

Die Äolianite in der nördlichen Küstenzone von Israel Genese, Stratigraphie und Klimageschichte

von Wolfgang Boenigk, Karl Brunnacker, Wolfgang Tillmanns, Köln und Avraham Ronen, Haifa

Zusammenfassung: Im südlichen Teil der Küstenebene von Israel (Brunnacker et al. 1982) konnte nachgewiesen werden, daß das Material der jungpleistozänen Äolianite während der Meeresregression aus dem freigelegten Schelfbereich ausgeweht wurde. Der gleiche Befund hat sich in der nördlichen Küstenebene ergeben. Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, daß landeinwärts verlagerte schluffige Komponenten nicht nur ein Produkt äolischer Transportsaigerung darstellen, sondern auch mit der Absenkungsgeschwindigkeit und -tiefe des Meeresspiegels in Zusammenhang stehen. Zusätzliche Komponenten (ältere pleistozäne Sanddecken und karbonatische Gesteine des Berglandes mit eingeschalteten und überdeckenden Vulkaniten) sind vorhanden. Nach dem letzten großen Meereshochstand wurde anfänglich vorzugsweise Material des Hinterlandes in die Küstenzonen geliefert (Tabun). Nachfolgend hat die Auswehung aus der freigelegten Schelfzone dominiert. In die Kurkardecken eingeschaltete Böden (in Zeiten der Ingressionen) erlauben eine Unterteilung in 3 äolische Phasen. Im Hinblick auf den jungpleistozänen Klimagang ist dann eine Reihe von relativ kalt-trockenen und relativ warm-feuchten Abschnitten erkennbar. Sie zeigen auf einen überregionalen Klimagang innerhalb der letzten Eiszeit.

Summary: Investigations carried out in the southern part of the coastal plain of Israel (Brunnacker et al. 1982) have shown clearly that the material of the upper pleistocene aeolianites derived from the exposed shelf zone was drifted during the regression of the sea. The same results have been obtained in the northern coastal plain. Furthermore inland moved silty components have been proved not to be only the result of aeolian particle transport influenced by differences in specific gravity and grain shape. They also relate to settling speed and depth of the sea level. Additional components like older pleistocene sand sheets and carbonate rocks of the mountain region with intercalated and overlying vulcanites occur as well. After the last rise of the sea level material originating from the backland was chiefly provided to the coastal areas (Tabun). Later on the drifting of material derived from the exposed shelf zone prevailed. Soils intercalated to the Kurkardecken (Kurkar sheets) during times of ingressions permit a division into 3 aeolian phases. With regard to the upper pleistocene climate development a serie of relatively cold-dry periods and relatively warm-humid periods is discernible. They point to a climate development during the last ice-age which was not restricted to a certain region.

Résumé: Les recherches menées dans la partie du sud de la plaine côtière d'Israël (Brunnacker et al 1982) ont montré que les matériaux des éolianites du Pleistocène supérieur provenant de la zone de shelf dégagée étaient transportés par le vent pendant la régression de mer. Les mêmes résultats ont été obtenus pour la plaine côtière du nord. De plus on a mis en évidence que les matériaux limoneux déplacés vers l'intérieur du pays ne sont pas seulement le résultat du transport de particules éoliens influencé par des différences en poids spécifique et en forme de grain. Ils sont aussi liés à l'affaissement de la vitesse et de la profondeur du niveau marin. A part de cela il y a aussi des dépôts comme des couvertures de sable pleistocènes et des roches carbonatées de la région montagneuse avec des vulcanites intercalées et recouvrantes. Après la dernière montée du niveau marin les matériaux provenant de l'arrière-pays étaient fournis de préférence aux zones côtières. Puis le transport éolien des matériaux provenant de la zone de shelf dégagée a dominé. Des sols intercalés aux Kurkardecken (couvertures de Kurkar) pendant les temps des ingressions permettent une division en 3 phases. En vue de la genèse du climat une série des périodes relativement froides-sèches et des périodes relativement chaudes-humides est discernable. Elles donnent des indications que la genèse du climat pendant la dernière époque glaciaire n'était pas restreinte à une certaine région.

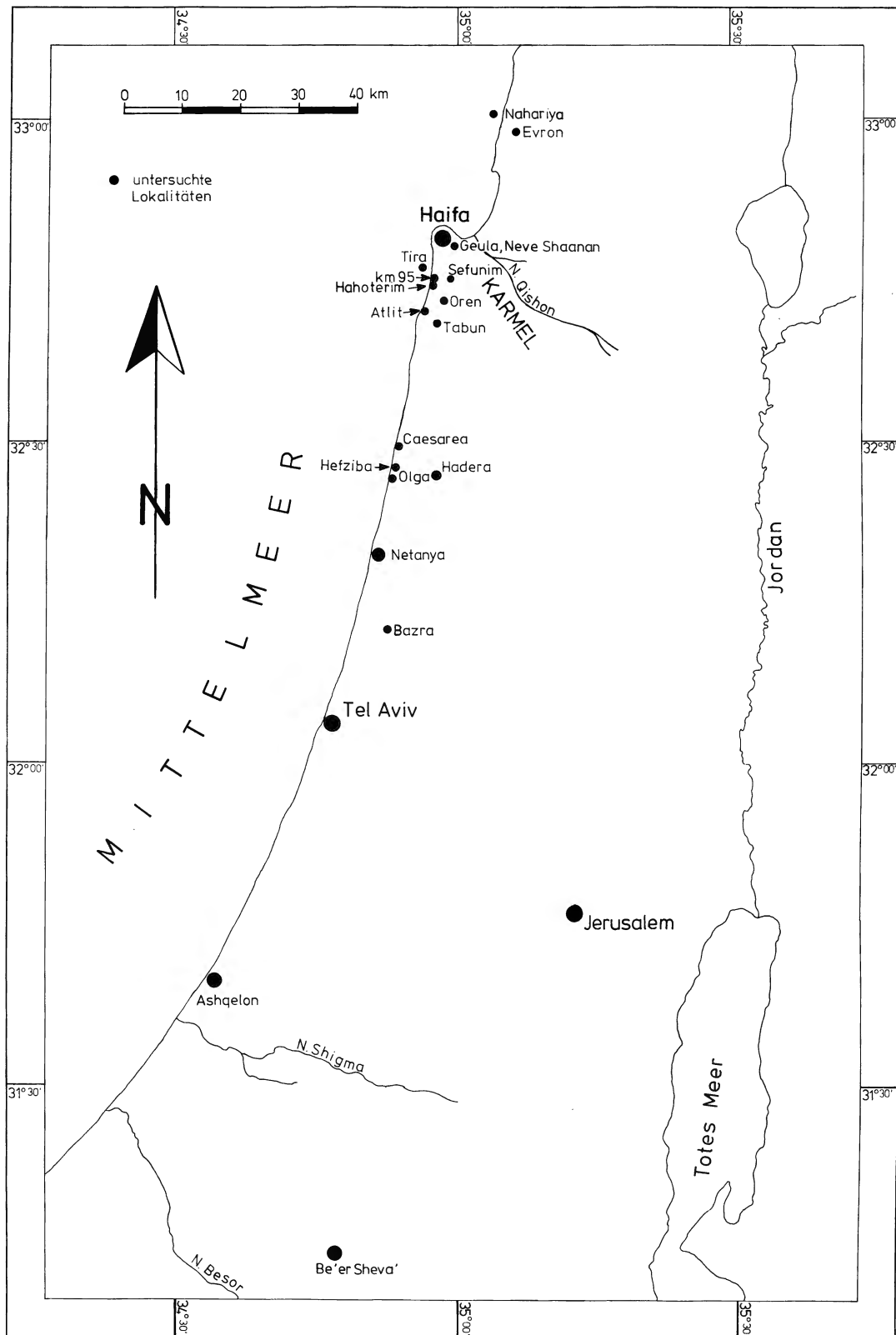


Abb. 1. Geographischer Überblick.

1. Einleitung

Das Jungpleistozän in der Küstenebene von Israel wird im wesentlichen von Kurkar (Äolianit-Rücken aus mehr oder weniger karbonatisch verfestigten zumeist feinen Sanden) im Verband mit Hamra (rötlichen und z. T. braunen Böden) aufgebaut. Regional lassen sich entsprechend dem jeweiligen Profilaufbau zwei Bereiche unterscheiden: südlich Tel Aviv (Brunnacker et al. 1982) und nördlich Tel Aviv (Abb. 1). Die beiden, im allgemeinen dem Jungpleistozän zugeordneten küstennahen Rücken, sind in der Regel durch eine mehrere Kilometer breite, flache Reliefdepression von älteren Kurkar-Rücken bzw. altquartären Sandflächen (z. B. Bazra) abgesetzt. Dahinter folgt das im wesentlichen aus Karbonatgesteinen aufgebaute Bergland. Die Grundgliederung der Küstenebene ergibt sich aus der Beschränkung der Faustkeilkulturen auf Gebiete östlich der Reliefdepression und entsprechende Funde im Kurkar-Hamra-Verband von Evron.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Reihe von Kurkar-Profilen aufgenommen, beschrieben und mit rezenten marinen Sanden und Strandterrassen einerseits und Höhlensedimenten andererseits verglichen. Zur petrographischen Charakterisierung der Ablagerungen wurde vor allem die Schwermineralanalyse (SM) eingesetzt. Dabei wurde wie folgt vorgegangen: Untersucht wurde die Fraktion 0,04 – 0,4 mm Ø, die durch Absieben bzw. durch Dekantieren der feinen Fraktion gewonnen wurde. Die Proben wurden 10 Minuten im Ultraschallbad gereinigt bzw. in HCl gekocht und anschließend mit destilliertem Wasser gewaschen. Nach dem Trocknen wurden die Schwerminerale mit Bromoform abgetrennt und in Aroclor (n: 1,65) eingebettet. Der Anteil der opaken Schwerminerale am gesamten Schwermineralspektrum ist auf der Grundlage der ersten 100 gezählten Körner in % angegeben. Die durchsichtigen Schwerminerale sind in gegenseitigen %-Verhältnissen dargestellt, ebenfalls auf der Basis von 100 gezählten Körnern.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens durchgeführt, das dankenswerter Weise durch die Stiftung Volkswagenwerk unterstützt wurde.

Herr Wreschner, Haifa, hat uns freundlicherweise bei Probennahmen nächst Haifa unterstützt.

2. Rezente marine Sande

Vor der Küste wurde eine Reihe von Proben aus verschiedenen Wassertiefen von Herrn Nir vom Geological Institut der Universität Jerusalem bzw. dem Dep. Maritime Studies der Universität Haifa entnommen. (Tab. 1).

In diesen rezenten marinen Sedimenten zeigt sich eine klare Abhängigkeit des Schwermineralspektrums von der Tiefe unter dem Meeresspiegel (Abb. 2, Tab. 2). Bis zu einer Wassertiefe von 10 m liegen gut sortierte Sande mit einem Medianwert der Schwerminerale (Sm) um 200 µm. Das SM-Spektrum ist gut gerundet und gut sortiert. Mit zunehmender Wassertiefe nimmt die Körnung sehr stark ab, und ab 30 m Wassertiefe liegt die gesamte SM-Fraktion im Silt-Bereich. Die SM-Spektren zeigen ferner eine gute Korngrößensortierung. Qualitativ haben alle Sedimente die gleiche SM-Assoziation mit Hornblende, Epidot und Pyroxen neben den opaken Mineralen. Quantitativ kann eine Verschiebung von sehr viel Hornblende und mäßig viel Pyroxen im groben Sediment zu mäßig viel Hornblende und sehr viel Pyroxen in den Silten festgestellt werden (Abb. 2).

Die Proben von Tira zeigen von 10 m bis 30 m Wassertiefe eine Zunahme der Korngröße. In der strandnahen Probe liegen über 80 % der Körner in der Fraktion 0,1 – 0,2 mm Ø wie es auch in den Kurkar-Rücken der Fall ist. In der Probe aus 28,5 m Tiefe liegen dagegen über 60 % des Sediments in der Kiesfraktion (größer 2,0 mm Ø). Diese Ergebnisse stehen in krassem Widerspruch zu den Beobachtungen im SM-Spektrum. Die Ursache liegt in der Zusammensetzung des Sediments. Die strandnahe Probe besteht zu etwa 90 % aus anorganischem Detritus. Die Probe aus 28,5 m Wassertiefe

führt dagegen weit über 90 % Schill. Anorganischer Detritus ist nur mit ca. 3 % in der feinsten Fraktion und in der Fraktion 0,1 – 0,2 mm Ø nur mit 0,5 % vertreten.

Tabelle 1

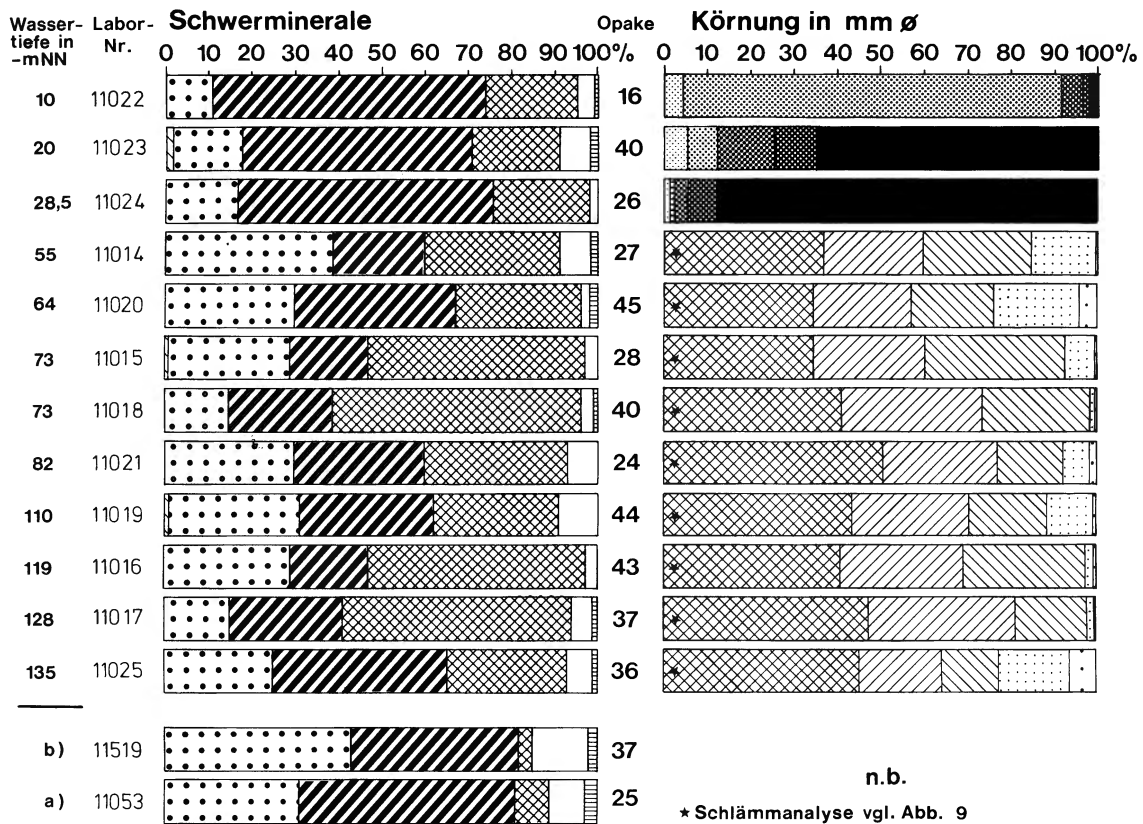
Position rezenter mariner Sandproben

Proben	Nr.	Tiefe — NN	Koordinaten		entnommen durch
			E	N	
Netanya	11014	55 m	1280	1984	Geologisches Institut Jerusalem (NIR)
Netanya	11015	73 m	1245	1985	
Netanya	11016	119 m	1190	1982	
Netanya	11017	128 m	1185	1984	
Ashqelon	11018	73 m	0950	1275	
Atlit	11019	110 m	1326	2370	
Caesarea	11020	64 m	1300	2154	
Nahariya	11021	82 m	1474	2715	
Tira	11025	135 m	1399	2493	
Tira	11022	10 m	vgl. Abb. 1 Universität Haifa „Maritime Studies“		
Tira	11023	20 m			
Tira	11024	28,5 m			

Tabelle 2

Marine und randmarine Sedimente (s. Abb. 2 = Tab. 1)

Proben-Nr.	Wassertiefe — NN	Opak	Turmalin	Zirkon	Rutil	Granat	Hornblende	Epidot	Pyroxen	Anatas	Apatit	
11014	55	27	1	3	—	—	19	39	30	5	2	Gli
11015	73	28	—	1	3	1	33	20	42	—	—	Gli
11016	119	43	—	1	2	—	18	29	50	—	x	Spi, Karb
11017	128	37	1	2	2	—	27	15	54	1	1	
11018	73	40	1	2	—	—	24	15	57	—	1	Gli
11019	110	44	—	4	1	1	31	30	29	2	1	Di, St
11020	64	45	2	1	1	—	38	30	29	—	—	
11021	82	24	—	4	2	—	30	30	33	—	—	Di
11022	10	16	1	—	—	—	63	11	21	—	—	Di, Ti, Al ₃
11023	20	40	2	1	4	2	53	18	20	—	—	
11024	28,5	26	—	2	1	—	60	17	23	—	—	
11025	135	36	1	3	2	—	39	25	28	—	—	Al
11519	b	37	2	3	6	x	37	42	2	—	—	Al, Bio, Ti, Di, St
11053	a	25	3	3	3	2	52	31	8	—	—	Ko, Ti, St, Di



ZEICHENERKLÄRUNG

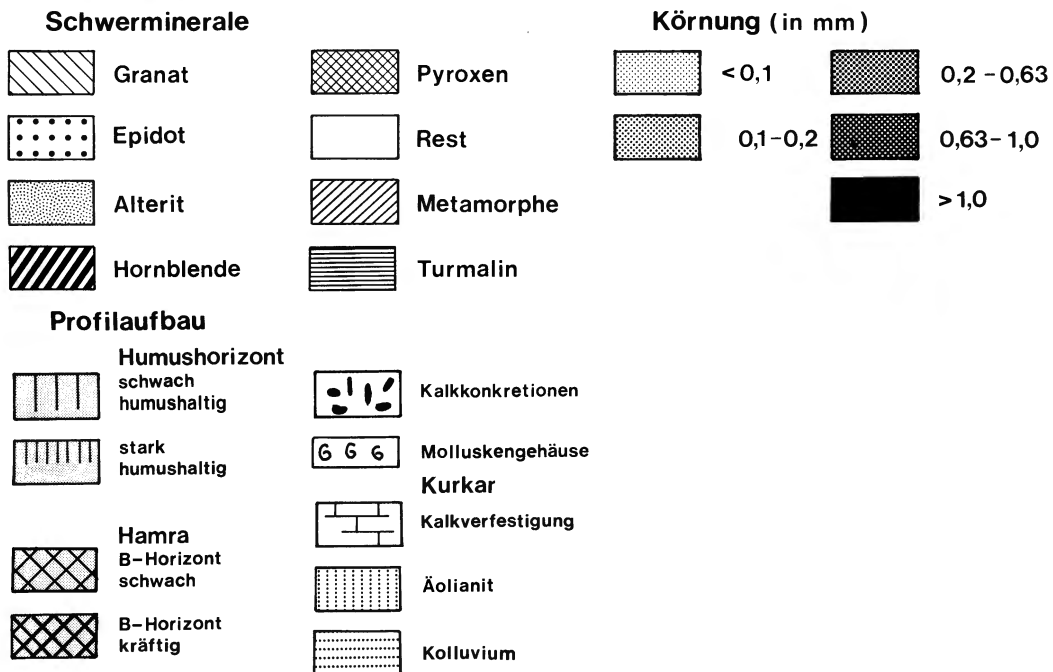


Abb. 2. Rezente marine Sande sowie beach-rock und umgelagerte Hamra bei km 95:
b) aufgearbeiteter beach-rock mit umgelagertem Hamra-Material
a) Strandterrasse (s. Abb. 3).

3. Strandterrassen

Bei Km 95 der Autobahn südlich Haifa wird das Liegende durch eine Strandterrasse in beach-rock-Fazies gebildet (Abb. 3), die aus Molluskenschill und einigen kleinen Geröllen besteht. Das Vorkommen befindet sich nächst der heutigen Küste mit Oberkante bei 10–15 m ü. NN. Vom östlichen Bergland ist es durch eine etwa 3 km breite flache Reliefdepression abgesetzt. Das Th/U-Alter des beach-rock (*Glycimeris* sp.) liegt nach freundlicher mündl. Mitteilung von Herrn Hennig bei 80 ka (Kilojahre).

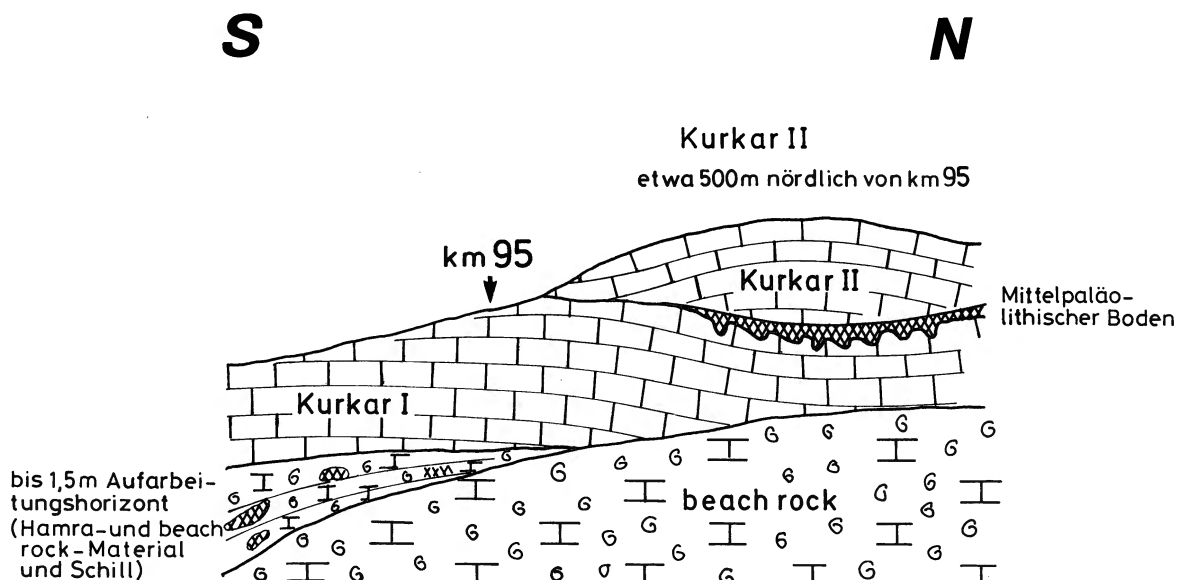


Abb. 3. Beach-rock-Kurkar-Profil bei km 95 südlich Haifa (s. Abb. 2 Proben a u. b): Umgelagerte Hamra aus Kurkar hervorgegangen.

Dort, wo die Strandterrasse nach Süden abtaucht, legt sich darauf, bis 1,5 m erschlossen, eine Gehängedecke aus Fragmenten des Unterlagers, Schill des aufgearbeiteten beach-rock und rötlich-braunem Hamra-Material. Auch dieses Lager ist z. T. stärker verfestigt. Eine Probe dieser Schicht (Nr. 11519) und eine Probe aus der Strandterrasse in Nähe Km 95 (Nr. 11053) wurden schwermineralogisch untersucht (Abb. 2, Tab. 2). Die beiden Proben zeigen qualitativ das gleiche Schwermineral-Spektrum (SM) wie die marinen Sedimente. Ein augenfälliger Unterschied liegt in der Kornsortierung: Die Strandterrassen weisen ein ausgesprochen heterogenes Korngrößenspektrum der SM von der Siltfraktion bis zur Grobsandfraktion auf. Augenfällig ist der geringe Gehalt an Pyroxenen im Vergleich mit den marinen Sedimenten.

Über dem umgelagerten beach-rock und Hamra-Material folgt der Kurkar I, dessen Oberfläche ebenfalls nach Süden abtaucht und bereichsweise den mittelpaläolithischen Boden trägt, welcher wiederum vom Kurkar II überlagert wird.

4. Jungpleistozäne Kurkar-Hamra-Folge

Anhand paläolithischer Kulturreste kann die jungpleistozäne Äolianit-Abfolge nördlich von Tel Aviv folgendermaßen geliedert werden:

Kurkar III (rd. 11 – 10 ka (Kilojahre) b.p.

Epipaläolithischer Boden bzw. Bodenkomplex (Hamra) Kebarium: 18 – 12 000 ¹⁴C-Jahre b.p.)

Kurkar II

Mittelpaläolithischer Boden (Hamra)

Kurkar I

Umgelagerte Hamra

Marine Strandterrasse bei Km 95, rd. 80 ka

Tyrrhen bei Tabun, rd. 125 ka in 39 m + NN (Michelson nach Farrand 1981)

Diese Abfolge ist durch folgende Beispiele belegt.

Hahoterim (mit mittelpaläolithischer Hamra) (Abb. 4):

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1 – 3	600	Hellgelbgrauer Kurkar, stark verfestigt
4 – 5	200	hellgraugelber Kurkar II, in Lücken rötlichbrauner Sand
6 – 7	100	rötlichbrauner Sand, mit Moustérien, prismatisch-brockig, mit Kalkkonkretionen
8 – 9	bis 80	dunkelgraubrauner, sandiger Lehm, grau- und rostfleckig, prismatisch-brockig, zahlreiche Kalkkonkretionen, unten sandreicher und rost- und graufleckig
10	50	rötlichbrauner, lehmiger Sand, schwach prismatisch-brockig, Kalkkonkretionen (3 cm Ø), an der Basis bis 20 cm dicker Kalkausscheidungshorizont
11 – 15	1 000	hellgraugelber Kurkar I, stark verfestigt

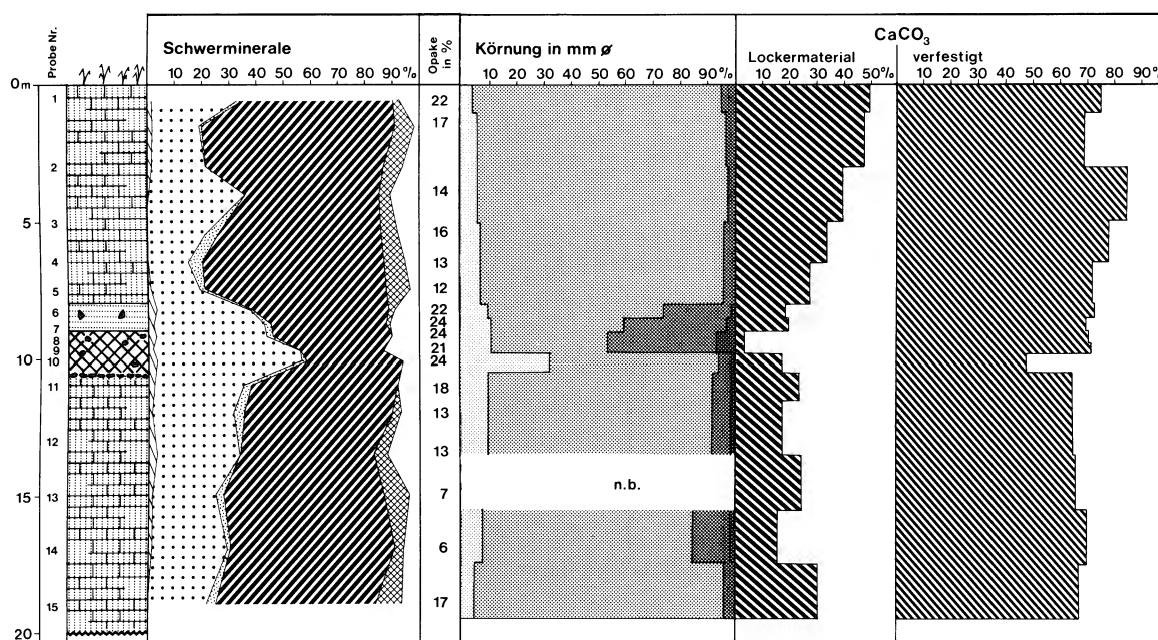


Abb. 4. Profil Hahoterim (Legende: Abb. 2).

In diesem Aufschluß östlich der Autobahn nächst Km 95 ist der Kurkar I bis 11 m mächtig erschlossen. Darüber folgt eine Hamra mit bis zu 1,5 m. Sie wird durch etwas Kolluvium mit mittelpaläolithischen Artefakten überdeckt. Nach ^{14}C -Datierungen ist diese Kulturschicht anderorts auf 60 – 40 000 Jahre datiert (Farrand and Ronen, 1974; Ronen, 1977). Hangenden Abschluß bildet der rd. 8 m mächtige Kurkar II.

Olga (Abb. 5):

	Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
	1	180	Kurkar III, leicht verfestigt, z. T. stark schräggeschichtet (landeinwärts),
	2	30	gekröseartig verkittet
	3	bis 30	schwach humushaltiger, brauner Sand schwach kalkhaltig, mit Helicellengehäusen
V	4	bis 50	rötlichbrauner Sand, Kalk in Spuren, mit Helicellen-Gehäusen
IV	5 u. 6	100	rötlichbrauner Sand, schwach verfestigt
III	7 u. 8	120	schwach humushaltiger, brauner Sand
	9	30	rötlichbrauner Sand
II	10	25	schwach humushaltiger, brauner Sand
	11	25	rötlichbrauner Sand
I	12 – 15	150	hellgraubrauner Sand, mit Nadelstichporen
	16	50	Kalkanreicherungshorizont
	17	500	Kurkar II (einige Meter seitlich versetzt)

In diesem Profil ist in einer in den Kurkar II eingetieften Rinne der epipaläolithische Bodenkomplex erschlossen. Er baut sich aus fluvialem, sandigem Material auf. Die einzelnen Decken wurden in Ruhepausen durch die Pedogenese überprägt (Abschnitt I – V, siehe Abb. 5). Rote und braune Hamra wechseln mit humosen bis tirsoiden Böden, welche die Decken überprägen. Darüber liegt flächig der Kurkar III.

Letztenendes hat damit während der Pedogenese zwischen Kurkar II und Kurkar III ein Wechselspiel stattgefunden zwischen mehreren Schüben von durch Wasser angeliefertem Sand aus dem Rückland und einer Pedogenese, die zu intensiver Färbung und einer gewissen Humusbildung geführt hat. Eine entsprechende Situation ist an zahlreichen Stellen nördlich Tel Aviv zu finden.

Die Kurkar-Sedimente von Hahoterim und Olga zeigen ein gut sortiertes Schwermineral-Spektrum (Abb. 4 u. 5) in der Fraktion um 200 μm und gleichen in Korngröße, Sortierung, Rundung und Mineralassoziation den strandnahen marinen Sedimenten völlig mit gut 60 % Hornblende, ca. 20 % Pyroxen und 15 – 20 % Epidot. Der Anteil der opaken Körner am Gesamtspektrum liegt sehr niedrig mit etwa 10 %.

Die in die Kurkar-Sedimente eingeschalteten Hamra-Horizonte weisen hingegen eine charakteristische Änderung in den Profilen von Olga (epipaläolithischer Bodenkomplex) und Hahoterim (mittelpaläolithischer Boden) auf (Abb. 4 u. 5). Dazu wird das Profil Olga näher beschrieben:

Das gesamte Profil ist durch Vorherrschaft der Hornblende charakterisiert. Es handelt sich im wesentlichen um eine grüne Varietät mit einem Pleochroismus nach bläulich-grün. Untergeordnet treten olivfarbene, braune und farblose Typen auf. Hohe %-Sätze erreichen neben der Hornblende die Epidot-Gruppe und die Klinopyroxen. Unter Epidot werden die Minerale der Epidot-Reihe sowie

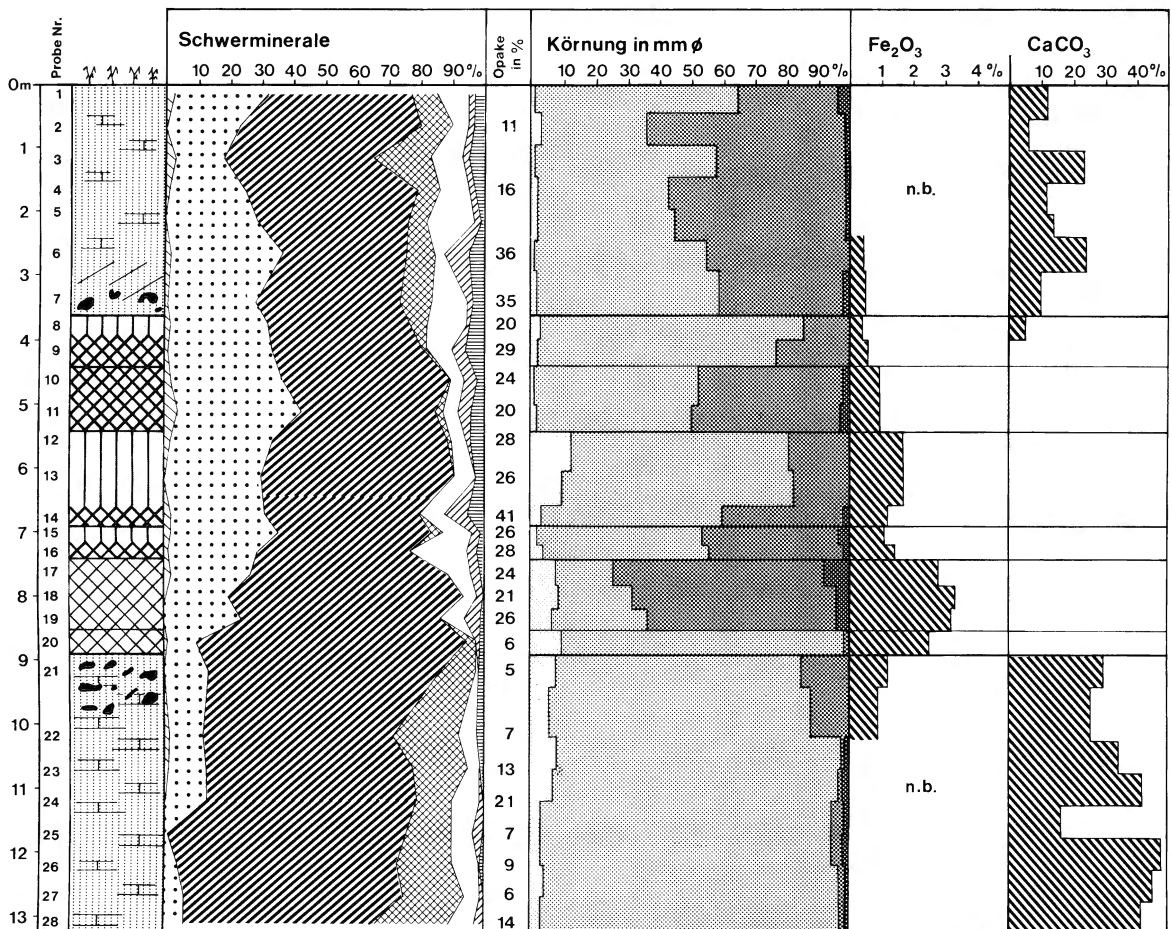


Abb. 5. Profil Olga (Legende: Abb. 2).

Klinozoisit und Zoisit zusammengefaßt. Die metamorphen Minerale Staurolit, Disthen, Andalusit, Granat und die stabilen Minerale Turmalin, Zirkon und Rutil spielen im gesamten Profil nur eine untergeordnete Rolle.

Trotz der Einheitlichkeit der SM-Assoziation läßt sich das Profil aufgrund der Häufigkeit der einzelnen Komponenten in drei Abschnitte aufteilen (Abb. 5):

Liegender Abschnitt:

Er umfaßt die drei untersten Proben (Nr. 15 bis 17). Sie sind durch einen hohen Anteil an Pyroxenen und sehr niedrige %-Sätze an opaken Schwermineralen charakterisiert.

Die Pyroxene nehmen zum Hangenden stark ab, was sich als Verwitterung im Rahmen einer Bodenbildung erklären läßt. Dafür sprechen auch die starken Lösungsspuren an den Augitkörnern, die als hahnenkammartige Reliktstrukturen vorliegen. Die metamorphen Minerale fehlen bis auf Spuren. Die Rundung aller Schwerminerale ist gut bis mäßig mit Ausnahme der Pyroxene.

Mittlerer Abschnitt:

Das auffallendste Merkmal des mittleren Profilabschnittes (also die gesamte Rinnenfüllung mit Ausnahme von Nr. 15) ist, daß die Pyroxene fast völlig ausfallen. Die Hornblendens sind etwas weniger

häufig als im liegenden Abschnitt, jedoch immer noch dominant im SM-Spektrum. Sie zeigen die Tendenz zum Hangenden weiter geringfügig abzunehmen. Stark zugenommen haben dagegen die Opaken von durchschnittlich 6 % im liegenden Teil auf ca. 25 % und der Epidot von 11 % auf durchschnittlich 30 % im mittleren Abschnitt. Beim Epidot kann man etwas höhere Werte zum Hangenden feststellen. Die Gruppen der stabilen und metamorphen Minerale sind zwar untergeordnet, aber durchlaufend deutlich vertreten. Die Rundung aller Minerale ist mäßig. Einen Ausreißer in dieser Serie stellt die Probe 14 dar mit 41 % Opaken und 7 % Staurolith. Möglicherweise wird durch diese Probe eine Zweiteilung der Rinnenfüllung markiert (vgl. Abb. 5).

Hangender Abschnitt:

Die Abtrennung vom unterlagernden Material erfolgt aufgrund der relativ hohen Pyroxen-Werte und des etwas angestiegenen %-Satzes der Opaken. Im übrigen ist das Schwermineralspektrum dem des mittleren Abschnittes sehr ähnlich. Die Rundung der Minerale ist gut.

Interpretation

Die im mittleren und hangenden Profilabschnitt beobachteten Schwermineralassoziationen entsprechen denen, die Slatkine & Pomerancblum (1958) aus ähnlichen Sedimenten beschrieben haben. Sie lassen sich mit rezenten Küstensanden bzw. deren Verwitterungsprodukten vergleichen (vgl. Emery & Neev 1960). Lediglich die Probe 9 deutet eine Beeinflussung durch fluviatile Zulieferung an, wenn man die Analysen-Werte von Pomerancblum (in: Emery & Neev 1960) heranzieht. Auch das Schwermineralspektrum des liegenden Abschnittes stimmt im grundsätzlichen mit rezenten Küstensanden überein, wie eigene und einige Analysendaten bei Emery & Neev (1960) zeigen.

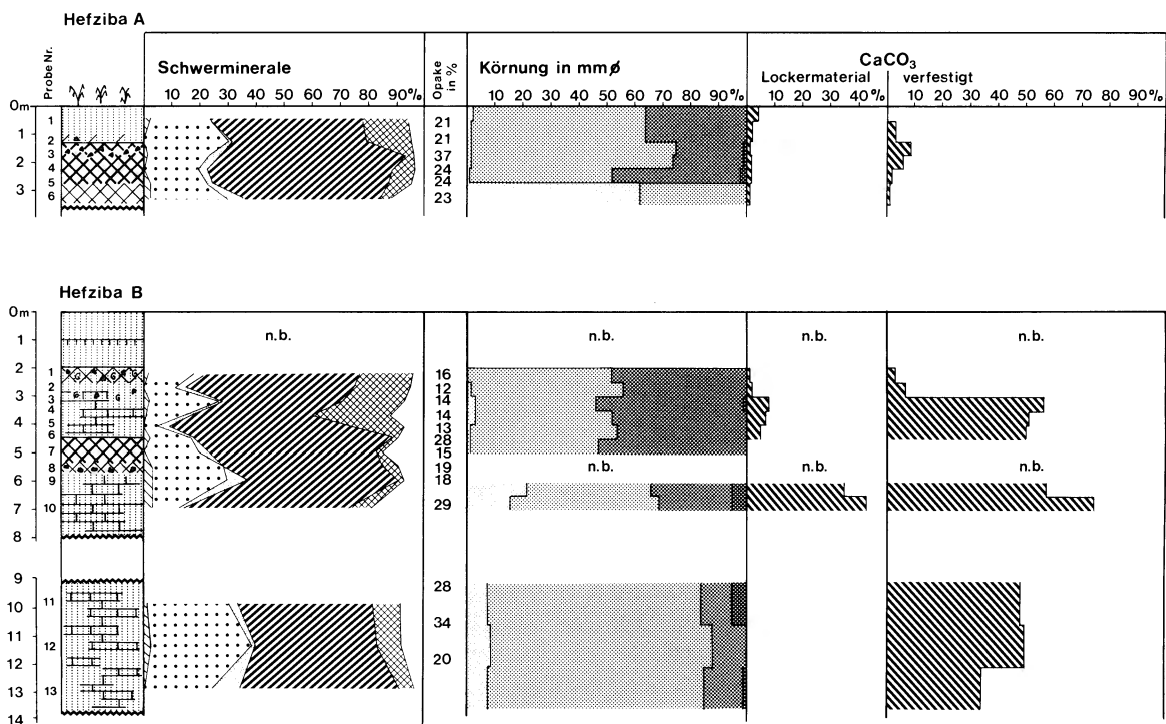


Abb. 6. Profil Heziba (Legende: Abb. 2).

Hefziba (Abb. 6):

In Hefziba, ebenfalls an der Autobahn, wurde auf einer kleinen Kuppe ein sehr reiches Epipaläolithikum entdeckt (Ronen et al. 1975).

Über dem Kurkar II ist der epipaläolithische Bodenkomplex nächst einem Tälchen (Hefziba) aufgeschlossen. Darüber folgt der Kurkar III mit einer Mächtigkeit bis zu mehreren Metern. In dessen abschließendem braunerdeartigen Boden liegen die Artefakte in einem tiefgründigen Ah-Horizont (Hefziba A).

Hefziba A (Kuppe)

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1	100	Hellgraugelber, rezenter Flugsand
2	25	brauner Sand, oben Übergang in Flecken, einzelne Artefakte
3	50	violettbrauner Sand, mit sehr vielen Artefakten
4	70	dunkelviolettblauer Sand, mit Artefakten
5	30	hellrostbrauner Sand, graustichig (schlierig), einzelne Artefakte
6	50	hellrötlichbrauner Sand

Hefziba B (am Autobahneinschnitt)

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
	100	Rezenter Flugsand
	20	schwach humushaltiger, graubrauner Sand
	70	hellgelbgrauer Sand
1	70	hellbrauner Sand, einzelne Artefakte oben angereichert, etwas Schneckengehäuse
2	50	hellgelbgrauer Sand, einzelne Schneckengehäuse, einzelne Artefakte
3	40	hellgraugelber Sand, lagig etwas durch Kalk verkittet
4	50	hellgelbgrauer Sand, etwas durch Kalk verkittet
5	40	hellbrauner Sand, etwas stärker durch Kalk verfestigt
6	50	dunkelrostbrauner Sand, violettstichig, prismatisch-brockig
7	50	wie oben
8	30	brauner Sand, mit sehr vielen lößkindelartigen Konkretionen (bis 1 cm Ø)
9	100	gelbgrauer Kurkar (II)
10	100	hellgelbgrauer Kurkar

Schwermineralogisch zeigen die beiden Profile das typische Kurkar-Spektrum mit einer Dominanz der grünen Hornblende, Epidot und Pyroxen. Alle anderen Minerale treten nur untergeordnet auf.

Netanya Central (Abb. 7)

Bei Netanya ist bereichsweise eine dem Profil Olga ähnliche Situation gegeben. Direkt unterhalb der Stadt sind zwei Pararenzinen (etwas kolluvial) dem Kurkar zwischengeschaltet. Sie führen eine Molluskenfauna, wie sie südlich des Ortes im epipaläolithischen Bodenkomplex gefunden wurde (Bestimmung durch H. Schütt in Brunnacker et al. 1981). Diese Böden ziehen in eine Reliefdepression hinein, welche durch die primäre Oberfläche des Kurkar II gebildet wird.

Netanya Central mit café au lait-Böden (Pararendzinen)

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1 – 15	18	Kurkar III, hellgraugelb, cm-dicke Kalk-Lamellen
16	0,7	Sand, hellgraubraun, sehr schwach humushaltig, Molluskenreste
17	1,2	Sand, hellgraugelb
18	1,0	Sand, hellgelbgrau, lößkindelartige Konkretionen (bis 3 cm Ø)
19 – 22	5,0	Sand, hellgelbgrau, Kalk-Lamellen wie oben
23	0,6	Sand, hellgraubraun
24	0,8	Sand, graubraun, schwach humushaltig, zahlreiche Schneckengehäuse, zahlreiche Kalkstangen (bis 3 cm Ø) um Wurzelröhren
25	0,8	Sand, hellgraubraun, Kalkkonkretionen und -stangen wie oben, nächst der Basis dadurch stark verfestigt
26 – 27	2,0	Sand, hellgelbgrau

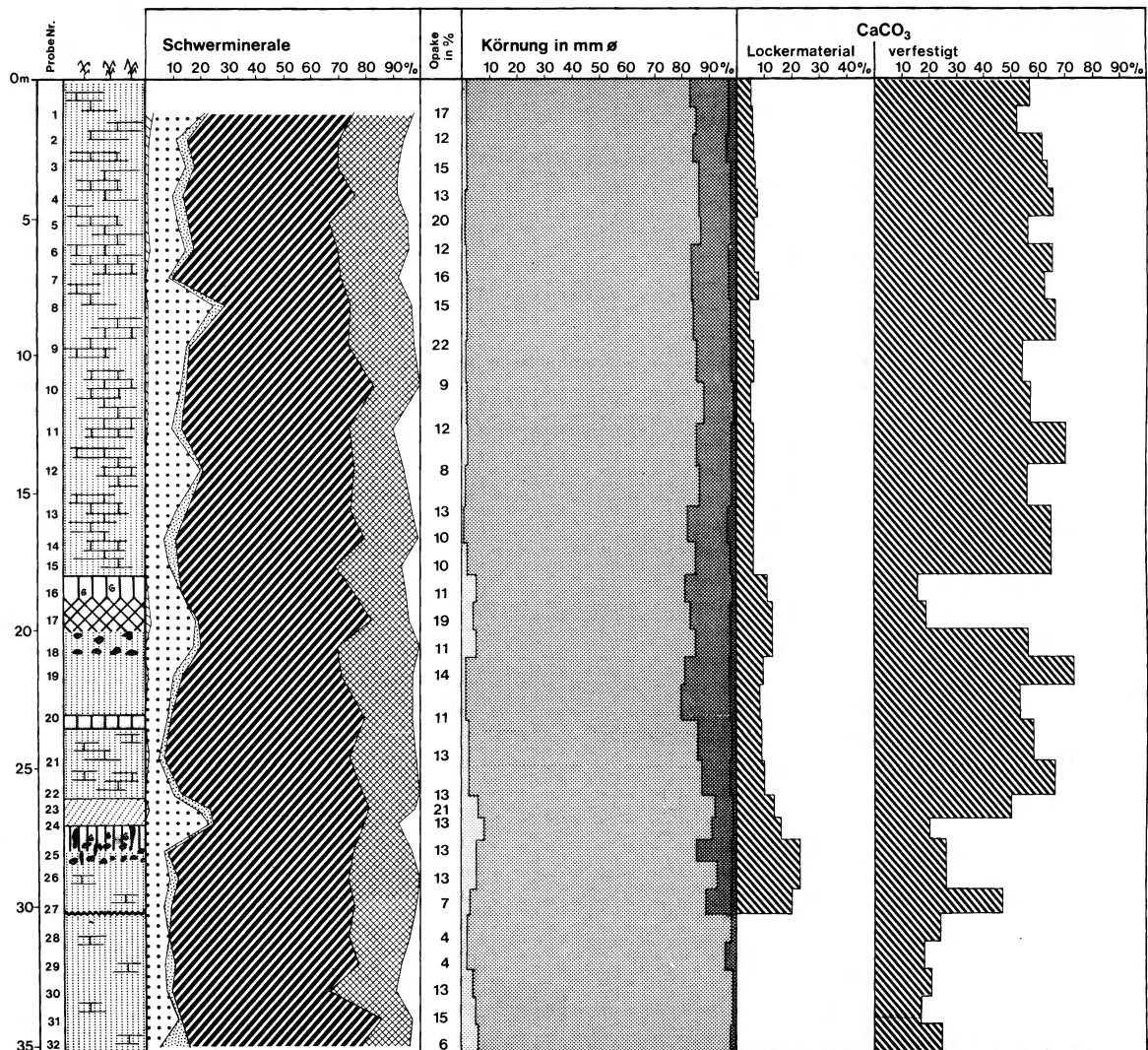


Abb. 7. Netanya Central (Legende: Abb. 2).

Die petrographische Zusammensetzung der Sedimente im Profil von Netanya Central ist sehr homogen, sowohl von der Körnung mit 80 % der Fraktion 0,1 – 0,2 mm Ø wie in der Assoziation der SM mit rd. 60 % grüne Hornblende und rd. 20 % Klinopyroxen. Die beiden Bodenhorizonte („café au lait“) machen sich darin kaum bemerkbar. In der Körnung ist eine nur geringfügige Zunahme der Fraktion kleiner 0,1 mm Ø festzustellen. Der Karbonatgehalt der lockeren Sedimentanteile nimmt in diesen Horizonten geringfügig zu, während in den verbackenen Partien eine deutliche Abnahme des Karbonatgehaltes festzustellen ist. Im SM-Spektrum kann im Bereich der Bodenbildungen eine schwache Abnahme der Klinopyroxene festgestellt werden, aber die Abnahme ist so gering, daß sie innerhalb der Fehlergrenzen der Analyse liegt und nicht bewertet werden kann.

Zusammenfassend kann aufgrund dieser Darlegung folgendes gesagt werden:

Grundsätzlich ergeben sich keine qualitativen Unterschiede im Vergleich zur südlichen Küstenzone (Brunnacker et al. 1982). Quantitativ liegt der Epidot im Süden höher und die grüne Hornblende deutlich niedriger als im Norden der Küstenzone.

Im Vergleich zu den beschriebenen rezenten Schwermineral-Meeresproben ist eine volle Übereinstimmung der Kurkarproben mit den Proben bis etwa 10 m – NN vorhanden. Die tieferen Meeresproben sind in Bezug auf die Schwerminerale wesentlich feinkörniger. Dementsprechend verschieben sich die Anteile der SM untereinander etwas. Bezüglich der Körnung fällt auf, daß der Kurkar III generell etwas gröber ist als der Kurkar II und I.

Bei den Kurkarsedimenten zeigen sich bezüglich der SM-Anteile geringfügige Schwankungen, die möglicherweise durch Granularvariation bedingt sein können.

Die Profile lassen sich folgendermaßen untereinander stratigraphisch ordnen:

Kurkar III	Hahoterim	Olga	Hefziba	Netanaya	
Epipaläolithischer Bodenkomplex		+	+	+	SM-Verwitterung geringer als im mittelpaläolithischen Boden Olga und Hefziba: Kalkgehalt fehlt Netanya: verfestigter Kalkanteil
Kurkar II	+	+	+	+	
Mittelpaläolithischer Boden	+				Hahoterim: Hornblende stark zurückgegangen Epidotgruppe nimmt stark zu Kalkgehalt nimmt ab
Kurkar I	+				

5. Höhlensedimente

Die jungpleistozänen Sedimente von Höhlen aus dem Karmelgebirge bei Haifa bestehen im wesentlichen ebenfalls aus sandigem Material, das letztlich nur aus der Küstenzone stammen kann. Dazu kommt bisweilen eine Terra rossa-Komponente. Vom Anstehenden abgewitterter Schutt tritt weitgehend zurück im Unterschied zu entsprechenden Ablagerungen der nördlichen Periglazialgebiete.

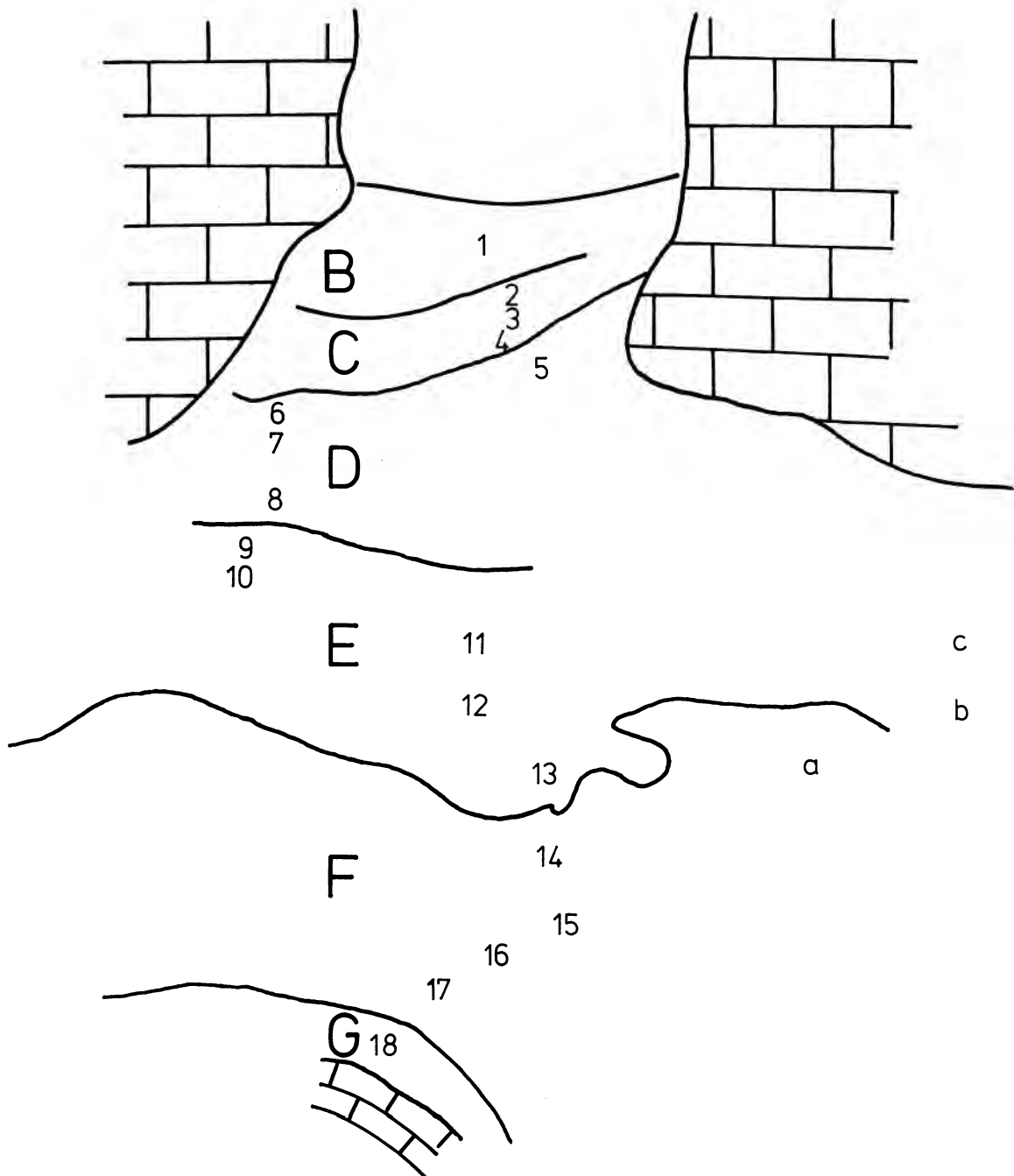


Abb. 8. Probennahmestellen in Tabun (Gliederung nach Goldberg (in Jelinek et al. 1973).

Tabun (Abb. 8 u. 9):

Das Profil von Tabun wurde durch Goldberg (in Jelinek et al. 1973) sehr eingehend petrographisch bearbeitet, so daß es an dieser Stelle genügt, die Ergebnisse von Stichproben vorzustellen. Farrand (1981) hat die Abfolge von Tabun in die allgemeine Küstenentwicklung eingefügt.

Profil Tabun

Abschnitte nach Goldberg	Probe- Nr.	Mächtigkeit cm	
B	1	100	Roter, toniger Lehm, mit vielen Steinen (bis 20 cm Ø, kantenrund), kreidig angewittert (bis 5 mm tief)
C	2 – 3	150	grau und rötlich dm-dick gebänderter Sand, schwach steinig
	4	50	weißgelb gebänderter Sand, mit humosen, dunklen, dm-dicken Bändern
	5a		wie Nr. 4
D	5	100	graubrauner, schwach lehmiger Sand
	6	50	schwach humushaltiger, braungrauer, schwach lehmiger Sand
	7	50	schwach humushaltiger, gelbgrauer, schwach lehmiger Sand
	8	50	wie Nr. 7
E	9	50	schwach humushaltiger, hellbraun-grauer, schwach lehmiger Sand, sehr schwach versintert
	10	100	brauner Sand, leicht durch Eisenausscheidungen verkittet, viele Artefakte, steinig (bis 10 cm Ø), auf Höhe von Versturzblock kreidig zersetzt
	11	50	graugelber Schluff
	12	100	hellbrauner Feinsand, schwach geschichtet
	13	100	gelbgrauer Feinsand
F	14	100	graugelber Sand, schwach geschichtet, verfestigt
	15	65	hellbrauner Sand, schwach rostfleckig
	16	110	hellbraun und grau gebänderter Sand
	17	100	hellbrauner Feinsand
G	18	bis 30	dunkelbrauner, schwach lehmiger Sand
Einzelproben:			
	a		Kurkar an der südlichen Wand
	b		wie oben am Eingang
	c		jüngste Füllung

Schwermineralogisch lassen sich im Profil Tabun drei Abschnitte abtrennen:

Die liegenden Sedimente (Abschnitt G – D) sind grundsätzlich durch ein stabiles Schwermineralspektrum mit Zirkon, Turmalin, Rutil, Staurolith, Disthen gekennzeichnet, wobei sich Abschnitt D durch besonders niedrige Turmalin- und hohe Zirkon-Werte auszeichnet. Die Schwerminerale zeigen ein weites Korngrößenspektrum, ähnlich den überlagernden Abschnitten, sind aber besser gerundet. Die Sedimente der Abschnitte G, F und E zeigen im Prinzip die gleiche Mineralzusammensetzung mit Zirkon, Rutil, Staurolith und Disthen, nur ist der Gehalt an Turmalin etwa doppelt so hoch wie in Abschnitt D. Die Körner sind im allgemeinen gut gerundet und die Spektren sind sehr gleichkörnig. Es fehlen die feinen Kornklassen, wie sie in den hangenden Ablagerungen häufig sind.

Die jüngsten Sedimente werden durch Hornblende, Epidot, Granat und Pyroxen gekennzeichnet. Die Mineralkörner sind eckig und sehr unterschiedlich in der Körnung. Diese Assoziation findet sich in Abschnitt C und B.

Von diesem Generalbild machen 2 Proben eine Ausnahme. Probe 10 zeigt ein Spektrum, das ganz den Assoziationen aus Abschnitt C und B entspricht mit Hornblende und Epidot als dominierenden Mineralen und Pyroxen und Granat als weitere instabile Minerale. Ganz ähnlich verhält sich die Probe c. Hier halten sich stabile und instabile Minerale etwa die Waage, wobei die instabile Assoziation fast ausschließlich durch Epidot vertreten ist. Auffällig an dieser Probe ist, daß alle instabilen Minerale sehr stark angelöst und zerfressen sind. Epidot und Hornblende liegen größtenteils in Skelettförmung vor.

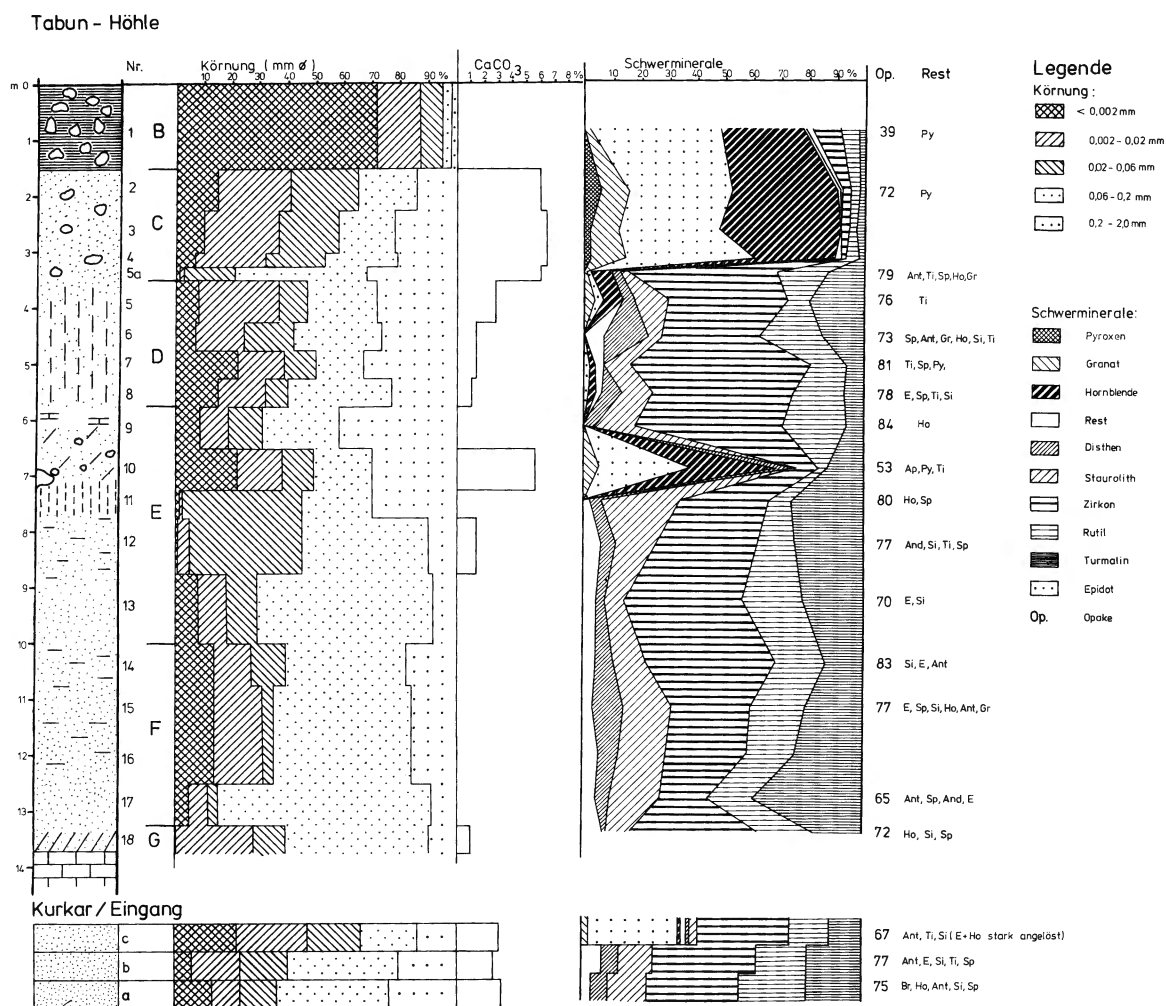


Abb. 9. Höhlenprofil Tabun.

Sowohl Probe 10 wie Probe c zeigen vorwiegend eckige Mineralkörner und ein weitgespanntes Korngrößenspektrum mit viel feinkörnigem Material, wodurch sich beide Proben deutlich von dem umgebenden Sediment mit dem stabilen Schwermineral-Spektrum (SM) unterscheiden.

Interpretation:

Die Proben mit den stabilen Spektren (Abschnitt G – D) werden aufgrund von Korngröße, Sortierung, Rundung und Mineralzusammensetzung als Umlagerungsprodukte mesozoischer Gesteine aus dem Hinterland interpretiert. Die Sedimente mit dem instabilen SM-Spektrum (Epidot, Hornblende) werden hingegen als Umlagerungsprodukt der Küstenzone aufgefaßt (Abschnitt C u. B sowie Proben 10 und c). Die heterogene Korngrößenverteilung in der SM-Fraktion in diesen Proben, die sie ganz deutlich von den übrigen Sedimenten der Höhle abgrenzt, wird als Ergebnis von Einspülung, eventuell unter Beteiligung äolischer Vorgänge, unterschiedlicher Ausgangsmaterialien, Sand und Staub, zurückgeführt (s. Goldberg in Jelinek et al. 1973).

Weitere Höhlenprofile bei Haifa (Abb. 10):

Proben aus folgenden Profilen wurden untersucht:

„Geula“ (Wreschner 1967) mit

Schicht A: Levallois-Moustérien

Schicht B: Levalloisien (rd. 42 000 ¹⁴C-Jahre)

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1		Humushaltiger, schwach steiniger graubrauner Feinsand (eingangsnah) Sinterplatte (dm-dick)
2		hellbrauner Feinsand (in der Höhle)
außerhalb der Grabungsstelle		
3	50	schwach humushaltiger, graubrauner, lehmiger Feinsand, stark steinig (kantenrund)
4	40	brauner Lehm, brockig, steinig (kantig)
5	60	graugelber Leh, schwach steinig
Profilversatz:		
6	30	humushaltiger, brauner Lehm, seitlich in Schutt übergehend

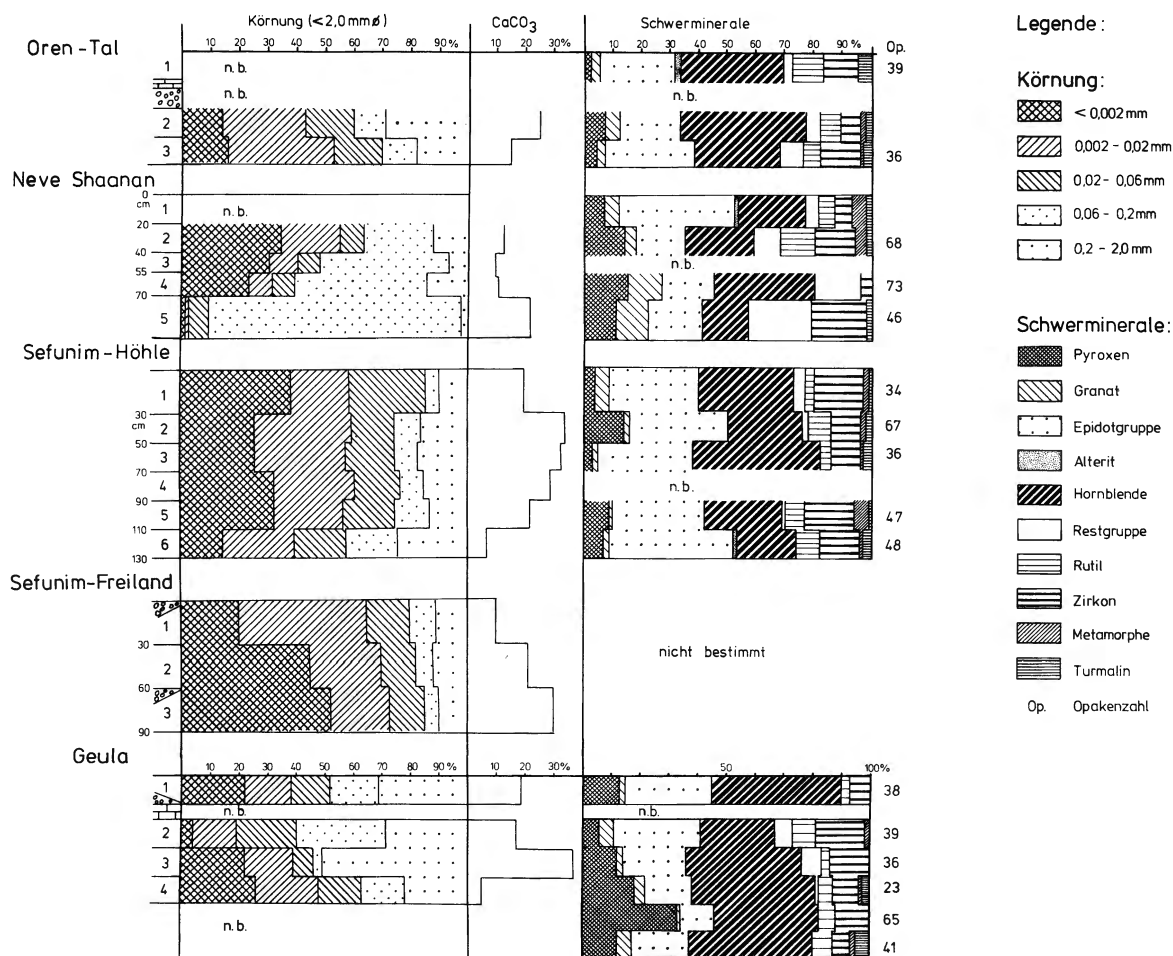


Abb. 10. Weitere Höhlenprofile bei Haifa.

Sefunim-Höhle (Ronen 1968)

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1	30	Schwach humushaltiger, feinsandiger Schluff, stark steinig (kantenrund, bis 5 cm Ø), Beginn des Neolithikums
2	20	schwach humushaltiger, graubrauner feinsandiger Schluff, schwach steinig (bis 2 cm Ø, kantenrund)
3	20	brauner, schluffiger Feinsand, etwas graue Flecken, 3 mm Ø, schwach steinig (5 cm Ø, kantig) einige Schneckengehäuse
4	20	brauner, schluffiger Feinsand, zahlreiche graue Flecken (3 mm Ø), schwach steinig (bis 5 cm Ø, kantig), Begehungshorizont mit Jungpaläolithikum
5	20	brauner, stark feinsandiger Schluff, steinig (scharfkantig)
6	20	graubrauner, sehr schwach humushaltiger Schluff, schwach steinig (kantig)

Im oberen Profilmeter wurde Jungpaläolithikum und darunter Moustérien gefunden.

Sefunim-Freiland (Lamdan, in Ronen, in Druck)

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
		Verbruch
1	30	Humushaltiger, dunkelgrauer, toniger Lehm, zahlreiche Molluskenfragmente, kleinsteinig (gerundet)
Profilversatz		
2	30	rotbrauner, lehmiger Ton, kleinsteinig (kantenrund), mit Moustérien Block-Lage (bis 50 cm Ø)
3	30	rotbrauner, lehmiger Ton, stark steinig (bis 20 cm Ø), nach unten noch gröber werdend (kantenrund), nächst Obergrenze hellbraune Sand-Butzen und -schmitzen (bis 3 cm dick)

Neve Shaanan

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1	20	Humushaltiger, dunkelgrauer Lehm, bröckelig
2	20	humushaltiger, dunkelbraungrauer Lehm bröckelig, schwach steinig, (kantig), Kulturschicht
3	15	hellrötlichbrauner, sandiger Lehm, bröckelig, Kulturschicht
4	15	hellbrauner, standiger Lehm, mit Kalkpigmenten (5 mm Ø), Kulturschicht
5	30	hellgraugelbe Dolomitasche, z. T. morsche Dolomitbrocken (bis 5 cm Ø), lokal Kalkimprägnationen

Oren-Tal

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1	1	Neolithischer Schutt Kalkkruste Versturzblöcke
2	80	hellbrauner Feinsand, stark steinig
3	60	hellgraubrauner Feinsand, sehr schwach humushaltig, stark steinig

Aus diesem Abri und seinem Vorplatz sind Natufien und Kebarien (Probe 2) bekannt geworden (Noy et al. 1973).

Für alle Sedimente kann man allgemein feststellen, daß sie aus einer Mischung von Hinterland- und Küstenmaterial bestehen. Der Anteil der stabilen und opaken Minerale ist deutlich höher als in der Küstenzone. Das Korngrößenspektrum der Schwerminerale (SM) ist meistens weitgespannt, was auf eine Verlagerung unterschiedlicher Ausgangsmaterialien deutet. Die Komponenten, die aus der Küstenzone abgeleitet werden müssen, sind durchweg sehr feinkörnig (Silt oder Staubfraktion). Es handelt sich also nicht um umgelagertes Kurkar-Material sondern um eine u. a. durch Transportbeeinflussung bedingte feinkörnigere Fazies.

Im einzelnen ist zu ergänzen (Abb. 10): Geula entspricht ganz dieser Beschreibung. Sefunim ist durch höhere Epidotwerte im Vergleich zur Hornblende gekennzeichnet. Neve Shaanan und Oren besitzen hohe Gehalte an Spinell (Restgruppe in Abb. 10). Dies und die auffallende grobe Körnung von Pyroxen, Hornblende, Spinell und Opaken deuten auf eine lokale Zulieferung dieser Komponenten, wahrscheinlich aus verwittertem vulkanischem Material.

Im Vergleich zu Tabun ist eine gewisse Ähnlichkeit in Abschnitt C u. B vorhanden. Die stabilen Schwerminerale sind stärker vertreten.

6. Sedimente aus dem Rückland

Kreide und Alttertiär, z. T. überdeckt von quartären Basalten bauen das Bergland auf. Daraus lassen sich fluviatile Pakete in Evron (Abb. 11) ableiten. Auch in Nahal Quishon (Abb. 12) ist ein Spektrum des Rücklandes erfaßt. In Bazra (Abb. 13) hingegen steht eine Sanddecke des älteren Quartärs an, die im Prinzip aus Küstensanden besteht.

Evron (Abb. 11):

An der Ostseite des alten Kurkar-Rückens ist eine Verzahnung von Äolianiten mit vom Bergland her eingeschwemmten Schottern und feinkörnigen Sedimenten vorhanden. Mehrere Bodenhorizonte sind zwischengeschaltet. Auch treten im tieferen Teil (Profilabschnitt III) Kulturschichten mit Faustkeilen auf (Ronen and Amiel 1974; Gilead and Ronen 1977).

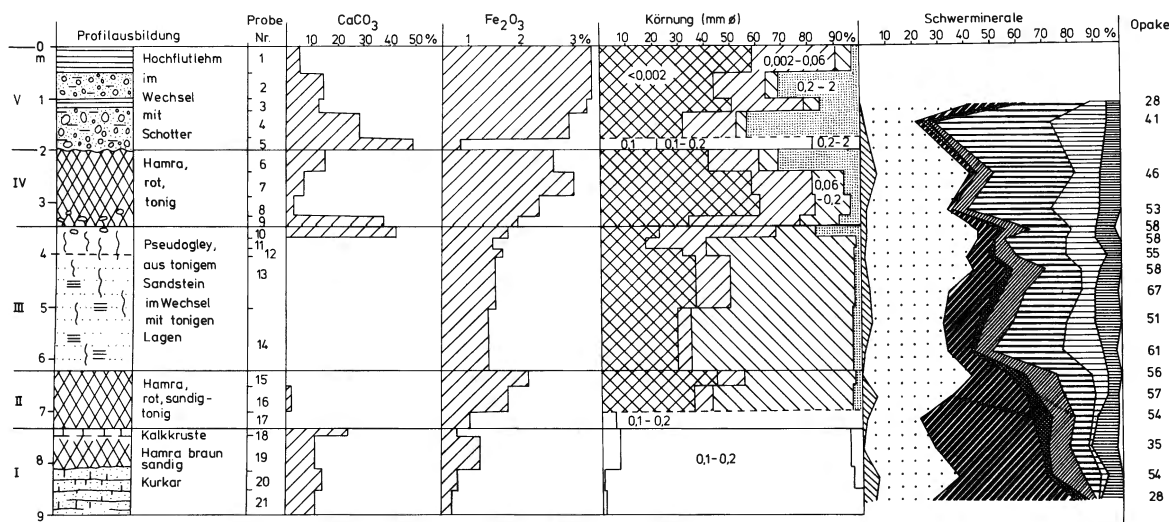


Abb. 11. Profil Evron (Legende: Abb. 10).

Evron, Profil B (Ost-Wand des Steinbruches)

	Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
		50	Abraum
	1	50	schwach humushaltiger, dunkelgraubrauner, lehmiger Ton, schwach kalkhaltig, prismatisch-brockig
	2	50	grober Kalkschotter, gut gerundet, mit dunkelbraunem, sandig-tonigem Zwischenmittel
V	3	bis 20	wie Nr. 1
	4	50	wie Nr. 2
	5	20	wie Nr. 2, mit untereinander stark verbackenen Kalkkonkretionen
	6	20	Erosionsdiskordanz
	6	20	Hamra, rot, tonig, kalkhaltig, mit Kalkkonkretionen durchsetzt, vereinzelt kleine Kalkgerölle (bis 1 cm Ø)
IV	7 – 9	100	Hamra, rot, tonig, schwach kalkhaltig, prismatisch-brockig, an der Basis stellenweise Kalkkonkretionen
	10 – 12	60	gelbgrauer bis graubrauner, toniger Sand, rostfleckig, oben kalkreich, Pseudogley
III	13 – 14	bis 300	lockerer, toniger Sandstein, im Wechsel mit tonreichen Lagen; Wechsel von rötlichen bis hellrötlichbraunen Zonen mit grau- und rostfleckigen Bereichen; soweit tonig: mit prismatisch-brockigem Gefüge, pseudovergleyt, darin Mittelacheuléen
	15	50	braunroter, toniger Sand, Hamra
	16	50	rötlicher, toniger Sand, sehr schwach kalkhaltig, Hamra
II	17	10	hellrötlichbrauner Sand, Hamra
	18 – 19	100	hellrötlichbrauner Sand, porös, durch Kalk z. T. schwach verfestigt, oben Kalkkruste, Hamra (?)
I	20 – 21	100	Kurkar, hellgraugelb, blaßrötlich an der Oberfläche der gekrümmten Konkretionen, horizontal geschichtet

In dem beprobten Profil ist der Granat-Gehalt mit durchschnittlich 5 % und die Epidot-Gruppe (Epidot und Zoisit) mit 30 % über das gesamte Profil weitgehend konstant vertreten. Metamorphe Schwerminerale (SM) (vorwiegend Staurolith, untergeordnet Disthen, selten Sillimanit und Andalusit) sind ebenfalls über das gesamte Profil konstant mit etwa 10 % vorhanden. Nur im hangenden Abschnitt V fallen sie nahezu vollständig aus. Innerhalb der stabilen SM-Gruppe zeigt der Turmalin mit durchschnittlich 8 % durchgängig einen konstanten Anteil. In den liegenden Abschnitten I und II treten Zirkon und die Rutil-Gruppe (vorwiegend Rutil, untergeordnet Anatas) mit rd. 10 % bzw. 5 % auf. Ihr Anteil steigt in den hangenden Abschnitten III bis V auf durchschnittlich 25 bzw. 15 % mit scharfer Untergrenze an. Gegenläufig dazu verhält sich die Hornblende (vorwiegend grüne, untergeordnet farblose und selten braune Hornblende). In den liegenden Abschnitten dominiert sie mit rd. 35 %, in den hangenden ist sie nur mit rd. 10 % vertreten. Augitische Pyroxene sind mit maximal 5 % bis auf Abschnitt IV überall vorhanden. In einigen Proben findet sich bis 2 % Titanit. Der Anteil der Opaken liegt bei durchschnittlich 55 %. Nur der liegende Kurkar und der das Profil abschließende Hochflutlehm weisen mit 28 % Opaken geringere Werte auf.

Der im Wechsel mit Hochflutlehm in Abschnitt V anstehende Kalkschotter kann sein Liefergebiet nur im Bergland haben, wo kretazische und altertäre Karbonatgesteine anstehen. Mit dem Kurkar im liegenden Abschnitt I ist ein weiteres Liefergebiet, das in der Küstenzone zu suchen ist, erfaßt. Den

Sedimenten dieser beiden Profilabschnitte stehen die der Abschnitte II bis IV gegenüber. Deren Liefergebiet ist über den Geländebefund allein nicht sicher zu klären. Ein sowohl qualitativ als auch quantitativ mit Küstensanden (Emery & Neev, 1960) übereinstimmendes SM-Spektrum zeigen die Proben des Abschnittes II, der eine durch instabile SM bestimmte Assoziation aufweist.

Zum Hangenden hin geht in Abschnitt II der Anteil der Hornblende merklich zurück, verbunden mit einem Anstieg des Epidot und der Stablen. Die Abnahme der Hornblende wird für diesen Abschnitt auf eine Verwitterungsauslese zurückgeführt, also auf eine sekundäre Veränderung des primär vorliegenden Spektrums, wie es in den liegenden Proben des Abschnittes II (sandig-tonige Hamra) noch vorhanden ist. In Übereinstimmung damit steht der zum Liegenden hin abnehmende Fe_2O_3 -Gehalt in diesem Abschnitt.

Das Liefergebiet für Abschnitt V muß aufgrund der geröllpetrographischen Zusammensetzung das östlich folgende Bergland sein. SM-Analysen aus Flußsanden, die diesem Gebiet entstammen, zeigen nach Emery & Neev (1960) bis 40 % stabile Schwerminerale. Daneben findet sich relativ viel Epidot. Hornblenden und Pyroxene treten im Vergleich zur Küstenzone in deutlich geringeren Prozentsätzen auf. Ob Epidot, Hornblende und Pyroxen als Detritus in den Karbonatgesteinen des Hinterlandes vorkommen oder ob sie aus aufgearbeiteten, denselben vorgelagerten oder auch auflagernden Äolianiten abzuleiten sind, muß zunächst offenbleiben.

Für den durch Kalkschotter gekennzeichneten Abschnitt V, in welchem stabile SM (vorwiegend Zirkon) dominieren, darf demgemäß angenommen werden, daß die auftretende SM-Assoziation typisch für das im Bergland gelegene Liefergebiet ist. Der Anteil der Stablen liegt bei 50 %, der der Epidot-Gruppe bei 30 %. Hornblende, Pyroxen und Metamorphe sind mit durchschnittlich 20 % vertreten. Diese SM-Verteilung findet sich auch in den Abschnitten III und IV. Entsprechend wird für die Sedimente dieser Abschnitte eine Herkunft aus dem Bergland angenommen. Der etwas abweichende geringere Anteil an Hornblende und das Fehlen von Pyroxen in Abschnitt IV (tonige Hamra) dürfte auf eine Verwitterungsauslese infolge pedogener Überprägung zurückzuführen sein. In dem weniger intensiv überformten Abschnitt III (Pseudogley) macht sich die Verwitterungsauslese nicht bemerkbar.

Für die braune sandige und sandig-tonige Hamra im Hangenden des Kurkar muß nach dem SM-Befund angenommen werden, daß sie ohne Zufuhr von Sedimentmaterial aus dem Hinterland sich direkt aus dem Kurkar entwickelt hat. Dagegen bildete sich die rote tonige Hamra (Abschnitt IV) aus einem Sediment, das vorzugsweise aus dem Hinterland geliefert wurde.

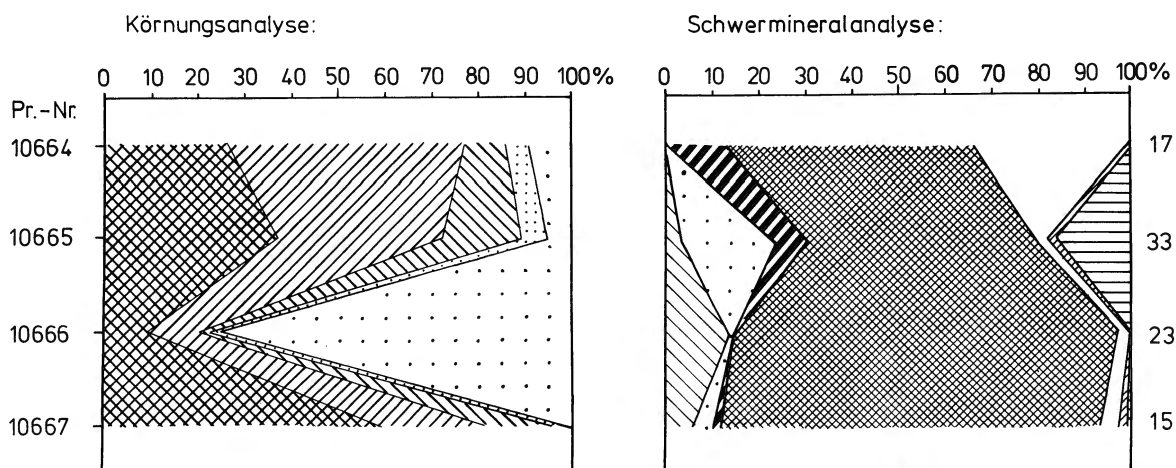


Abb. 12. Profil Nahal Qishon (Legende: Abb. 10).

Nahal Qishon (Abb. 12):

In subrezentem Talablagerungen des Nahal Qishon, der durch ein weit in das Bergland hineinreichendes Einzugsgebiet gekennzeichnet ist, wurde zu Vergleichszwecken ebenfalls eine Probenserie entnommen.

In den Proben dominiert generell Pyroxen gegenüber Granat, Epidot und grüner Hornblende. Der Anteil der Stablen schwankt zwischen 0 und 15 %. Die Dominanz des Pyroxens ist eine Folge des quartären Basaltvulkanismus in Obergaliläa.

Bazra (Abb. 13):

Die Sanddecken im Raum Bazra zwischen dem Kurkar-Rücken und dem Bergland tragen altpaläolithische Artefakte. Die Sande müssen damit in das ältere Pleistozän eingestuft werden.

Probe-Nr.	Mächtigkeit cm	
1	100	Rotbrauner, schwach lehmiger Sand, schwach brockig
2	70	graubrauner, lehmiger Sand, brockig, zahlreiche Kalkkonkretionen (bis 5 cm Ø)
3	110	graubrauner, lehmiger Sand, schwach graufleckig
4	120	roter Sand, brockig, oben zahlreiche Kalkkonkretionen (bis 10 cm Ø)
5	100	braunroter Sand, schwach brockig
6	120	hellrotbrauner Sand
Östliche Straßenseite:		
8	150	rote Hamra (liegt über Nr. 1?)
7	80	Gey (entspricht Nr. 2?)

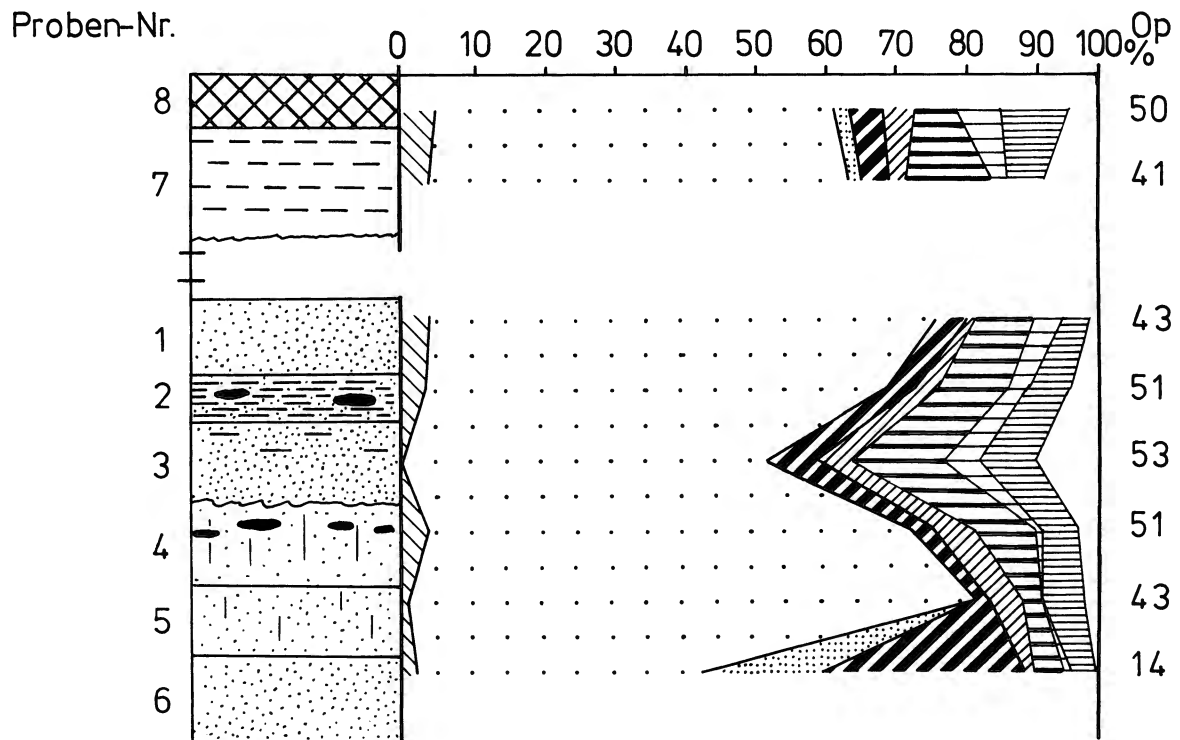


Abb. 13. Profil Bazra (Legende: Abb. 10).

Im Gegensatz zu dem wechsellagenigen Profil von Evron ist im Straßenanschnitt bei Bazra nur Sand erschlossen, der durch verschiedene Verwitterungsvorgänge überprägt ist. Das Schwermineralspektrum dieser Ablagerung ist durchgängig durch die Vorherrschaft von Epidot mit im Mittel rd. 60 % gekennzeichnet. Der Anteil der opaken Minerale beträgt etwa 50 %. Hier bildet die Probe aus dem Liegenden eine Ausnahme mit nur 14 % opaken Körnern. Diese Probe fällt auch sonst aus dem Rahmen. Die Hornblenden erreichen 25 %, in den übrigen Proben nur 2 – 5 %, und es treten in dieser Probe zahlreiche Alterite (Mineralaggregate) auf. Im gesamten Profil sind Turmalin und Zirkon mit jeweils 5 – 10 % und Granat und Staurolith mit 1 – 5 % vertreten. Sillimanit, Andalusit, Disthen, Titanit und Spinell kommen mit ca. 1 % vor. Der Rutil und Anatas lassen eine Zunahme vom Liegenden zum Hangenden von 1 % auf 5 – 10 % erkennen.

Die Herkunft der Sande wird über den hohen Epidotgehalt bestimmt. Epidot fehlt in den kretazischen Ablagerungen des Hinterlandes, ist dagegen in den Küstensanden vertreten. Das von den Kurkar-Rücken abweichende Schwermineralspektrum der Sande von Bazra kann durch Verwitterung der Hornblenden und Pyroxene erklärt werden. Nicht erklärt wird dadurch jedoch der gegenüber den Küstenproben eher erhöhte Gehalt an Granat. Daß eine unterschiedliche Zulieferung eine Rolle spielt, zeigt sich an der Häufigkeit des Rutils. Die Sande müssen demnach als verwitterte und umgelagerte Küstensande verstanden werden, denen eine geringe Menge Sediment aus dem Hinterland beigemischt wurde.

7. Materialherkunft

Hauptziel der Untersuchungen war, die Materialherkunft der jungpleistozänen Kurkar-Folge in der nördlichen Küstenebene zu klären. Dabei hat sich gezeigt, daß – ausgehend von der heutigen Situation – ein im Bezug auf Körnung und Schwermineralführung entsprechendes Material in bis 10 m Meerestiefe vorkommt. Sobald dieses bei Regressionen freigelegt wurde, war eine entsprechende Quelle vorhanden. Diese strandnahe Fazies muß sich durch Umlagerungen der in den Kaltzeiten absinkenden Strandlinie angepaßt haben. Erst wenn dies, z. B. reliefbedingt, nicht mehr möglich war, stand für die Auswehung zusätzliches tonig-siltiges Material zur Verfügung, wie es heute in Wassertiefen von mehr als 30 m den Meeresboden bedeckt (vgl. Brunnacker et al. 1982). Innerhalb der einzelnen Regressionsphasen kann demnach die Auswehung von grob- und feinkörnigem Material zeitlich leicht versetzt erfolgt sein. Letztlich sind nach Emery & Neev (1960) diese Sedimente vom Nil abzuleiten, aus dessen Deltabereich sie durch küstenparallelen Versatz nach Norden transportiert wurden.

Das vorwiegend aus Karbonaten der Kreide und des Alttertiärs aufgebaute bergige Hinterland mit eingeschalteten vulkanischen Tuffen sowie auflagernden jungen Basaltdecken hat nur bis zu einem gewissen Grad Material beigesteuert. Außerdem ist mit aufgearbeitetem bzw. umgelagertem Terra rossa-Material zu rechnen. Auch darin zeigen die Untersuchungen Einmengungen von instabilen Schwermineralen aus der Küstenzone, was nur über einen Ferntransport lößartigen Staubes aus der Küstenzone ins Hinterland mit nachfolgender Umlagerung erklärbar ist.

Auch ältere Kurkare (Evron) und Sanddecken (Bazra) kommen als zusätzliche Lieferanten für die jüngeren Sedimente in Frage. Vor der Umlagerung dieser älteren Sedimente kann allerdings eine Verwitterungsauslese wirksam geworden sein, wie sie sich z. B. im tieferen Profilverein von Tabun auswirkt.

Insgesamt ist die petrographische Ausbildung der einzelnen Kurkardecken recht einheitlich. Lediglich der Kurkar III verfügt über einen geringeren Kalkgehalt, was auch durch hier nicht vorgeführte Analysendaten bestätigt wird. Ursache dafür ist, daß im Zuge der abschließenden Meerestransgression im jüngeren Spätglazial (Jüngere Tundrenzeit) noch eine sehr kurze Regression erfolgte. Molluskengehäuse als Quelle des Kalkes standen zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht in größeren Mengen zur Verfügung. Außerdem tritt der Kurkar III verbreitungsmäßig sehr zurück.

8. Stratigraphie des Jungpleistozäns

Vor allem unter Berücksichtigung paläolithischer Funde läßt sich eine Gliederung im Hinblick auf die Litho- und Pedostratigraphie des Jungpleistozäns, aber auch eine Chronostratigraphie aufbauen. Hinzu kommt unter Verwertung absoluter Zeitdaten und klimarelevanter Bildungen eine Klimastratigraphie.

8.1. Litho- und Pedostratigraphie

Für das ältere Jungpleistozän sind die tieferen Schichten von Tabun interessant. Sie zeigen generell ein von den Äolianiten deutlich abweichendes Schwermineralspektrum. Allerdings ist im Profilabschnitt E eine dem Kurkar ähnliche Phase vorhanden. Diese entspricht dem nur indirekt erfaßten Kurkar, aus dem

Tabelle 3

Korrelation der jungpleistozänen Sedimentabfolge mit paläolithischen Kulturen

Küstenzone	Hahoterim	Hefziba	Tabun	Geula	Sefunim	Neve Shaanan und Oren-Tal
Kurkar III						
Epipaläolithischer Bodenkomplex		Kebarien				Natufien Kebarien
Kurkar II					Jungpaläolithikum	
Mittelpaläolithischer Boden	+		B – C Jüngerer Levallois- Moustérien	Levallois- Moustérien	Moustérien	
Kurkar I						
Beach-Rock (und Hamras)			D: Älteres Levallois- Moustérien			
(Kurkar)			E: Yabrudien Finales Acheuléen F: Faustkeil- kultur G: Tayacien			

die sandige Hamra hervorgegangen ist, welche den beach-rock bei Km 95 als Umlagerungsprodukt überdeckt (Abb. 3).

Es folgen der Kurkar I, II und III mit den zwischengeschalteten Hamras. Sie zeigen prinzipiell ein sedimentologisch einheitliches Bild. Die obersten Schichten von Tabun (B u. C) können entsprechend der paläolithischen Abfolge mit dem Kurkar I verknüpft werden. Die den Kurkar-Decken zwischengeschalteten Böden – mittelpaläolithischer und epipaläolithischer Boden – zeigen eine geringe, verwitterungsbedingte Änderung im SM-Spektrum. Auch der Kalkgehalt ist reduziert, wobei es in den hangenden Profilabschnitten zu einer sekundären Kalkimprägnation kommt. Die weiteren Höhlensedimente in der Umgebung von Haifa, beginnend mit der Geula-Höhle, müssen gemäß ihrem SM-Spektrum ebenfalls in diese Hauptzeiten der Kurkarbildung gehören.

Damit ist die in Tab. 3 vorgestellte Gliederung möglich.

8.2. Chronostratigraphie und Klimaentwicklung

Bei der Behandlung der südlichen Küstenzone (Brunnacker et al. 1982) wurde der Versuch unternommen, anhand von Th/U-datierten Höhlensintern und den paläoklimatisch noch sensibleren Freiland-Travertinen eine Chronostratigraphie des Jungpleistozäns zu entwickeln. Die Überlegung geht davon aus, daß bei entsprechend ariden bzw. kalten Klimabedingungen der Kalkumsatz zumindest erheblich reduziert ist und daß ferner die Klimabedingungen während der letzten Eiszeit im mediterranen Raum generell günstiger waren als nördlich der Alpen. Einschlägige Datensammlungen wurden in der Zwischenzeit weitergeführt (Grün & Brunnacker 1983), so daß jetzt auch Strandterrassen einbezogen

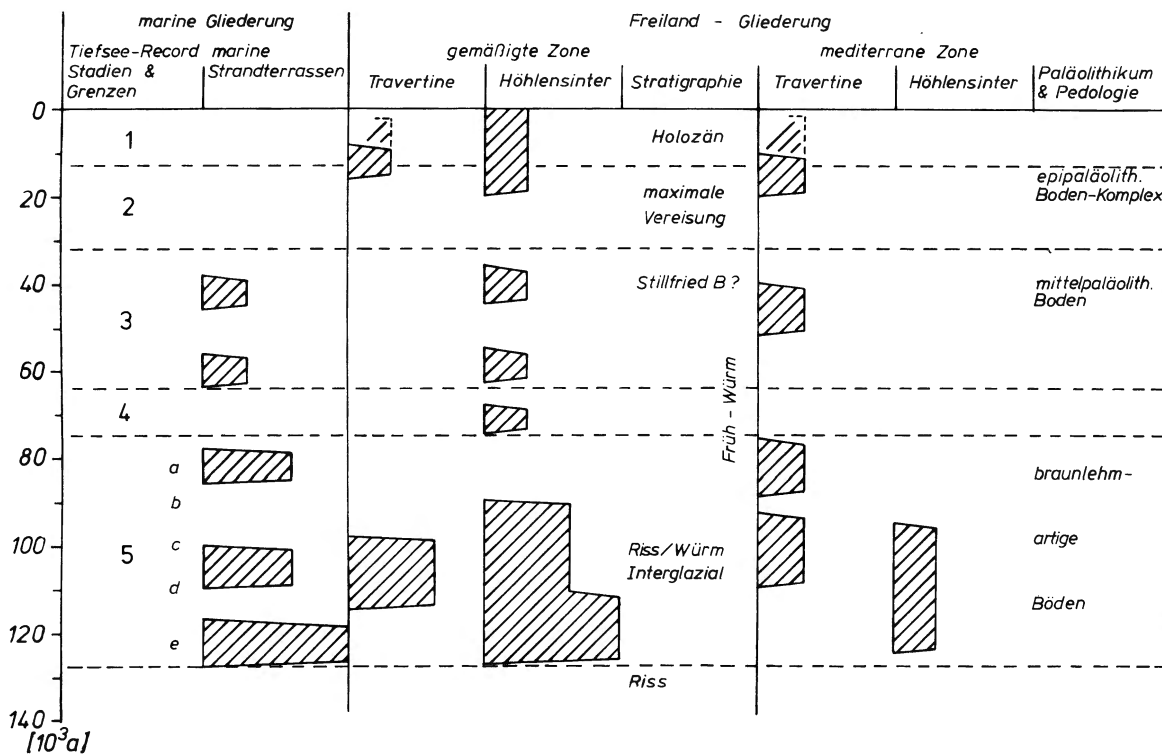


Abb. 14. Marine Strandterrassen und terrestrische Karbonat-Ausscheidungen (Höhlensinter und Travertine) im Jungpleistozän (nach Grün & Brunnacker 1983).

werden können. Doch haben sich dabei — auch unter Berücksichtigung von Kenntnislücken — eine Reihe neuer Probleme angezeigt (Abb. 14). So fallen in der Regel ¹⁴C-Daten, die älter sind als 20 000 ka, etwas jünger aus als Th/U-Daten. Letztere sind hingegen im Holozän etwas zu alt.

Die letzte große Warmzeit ist unterteilt in einen älteren Abschnitt mit dem marinen Höchststand um 125 ka und die Travertin-Daten nördlich der Alpen um 105 ka. Höhlensinter halten hingegen durch. Strandterrassen und Höhlensinter treten zusätzlich im frühen bis mittleren Würm auf. Insgesamt aber liegt die Obergrenze des Riß/Würm-Interglazial bei 100 ka in Bad Cannstatt: Grün et al. (1982), Thüringen: Brunnacker et al. (1983), NW-Ungarn: Hennig et al. (1983).

Die Korrelation von weltweit vorhandenen Strandterrassen, die letztlich Ausdruck des globalen Klimaganges im Jungpleistozän sind, mit den terrestrischen Karbonatbildungen (Höhlensinter und Freilandtravertin) der gemäßigten und mediterranen Klimazone ist im Prinzip trotz einiger Unsicherheiten sehr gut. Allerdings ist die relative Temperaturabsenkung in der mediterranen Zone noch ziemlich unklar, sodaß man hier eher zwischen feuchteren und etwas wärmeren Phasen einerseits und andererseits zwischen etwas kühleren und trockneren Phasen zu unterscheiden vermag. Außerdem ist zu bedenken, daß aus der Sicht des Klimaablaufes das „Ende des letzten Interglazials“ später anzusetzen ist, und der Beginn der „nacheiszeitlichen Wiedererwärmung“ früher einsetzt als in Mitteleuropa (Brunnacker 1979).

Trotz aller Unsicherheiten kann damit eine Gliederung entwickelt werden (Abb. 15), die zeigt, daß der Kurkar I und II die wesentlichen Elemente letztlich der Kaltzeit im mediterranen Raum darstellen. Mit entsprechenden Überlegungen kann man damit die Gliederung und Klimaentwicklung des

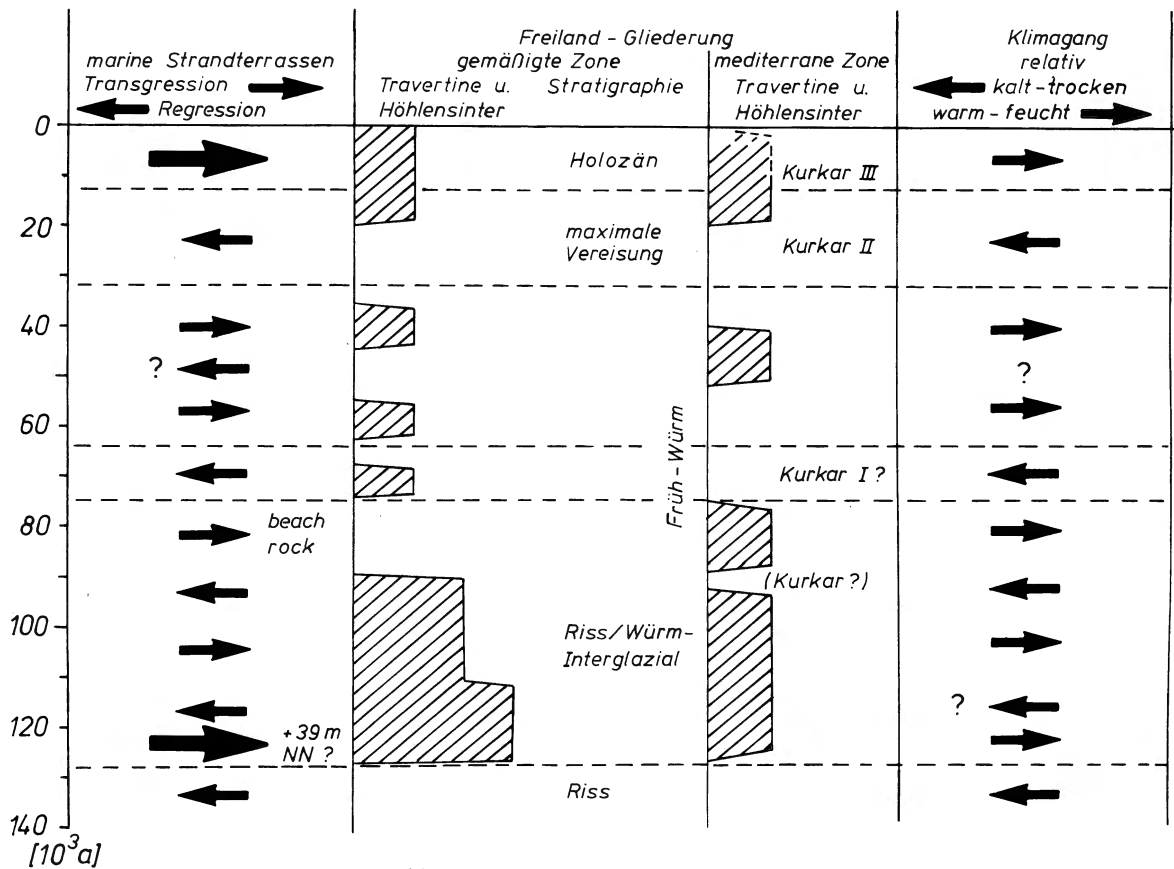


Abb. 15. Der jungpleistozäne Klimagang.

jungpleistozänen Periglazialraumes angehen. Aber auch dabei muß von einer Hypothese ausgegangen werden, insofern als die Regressionsphasen durch Eisaufbau und die Transgressionsphasen global durch Eisabbau bedingt sind. Letztlich ergibt sich daraus unter Einbeziehung der terrestrischen Karbonate (Sinter und Travertin) ein Wechselspiel zwischen relativ warm-feuchten und relativ kalt-trockenen Abschnitten innerhalb des Jungpleistozäns (Abb. 15). In diese Klimagliederung fügt sich die paläolithische Kulturentwicklung im Vorderen Orient wie nördlich der Alpen offensichtlich ein. Doch kann es nicht unsere Aufgabe sein diesen kultur-geschichtlichen Aspekten weiter nachzugehen.

9. Ergebnis

Die vergleichenden geologischen-paläopedologischen sowie petrographischen Untersuchungen (insbesondere auf der Grundlage der Schwermineralassoziationen) bestätigen in der nördlichen Küstenzone von Israel die Befunde, die bereits für den südlichen Teil der Küstenzone (Brunnacker et al. 1982) vorgelegt wurden.

In beiden Untersuchungen ging es um die Frage der Materialherkunft jungpleistozäner Äolianite (Kurkar), deren Verlauf einigermaßen der heutigen Küstenlinie in Form von Rücken folgt. Der Sand wurde in Zeiten der Meeresregressionen aus der jeweiligen Strandzone ausgeweht, da im Verlauf der Regressionen auch die sandigen Strandsedimente durch die Wasserbewegung bis zu einem gewissen Grad der jeweiligen Küstenlinie angepaßt wurden.

Wenn allerdings die Regression sehr rasch erfolgte oder die Morphologie die Anpassung nicht erlaubt hat, dann wurde Schluff bzw. tonige Aggregate in dieser Fraktionsgröße (südliche Küstenzone) ausgeweht. Die Folge war, daß bei diesen Komponenten der Ferntransport wirksam wurde. Die Sand-Äolianite waren als „lößfeindlicher“ Untergrund nicht als Ablagerungsbereich geeignet.

Weitere Zulieferungen von Material weisen auf Komponenten des Gebirgslandes, von wo sie vorzugsweise durch Wassertransport in die Küstenzone verfrachtet wurden. Entsprechende Zulieferungen kamen durch Erosion aus Sand-Decken des älteren Quartärs und aus Kurkar-Rücken unterschiedlichen Alters.

Die den jungpleistozänen Sand-Decken zwischengeschalteten Böden weisen in Verbindung mit Höhlensintern und Travertinen auf relativ feuchtes Klima (Abb. 15). Damit kann im Jungpleistozän auch im mediterranen Raum unterschieden werden zwischen relativ warm-feuchten Abschnitten und relativ kalt-trockenen Abschnitten.

10. Schriftenverzeichnis

- BRUNNACKER, K. (1970): Die Sedimente der Schotterdecken I von Jabrud/Syrien. *Fundament A* 2, 189 – 198, Abb. 36 – 38, Tab. 4.
- (1979): Zur Bodengeschichte des Jungquartärs im mediterranen Raum. *Z. Geomorph. N. F., Suppl. Bd. 33*, 109 – 117, 3 Abb.
- BRUNNACKER, K., JÄGER, K. D., HENNIG, G. J. & PREUSS, J. (1983): Radiometrische Untersuchungen zur Datierung mitteleuropäischer Travertinvorkommen. *EAZE Thuogr. Archäol. Z.* 24, 217 – 266, 3 Abb., 6 Diagr., 1 Tab., Taf. 17 – 20.
- BRUNNACKER, K., RONEN, A. & TILLMANNS, W. (1982): Die jungpleistozänen Äolianite in der südlichen Küstenzone von Israel. Ein Beitrag zur zeitlich-räumlichen Klimaentwicklung. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 32, 23 – 48, 11 Abb.
- BRUNNACKER, K., SCHÜTT, H. & BRUNNACKER, M. (1981): Über das Hoch- und Spätglazial in der Küstenebene von Israel. *Beih. z. Tübinger Atlas des Vorderen Orients A* 8, 61 – 79, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- EMERY, K. O. & NEEV, D. (1960): *Mediterranean Beaches of Israel*. *Geol. Survey* 26, 1 – 24, 4 Abb., 1 Tab., 1 Anhang; Jerusalem.

- FARRAND, W. R. (1981): Chronology and Paleoenvironment of Levantine Prehistoric Sites seen from Sediment Studies. Beiträge zur Umweltgeschichte des Vorderen Orients. Beih. z. Tübinger Atlas des Vorderen Orients, A 8, 80 – 100, 2 Abb.; Wiesbaden.
- FARRAND, W. R. & RONEN, A. (1974): Observations on the Kurkar-Hamra Succession on the Carmel Coastal Plain, Israel. Tel Aviv 1, 45 – 54.
- GILEAD, D. & RONEN, A. (1977): The Acheulean Industries of Evron, Western Galilee Coastal Plain, Israel. Eretz-Israel 13, 56 – 86.
- GRÜN, R. & BRUNNACKER, K. (1983): Absolutes Alter jungpleistozäner Meeres-Terrassen und deren Korrelation mit der terrestrischen Entwicklung. Z. Geomorph., N. F. 27, 257 – 264, 2 Abb., 1 Tab.
- GRÜN, R., BRUNNACKER, K. & HENNIG, G. J. (1982) $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -Daten mittel- und jungpleistozäner Travertine im Raum Stuttgart. Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 64, 201 – 211, 3 Abb., 3 Tab.
- HENNIG, G. J., GRÜN, R., BRUNNACKER, K. & PÉCSI, M. (1983): Th-230/U-234 – sowie ESR-Altersbestimmungen einiger Travertine in Ungarn. Eiszeitalter u. Gegenwart 33, 9 – 19, 5 Abb., 3 Tab.
- JELINEK, A. J., FARRAND, W. R., HAAS, G., HOROWITZ, A. & GOLDBERG, P. (1973): New Excavations at the Tabun Cave, Mount Carmel, Israel. 1967 – 1972: A Preliminary Report. Paléorient 1, 151 – 183, 5 Abb., 5 Tab.
- LAMDAN, M.: The Sefunim Rockshelter, in: RONEN, A. (in press). The Sefunim Prehistoric Sites, Mount Carmel, Israel; B.A.R., Oxford.
- NOY, T., LEGGE, A. J. & HIGGS, E. S. (1973): Recent Excavations at Nahal Oren, Israel. Proceedings Prehistoric Society 39, 75 – 99.
- RONEN, A. & AMIEL, A. (1974): The Evron Quarry: A contribution to the Quaternary stratigraphy of the coastal plain of Israel. Paléorient 2, 167 – 173, 1 Abb.
- RONEN, A., KAUFMAN, D., GOPHNA, R., SMITH, P. & BAKLER, N. (1975): Hefziba-Hadera, An Epi-Palaeolithic Site in the Central Coastal Plain of Israel. Quartär 26, 53 – 72.
- RONEN, A. & KAUFMAN, D. (1977): Mousterian Sites in Red Loam in the Carmel Coastal Plain. Eretz Israel, 13, 183 – 190.
- RONEN, A., YOSSEF, A. & PERROT, J. (1967): Excavation at the Cave of Sefunim (Iraq el-Barud), Mt. Carmel, Preliminary Report. Quartär 19, 275 – 288.
- SLATKINE, A. & POMERANCLUM, M. (1958): Contributions to the study of the Pleistocene in the coastal plain of Israel: Unstable heavy minerals as criteria of depositional environment. – Geol. Survey of Israel, 19, 11 S.
- WRESCHNER, R. (1967): The Geula Caves, Mount Carmel – Excavations, finds, a summary. Quaternaria 9, 69 – 89, 10 Abb.