

## „LÖSS“ AM RANDE DER WÜSTENSTEPPE?

Ein Beitrag zur Frage der Entstehung von Staubsedimenten im Wüstenrandbereich  
am Beispiel der südsyrischen Basaltlandschaften\*)

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

ULRIKE RÖSNER

*Summary:* "Loess" at the margin of the desert steppe? A contribution to the question of dust sediment formation in the marginal area of the desert steppe on the example of the volcanic areas of southern Syria

The volcanic areas of southern Syria - situated at the north-western margin of the Arabian desert - are built of basaltic sheets ranging from Miocene to sub-Recent age. At the first sight no definite aeolian deposits are perceptible. However, by the aid of sedimentological examinations it is possible to show that the fine-grained material on the middle Holocene lava field, the Legga, and in the ancient Roman settlement of Mismiyya ist not originated by basalt weathering in situ but is a loess-like material. The grain-size spectrum corresponds with the new results on desert loess formation and simultaneously differs considerably, least in some cases, from the grain-size distribution of the periglacial loess. It is possible to prove the loess formation up to post-Roman times. As to the question concerning the area of origin, reflections on the dynamics play an important role.

### 1 Einleitung

Die Mobilisation und der äolische Transport von Staub können heute in den vegetationsarmen und vegetationslosen Trockengebieten ein ganz beträchtliches Ausmaß erreichen. Ein hervorragendes Beispiel bieten die immer wiederkehrenden Staubwolken, die mit dem Harmattan-Windsystem vom Chad-Becken in der südlichen Sahara über Westafrika bis zum Atlantischen Ozean ziehen (vgl. McTAINSH 1984, 1987; McTAINSH u. WALKER 1982). Dennoch sind Ablagerungen von Stäuben („Löß“ oder lößartigem Material) in heißen Wüsten und ihren Randzonen selten im Verhältnis zu Periglazialgebieten (vgl. PYE 1984, 178f. und Abb. 1). Dieses Phänomen hat u. a. schon A. PENCK (1909) im saharischen Raum beobachten können, und seit einigen Jahren steht es erneut im Mittelpunkt einer kontrovers geführten Debatte darüber, ob es überhaupt „Wüstenlöß“ gibt (vgl. in neuerer Zeit z. B. YAALON u. DAN 1974; SMALLEY u. KRINSLEY 1978; McTAINSH 1984, 1987). Prinzipielle Gegenpositionen vertreten

in dieser Diskussion beispielsweise SMALLEY u. KRINSLEY (1978) einerseits und McTAINSH (1984, 1987) andererseits.

SMALLEY u. KRINSLEY (1978) bezweifeln, daß es echten „Wüstenlöß“ gibt, d. h. Löß, dessen Schluffpartikel<sup>1)</sup> tatsächlich in Wüsten gebildet wurden. Schluffe könnten zwar aus den Wüsten antransportiert werden, wie es in Zentralasien und China heute der Fall ist, sie müßten aber zuvor in benachbarten Gebirgen durch Frostverwitterung und glazialen Abrieb bereitgestellt werden. Lößablagerungen kämen deshalb nur in solchen Wüstenzonen vor, die von ausgedehnten Gebirgssystemen eingerahmt sind. Aus ebendiesem Grund sei auch in den Saumzonen der Sahara und der australischen Wüste kein Löß - i. S. ihrer Definition - zu finden.

McTAINSH kommt dagegen nach Abwägung aller Aspekte, die für die Lößbildung im Zusammenhang mit der Wüstenlöß-Frage relevant sind, zu dem Schluß „... that glacial loess researchers have, on the whole, not recognised the . . . fundamental differences between glacial and desert loesses. In so doing, glacial loess researchers have attempted to examine desert loesses using the same inferential research approach and the same glacial loess criteria which are demonstrably inappropriate to the study of desert loess. An inevitable outcome of this situation is that there are now few confirmed desert loess deposits, but

\*) Herrn Prof. Dr. K.-A. HABBE möchte ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken und Herrn Prof. Dr. W.-D. HÜTTEROTH, der mich im Frühjahr 1988 auf einer Fahrt in die Vulkangebiete begleitete, für seine Unterstützung und die vielen anregenden Diskussionen im Gelände. Ebenso sei Herrn Prof. Dr.-Ing. D. MACHULE an dieser Stelle für die Arbeitsmöglichkeit an den Grabungsprofilen von Tell Munbaqa im Sommer 1988 gedankt.

<sup>1)</sup> Verwendete Kurzzeichen zur Kennzeichnung der Korngrößenfraktionen: Ton ( $< 2 \mu\text{m}$ ) = T; Fein-, Mittel-, Grobschluff ( $2-6.3 \mu\text{m}$ ,  $6.3-20 \mu\text{m}$ ,  $20-63 \mu\text{m}$ ) = fU, mU, gU; Fein-, Mittel-, Grobsand ( $63-200 \mu\text{m}$ ,  $200-630 \mu\text{m}$ ,  $630-2000 \mu\text{m}$ ) = fS, mS, gS.

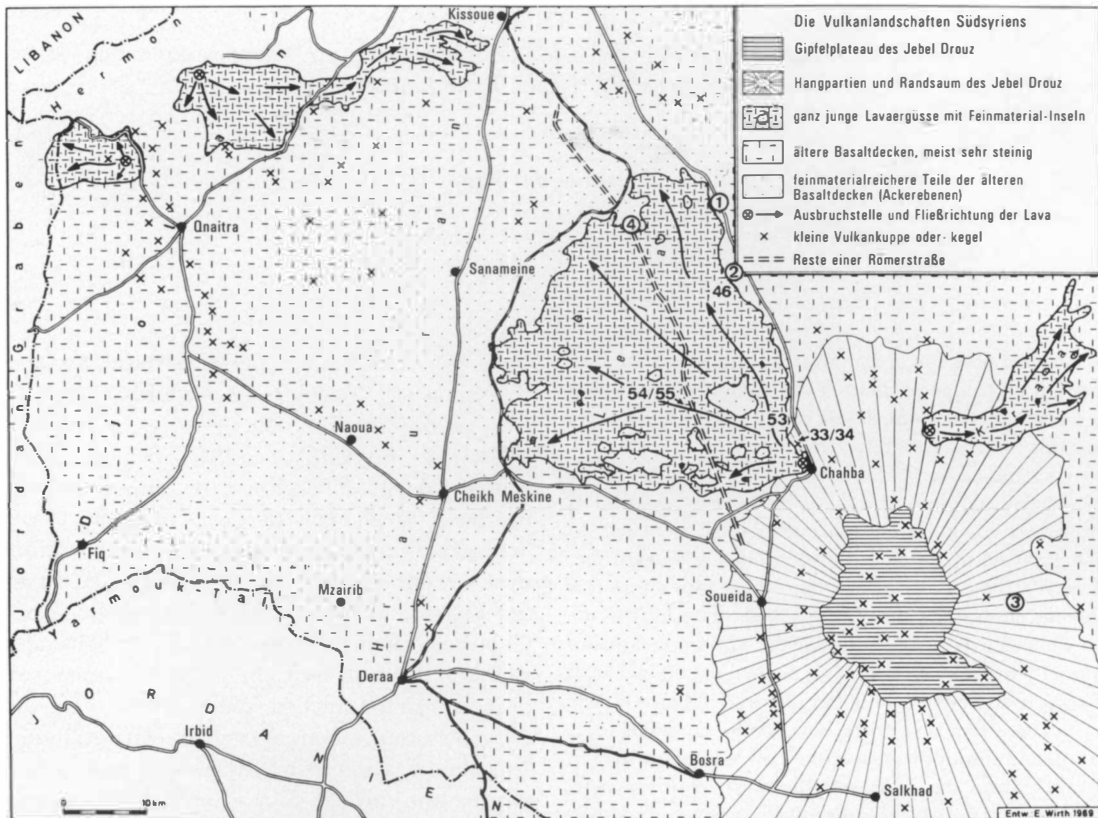


Abb. 1: Die Vulkanlandschaften Südsyriens (aus WIRTH 1971, 410) und die Lage der Profile bzw. Einzelproben: ① = Profil Burāq, ② = Profil Huluhula, ③ = Profil Rušayda, ④ = Proben aus Mismiyya und Nummern der Proben von der Legġa

The volcanic landscapes of southern Syria (see WIRTH 1971, 410) and the position of the profiles and samples: ① = Burāq profile, ② = Huluhula profile, ③ = Rušayda profile, ④ = samples of Mismiyya and numbers of samples from the Legġa

it is contended here that this scarcity of desert loess is more apparent than real.“ (McTAINSH 1987, 161f.).

Vor diesem Hintergrund soll im folgenden Beitrag am Beispiel der südsyrischen Basaltlandschaften am Westrand der großen Arabischen Wüste – einem im Zusammenhang mit der angesprochenen Problematik bisher wenig beachteten Raum – der Frage nachgegangen werden, inwieweit es in einem scheinbar lößfreien Gebiet doch Indizien für äolische Staubsedimentation geben kann.

## 2 Geologisch-morphologische und klimatische Voraussetzungen

Südsyrien wird landschaftlich von einem großen, geschlossenen Vulkangebiet beherrscht, das sich weit

nach Nordostjordanien hinein bis in die Gegend von Azraq<sup>2)</sup> erstreckt (vgl. Abb. 1). Es gliedert sich in das Zentralplateau des Hawrān (400–800 m), dem im NW der Ġawlān (bis 1200 m) und im E der schildförmige Ġabal ad-Drūz (bis 1800 m) aufgesetzt sind (WOLFART 1966, 74). Im E und NE des Ġabal ad-Drūz schließen sich die weiten Basalttrümmerfelder des Beckens von Zélaf (590 m) an.

Nach WOLFART (1966) ist die Hauptmasse der Hawrān-Basalte jungtertiären Alters. Weite Teile davon sind jedoch von jüngeren, altquartären Basaltdecken überzogen (PONIKAROV 1963). Sie tragen drei

<sup>2)</sup> Orts- und Landschaftsnamen sind nach den Transkriptionsvorschriften der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft wiedergegeben.

holozäne Lavafelder – Legġa, Şafa und Krāc –, für die <sup>14</sup>C-Datierungen ein Alter von nur 4000 Jahren ergaben (DE VRIES u. BARENSEN 1954 zit. nach WOLFART 1967). Zeugen jüngster Eruptionen findet man schließlich in der SE-Ecke der Legġa, wo vier Vulkankegel vom Strombolityp mit ganz frischen Formen in einer Linie entlang der Straße nach S aufgereiht sind. Mit 1135 m ist der Tall Šihān der höchste von ihnen. Bei allen Lavadecken handelt es sich ausschließlich um Plateau-Basalte, deren chemisch-mineralogische Zusammensetzung sich im Laufe der Eruptionen nicht verändert hat (nach SAFADI 1956 zit. nach WOLFART 1966).

Nach N und W tauchen die basaltischen Abfolgen unter die quartären Füllungen des Damaskus-Beckens ab. Bei diesen handelt es sich meist um Seekreiden und Seemergel, die oft von fluvialen Alluvionen überkleidet sind. Auch am N- und NE-Rand der Legġa (vgl. Abb. 1), des engeren Untersuchungsgebietes, sind noch lokal Seeablagerungen zu finden, die KAISER et al. (1973, 276 u. 294, Abb. 2) einem mittelpleistozänen Seespiegelniveau zurechnet.

Klimatisch gehören die südsyrischen Basaltlandschaften unterschiedlichen Klimaregionen innerhalb der warmgemäßigten Subtropenzone an. Nach WIRTH (1971, 101f.; Karte 3) liegt der Hawrān im Bereich des westsyrischen Steppenklimas mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 200–300 mm. Das Hochplateau des Ġabal ad-Drūz weist dagegen ein kontinentales Höhenklima auf mit 300–400 mm Niederschlag pro Jahr, und nach E hin vollzieht sich dann sehr rasch der Übergang zur Wüstensteppe mit durchschnittlich 100–200 mm Niederschlag; gleichzeitig macht sich hier schon stark die zunehmende Kontinentalität bemerkbar.

### 3 Zum methodischen Vorgehen

Aus zwei Gründen eignen sich die südsyrischen Basaltlandschaften in besonderem Maße zur Bearbeitung der Frage nach äolischen Sedimenten im Wüstenrandbereich: Erstens liegen sie der Arabischen Wüste unmittelbar benachbart, und zweitens bieten sie die äußerst seltene Chance, mit Hilfe der verschieden alten Basaltserien und der römischen Siedlungsreste eine stufenweise chronologische Eingrenzung der lößähnlichen Sedimente auf engstem Raum vornehmen zu können.

Als sedimentologische Vergleichsgrundlage wurden zunächst zwei Profile (vgl. Abb. 1) am NE-Rand der Legġa aufgenommen (Profil Burāq, 650 m:

Proben 1, 3, 5; Profil Huluhula, 700 m: Proben 24, 25, 26, 27). Sie sollten Aufbau und Zusammensetzung der roten Verwitterungslehme (nach WOLFART 1966, 1967), der liegenden altquartären Basalte, der pleistozänen Seeablagerungen und der jungen fluvialen Decksedimente klären. Ein drittes Profil am Ostabfall des Ġabal ad-Drūz (Profil Rušayda, 1325 m: Proben 28, 29, 30) repräsentiert die jungtertiären Basaltverwitterungsprodukte. Einzelne Feinmaterialproben von der Legġa (Proben 46, 53, 54) und vom Hangfuß des Tall Šihān (Probe 34) stehen für die beiden nächstjüngeren Sedimentgenerationen. Als nahezu rezent sind schließlich die Proben einzustufen, die in Mismiyya, einem ehemaligen römischen Truppenstandort, von der nach S über die Legġa führenden Römerstraße genommen wurden (Proben 49, 50, 51). Im gleichen Ort mündet unter einem verfallenen römischen Tempel<sup>3)</sup> ein unterirdisches Gangsystem, in dessen ehemals ausgebautem Einstieg ein unseren periglazialen Lössen sehr ähnliches Sediment liegt (Probe 52).

Solche »tunnels sous-basaltiques« entstanden nach HUGUET (1985, 9) in der Abkühlungsphase der Lava an deren Peripherie, als sich an der Oberfläche des Stromes bereits eine erkaltete, verfestigte Haut gebildet hatte, während die noch fließfähige Lava darunter sich an Schwachstellen einen Weg nach außen suchte und dabei grotten- oder auch tunnelförmige Hohlräume zurückließ. Diese subbasaltischen Tunnel sind relativ zahlreich in der Legġa. Sie waren in verschiedenen Epochen zeitweise bewohnt, dienten als Refugium für Flüchtlinge oder auch als Versteck für Räuber.

Zur ersten Kennzeichnung des Sedimentcharakters aller Proben wurden vorerst einfache Analysen zur Korngrößenverteilung und zum Carbonatgehalt<sup>4)</sup> angewandt (vgl. Tab. 1, Abb. 2 u. 3).

<sup>3)</sup> Der Tempel wurde vom römischen Militär in den Jahren 168/169 n. Chr. errichtet und fiel 1890 dem Bau einer türkischen Kaserne zum Opfer (freundl. mündl. Mitteil. von Dr. K. FREYBERGER, Deutsches Archäologisches Institut in Damaskus). Fotoaufnahmen davon waren nicht erlaubt, da der Ort heute Kasernenstandort ist.

<sup>4)</sup> Korngrößenbestimmung durch Naßsiebung und anschließende Pipettanalyse nach KÖHN; Carbonatbestimmung gasvolumetrisch mit SCHEIBLER-Apparatur. Die Proben sind Teil einer Probenreihe, die im Rahmen einer Untersuchung zur Landschaftsentwicklung in Syrien bearbeitet wird. Bei der Mehrzahl ist mit einem hohen Anteil primärer klastischer Carbonate zu rechnen, so daß bei der Körnungsanalyse generell auf vorherige Carbonatzerstörung verzichtet wurde.

Tabelle 1: Korngrößenverteilung und Carbonatgehalt der Proben aus den südsyrischen Basaltlandschaften

Grain size distribution and calcium carbonate content of the samples from the south Syrian basaltic regions

Proben-Nr.	T <2	fU -6.3	Korngrößenfraktionen in % der Feinerde (<2000 µm)						S ges.	CaCO <sub>3</sub> in %
			mU -20	gU -63	U ges.	fS -200	mS -630	gS -2000 µm		
<i>Profil Burāq</i>										
1	32.7	14.0	12.0	12.7	38.7	8.7	9.5	10.2	28.6	43.7
3	46.1	18.6	10.9	10.2	39.7	4.6	4.3	5.3	14.2	50.5
5	45.6	19.0	12.1	10.2	41.3	4.7	4.4	4.0	13.1	53.7
6	Basalt (altquartär)									4.6
<i>Profil Huluhula</i>										
24	51.7	19.7	9.6	8.0	37.3	2.9	3.4	4.7	11.0	32.9
25	38.6	30.3	13.4	6.6	50.3	2.3	3.3	5.5	11.1	64.6
26	43.2	33.6	14.3	4.1	52.0	1.3	1.6	1.9	4.8	59.2
27	54.1	21.3	11.2	6.5	40.0	1.6	2.4	1.9	5.9	39.1
<i>Profil Rušayda</i>										
28	51.7	22.9	10.1	7.0	40.0	2.3	3.3	2.7	8.3	34.0
29	51.8	22.3	10.9	8.8	42.0	1.9	2.3	2.0	6.2	32.7
30	Basalt (jungtertiär)									5.6
<i>Proben von der Legga</i>										
33	Pyroklastika (subrezent)									5.0
34	15.4	15.4	16.1	12.8	44.3	8.3	16.3	15.7	40.3	11.3
46	31.5	20.8	16.9	16.7	54.4	6.4	4.7	3.0	14.1	29.5
53	19.8	23.6	36.4	16.3	76.3	1.5	1.1	1.3	3.9	5.0
53B	Basalt (subrezent)									5.0
54	30.1	22.1	23.4	20.7	66.2	2.1	0.8	0.8	3.7	4.8
55	Basalt (subrezent)									4.8
<i>Proben von Mismiyya</i>										
49	27.0	16.0	14.0	12.7	42.7	14.3	10.4	5.6	30.3	6.5
49B	Basalt (subrezent)									5.1
50	38.9	18.5	17.4	12.2	48.1	5.2	5.2	2.6	13.0	4.6
50B	Basalt (subrezent)									4.5
51	32.4	19.3	20.8	14.2	54.3	5.7	5.3	2.3	13.3	4.2
51B	Basalt (subrezent)									4.9
52	7.7	5.5	18.9	52.2	76.6	7.5	5.1	3.1	15.7	18.0

#### 4 Ergebnisse

##### *Profil Burāq*

Der Aufschluß liegt im äußersten Randbereich der mittelpleistozänen Seeablagerungen (nach KAISER et al. 1973, 294, Abb. 3) des Damaskus-Beckens. Zugänglich waren die alluviale Überdeckung (10–30 cm, Probe 1), die an dieser Stelle unmittelbar dem Verwitterungslehm der altquartären Basalte (30–120 cm, Pr. 3, 5) aufliegt, und darunter eine Übergangszone (120–180 cm) aus zerklüftetem, stark carbonatverkitetem Basalt über dem unverwitterten Basalt (Pr. 6). Die von KAISER et al. (1973) und WOLFART (1966,

1967) beschriebenen Seemergel fehlen hier. Intensive Carbonatverkrustung kennzeichnet das gesamte Profil, wie denn generell die Landschaft zwischen Legga, Šafa und Krāc von mehr oder minder mächtigen oft mehrgliedrigen Kalkkrusten<sup>5)</sup> überzogen ist. Das Körnungsspektrum des Verwitterungslehms (Pr. 3, 5)<sup>6)</sup> hebt sich durch den höheren T-Gehalt, die

<sup>5)</sup> Die Krusten in den Trockengebieten Syriens werden in einem folgenden Beitrag noch gesondert behandelt.

<sup>6)</sup> Die Anteile in der S-Fraktion der Proben 1, 3 und 5 sind auf Carbonatkonkretionen zurückzuführen.

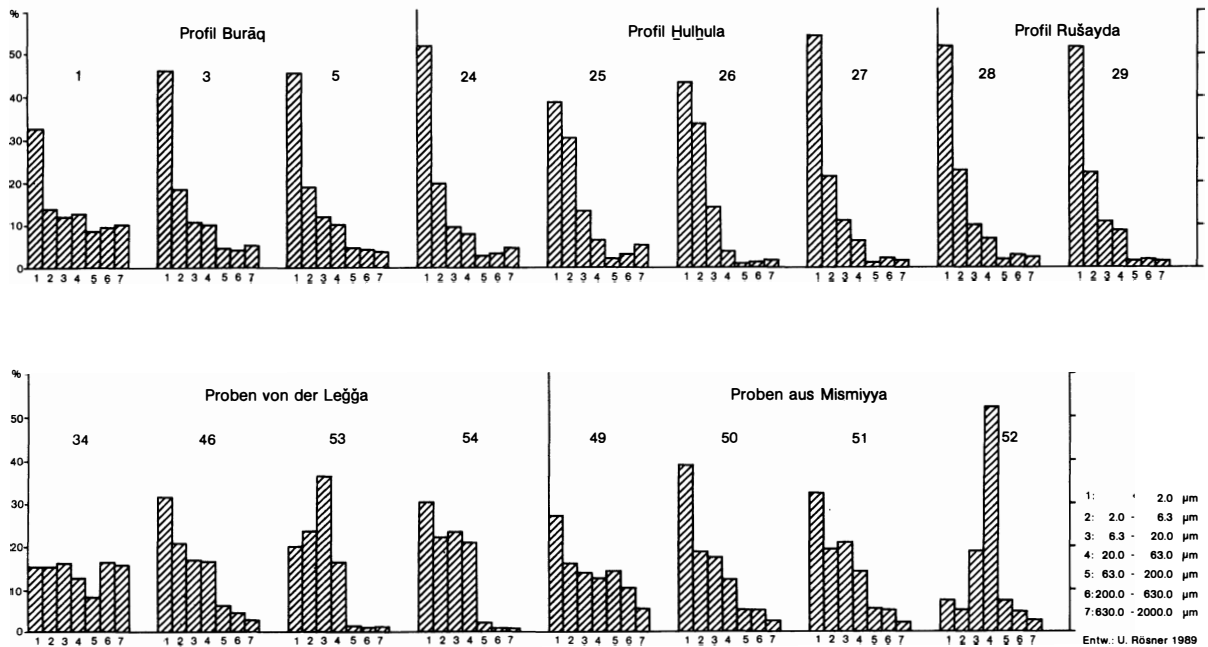


Abb. 2: Korngrößenverteilungshistogramme der Proben aus den südsyrischen Basaltlandschaften  
Grain-size distribution histograms of the samples of south Syrian basaltic regions

ausgeprägte Rechtstreppe in der U-Fraktion und den relativ hohen fU-Anteil von der schlecht sortierten Verteilung im Decksediment (Pr. 1) ab. Der Carbonatgehalt spiegelt mit 43.7% bis 53.7% die Kalkakkumulation bis hin zur Verkrustung wider.

#### Profil *Hulhula*

Das Profil repräsentiert die von KAISER et al. (1973) beschriebene Abfolge sehr tonhaltiger fluvialer Alluvionen (0–50 cm, Pr. 24) über Seemergeln (50–170 cm, Pr. 25, 26). Die Seeablagerungen unterscheiden sich granulometrisch durch geringeren T- und deutlich höheren fU-Gehalt sowohl vom Hangenden als auch vom roten Verwitterungslehm des altquartären Basaltes (ab 170 cm, Pr. 27). Im hohen Gesamtcarbonatgehalt (59.2–64.6%) des Profils drückt sich wieder die Verkrustungstendenz aus.

#### Profil *Rušayda*

Am Ostabfall des Gabal ad-Drūz geht in einer eng begrenzten Zone die dunkelrötliche Farbe der tonigen Basaltböden des Hochplateaus in die eher gelbliche des Feinmaterials unter der Basalthamada am Abhang über. Im Profil *Rušayda*, im Bereich der Hamada, taucht die gleiche Farbdifferenzierung in vertikaler Folge von hell oben (Pr. 28, 5–10 cm) nach

dunkel unten (Pr. 29, 20–30 cm) wieder auf, dennoch zeigen die Korngrößenhistogramme ein nahezu identisches Bild. Der Carbonatgehalt liegt beim Feinmaterial zwischen 32.7% und 34%, während der Basalt (Pr. 30) nur 5–6% aufweist.

#### Proben von der *Legga* und aus *Mismiyya*

Auf den ersten Blick scheinen – abgesehen von Probe 52 – die Lockersedimente von der *Legga* und aus *Mismiyya* für lößähnliche Bildungen untypisch zu sein: Hohe T-Gehalte gehen einher mit relativ hohen fU-Anteilen und stark streuenden, mitunter als Maximum ausgebildeten mU-Gehalten. Keine Probe zeigt einen gU-Gipfel, wie er für Periglaziallösse i. d. R. als typisch angesehen wird<sup>7)</sup>. Der Carbonatgehalt variiert zwischen 4.2% und 6.5%, bei Pr. 34 und 46 im SE-Teil der *Legga* erreicht er sogar 11.3% bzw. 29.5%.

Ein Sonderfall, aber für die Argumentation sicherlich die wichtigste Probe, ist mit Nr. 52 aus dem jüngsten Sediment im Einstieg zu den subbasaltischen Gängen gegeben (s. o.). Zwar liegt das Sediment

<sup>7)</sup> Bei Pr. 34 ist zu berücksichtigen, daß das lößartige Feinmaterial durch Abspülprozesse bereits stark mit den liegenden Pyroklastika vermengt war, so daß T- und U-Fraktion unterdrückt erscheinen.

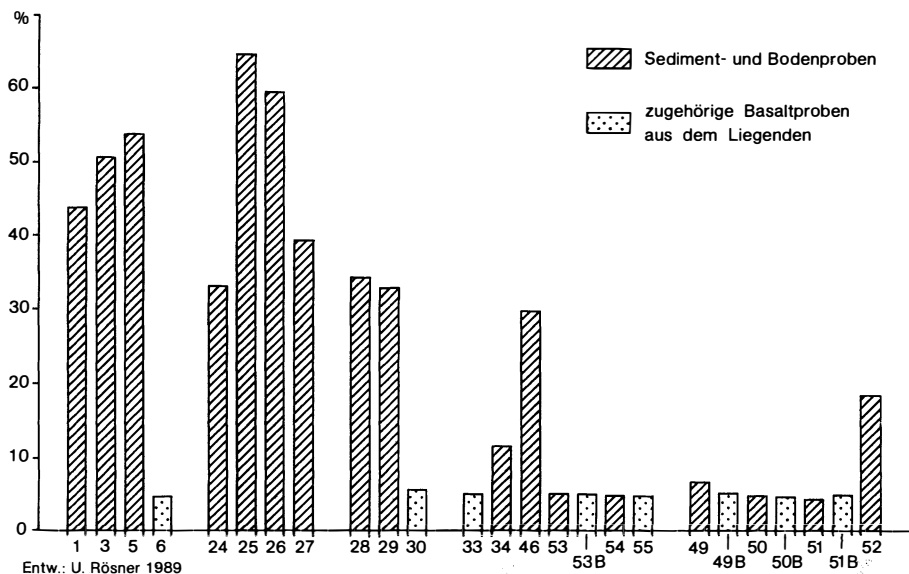


Abb. 3: Carbonatgehalt der Sediment-, Boden- und Basaltproben aus den südsyrischen Basaltlandschaften  
Calcium carbonate content of the sediment, soil and basalt samples from the south Syrian basaltic regions

nicht in primärer Position, sondern wurde von der Oberfläche eingespült, worauf die Basaltfragmente in der mS- und gS-Fraktion hinweisen; dennoch entsprechen sowohl der optische Eindruck als auch die Korngrößenverteilung und der Carbonatgehalt den Charakteristika „typischer“ Löss.

## 5 Diskussion

Lassen sich nun aus den vorgestellten Ergebnissen bereits erste Rückschlüsse auf äolisch transportierten Staub, also lößartige Bildungen, in einer sonst scheinbar lößfreien Region wie den südsyrischen Basaltlandschaften ziehen?

### 5.1 Charakteristika der Korngrößenverteilung von Trockengebietslössen im Vergleich zu Periglaziallössen

Das am häufigsten verwendete Kriterium für die Definition des Lösses ist seine spezifische Korngrößenverteilung. Allgemein wird heute akzeptiert, daß „typischer Löß“ ein deutliches Maximum in der gU-Fraktion (20–63  $\mu\text{m}$ ) besitzt und andere Fraktionen nur untergeordnet vertreten sind (vgl. SMALLEY u. KRINSLEY 1978, zusammenfassend PYE 1984). Dabei darf man aber nicht außer acht lassen, daß diese Definition an Periglaziallössen nördlicher Breiten erarbeitet wurde, in denen ganz andere klimatische

Voraussetzungen während der Bildungs- und Ablagerungszeit herrschten als in den Wüsten und Wüstenrandgebieten. Neuere Untersuchungen zur Lößbildung am Südrand der Sahara (McTAINSH 1984, 1987) belegen dagegen, daß hier die Korngrößenspektren sowohl rezenter wie fossiler Staubablagerungen wesentlich breiter gestreut sind: 2  $\mu\text{m}$  bis 200  $\mu\text{m}$ , wenngleich mindestens 50% auf die Spanne 2–63  $\mu\text{m}$  entfallen (McTAINSH 1987, 154f.). Alle von McTAINSH aufgeführten Wüstenlößbeispiele (McTAINSH 1987, 154, Abb. 2 u. 3) zeigen eine Verschiebung zum feineren Korn hin, wobei insbesondere der höhere T-Gehalt (>20% bis zu 33%) auffällt.

Auch die von JUNGFER (1987, 86f.) ermittelte Korngrößenverteilung des Lösses aus dem Becken von Sana'a in der Arabischen Republik Jemen liefert ein typisches Beispiel für die Dominanz der feineren Partikel in Trockengebietslössen (vgl. Abb. 4).

### 5.2 Abgrenzung des untersuchten Feinmaterials gegen Verwitterungsprodukte

In dieses Bild eines höheren und breiter gestreuten Feinmaterialanteils würden auch die Proben von der Legga und aus Mismiyya passen. Doch ist zunächst abzuklären, wie die höheren Feinkornanteile entstanden sind, ob es sich nicht lediglich um Basaltverwitter-

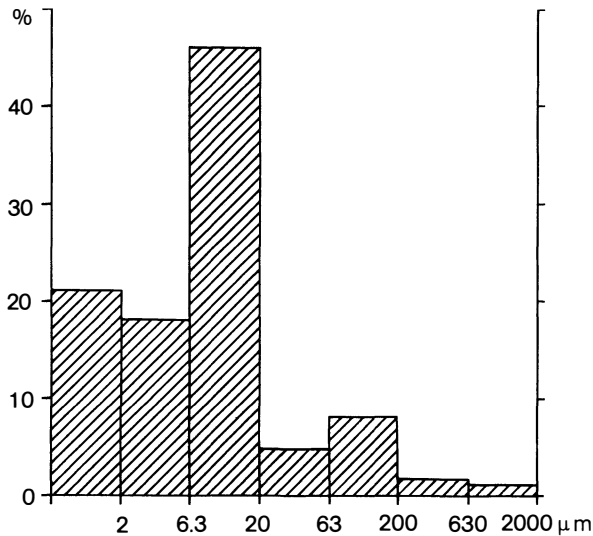


Abb. 4: Korngrößenverteilung einer Lößprobe aus dem Becken von Sana'a, Jemen (aus JUNGFER 1987, 87, Abb. 24)

Grain size distribution of a loess sample from the Sana'a basin, Yemen (see JUNGFER 1987, 87, Fig. 24)

rungsbildungen handeln könnte. Bei der Beantwortung dieser Frage ist ein Vergleich mit den pedologischen Ergebnissen zu einer Serie tertiärer bis holozäner Vulkanite auf Lanzarote (Kanarische Inseln) von JAHN et al. (1983, 121) hilfreich. Aus ihrer Abb. 2 kann man für die Verwitterungsprodukte der ca. 8000 Jahre alten Basaltformationen in etwa folgende Verteilung ablesen: 4% T, 6% fU, 12% mU, 20% gU, 22% fS, 18% mS, 18% gS. Das Feinmaterial des rezenten Basaltes (250 Jahre) weist einen signifikant höheren Anteil in den größeren Fraktionen auf. Dagegen ist die Kornzusammensetzung in den pleistozänen und jungtertiären Böden (T-Anteile zwischen 45% und 85%, sehr niedrige U-Gehalte und minimale bzw. keine mS- und gS-Gehalte) durchaus den dunklen Lehmen über den altquartären (Pr. 3, 5, 27) bzw. jungtertiären (Pr. 28, 29) Basalten Südsyriens vergleichbar. Bemerkenswert ist allerdings der höhere fU-Gehalt, der im Gegensatz zu den Ergebnissen von JAHN et al. (1983) steht und noch einer gesonderten Erklärung bedarf. Die Tonbildung läuft also äußerst langsam ab, obwohl in den älteren Böden der Ton die bedeutendste Neubildung ist (JAHN et al. 1983, 128).

Weiterhin liegt der Carbonatgehalt der rezenten und subrezent Basaltverwitterungsprodukte von Lanzarote mit nur ganz wenigen Ausnahmen - An-

reicherungen in tieferen Horizonten - unter 1% (JAHN et al. 1983, 125, Abb. 3), während die holozänen südsyrischen Proben zwischen 4.2% und 6% und drei (34, 46, 52) sogar zwischen 11.3% und 29.5% aufweisen. Das sind Mengen, die mit großer Wahrscheinlichkeit nicht in so kurzer Zeit (Probe 52 mit 18.0% ist poströmisch!) allein durch Verwitterung gebildet werden konnten. Mit zunehmendem Alter nimmt die Bildung von Kalk jedoch stetig zu (JAHN et al. 1983, 128).

### 5.3 Indizien für Lößvorkommen in den südsyrischen Basaltlandschaften

Akzeptiert man die in Punkt 5.1 und 5.2 aufgeführten Daten als Vergleichsgrundlage, dann wird deutlich, daß erstens der hohe T- und U- sowie der Carbonat-Gehalt der Proben von der Leggä und von Mismiyya mit den neuen Ergebnissen zu Wüstenlössen übereinstimmen und daß zweitens eine Abgrenzung zu autochthonen Basaltverwitterungen möglich ist. Da die Proben in Reliefpositionen entnommen wurden, in denen eine fluviale Fremdmaterialzufuhr ausscheidet, kann der Materialeintrag demnach nur äolisch erfolgt sein.

Das entscheidende Argument dazu liefert m. E. Probe 52. In einer *absolut erosionsgeschützten Lage* hat sich ein Sediment erhalten können, das mit seinem gut sortierten Korngrößenspektrum und dem markanten gU-Maximum eindeutig Lößbildung belegt und zwar noch für poströmische Zeit!

Das Ergebnis stimmt mit Befunden überein, die in einem Grabungsprofil von Tell Munbaqa am oberen Euphrat gemacht werden konnten. Hier schlossen sich eindeutig äolische Ablagerungen über einem spätbronzezeitlichen Straßenniveau keilförmig an einen Mauerrest an; sie waren von etwa 1.5 m Kulturschutt bedeckt und dadurch erosionsgeschützt. Analytisch konnte vom Verfasser für das äolische Sediment eine ähnlich typische Verteilung ermittelt werden wie bei Probe 52, allerdings mit höherer Flug-sandbeimengung.

Damit liegt der Schluß nahe, daß die Sedimente auf der Leggä und von Mismiyya hauptsächlich vom Wind von außerhalb der Basaltregion antransportiert wurden, daß aber gleichzeitig durch häufige äolische Remobilisation in dem ungeschützten, vegetationsarmen Lavablockfeld der Leggä das „typische Korngrößenspektrum“ verändert wurde. Partikel von gU-Größe, die im Verhältnis zu den feineren Körnern vom Wind leichter wieder aufgenommen werden können (vgl. McTAINSH 1987, 153), sind größtenteils eliminiert worden, was letztlich zu einer relativen Anreicherung der feineren Korngröße führte.

#### 5.4 Das „untypische“ Korngrößenspektrum

Ob der hohe fU- und T-Anteil ausschließlich durch selektive äolische Remobilisation zu erklären ist, muß vorerst offenbleiben. Immerhin kommen noch vier weitere plausible Erklärungsmöglichkeiten in Betracht:

- a) Eine Auswehung aus den direkt nördlich und nordöstlich anschließenden Seemergelablagerungen, die sowohl die feineren Korngrößen als auch den Kalkgehalt anbieten.
- b) Bei einem Materialtransport aus weit entfernten Bereichen der syrischen Wüste muß mit einer beträchtlichen Korngrößenabnahme durch Windsaigerung gerechnet werden. McTAINSH u. WALKER ermittelten z. B. bei der Untersuchung des Harmattan-Staubes in Nordnigeria über eine Transportdistanz von 900 km eine systematische Verminderung der mittleren Korngröße und eine prozentuale Zunahme des Anteils  $< 2 \mu\text{m}$  (McTAINSH u. WALKER 1982, 424).
- c) Eine dritte Erklärungsmöglichkeit für den hohen Feinmaterialanteil bieten die in der syrischen Wüste und den angrenzenden Gebieten weit verbreiteten „Lockerstaubböden“, die nach WIRTH (1958) autochthone Verwitterungsprodukte mit sehr hohem Staubanteil sind. Ein rascher und starker Wechsel zwischen „trocken“ und „feucht“, wie er in der syrischen Wüste im Frühjahr und Herbst bei Regenfällen und anschließender schneller Wiederaustrocknung durch die intensive Sonneneinstrahlung auftritt, führt zur Bildung von kleinen Calcitkristallen, die das Bodengefüge sprengen (WIRTH 1958, 38)<sup>8)</sup>. Dieses Ergebnis stellte also bereits vor 30 Jahren die These von SMALLEY u. KRINSLEY (1978) in Frage, daß es in ariden Gebieten kaum zur Produktion von Quarzpartikeln in U-Größe komme und daß demzufolge auch keine echte Wüstenlößbildung möglich sei.
- d) Weiterhin kann für den hohen Feinkornanteil die Verblasung von U- und T-Aggregaten, die durch Austrocknung und/oder Verkittung mit kalkigem Bindemittel entstehen, verantwortlich gemacht werden.

Im Frühjahr 1988 war z. B. im NE-Teil des Damas-kus-Beckens zu beobachten, daß sich auf den U-reichen jungpleistozänen Seeablagerungen durch austrocknende Winde und carbonatische Bindung eine „Haut“

<sup>8)</sup> Erste eigene Analysen solcher „Lockerstaubböden“ aus dem nordostsyrischen Raum ergaben ein deutliches mU-Maximum.

von 1/2–1 cm gebildet hatte. Durch die Verschlammung infolge der Winterregenfälle bei gleichzeitiger Bearbeitungsruhe war sie an der Oberfläche relativ glatt. Der Boden darunter war feucht und die Einzelkörner waren zu Aggregaten verklebt. Damit bestand trotz Vegetationslosigkeit ein sehr guter Deflationsschutz. Aber schon geringes Anritzen der Oberfläche und erst recht ihre Verletzung durch Viehtritte und Beackerung bieten dem scharfen Frühjahrswind Angriffsmöglichkeiten. Dadurch zerfällt die „Haut“ in abtragungsfähige Einzelaggregate; gleichzeitig gelangen noch feuchte Aggregate an die Oberfläche, werden ausgetrocknet und sind nun, da die erneute Verschlammung mit zunehmender Trockenheit im Laufe des Jahres wegfällt und die Oberfläche durch die Beackerung ein rauhes Mikrorelief erhalten hat, schutzlos dem Windangriff ausgesetzt. Aufgrund ähnlicher Beobachtungen kommt WIRTH (1958, 39) zu dem Schluß, daß das „... Nährgebiet der Staubstürme... nicht die Wüste und Wüstensteppe, sondern vorwiegend das mit dem Pflug umgebene Alluvialland (ist).“

#### 5.5 Zur Herkunft des Materials

Die Frage nach der Herkunft kann vorerst nur spekulativ beantwortet werden, da weitere mineralogische und mineraloptische Untersuchungen aus potentiellen Auswehungsgebieten in Syrien und Jordanien noch in Arbeit sind und erst zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht werden können. Eine entscheidende Rolle spielen dabei die vorherrschenden Windverhältnisse. Nach WIRTH (1971, 77 u. 85) sind für die Sommermonate in Syrien die Etesien bestimmend, d. h. sehr beständige Winde aus West- bis Nordrichtung. Im Frühjahr, vor allem im März und April, weht dagegen oft ein heftiger, trocken-heißer Südwind (Samum oder Khamsin), der im Binnenland meist als Sand- oder Staubsturm auftritt.

Demnach kämen als Auswehungsgebiete – wenn man den statistischen Normalzustand bei den Windrichtungen zugrunde legt – die Seeablagerungen des Damaskus-Beckens sowie die Ablagerungen der nördlich der Palmyraketten gelegenen ehemaligen pleistozänen Binnenseen in Frage. Bei vereinzelt Abweichungen von den Hauptwindrichtungen dürften auch die „Lockerstaubböden“ als Materiallieferanten gedient haben, obwohl ausgedehntere Vorkommen eher in NE- bis E-Richtung auftreten. Im S sind es dann die bereits auf jordanischem Gebiet gelegenen Wüstenrandzonen, die als Materialproduzenten und -lieferanten denkbar sind.

Anwehungen aus östlicher und nordöstlicher Richtung, den eigentlichen Wüstensteppen, sind als außergewöhnliche, morphologisch aber wirksame



Ereignisse nicht auszuschließen. Immerhin deuten auch die unvermittelt in einer Höhe von 1350 m auf dem Ostabfall des Ġabal ad-Drüz zur Wüstensteppe hin einsetzenden Feinsedimente (Pr. 28, 29) mit ihren höheren U- und niedrigeren T-Anteilen im Verhältnis zu den von JAHN et al. (1983) beschriebenen jungtertiären Basaltverwitterungsprodukten und deren hellere Farbe auf äolische Fremdbeimengung hin (vgl. Punkt 5.2).

Obwohl zur engeren Eingrenzung der Herkunftsgebiete spezielle sedimentologische Untersuchungen zum Mineralbestand sicher erforderlich sind, lassen sich allein daraus noch keine definitiven Aussagen ableiten.

Die Problematik solcher Analysen liegt darin, daß der Mineralbestand der pleistozänen Seeablagerungen in den Binnenbecken – potentiellen Auswehungsflächen – qualitativ die gleiche Zusammensetzung aufweisen dürfte wie der Mineralbestand der Regionen, durch die die Zuflüsse der ehemaligen Seen fließen. Das relative Mengenverhältnis der einzelnen Minerale zueinander gewinnt deshalb bei der Interpretation an Gewicht.

Aus diesem Grund sind Überlegungen zur Dynamik, wie sie oben angestellt wurden, bei der Eingrenzung der Herkunftsgebiete von mindestens ebenso großer Bedeutung wie weitere sedimentologische Untersuchungen.

## 6 *Schlußfolgerungen*

1. Wenn man Staubentstehung, äolischen Staubtransport und Staubablagerung als „Lößbildung“ akzeptiert, dann läßt sich *Lößbildung* in den süd-syrischen Basaltlandschaften noch für *poströmische* Zeit belegen.
2. Dieser Löß unterscheidet sich im Korngrößenspektrum durch seinen *höheren Anteil in den Fraktionen < 20 µm* vom periglazialen Löß.
3. Die *äolische Remobilisation* scheint eine nennenswerte Akkumulation äolischen Staubes zu verhindern und führt gleichzeitig zu *Veränderungen im Korngrößenspektrum* des sedimentierten Materials. Damit muß sie neben deluvialen Prozessen als einer der Gründe für das Fehlen nennenswerter Lößakkumulationen gelten. Dennoch kann die Behauptung von HUGUET „Le Hauran est totalement dépourvu de terrains sédimentaires“ (HUGUET 1985, 7) nicht mehr unwidersprochen bleiben.
4. Periglaziale Löß entsprechende Sedimente finden sich in vegetationsarmen Trockengebieten

nur in absolut *winderosionsgeschützten Lagen* – wie in Mismiyya – oder wenn sie – wie in Tell Munbaqa – relativ rasch unter einer Sediment- bzw. Kulturschuttdecke fossilisiert wurden.

5. Für die *Materialbereitstellung* von Wüstenlössen ist nicht, wie von SMALLEY u. KRINSLEY (1978) gefordert, die Nähe von Gebirgen notwendig, in denen eine Produktion von Schluffpartikeln durch Frostverwitterung und glazialen bzw. glazifluvialen Abrieb stattfindet.
6. Von *Bedeutung für die Anlage kleiner Siedlungen* waren die äolischen Bildungen insofern, als sie in Form von zusammengespülten Feinmaterialinseln in steinfreien Senken mit Durchmessern von einigen hundert Metern bis zu einigen Kilometern (WIRTH 1971, 420) die Grundlage für einen spärlichen, inselhaften Anbau inmitten der Steinwüste der *Leġġa* bieten. Aus dem oben Gesagten (vgl. Punkt 5.2 u. 5.3) wird deutlich, daß allein auf der Basis der minimalen Mengen von Verwitterungsmaterial, die eine holozäne Lavadecke zu liefern imstande ist, solche Nutzungsflecken wohl nicht hätten entstehen können.

## *Literatur*

- HUGUET, F.: Aperçu géomorphologique sur les paysages volcaniques du Hauran (Syrie méridionale). In: DENTZER, J.-M. (Hrsg.): Hauran I. Recherches archéologiques sur la Syrie du sud à l'époque hellénistique et romaine. Première partie. Paris 1985, 5–17.
- JAHN, R., GUDMUNDSSON, T. u. STAHR, K.: Carbonatation as a soil forming process on soils from basic pyroclastic fall deposits on the island of Lanzarote, Spain. In: CALDAS, E. F. u. YAALON, D. H., (Hrsg.): Volcanic soils: weathering and landscape relationships on soils on tephra and basalt. In: Catena Suppl. 7. Braunschweig 1985, 87–97.
- JAHN, R., STAHR, K. u. GUDMUNDSSON, T.: Bodenentwicklung aus tertiären bis holozänen Vulkaniten im semiariden Klima Lanzarotes (Kanarische Inseln). In: Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 48, 1983, 117–129.
- JUNGFER, E.: Zur Frage der Grundwasserneubildung in Trockengebieten. Fallstudien aus der Arabischen Republik Jemen und dem Königreich Marokko. Erlanger Geographische Arbeiten, Sonderband 18. Erlangen 1987.
- KAISER, K., KEMPF, E. K., LEROI-GOURHAN, A. u. SCHÜTT, H.: Quartärstratigraphische Untersuchungen aus dem Damaskus-Becken und seiner Umgebung. In: Z. Geomorph. N.F. 17, 1973, 263–353.
- LICHTE, M.: Äolische Herkunft der Bodenbedeckung SE-Brasilens. In: Z. Geomorph. N.F. 24, 1980, 356–360.

- McTAINSH, G.: The nature and origin of the aeolian mantles of central northern Nigeria. In: Geoderma 33, 1984, 13-37.
- : Desert loess in northern Nigeria. In: Z. Geomorph. N.F. 31, 1987, 145-165.
- McTAINSH, G. u. WALKER, P. H.: Nature and distribution of Harmattan dust. In: Z. Geomorph. N.F. 26, 1982, 417-435.
- PENCK, A.: Die Morphologie der Wüsten. In: Geogr. Z. 15, 1909, 545-558.
- PONIKAROV, V.: Geological map of Syria 1:200 000. Blatt VII Dimashq, Blatt I As-Suweida und As-Zalaf. Syrian Arab Republic, Ministry of Industry. 1963.
- PYE, K.: Loess. In: Progr. Phys. Geogr. 8, 1984, 176-217.
- SMALLEY, I. J. u. KRINSLEY, D. H.: Loess deposits associated with deserts. In: Catena 5, 1978, 53-66.
- WIRTH, E.: Morphologische und bodenkundliche Beobachtungen in der syrisch-irakischen Wüste. In: Erdkunde 12, 1958, 26-42.
- : Syrien. Eine geographische Landeskunde. Wissenschaftliche Länderkunden 4/5. Darmstadt 1971.
- WOLFART, R.: Zur Geologie und Hydrogeologie von Syrien unter besonderer Berücksichtigung der süd- und nord-westlichen Landesteile. Beih. z. Geolog. Jahrb. Hannover 1966.
- : Geologie von Syrien und dem Libanon. Beiträge zur Regionalen Geologie der Erde, Bd. 6. Berlin 1967.
- YAALON, D. H. u. DAN, J.: Accumulation and distribution of loess-derived deposits in the semi-desert and desert fringe areas of Israel. In: Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 20, 1974, 91-105.

## PALÄOBÖDEN UNTER HANGSCHUTTDECKEN IM NORDAFRIKANISCHEN SAHEL (REPUBLIK NIGER)

Mit 9 Abbildungen und 1 Tabelle

JÖRG VÖLKE

*Summary:* Palaeo-soils under talus coverings in the North African Sahel (Republic of the Niger)

Buried soils from the Niger Sahel, which formed on different substratums as crystalline and sedimentary bedrock, are described. Those soils are preserved in partly steep slope positions and are coated by thick covers of talus. They are found in southern Sahel as well as in northern Sahel and in the Air Mountains. From the pedogenetical point of view the soils formed in a climate which provided a minimum of about 1000 mm of annual precipitation during the rainy period of five months. They presumably formed during the late Quaternary, as even in steep slope positions their profiles are in a good state of preservation. The late Pleistocene humid period between 40 000 and 20 000 y. b. p. is considered to be the last time of development of palaeo-soils, which in the Niger Sahel caused an intensive soil development on ancient dunes. The talus coverings are not residual ones. They were presumably formed when climate became arid during the intensive drought duration at the close of the Pleistocene. During the Holocene on the talus coverings soils were again formed, which typologically clearly differ from the palaeo-soils.

### 1 Einleitung

Das Relief weiter Teile des nordafrikanischen Sahel südlich der Sahara wird von Altdünen be-

herrscht. In der Republik Niger gilt dies insbesondere für die östlichen und mittleren Landesteile. Hier treten Bergländer oder kleinere Schichtstufenmassive nur vereinzelt auf, wie etwa das Massiv von Termit, das Bergland von Koutous, das Kristallingebiet von Damagaram/Mounio oder die Stufe von Tiguiddit im südlichen Vorland des Airgebirges (s. Abb. 1).

Während die Altdünen holozäne Böden mit bedeutender Mächtigkeit tragen (u. a. GAVAUD 1968, VÖLKE 1988, 1989), finden sich sowohl auf den Hängen der Massive und Bergländer als auch auf ihren Plateaus oder Kuppen kaum flächenhaft entwickelte Böden. Zumeist ist das Anstehende nur schwach verwittert. Dennoch treten an den unterschiedlichsten Stellen im nigrischen Sahel vergleichsweise mächtige Verwitterungsbildungen auf, die vor der Abtragung geschützt unter Hangschuttdecken liegen und daher zunächst kaum auffallen. Trotz eher punktueller Erhaltung handelt es sich bei näherer Untersuchung um ein weitverbreitetes Phänomen, das an keinerlei spezifische Substrate gebunden ist. Im folgenden werden Profile aus dem Kristallingebiet von Damagaram/Mounio zwischen Zinder und Gouré, aus dem Bergland von Damergou, von der Stufe von Tiguiddit und aus dem südwestlichen Air-Gebirge vorgestellt (s. Abb. 1).