daß in den ersten nachneolithischen Zeiten der Wald kein geschlossener Hochwald war, sondern ein lichter Buschwald mit einzelnen größeren Bäumen, aber auch mit freien kleinen Rasenflächen, auf denen die Xerothermen siedeln konnten. Es müssen hier also ähnliche Vegetationsverhältnisse geherrscht haben, wie wir sie heute an den Südhängen des Limbergs bei Sasbach am Kaiserstuhl und des Bisenbergs bei Achfarrren treffen. Später muß der Wald dichter geworden sein, denn die Xerothermen und *Vallonia costata* nehmen nach *g* oder *h* hin mehr oder weniger stark ab. Die Zunahme der Niederschläge kann auch nichts anderes als eine Verstärkung der Baumbestände zur Folge gehabt haben, und der Rückgang der Waldmollusken in *h* ist, wie oben gezeigt wurde, auf die gleiche Ursache zurückzuführen. Für die späteren Zeiten (*g* bis *d*) scheinen die Kurven eine schwache Auflichtung anzudeuten. Der starke Rückgang der Waldmollusken von *e* ab, des feuchtigkeitsliebenden *Carychium* von *d* ab und das rasche Ansteigen der trockenheitsliebenden *Vallonia* zwischen *e* und *d*, ferner das in *e* beginnende Überhandnehmen der Xerothermen lehren, daß um die Zeit *e* der Wald gerodet worden ist. Einer Lichtung des Waldes infolge natürlicher Ursachen widerspricht die plötzliche Änderung des Kurvenverlaufs.

Es ist selbstverständlich, daß diese Entwicklung des Waldes vom Buschwald (in den ersten Zeiten, etwa *n*—*l*) zum stärker geschlossenen Hochwald in *h* bis *f* nicht auf die unmittelbare Umgebung des Grabens beschränkt war, sondern sich auch auf die ganze Hochfläche des Tunibergs und einen Teil der Abhänge erstreckt hat, sofern nicht bereits der Neolithiker durch seine Rodungsarbeit eingegriffen hat, wie dies auf der südl. anschließenden Fläche der Fall war.

Es könnte schließlich noch der Versuch gemacht werden, an Hand der Molluskenbestände die Temperaturverhältnisse seit der Anlage des Grabens zu untersuchen. Er scheitert aber an der Tatsache, daß es heute noch nicht möglich ist, zu entscheiden, welcher der beiden Faktoren, Trockenheit oder Wärme, für das Gedeihen der Xerothermen wichtiger ist. Nur soviel läßt sich sagen, daß sie ein kontinental getöntes Kleinklima mit nicht zu geringen Sommertemperaturen beanspruchen. In den warmen in die Rheinebene vorgeschobenen Inselbergen haben aber offenbar solche Verhältnisse an edaphisch geeigneten Stellen immer geherrscht; sonst hätten hier die Xerothermen nicht vom Neolithikum an bis heute durchhalten können. Auch der starke Anstieg der Xerothermen von Schicht e oder d an bis zur Gegenwart darf nicht im Sinn einer allmählichen Temperatursteigerung gedeutet werden. Er ist mit der Rodung des Waldes allein hinreichend erklärt. Die südeuropäische Art *Pomatias elegans*, die eine gewisse Feuchtigkeit und Wärme beansprucht, und die Häufigkeitskurve der Gebüschschnecken entscheidend formt, lehrt immerhin, daß die niederschlagsreiche Zeit nicht kühler war als die Gegenwart, sondern ebenso warm, daß also damals das Klima ausgesprochen atlantisch war.

Leider fehlen in den mittleren und oberen Teilen des Grabenprofils archäologische Reste, die eine Datierung einzelner Schichten ermöglichen könnten. Unser Befund zeigt aber insofern mit den anderweitig gewonnenen Ergebnissen völlige Übereinstimmung, als festgestellt wurde, daß der verhältnismäßig trockenen Bronzezeit später eine starke Vermehrung der Niederschläge und im Zusammenhang damit dem lichten Buschwald ein dichter, schattiger Wald gefolgt ist. Allgemein wird der Höhepunkt dieser Vernässung in die Latènezeit gestellt.

Der Versuch, den Zeitpunkt zu ermitteln, an dem der Wald in der Umgebung des Grabens gerodet worden ist, begegnet besonderen Schwierigkeiten, weil außer der Grabensohle keine Stelle des Profils durch vor- oder frühgeschichtliche Reste datiert werden kann. Man ist genötigt, die zeitliche Einordnung einzelner Höhen des Profils auf dem Umweg über die klimatische Charakteristik vorzunehmen, was natürlich weit unsicherer ist.

Zwei datierbare Höhen des Profils sind der Beginn der Grabenauffüllung, also die Höhe von 2500 mm unter der Oberfläche, die wir in das Ende des Neolithikums, also ins Jahr 1800 v. Chr. setzen können, und der Höhepunkt der Niederschläge, Schicht h, für den wir die Mitte der Latènezeit, also das Jahr 250 v. Chr. annehmen. Zur Anhäufung von 1000 mm Material in der Grabenmitte waren also 1550 Jahre nötig. Der durchschnittliche Jahresbetrag der Auffüllung würde für diesen Teil des Grabens also 0,65 mm ausmachen: Wenn wir unsern Berechnungen diesen Wert zu Grunde legen, und annehmen, daß die weitere Auffüllung des Grabens, wenigstens des zweiten Drittels seiner Höhe, sich mit der gleichen Geschwindigkeit fortgesetzt habe, so erhalten wir für die Aufhöhung bis zur Tiefe e, in die wir die Zeit der Rodung setzen, also für 600 mm, eine Zeitspanne von 920 Jahren; die Rodung wäre also um das Jahr 670 n. d. Chr. erfolgt.

Gegen diese Berechnungsart könnte eingewendet werden, daß in die Zeit vom Ausgang des Neolithikums bis zur Mitte der Latènezeit zwei Perioden

von gegensätzlicher Niederschlagshöhe fallen, die trockene Bronzezeit und die feuchte Hallstatt- und Latènezeit, und daß es vielleicht unstatthaft wäre, den aus beiden zusammen errechneten ziemlich niederen Mittelwert auch auf die niederschlagsreichen folgenden Jahrhunderte anzuwenden. Dieser Einwand verliert aber dadurch von seinem Gewicht, daß nach der Latènezeit nicht nur die Niederschlagsmenge abnahm, sondern auch mit der zunehmenden Verminderung der Grabentiefe aus rein physikalischen Gründen die Aufhöhung abermals verringert wurde. Nehmen wir für die auf die Latènezeit folgenden Jahrhunderte eine gleichbleibende Auffüllung an, so muß diese kleiner sein als die für den Höhepunkt der Latènezeit geltende. So mag es denn doch angehen, den Mittelwert 0,65 mm zu benutzen.

Eine zweite Berechnungsart berücksichtigt die klimatische Verschiedenartigkeit der trockenen Bronzezeit gegenüber der feuchteren Hallstatt- und Latènezeit. Setzen wir die Profilhöhe, mit der die Einfüllungsgeschwindigkeit rasch zunimmt, also l , an das Ende der Bronzezeit, ins Jahr 1000 v. Chr., so wurden zur Auffüllung der $l-h = 600$ mm 750 Jahre benötigt (was einer Durchschnittserhöhung von 0,8 mm im Jahr entsprechen würde). Dem Anstieg der Auffüllungskurve zwischen l und h , der rein klimatisch bedingt ist, folgt ein klimatisch und unmittelbar physikalisch verursachter Abstieg. Nehmen wir an, daß Anstieg und Abstieg ungefähr symmetrisch verlaufen wären, so muß für die Auffüllung der auf h folgenden 600 mm etwa die gleiche Zeit erforderlich gewesen sein, wie die Auffüllung von $l-h$ d. h. 750 Jahre. Darnach hätte die *R o d u n g* im *J a h r e* 500 n. Chr. stattgefunden.

Eine dritte Möglichkeit der Berechnung fußt auf der Überlegung, daß mit der zunehmenden Ausfüllung des Grabens die Ausfüllungsgeschwindigkeit immer mehr abgenommen haben muß. Da diese irgendwie mit den Fallgesetzen zusammenhängt, wurde sie proportional \sqrt{h} , also $= f \sqrt{h}$ gesetzt, wo h die jeweilige Grabentiefe und f einen Proportionalitätsfaktor bedeutet. Zur Berechnung ist die für $h = 1500$ mm gültige Ausfüllungsgeschwindigkeit zu benutzen. Der Wert 0,8 mm stellt die für l bis h gültige Durchschnittsgeschwindigkeit dar, so daß die für h zu benutzende etwas größer als 0,8 mm sein muß.

Benutzen wir zunächst einmal den Wert 0,8 mm, so errechnet sich der Aufhöhungsbetrag für die Höhe $h = 900$ mm aus der Proportion $f \sqrt{1500} = 0,8 \sqrt{900} = 0,8 \times 30 = 24$ mm. Für die mittlere Grabentiefe zwischen 1500 und 900 mm (1200 mm) ist $y = 0,8 \sqrt{1200} = 0,8 \times 34,64 = 27,71$ mm. Daraus ergibt sich die Zeitdauer für die Ausfüllung von $h-e$ zu 840 Jahren. Die *R o d u n g* wäre dann im *J a h r e* 595 n. Chr. erfolgt.

Es ist anzunehmen, daß die für h gültige Ausfüllungsgeschwindigkeit etwas größer als 0,8 mm ist. Benutzen wir den Wert 0,9 mm, so ergeben sich 745 Jahre, d. h. die *R o d u n g* wäre im *J a h r e* 495 n. Chr. erfolgt.

Die verschiedenen Berechnungsarten führen zu Ergebnissen, die für die *R o d u n g* d e s *W a l d e s* in der Umgebung des Grabens übereinstimmend in das 6. und 7. Jahrhundert n. Chr., also in die Zeit der *M e r o w i n g e r*

herrschaft weisen. Im Hinblick auf die starke Bevölkerungsdichte der Alemannen in den Lössgebieten des Breisgaus erscheint eine Rodung auf der Höhe des Lunibergs, der inmitten eines Kranzes alemannischer Dörfer lag, auch für diese frühe Zeit durchaus annehmbar.

Der Versuch, genauer zu berechnen, wann der Graben ausgefüllt war, soll nicht unternommen werden, da mit zunehmendem Abstand von der Berechnungsbasis, den Verhältnissen im unteren Grabendrittel, die Unsicherheit aller Methoden außerordentlich stark zunimmt.

2. Der „Vorgraben“.

In dem tiefen Schloß, der den Halsgraben angeschnitten hatte, kam etwa 3 m nördlich des Profils a—n ein schmalerer und flacherer Graben zum Vorschein, der zunächst als „Vorgraben“ gedeutet wurde, also als ein mit dem tiefen Graben gleichzeitig im Neolithikum angelegtes Verteidigungswerk. Bei meinem ersten Besuch der Grabungsstelle im Oktober 1934, entnahm ich dem „Vorgraben“ aus 5—8 dm und 8—9,5 dm Tiefe Erdproben. Es wurden folgende Mollusken aus etwa 1 dm³ Material ausgeschlämmt.

Gruppe	Arten	a	b
I.	<i>Caecilioides acicula</i> Müll.	25	16
	<i>Limacidenplättchen</i>	1	—
II.	<i>Helix pomatia</i> L.	—	1
	<i>Vallonia pulchella</i> Müll.	10	7
III.	<i>Helicella candidula</i> Stud.	—	2
	<i>Phenacolimax pellucidus</i> Müll.	2	1
	<i>Helicella ericetorum</i> Müll.	1	—
	<i>Vallonica excentrica</i> Sterki	—	2
	<i>Abida frumentum</i> Drap.	—	2
	<i>Pupilla muscorum</i> Müll.	1	1
	<i>Zebrina detrita</i> Müll.	1	4
	<i>Vallonia costata</i> Müll.	5	5
V.	<i>Acanthinula aculeata</i> Müll.	1	—
VI.	<i>Pomatias elegans</i> Müll.	1	—
VII.	<i>Goniodiscus rotundatus</i> Müll.	1	—
VIII.	<i>Carychium minimum</i> Müll.	—	1
Gesamtzahl ohne <i>Caecilioides</i>		24	26

Tabelle 5. Die Mollusken aus dem „Vorgraben“.

a) aus 0,5—0,8 m Tiefe; b) aus 0,8—0,95 m Tiefe.

Bei der Beurteilung des Molluskenbestandes muß natürlich *Caecilioides acicula* außer Betracht bleiben, da bei einem Vorkommen in geringer Tiefe

unter der Oberfläche nie gesagt werden kann, ob ihre Schalen nicht der rezenten Fauna angehören. Auch das nicht näher bestimmbar *Limax*-plättchen scheidet aus. An dem noch verbleibenden Rest nehmen die *Xerothermen* in beiden Proben einen stark überwiegenden Anteil, während die *Waldformen* völlig zurücktreten. Auch die Bewohner der *Gebüsch* sind auf 1 Exemplar von *Pomatias elegans* beschränkt und ebenso die feuchtigkeitsliebende Art *Carychium minimum*. Diese Merkmale lehren unzweideutig, daß die Füllung und damit auch die Entstehung des Vorgrabens in eine viel jüngere Zeit als die des neolithischen Halsgrabens, daß sie sogar noch in die Zeit nach der Rodung des Waldes auf dem „Berg“ zu setzen ist, also jünger als c ist. Es fällt beim Vergleich mit den Beständen des Halsgrabens zunächst auf, daß der Anteil der *Xerothermen* in beiden aus dem Vorgraben entnommenen Proben sogar noch größer ist, als in den obersten Schichten des Halsgrabens und daß er in der unteren Probe des Vorgrabens größer ist als in der oberen. Dies ist aber damit sehr leicht zu erklären, daß nach der Rodung des Waldes dieser neu angelegte Graben mit seiner steilen Südböschung den *Xerothermen* weit bessere Lebensbedingungen bot, als der breite Halsgraben, der damals mindestens bis zur Höhe d zugefüllt war und daher nur eine ganz flache Südböschung hatte. Mit der Auffüllung des Vorgrabens mußten natürlich auch seine Böschungen flacher werden und der Anteil der *Xerothermen* etwas abnehmen. — Nachdem dieser Befund, daß der Vorgraben erst sehr viel später entstanden sein könne als der Halsgraben, dem örtlichen Leiter der Ausgrabung, Herrn Dr. Wagner, mitgeteilt worden war, kam dieser auf Grund seiner weiteren Grabungen zu dem gleichen Resultat. Es war schon bald nach der Entdeckung der beiden Gräben festgestellt worden, daß der Vorgraben nicht parallel vor dem Halsgraben einherlief, sondern in einem spitzen Winkel auf ihn zustrebte. Herr Dr. Wagner verfolgte später den Halsgraben weiter nach Osten hin und erkannte, daß er den Halsgraben schnitt und aus seiner Füllung ausgehoben war. Damit wurde das aus den Molluskenbeständen der beiden Gräben gewonnene Ergebnis bestätigt und zu der Erkenntnis erweitert, daß der Vorgraben erst nach der völligen Ausfüllung des Halsgrabens angelegt wurde. Über die Entstehung und Bedeutung des Vorgrabens konnte Wagner durch seine Ausgrabungstätigkeit nichts weiteres ermitteln. Es ist möglich, daß sie irgendwie mit dem Rebbau auf dem „Berg“ zusammenhängt.

3. Die „hufeisenförmigen Verfärbungen“.

Im Zusammenhang mit dem Halsgraben wurden beim Abdecken der Oberflächenschicht vier hufeisenförmige Verfärbungen des hellen Lösses gefunden, deren Bedeutung unklar war und auch durch die Grabungen nicht aufgeklärt werden konnte.

Aus drei dieser Verfärbungen habe ich an 6 Stellen in Tiefen von 0,55 bis zu 1,1 m Proben entnommen. Sie lieferten die in Tabelle 6 zusammengestellten Molluskenschalen:

Gruppe	Arten	a	b	c	d	e	f
I.	<i>Caeciliodes acicula</i> Müll.	—	—	—	1	10	1
	<i>Limacidenplättchen</i>	—	—	—	1	—	—
II.	<i>Fruticicola hispida</i> L.	1	5	1	—	—	—
	<i>Succinea oblonga</i> Drap.	—	—	1	—	—	—
	<i>Vallonia pulchella</i> Müll.	1	—	—	1	4	—
	<i>Cochlicopa lubrica</i> Müll.	—	—	—	1	2	—
III.	<i>Helicella candidula</i> Stud.	1	—	—	1	—	1
	<i>Vallonia excentrica</i> Sterki	—	1	—	—	—	—
	<i>Abida frumentum</i> Drap.	—	1	—	4	2	—
	<i>Pupilla muscorum</i> Müll.	2	1	—	—	—	—
IV.	<i>Vallonia costata</i> Müll.	6	5	4	1	—	1
V.	<i>Vertigo pusilla</i> Müll.	—	—	—	1	—	—
VI.	<i>Retinella pura</i> Alder	—	1	—	—	—	—
	<i>Marpessa laminate</i> Mont.	—	—	—	—	—	1
	<i>Iphigena plicatula</i> Drap.	—	2	1	—	1	—
	<i>Acanthinula aculeata</i> Müll.	—	1	—	1	1	—
	<i>Orcula dolium</i> Drap.	—	1	—	—	—	—
VII.	<i>Orcula doliolum</i> Brug.	—	1	—	—	—	—
	<i>Clausilia parvula</i> Stud.	—	4	1	—	—	—
VIII.	<i>Pomatias elegans</i> Müll.	—	1	—	—	—	1
	<i>Vitrea crystallina</i> Müll.	—	1	1	—	—	—
IX.	<i>Goniodiscus rotundatus</i> Müll.	—	2	—	1	1	1
	<i>Carychium minimum</i> Müll.	—	11	—	—	1	1
Gesamtzahl ohne Gruppe I		11	38	9	11	12	6

Tabelle 6. Die Mollusken aus den „hufeisenförmigen Verfärbungen“.

- a) Acker Lang, Fläche V, hufeisenförmige Verfärbung Nr. 1 aus dem hellen Kiesel in 0,65—0,85 m Tiefe.
 b) Ebenso, aus der dunklen Füllung unter dem hellen Kiesel in 0,85—1,10 m Tiefe.
 c) Ebenso, aus der hellbraunen Füllung im Osten, in 0,65—0,80 m Tiefe.
 d) Ebenso, aus der dunklen Füllung im Westen, in 0,65—0,80 m Tiefe.
 e) Acker Lang, Fläche VI, hufeisenförmige Verfärbung Nr. 1 aus der helleren Füllung im Südwesten, in 0,55—0,75 m Tiefe.
 f) Acker Lang, Fläche VI, hufeisenförmige Verfärbung Nr. 4, in 0,65—0,85 m Tiefe.

Leider war die Zahl der Schalen überall gering, weit spärlicher als im Halsgraben. Nur die aus größerer Tiefe (0,85—1,10 m) entnommene Probe b lieferte 38 Exemplare.

Übereinstimmend zeigen jedoch alle Bestände, von Probe a abgesehen, eine Mischung xerothermer mit feuchtigkeits- und schattenliebenden Arten, unter denen sich immer auch Bewohner des Waldes befinden. Auch der aus größerer Tiefe stammende Bestand b ist in dieser Weise gemischt; nur überwiegen hier die feuchtigkeits- und schattenliebenden Arten. Der Gegensatz zwischen der geringen Zahl der Schnecken in den Proben aus geringer Tiefe und der erheblichen Zahl aus größerer Tiefe kann kein Zufall sein. Wir deuten die Molluskenzahl wie im Halsgraben als Ausdruck der Einfüllungsgeschwindigkeit und glauben, daß nach seiner Aushebung der hufeisenförmige Graben Fläche V

Nr. 1 zunächst längere Zeit hindurch offen stand und ganz langsam von selbst, später sehr viel schneller aufgefüllt worden ist. Die Annahme, es sei dies ohne Zutun des Menschen geschehen und es seien die oberen Schichten aus etwa 75 cm Tiefe in den besonders niederschlagsreichen Zeit h abgesetzt worden, ist nahelegend. Diese Zeit ist aber durch einen starken Rückgang von *Vallonia costata* und der Kerothermen gekennzeichnet, mit dem der tatsächliche Befund nicht übereinstimmt. Es sind also doch wohl diese hufeisenförmigen Vertiefungen geraume Zeit nach ihrer Herstellung durch den Menschen wieder zugefüllt worden. Dabei wurde natürlich zuerst das an der Oberfläche liegende Material, auf dem weit zahlreichere Kerothermen siedelten, in den Graben geworfen. Das Zusammenvorkommen von Waldbewohnern und Kerothermen zwingt zu der Annahme, die hufeisenförmigen Vertiefungen seien etwa gleichzeitig mit dem Halsgraben ausgehoben worden. Das Vorkommen der in späterer Zeit erloschenen Arten *Orcula doliolum* und *Iphigena plicatula* unter einer recht geringen Anzahl von Mollusken, zusammen mit der Seltenheit von *Pomatias elegans*, spricht ebenfalls ganz eindeutig für das hohe Alter dieser Mischfauna.

Datierbare Kulturreste, neolithische Scherben, wurden nur in der hufeisenförmigen Verfärbung Nr. 4 (Fläche VI) gesammelt. Unser Befund lehrt, daß sie bei oder kurz nach der Aushebung in die Grube gefallen sind.

4. Die neolithischen Gruben.

Auf der südlichen Hochfläche und auf dem schmalen Verbindungsstück mit ihrem nördlich anschließenden Teil, der durch den Halsgraben abgeriegelt war, wurden einige neolithische Wohngruben ebenfalls nach ihrem Inhalt an Molluskenschalen untersucht.

Grube 3 auf Fläche 6 des „Ackers Lang“ lag auf dem schmalen Verbindungsstück nördlich des Halsgrabens. Grube 2, Fläche 2, und Grube 4, Fläche 2, des „Ackers Moll“ lagen am Ostrand der Hochfläche, und Grube 3, Fläche 2, des „Ackers Knöbel“ nahe ihrem Südennde.

In Tabelle 7 sind die Molluskeninhalte der einzelnen Proben, jeweils 1 cdm, zusammengestellt.

Zunächst fällt die Molluskenarmut aller Proben auf. Da der Erhaltungszustand nicht schlechter ist als in den dem Halsgraben entnommenen Proben, müssen die Ursachen in einer ursprünglichen Armut des Biotops oder großer Einfüllungsgewindigkeit gesucht werden.

Die Proben der Grube 3, Fläche 6, des Ackers Lang stehen durch ihre außerordentliche Molluskenarmut sogar noch in einem scharfen Gegensatz zu den Proben aus den übrigen Wohngruben. Sie lieferten insgesamt nur 6 bestimmbare Schalen. Dies legt die Vermutung nahe, daß diese Wohngrube auf einer Fläche angelegt wurde, die durch Abhub der obersten Schicht der Pflanzendecke beraubt war und in diesem Zustand auch nach Aufgabe der Wohngrube blieb, bis sie bis zu 1,15 m unter der heutigen Oberfläche aufgefüllt war. Die Einfüllung der untersten 60 cm muß sich daher außerordentlich schnell vollzogen haben, wahrscheinlich sogar vom Menschen ausgeführt worden sein. Man könnte sich denken, daß diese Wohngrube (und vielleicht auch noch die anderen in unmittelbarer Nähe liegenden) nur benutzt wurden, solange der Halsgraben ausgehoben wurde.

	I	II	III	IV	VI	VII	IX
	<i>Caec. acicula</i>	<i>Trut. hisp.</i> <i>Vall. pulch.</i> <i>Vert. pygm.</i> <i>Coccol. tubr.</i>	<i>Hel. cand.</i> <i>Fu. strig.</i> <i>Ab. frum.</i> <i>Pap. musc.</i> <i>Pap. bigr.</i> <i>Tr. cyl.</i>	<i>Vall. cost.</i>	<i>Hel. obvol.</i> <i>Isogn. isogn.</i> <i>L. plicatula</i> <i>Ac. acul.</i> <i>O. dolium</i>	<i>Cl. parv.</i> <i>P. elegans</i>	<i>Car. min.</i>
Acker	1	5	2 1 3	—	1 1	—	—
Knöbel	—	—	—	8	—	—	—
Fläche 2	—	1 3	—	7	—	1 5	—
Grube 3	1	1 1	1	7	—	5	1 18
Acker	1	3	—	3	—	—	—
Moll	16	3	1 2 3	—	—	3	—
	—	1	1	—	1	—	—
Acker Lang	—	1	1	—	—	—	—
Fl. 6, Gr. 3	—	—	—	—	—	—	—
Gesamtzahl	19	25	26	25	5	32	1

Tabelle 7. Die Molluskenbestände der Wohngruben.

Die übrigen untersuchten Wohngruben haben etwas größere Mengen bestimmbarer Schnefenschalen geliefert, die höheren Schichten mehr als die tieferen. Es ist ganz selbstverständlich, daß in unmittelbarer Umgebung der Hütten nur verhältnismäßig wenige Mollusken gelebt haben können, solange sie bewohnt waren. Wenn aber auch die ganz kleinen Arten, etwa die *Vallonia*- oder *Pupilla*-arten und *Carychium*, die nur kleine Lebensräume beanspruchen und da, wo sie günstige Lebensbedingungen finden, meist in großer Anzahl vorkommen, in diesen Grubenfüllungen nicht häufig oder spärlich sind, muß die Einfüllungs geschwindigkeit im allgemeinen sehr groß gewesen sein. Dies hat sich in einem Fall (Grube 2, Fl. 2, Acker Moll), wo eine Lage von hellem, kaum verlehntem Löss sich zwischen zwei dunkler gefärbte Kulturschichten einschaltet, schon aus dem petrographischen Befund ergeben. Hier ist ein Teil der Grubenwand eingestürzt, während die Herdgrube noch benützt wurde. Auch bei den übrigen Gruben muß die Zufüllung nach ihrer Auffassung rasch erfolgt sein; diese Tatsache findet in der Steilheit der Wände eine völlig ausreichende Erklärung.

Aufschlußreicher ist der Artbestand der Grubenfüllungen. Wir sehen dabei wieder ab von *Caecilioides acicula*, den Limacidenplättchen und den Ubiquisten. (*Caecilioides* ist häufig nur in der aus geringer Tiefe entnommenen Probe „Acker Moll“, Fl. 2, Gr. 2 [0,45 – 0,65 m], in die sie sicher von der Oberfläche her eingedrungen ist.)

Unsere Zusammenstellung lehrt, daß die xerothermen Arten zusammen mit trockenheitsliebenden Arten (*Vall. costata*) bei weitem den Hauptbestand ausmachen; dann folgen die wärmeliebende Gebüschschnecke *Pomatias elegans* und schließlich in weitem Abstand die Waldbewohner. Die feuchtigkeitsliebende Art *Carychium* ist nur einmal in einem Exemplar vertreten. Die außerordentlich geringe Arten- und Individuenzahl der Waldschnecken läßt deutlich erkennen, daß Wald auf der Höhe des Berges nicht gestanden haben kann in der Zeit, in der sie vom Neolithiker bewohnt war. Es ist selbstverständlich, daß er den Wald zum Bau der Hütten, zur Gewinnung von Brennholz und zur Herstellung freier Sicht gerodet hat. Was in die Füllung der Gruben hineingeraten ist, mag aus der Zeit vor der Rodung in den oberflächlichen Bodenschichten gesteckt haben oder zum Teil auch mit Brennholz oder Laubstreu aus dem Wald hierher verschleppt worden sein. Das relativ häufige Vorkommen der Xerothermen aber lehrt, daß das Plateau nicht völlig vegetationslos war, daß um die Hütten ein allerdings nicht sehr üppiger Graswuchs gestanden haben muß. Dies deutet aber auf eine verhältnismäßig dünne Besiedelung der Hochfläche, vielleicht auch darauf hin, daß sie nur kurze Zeit hindurch oder in großen Zeitabständen, also nur gelegentlich besiedelt war. Zum Charakter der Siedelung, die ja lediglich eine Fliehburg darstellt, würden diese Feststellungen sehr gut passen. Daß *Pomatias elegans* ebenfalls relativ häufig ist, darf nicht unbedingt damit begründet werden, daß in der Nähe der Hütten noch Gebüsch gestanden habe. Im Kaiserstuhl und am Tuniberg läßt sich an vielen Stellen beobachten, daß diese Art sich nach der Rodung des Gebüsches noch längere Zeit an grasigen Stellen halten kann. Der Artenbestand stimmt mit dem der tiefsten Stelle des Halsgrabens durchaus überein. *Helicella candidula*, die in der Grabenfüllung erst in Schicht I auftritt, findet sich bereits in den neo-

lithischen Grabenfüllungen der Siedelung. Sie gehört also mit zur neolithischen Molluskenfauna.

Pupilla bigranata, die im Halsgraben nur einmal gefunden wurde, ist auf der Siedelungsfläche naturgemäß häufiger.

IV. Über die Entwicklung der Molluskenfauna des Tunibergs seit dem Neolithikum.

Von den in Tabelle 2 genannten 44 Molluskenarten besiedeln heute zwei den Tuniberg nicht mehr. Es sind dies *Isognomostoma isognomostoma* und *Orcula doliolum*. Die erstgenannte, eine feuchtigkeitsliebende Waldschnecke, ist in den drei Schichten f, g, h und nochmals viel weiter oben in c' vertreten. Das letzte Vorkommen ist, ähnlich wie das von *Helicodonta obvoluta* in a darauf zurückzuführen, daß Material älterer Schichten angeschnitten und jüngeren Schichten zugeführt worden ist, denn während der Ablagerungszeit a—d war der Wald bereits verschwunden. *Isognomostoma isognomostoma* fehlt heute dem Kaiserstuhl und nach meinen bisherigen Feststellungen auch dem Tuniberg, der überhaupt keinen Wald mehr trägt. (Einige kleine Akaziengehölze, die erst in neuerer Zeit entstanden sind, können nicht als Wald gelten.) *Isognomostoma* ist auch in der neolithischen Kulturschicht von der Luschtelgasse bei Oberrotweil aufgetreten, hat sich aber dort in höheren Schichten nicht mehr gezeigt. (Lais 1934.) Unser Befund von Münzingen lehrt, daß sie noch bis in die Zeit h (also vielleicht in die Latènezeit) hineinreicht, dann aber erlischt. Ähnliches gilt für *Orcula doliolum*, die im Halsgraben in den Schichten m bis e vertreten ist und heute dem Tuniberg und Kaiserstuhl ebenfalls fehlt. Sie hatte im Neolithikum und noch etwas später eine viel größere Verbreitung als heute. Sie gehört zum Molluskenbestand der neolithischen Schichten in der Luschtelgasse und eines bei Königshaffhausen im Frühjahr 1934 aufgedeckten Gräberfeldes. Sie lebt heute nur noch in einzelnen Waldstücken der westlichen Rheinebene zwischen Tuniberg und Rhein. Von den einstigen Waldformen sind natürlich mit der Rodung des Waldes auf dem „Berg“ eine ganze Anzahl erloschen, sie leben aber im Gebüsch der Hohlwege an anderen Stellen des Tunibergs und in den Wäldern des Kaiserstuhls heute noch. Stratigraphische Bedeutung kommt ihnen daher nicht zu.

Von den perothermen Arten sind *Abida frumentum*, *Helicella ericetorum*, *Zebrina detrita*, *Truncatellina cylindrica* und *Euomphalia strigella* auf dem „Berg“ in neolithischer Zeit oder bald danach bereits vorhanden, genau wie in der Luschtelgasse. Dazu kommt noch eine weitere Art, über deren Einwanderungszeit bisher nichts bekannt gewesen war: *Pupilla bigranata* (in Schicht l'); sie fehlt heute dem badischen Oberrheingebiet, ist aber im Elsaß angeblich festgestellt. — Daß *Helicella candidula* älteren Schichten des Grabens fehlt, ist Zufall: auf der Hochfläche südlich des Grabens erscheint sie schon in neolithischen Schichten. *Caecilioides acicula* fehlt den tieferen Schichten des Grabens ebenfalls; sie tritt erstmals in Schicht i' auf. Da sie auf Wurmgängen und den röhrenförmigen Kanälen, die verfaulte Wurzeln hinterlassen, oft tief in die Erde hineinkriecht, darf nicht angenommen werden, daß sie in Schicht i' die Höhe des Tuniberges bereits besiedelt hätte. Ihr

erstes Auftreten ist wohl erst in die Schicht g oder f zu setzen. Damit deckt sich das an der Luschtelgasse festgestellte Verhalten. Die blinde Bodenschnecke erreicht das Maximum ihrer Entwicklung erst in den Schichten e und b.

III. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Die Untersuchung des Grabeninhalts hat folgende Nachweise erbracht:

1. Der Halsgraben ist allmählich durch Einschwemmung von Lössmaterial von seinen Rändern her und durch Einwehung von Staub zugefüllt worden.
2. Die Einfüllung erfolgte unabhängig vom Grabenprofil zuerst langsam, dann schnell, dann wieder langsam. Daraus ergibt sich eine starke Vermehrung der Niederschläge für die Zeit h.
3. Es war möglich, durch das Grabenprofil Isochronen zu legen, die nur in einem Fall in der Grabenfüllung unmittelbar sichtbar waren.
4. In neolithischer und nachneolithischer Zeit war das Südende des Tunibergs von der Ebene bis zu seinem Rücken mit lichten Buschwald bestanden, der auch Xerothermen das Dasein ermöglichte. Der Wald erreichte in der Zeit h (Latènezeit) das Maximum seiner Entwicklung. In die Zeit e fällt seine Rodung durch den Menschen. Nachher setzt eine überaus kraftvolle Entfaltung der Xerothermen ein.
5. Für den Klimaablauf ergibt sich ein gewisser Vorstoß starker Niederschläge von l nach h; ihr Maximum fällt in die Zeit h. Er ist nicht von kühleren Temperaturen begleitet, sondern hatte ausgesprochen atlantischen Charakter.
6. Die durchschnittliche Einfüllungsgeschwindigkeit hält sich in den gleichen Grenzen wie im Lössgebiet des Kaiserstuhls. Darüber hinaus konnte mit völliger Sicherheit ermittelt werden, daß der Wald in der Nähe des Grabens in merowingischer Zeit gerodet wurde.
7. Der sogenannte Vorgraben ist viel jünger als der Halsgraben. Er ist in der Zeit nach der Rodung des Waldes ausgehoben worden.
8. Die sogenannten „hufeisenförmigen Verfärbungen“ sind etwa gleichzeitig mit dem Halsgraben ausgehoben worden. Sie sind zunächst von selbst zugefallen, später vom Menschen zugefüllt werden.
9. Die untersuchten Wohngruben sind rasch zugefallen. Als sie aufgegeben worden waren, kann auf der Hochfläche in ihrer Nähe kein Wald mehr bestanden haben. Die Molluskenbestände deuten auf dürftigen Graswuchs, nicht aber auf unbedeckten Boden.
10. Die Schlüsse über die Einwanderungszeit und das Erlöschen der Mollusken, die ich aus meinen früheren Untersuchungen gezogen hatte, wurden in vollem Umfange bestätigt. Für das Erlöschen der beiden Arten *Isognomostona isognomostona* und *Orcula doliolum* ergaben sich kleine Verschiebungen nach oben.

Die Untersuchung der petrographischen Zusammensetzung und des faunistischen Inhalts der Füllmassen in den neolithischen Anlagen „auf dem Berg“ hat sich demnach in vieler Hinsicht als aufschlußreich erwiesen. Insbesondere konnte gezeigt werden, daß die hier zum erstenmal angewendete quantitative

Bestimmung des Molluskeninhaltes ein einfaches Mittel zur Beurteilung der Geschwindigkeit, mit der sich durch den Menschen geschaffene Bodenvertiefungen ausfüllen, und damit einen Maßstab für den wechselnden Gang der Niederschläge darstellt, vorausgesetzt, daß der Mensch nicht an der Ausfüllung beteiligt ist. Darüber hinaus ergänzen unsere Untersuchungen das Bild der archäologischen Ergebnisse. Sie lassen vor allem auch wesentliche Teile des Landschaftshintergrundes erkennen, vor dem sich das Leben des Neolithikers „auf dem Berg“ abgespielt hat.

Benutzte Schriften.

Fundschau 1934/35. Badische Fundberichte 3, 1936.

Lais R.: Beiträge zur Kenntnis der badischen Molluskenfauna, II. Beiträge z. naturw. Erforschung Badens, H. 2/3, 1929.

- Die postglazialen Sedimente einer Höhle am Isteiner Klog in Baden. Fortschr. d. Geol. und Paläont. 11, H. 36, 1932 a.
- Funde der spätesten Bronzezeit vom Winzerkeller bei Acharren am Kaiserstuhl. Bad. Fundber. 2, 1932 b.
- Diluvium und Alluvium. Die Mollusken. In Lais, Litzelmann, Müller usw.: Der Kaiserstuhl, 1933.
- Eine postglaziale Schichtenfolge von Oberrotweil a. R. Bad. Geol. Abhandlungen 6, H. 2, 1934.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Lais Robert

Artikel/Article: [Nachneolithische Ablagerungen "auf dem Berg" bei Munzingen am Tuniberg \(Breisgau\) 174-216](#)