

Löss und Paläoböden der letzten Kaltzeit im mediterranen Raum

VON KARL BRUNNACKER, Köln

Mit 10 Abbildungen und 3 Tabellen

Zusammenfassung. Vorkommen und Aufbau von Lößprofilen des mediterranen Raumes werden besprochen und als Klimaindikatoren der letzten Kaltzeit interpretiert. Mangels sicherer stratigraphischer Marken wird dabei vom mitteleuropäischen Periglazialbereich schrittweise gegen Süden vorgegangen.

Die durch Winterregen gekennzeichnete Zone hat während der letzten Kaltzeit ihre Lage nicht verändert. Refugien für die gemäßigt-warme mitteleuropäische Flora und Fauna sind nächst ihrer Nordgrenze in Südosteuropa erfaßt (Neretva-Tal).

Der für den mediterranen Raum charakteristische Deluviallöß und die im einzelnen noch nicht eindeutig definierten Paläoböden fügen sich trotz vieler Unsicherheiten in einen großregionalen Rahmen. Derselbe ist durch Übergangsstellung zu wärmeren und arideren Bereichen gekennzeichnet. Dabei muß im gesamten Raum mit erheblicher Temperaturabsenkung während der Kaltzeit gegenüber heutigen Bedingungen gerechnet werden. Im einzelnen wirken sich jedoch klimatische Schwellenwerte auf die Ausbildung der Profile aus. Stufenweise vereinfacht sich dabei gegen trockeneren Bereiche hin der Profilaufbau, indem die zwischengeschalteten kaltzeitlichen Paläoböden Merkmale schwächerer Ausprägung zeigen, an Zahl abnehmen (von maximal drei Böden) und schließlich ausfallen. Zugleich mehren sich die Hinweise auf Verspülungen im Löß (Deluviallöß).

Die regionalen Differenzierungen in der Profilausbildung stehen mit rezenten Klimadaten in Beziehung. Dies entspricht den Feststellungen in Mitteleuropa. Im mediterranen Raum ist allerdings an die Stelle der Niederschlagswerte die Zahl der heutigen Dürremonate als Maßstab zu setzen. So ist auch die Südgrenze des mediterranen Lösses eine Trockenheitsgrenze, die etwa dem Verlauf der heutigen 150-mm-Niederschlagslinie folgt.

Im zeitlichen Ablauf lassen überdies Löß wie eingeschaltete Böden eine Grundentwicklung von feuchter zu trockener innerhalb der letzten Kaltzeit erkennen. Ferner deuten sich lokal gegen Ende der Kaltzeit wieder etwas humidere Verhältnisse an. Diese Zeiten waren mit intensiverer pedogener Wirkung verbunden. Eine zeitlich-räumliche Verschiebung der über die Paläoböden ausgewiesenen humideren Abschnitte aus den Warmzeiten Mitteleuropas vor allem gegen den südlicheren mediterranen Bereich in den Beginn sowie in den Ausgang der Kaltzeit hinein kompliziert den Überblick, zumal auch diese Böden gegen aridere Räume hin schwächere Ausprägung zeigen. Allerhöchstens diese „Übergangszeiten“ können als Pluvialzeiten früherer Vorstellungen interpretiert werden.

Summary. Deposits and structure of loess profiles from the mediterranean region are discussed and interpreted as climate indicators of the last glacial period. For want of precise stratigraphic points we move step by step from the middle-European peri-glacial-region to the south.

The zone, characterized by winter rain, has not changed during the last glacial period. Near by the northern border of that zone in the south-east of Europe relics for the temperate warm middle-European flora and fauna have been recorded. (The Valley of Neretva.)

The deluvial loess, which is characteristic for the mediterranean region, and the palaeo-grounds, not yet clearly defined, adapt to a large regional border in spite of numerous deviations. This border is characterized by a transitional state towards warmer and more arid spheres. In the whole area considerable falls of temperature during the glacial period must be taken into account, compared with present conditions. Nevertheless, climatic marginal values are in detail affecting the formation of the profiles. The profile-structure is hereby successively simplifying towards more arid regions, while the intercalated palaeo-grounds from the glacial period are indicating diminished formations. The number of these grounds is decreasing (from a maximum of three grounds) to complete leaving out. At the same time the indications for dislocation in the deluvial loess are increasing.

The regional differentiations of the profile-formations are relating to recent climate-dates. This fact corresponds to the observations in the middle-Europe. In the mediterranean region the moisture-dates should of course be replaced by the number of the present aridity-months in order to get the proportion. In the same way the southern border of the mediterranean loess is an aridity-border, approximately following the course of the present 150 mm moisture-line.

Moreover, in the process of time loess as well as intercalated grounds are showing a development from moisture to aridity during the last glacial period. Towards the end of the glacial period a local increasing of humidity can be observed. These periods were related to a more intensified pedogene effect. A complicating condition to the survey is a temporal and spatial dislocation over the palaeo-grounds by more humid parts from the warmer periods in middle-Europe, above all towards the southern mediterranean region at the beginning as well as at the end of the glacial period. Especially since these grounds are showing a diminished formation towards more arid regions. Only the above transitional states can be interpreted as pluvial periods like former conceptions.

1. Vorbemerkungen

Untersuchungen über Löß-Vorkommen haben im mediterranen Bereich ein West-Ost-Profil von Südspanien bis Zentralanatolien erfaßt. Eine Bereisung in Tunesien brachte Ergänzungen gegen Süden (vgl. Abb. 1). Veröffentlicht sind bisher typische Einzelprofile:

Südostspanien: BRUNNACKER & LOŽEK (1969),

Jugoslawien: BRUNNACKER & BASLER (1967), BRUNNACKER, BASLER, LOŽEK, BEUG & ALTEMÜLLER (1969),

Griechenland: BRUNNACKER, ALTEMÜLLER & BEUG (1969),

Tunesien: BRUNNACKER (1973),

sowie ein erster Überblick (BRUNNACKER 1969).

Weitere Beobachtungen liegen über Löss aus Anatolien und in Griechenland aus der Umgebung von Xanthi vor. Sie werden durch L. FAUGÈRES auf den Raum südlich Kitros und durch R. PAEPE auf den Bereich um Athen (mündl. Mitteilung) ausgedehnt. Ferner bringen ROHDENBURG & SABELBERG (1969 a) neue Interpretationen zu Angaben aus der Gegend um Barcelona (z. B. VIRGILI & ZAMARRENO 1957).

Solches Vorhaben steht in einem größeren Rahmen, der neuerdings von mehreren Fachgebieten zur letzteiszeitlichen Klimageschichte der mediterranen Zone gespannt wird. Vor allem lassen sich aus Pollenprofilen (z. B. WIJMSTRA 1969) weittragende Konsequenzen ableiten, so durch FRENZEL (1967), BEUG (1967), v. D. HAMMEN et al. (1971). Überdies liegen Untersuchungen zur eiszeitlichen Schneegrenze durch MESSERLI (1967) und zur Morphogenese und Paläopedologie durch ROHDENBURG & SABELBERG (1969 a u. b) sowie ROHDENBURG (1970) vor. Die aufgezählten Arbeiten kommen zumindest für den Höhepunkt der letzten Eiszeit zu einem Ergebnis, wonach im mediterranen Raum relativ trockenes Klima geherrscht hat, vorwiegend mit Waldsteppen und Steppen. Dazu werden z. T. außerdem (z. B. BRUNNACKER 1969) oder allein (z. B. BUTZER 1964 a) erheblich abgesenkte Temperaturen unterstellt.

Wie tiefgreifend der Unterschied zur früheren Meinung ist, zeigt ein Vergleich mit der konventionellen Darstellung von KAISER (1967). Diese wiederum führt Gedanken von BÜDEL (1951) aus einer Zeit weiter, in welcher der Forschungsstand ein sich der heutigen Meinung näherndes Bild ganz einfach nicht erlaubt hat. Erstmals durch FIRBAS (1964) zeichnet sich nämlich die Problematik wenigstens im Hinblick auf die Florenrefugien etwas deutlicher ab.

Dieser Beitrag sollte keinesfalls als Versuch einer Klimageschichte auf breiterer Basis gewertet werden. Dafür liegt einmal im Umkreis des östlichen Mittelmeeres ein sehr eingehendes, wenn auch zu abweichenden Ergebnissen führendes Referat seitens FARRAND (1971) vor. Zum anderen können manche Beobachtungen nicht voll genutzt werden, weil eine synoptische Betrachtung, ausgehend von den interessierenden Fragen der Pedogenese, der mechanischen Verwitterung und der Lößbildung, die Zuordnung in eine diskutabile Feinstratigraphie vorbedingt. Solche Details mangeln im mediterranen Bereich weitgehend.

Vielen Kollegen und Freunden danke ich für Hinweise und Hilfe mannigfaltigster Art wie für die Behandlung von Spezialfragen. Insbesondere gilt dies für die Herren ALTEMÜLLER, BASLER, BEUG, BRINKMANN, BUTZER, FARRAND, FAUGÈRES, FINK, FRENZEL, v. FREYBERG, GÜNER, HÄDRICH, LOŽEK, LUCIUS, MÜLLER-BECK, PAEPE, PFANNENSTIEL, STREBEL und WIPPERN. Gleicher Dank gilt meiner Frau, die im Gelände tatkräftig mitgeholfen hat. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat die Untersuchungen anfänglich unterstützt.

2. Bauelemente jungquartärer Deckschichten

Die allzulang überbetonte Periglazialforschung hat hinsichtlich des Lösses kaum berücksichtigt, daß dieses Gestein weit südlich Mitteleuropas, in Nordafrika, vertreten ist (vgl. RATHJENS 1928, SCHEIDIG 1934, SCHWEGLER 1944). Verständlicher wird das durch die dort vorherrschende Überlieferung des Lösses in kleinen bis kleinsten Inseln, die leicht übersehen werden.

Ein Kapitel besonderer Art stellen die im mediterranen Raum dem Löß, aber auch anderen Decken zwischengeschalteten Paläoböden dar. Deren Genese läßt sich nicht allein mit solchen Feldmethoden der Pedologie aufrollen, wie sie vor etwa zwei Jahrzehnten in Mitteleuropa die Lößforschung erneut in Gang zu bringen vermochten.

Da Löss überall in engstem Verband mit Gehängebildungen stehen, sind die wechselseitigen Beziehungen, in die sich selbstverständlich auch Paläoböden einfügen, im mediterranen Raum genauso bedeutsam wie im eiszeitlich-periglazialen Bereich.

2.1 Gehängeschutt

Vorzeitliche Gehängeschutte bilden als Spülsedimente gleichsam die südliche Fortsetzung der Fließerden (i.w.S.). Die Grenze zwischen beiden Gliedern fällt etwa mit der Nordgrenze der heutigen mediterranen Zone zusammen. Im Süden endet das weitflächige Vorkommen solchen Gehänge-Spülschutt auf Höhe des westtunesischen Berglandes.

Beim mediterranen Spülschutt ist generell zwischen einem steileren Lieferbereich und einem flacheren Akkumulationsbereich zu unterscheiden. Am Unterhang kann die Akkumulation ausfallen und durch ein Areal ersetzt sein, über welches der Schutt hinwegtransportiert wurde. In niederschlagsreicheren Gebieten sind beide Hangteile durch einen ausgeprägten Geländeknick voneinander abgesetzt. In etwas trockeneren Gebieten wird hingegen ein allmählicher Übergang im Hanggefälle mit schleppenartigem Verlauf der Oberfläche angetroffen, wie ihn WICHE (1964) beschreibt. Wenngleich dafür Verwitterung und Materialtransport durch abspülendes Wasser unter eiszeitlichen Bedingungen maßgebend sind, so schließen diese selbstverständlich murenartige Bewegungen oder Gekrieche keinesfalls aus.

Der fossile verspülte Schutt ist desto besser sortiert, eingeregelt und geschichtet sowie kleinstückiger, je niederschlagsreicher das Gebiet heute ist. Dabei ist bei Kalken zunehmend Neigung zur Bildung von Brekzien vorhanden:

sehr feucht (Adria)	mäßig feucht (Adria, Spanien)	relativ trocken (SE-Spanien, Anatolien, westtunesisches Bergland)
Spülbrekzie	Spülschutt, z. T. mit Beimengungen von Deluviallöß	
Knick zwischen Produktionshang und Akkumulationsbereich		ausgeglichener, schleppenartiger Übergang des Hanges

Weitere regionale Unterschiede sind insofern vorhanden, als z. B. entlang der Adria-Küste Jugoslawiens die Untergrenze des den Schutt liefernden Hangteiles gegen Süden allmählich ansteigt. In gleicher Weise steigt die Untergrenze weitflächiger Schuttdecken gegen das südlichere Anatolien an, z. B. bei Split noch in Meeresnähe, bei Dubrovnik und

Negotino in 200—300 m NN, bei Kavalla und Bolu in 350—400 m NN, auf der Südseite des Taurus in 600—700 m NN. Im trockeneren Südostspanien lieferten hingegen selbst Höhen von nur wenigen hundert Metern Schuttdecken.

Grundsätzlich war in der mediterranen Zone genau wie in der periglazialen die Bereitstellung des Schuttes Ergebnis intensiverer Frostverwitterung. Hinweise auf kräftige fossile Frosteinwirkung wurden erst im südlicheren Tunesien nicht mehr angetroffen.

Die Verbreitung dieser durch Verspülung (wie sie auch heute typisch ist) gekennzeichneten Schutfazies spricht für relativ stabile Lage der Nordgrenze der mediterranen Zone im jüngeren Quartär. Darüber hinaus deuten die Beziehungen zu Niederschlagswerten an, daß sich — ähnlich wie nördlich der Alpen — regionale Unterschiede während der (letzten) Kaltzeit irgendwie in einer der heutigen Verteilung analogen Weise ausgewirkt haben.

Im Süden schloß hingegen an die eiszeitlich-mediterrane Zone ein Bereich an, der heute durch Trockensteppen bis Wüsten mit Niederschlag in zunehmend unregelmäßigerer Verteilung gekennzeichnet ist. Als Hinweis auf die Wirkung des Eiszeitklimas, die sich hier wohl kaum grundsätzlich, sondern nur graduell von heutigen Vorgängen abhebt, können ebenfalls die Geländeformen herangezogen werden: Der Geländeknick liegt am Fuß der Berge zu einer Flachlandschaft. Die allgemein steileren Gehänge sind ziemlich frei von einer Schutthülle.

2.2 Löß

Löß kommt in südlicheren Breiten primär oder sekundär verursacht nur begrenzt vor. Hinweise auf Verspülung nehmen gegen trockenere Räume zu. Insgesamt überwiegt damit der Deluviallöß. Nicht seltener Schwemmlöß als Endglied dieser Deluvialfazies stammt allerdings nur teils aus der Zeit der Lößanwehung, teils stammt er aus späteren Zeiten bis hin zur Gegenwart. Bei dem aus ariden Gegenden erwähnten rezenten Lößstaub ist es schwierig, remobilisiertes Lößmaterial von primärem, neuem Löß zu unterscheiden. Interessant ist dabei die Feststellung von YAALON (1969), wonach der Auswehung eine fluviale Umlagerung und damit Vorsortierung der in Wüsten freigewitterten feinkörnigen Bestandteile vorangeht.

In Südostspanien und in Tunesien beginnt der Löß dort auszufallen, wo heute weniger als etwa 150 mm Niederschlag/Jahr fallen. Andererseits fehlt Löß in humiden, maritim getönten Bereichen auch dann, wenn für die Auswehung geeignete, breite Talzüge zur Verfügung gestanden haben. Während z. B. am oberen Guadalquivir Löß vorkommt, mangelt er längs der unteren Laufstrecke etwa ab Cordoba. Hinzu kommt eine von Westen nach Osten ansteigende Höhenbegrenzung des Lösses. Sie liegt in Südostspanien bei 1000 m NN, wobei insofern eine Stufung zu erkennen ist, als in Hochlagen (ab 650 m NN) feuchtere Varianten verbreitet sind. Im südlichen anatolischen Hochland liegt die Grenze bei 1200 m NN.

Abgesehen von den durch zu starke Verspülung geprägten Bildungen lassen sich die mediterranen Lössen durchaus mit solchen der periglazialen Zone vergleichen: Im Gelände ist gute Standfestigkeit zu konstatieren. Doch dürfte sie durch das oft einen Großteil des Jahres überspannende trockenere Klima vorgetäuscht werden; denn beim Schlämmen lösen sich die Proben viel rascher in Einzelkörner auf als beim Periglazial-Löß. Weiter zeigt sich, abgesehen vom Neretva-Tal, daß dem Mediterran-Löß Rhizosolenien als Kalkumkleidung dünner Wurzelröhrchen fehlen. Andererseits deuten die Kalkumhüllungen im Löß an der Neretva auf kräftigere Wurzelbilder. In diesem durch besonders hohe winterliche Niederschlagsmengen ausgezeichneten Tal sind übrigens im Löß auch Hinweise auf Durchwaschung rezenter Pollen vorhanden.

In der Regel sind im Deluviallöß Molluskenreste ziemlich selten, oder sie sind wegen der Verspülung in Bruchstücken überliefert.

Neben und unabhängig von den Verspülungen sind weitere aquatische Einwirkungen während der Staub-Ablagerung vorhanden. Sie können örtlich bis zur Sumpflöß-Subfazies mit periglazialer Molluskenfauna hin reichen (BRUNNACKER & LOŽEK 1969). Solches durch Nässe geprägtes Material findet sich in einem Gebiet östlich und nördlich von Granada, wo extrem kalkreicher Deluviallöß durch schwache graue und rostfarbene Fleckung andeutungsweise Merkmale zeigt, die an sich für den Staublehm kennzeichnend sind.

Schon in Südfrankreich ab Lyon und bei Zadar an der Adria sind Spülschutt-Einlagerungen im Löß nicht selten. Gegen aridere Gebiete hin mehrten sich Fremdanteile bis zum Spülschutt mit Lößbeteiligung. Andererseits sind an der unteren Neretva, bei Tarragona und Barcelona sowie in Nordgriechenland und Nordanatolien verhältnismäßig normal ausgebildete Lössе vorhanden. Ebenso sind die Lössе an der Südgrenze ihrer Verbreitung bisweilen, bedingt durch die dort vorherrschenden Geländeformen, etwas ärmer an Schutt-komponenten. Bezeichnend sind dann auch Molluskenfaunen etwas besser überliefert.

Primäre Löß-Vorkommen sind an die Nachbarschaft von Flußtäälern gebunden, z. B. Ebro, Neretva, Aliakmon, oder sie ummanteln in lückiger Form größere Gebirgsmassive, z. B. Sierra Nevada. In Nordafrika und im vorderen Orient stammt überdies ein größerer Anteil aus Wüsten, wie bei Matmata (und in Libyen). Entsprechende Lager sind außerdem von Palmyra (WOLFAHRT 1967) und Bersheba (RANGE 1925, SCHEIDIG 1934, RAVIKOVITSCH 1953) sowie Jordanien (BRUNNACKER 1970 d) gemeldet. Steht keine der angeführten Lieferquellen zur Verfügung, so fehlt im allgemeinen Löß von vornherein; denn fast überall, wo in den angeführten Räumen einschlägige Untersuchungen vorliegen, hat sich gezeigt, daß die Verwehung in der Regel kaum über einige Zehner von Kilometern hinausgegangen ist.

Selbstverständlich spielt die Geländesituation bezüglich der deluvialen Einflüsse eine erhebliche Rolle. Bedeutsam ist ferner der hygrische Faktor, der im periglazialen Raum bei Ton- bzw. Sanduntergrund deutlich wird: Absatz des Staubes macht noch keinen Löß. Der Staub kann immer wieder erneut aufgenommen werden, bis er an einen Ort geeigneter Ablagerungsbedingungen gelangt. Dies gilt für die Nord- wie die Südgrenze des Lösses. Gegen beide Grenzen hin können dann selbstverständlich von den Ausweichgebieten her wesentlich weitere Transportstrecken bewältigt worden sein als angegeben. Damit sehen wir in der Nordgrenze der periglazialen Lößverbreitung eine thermische Grenze, bis zu einem gewissen Grad ebenso in der Höhenbegrenzung. Die Grenze gegen heute wie

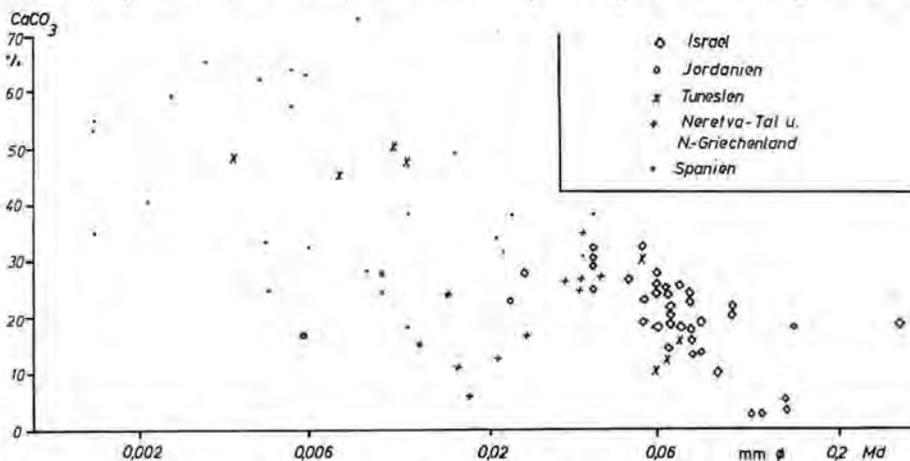


Abb. 2. Beziehungen zwischen Körnung und Kalkgehalt mediterraner Lössе und verwandter Bildungen (eigene Untersuchungen und Angaben von RAVIKOVITSCH [1953] für Israel).

ehedem aridere Zonen wird hingegen durch den hygrischen Faktor bestimmt. Die Grenzen wurden über die Vegetation und damit über die Ablagerungsmöglichkeiten des Staubes wirksam. In allen humiden Bereichen war hingegen die Auswehung gehemmt.

In mediterranen Deluviallössen zeigen sich bezüglich Kalkgehalt und Körnung manche Unterschiede insbesondere dann deutlicher, wenn die Anteile über 0,2 mm ϕ als deluviale Fremdkomponenten außer Betracht bleiben (Abb. 2):

Die Kalkgehalte schwanken weit stärker als im periglazialen Löß. Einfluß spezifischer Liefergebiete ist dabei unverkennbar. Die geringsten Kalkgehalte stammen in Nordafrika aus Löss der Grenzzone zur Wüste (Tunesien: 10—15 % Kalk). Etwas höhere Gehalte treten in Lössen nächst den Tälern auf (z. B. Tarragona: um 30 % Kalk). Die aus Hochlagen der Gebirge kommenden Lössen geben den Charakter der dort anstehenden Gesteine, vorwiegend Karbonatgesteine, wieder (bis 70 % Kalk).

Deutlich gröber sind in Nordafrika die Lössen nächst der Wüste, worauf RATHJENS (1938) hingewiesen hat. Aus dieser Grenzzone sind aber auch Körnungsübergänge von Flugsand zu Löß beschrieben (z. B. RAVIKOVITSCH 1953). Auffallend grob ist ferner der Löß des Neretva-Tales. Wie Abb. 2 zeigt, nimmt der Kalkgehalt mit der Feinkörnigkeit des Materials zu, zumal für die Kornzerkleinerung Kalkteilchen besonders anfällig sind. Eine Ausnahme scheint der Löß von Kitros zu machen; denn trotz feiner Körnung (Md um 0,02 mm ϕ) liegen die Kalkgehalte recht niedrig

Typ	Horizont	Körnung mm ϕ (%)			CaCO ₃ %	Humus %	Lokalität
		<0,002	0,002 - 0,06	0,06 - 2			
Parabraunerde (R/W - Interglazial)	Al	24	68	8	(0,2)	0,5	Kitzingen
	Bt	42	53	5	(0,3)	0,4	
	C	22	69	9	17	0,8	
Brauner Verwitterungshorizont	Bv	28	65	7	(2)		..
	C	23	68	9	19		
Braunlehm (Boden Nr. 2)	Bv	48	44	8	(7)		Kitros
	C	28	77	5	11		
Terra fuscaartiger Boden (Boden Nr. 4)	Bv	39	56	5	(4)		Hodgina
	C	11	79	10	35		
Kalkbraunerde u. Kalkvege (Boden Nr. 6 u. 7)	CB	13,5	41	45,5	14	1,3	Gabes
	Cc	20	34	46	12	0,9	
	CB	24	41	35	(36)	2,1	Matmata
	C	18	30	52	12	0,8	
	CB	40	38	21	46	2,3	Le Kef
	C	38	26	27	48	2,3	
	CB	52	44	4	53		Granada
	C	36	61	3	66		
Tirsoider Boden (Frühwürm) (Boden Nr. 5)	Ah	40	48	12	(2)		Kärlich
	Ah	27	65	8	(0,4)	0,8	
	Ah	35	55	10	(1)		Kitzingen
	Ah	8	59	33	25	1,5	
Gipsschwarzerde	Ah	48	46	6	(6)	1,7	Iphofen

T. 1. Analysen von Paläoböden und deren Ausgangssubstrat (C = Löß).

(5—15 % Kalk). Hier ist die Anreicherung feinerer Teilchen Folge beginnender bis weiter vorgeschrittener Entkalkung. Innerhalb der Einzelgebiete nimmt ferner generell der Schluffgehalt zusammen mit dem Kalkgehalt zugunsten des Tongehaltes ab (BRUNNACKER & LOŽEK 1969).

Weitere graduelle Unterschiede sind durch das Verhalten der O- und C-Isotope der Karbonate gegeben. (Über deren Untersuchung wird im einzelnen an anderer Stelle berichtet.) Wie u. a. Tab. 1 zeigt, scheinen sich sogar über den Humusgehalt des Lösses gewisse Differenzierungen abzuzeichnen; denn die Humusgehalte liegen in den etwas feuchteren Deluviallössen Westtunesiens höher als in den trockeneren Deluviallössen bei Gabes. Insgesamt sind dazu allerdings noch gründlichere Untersuchungen nötig.

Als makromorphologisch wichtigste Gruppe können beim mediterranen Löß unterschieden werden:

1. Typ „Neretva-Tal“: Deluvialerscheinungen relativ spärlich. Rhizosolenien relativ groß bis sehr groß (in allen anderen Typen fehlen sie). Vorkommen: Neretva-Tal. Herkunft: Ausblasung aus dem Talgrund.

2. Typ „Nordgriechenland“: Deluvialerscheinungen ziemlich spärlich. Kalkgehalt in größerem Umfang bei (und nach) Ablagerung verloren. Vorkommen: Nordgriechenland bis Nordanatolien. Herkunft: Ausblasung aus Talzügen (z. T. über etwas weitere Strecke?).

3. Typ „Südostspanien“: Sehr ausgeprägte Deluvialerscheinungen. Vorkommen: Südostspanien, anatolisches Hochland, westtunesisches Bergland. Herkunft: Ausblasung aus höheren Gebirgslagen.

4. Typ „Nordafrika“: Relativ ausgeprägte Deluvialerscheinungen. Vorkommen: z. B. Matmata — Gabes (sowie in Libyen — vgl. RATHJENS 1928). Herkunft: Einwehung aus ariden Gebieten.

Damit sind neben standortbedingten auch regionale Unterschiede vorhanden. So treten in etwas feuchteren Gebieten (Neretva-Tal, Nordgriechenland bis Nordanatolien) die Deluvialeinflüsse zurück, während sie gegen trockenere Räume in der Regel zunehmen. Dies ist kein Hinweis auf eiszeitliches Pluvialklima, sondern darauf, daß die Lössе während ihrer Bildung in trockeneren Räumen infolge lichter Vegetation und zunehmender Heftigkeit der Einzelniederschläge trotz abnehmendem Gesamtniederschlag den Spülwirkungen verstärkt ausgesetzt waren.

2.3 Paläoböden

Den älteren, sehr markanten Verwitterungsrinden stehen die jüngeren Böden des Quartärs mit deutlich geringerer Mächtigkeit und mit z. T. wesentlich schwächerem Ausprägungsgrad gegenüber.

In Mitteleuropa bieten die heutigen Oberflächenböden eine brauchbare Grundlage für die genetische Interpretation fossiler Quartär-Böden. Allerdings — und dies genügt zu meist — lassen sich damit nur Grundprinzipien erfassen. Für die Böden des mediterranen Raumes ist solches Aktualitätsprinzip allerdings kaum anwendbar, und zwar so lange nicht, als offen bleibt, welcher Art die heutigen Böden dieses Raumes sind und welche Entwicklungsgeschichte dahinter steht. Schließlich verstecken sich in vergleichsweise einfach gebauten Profilen mediterraner Paläoböden recht komplizierte Abfolgen, die sich erst dann anzeigen, wenn sie mit spezielleren Methoden wie der Mikromorphologie angegangen werden (vgl. dazu SCHMIDT-LORENZ 1971).

Im Gelände ist es ohne Anhalt über sinnvolle Analysen nur bedingt möglich, die Paläoböden im Deluviallöß zu klassifizieren und genetisch zu interpretieren (Tab. 1 soll also lediglich allgemeine Informationen liefern): Ihr polyedrisches Makrogefüge ist um so stärker ausgeprägt, je toniger das Solum ist. Dabei bleibt offen, ob primärer Tongehalt des Ausgangsmaterials, ob Verwitterungsneubildung oder infolge Lessivierung angereichertes

Material vorliegt. Die Bodenfarbe bietet ebenfalls kaum brauchbare Kriterien. Mit zunehmendem Tongehalt wird die Färbung etwas intensiver. Ferner sind die Böden in sehr trockenwarmen Bereichen relativ rötlich gefärbt. Beim Kalkgehalt bleibt offen, ob er primär vorliegt oder umgesetzt ist — abgesehen von Kombinationen beider Möglichkeiten. Die Mächtigkeit der Bodenreste besagt ebenfalls nicht viel, wenngleich man bei größeren Mächtigkeiten eher geneigt ist, sie eingreifenden Klimaänderungen zuzuordnen, zumal dann, wenn sich an ihrer Basis ein kräftiger Kalkanreicherungs-horizont (Cc-Horizont) befindet.

Eine grobe Geländeklassifikation der wichtigsten Löß-Paläoböden des Mittelmeer-Raumes einschließlich der Böden aus verwandtem Substrat, die aber schon Erfahrungen aufgrund von Laboratoriumsuntersuchungen einschließt, erlaubt, folgende Typen (Arbeitsbezeichnungen!) zu unterscheiden:

Nr. 1 = Mächtigerer, entkalkter Bodenrest (soweit nicht zu sehr gekappt), in der Regel mit Kalkanreicherungs-horizont (Cc-Horizont):

Merkmale: Ausgeprägtes polyedrisches Gefüge bei hohem Tongehalt, rötlichbraun bis braun, im Solum z. T. geringer sekundärer Kalkgehalt.



Abb. 3. Lößprofil Kitros, Nordgriechenland.

Vorkommen: Kitros-Boden i (Abb. 3), Baza, Garrucha/Südostspanien? (Strandterrasse, hier Kalkanreicherungs-horizont als dünne Kruste entlang Verwitterungstaschen), südlich le Kef Tunesien.

Typ: Braunlehm.

Beispiel: Östlich Guadix/Südostspanien, 980 m NN, aus feinkörnigem Material über altquartären Schottern.

Hangendes: rd. 400 cm Schotter und Deluviallöß, mit zwischengeschalteten Kalkbraunerden

110 cm blaugrauer, schwach steiniger Sand bis lehmiger Sand, prismatisch-brokkig, oben mit Kalkkonkretionen (1 cm ϕ)

20 cm	graubrauner Sand und Kleinkies
70 cm	braunroter, schwach kiesiger, toniger Sand bis sandiger Ton, prismatisch-brockig, Material innerhalb der Bodenkörper sehr dicht gepackt
50 cm	Kalkbank (Cc-Horizont, Caliche)
40 cm	hellgrauer Schluff, mit Kalkkonkretionen (2 cm ϕ), darunter Sand und Schotter.

Die Obergrenze des braunroten, durch starke Materialverdichtung und durch einen mächtigen Caliche-Horizont gekennzeichneten Bodens ist stellenweise krypturbar gestört. Außerdem ziehen von dort Frostspalten nach unten. Im Hangenden des Bodens folgen fluviatile Sande, auf welche sich eine Seeablagerung legt.

Nr. 2 = Geringmächtigerer, entkalkter Bodenrest ohne oder mit nur schwachem, löß-kindelartigem Kalkanreicherungs-horizont:

Merkmale: Ausbildung des B-Horizontes wie bei Nr. 1, jedoch primär geringmächtiger und nur gelegentlich mit etwas Kalkanreicherungen an der Basis.

Vorkommen: Kitros-Boden e und c aus Löß (Abb. 3), Estepona aus Kolluvium.

Typ: Braunlehmartiger Boden.

Beispiel: Kitros-Boden c, aus Löß, überdeckt von Löß

50 cm braunroter, lehmiger Ton, säulig absondernd, prismatisch-brockig, Mn-Flecken auf den Bodenkörpern, etwas Kalkpseudomyzel, an der Basis Lößkindel.

Hier hat eine Entkalkung stattgefunden (und nachträglich wieder eine gewisse Aufkalkung durch Infiltration von oben). Innerhalb der Bodenkörper ist das Material sehr stark verdichtet. Sehr ausgeprägtes polyedrisches Bodengefüge ist vorhanden.

Böden dieser Gruppe werden gemäß der Geländesituation trotz sehr kräftiger Ausprägung in Interstadiale der letzten Eiszeit eingestuft. Sollte sich eines Tages zeigen, daß solche Böden z. T. oder insgesamt klimatisch aufzuwerten sind, so würde sich dennoch am Grundprinzip der hier entwickelten Vorstellung über die zeitliche und räumliche Klimaentwicklung des mediterranen Raumes nicht viel ändern.

Nr. 3 = Geringmächtiger, entkalkter Bodenrest, schwach humushaltig:

Ausbildung: Ähnlich Nr. 2, jedoch schwach humushaltig (AB-Horizont).

Vorkommen: Kitros-Boden g, aus Kolluvium.

Typ: Braunlehm-Vorstufe mit tirsoidem Einschlag.

Beispiel: Kitros-Boden g, aus Kolluvium, überdeckt von Löß

50 cm schwach humushaltiger, brauner bis rotbrauner, toniger Lehm, Wurzelkanälchen mit Kalk umkruster und mit Rostausscheidungen ausgekleidet, schwach kalkhaltig (sekundär), viel Kalk-Pseudomyzel.

Bei diesem Boden deuten offene Wurzelkanälchen auf etwas geringere Verdichtung des Bodenmaterials als bei Nr. 2. Rostausscheidungen entlang den Röhrrchen zeigen Feuchtigkeitseinwirkungen an. Sehr geringe humose Beimengungen weisen auf eine Stellung im Übergang von dem unter Nr. 2 angeführten Braunlehm zu dem unter Nr. 5 gebrachten tirsoiden Boden.

Der Boden wird als interstadiale Bildung innerhalb des frühen Würm gedeutet.

Nr. 4 = Geringmächtiger, entkalkter Bodenrest:

Merkmale: Ausbildung des B-Horizontes ähnlich Nr. 2, jedoch nicht so intensiv ausgebildet, relativ ausgeprägtes polyedrisches Gefüge, hoher Tongehalt, rötlichbraun, schwacher Tonbelag auf den Bodenkörpern.

Vorkommen: Neretva-Tal, aus Löß (Abb. 4).

Typ: Terra fusca-ähnlich.



Abb. 4. Lößprofil Hodbina, Neretva-Tal.

- Beispiel: Hodbina-Boden aus Löß, überdeckt von Löß
 60 cm rotbrauner, toniger, schluffiger Lehm, bröckelig bis brockig, auf Bodenkörpern geringer rötlicher Tonbelag.
 Ausprägungsmäßig besteht eine gewisse Verwandtschaft zu Boden Nr. 3, jedoch ohne humose Anteile und mit schwachen Tonbelägen auf den Bodenkörpern. Damit ist das Profilbild insgesamt deutlich weniger markant entwickelt als bei Nr. 2.

Der Boden wird als Äquivalent des Stillfried B-Interstadials innerhalb des Würm aufgefaßt.

- Nr. 5 = Humoser Boden, an Reliefdepressionen gebunden:
 Merkmale: Humos, dunkel, polyedrisch-brockig, Mächtigkeit von Geländeexposition abhängig (Ah-Horizont).
 Vorkommen: Gabes, le Kef, jeweils aus Kolluvium.
 Typ: Tirsoider Boden.
 Beispiel: Boden aus Kolluvium bei Gabes, überdeckt von Kolluvium

bis 50 cm humushaltiger, dunkelgrauer lehmiger Feinsand, prismatisch-brockig, mit zahlreichen feinen Wurzelkanälchen, die von Kalk ausgefüllt sind, schwach kalkhaltig (z. T. pigmentartig angereichert).

Dieser Boden ist aus in einer Reliefdepression zusammengeschwemmtem Material syndesimentär entstanden. Sein Kalkgehalt geht auf sekundäre Anreicherungen zurück. Die andeutungsweise Verwandtschaft zu Boden Nr. 3 wurde vermerkt. Zeitlich wird der Boden bei Gabes in die beginnende Würmeiszeit eingestuft, entsprechend etwa den Humuszonen Mitteleuropas, mit denen ein Vergleich ohne Einschränkungen möglich ist. Bei le Kef handelt es sich hingegen um eine Bildung, die etwa im Grenzbereich von Spät- zu Postglazial bis frühes Postglazial steht.

Nr. 6 = Mächtiger, kalkreicher Bodenrest, mit sehr schwachem Cc-Horizont:

Merkmale: Wenig ausgeprägtes kleinpolyedrisches Gefüge, relativ tonarm, rötlichbraun, kalkreich, an der Basis Cc-Horizont in schwacher Ausbildung (z. B. Kalkpigmente), z. T. rostfleckig.

Vorkommen: Gabes, Murcia.

Typ: Kalkbraunerde bzw. Kalkvega.

Beispiel: Gabes, 20 m NN, aus feinsandigen fluvialen Ablagerungen, überdeckt von tirsoidem Boden

60 cm brauner, schwach rötlicher, schluffiger, schwach lehmiger Feinsand, schwach bröckelig, mit Nadelstichporen, kalkreich

über 35 cm hellbraungrauer Feinsand, partiell leicht durch Gips verfestigt (in Pigmenten und Butzen), mit cm-großen Rostflecken.

Die Gipsausscheidungen und Rostflecken deuten bei obigem Profil auf eine Beteiligung zeitweiliger semiterrestrischer Dynamik und damit auf einen Auenboden (Vega). Darüber hinaus ist kein Unterschied zur Kalkbraunerde zu erkennen.

Zur zeitlichen Stellung des Bodens von Gabes bringt die Geländesituation insofern Hinweise, als darüber ein tirsoider Boden und schließlich Deluviallöß folgt. Insgesamt zeichnet sich für ihn ein Zusammenhang mit dem Beginn der letzten Kaltzeit ab.

Nr. 7 = Geringmächtiger, kalkreicher Bodenrest:

Merkmale: Ausgeprägtes grobpolyedrisches Gefüge (Ausprägung nimmt mit dem Tongehalt zu), leicht gebräunt, kalkreich.

Vorkommen: Südostspanien (Abb. 5), Anatolien, Westtunesien.



Abb. 5. Kalkbraunerde aus Deluviallöß bei Karaman, Anatolien.

Typ: Kalkbraunerde.

Beispiel: Granada, 780 m NN, aus Deluviallöß, überdeckt von Deluviallöß

50 cm brauner, schwach steiniger, toniger Lehm, kalkreich, prismatisch-brockig, rötliche Eisenflecken auf den Bodenkörpern.

Hauptmerkmal des Bodens ist deutliches polyedrisches Gefüge. Dazu kommt leichte Braunfärbung, während der Kalkgehalt gegenüber dem Ausgangsmaterial kaum ver-

ändert scheint. Die Rostflecken deuten auf eine gewisse Nässeinwirkung. Bei Granada können sich solche, an eine beginnende Pseudovergleyung erinnernden Bilder erheblich steigern. Ob dafür allerdings die Arbeitsbezeichnung Kalk-„Pseudogley“ dann noch berechtigt ist, wenn die Dynamik dieser Böden einmal besser bekannt sein wird, steht dahin (Abb. 6):



Abb. 6. Kalkbraunerde mit grauen Verfahlungen aus Deluviallöß nördlich Granada, Südostspanien.

bis 40 cm brauner, toniger Lehm, kalkreich, prismatisch-brockig, z. T. rötlichbrauner Eisen- und Manganbelag auf den Bodenkörpern, sehr stark grau-fleckig, graue Verfahlungen an Schwundrissen in die Tiefe greifend.

Zeitlich gehören Böden der beschriebenen Gruppe in Interstadiale der letzten Kaltzeit. Sie beschränken sich auf heute trockenere Räume. Innerhalb derselben ist insofern eine gewisse Differenzierung vorhanden, als die feuchtere Variante sich an die staublehmähnlichen Deluviallössen in den Hochlagen Südostspaniens hält.

Nr. 8 = Anreicherungen:

Früher war man geneigt, in Kalkkrusten trockenerer Mediterran-Gebiete eigenständige Bildungen zu sehen. Heute geht die Tendenz dahin, solche Ausscheidungen als Anreicherungs-horizonte (Cc- oder Ca-Horizont) von Oberflächenböden zu betrachten, die nachfolgend bis auf diese Kruste abgetragen wurden (ROHDENBURG & SABELBERG 1969 a). Dennoch sollten die Karbonatanreicherungen auf recht verschiedenartigen Wegen zustande gekommen sein (vgl. SCHOLZ 1971):

Beim Boden Nr. 1 wurde ein kompakter Cc-Horizont genannt; ferner gehört dazu ein Cc-Horizont, der heute als scheinbare Oberflächenkruste in der Umgebung von Medenine, Gabes und anderen Orten vorkommt.

Eine mächtigere lößkindelartige Kalkanreicherung wurde im Löß von Altafulla bei Tarragona angetroffen. Der Kalk kann nur aus einem einstigen Oberflächenboden stammen, der anschließend geköpft wurde. Da dieses Profil im Aufbau wie hinsichtlich der ökologischen Bewertung seiner Molluskenfauna größte Ähnlichkeit mit den im Neretva-Tal angetroffenen Verhältnissen zeigt, könnte ursprünglich ein Boden ähnlich Nr. 4 — in diesem Fall jedoch mit Cc-Horizont — vorgelegen haben. Bei Kitros kommen unter dem Boden Nr. 2 nur gelegentlich solche Konkretionen vor.

Bei dem von Garrucha genannten Profil ist die Kruste als cm-dicker Saum entlang dem Kontakt des B-Horizontes zum Untergrund erhalten. Eine Deutung als Cc-Horizont liegt nahe. Da es sich jedoch um eine Grenze mit taschenartigem Verlauf handelt, müßte gefolgert werden, daß entweder die Kalkausfällung mit der pedogenen Eintiefung der Taschen mitgewandert ist, also entlang der Grenzfläche zum Boden laufend aufgelöst und auf der Gegenseite wieder ausgeschieden wurde, oder daß die Kruste jünger ist als der Boden. Bei diesem Profil scheint letztere Möglichkeit wahrscheinlicher.

Eine nur mm-dicke sinterartige Kruste wurde in Altafulla an der Obergrenze des den Untergrund bildenden Kalkfelsens angetroffen. Hier fällt es sehr schwer, eine Verknüpfung mit einem inzwischen gekappten Boden zu errahnen. Ähnliche Befunde liegen aus der Umgebung von Korinth vor.

Auf die Zementation von Spülschutt entlang der feuchteren Adria-Küste wurde verwiesen. Verkittungen im Gefolge eines Wasserzuges im lockeren Grobmaterial kommen außerdem in mediterranen Strandterrassen vor. Bei Garrucha wurde dabei gefunden, daß die Kalkverfestigungen in der Nähe kleiner Täler, die darin eingeschnitten sind, durch Eisenausscheidungen abgelöst werden. Die Imprägnationen in Strandterrassen müssen etwa gleichaltrig mit der Meeresregression sein. Sie deuten auf humidere Bedingungen zu Beginn der Kaltzeiten, denn nachfolgend wurden die Terrassen durch querende Täler zerschnitten und ein flächiger Grundwasserzug war nicht mehr möglich. Da der Schutt von Bergfußflächen in gleicher Weise zementiert ist, scheidet zumindest als alleinige Ursache der Imprägnation die Kontaktwirkung an der Grenze Süß- zu Salzwasser aus.

Ähnlich sind Gipsausscheidungen zu deuten, die im arideren Tunesien nächst der Landoberfläche auftreten. Auch die an der Basis eines Bodens (Nr. 6) bei Gabes gefundenen leichten Verfestigungen durch Gips weisen über damit zusammen vorkommende Rostflecken auf höhere Feuchtigkeit. In diesem Fall kann die Ausscheidung wiederum etwa auf den Beginn der Meeresregression am Anfang des Würm eingeeengt werden.

Somit sind über Kalkausscheidungen und vergleichbare Bildungen nur wenige Aussagen möglich:

a) Cc-Horizonte als Krusten und lößkindelartige Bildungen sind im Zusammenhang mit interglazialen Böden und mit interstadialen Böden möglich. Vorbedingung ist Zulieferung des Kalkes aus dem Boden. Dem nachgeordnet nimmt die Anreicherung zum Cc-Horizont mit wachsender Aridität (i.w.S.) des Raumes bzw. Standortes zu.

b) Genetisch problematische Bildungen sind manche sinterartigen Krusten im Freiland.

c) Kalkverkittungen von Strand-Schutt und -Schotter deuten auf relativ feuchte Bedingungen, die sich über eine Art Grundwasserzug ausgewirkt haben. Bei Gipsausscheidungen in arideren Bereichen gilt dies ebenfalls. Derartige feuchtere Bedingungen sind räumlich an auch heute niederschlagsreichere Areale oder/und zeitlich an den Anfang der (letzten) Kaltzeit sowie, besonders in heutigen Trockengebieten etwas deutlicher, an den Ausgang der Kaltzeit gebunden.

Im Vergleich zu entsprechenderen Böden Mitteleuropas lassen sich die angeführten Paläoböden zu folgenden Gruppen zusammenfassen:

	Warmzeiten, einschließlich Übergängen zu Kaltzeiten:	Interstadialzeiten in zeitlicher Nachbarschaft zum Hochglazial:
Mitteleuropa:	Parabraunerde, zeitlich und örtlich begrenzt mit tirsoiden Böden verknüpft	Brauner Verwitterungshorizont sowie Naßboden
Mediterran:	Braunlehmartiger Boden (Nr. 1), (Terra fusca-artiger Boden)	Braunlehmartiger Boden (Nr. 2, 3), (Terra fusca-artiger Boden Nr. 4)
	Kalkbraunerde (Nr. 6), zeitlich und örtlich begrenzt mit tirsoiden Böden (Nr. 5) verknüpft	Kalkbraunerde (Nr. 7)

Im mediterranen Raum ist der pedologische Unterschied zwischen Interglazialen und Interstadialen verloren gegangen. Hier steht sich eine Gruppe von Böden mit Entkalkung sowie intensiverer chemischer Verwitterung und eine Gruppe mit scheinbar kaum veränderten Kalkgehalten gegenüber. Beide Gruppen werden anstelle von Übergängen durch eine Art Schwellenwert voneinander getrennt. An die Stelle der Temperatur ist damit der Grad der Humidität als entscheidender Faktor getreten.

Die Mikromorphologie läßt hierzu weitere Details erfassen (ALTEMÜLLER, vgl. eingangs): Braunlehme von Kitros (Nr. 1 und 2): Dichtes, braunlehmartiges Gefüge, in das die Feinskelettkörner eingeschlossen sind. Keine Tonbeläge an Schwundrissen, die auf einen Bt-Horizont einer Parabraunerde deuten könnten. Verwitterungslabile Minerale sind aufgelöst bzw. nur in Resten überliefert; damit kann die Zunahme des Tongehaltes in Verbindung gebracht werden. Genetisch ist folgender Gang rekonstruierbar:

1. Entkalkung und Verbraunung
2. Tonbildung durch Verwitterung der Glimmer
3. Mögliche Tonverlagerung und -anreicherung
4. Ausbildung und Steigerung braunlehmartiger Merkmale bei anhaltender Verwitterung und Verdichtung des Gefüges
5. Zusammenbruch des Leitbahnsystems
6. Vorgänge der Aufarbeitung und Mischung bis zur Homogenisierung der Grundmasse.

Beim Boden Nr. 3 ist dieser Ablauf lediglich bis zum 2. Stadium vorgedrungen.

Terra fusca-artiger Boden von Hodbina (Nr. 4): Hinweise auf eine Tondurchwaschung nach Art einer Parabraunerde sind nicht zu erkennen. Die chemische Verwitterung ist gegenüber Nr. 1 und 2 geringer. Der Tongehalt wird als Anreicherung über der Lösungsfront infolge Herauslösens des Karbonatanteils erklärt. Die Tonbeläge am Rande von Hohlräumen deuten lediglich eine gewisse Instabilität der Tonmasse in gequollenem Zustand an, worauf auch die relative Dichtlagerung des Bodenmaterials zurückgehen könnte.

Eine weitere Besonderheit sind die tirsoiden Böden. In den behandelten Gebieten ist der tirsoide Boden durch Position in Reliefdepressionen gekennzeichnet, ferner durch Kombination von Zusammenschwemmungen und Bodenbildung (vgl. BOULAINÉ 1957). Dafür können bestimmte Zeiten besonders geeignet sein, z. B. nördlich der Alpen die Frühwürm-Interstadiale. Das Selbstmulchen (FINCK 1963) spielt keine Rolle für die Vertiefung des Ah-Horizontes: Der Boden ist z. T. relativ tonarm (Gabes), eine die Verschwemmung einleitende cm-dünne Lage mit Molluskenschill an der Basis des Bodens ist ungestört erhalten (le Kef), und z. T. im Boden kann andeutungsweise eine Schichtung erhalten sein (bisweilen in Frühwürm-Humuszonon, in holozäner Gipsschwarzerde). Dennoch ist die Dynamik dieser Tirs-Varianten mit der des typischen Tirs vergleichbar: Wechselspiel von Übernässung und starker Austrocknung.

Für die Gipsschwarzerde als Extremfall solcher Böden liegt eine mikromorphologische Beschreibung vor (ALTEMÜLLER 1960): Dichte, mäßig verlehmt Grundmasse, mit sehr zahlreichen kleinsten Zellresten von Pflanzen. Das Material ist in glattflächige Körper zerteilt, die jedoch im geschlossenen Verband liegen. Keine Aggregation durch geflockte Humusstoffe. Rundliche oder fleckenartige Eisenkonkretionen sowie Neubildungen von Pyrit sind zusammen mit den oben angeführten Merkmalen Hinweise auf wechselfeuchte, wenn nicht sogar nasse Bildungsbedingungen.

Werden alle Feststellungen über die Böden des mediterranen Bereiches zusammengekommen, dann deutet sich zu deren Genese ein Bild an, das durch zwei Vorgänge beherrscht wird:

1. Allgemein ist Neigung zur Verdichtung des Gefüges und zur Ausbildung grob-polyedrischer Bodenkörper vorhanden. Solche Befunde könnten als Ergebnis starker Schwankungen im Bodenwasser-Haushalt interpretiert werden.
2. Die Böden sind entweder nur wenig durch chemische Verwitterung beeinflusst, was sich anscheinend in (noch) hohem Kalkgehalt anzeigt, oder es ist Tendenz zu extremer Verwitterung der Primärsilikate vorhanden.

Die Beobachtungen über die tirsoiden Böden fügen sich durchaus ein. Andererseits ist der Unterschied zwischen interglazialen Böden (i. w. S.) und interstadialen Böden wenigstens in relativ wärmer-humideren nordmediterranen Tieflandsbereichen sehr weitgehend verwischt. Daß sich pedogenetische Zwischenglieder vom periglazialen Raum her im südöstlichen Mitteleuropa andeuten, hat BRONGER (1970, 1971) gezeigt. Diese waren spätestens nach unseren Untersuchungen über das Neretva-Tal zu erwarten. Weitere Zwischenglieder, die vom Tschernosem zu Typ 2 (Kitros) überleiten, wurden seither auf einer Exkursion anlässlich des Löß-Symposiums in Bukarest 1972 durch CONEA (1972) südöstlich von Bukarest an der Donau (Profil 5) gezeigt.

Die Hauptschwierigkeit bestand bislang darin, den Gegensatz zwischen Böden vom Typ der Kalkbraunerde gegenüber dem des Braunlehms zu deuten. Naheliegender war (selbstverständlich abgesehen von grundsätzlichen Unterschieden in deren Zeitstellung), an abweichende Durchfeuchtung der Böden zu denken. Diese kann durch feuchtere und trockenere, z. T. auch durch kühlere Gebiete erklärt werden, aber auch durch unterschiedliche Dauer der Pedogenese im Jahresablauf und durch unterschiedlich lange Zeitdauer mit stabiler Landoberfläche. Beim heutigen Kenntnisstand gibt es dafür noch keine zufriedenstellende Interpretation. Doch zeigt das Verhalten der O^{18} - und C^{13} -Isotope auf einen Karbonatumsatz bei der Kalkbraunerde und ähnlichen Böden. Dabei sollte relativ wenig biogenes CO_2 im Spiel gewesen sein. Außerdem sollte die Ausscheidung im Boden bei Austrocknung der Bodenlösung erfolgt sein. Bezeichnenderweise sind auch die Karbonate in den Kalkbraunerden der Hochlagen SE-Spaniens stärker umgesetzt als die arideren Tieflandsgebiete in Spanien und Tunesien.

2.4 Profilaufbau

Im mediterranen Raum ist ein Grundprinzip anhand der geschilderten Elemente — Spülschutt, Deluviallöß, Boden — analog zu Mitteleuropa erkennbar. Solifluktive Vorgänge fallen darin zugunsten von Verspülungen aus. Verspülungen wiederum transportieren das Material rascher und weiter als die Solifluktion. Dieser Umstand erschwert schon in Mitteleuropa den Beginn von Kaltzeiten über Spülvorgänge zu fassen. Im mediterranen Raum gilt dies noch viel mehr. Deswegen scheint gerade in feuchteren Mediterran-Gebieten eine initiale fluviale Verlagerungsphase nur wenig entwickelt zu sein. Sie muß aber existiert haben, denn der vorangegangene interglaziale Boden ist allzu häufig entfernt. Auch läßt sich diese Phase in Höhlen (Crvena Stijena) durchaus fassen. Allerdings ist modifizierend zu berücksichtigen, daß einerseits bei relativ wärmerem Klima und andererseits bei größerer Humidität auch eine dichtere Pflanzendecke gesteigerter Abspülung im Wege gestanden haben kann. Für feuchtere Gebiete, wie das Neretva-Tal und Nordgriechenland, kann deswegen folgende Grundreihe aufgestellt werden:

- — — — —
5. Boden (erodiert)
 4. örtlich Spülschutt
 3. Löß mit Spülschutt-Schmitzen, Verzahnung mit dem Hangenden
 2. Löß
 1. schwache (?) Verschwemmungen

- — — — —
5. Boden

Deutlicher wird die vertikale Differenzierung der Profile von Basis-Spülschutt zu darüber folgendem Deluviallöß gegen warm-trockenere Gebiete hin. Insgesamt nahm

überdies die Bereitstellung von Schutt unter kaltzeitlichen Bedingungen gegen warm-trockenere Gebiete hin, also von Norden nach Süden, ab:

- | |
|----------------------------|
| ----- |
| 3. Boden (erodiert) |
| 2. Deluviallöß |
| 1. Schotter und Spülschutt |
| ----- |
| 3. Boden |

Dazu einige Beispiele aus Anatolien:

Deluviallöß-Profil Denizli:

Deluviallöß an der Straße Denizli—Dinar, rd. 15 km von Denizli entfernt in 450 m NN

- | | |
|-------------|---|
| Tiefe in cm | |
| 0—110 | hellgelbbrauner, sehr schwach steiniger, schwach sandiger Schluff, kalkreich, mit spärlichen Molluskenresten (zumeist erodiert) |
| ----- | |
| —160 | hellbrauner, lehmiger Schluff, kalkreich, prismatisch-brockig (= Kalkbraunerde) |
| —280 | hellgelbbrauner, steiniger Schluff, kalkreich, unten etwas kiesig |
| —320 | grauer, sandiger Schotter. |

Deluvialerscheinungen sind in diesem Profil nur mäßig vertreten; dementsprechend sind die Reste einer Mollusken-Faunula (*Helicellen*) nicht zu stark aufgearbeitet.

Gleichartig gebaute, ebenfalls durch eine Kalkbraunerde unterteilte Profile sind entlang der Straße nach Pamukale aufgeschlossen. Dort lagert über dem Löß Kolluvium, das anscheinend mit (antikem?) Ackerbau zusammenhängt.

Deluviallöß am Hang eines flachen Rückens in rd. 1100 m NN, etwa 10 km westlich Karaman

- | | |
|-------------|--|
| Tiefe in cm | |
| 0—100 | hellgraubrauner, schwach steiniger, schwach sandiger, lehmiger Schluff, kalkreich |
| ----- | |
| —130 | brauner, schwach toniger Schluff, kalkreich, prismatisch-brockig, entlang der Basis einzelne Lößkindel (= Kalkbraunerde) |
| —320 | hellgraubrauner, schwach steiniger, lehmiger Schluff, kalkreich, vor allem unten mit Kies- und Sandschmitzen |
| —350 | hellgrauer, sandiger Schluff, kalkreich. |

Der Deluviallöß wird in diesem Profil durch eine Kalkbraunerde unterteilt.

In noch trockeneren Gebieten, also am meridionalen Rand der Lößverbreitung und südlich davon, tritt die Schuttbereitstellung zurück. Die abnehmenden Niederschläge fielen wie heute zunehmend unregelmäßiger als Starkregen mit dem Ergebnis, daß der relativ spärlich anfallende Schutt von den Gehängen noch weitgehender entfernt werden konnte und auch heute noch kann.

3. Paläontologische Befunde

Die Besprechung paläontologischer Befunde konzentriert sich im wesentlichen auf im Zuge unseres Vorhabens abgehandelte Profile. Damit steht die Analyse der Molluskenfauna, besorgt durch V. LOŽEK, im Vordergrund der nachfolgenden Angaben.

Bei Zadar tritt eine periglaziale Molluskenfauna in einem Löß auf, der lateral in Staublehm übergeht. Innerhalb der im einzelnen noch zu bearbeitenden Fauna dominiert *Succinea oblonga* (DRAP.). Am Eisernen Tor kommt im Löß ebenfalls eine kaltklimatische Schneckenfauna mit geringeren Feuchteinflüssen vor (LOŽEK 1971). Sie enthält *Vallonia tenuilabris* (A. BR.) als hochkaltzeitliches Element in südlichster Fundposition. Der das Profil im Hangenden abschließende Schutt mit Löß-Zwischenmittel läßt faunistisch den Übergang zum nachfolgenden Postglazial anklingen.

Die südlichste, im Zuge dieser Unternehmungen gefundene periglaziale Molluskenfauna stammt aus 800 m NN westlich Velez Rubio (Spanien). Wenngleich darin die Sumpf-Fazies des Deluviallösses auf die Artenzusammensetzung Einfluß zu nehmen vermag, so liegt doch insgesamt eine kalte, an mitteleuropäische Lößfaunen anschließende Vergesellschaftung vor. Sie unterscheidet sich grundsätzlich von der mediterranen Helicellenfauna, wie sie im benachbarten Tiefland und weiter südlich in verschiedenen Höhenlagen, z. B. bei Denizli, Gabes und le Kef, angetroffen wurde.

Eine höchst eigenartige Molluskenfauna wurde im Neretva-Tal entdeckt. Sie ist im Unterschied zur rezenten Fauna viel artenärmer und kühler geprägt. So fehlen darin die meisten Balkan-Endemiten und weitere submediterrane Komponenten. Insgesamt lassen sich innerhalb dieser Neretva-Fauna mehrere ökologische Komponenten unterscheiden: Eine Trockenrasen-Gesellschaft enthält sowohl balkanische als auch mitteleuropäische Arten. Dazu kommen mesophile Arten, die sowohl im Wald wie im offenen Gelände leben können. Ferner sind reine Waldarten vorhanden. Insgesamt deutet solcher Befund auf eine Waldsteppe in der Umgebung. In derselben waren malakozoologisch neben einigen Lößarten Lokalelemente und schließlich sogar Waldarten vertreten, die in Mitteleuropa in den interglazialen Warmzeiten zu Hause sind. Bezüglich des Lösses liegt hier eine eigenständige Provinz mit faunistischen Anklängen zu südfranzösischen Vorkommen und zu solchen bei Tarragona vor. Von besonderer Bedeutung aber sind die warmklimatischen Waldarten. Sie zeigen auf ein Refugium für einige Fauna-Komponenten, und man kann weiter vermuten, daß auch die interglaziale Waldflora hier und in verwandten Positionen die letzte Kaltzeit überstanden hat.

Die Molluskenfauna des Lösses von Altafulla bei Tarragona führt ebenfalls anspruchslose mediterrane Arten und solche, die in mitteleuropäischen Lössen vorkommen. Die Fauna deutet auf eine Steppenlandschaft, in die eventuell kleine Holzbestände eingestreut waren, mit einem Klima, das gegenüber heute erheblich kühler war. So zeigt der ökologische Vergleich zwischen dieser Lößfauna und der lebenden rezenten Fauna auf etwa die gleiche Abkühlungsrate wie in Mitteleuropa — nur in südlichere Breiten versetzt. Solcher Befund deckt sich mit dem des Neretva-Tales, nur daß die balkanischen Arten durch westliche Elemente vertreten sind. Bezeichnend fehlen bei Tarragona Hinweise auf Refugien. Hingegen deutet eine gewisse Verarmung der Fauna im Profil von unten nach oben auf zunehmend ungünstigere, in diesem Fall trockenere Lebensbedingungen.

Ökologisch weisen die im übrigen Mittelmeer-Löß dominierenden Helicellenfaunen ebenfalls auf offenes Gelände. Jedoch stehen genauerer Analyse erhebliche Schwierigkeiten gegenüber, die mit der Artbestimmung beginnen. Es wird deshalb lediglich ein Faunentyp bei Gabes in frühglazial umgelagertem, tirsoiden Bodenmaterial einbezogen; denn darin ist eine warme Fauna mit Großschnecken vertreten, während darüber im Deluviallöß Helicellen das Bild bestimmen.

Das Profil von Kitros ist bisher das einzige Lößprofil dieses Raumes mit Ansätzen zur Verknüpfung mit der Vegetationsgeschichte (BEUG). Demnach sind im tieferen Profilteil Analogien zu dem im benachbarten Drama-Becken gefundenen Frühwürm vorhanden (WIJMSTRA 1969).

4. Löß-Paläoboden-Provinzen

Im Aufbau der Lößprofile nördlich der Alpen wirken sich Schwellenwerte in mehrfacher Hinsicht aus, so beim Umschlag von normalem Löß zu Staublehmfazies, ferner — selbstverständlich standortbedingt modifiziert — von interstadialen Naßböden zu braunen Böden. Daß derartiges Umkippen bestimmter Merkmale im Detailaufbau von Lößprofilen eine Gruppierung in Lößprovinzen erlaubt, die in Zusammenhang mit rezentem Klima, insbesondere Niederschlagsdaten, stehen, ist längst bekannt (FINK 1956, BRUNNACKER 1956 b). Doch wurden aus diesen und ähnlichen Befunden (vgl. LIEBEROTH 1962, BRUNNACKER 1967 a) kaum Konsequenzen gezogen.

Im mediterranen Bereich zeichnet sich für das Jungpleistozän eine regionale Gliederung ab, die mit der des periglazialen Raumes prinzipiell vergleichbar ist. Analogien in Fazies und Profilaufbau sind bei weit voneinander entfernten Gebieten vorhanden:

1. Gruppe = Umgebung von Zadar einschl. nordadriatische Inseln, Südrand der Alpen, Südfrankreich:

Bei Zadar sind deluviale Erscheinungen im Löß noch relativ schwach ausgeprägt; sehr starker, durch zahlreiche lagig angeordnete Lößkindel ausgewiesener Kalkumsatz ist hingegen angedeutet. Eine Verzahnung mit Staublehm ist auf engstem Raum vorhanden. Soweit Löß-Fazies vorkommt, kann ein schwach ausgeprägter Bodenrest zwischengeschaltet sein.

Die Lager von Zadar stellen gleichsam eine Verbindung zwischen den Lössen am Südrand der Alpen (FRÄNZLE 1965) und denen an der Ostseite der Dinariden dar.

Der südfranzösische Raum wurde in diesem Rahmen nur hinsichtlich der Fazies seiner Löss untersucht: Es häufen sich darin Zwischenlagen von feinkörnigem Spülschutt besonders unterhalb von Lyon und im Roussillon. Da in Südfrankreich syngenetischen Kalkumsatz anzeigende Kriterien deutlich zurüctreten, kann eine Reihe aufgestellt werden, bei der einerseits der Deluvialeinfluß ab- und die Bedeutung syndementären Kalkumsatzes zunimmt, nämlich von Südfrankreich über Norditalien bis zum Bereich um Zadar und schließlich als Endglied bis zur Staublehmzone auf der Ostseite der Dinariden. Insgesamt gesehen handelt es sich um Grenzbildungen der nördlichen, periglazialen zur südlichen, mediterranen Fazies, wobei zumindest im nordbosnischen Staublehm-Raum eindeutige Hinweise auf periglazialen Dauerfrostboden fehlen.

2. Gruppe = Neretva-Tal, Tarragona bis Lerida:

Die in den aufgezählten Räumen vorkommenden Löss sind durch einen Boden mit kräftiger Verwitterung (soweit erhalten, z. B. im Neretva-Tal: Terra fusca-artig) unterteilt (Abb. 4). Der hangende Löß zeigt stärkere Deluvialeinflüsse als der liegende. In beiden Lößgliedern sind charakteristische Molluskenfaunen vorhanden, die auf eine Waldsteppe bei erheblich abgesenkten Temperaturen weisen.

Bei Tarragona ist wohl der unterteilende Boden zwischenzeitlich erodiert, jedoch weist sich über eine dicke Lage von Lößkindeln ein einstiger Cc-Horizont aus. Lößkindel wie Kalkkrusten sind im relativ niederschlagsreichen Neretva-Tal kaum bzw. nicht vorhanden.

Die sonstigen Löß-Vorkommen Südjugoslaviens (Titograd, Negotino, Titov Velez) lassen sich anfügen. Deluvialeinflüsse scheinen z. T. etwas kräftiger zur Wirkung gekommen zu sein.

Diese nördlichsten mediterranen Vorkommen heben sich deutlich von der 1. Gruppe über die Fazies des Lösses und die Molluskenfauna ab. Staublehm fehlt, und an die Stelle einer periglazialen Fauna tritt ein etwas wärmerer Typ einer Steppe bis Waldsteppe, die sogar Elemente mitteleuropäischer Warmzeiten enthalten kann.

3. Gruppe = Nordgriechenland (Kitros, Thessaloniki, Xanthi) bis nördliches Kleinasien (östlich Adapazari), Südspanien, nördlichste Vorposten südöstlich Bukarest und in Südserbien:

Die hier zusammengefaßten Provinzen zeichnen sich durch besondere Ausbildung der Paläoböden aus (braunlehmartige Interstadialböden — Abb. 3). Die Böden liegen im allgemeinen zwischen Lößgliedern ohne bemerkenswerte Deluvialeinflüsse. Bei Estepona in Südspanien unterteilen sie allerdings Kolluvien. Die Profile sind jeweils durch mehrere

solcher Böden gegliedert. Der Verwitterungszustand dieser Böden ist derart extrem gestaltet, daß man geneigt ist, sie als warmzeitliche Bildungen anzusprechen. Dem steht der Geländebefund entgegen, wonach wenigstens die höhere Löß-Folge mit ihren Böden in die letzte Kaltzeit gehört. Die Vorkommen lassen sich bis zu einem gewissen Grad mit den Lößlagern nördlich der Alpen vergleichen, die in Nachbarschaft des Staublehms liegen.

4. Gruppe = Höhere Gebirgslagen in SE-Spanien, im westtunesischen Bergland, im südlichen Hochland von Anatolien (Konja bis Karaman, Burdur Gölü), Mäander-Tal (Denizli, Pamukale):

Die Gruppe faßt Profile mit ausgesprochener Deluviallöß-Fazies zusammen. Ein, gelegentlich auch mehrere kalkreiche Böden sind zwischengeschaltet (Typ Kalkbraunerde). Am Burdur Gölü liegt ein solcher Boden im Gehänge-Spülschutt.

Die Lößvorkommen in den Hochlagen Südostspaniens (zwischen Velez Rubio und Granada) zeigen Einflüsse synd sedimentärer Feuchtigkeitswirkung bis zur Sumpflöß-Fazies. Entsprechende Hinweise wurden weder in Südanatolien noch im spanischen Tiefland gefunden, so daß eine Differenzierung in relativ feuchtere und trockenere Deluviallöß-Gebiete vorhanden ist. Zunehmender deluvialer Einfluß darf in dieser Klimazone und südlich davon als Indikator für an sich trockenere Ablagerungsbedingungen gewertet werden. Anzeichen für mehrere zwischengeschaltete Böden sind ebenfalls nur in relativ feuchten Räumen (z. B. nördlich Granada) vorhanden.

5. Gruppe = Südostspanisches Trockengebiet (westlich Murcia), Südtunesien (Bergland von Matmata bis Gabes):

	m N N	rezente Klimadaten			Paläoböden im höheren Würm				Mollus- ken- fauna	eiszeitliche Schneegrenze		
		Niedersch mm/a	Temp. °C/a	Dürre- monate	Zahl	Typ	(Ce-Hof- rizant)	Substrat		m N N	Lage darunt	
IeKet	600	500	16,2	4	2 (3?)	Kalkbraunerde	*	Deluviallöß	(M)			
Karaman	1100	330	11,4	4 1/2	1	"	*	"				
Velez Rubio	800	500	13,0	4	1	"		Gleyfleckiger- Deluviallöß	M	2600	1700	
Burdur	880	430	12,9	5	1	"		Spülschutt				
Granada	700	450	15,2	4	2	"	*	Gleyfleckiger Deluviallöß		2300	1500	nächst Höhengrenze des Lösses
Baza	900	500	14,3	3 1/2	2	"		Deluviallöß				
Denizli	450	600	17,5	5	1	"	+	"	M			
Cordoba	250	380	16,5	4 1/2	1	"	+	"		2300	2000	
Tarragona	10	50	15,9	2 1/2	1	Terra fusca- artiger Boden ?	+++	"	M	2100	1800	vorzugsweise Über- lieferung der Mollus- kenfaunen
Negotino	200	330	11,7	1 1/2	1	"	??	"	(M)			
Hodžina	50	1350	15,2	1 1/2	1	Terra fusca- artiger Boden		Löß	M	(1300)	(1250)	
Adapazari	170	700	14,2	1 1/2	2	Braunlehm	**	Löß				
Kitros	25	550	17,0	3 1/2	2	"	**	...		2400	2300	
Thessaloniki	50	480	15,9	4	2	"	*	Spülschutt				
Estepona	15	650	18,0	4	2	"	+	Kolluvium		2300	2100	Maximum der Pedogenese
Xanthi	30	640	15,8	4 1/2	2	"	*	Deluviallöß				
Murcia	50	360	17,9	5 1/2	1?	Kalkbraunerde?		"	(M)	2600	2600	nächst Süd- Grenze des Lösses
Matmata	440	240	18,9	7	-	-		"				
Gabes	10	175	19,3	12	-	-		"				

Tab. 2. Fazies und Paläoböden des höheren Würm in Beziehung zu rezenten Klimadaten (WALTER & LIETH 1960) und zur eiszeitlichen Schneegrenze (MESSERLI 1967).

In den Vorkommen entlang der meridionalen Grenze der Lößverbreitung sind Deluvialerscheinungen in dafür geeigneten Geländeformationen kräftig entwickelt (Abb. 4 u. 5). Im allgemeinen fehlt ein die Löß-Profile unterteilender Boden. Lokale Hinweise darauf westlich Murcia könnten durch Eindeckung mit jüngstem Verlagerungsmaterial vorge-täuscht sein.

Zusammenfassend: Nördlich und östlich der Alpen lassen sich Lößprovinzen sowie deren Unterteilungen mit heutigen Niederschlagsdaten in Beziehung bringen. Solches Vorgehen ist in Gebieten mit Dominanz des Winter-Niederschlags nicht konsequent anwendbar. Hier ist für die Klassifikation der einzelnen Vorkommen in erster Linie deren Lage zur eiszeitlichen Schneegrenze wichtig. Wir gehen deshalb in Tab. 2 von einer Ein-teilung aus, die auf Angaben über die eiszeitliche Schneegrenze durch MESSERLI (1967) auf-baut. Daraus läßt sich eine relative Höhenstufung grob ableiten und innerhalb derselben eine Unterteilung nach humideren und arideren Bereichen auf der Grundlage der Zahl der

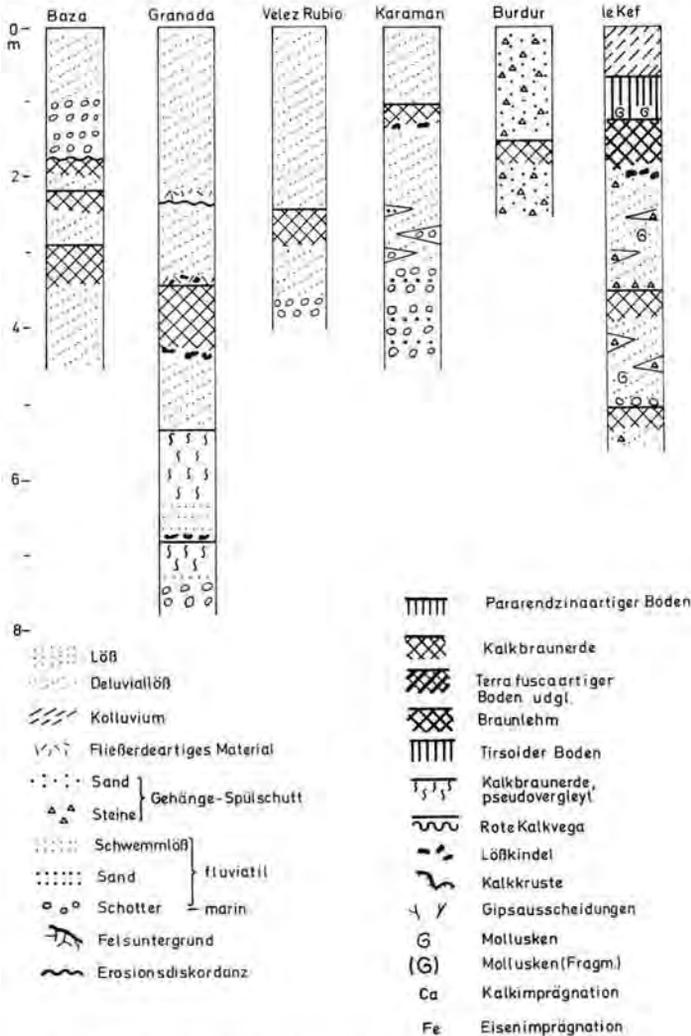


Abb. 7. Profilausbildung in der oberen Stufe mediterraner Lößvorkommen.

rezenten Dürremonate (WALTHER & LIETH 1960) vornehmen. Unterhalb der nivalen Stufe ist dann folgende Gruppierung der letzteiszeitlichen Deckschichten möglich:

A. Frostschutt-Stufe: Relativ sommerfeucht, z. T. Ausblasungsbereich des Löß-Staubes.

B. Darunter folgen Löß-Stufen:

1. Obere Stufe (Abb. 7): Wenigstens in Südostspanien ist der Deluviallöß durch relativ feuchte Merkmale ausgezeichnet. Diese können bis zum Sumpflöß mit periglazialer Molluskenfauna hinführen. Als Böden sind Kalkbraunerden zwischengeschaltet — in trockeneren Bereichen nur einer, sonst mehrere. Die Pedogenese war gebremst, da Winterruhe herrschte und die kurzen Sommer zu kühl waren für intensivere Bodenbildungen. Auffällig ist immerhin das ausgeprägte Gefügebild dieser Böden, das wie der Kalkumsatz auf Wechselfeuchtigkeit zurückgeht.

2. Mittlere Stufe (Abb. 8): Die Deluvialfazies ist um so deutlicher entwickelt, je trockener das Gebiet bzw. der Profilschnitt ist. Bemerkenswert ist, daß jeweils nur ein interstadialer Boden gefunden wurde. Er ist im niederschlagsreichen Neretva-Tal als Terra fusca-artiger Boden entwickelt, sonst als Kalkbraunerde. Molluskenfaunen kommen relativ reichlich vor mit auf Steppe bis Waldsteppe zeigenden, meist anspruchslosen Arten.

3. Untere Stufe (Abb. 9): Der Löß ist z. T. durch braunlehmartige Böden, also durch Böden mit erheblicher chemischer Verwitterung gekennzeichnet. Nächst der Löß-Trockenheitsgrenze, wo die Deluvialfazies wiederum das Bild bestimmt, scheinen hingegen normalerweise fossile Böden der letzten Kaltzeit zu fehlen.

Die meisten der in Abb. 7, 8 u. 9 angeführte Lokalitäten sind bei folgenden Gelegenheiten beschrieben und z. T. eingehender erläutert:

Granada: Profil 20 km nördlich Granada — BRUNNACKER & LOŽEK (1969).

Velez Rubio: Profil westlich Velez Rubio — BRUNNACKER & LOŽEK (1969).

Karaman: s. S. 78.

Burdur: s. S. 89.

le Kef: Profil 20 km südlich le Kef — BRUNNACKER (1972).

Neretva-Tal: mehrere Aufschlüsse unterhalb Mostar — BRUNNACKER u. Mitarbeiter (1969).

Negotino: mehrere Aufschlüsse südlich Titov Velez.

Tarragona: Profil Altafulla — BRUNNACKER & LOŽEK (1969).

Cordoba: an der Straße nach Bailén, etwa 20 km von Cordoba entfernt.

Denzili: s. S. 78.

Adapazari: an der Straße nach Bolu.

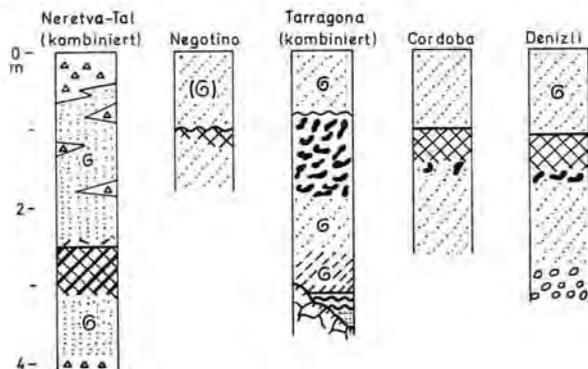


Abb. 8. Profilausbildung in der mittleren Stufe mediterraner Lößvorkommen — Legende in Abb. 7.

Kitros: BRUNNACKER u. Mitarbeiter (1969).

Estepona: BRUNNACKER & LOŽEK (1969).

Murcia: Aufschlüsse an der Straße nach Librilla — BRUNNACKER & LOŽEK (1969).

Garrucha: BRUNNACKER & LOŽEK (1969).

Matmata: BRUNNACKER (1973).

Gabes: an der Straße nach Matmata — BRUNNACKER (1973).

Daraus ergeben sich allgemeine Gesetzmäßigkeiten:

1. Höhenstufen zeigen eine relativ humidere Fazies als angrenzende, orographisch tiefere Bereiche.

2. Zahl und Ausbildung der interstadialen Böden stehen innerhalb der einzelnen Stufen über die Dürremonate in Zusammenhang mit dem heutigen Grad der Aridität bzw. Humidität. In gleicher Weise nimmt die Deluvialfazies gegen trockenere Bereiche hin zu.

3. Die meridionale Grenze des Deluviallösses liegt dort, wo heute weniger als rd. 150 mm Niederschlag/Jahr fallen (Größenordnung!).

5. Zeitliche Gliederung

In den Periglazialprofilen der letzten Eiszeit sind die frühen Interstadiale in Form reliefgebundener Humuszonen überliefert. In der Gruppe der jüngeren Interstadiale ist das des Stillfried B häufiger durch eine schwache Bodenbildung vertreten. In geeigneten Räumen und Geländesituationen können weitere Interstadiale pedogenetisch wirksam werden, wobei an dieser Stelle Detailprobleme ausgeklammert bleiben können (vgl. z. B.

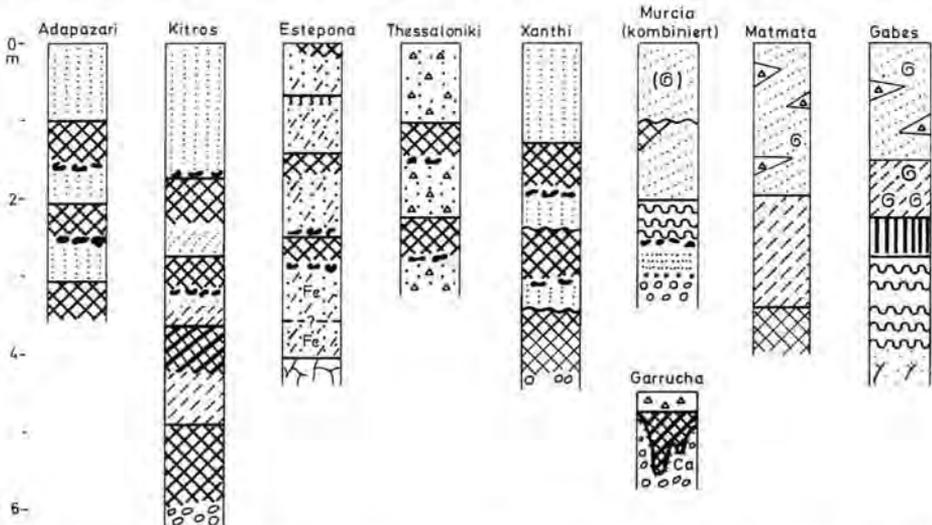


Abb. 9. Profilausbildung in der unteren Stufe mediterraner Lößvorkommen — Legende in Abb. 7.

ROHDENBURG & SEMMEL 1971). Das Spätglazial ist hingegen im allgemeinen über Lößprofile kaum zu fassen, da diese Zeit, wenigstens im westlichen Mitteleuropa, bereits in die Bodenbildung der heutigen Landoberfläche einbezogen ist (BRUNNACKER 1957 a, 1958).

Die im einstigen periglazialen Raum gewonnenen Vorstellungen lassen sich für die stratigraphische Auswertung der mediterranen Lößprofile heranziehen. Entscheidend ist dabei, das Gesetz von der Korrelation der Fazies vernünftig zu nutzen. Dazu müssen in

relativ eng begrenzten Bereichen möglichst viele Profile in ihrem jeweiligen Verhalten zur Geländesituation wie im geologischen wie geomorphologischen Gesamtverband betrachtet werden. Im Einzelfall kommen dann allerdings recht spezielle Überlegungen hinzu. So ist z. B. die Molluskenfauna im unteren wie im oberen Löß von Hodbina praktisch ident zusammengesetzt. Ein tiefgreifenderer Hiatus dazwischen, z. B. ein Interglazial, hätte sich auf diese besondere Faunenkombination modifizierend auswirken müssen.

Wenigstens im nordmediterranen Bereich sind noch so große Analogien zu Mitteleuropa vorhanden, daß man in der Regel das Äquivalent des Stillfried B in dem den Deluviallöß normalerweise unterteilenden Boden sehen darf. Sind mehrere Böden zwischengeschaltet, fällt allerdings die Entscheidung genauso schwer wie weiter im Norden.

Auf die Analogien zwischen der Höhenstufung des würmeiszeitlichen Profilaufbaues im nordmediterranen Bereich und der regionalen Differenzierung gleichartiger Profile in Mitteleuropa (ohne Berücksichtigung der Frühwürm-Bildungen) wurde aufmerksam gemacht (BRUNNACKER 1969):

Mitteleuropa (regionale Gliederung):

nördlich der Alpen: bis 3 Naßböden	Niederösterreich: 1 brauner Boden	pannonischer Raum: bis 3 Tschernoseme
---------------------------------------	--------------------------------------	--

Nordmediterraner Raum (vertikale Gliederung):

Lage zur eiszeitlichen Schneegrenze (Gliederung in Höhenstufen)

relativ nah	relativ fern:	fern (Tiefeland):
-------------	---------------	-------------------

(nächst Obergrenze der
Lößverbreitung):

bis 2 Kalkbraunerden	1 Kalkbraunerde oder Terra fusca-artiger Boden	bis 3 braunlehmartige Böden
----------------------	---	--------------------------------

Letztlich liegen damit keine allzu gravierenden Unterschiede zwischen dem periglazialen Löß-Aufbau im Norden und dem extraperiglazialen im Süden vor. Über das Gliederungsprinzip hinausgehende detailliertere Zuordnungen müssen allerdings einigen Besonderheiten Rechnung tragen. So nimmt die Bedeutung und Wertigkeit der Übergänge zwischen Warm- und Kaltzeit sowie rückläufig am Ausgang der Kaltzeit in Richtung auf wärmere Gebiete in Hinblick auf die Pedogenese zu.

6. Klima

Ursprünglich hat man in der nordmediterranen Zone das eiszeitliche Waldland Europas gesehen, d. h. eine Zone mit wohl etwas reduzierten Temperaturen, jedoch soviel Humidität bei einer Verteilung des Niederschlags, die dem sommergrünen Laubwald erlaubt hat, hier gleichsam über die Eiszeiten weg zu überwintern. In dem daraufhin bislang kaum diskutierten südmediterranen Bereich sah man konsequenterweise den Übergang zur pluvialen Zone, die während der Eiszeiten an die Stelle der heute arideren Subtropen getreten sein soll.

Gemäß dem derzeitigen Forschungsstand stellen sich in der nordmediterranen Zone die Verhältnisse für die letzte Eiszeit aufgrund der angeführten Arbeiten und vorgestellten eigenen Befunde anders dar: Vorwiegend offene Landschaft mit Steppen und Waldsteppen zumindest im Tiefland. Ein solches Ergebnis kann entweder mit FARRAND (1971) als Folge weiträumiger klimatischer Auswirkung nordischer Eismassen gedeutet werden oder als normales Glied einer Catena mit gleichbleibender Grundtendenz nach Süden hin.

6.1 Mechanische Verwitterung

Auf Zusammenhänge zwischen Produktion von Schutt und Form der Gehänge wurde eingangs verwiesen, ebenso darauf, daß solcher Schutt auch im mediterranen Raum im wesentlichen kalkklimatischer Natur und damit das Ergebnis kaltzeitlicher Frostverwitterung ist.

Frostwirkungen sind in nördlicheren Breiten der Mittelmeerzone selbst im Tiefland häufiger zu finden im Unterschied zu südlicheren Breiten. Sie werden aus Südwesteuropa erwähnt (z. B. BUTZER 1964 a, WICHE 1964, BRUNNACKER 1971 a). VAUMAS (1964) hat aus dem Vorderen Orient und Cypern entsprechende Funde zusammengestellt und einen Zeitablauf eingefügt. Sie scheinen aber im Osten etwas abgeschwächt zu sein. In südlicheren, heute warm- bis heißeriden Bereichen nimmt hingegen das Material ab, das als fossiler Frostschutt deutbar ist. Hier scheint, wie auch die eingangs geschilderten Geländeformen andeuten, daß einerseits die Produktion kaltzeitlichen Frostschuttes erheblich nachgelassen hat und andererseits ein sehr kräftiger Abtrag durch periodische bis episodische Starkregen für völligen Abtransport gesorgt hat.

Freiland-Schutte sind jedoch grundsätzlich, soweit nicht mittels Böden oder Löß udgl. in einem komplexeren System unterzubringen, bei der Notwendigkeit genauerer Einordnung problematisch zu bewerten. Geeigneter sind Schutte, die nächst dem einstigen Eingang von Höhlen gebildet wurden, zumal sie bisweilen eine gründlichere Untersuchung aus urgeschichtlichem Interesse erfahren haben. Dafür öffnen sich bei derartigen Sedimentpaketen andere Fragen, deren Kenntnis Vorbedingung für eine genetische Interpretation sein sollte (vgl. u. a. BRUNNACKER & STREIT 1967).

Crvena Stijena/Montenegro (BRUNNACKER 1967 b):

In der in rd. 700 m NN gelegenen Höhle ist die Sedimentfolge durchaus mit der Grundgliederung nördlich der Alpen vergleichbar. Der kaltzeitliche Schutt ist etwas kleinstückiger. Ferner tritt im frühglazialen Abschnitt durch Einschwemmung zugeführtes Material hervor. Lößkomponenten sind im Würm durchgängig nachzuweisen.

Jabrud I/Antilibanon (RUST 1950, FARRAND 1970, BRUNNACKER 1970 d):

In den in 1400 m NN gelegenen Schutzdächern tritt der (vorwiegend klein- bis mittelstückige) Schutt im frühen Teil der letzten Kaltzeit gegenüber der Crvena Stijena weiter zurück. Ausgesprochen grober Verbruch mangelt.

Befunde dieser Art zeigen, daß die periglaziale Zone sich nicht in allen Einzelheiten in entsprechenden, südlicheren Höhenstufen widerspiegelt: Der Schutt wird kleinstückiger, Verbruch tritt zurück, das frühe Würm ist durch zunehmend stärkere Verlagerung und relativ geringe Schuttproduktion ausgezeichnet. Löß ist vorhanden.

Noch deutlicher zeigt sich solches Verhalten bei einem Vergleich mit Profilen im Tiefland ab, z. B. Romanelli-Grotte/Südtalien (BLANC 1920, 1928).

Haua Fteah/Cyrenaika (MCBOURNEY 1967):

Die Sedimente in dieser der Romanelli-Grotte vergleichbaren Höhle sind ebenfalls im tieferen Teil feinkörniger als im höheren. Klimatisch deutbarer Verbruch fehlt, ebenso Sinterlagen. Jedoch sind im tieferen Teil sekundäre Kalkverkrüstungen vorhanden. Insgesamt ist gegenüber der Romanelli-Grotte eine etwas trockenere Abfolge erfaßt.

Im mediterranen Raum fällt damit die Hauptproduktion des hier allgemein kleinstückigeren Schuttes in das höhere Würm. Indizien auf feuchte Bedingungen sind hingegen zumeist im tieferen Teil der Profile zu finden. Im Unterschied zu den Verhältnissen im Freiland (Deluviallöß = Hinweis auf trockene Bedingungen) gehören dazu auch Verspülungen. Der Umbruch scheint im allgemeinen mit der Wende zum Jungpaläolithikum zu-

sammenzufallen. Die Profile weisen damit auf feuchtere Bedingungen in den Anfangszeiten des Würms, später auf kalte, relativ trockene Verhältnisse. Die fossile Frostwirkung ist dabei selbst in Gebieten mit heute um 20° C mittlerer Jahres- und um 13° C mittlerer Januartemperatur besonders im kältesten Abschnitt, dem Hochglazial, noch andeutungsweise zu finden.

6.2 Chemische Verwitterung

Relativ einfach ist eine indirekte Klassifikation für den Grad der chemischen Verwitterung bei interstadialen Böden:

humidere Bedingungen: völlige Entkalkung des Solums =		aridere Bedingungen: Entkalkung schwach =	
ohne Cc-Horizont	mit Cc-Horizont	mit schwachem Cc-Horizont	mangelnd = ohne Cc-Horizont
Terra fusca-artiger Boden braunlehmartiger Boden	Cc-Horizont bei Tarragona	Kalkbraunerde	Kalkbraunerde

Für das letzte Interglazial können den heutigen Verhältnissen im Prinzip entsprechende Bedingungen dann unterstellt werden, wenn der anthropogene Einfluß auf den derzeitigen Zustand richtig und in voller Tragweite erfaßt ist. Ferner ist zu bedenken, daß die Pedogenese gegen aridere Zonen hin immer an Intensität verliert.

Weiter ist zu berücksichtigen, daß gegen wärmere Zonen die Pedogenese in den Übergangszeiten auf Kosten der Zeiten mit Materialverlagerungen länger anhalten bzw. früher einsetzen kann. Dafür spricht z. B. der Boden auf der letztinterglazialen Strandterrasse bei Garrucha sowie ein als Terra rossa angesprochener Boden in ebensolcher Position in Marokko (MENSCHING 1960). Entsprechende Befunde bieten sich über eine rote Kalkvega bei Murcia und ähnliche Bedingungen bei Tarragona sowie den „Boden i“ in Kitros an. Aus der Sicht der Pedogenese könnte dazu gesagt werden: Die Bodenbildung des letzten Interglazials hielt in warmen, an sich relativ trockenen Bereichen nicht nur bis in den Anfang der nachfolgenden Kaltzeit hinein an, sondern war in dieser Zeit hinsichtlich ihrer Intensität sogar noch verstärkt (weil kühler, etwas niederschlagsreicher (?), insgesamt aber humider). Auch der rötliche Basisboden von Gabes gehört gemäß geologischer und geomorphologischer Situation in die gleiche frühglaziale Zeitposition. Darüber hinaus läßt sich an dieser Lokalität eine weitere Entwicklungsphase durch den überdeckenden tirsoiden Boden (einschließlich dessen Materialzuführung) fassen. Ob nun dieser Boden wirklich zeitgleich ist mit einer der mitteleuropäischen initialen Humuszonen (etwa der oberen), ist vorerst ungewiß. Er ist keinesfalls älter. Außerdem schließt sich die Molluskenfauna im hangenden Umlagerungsmaterial noch an die vorangegangenen Warmzeit-Bedingungen an.

Werden die Vorstellungen von ROHDENBURG & SABELBERG (1969 a) konsequent übernommen, dann weisen die mächtigen vorzeitlichen Kalkkrusten zwischen Gabes und Medenine nächst der Halbwüste erst recht auf eine solche zeitlich-räumliche Verschiebung der Bildungsintensität der Böden; denn hier liegen endgültig, heute wie in den jüngeren Warmzeiten des Quartärs, allzu aride Bedingungen für die Entstehung entkalkter Böden, also für solche mit intensiverer chemischer Verwitterung, vor.

Für die Übergangszeit zur Gegenwart, etwa das jüngere Spätglazial, muß damit gerechnet werden, daß gewisse pedogenetische Ansätze generell mit dem Ende der Verlagerungen eingesetzt haben. Wie diese im Periglazialraum beschaffen waren, steht noch immer zur Diskussion. Daß aber im südlichen Teil der mediterranen Zone relativ kräftige Böden

im Ausgang der letzten Kaltzeit entstanden sind, deuten das Profil von le Kef und wohl auch das von Estepona sowie entsprechende Befunde aus der Umgebung von Korinth an. Diese Böden sind mit denen des Überganges zur letzten Kaltzeit vergleichbar. Ein roter Boden aus Flugsand in Marokko könnte ebenfalls in diese Zeitstellung einzuordnen sein (nach BEAUDET, MAURER & RUELLAN 1967). Entsprechende Beobachtungen liegen jetzt auch aus Israel vor.

Befunde solcher Art deuten darauf, daß gegen warमारidere Räume hin nicht nur eine Ausweitung, sondern schließlich sogar eine Lösung intensiverer Bodenbildung aus den Interglazialen heraus in die Übergangszeiten hinein erfolgt ist. Für die Kalkbraunerde als weiteres, trockeneres Glied in einer Catena gegen aridere Gebiete gilt dies in gleicher

	Nördlich der Alpen	Mediterran, bes. Nord (relativ feucht)	Mediterran, bes. Süd (relativ trocken)
Postglazial	Parabraunerde	Bodenverheerung tirsoider Boden	?
J. Spätglazial	Beginn Pedogenese (z.T.)	Braunlehm	(relativ hohe Seespiegel)
ält. Spätglazial	Löß	Deluviallöß	Deluviallöß? Verspülung?
	Stillfried B - Interstadial	Braunlehm? Kalkbraunerde?	?
Hochglazial	Löß	Löß	Deluviallöß
	"FWc"- Interstadial (z.T.)	Braunlehm (z.T.)	Verspülung
	Löß (z.T.)	Löß	
	Solifluktion		
Frühglazial	Verspülung	Verspülung	
	Humuszonen	Braunlehm	tirsoider Boden Kalkbraunerde (hohe Seespiegel)
R / W-Interglazial	Parabraunerde	Braunlehm?	?

Tab. 3. Großräumige fazielle Differenzierung des Jungquartärs (bezogen auf Bereiche außerhalb der Gebirge).

Weise. Ähnliche Gedanken zu einer räumlich-zeitlichen Phasenverschiebung hat jüngst ANDRES (1972) geäußert. Insgesamt zeigen sich damit trotz aller Problematik bei den Einzelheiten an der Trockengrenze des mediterranen Lösses zwei feuchtere, pedogenetisch wirksame Zeiten an, die durch trockenere Abschnitte, nämlich die Interglazial- und die eigentliche Glazialzeit, getrennt sind (Tab. 3). Untergeordnet fügen sich in dieses schematische Bild die Interstadiale im Würm so ein, daß auch hier ein Wandel von braunlehmartigen Böden zur Kalkbraunerde gegen trockenere Räume vorhanden ist. Schließlich fallen auch diese aus, was darauf hinzeigt, daß die Interstadiale in warmen Klimaten bedeutungslos wurden.

6.3 Seebildungen

Ein gewichtiger Hinweis auf eiszeitlich-pluviale Verhältnisse scheinen hohe Seespiegel in geschlossenen Reliefdepressionen heute arider Gebiete zu sein. Dennoch müssen

z. B. die eiszeitlichen Seen Anatoliens durchaus kein Maß für Pluvialklima sein (LOUIS 1938); denn zumindest am Burdur Gölü haben sich nach dessen Hochstand noch kaltzeitliche, durch eine Kalkbraunerde unterteilte Spülschutte den Gehängen aufgelegt, wie das folgende Profil zeigt, das unter dem Niveau des einstigen Seehochstandes liegt.

Gehängespülschutt-Profil Burdur:

Burdur Gölü, 880 m NN, mäßig gegen den See abfallender Hang, östlich der Straße Burdur—Dinar, etwa 10 km von Burdur entfernt

Tiefe in cm

0—150	hellgrauer, feinsandiger, lehmiger Schutt, kalkhaltig, im Hanggefälle schwach geschichtet
— — — — —	
—180	brauner, schwach steiniger, lehmiger Feinsand, kalkhaltig, prismatisch-brockig (= Kalkbraunerde)
—250	braungrauer, feinsandiger Schutt, kalkhaltig, im Hanggefälle schwach geschichtet.

Daß im älteren Quartär prinzipiell gleichartige Abläufe in der See-Entwicklung am Beginn der Kaltzeiten vorhanden waren, zeigt das beschriebene Profil von Guadix.

Daneben werden auch späte Hochstände von Seen genannt, so des Tschad gegen Ende der letzten Kaltzeit. Ganz besonderes Interesse aber dürfen dabei die Ergebnisse von HUCKRIEDE & WIESEMANN (1968) über die jungpleistozäne Entwicklung der El Jafr-Depression in Jordanien beanspruchen. Insgesamt sind analog den Steigerungsphasen der Pedogenese höhere Seestände am Anfang und auch gegen Ende der letzten Kaltzeit vorhanden.

6.4 Säugetiere

Ob das Vorherrschen der Caprinen in der Haua Fteah (McBOURNEY 1967) neben kühlen tatsächlich auch feuchtere Bedingungen anzeigt, sollte überprüft werden. Eher scheinen die größeren Boviden, die hier im frühen Würm und gegen Ende des Würm gehäuft als Jagdbeute vorkommen, für eine feuchtere Umwelt zu sprechen, wenn die derzeitigen Lebensbedingungen zur Grundlage genommen werden.

Auch in der Crvena Stijena (MALEZ 1966/67) sind Arten des Hochgebirges, des Waldes und der Steppe vertreten. Unter Berücksichtigung der Auswahl durch Jagd zeigt sich ein Faunenbild, das mit den Befunden über das Neretva-Tal übereinstimmt.

An die Befunde in der Romanelli-Grotte schließen Beobachtungen von SCHNEIDER (1968) an, wonach im Pinios-Tal in Nordgriechenland eine anthropogene Knochenbank mit warmen Großsäugern, aber auch der Saiga-Antilope, von einer fluviatilen Aufschotterung überdeckt wird, welche in das höhere Würm überleiten könnte. Eine ähnliche Stelle wurde bei Gabes durch COQUE (1962) beschrieben.

Nach TCHERNOV (1968) zeigt die Nagerfauna in Israel seit Beginn des Würm einen zunehmenden Austrocknungsprozeß an, ohne daß sich Hinweise auf feucht-kühle (stadiale) und wärmer-trockene (interstadiale) Abschnitte ergeben hätten.

6.5 Ergebnis

Für die nordmediterrane Zone lassen sich die entwickelten Vorstellungen über die letzte Kaltzeit wie folgt zusammenfassen:

1. Die Nord-Grenze der mediterranen Zone lag größenordnungsmäßig dort, wo sie auch heute liegt (Löß-Fazies).

2. Humidere und aridere Gebiete während des Würm stehen in Beziehung zur Zahl der rezenten Dürremonate (Löß-Fazies, Zahl und Ausbildung der Interstadial-Böden, Gehänge-Morphologie und Schuttfazies).

3. Die Temperaturdepression war erheblich und entsprach wenigstens bis auf Höhe von Neretva-Tal und Tarragona etwa der Mitteleuropas, d. h. sie lag um 10 bis 12° C im Jahresmittel niedriger, wobei der Klimatyp etwas kontinentaler getönt war. Die Refugien im Neretva-Tal geben Hinweise auf maximal mögliche sommerliche Tiefstwerte (Molluskenfauna). Das Jahresmittel der Temperatur liegt hier bei 16° C, das Mittel des wärmsten Monats bei 26° C und das des kältesten Monats bei 10° C.

4. Insgesamt war das Klima relativ trocken (Löß, Molluskenfauna, Pollenanalyse).

5. Die Klimaentwicklung der letzten Kaltzeit verlief analog zu der Mitteleuropas — jedoch in südlichere Breiten transponiert, mit Vorherrschen des Winter-Niederschlags — von relativ feuchter nach trockener. Interstadiale als zusätzlich feuchtere bzw. wechsel-feuchtere Zwischenschaltungen zeigen sich über Paläoböden an. Für deren Zahl und Ausprägung sind neben dem Relief udgl. regional-klimatisch bedingte Schwellenwerte wirksam.

Die angeführten Klimaindikatoren deuten im Würm für die südmediterrane Zone an:

1. Der Trend von relativ feuchten Bedingungen bei Beginn des Würm zu trockenen Verhältnissen im Hochglazial ist noch faßbar (Kalkumsatz, Großsäuger, Kleinsäuger).

2. Deutlich humidere Phasen sind zudem am Beginn und gegen Ende der Kaltzeit vorhanden (Paläoböden, Seespiegelschwankungen).

3. Auch im Tiefland erweist sich zumeist das höhere Würm als relativ kalt (Frostschutt in Höhlen).

7. Die eiszeitlich-mediterrane Zone als Glied einer globalen Catena

An die periglaziale Zone der letzten Kaltzeit schließt sich die mediterrane Zone nahtlos an. Auf den relativ wärmeren nordmediterranen Bereich lassen sich die Befunde des periglazialen Raumes dann gut übertragen, wenn Winterregen-Klima berücksichtigt und eine allgemeine Temperaturdepression unterstellt wird. Die trockenere südmediterrane Zone fügt sich wiederum zwanglos an die nordmediterrane, wenn zunehmend unregelmäßigere Niederschlagsverteilung einbezogen wird. Allerdings öffnen sich jetzt bei einem direkten Vergleich mit der periglazialen Zone erhebliche Lücken. Insbesondere wird die Aufwertung humiderer Phasen bei Anfang und Ausgang der Kaltzeit deutlich. Aber vielleicht waren diese Feuchtabschnitte, in absolute Werte umgerechnet, gar nicht so gravierend, wie sie sich über Paläoböden und Seespiegel anzeigen. Der dazwischen gelegene, an sich trockene Hauptteil der Kaltzeit war in einen tieferen, relativ noch etwas feuchteren und einen höheren, relativ trockeneren und wohl auch weniger warmen Unterabschnitt gegliedert.

Die Temperaturdepression der letzten Kaltzeit war im gesamten mediterranen Raum voll wirksam. Untergeordnet war eine räumliche und zeitliche Aufgliederung in humidere und aridere Bereiche. Diese Grundvorstellung ist in Tab. 3 und in Abb. 10 schematisch dargestellt. Ausgegangen wird dabei von einer früher entwickelten Gliederung (BRUNNACKER 1957 a), ergänzt durch Einbeziehung der Humuszonen des ältesten Würm (BRUNNACKER 1958) und der Befunde über eine sich in Mitteleuropa im jüngeren Spätglazial abzeichnende Vallonienphase (LOŽEK & THOSTE 1972), die deshalb so interessant ist, weil sie gegenüber dem Hochglazial nicht nur ein etwas wärmeres, sondern auch ein feuchteres Klima etwa ab Bölling anzeigt. Damit wird ebenfalls für das Spätglazial der Konnex zwischen Mitteleuropa und arideren Gebieten im Süden enger.

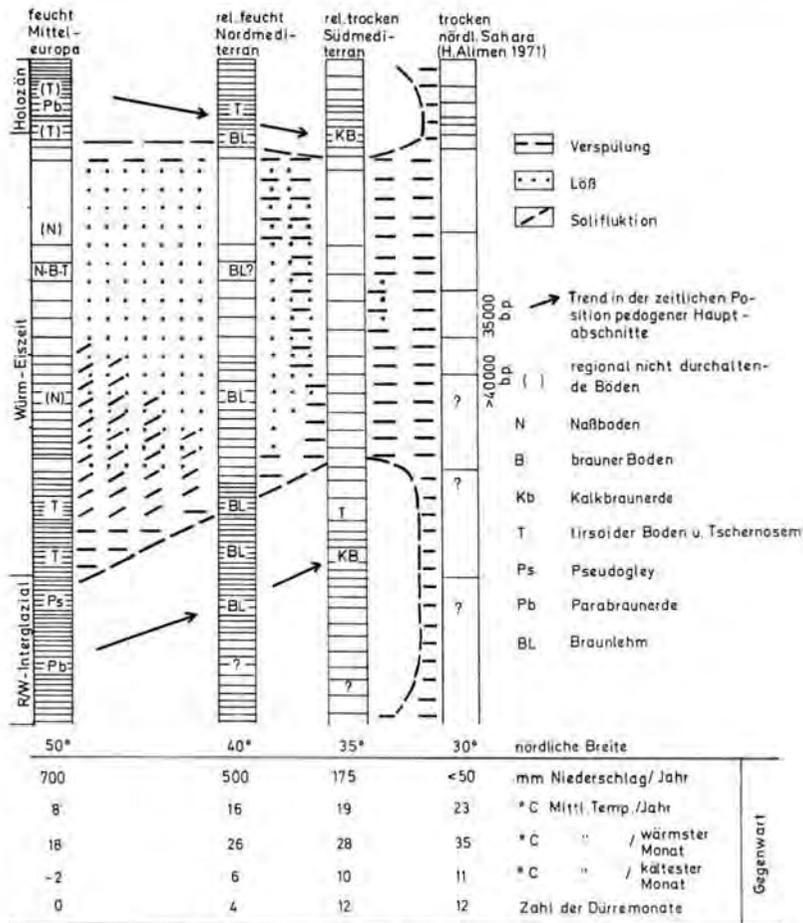


Abb. 10. Fazieller Wandel zwischen Mitteleuropa und mediterranem Raum sowie nördlicher Sahara (letzterer nach Angaben von ALIMEN 1971) während des jüngeren Quartärs in schematischer Darstellung (ohne Berücksichtigung interstadialer Klimaschwankungen).

Weitere Parallelen zu Mitteleuropa sind im mediterranen Bereich genug vorhanden. Insbesondere erfährt die ursprüngliche Grenzziehung zwischen Früh- und Hochglazial (= Ende FwC-Interstadial in Tab. 3 — BRUNNACKER 1957) eine Aufwertung. Hier etwa liegt die Wende Mittel-/Jungpaläolithikum (MÜLLER-BECK 1969, NARR 1959) und im mediterranen Raum wohl der markante physiogeographische Umschlag innerhalb des Würm.

Damit kann man sich freilich nicht auf den Standpunkt stellen, eine Lösung der angeschnittenen Fragen erreicht zu haben. Lag z. B. das eiszeitliche Waldland Europas in einer Art Höhenstufe, die etwa vom Neretva-Tal aus gegen Süden angestiegen ist? Oder waren nur kleine Waldinseln als Refugien nach Art des Neretva-Tales entlang dem Nordsaum der mediterranen Zone vorhanden? Wenngleich die vorgelegten Befunde dazu einiges anzubieten vermögen, so läßt sich der im Hintergrund stehende Gedanke nicht eindeutig beweisen. Danach hätte sich die Waldstufe gegen Süden ansteigend allmählich verloren, so daß schließlich Tiefland-Steppen und Wüsten direkt an die Gebirgssteppen bzw. -tundren angrenzten hätten.

Hinweise auf ein „Pluvialklima“ in heute ariden Gebieten lassen sich durch Temperaturdepression erklären. Durch sie wurde in Bergländern die relativ humidere Höhenstufe herabgedrückt (z. B. Südostspanien), was mit entsprechender Arealausweitung verknüpft war. Pluvialerzeugnisse sind z. B. davon ausgehende Schuttfächer (vgl. BRUNNACKER 1971 a).

Ein anderer Fragenkreis eröffnet sich im Zusammenhang mit der Lage der meridionalen Löß-Grenze. Sie liegt dort, wo heute etwa 150 bis 200 mm Niederschlag/Jahr fallen. Sie erweist sich als Trockenheitsgrenze im Unterschied zur nördlichen Grenze in Mitteleuropa, die man als thermisch interpretieren kann. Diese Nordgrenze des Lösses schiebt sich im beginnenden Spätglazial in Bereiche vor, die bis dahin der Deflation ausgesetzt waren. Wenn nun der höhere Teil des Würm auch in der südlichen mediterranen Zone besonders trocken war, dann sollte sich die Lößgrenze hier gegenüber der frühglazialen Lage zurückgezogen haben. Jedoch ist es schwierig, dafür brauchbare Belege anzuführen, wengleich in den Vorkommen an dieser Grenze der Mangel an unterteilenden Böden damit irgendwie in Zusammenhang stehen könnte.

Zugleich zeigt sich, daß die interessanten Probleme im Grenzsaum zu den heute ariden Subtropen auftauchen. Es fragt sich z. B., wie das Klima unmittelbar südlich der Lößgrenze beschaffen war, wengleich grundsätzlich hier, bezogen auf die Vegetation, relativ noch ungünstigere, letztlich also sehr trockene Bedingungen vorgelegen haben sollten (vgl. z. B. BÖTTCHER u. Mitarb. 1972, MESSERLI 1972). Überdies öffnet sich eine zusätzliche Kenntnislücke; denn bislang ist hier über die frühen Abschnitte des Würm in auffallendem Unterschied zum späten Würm und zum Holozän kaum etwas bekannt geworden. Die Ursache dafür muß letztlich in Auswirkungen des Klimaablaufes gesehen werden.

Bezeichnenderweise werden aus einem ariden Gebiet südlich des Atlas-Gebirges am Qued-Saoura (südl. Colomb Bechar) mit heute weniger als 50 mm Jahresniederschlag durchaus vergleichbare neuere Befunde gebracht, die durch ALIMEN (1971) zusammengestellt wurden (Abb. 10). Gegenüber dem von uns entwickelten zeitlichen Ablauf, der allerdings vorerst nicht auf absolute Datierungen zurückgreifen kann, deutet sich eine gewisse zeitliche Verschiebung nach oben an. Deren Ursache muß vorerst offen bleiben. Datierungsschwierigkeiten können im Spiel sein, genauso gut Differenzierungen im zeitlichen Ablauf, die zu einer Entwicklung überleiten, die an sich schon durch den Klimagang jenseits der Trockenzone gesteuert ist (vgl. FAIRBRIDGE 1965). So kann an die tirsoiden, anscheinend ebenfalls altholozänen Böden in der Danakil-Wüste erinnert werden (SEMMELE 1971), sowie an Hochstände ostafrikanischer Seen im Frühholozän (BUTZER 1972, vgl. auch HUCKRIEDE 1972).

Möglicherweise ist eine weitere zwanglose Verknüpfung mit ebenfalls arideren Gebieten vorhanden; denn BUTZER (1964) erfaßt z. B. in der Kurkur Oase eine Abfolge zwischen vollarid und semiarid, in der Kalktuffe durchaus am Anfang und Ende des Würm als Zeugnis relativ humider Phasen betrachtet werden könnten.

Die Vorstellung einer Landschaft mit sehr weitgehend offener Vegetation vom nördlichen Vereisungszentrum über die Südgrenze des subtropischen Trockenraumes hinaus noch in den Bereich der Tropen hinein (ROHDENBURG 1969) und vom Madeira-Archipel (LIETZ & SCHWARZBACH 1971) bis in den Orient zwingt zum Umdenken in vielen Einzelfragen. Sie zeigt aber auch, daß selbst in der so gut bekannten letzten Eiszeit genug Probleme verborgen liegen.

Schrifttum

- ALIMEN, H.: Variations climatiques dans les Zones désertiques de l'Afrique nord-équatoriale durant les quarante derniers Millénaires. — 7. Congr. panafricain de Préhist. et d'Études du Quaternaire, 25 S., Addis Abeba 1971.
- ALTEMÜLLER, H.-J.: Mikromorphologische Untersuchungen an einigen Gipskeuperböden im Raum Iphofen. — Bayer. Ldw. Jb. 37, Sonderh. 4, 70—85, München - Bonn - Wien 1960.

- ANDRES, W.: Beobachtungen zur jungquartären Formungsdynamik am Südrand des Anti-Atlas (Marokko). — *Z. Geomorph., N. F. Suppl. Bd.* **14**, 66—80, Berlin - Stuttgart 1972.
- BEAUDET, G., MAURER, G. & RUELLAN, A.: Le Quaternaire Marocain, Observations et Hypothèses nouvelles. — *Revue Géogr. physique et Géol. dynamique* **9**, 269—310, Paris 1967.
- BEUG, H.-J.: Probleme der Vegetationsgeschichte in Mitteleuropa. — *Ber. deutsch. botan. Ges.* **80**, 682—689, Berlin 1967.
- BLANC, G. A.: Grotta Romanelli. — I u. II, *Arch. Antrop. Etnol.* **50** u. **58**, Firenze 1920 u. 1928.
- BÖTTCHER, U., ERGENZINGER, P.-J., JÄCKEL, S. H. & KAISER, Kh.: Quartäre Seebildungen und ihre Mollusken-Inhalte im Tibesti-Gebirge und seinen Rahmenbereichen der zentralen Ostsahara. — *Z. Geomorph., N. F.* **16**, 182—234, Berlin - Stuttgart 1972.
- BOULAIN, J. L. G.: Étude des sols des plaines du Chéelif. — *Thèses Univ. d'Alger*, 1957, Nr. 1, Alger 1957.
- BRONGER, A.: Zur Mikromorphologie und zum Tonmineralbestand von Böden ungarischer Lößprofile und ihre paläoklimatische Auswertung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **21**, 122—144, Öhringen 1970.
- : Zur Genese und Verwitterungsintensität fossiler Lößböden in Jugoslawien. — *Paleopedology - Origin, Nature and Dating of Paleosols*, 271—281, Jerusalem 1971.
- BRUNNACKER, K.: Das Lößprofil in Kitzingen (Unterfranken). — Ein Beitrag zur Chronologie des Paläolithikums. — *Germania* **34**, 3—11, Berlin 1956 (a).
- : Regionale Bodendifferenzierungen während der Würmeiszeit. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **7**, Öhringen 1956 (b).
- : Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. — *Geol. Bavarica* **37**, München 1957 (a).
- : Bemerkungen zur Feinstgliederung und zum Kalkgehalt des Lösses. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **8**, 107—115, Öhringen 1957 (b).
- : Zur Parallelisierung des Jungpleistozäns in den Periglazialgebieten Bayerns und seiner östlichen Nachbarländer. — *Geol. Jb.* **76**, 129—150, Hannover 1958.
- : Zur Kenntnis des Spät- und Postglazials in Bayern. — *Geol. Bavarica* **43**, 74—150, München 1960.
- : Die Deckschichten und Paläoböden über dem Fagotenschotter südwestlich von Moosburg. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* **1966**, 214—222, Stuttgart 1966.
- : Die regionale Stellung der niederrheinischen Lößprovinz. — *Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln* **13**, 55—63, Köln 1967 (a).
- : Die Sedimente der Crvena Stijena. — *Glasnik*, **21/22**, 31—65, Sarajevo 1967 (b).
- : Affleurements de Loess dans les Régions nordméditerranéennes. — *Revue Géogr. physique et Géol. dynamique* **9**, 325—334, Paris 1969.
- : Zur Geologie der Fundstelle von Gönnersdorf. — *Germania* **47**, 39—47, Berlin 1970 (a).
- : Zwei Lößprofile extremer Klimabereiche Bayerns. — *Geol. Bavarica* **63**, 195—206, München 1970 (b).
- : Kriterien zur relativen Datierung quartärer Paläoböden? — Bemerkungen auf Grund einer Arbeit von K. METZGER. — *Z. Geomorph., N. F.* **14**, 354—360, Berlin - Stuttgart 1970 (c).
- : Die Sedimente des Schutzdaches I von Jabrud (Syrien). — *Fundamenta A* **2**, 189—198, Köln - Wien 1970 (d).
- : Beobachtungen über Strandterrassen und Berg-Flußflächen in Südost-Spanien. — *Kölner geogr. Arb., Sonderbd.*, 280—286, Wiesbaden 1971 (a).
- : Geologisch-pedologische Untersuchungen in Lepenski Vir am Eisernen Tor. — *Fundamenta A* **3**, 20—34, Köln - Wien 1971 (b).
- : Einiges über Löß-Vorkommen in Tunesien. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **23/24**, 89—99, Öhringen 1973.
- BRUNNACKER, K., ALTEMÜLLER, H.-J. & BEUG, H.-J.: Das Profil von Kitros in Nord-Griechenland als Typusprofil einer mediterranen Lößprovinz. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **20**, 90—110, Öhringen 1969.
- BRUNNACKER, K. & BASLER, Dj.: (Die Stellung des nordbosnischen Paläolithikums im würmeiszeitlichen Landschaftsraum Jugoslawiens). — *Članci i grada za kulurnu istoriju Istočne Bosne* **7**, 5—20, Tuzla 1967 (serbokroatisch).
- BRUNNACKER, K., BASLER, Dj., LOŽEK, V., BEUG, H.-J. & ALTEMÜLLER, H.-J.: Zur Kenntnis der Löss- im Neretva-Tal. — *Jb. Geol. Paläont., Abh.* **132**, 127—154, Stuttgart 1969.
- BRUNNACKER, K. & LOŽEK, V.: Löß-Vorkommen in Südostspanien. — *Z. Geomorph., N. F.* **13**, 297—316, Berlin - Stuttgart 1969.
- BRUNNACKER, K. & STREIT, R.: Neuere Gesichtspunkte zur Untersuchung von Höhlensedimenten. — *Jb. Karst- u. Höhlenkd.* **7**, 29—44, München 1967.
- BÜDEL, J.: Die Klimazonen des Eiszeitalters. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **1**, 16—26, Öhringen 1951.

- BUTZER, K. W.: Pleistocene cold-climate phenomena of the Island of Mallorca. — *Z. Geomorph.*, N. F. **8**, 7—31, Berlin 1964 (a).
- : Pleistocene palaeoclimats of the Kurkur Oasis, Egypt. — *The Canadian Geographer* **8**, 125—140, 1964 (b).
- BUTZER, K. W., ISAAC, G. L., RICHARDSON, J. L. & WASHBURN-KAMAU, C.: Radiocarbon Dating of East African Lake Levels. — *Science* **125**, 1069—1076, 1972.
- CONEA, A.: Guidebook to Excursions of the INQUA Loess Symposium in Romania. — S. R. Romania - Geological Institute - Guidebooks to Excursions, Nr. 10, Bukarest 1972.
- COQUE, R.: La Tunisie présaharienne. — Paris 1962.
- ERHARD, H.: Le témoignage paléoclimatique de quelques formations paléopédiques dans leur rapport avec la sédimentologie. — *Geol. Rdsch.* **54**, 15—23, Stuttgart 1965.
- FAIRBRIDGE, Rh. W.: Eiszeitklima in Nordafrika. — *Geol. Rdsch.* **54**, 399—414, Stuttgart 1965.
- FARRAND, W. R.: Geology, Climate and Chronology of Jabrud Rockshelter I. — *Fundamenta A* **2**, 212—223, Köln - Wien 1970.
- : Late quaternary Paleoclimates of the eastern mediterranean Areas. — In: K. K. TUREKIAN: The late cenozoic glacial Ages, 529—564, New Haven - London 1971.
- FINCK, A.: Tropische Böden. — Hamburg - Berlin 1963.
- FINK, J.: Zur Korrelation der Terrassen und Lössen in Österreich. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **7**, 49—77, Ohringen 1956.
- FIRBAS, F.: Die glazialen Refugien der europäischen Gehölze (ohne Osteuropa). — Rep. 6 Intern. Congr. Quatern., Warsaw 1961, **2**, 375—382, Lodz 1964.
- FRÄNZLE, O.: Die pleistozäne Klima- und Landschaftsentwicklung der nördlichen Po-Ebene im Lichte bodengeographischer Untersuchungen. — *Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Abh. Math.-Naturwiss. Kl.*, 1965, **8**, Wiesbaden 1965.
- FRENZEL, B.: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. — Braunschweig 1967.
- GRAHMANN, R.: Der Löß in Europa. — *Mitt. Ges. Erdkde. Leipzig* **51**, 5—24, Leipzig 1932.
- HÄDRICH, F.: Zur Anwendbarkeit einiger bodenkundlicher Untersuchungsmethoden in der paläopedologischen und quartärgeologischen Forschung unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchung von Proben aus Lößaufschlüssen. — *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.* **60**, 103—137, Freiburg 1970.
- HUCKRIEDE, R.: Ein ¹⁴C-Wert für den Pluvial-Kalk von Sodiri, Kordofan, Republik Sudan. — *Geologica et Palaeontologica* **6**, 173—175, Marburg 1972.
- HUCKRIEDE, R. & WIESEMANN, G.: Der jungpleistozäne Pluvial-See von El Jafr und weitere Daten zum Quartär Jordaniens. — *Geologica et Palaeontologica* **2**, 73—95, Marburg 1968.
- HAMMEN, T. v. d., WIJFSTRA, T. A. & ZAGWIJN, W. H.: The floral Record of the late Cenozoic of Europe. — In: K. K. TUREKIAN: The late cenozoic glacial Ages, 391—424, New Haven - London 1971.
- KAISER, Kh.: Das Klima Europas im quartären Eiszeitalter. — *Fundamenta B* **2**, 1—27, Köln - Graz 1967.
- KLINGE, H.: Zur Frage der zeitlichen Einordnung rezenter und vorzeitlicher Kalksteinböden der iberischen Halbinsel. — *Transact. 6, Int. Congr. Soil Science, E*, S. 31—35, Paris 1956.
- KUKLA, J.: Quaternary sedimentation cycle. — *Prace Inst. Geol.* **34**, 145—154, Warszawa 1961.
- LIEBEROTH, I.: Die jungpleistozänen Lössen Sachsens im Vergleich zu denen anderer Gebiete. — *Petermanns Geogr. Mitt.* **1962**, 188—198, Gorha 1962.
- LIETZ, J. & SCHWARZBACH, M.: Quartäre Sedimente auf der Atlantik-Insel Porto Santo (Madeira-Archipel) und ihre paläoklimatische Deutung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **22**, 89—109, Ohringen 1971.
- LOUIS, H.: Eiszeitliche Seen in Anatolien. — *Z. Ges. Erdkde. Berlin* **1938**, 267—285, Berlin 1938.
- LOŽEK, V.: Die Weichtierfunde von Lepenski Vir. — *Fundamenta A* **3**, 35—39, Köln - Wien 1971.
- LOŽEK, V. & THOSTE, V.: Eine spätglaziale Molluskenfauna. — *Decheniana* **125**, 55—61, Bonn 1972.
- MALEZ, M.: Gornjopleistocenska Fauna Crvena Stijena. — *Glasnik* **21/22**, 67—80, Sarajevo 1966/67.
- McBOURNEY, C. B. M.: The Haoua Freah (Cyrenaica) and the Stone Age of the Southeast Mediterranean. — Cambridge 1967.
- MENSCHING, H.: Bericht und Gedanken zur Tagung der Kommission für Periglazialforschung in der IGU in Marokko. — *Z. Geomorph. N. F.* **4**, 159—170, Berlin 1960.
- MESSERLI, B.: Die eiszeitliche und gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum. — *Geogr. Helvetica*, **1967**, 105—228, Bern 1967.
- : Formen und Formungsprozesse in der Hochgebirgsregion des Tibesti. — *Hochgebirgsforschung*, H. **2**, 23—86, Innsbruck - München 1972.
- MÜLLER-BECK, HJ.: Die Stratigraphie des süddeutschen Jungpleistozäns. — *Jshr. mitteldt. Vorgeschichte* **53**, 83—102, Halle 1969.

- NARR, K. J.: C¹⁴-Daten und die Gliederung des Jungpleistozäns. — *Forsch. u. Fortschr.* **35**, 147—151, Berlin 1959.
- RANGE, P.: Das Diluvium Palästinas. — *Die Eiszeit* **2**, 116—118, Leipzig 1925.
- RATHJENS, C.: Löß in Tripolitanien. — *Z. Ges. Erdkde.* **1928**, 211—228, Berlin 1928.
- RAVIKOVITSCH, S.: The aeolian soils of the northern Negev. — *Desert Research, Spec. publ.* **2**, 1—30, Jerusalem 1953.
- ROHDENBURG, H.: Hangsedimentation und Klimawandel als wichtigste Faktoren der Flächen- und Stufenbildung in den wechselfeuchten Tropen an Beispielen aus Westafrika, besonders aus dem Schichtstufenland Südost-Nigerias. — *Gießener Geogr. Schr.* **20**, 57—152, Gießen 1969.
- : Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* **21**, 81—96, Öhringen 1970.
- ROHDENBURG, H. & SABELBERG, U.: „Kalkkrusten“ und ihr klimatischer Aussagewert — Neue Beobachtungen aus Spanien und Nordafrika. — *Göttinger Bodenkundl. Ber.* **7**, 3—26, Göttingen 1969 (a).
- : Zur landschaftsökologisch-bodengeographischen und klimagenetisch-geomorphologischen Stellung des westlichen Mittelmeergebietes. — *Göttinger Bodenkundl. Ber.* **7**, 27—47, Göttingen 1969 (b).
- ROHDENBURG, H. & SEMMEL, A.: Bemerkungen zur Stratigraphie des Würm-Lösses im westlichen Mitteleuropa. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.* **99**, 246—252, Wiesbaden 1971.
- RUST, A.: Die Höhlenfunde von Jabrud (Syrien). — Neumünster 1950.
- SCHIEDIG, A.: Der Löß und seine geotechnischen Eigenschaften. — Dresden u. Leipzig 1934.
- SCHMIDT-LORENZ, R.: Böden der Tropen und Subtropen. — *Handb. d. Landw. u. Ernährung in den Entwicklungsländern* **2**, 44—80, Stuttgart 1971.
- SCHNEIDER, H. E.: Zur quartärgeologischen Entwicklungsgeschichte Thessaliens (Griechenland). — *Beitr. ur- u. frugesch. Archäol. des Mittelmeer-Kulturraumes* **6**, Bonn 1968.
- SCHOLZ, H.: Calcretes and their Formation — a Survey based on Observations in South-West-Africa. — *Pedologie* **21**, 170—180, Ghent 1971.
- SCHWEGLER, E.: Bemerkungen zum Vorkommen von Löß im libyschen und tunesischen Gebiet. — *N. Jb. Min. etc., Mh. Abt. B*, **1944**, 10—17, Stuttgart 1944.
- SCHWERTMANN, U.: Die Bildung von Eisenoxidmineralien. — *Fortschr. Miner.* **46**, 274—285, Stuttgart 1969.
- SEMMEL, A.: Zur jungquartären Klima- und Reliefentwicklung in der Danakilwüste (Äthiopien) und ihren westlichen Randgebieten. — *Erdkunde* **25**, 199—209, Bonn 1971.
- SERVANT, M., SERVANT, S., DELIBRIAS, G. & FAURE, H.: Les formations lacustres des basses régions du Tschad au Quaternaire supérieur et récent. — VIII. Congr. INQUA Paris 1969 — *Résumés des Communications*, S. 269, Paris 1969.
- SMOLIKOVÁ, L.: Bedeutung der Paläoböden im Rahmen des quartären klimatischen Zyklus. — *Sbornik Geol. VĚD — Atropozoikum A* **6**, 57—75, Praha 1972.
- TCHERNOV, E.: Succession of Rodent Faunas during the Upper Pleistocene of Israel (Morphologie, Taxonomie und Systematik der Nagetierfauna in Israel während des jüngeren Pleistozäns), *Mammalia depicta* — Hamburg 1968.
- VAUMAS, E. DE: Phénomènes cryogéniques et systèmes morphogénétiques en Méditerranée orientale (Cypre, Galilée). — *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.* **6**, 291—311, Paris 1964.
- VIRGILI, C. & ZAMARRENO, J.: Le Quaternaire continental de la plaine de Barcelone. — V. Congr. Int. Quaternaire. Livret guide de l'excursion B₁, environs de Barcelone et Montserrat, 7—16, Madrid - Barcelone 1957.
- WALTER, H. & LIETH, H.: Klimadiagramm-Weltatlas. — Jena 1960.
- WICHE, K.: Formen der pleistozänen Erosion und Akkumulation in Südostspanien. — Rep. 6. Internat. Congr. Quaternary, Warzaw 1961, **4**, 187—197, Lodz 1964.
- WIJMSTRA, T. A.: Palynology of the first 30 metres of a 120 m deep Section in northern Greece. — *Acta Bot. Neerl.* **18**, 511—527, 1969.
- WOLFAHRT, R.: Geologie von Syrien und dem Libanon. — *Beitr. reg. Geol. d. Erde* **6** - Berlin 1967.
- YAALON, D. H.: Origin of Desert Loess. — Autorreferat INQUA-Kongr. Paris 1969.

Manuskript eingeg. 4. 6. 1973.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. K. Brunnacker, Geol. Inst. Univ. Köln, Zülpicher Straße 49.