

5 Kalkkrustenbildung in Namibia: eine Parenthese

Die inkrustierten Deckschichten spielen im Reliefformenschatz Namibias eine bedeutende Rolle. Weite Teile, wie die Flächen der Namib und die Oberfläche der Kalahari sind von solchen terrestrischen Krustenbildungen bedeckt, ja versiegelt. Ihnen kommt eine landschaftsprägende Rolle zu. Die jüngere geomorphologische Forschung spricht ihnen eine gewisse Indikator-Funktion für ein bestimmtes Klima zu. Gleichzeitig dienen sie als stratigraphischer Marker (z. B. miozäne Hauptkalkkruste nach EITEL 1993, 1994a). Über die Bildung solcher terrestrischen Oberflächenkrusten, ihren Aufbau, Typisierung, mineralische Zusammensetzung, Reliefbezug, genetisches Alter und Deutung liegen eine Fülle von Forschungsarbeiten aus vielen Teilen der Erde vor. Insbesondere die *caliche*, also Kalkkrusten (*calcrete*), Dolomitkrusten (*dolocrete*) und Gipskrusten (*gypcrete*) der Namib haben im Untersuchungsgebiet aufgrund ihrer sehr weiten Verbreitung auch eine enorme ökodynamische Bedeutung. Dies erfordert eine kurze Betrachtung sowohl unter geoökologischen wie auch unter landschaftsgeschichtlichen Gesichtspunkten. Die Gipskrusten der westlichen Zentral-Namib wurden bereits ausführlich in Kap. 4.2.1.5 besprochen. Dabei wurde festgestellt, daß sich unterschiedliche Krustengenerationen, assoziiert an verschiedene Flächen- oder Terrassenniveaus ausgliedern lassen. Aufgrund der vorgefundenen Indizien wurde eine spätpleistozäne Genese der Inkrustierungen angenommen. Das gipshaltige Material wurde dafür während pleistozäner Regressionsphasen des Meeresspiegels vom trocken gefallenem Schelf ausgeweht.

5.1 Zur Genese von Carbonatkrusten, insbesondere Calcrete

Aufgrund der weiten Verbreitung von Kalkkrusten im südlichen Afrika waren sie bereits mehrfach Gegenstand größerer Untersuchungen, die im Rahmen dieser Arbeit nicht tiefer besprochen werden können. Besonders NETTERBERG (1969a/b/c) hat mit einer umfangreichen Dissertation die Grundlagen für eine Calcrete-Forschung gelegt. Weitere Arbeiten zum Thema wurden u. a. von SCHOLZ (1971), GOUDIE (1971, 1972), HÜSER (1976), BLÜMEL (1976, 1979, 1981, 1982, 1991), CARLISLE (1978), NETTERBERG (1980), WATTS (1980) und EITEL (1993, 1994a) vorgelegt. Während der eigenen Feldarbeiten wurde an zahlreichen Lokalitäten unterschiedliche Formen von carbonatischen Inkrustierungen festgestellt.

Nach BLÜMEL (1982) ist die Bildung von Kalkkrusten in jedem Substrat möglich. Voraussetzung ist lediglich das Vorhandensein von Lockermaterial. Dabei kann es sich nach NETTERBERG (1969a/b) um Boden, Bodenrelikte, Kolluvium, Alluvium oder verwittertes Ausgangsgestein handeln. Wurden früher die Krusten durch Ausfällung aus einem der Verdunstung folgendem aufsteigenden

Bodenwasserstrom erklärt (Aszendenz-Modell, z. B. KAISER 1926, Bd. 2: 304; KORN & MARTIN 1937; GANSSEN 1960: 120), so hat sich seit ROHDENBURG & SABELBERG (1969) die Theorie durchgesetzt, wonach sie als deszendente inkrustierte Calcium- oder Magnesium-Anreicherungshorizonte von Reliktböden aufzufassen sind (vgl. hierzu BLÜMEL 1981, 1991; BUSCHIAZZO 1985; EITEL 1994a). VOGT (1984a) sieht dagegen eher sedimentäre Prozesse gegenüber den pedogenen als ausschlaggebend.

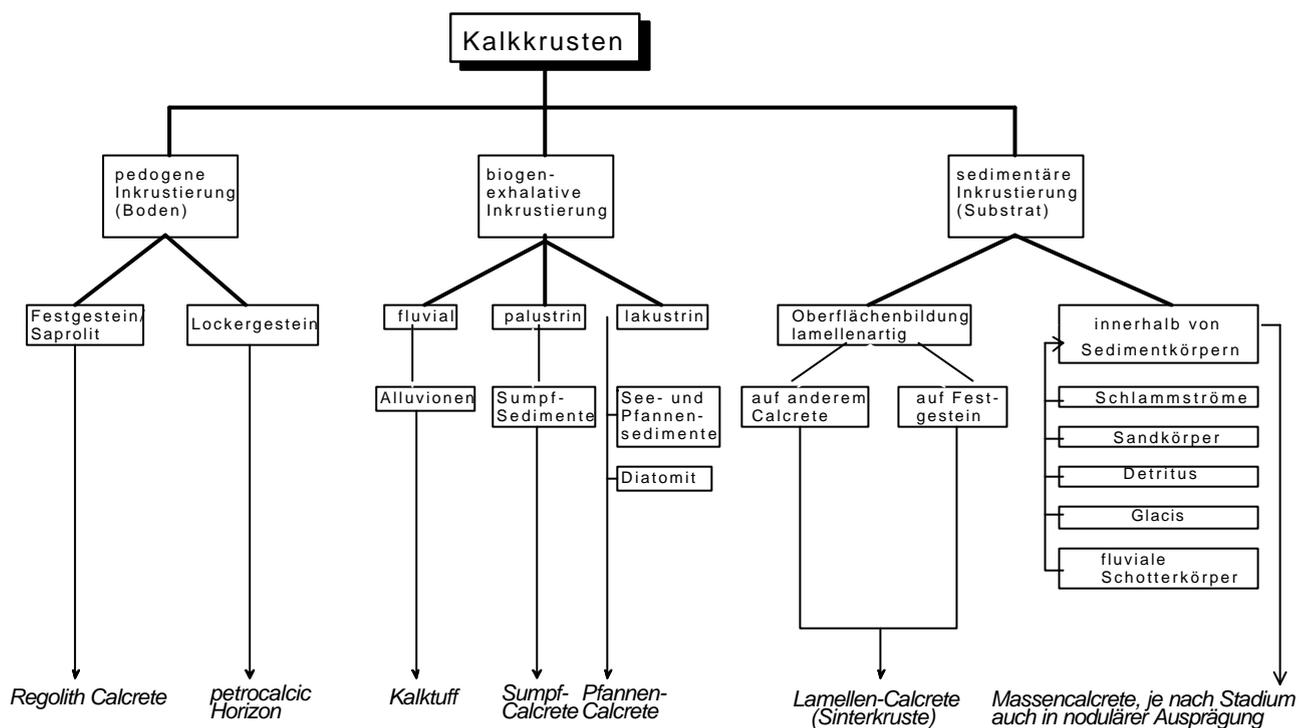
Bei den Feldarbeiten in Namibia wurde eine Vielzahl von unterschiedlich inkrustierten Ausgangsmaterialien festgestellt, die sowohl auf pedologische Prozesse, wie auch auf sedimentologische und in gewisser Weise auch auf biogene Prozesse zurückzuführen sind. Abb. 118 gibt diese Befunde in klassifizierter Form wieder.

Dabei wurden drei Grundtendenzen der Carbonatinkrustierung ermittelt, nämlich:

1. pedogene Inkrustierung eines vorher entkalkten und gegebenenfalls gekappten Bodenprofils oder des Regolith-Rests (meist Saprolit) mit tief ins Ausgangsgestein reichenden Kalknadeln (s. Profil OM01, Farm Schönfeld; Tafel 10, Foto 1)
2. biogen-exhalative Inkrustierung mit Carbonatanreicherung unter Beteiligung biogener Prozesse im wassergesättigten Milieu (Algentuffbildung in Kap. 4.2.2, S. 416)
3. Inkrustierung von Lockersedimenten durch lateralen Zustrom harter Wässer nach oder während des Sedimentationsprozesses.

Zumindest die unter 2. genannten Formen und Typen sind in großen Teilen Namibias als fossil einzuordnen. Auch die bankartigen Krusten der heute trockengefallenen Flächen und die Konglomerate werden heute nicht mehr weitergebildet. Pedogenes Calcrete als Porenfüllung kann bei Eintreffen bestimmter Voraussetzungen heute noch gebildet werden. Dies wurde bereits anhand von Profil OM07 (Tafel 10, Foto 2) gezeigt (vgl. S. 261f). Auch die zu den Tiefenlinien hin zunehmende Carbonatisierung der Böden auf der Kamanjab-Fläche läßt auf jüngere Inkrustierung schließen, wobei aber gleichzeitig ältere Krusten vorhanden sind (s. Foto 3, S. 340 und Abb. 73, S. 341). Eine wichtige Voraussetzung ist das hangaufwärtige Vorhandensein von carbonatischen Ausgangsgesteinen (Festgestein oder ältere Krusten) und ein direkter Hanganschluß. Da carbonatische Porenfüllungen auch außerhalb der Abflußlinien vorkommen (Kamanjab-Fläche), gleichzeitig aber eine Zunahme des Carbonatanteils hangabwärts (in der flachen Beckensituation) festzustellen ist, wird angenommen, daß der Hauptanteil des ausgefallenen Carbonats weder äolisch, noch rein fluvial in die flächenhaften Tiefenpositionen transportiert wurde, sondern als Lösung innerhalb der gesättigten Zone des Sickerwasserstroms. Die Anreicherung erfolgte als Ausfällung innerhalb der ungesättigten

(oder heute ungesättigten) Zone. Auch im Bereich von lokalen Depressionen (Mbuga, Pfannen) können junge Inkrustierungen auftreten. So wurde u.a. auf Farm Okamatangara eine neolithische Chalzedonklinge innerhalb einer stark angelösten Pfannenrand-Kalkkruste gefunden. Gleiches gilt für holozäne Mikrolithen innerhalb einer (heute zerschnittenen) Endpfanne auf den Kalkterrassen der Khowarib-Schlucht (Hoanib-Tal). An solchen Gunststandorten scheint die Inkrustierung sehr rasch abzulaufen. So hat KNETSCH (1938: 341f) beträchtliche Inkrustierungen an einigen Stellen des 1913 gebauten Bahndamms von Kolmanskuppe nach Pomona (Sperrgebiet Süd-Namib) festgestellt.



Entwurf und Zeichnung: Jürgen Kempf, 1998

Abb. 118: Es sind drei Grundrichtungen bei der Kalkkrustengengese zu berücksichtigen:

- (1) eine pedogene Inkrustierung entweder als illuvialer Cca- oder Bca-Horizont eines vorher entkalkten Bodens (z. B. Latosol), wobei das Calcium überwiegend äolisch eingebracht und vom Bodenwasser vertikal verlagert wurde oder als *petrocalcic horizon* (FAO 1988: 26) durch Entkalkung oberer Bodenhorizonte (autochthone Carbonate),
- (2) eine biogen-exhalative Inkrustierung als Calcium-Anreicherungsprodukt im überwiegend wassergesättigten Millieu (vgl. auch die Untersuchungen von ESTRELA & VOGT 1989 im Mittelmeergebiet),
- (3) eine sedimentäre Inkrustierung in Lockersubstraten oder als laminare Oberflächenbildungen, wobei der Kalk als Präzipitat entweder äolisch, zumeist aber fluvial oder phreatisch-fluvial eingebracht sein dürfte.

Bei (3) ist zumindest bei feinkörnigen bis sandigen Lockersubstraten eine Nähe zu (1) feststellbar. Bei solchen Sanden kann oft nur durch mikromorphologische Untersuchungen oder Funde von Florenresten (Wurzelsröhren) eine differenzierende Aussage zwischen sedimentärer oder pedogener Kalkkruste getroffen werden. In Sandkörpern ohne gut entwickelte Bodenbildungen kann gelegentlich ein pedogener Cca- oder Bca-Horizont mit phreatischen Verbackungen verwechselt werden.

Allen drei Varianten der Kalkkrustengenese liegt das gleiche Prinzip zugrunde, wonach bei abnehmendem CO_2 -Partialdruck im Grund-, Boden- oder Kluftwasser das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht in der Lösung (Löslichkeitsprodukt) zur Kalkseite hin verschoben wird, es also zur Ausfällung von Calciumcarbonat kommt (analog auch zu dem schwerer löslichen Magnesiumkarbonat, je nach dem Vorkommen von Mg-Ionen). Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht ist vor allem abhängig von der Temperatur und dem CO_2 -Gleichgewicht der Bodenluft. Letzteres wird entscheidend von den Bodenorganismen (Flora, Fauna und Bakterien) bestimmt. Kommen carbonatische Grund- oder Bodenwässer, die bei einem erhöhten CO_2 -Partialdruck gebildet werden, mit der Atmosphäre in Kontakt, kommt es zur Entgasung und Calcit kann auskristallisieren (DIETZEL et al. 1992).

Nach HARTGE & HORN (1991: 212) ist der CO_2 -Partialdruck der Bodenluft infolge Atmung der Bodenorganismen ca. 10 mal höher als in der freien Atmosphäre. Er steigt in tieferen Bodenschichten und Feinporen an. Deshalb wird unter gleichbleibenden atmosphärischen Bedingungen Carbonat eher in den oberen Bodenschichten ausgeschieden. Eine Ausfällung in tieferen Schichten erfordert stark wechselnde atmosphärische und biologische Bedingungen. Eine genauere Ausführung der geochemischen Prozesse beinhaltet DIETZEL (1997).

Auch hydraulische Veränderungen können eine Abnahme des CO_2 -Partialdrucks bewirken; beispielsweise wenn eine gesättigte Lösung ein anders (gröber) gekörntes Substrat durchströmt und mehr CO_2 durch gröbere Porenräume entweichen kann. Das betrifft vor allem unregelmäßig gekörnte Schotter- und Schwemmfächerkörper, wo sich der CO_2 -Anteil einer infiltrierenden Lösung ständig ändert. Dort kommt es also durch die Milieuwechsel zu häufiger Carbonatneubildung bis zur kompletten Versiegelung aller Poren und Klüfte. Für die namibischen Vorlandswemmfächer und Flußschotter dürften solche Prozesse eine große Rolle gespielt haben.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Vegetationsbedeckung. In der Vegetationsperiode nehmen Pflanzen zur Photosynthese u. a. beträchtliche Mengen von CO_2 aus der bodennahen Luftschicht auf. Das entstehende Konzentrationsgefälle zur Bodenluft wird durch einen CO_2 -Strom zur bodennahen Atmosphäre hin ausgeglichen, was zur Abnahme des CO_2 -Partialdrucks im Boden und damit zur Ausfällung von Carbonaten führen kann (vgl. ALAILY 1996). In den grundwasserfernen Böden sehr arider Klimate werden Carbonate generell kaum umgelagert, da die Produktion von CO_2 durch Bodenorganismen im allgemeinen gering ist (vgl. SMETTAN 1987) und außerdem die Infiltration der Niederschläge nicht tief reicht. Dort, wo mächtige und durchgängige Inkrustierungen vorhanden sind, deuten sie also auf einen häufigen Milieuwechsel zwischen Zustrom und Ausfällung an, wie es innerhalb der ungesättigten Grundwasserzone wechselfeuchter Klimate charakteristisch ist. Es ist also

weniger eine klimatische Determinierung, als vielmehr eine Milieudeterminierung gegeben, denn auch in humiden Klimaten können Lokalitäten mit den o. g. Grundvoraussetzungen auftreten, die stark wechselhafte vertikale Grundwasserstockwerke aufweisen. Von einer fossilen Kalkkruste muß demnach dann gesprochen werden, wenn keine stark wechselnden Grundwasserstockwerke mehr auftreten, also entweder bei dauerhaftem Trockenfallen (Aushärtung als Massencalcrete) oder bei dauerhafter Etablierung einer gesättigten Zone (Lösung und Carbonatabfuhr). Beide Möglichkeiten entsprechen einer Stabilisierung der Ökosysteme im Arbeitsmodell (Kap. 3.5. 4, S. 93f, Abb. 36), also entweder einem Wechsel von Quadrant II in Richtung von Quadrant I, oder einem Wechsel von Quadrant IV zu Quadrant III. Ein Übergang in ein Kalkkrusten-Bildungsmilieu entspricht demnach einer Zunahme der naturräumlichen Variabilität bei einer Destabilisierung der Ökosysteme.

Bei den meisten namibischen Böden überwiegt aufgrund des hohen Sandanteils jahreszeitlich die ungesättigte Wasserbewegung. Dort erfolgt dann eine Anreicherung von Carbonaten in feineren Poren. Durch hohe saisonale Niederschläge gibt es episodische Übergänge zu gesättigter Wasserbewegung, Feinporenräume bleiben wassergefüllt, Carbonat wird - zumeist als stengelige Calcit-Kristalle - überwiegend in Grobporen ausgefällt. Die Kombination dieser Prozesse führt zur für namibische Verhältnisse so typischen Ausbildung von sog. *hardpan calcrete*, einer harten, vollständigen Verbackung des Ausgangssubstrats sofern die o. g. Grundbedingungen erfüllt sind (Hanganschluß an Carbonatgesteine, phreatischer Transport). Nach GOUDIE (1973) können so auch noch unverfestigte Cca-Horizonte nach Abtrag der oberen Horizonte schnell aushärten. Bei der Aushärtung spielen standortbedingt möglicherweise auch Silifizierungsprozesse (vgl. SMALE 1973, WATTS 1980, SUMMERFIELD 1982) eine Rolle. SUMMERFIELD (1982) nimmt für die silifizierten Kalkkrusten extrem alkalische Bildungsbedingungen an. Ein solches Milieu mit pH-Werten von über pH 9 wurde jedoch außerhalb von salzreichen Pfannen in Namibia nicht gefunden. Es wird vermutet, daß die Silifizierung von Kalkkrusten nicht in extrem alkalischem Milieu abläuft. Die Hydrolyse von kieselsäurehaltigen Substraten erfordert zumindest jahreszeitlich sehr feuchtes Milieu und hohe Temperaturen im Liefergebiet (vgl. LANGFORD-SMITH 1978; WOPFNER 1983; BÜDEL 1981: 100; BUSCHE 1983). SUMMERFIELD (1983) nimmt dagegen eine Silifizierung durch äolisch eingebrachten korrasiven Quarzstaub bei semiaridem bis aridem Klima an. Diese Hypothese konnte nicht durch Befunde gestützt werden. Es wurde nur in wenigen Fällen anscheinend silifiziertes Calcrete gefunden, wobei aber eine beträchtliche HCl-Reaktion noch auf hohe Gehalte an Rest-Carbonat schließen lassen. NETTERBERG's (1974, 1982) Vermutung, daß dekalzifizierte Calcretes durch Silcrete verbacken werden, konnte im Feld nicht nachvollzogen werden. Der von NET-

TERBERG (1982: 165) beschriebene Aufschluß scheint zu den silifizierten Bottle-Schichten zu gehören (Kap. 4.6).

Zusammenfassend gilt, daß die Ausbildung von Carbonatkrusten vor allem durch variable Naturraumbedingungen gefördert wird. Je instabiler die geökologischen Bedingungen, desto öfter findet ein Übergang zum Krustenbildungsmilieu statt. Inkrustierung durch Carbonat-Neosynthese wird vor allem gefördert durch:

- (1) hohe Carbonatbereitstellung und -dynamik,
- (2) häufige extreme Temperaturschwankungen auf insgesamt hohem Niveau,
- (3) stark unterschiedliche Vegetationsausbildung mit raschem Biomassenauf- und -abbau,
- (4) wechsellagernde, insgesamt heterogene Substratstruktur mit hohen Texturdifferenzen,
- (5) ein stark schwankendes Hydroregime mit hoher Zufuhr an harten Wässern (v. a. im Sommer).

Der Jahresgesamt- oder Jahresdurchschnittsniederschlag ist dabei innerhalb von Mindestgrenzen nicht so bedeutend, sondern allein, wie häufig Bedingungen für einen abnehmenden CO₂-Partialdruck im Bodenwasser gegeben sind. Ein häufiger Milieuwechsel scheint demnach wichtiger zu sein als ein Niederschlagsmittelwert, ein bestimmtes, durch Parameter gut einzugrenzendes „Kalkkrustenbildungs-Klima“ gibt es nicht, sondern eher ein (variables) Bildungsmilieu mit hochfrequenter Grundwasserdynamik sowie ein trockenes „Erhaltungsmilieu“. Innerhalb des Rahmens bestimmt die absolute Regenmenge allenfalls die Inkrustierungsgeschwindigkeit. Durchfeuchtung und Austrocknung sind demnach nur ein Faktor der Kalkkrustenbildung unter mehreren.

Unter Einfluß von kalkabscheidenden Pflanzen oder kalksammelnden Algen/Bakterien kann auch im überwiegend wassergesättigten Milieu (z. B. in Stillwasserbereichen der Flüsse, Seen oder in Sümpfen) Calcrete entstehen (vgl. VOGT 1984a). Kalktuffe, aufgekalkte Diatomite und Sumpfsedimente wurden an mehreren Stellen der Untersuchungsgebiete und außerhalb gefunden, z. B. im Bereich einer Quelle bei Otjosondu, nahe am Zusammenfluß von Klein-Nossob und Nossob auf Farm Akanous oder am Omuramba Omatako bei Tamtam (nördlich von Karakuwisa). Auch für zumindest einige Bereiche der Karpfenkliff-Konglomerate, insbesondere für den obersten in weiten Bereichen, vollständig durchgekalkten Schotterzyklus, kann eine Verbackung im überwiegend feuchten Milieu angenommen werden, da pedogene Kalzifizierungsprozesse nicht zwingend nachgewiesen werden konnten. Für eine eher sedimentäre Aufkalkung spricht auch die Bereits von WARD (1987: 69) festgestellte Tatsache, daß der Grad der Zementierung der Vorlandschotter, insbesondere des Hauptschotterzyklus nach Osten, zum Escarpment hin, deutlich zunimmt. Das deutet auf das

Hochland als Carbonatquelle und auf Wasser als Transportmedium hin. Eine pedogene Inkrustierung durch deszendente Verlagerung äolisch eingebrachter Carbonatstäube, wie z. B. von EITEL (1993) für die Krustengeneese vorgeschlagen, würde keinen solchen Verbackungsgradienten vom Hochland weg hinterlassen, sondern insbesondere unter Berücksichtigung des langen angenommenen Zeitraums (nach EITEL 1994a seit dem Miozän) zu einer gleichmäßigeren Verteilung führen. Fossile lakustrine Ablagerungen im distalen Bereich des Zyklus-III-Schotterkörpers auf Farm Greylingshof sprechen ebenfalls für feuchtere Umweltbedingungen zur Zeit der Aufkalkung. Phreatische Verbackung scheint eine beträchtliche Rolle gespielt zu haben.

Ob dies auch für die Deckelkalkkruste der Kalahari gilt, kann noch nicht abschließend beurteilt werden, doch stellt BUCH (1994: 10) eine horizontale und vertikale Verzahnung der carbonatischen Fazies mit der sandigen Fazies der Andoni-Formation im Owambo-Becken fest. Die Mächtigkeit der carbonatischen Fazies erreichte stellenweise mehr als 50 m, was gegen eine Ansprache der Deckelkalkkruste als pedogenetische Bildung spreche. BUCH (1994: 10) schlägt deshalb den Begriff „Etosha-Kalkstein“ (*Etosha Limestone*) für diese Bildung vor und betont damit eine sedimentär-evaporitische Genese. Übertragen auf die Gesamt-Kalahari, müßte dann von einem Kalahari-Limestone gesprochen werden.

5.2 Kalkkrusten Namibias als Geoindikatoren

Im Rahmen der Erläuterung der eigenen Befunde zur Kalkkrustengeneese, wurde bereits auf die Milieuproblematik und den Milieubezug von Carbonatinkrustierungen hingewiesen. Nach GOUDIE (1983) werden für die Bildung von Kalkkrusten Jahresniederschläge von 100 bis 500 Millimeter und Jahresdurchschnittstemperaturen von 16-20° C vorausgesetzt, wobei die Verdunstung den Jahresniederschlag übersteigen soll. BLÜMEL (1981, 1991) gibt 600 mm Niederschlag als Richtwert für die Genese, wobei bei 300 mm die Aushärtung gefördert werden soll. Damit gelten Kalkkrusten als Indikatoren für arides bis semi-arides Klima, ebenso wie ihre silifizierten Formen (SUMMERFIELD 1982, NETTERBERG 1982). Diese Annahme ist unter Voraussetzung eines ascendenten Inkrustierungsmodells getroffen worden. Wie anhand der unterschiedlichen Krustentypen dargelegt wurde, sind bei der Entstehung der Krusten auch andere Modelle einsetzbar, für die eine solche klimatische Einstufung nicht unbedingot getroffen werden kann. Vielmehr muß je nach Krustengeneration und Art der Inkrustierung unterschieden werden. Damit ist eine pauschale Zuordnung eines krustenbildenden Milieus zu einem bestimmten Klima nicht mehr möglich.

5.3 Calcrete-Reliefgenerationen

Vorstehende Ausführungen der Kapitel 4.2.2 und 4.2.3 haben gezeigt, daß es möglicherweise seit dem Endmiozän, sicher aber seit dem Endpliozän immer wieder zu Krustenbildungen auf den jeweiligen Landoberflächen oder Teilen davon gekommen ist. Genetisch am ältesten einzustufen ist dabei die regolithische Aufkalkung autochthoner, vorher vollkommen entkalkter tropischer (Kaolinit-) Bodenprofile in den Tieflagen. Der Kalk greift dabei oft mehrere Meter tief in das saprolitisierte Ausgangsgestein. Eindeutig erhalten ist diese, sehr wahrscheinlich frühpliozäne älteste Kalkkrustengeneration nur noch dort, wo sie von pliozänen und pleistozänen Sedimenten überdeckt wurde, z. B. im Bereich der Vorlandschwemmfächer, innerhalb der ehemaligen Breittäler westwärts entwässernder Flüsse oder in der Kalahari.

In den Gebieten, die auch im Pliozän noch eher (restriktiver?) flächenhafter Denudation unterlagen, z. B. der Randstufenlücke oder dem Seeis-Niveau des östlichen Khomas-Arkogens, entstand das Regolith-Calcrete wohl eher im ausgehenden Pliozän oder einer der früh-pleistozänen Phasen. Es fossilisiert in allen Fällen denudative Abtragsbedingungen auf Rumpfflächen und intramontanen Beckenböden (z. B. Becken von Dordabis) und ist daher als Klimadokument für einen Wandel von einem dauerfeuchten zu einem etwas trockeneren, wahrscheinlich auch kühleren morphologischen Milieu zu werten. Diese Einschätzung wird bestätigt durch vergleichbare Calcrete-Bildungen innerhalb von charakteristischen Lösungshohlformen (Wannen) auf dem miozänen Khomas-Niveau des zentralnamibischen Hochlands, z. B. auf den Farmen Vaalgras, Claratal, Haris oder Göllschau (vgl. Profil KH57, Abb. 109+110). Solche Depressionen bilden auf dem Khomas-Niveau die einzigen möglichen Gunstbedingungen für eine Calcrete-Bildung (vgl. auch SCHOLZ 1963). Sie weisen aber auch nachdrücklich darauf hin, daß äolischer Eintrag bei der Formierung von Calcrete auf diesem hohen Flächenniveau kaum eine Rolle spielt, sondern ein aquatisches Transportmedium vorliegt.

Mineralogischen Nachweisen von EITEL (1993, 1994a) zufolge, stammt das Calcium aus den saprolitisierten Gesteinen des Hochlandes, z. B. den wölbungsbedingt gehobenen Damara-Serien (vgl. jedoch die Mengendiskussion in Kap. 4.2.1.7, S. 249ff). Das ausschließliche Vorkommen des Regolith-Calcrete in Tieflagen spricht für fluvialen und phreatischen Transport von den proximalen Wölbungsbereichen zu den distalen hin.

Die zweite Calcrete-Generation umfaßt im Endpliozän/Ältest-Pleistozän die deszendente und phreatische Aufkalkung des ersten (pliozänen) Schotterzyklus im Vorland sowie wahrscheinlich der Tsumkwe-Formation in der Kalahari. In abflußperipheren Lagen entstand erneut Regolith-Calcrete. Ähnliches gilt für die dritte Calcrete-Generation im Ältestpleistozän, die - möglicherweise in

mehreren Phasen - einen eher psammitischen zweiten Zyklus im Vorland mit mindestens einer abschließenden Bodenbildung sowie wahrscheinlich die Eiseb-Formation der Kalahari betraf. Auch der altpleistozäne dritte (Schotter-) Zyklus und die möglicherweise entsprechende Omatako-Formation der Kalahari erfuhren eine Aufkalkung in vergleichbarer Weise. Diese 4. Calcrete-Generation (Hauptkrustenfläche) ist aufgrund der paläontologischen und prähistorischen Indizien ins finale Altpleistozän, bzw. Mittelpleistozän einzuordnen (Kap. 4.2.2.3, S. 443).

Die Krustengenerationen 2 bis 4 dokumentieren ebenfalls Klimaschwankungen zu einem trockeneren (aber nach heutigen Maßstäben wohl immernoch subhumiden bis semi-ariden) Regime hin. Auch hier ist eine Karbonatherkunft aus den Damara-Gesteinen des Hochlandes anzunehmen. Sie werden von EITEL (1993) in dem Begriff „miozäne Kalahari-Generation“ zusammengefaßt. BUCH (1994: 10) geht sogar von einem Bildungsbeginn im Verlauf des Oligozäns aus. Es konnte jedoch gezeigt werden, daß es sich um altpleistozäne Sedimentationsphasen handelt, die vielleicht ins Endpliozän zurückreichen.

Zumindest für die Krustengenerationen, deren Genese in eindeutigen Zusammenhang mit pedogenen Prozessen stehen, muß die Annahme des Wandels zu einem trockeneren Regime hin gelten, da dort eine authigene Palygorskit-Neosynthese nach den Ausführungen von PAQUET (1972) und JAMES & GALAN (1988) auf trockenere Bedingungen hindeutet (EITEL 1994b). Nach PAQUET (1983) wird das Bandsilikat Palygorskit bei erhöhter ökologischer Feuchte zu Smektiten umgebaut (und umgekehrt Smektite bei trockenem Regime zu Palygorskit). Die Dominanz des Palygorskit in der Tonmineralfraktion der Calcrete-Böden wurde durch WATTS (1980), EITEL (1993, 1994b) und SINGER et al. (1995) nachgewiesen.

Nach EITEL (1994b) kann allerdings das dominante Vorkommen von Palygorskit in den Kalkkrusten nur dann als Klimaindikator (ca. 300 mm Jahresniederschlag) herangezogen werden, wenn es sich tatsächlich um unverlagerte Neosyntheseprodukte innerhalb pedogener Bildungen handelt. PAQUET (1983) zufolge geht die Palygorskitbildung der Inkrustierung voran oder sie ist syngenetisch zu deren Anfangsstadium einzuordnen. Das Bandsilikat wird also gewissermaßen aus einer semiariden Bodenbildungsphase vererbt und innerhalb der Kruste konserviert. Bei Abschluß der Inkrustierung, bzw. Abdeckung der Kruste wird Palygorskit an der Profilloberfläche durch Hydrolyse zerstört oder verwittert zu Smektiten (SINGER et al. 1995). Für die Aufkalkung selbst kann erheblich höherer saisonaler Niederschlag mit häufigen Milieuwechseln angenommen werden.

Bei der ältesten Krustengeneration und bei der dritten Generation sind präexistente Bodenbildungen innerhalb der Vorland-Sedimentkörper eindeutig, nicht so bei den Generationen zwei und vier (s. o.).

Zumindest im Vorland muß eine sedimentär-phreatische Genese innerhalb der Sedimentkörper in Betracht gezogen werden. Schon KAISER (1926, Bd. 2: 306) beobachtet, daß die Stellen lebhafterer Wasserbewegung verstärkt verkrustet wurden. Palygorskit-Vorkommen wären hier also als Umlagerungsprodukte nicht zum Geoindikator geeignet. Da Generation 1 nur dort zweifelsfrei erhalten ist, wo sie von späteren Sedimenten fossilisiert wurde und Generation 3 von dem weit ausgreifenden, dritten Schwemmfächerkörper bedeckt ist, muß der Anteil von eindeutig pedogenem Calcrete an den heutigen Gesamt-Krustenoberflächen als relativ gering angesehen werden. Für die Kalahari ist eine eindeutige Aussage derzeit nicht möglich, da dort die Trennung des pedogenen von eher sedimentär entstandenem Calcrete durch schlechte Aufschlußverhältnisse in Ermangelung detaillierter stratigraphischer Erkenntnisse erschwert ist. Regolith-Calcrete auf oder in den lateritisierten „Botlele-Schichten“ tritt quasi kaum an die Oberfläche.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß aufgrund der verschiedenen Calcrete-Bildungsmöglichkeiten sowie der unterschiedlichen Deutungsmöglichkeit mineralogischer Indikatoren Calciumcarbonat-Krusten kaum als klimatischer Indikator (im Hinblick auf den geschätzten Jahresniederschlag) eingesetzt werden können. Sie dienen allenfalls als Anzeiger für stark wechselnde Milieudeterminanten, v. a. für häufige phreatische Schwankungen in der ungesättigten Zone. Der geschätzte autochtone Niederschlagsrahmen für eine Inkrustierung dürfte bei bis 800 oder mehr Millimeter im Jahr mit saisonalem Regime liegen. Auch die ökologische Feuchte ist ein nicht zu vernachlässigender Faktor. Ähnlich wie bei der Vegetationsausprägung ist auch hier die Verteilung von Bedeutung. Je häufiger es zu Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts kommt, desto höher ist die Inkrustierungsgeschwindigkeit zu erwarten. Die weite Verbreitung der prä-mittelpleistozänen Hauptkalkkruste im südlichen Afrika läßt vermuten, daß während deren Bildung im Vergleich zu heute insgesamt ein Krustenbildungsmilieu herrschte, das heute nur noch in Gunstbereichen erhalten ist und wahrscheinlich feuchter war als heute; die phasenweise Verkarstung (Kap. 4.2.2.1, S. 338f) und jüngere Auflösung deutet einen post-mittelpleistozänen Übergang von einem durch Trockenzeiten gegliederten sub-humiden, geringer variablen Milieu zu einem durch Feuchtzeiten gegliederten semi-ariden Milieu höherer Naturraumvariabilität an.

6 Der Stand der geoarchäologischen Erkenntnisse in Namibia: ein Überblick

In diesem Kapitel werden publizierte und unpublizierte (aber dokumentierte) ur- und frühgeschichtliche Feldbefunde erläutert, durch eigene Beobachtungen ergänzt und interpretiert. Die eigenen Beobachtungen beschränkten sich auf die Fundstellenobservation und die Einordnung in den Reliefzusammenhang (Morphoposition). Aus Rücksicht auf die betreffenden Fachwissenschaftler wurde an allen ungestörten und möglicherweise ungestörten Fundstellen sämtliche Artefakte *in situ* belassen. Die Dokumentation erfolgte in der Regel photographisch. An eindeutig gestörten (Oberflächen-) Fundstellen wurden bei unklarer terminologischer Einordnung des Gesamtensembles der entsprechenden Stelle im Staatsmuseum bei Bedarf Referenzartefakte vorgelegt und nach Bewertung überlassen. In Ermangelung einer speziellen namibischen Archäo-Chronologie erfolgte die terminologische Einordnung nach den gängigen Übereinkünften, wie sie auch bei den Sitzungen des letzten *Pan-African Congress for Prehistory and Related Studies* (Harare 1995) und beim 2. *World Archaeological Congress* (Kapstadt 1999) Anwendung fanden. Zu den genannten Lokalitäten ist auf die zitierten Publikationen und Aufzeichnungen zu verweisen. Weitere Informationen enthält der provisorische Archäologische Atlas Namibias im Staatsmuseum Windhoek und die Sammlungen des archäologischen Labors im namibischen Hochschulministerium (*Ministry of Higher Education*).

Eine synoptische Darstellung ur- und frühgeschichtlicher Befunde im geomorphologischen Zusammenhang des Quartärs lag in der Literatur für Namibia bisher nicht vor. Den Stand der Wissenschaft geben die Arbeiten von WENDT (1972), KINAHAN (1984) und die ausführlichen Publikationen von RICHTER (1991) für das *Later Stone Age* (LSA) und VOGEL-SANG (1998) für das *Middle Stone Age* (MSA) im südlichen Namibia wieder. Sie enthalten auch eine Katalogisierung der bekannten Fundstellen mit Publikationsangaben. Zum *Early Stone Age* (ESA), das einen großen Zeitraum des Pleistozäns abdeckt (bis ca. 150 ka BP), fehlt (noch) jegliche vergleichbare synoptische Darstellung mit systematischer Fundortkatalogisierung.

Seit der Entdeckung von Fossilien früher Hominiden sowie deren kultureller Hinterlassenschaften im östlichen Afrika ab den 1930er Jahren konzentriert sich ein Forschungsschwerpunkt auf die zeitliche und paläoökologische Einordnung der Befunde. Unterstützend wurden dabei geomorphologische und geochronologische Methoden eingesetzt. Dies hat für Ostafrika zu einer vergleichsweise guten sedimentologisch-bodenkundlichen und kulturellen Stratigraphie geführt. Zudem war dort durch das Vorkommen vulkanischer Tuffe eine radiometrische Datierung von Sequenzen möglich, wodurch osteoarchäologische Indizien afrikaweit sicher eingeordnet werden können (v. a. *Suidae* und *Bovidae*). Im südlichen Afrika hat VAN RIET LOWE (1932 erstmals zusammenfassend, 1952a/b

revidiert) eine ähnliche Stratigraphie auf Basis der Funde in den Flußterrassen des Vaal aufgestellt, die später weit diskutiert und verschiedentlich geändert wurde. Sie gibt für das südliche Afrika eine grobe Richtschnur. Zwar wurden die seinerzeit daraus abgeleiteten Kulturstufen später wieder revidiert, doch besteht eine gewisse Chronosequenz der Artefakttypen in der Terrassenabfolge. Sie ist nach den Angaben von VAN RIET LOWE (1952) und den neueren Terminologien in Tab. 29 dargestellt.

Reliefgeneration	Industrie/Typus	Alte Bezeichnung	Neue Bezeichnung
		Proto-Stillbay	Charaman Industry
Ungelagerte rote Sande	Fauresmith III	Sangoan	(finale) Acheul-Industrie
Jüngste Schotter	Fauresmith II		
Einschnitt	Fauresmith I		
		Victoria West	
		Chellean	(frühe) Acheul-Industrie
Kalzifizierung der Silts	Hiatus (?)		
Silt-Ablagerung	Hiatus		
Flußsande	Chelles-Acheul V	Stellenbosch / Chelles-Acheul	Acheulian Complex
Jüngere Schotter IIb	Chelles-Acheul IV		
Jüngere Schotter IIa	Chelles-Acheul III		
Jüngere Schotter I	Chelles-Acheul II		
Rotsande über Altschotter	Hiatus		
Ältere Schotter	Chelles-Acheul I/Oldowan	Hand-axe Cultures	
Kalzifizierte Rotsande	Hiatus		
Basale Altschotter	Oldowan?		Oldowan/Pebble Industry

Tabelle 29: Modell des Early Stone Age im südlichen Afrika auf Basis der Vaal-Terrassen nach VAN RIET LOWE (1932, 1952b), erweitert.

Unter Kenntnis der damals noch groben ostafrikanischen Olduvai-Chronologie und der Vaal-Stratigraphie hat in Namibia allein KORN (1942 unpubl.) versucht, archäologische Befunde geochronologisch auszuwerten und mit ihrer Hilfe das Pleistozän zu gliedern. Dabei beruft er sich auf das seinerzeit gebräuchliche Pluvialsystem in Parallelität zur nordhemisphärischen Eiszeitabfolge (Kap. 4.2.2). Die so entwickelte Morpho-Chronologie wurde bereits in Kap. 4.2.2.3 erläutert. Dabei wurden detaillierte geologische, geomorphologische, paläoökologische und archäologische Aufnahmen durchgeführt. Die zugehörigen Sammlungen mit Fundbeschreibungen befinden sich zum Teil im Archiv des Archäologischen Instituts der University of the Witwatersrand in Johannesburg (KORN & MARTIN 1939, unpubl.) oder dem Windhoeker Staatsmuseum. Ein anderer Teil ist infolge der Kriegs- und Nachkriegswirren (vorläufig?) verloren.¹ Durch das krankheitsbedingte Ende der Feldarbeit, eine anschließende Internierung und Anstellung in Wassereexplorationskolonnen konnte KORN die Kollektionen von 1940-1942 bis zu seinem Unfalltod nicht aus den Verstecken holen und die geplante Publikation vollenden. Sie befinden sich teilweise evtl. noch immer in den

¹ zur Validität der Aufzeichnungen von KORN vgl. Fußnote 1 auf S. 392 und Fußnote 1 auf S. 424

Verstecken oder in Privatbesitz von (ehemaligen?) Farmern der Region. Teilweise sind sie in ungeordnete Bestände des Staatsmuseums eingegangen.

Nachfolgende Forschergenerationen konnten den bei KORN (1938, 1942, 1943 unpubl.) und KORN & MARTIN 1939 unpubl.)² erarbeiteten Überblick nur bruchstückhaft wiedergewinnen, dafür aber wichtige Detailfragen vertiefen. Jüngere Gesamtüberblicke über den Forschungsstand zur Frühgeschichte und Geoarchäologie im südwestlichen Afrika geben FOCK (1959), WENDT (1972), SANDELOWSKY (1983) sowie im großräumlichen Rahmen des südlichen Afrika SAMPSON (1974), INSKEEP (1978), BUTZER (1984a), VOLMAN (1984) sowie THOMAS & SHAW (1991) für die Kalahari. Bei den letztgenannten Arbeiten wurde allerdings nur randlich auf die Situation in Namibia eingegangen, so daß zumindest für das Early Stone Age (ESA) sowie das Middle Stone Age (MSA) nördlich des Steinbock-Wendekreises - und damit für fast das gesamte Pleistozän - nach wie vor der Satz von WENDT (1972: 2) gilt: *„Archaeologically, South West Africa is still rather an unknown area.“*

Erst für Endpleistozän und Holozän existiert mit der oben erwähnten Arbeit von RICHTER (1991) eine Synopse der Fundberichte mit paläoökologischen Interpretationen. Daneben gibt es einige ausgewählte Regionaldarstellungen, v. a. für den Brandberg (RUDNER 1957; VIERECK 1966b, 1968; JACOBSON 1979; BURGESS 1983; KINAHAN 1984b; BURGESS & JACOBSON 1984; BREUNIG 1989 unpubl.) und eine Reihe einzelner Stratigraphien von regionaler Bedeutung, z. B. Omandumba (WENDT 1972), Etemba (KAHN 1965; WENDT 1972), Ameib (MARTIN & MASON 1954; WADLEY 1979) im Erongo (vgl. auch SANDELOWSKY & VIERECK 1969 u. a.), Twyfelfontein (WENDT 1972), im Damaraland, Messum (WENDT 1972; RICHTER 1984 u. 1990), Spitzkoppe (WENDT 1972) und Mirabib (SANDELOWSKY 1977) in der Zentralnamib, Eros bei Windhoek (WENDT 1972) sowie in den Hunsbergen (WENDT 1972, 1975). Den wenigen ergrabenen Stratigraphien steht eine enorme Vielzahl von erwähnten und unpublizierten Oberflächenfundstätten und durch Laiensammler gestörte Stratigraphien gegenüber. Diese können nur anhand der Fundbeschreibungen mit Vorbehalten eingeordnet werden. Während der eigenen Feld-

² KORN & MARTIN (1939 unpubl.) sowie KORN (1942, 1943) verwenden die in Tab. 29 zusammengestellte, von VAN RIET LOWE (1932, 1952b) auf Basis seiner Studien an den Vaal-Terrassen eingeführte Terminologie, welche einen fünfgliedrigen Begriff der „Stellenbosch“-Kultur (I-V) entwickelte. In einem Vortrag vor dem ersten Pan-African Congress for Prehistory (Nairobi 1947) rückte er aber von diesem Terminus zugunsten der „Hand-axe Culture“ wieder ab (VAN RIET LOWE 1952a). Auch andere Begriffe, wie „Victoria West“, „Fauresmith“ oder „Chelles-Acheul“ wurden nach einer terminologischen Konfusionsphase (MASON 1961) neu definiert oder abgeschafft. Heute kann daher ohne die Fundstratigraphie nicht mit Sicherheit festgestellt werden, wie alt die früher gefundenen ESA-Artefakte tatsächlich sind und wo sie z. B. innerhalb des Acheul-Komplexes stehen. Besonders gilt dies für Einzel-funde außerhalb eines Fundzusammenhangs. Trotzdem ist auf Basis der grundsätzlichen Formen fast immer eine grobe Einschätzung möglich, z. B. eine Unterscheidung zum MSA.

arbeiten von 1993 bis 1999 konnten zahlreiche ESA-, MSA- und LSA-Fundstätten aufgenommen werden, von denen nur wenige als ungestört anzusehen sind oder sich in stratigraphischem Zusammenhang befinden (z. B. Bloukrans, Hohewarte, Khowarib).

6.1 Paläontologische und osteoarchäologische Indizien aus Namibia

Für die Zeit vor dem pleistozänen Auftreten von Artefakten können nur die vergleichsweise spärlichen paläontologischen und osteoarchäologischen Befunde als Hilfsmittel für eine morphochronologische und milieugeschichtliche Interpretation herangezogen werden. Für die untersuchten Gebiete kommen hierbei bisher lediglich folgende Fundstätten in Betracht: im Otavi-Bergland die Fundorte Berg Aukas und Harasib 3A für das Miozän; Berg Aukas, Jägerquelle, Uisib, Nosib und Höhlen im Kaokoland für Plio- und Pleistozän (vgl. CONROY et al. 1992; SENUT et al. 1992; PICKFORD et al. 1993). Insgesamt sind im Otavi-Bergland und Kaokoveld bisher 18 osteoarchäologische Fundstätten für die Zeit seit dem Endmiozän (<14 Ma) bekannt.

Es handelt sich ausnahmslos um neogene Karstfüllungen aus stark verbackenen Versturzmassen (Höhenschottern), die vermutlich durch gravitativen Abriß entlang von durch Lösung erweiterten Klüften infolge der Verkarstung entstanden. Anhand der Faunenanalyse der carbonatverbackenen Höhlenbrekzien konnten o. g. Autoren innerhalb des genannten Zeitraums mindestens 6 Verkarstungsphasen (Lösung - Schotterbildung - Carbonatimprägnierung) nachweisen, wobei die jüngsten Brekzien holozäne Faunenreste enthalten und mindestens drei Zyklen ins Plio-Pleistozän fielen. Geht man davon aus, daß in dauerhaft feuchten Phasen eine verstärkte Carbonatlösung eintrat und Höhlen vermehrt abschotterten, und in vermehrt saisonal trockeneren Phasen eine Carbonatimprägnierung der Schlotfüllungen (Paläoböden und Schotter) erfolgte, so ergeben sich sehr gute Parallelen zu den in Kap. 4.2.2 ausgeführten Phasen der Vorlandswemmfächer und Talfüllungen.

Die Faunenreste der Höhlen lassen jeweils auf Waldbedeckung oder Baumsavanne schließen (an Primatenfamilien kommen z. B. vor: *Galagidae*, *Cercopithecidae*, *Dinopithecidae*, *Parapapio*). In den jüngeren Brekzien kommen vermehrt auch Arten von partiell offeneren Savannen vor (z. B. *Giraffidae*, *Bovidae*, *Equidae* - also Antilopen, Pferde, Urrinder). Allerdings muß davon ausgegangen werden, daß es sich bei den Höhlen um Sonderstandorte handelt, wie eine hohe Anzahl an Fossilien von *Rodentiae* oder *Chiropterae* belegt (vgl. SENUT et al. 1992; PICKFORD et al. 1993). Die Savannensäugetiere wurden vermutlich durch Räuber in die Höhlen gebracht³. Deshalb kann auf Basis der Höhlenfauna nur eine grobe paläoökologische Einordnung gegeben werden.

³ anders wären Giraffenfunde in Höhlen wohl nicht erklärbar

Außerdem dokumentieren die Brekzien nur ein bestimmtes (semiarides bis subhumides) Regime, in dem auch die Erhaltung der fossilen Faunenreste günstigen Bedingungen ausgesetzt war. In wesentlich feuchteren und wesentlich trockeneren Klimaten waren die Erhaltungsbedingungen sehr wahrscheinlich weniger günstig (z. B. schneller organischer Zersetz in Feuchtzeiten; keine Carbonatverbackung in erheblich trockeneren Zeiten). Aus diesem Grunde schreiben die brekziösen Karstfüllungen lediglich einen bestimmten *Status quo* durch ideale Bildungsbedingungen fest. Es kann also durch die reinen Species-Kompositionen nicht auf Klimawandel geschlossen werden. Dafür müssen zwingend auch die geomorphologischen Indizien herangezogen werden.

Da aber offenbar unterschiedliche Arten-Ensembles vorliegen, muß angenommen werden, daß der „Sonderstandort Höhle“ mit seinen zeitweise günstigen Erhaltungsbedingungen ökologische Veränderungen gegenüber der Umwelt außerhalb der Höhle „abpuffert“, Schwellenwerte für eine Milieuveränderung demnach höher sind als in den offenen Savannenregionen. Die Veränderungen im Höhlenmilieu deuten demnach auf relativ starke Umweltwandel hin. Auch die Geschwindigkeit, mit der die Lösungs-, die Abschotterungs- oder die Carbonatisierungsphasen abgelaufen sind, manifestiert sich nicht deutlich erkennbar in der konkreten Form. So konnten z. B. anlässlich der eigenen Höhlenbegehungen im Otavi-Bergland vielfach rezente Sinterkörper in Weiterbildung beobachtet werden; jedoch ist nicht bekannt, wie schnell sich solche Körper unter feuchteren oder trockeneren Bedingungen im Umland weiterbilden und ob sich dadurch andere Formen ergeben. Es ist zu erwarten, daß z. B. die rezente Formierung von Excentriques, wie sie in der Märchenhöhle auf Farm Uisib beobachtbar ist, bei höherem Zustrom von Karstwasser durch eher kompaktere Formen ersetzt wird, doch für die Verbackung von Knochen führenden Schottern in Höhlen kann kein ähnliches Maß gefunden werden.

Ähnlich wie die miozäne Fundstätte von Berg Aukas I (östlich von Grootfontein), deutet auch die miozäne Fundstätte von Arrisdraft am unteren Oranje (CORVINUS & HENDEY 1978; PICKFORD 1994), die allerdings außerhalb der enger untersuchten Gebiete liegt, auf erheblich feuchtere Verhältnisse im Miozän (auch im küstennahen Bereich) hin. HAUGHTON (1932b) berichtet vom Fund einer Zahnleiste des als frühpliozän angesehenen *Notohipparion namaquense* aus der Gegend von Springbok/Namaqualand (Oranje-Zulauf), die 20 Meter tief in einem Schotterkörper entdeckt wurde. Aufgrund von Lage und Altersangabe ist zu vermuten, daß es sich um eine zu Schotterzyklus I („Graukalkstufe“, Kap. 4.2.2.3) äquivalente Talfüllung handelt. Die Relevanz des Fundes kann aufgrund einer unsicheren paläoökologischen Einordnung, der Lage weit südlich der Untersuchungsgebiete, des Fehlens von assoziierten Fossilien oder wenigstens von Knochen der selben Art und des

unklaren öko-logischen Status von *Notohipparion* nicht als bedeutend angesehen werden. Der wahrscheinlich kleinwüchsige, pferdeähnliche Unpaarhufer ist entweder als Vertreter einer offeneren Savanne oder aber wahrscheinlicher als Baumsavannen- bzw. Waldform einzuordnen und repräsentiert damit Klimabedingungen, welche zwischen arid und (sub-) humid liegen können, also erheblich differieren.

Als Indiz, nicht als Beweis, mag hier die bemerkenswerte Parallelität zu den morphologischen Befunden von Kap. 4.2.2.3 gelten. Allerdings stützt EITEL (1994a: 82) seine These der miozänen Kalahari-Kalkkrustengeneration unter Hinweis auf eben diesen Fund des frühpliozänen *Notohipparion* im Namaqualand. Das Alter der Kalahari-Deckelkalkkruste kann aber auf Basis einer pliozänen Kleinpferd-Zahnleiste wohl kaum sicher angegeben werden. Auch KORN (1942 unpubl.) vermerkt in seinen Aufzeichnungen, im ältesten Schotterzyklus der Kuiseb-Talfüllung fossile Knochensplitter gefunden zu haben, die aber unbestimmbar seien. HAUGHTON et al. (1939) und FROMMURZE et al. (1942) erwähnten pleistozäne Faunenreste aus den vermutlich zeitgleich zu Kuiseb- und Ugab-Terrassen aufgekalkten Khan-Terrassen zwischen Karibib und Usakos. Die wichtigste Fundstelle in diesem Zusammenhang ist die Typlokalität von *Equus sandwithi* im Fundzusammenhang mit einer *Archidiskodon*-Species von den Terrassen des Proto-Khan am Kleinen Rooiberg (Kap. 4.2.2.1, S. 353). *Archidiskodon* spec. kommen innerhalb der Vaal-Terrassen ausschließlich assoziiert an das obere Stellenbosch vor (Tab. 29, vgl. VAN RIET LOWE 1932, HAUGHTON 1932a: 425). Auch *Equus sandwithi* kann aufgrund von analogen Funden mit größter Sicherheit maximal ins Mittelpleistozän bis frühe Spätpleistozän eingestuft werden. GEVERS (1934b: 311) nennt von der gleichen Fundstelle mehrere pleistozäne und rezente Arten (z. B. *Agama* spec., *Sculptaria sculpturata*, *S. framesi*, *Succinea badia*, *Xerocrastus damarensis*, *X. subteres* etc.⁴) und schließt: „Diese zahlreichen Fossilfunde beweisen eindeutig: erstens das jugendliche Alter der Deckschichten in der Gegend von Usakos, zweitens ihre terrestre Entstehungsweise“ (vorher waren die Konglomerate von ZÖLLER & BÖHM 1929 als ein maritimes eozänes Transgressions-Konglomerat angesehen worden). Insgesamt stützen die wenigen osteoarchäologischen Indizien den hier vorgeschlagenen Ablauf.

6.2 Artefakte und siedlungsgeschichtliche Interpretation

Für das Pleistozän sind ausschließlich Artefakte des Early Stone Age (ESA), für das Spätpleistozän auch des Middle Stone Age (MSA) von Relevanz. Beschriebene Fundstätten diesen Alters sind in

⁴ die aktuellen taxonomischen Bezeichnungen dieser Arten sind mit Ausnahme von *Agama* nicht bekannt

Namibia relativ selten und befinden sich in der Regel nicht in stratigraphischem Zusammenhang (SAMPSON 1974: 115), sondern sind als Oberflächenfunde kaum chronologisch einzuordnen (SAMPSON 1974: 120). Hier wird für das südliche Afrika im wesentlichen der Einteilung von VOLMAN (1984) gefolgt. Aus der Verteilung der ESA-Fundstätten, die heute im allgemeinen dem Acheul-Technokomplex (mit Ausnahme des Oldowan) zugerechnet werden, kann ein eindeutiger Materialbezug hergeleitet werden. Alle bisher bekannten Acheul-Fundstätten liegen im Bereich von Vorlandsschottern oder Flußschottern, auch abseits der heutigen Rivierläufe. Die Schotter dienten gemeinhin als Grundmaterial für die Geräteherstellung (z. B. schwere Handäxte zum Kappen von Gehölzen zur Herstellung von Jagd- und Grabwerkzeugen, Schaber und Klingen zum Aufbrechen von Wild, evtl. auch Jagdgeräte sowie unretuschierte Abschlüge), wurden also nicht weit mitgeführt und kommen deswegen kaum „*off site*“ vor. Über noch ältere, also sog. „*Pebble Tools*“ (z. B. Oldowan) liegen außer von DAVIES & WALSH (1955) aus dem südlichen Diamanten-Sperrgebiet (vgl. CORVINUS 1983) für Namibia noch keine Berichte vor.

Die überwiegende Anzahl von Fundstätten des Acheul-Komplexes (ca. 1 Ma - 200 ka) liegt westlich des Escarpments im Bereich der heute ariden Namib (z. B. an der Piste zwischen Gobabeb und Tsondab-Vlei, bei Namib IV, Koireb, Awasib, ZebraVlei, Xmaspan und Narabeb, vgl. VIERECK 1966a, 1966c, 1971a, 1972; SEELY & SANDELOWSKY 1974; SHACKLEY 1982) und am Brandberg. Während der Feldarbeiten 1995 konnte bei Duwisib eine paläolithische Fundstelle aufgenommen werden, die aber zumindest in den oberflächlich zugänglichen Teilen gestört sein dürfte. Dabei handelt es sich um grobe, unretuschierte Abschlüge aus (silifiziertem?) Nama-Schwarzkalk, die sich auf und innerhalb des unverbackenen Bodens befinden. Eine genauere zeitliche Angabe kann nicht gegeben werden.

Auf dem zentralen Hochland gibt es nur sehr wenige Acheul-Funde (z. B. am Gamsberg und auf Farm Elisenhöhe, vgl. VIERECK 1971b, 1972; Farm Paulinenhof, vgl. ERTLE 1971), wobei eine teilweise ungestörte Fundstätte bei Hohewarte (vgl. HALENKE 1994) Ergebnisse zum Alter des Kolluviums liefert, in dem sie sich befindet (Kap. 4.5, S. 475). Sie sind erfaßt im Zusammenhang mit den bodenkundlichen Befunden zu den Profilen NH31 und NH32 (im Anhang). Acheul-Faustkeile liegen dort auf einem stark gekappten, alten Latosol-Profil mit sehr stark chemisch verwittertem Ausgangsgestein (erhaltenes Solum < 1 m) und in Teilen des darüber hangenden Latosolkolluviums *in situ*. Die gleichen Artefakte wurden in mehr oder weniger stark gerolltem Zustand auch innerhalb des Kolluviums gefunden, so daß angenommen werden muß, daß die Fundstellensituation sich hangaufwärts fortsetzt (nicht aufgeschlossen). Das Alter der Artefakte spiegelt demnach das Alter der

Erosionsoberfläche und zumindest der liegenden Horizonte des Kolluviums wieder, die stellenweise von Blockschutt aus transportierten Kernsteinen geprägt sind (Profil NH32). Die entsprechende Ablagerung kann als „Acheul-Terrasse“ angesprochen werden. Eine Alterseinstufung kann nur grob erfolgen. Es wurde keine postgenetische Carbonatverbackung festgestellt. Kleinere Kalknodulen sind innerhalb des Kolluviums sehr selten. Vermutet wird ein Alter von ca. 300.000 bis 250.000 Jahren⁵ für die Faustkeile (Foto 6, S. 475), mit einer Tendenz zu einer eher älteren Einstufung.

Des Weiteren ist ESA aus den Schottern des Nossob-Einzugsgebiets bekannt, z. B. auf Neuhof-Kowas (vgl. VIERECK 1960), Naosanabis, den Terrassen des Schafriviers bei Dordabis und Ibenstein oder vom Elefantenrivier bei Gurus. Dort wurden ebenfalls acheulzeitliche Faustkeile gefunden, die aus einer Kalkkruste auswittern. Acheul-Artefakte innerhalb einer Kruste dürften vermutlich älter sein als die Hohewarte-Fundstätte. Diese befindet sich jedoch auf dem Hochland über dem Pediment der Bismarckberge in abflußperipherer Lage außerhalb eines Sedimentationsbereichs, also in einer Morphoposition, für die nach den Ausführungen in Kap. 5 keine günstigen Aufkalkungsbedingungen vorliegen. Für Flußterrassen in tieferen Morphopositionen, wie den Kalahari- oder Randkalahari-Rivieren müssen generell Verkalkung begünstigende Bedingungen auch im Spät-Acheul noch angenommen werden. Eine Altersdifferenzierung beider Fundstellen kann ohne Vergleich der Morphopositionen also nicht begründet werden. Hierzu wären auch typologische Merkmale der Artefakte auf Basis einer (leider nicht vorhandenen) gültigen, höher auflösenden Kulturchronologie ein argumentatives Hilfsmittel. Eine vermeintliche Fundstelle mit ESA-Elementen bei Masari am Okavango in Flußnähe, hat sich nach SHACKLEY (1986) als neolithisch erwiesen (jünger als 5000 BP), zeigt aber deutlich die Problematik bei der Artefakt-Zuordnung allein durch Phänotypen.

Die Terrassen des oberen und mittleren Fish River und seiner Nebenflüsse liefern älteres und mittleres Acheul *in situ* innerhalb der aufgekalkten Rivierterrassen und -verfüllungen (KORN & MARTIN 1937, 1957). Diese Konglomerate korrespondieren mit den Schotterzyklen III (Hauptschotter) und IV (Tiefterrassenschotter, „Oswater-Konglomerat“) und geben so deutliche Hinweise auf deren Alter (frühes Mittelpleistozän, max. 500-700 ka für Zyklus III, 250-350 ka für Zyklus IV, vgl. Kap. 4.2.2.3, S. 434 + 437). Damit ist auch durch die archäologischen Befunde das Alter der Hauptkalkkruste auf das mittlere Pleistozän begrenzt und die auf S. 444 erwähnte ESR-Datierung der Hauptkalkkruste von SPÖNEMANN & BRUNOTTE (1989: 119) bestätigt. Während der Feldaufnahmen konnten Acheul-Artefakte in stark bis mäßig gerolltem Zustand, zusammen mit nodulären Resten von Eisenkrusten (Pisolithen) auf der obersten Terrasse des Fish River bei Water-

⁵ Einschätzung durch Dr. John Kinahan (Archäolog. Lab., Staatsmuseum Windhoek), Referenzexemplar

val festgestellt werden. Diese Artefakte datieren die entsprechende Terrassenfläche eindeutig ins Spät- bis Post-Acheul und können nur aus der unmittelbar darüber anschließenden flächig verbreiteten Hauptkalkkruste (hier in hoch liegenden Fish-River-Schottern ausgebildet) stammen, wo sie ebenfalls gefunden wurden (KORN 1943 unpubl., Feldtagebuch der Fischflußreise⁶ von Jan. und Feb. 1943; später teilweise publiziert in KORN & MARTIN 1957).

Von besonderer Bedeutung für die in Kap. 4.2.2 erarbeitete quartäre Landschaftsgeschichte ist die Verbreitung alt-acheulzeitlicher Artefakte innerhalb der Kalkkrusten-Schotterprofile im Escarpment-Vorland. Hier ordneten KORN & MARTIN (1937, 1939 unpubl.) und KORN (1942, 1943 unpubl.) aufgrund ihrer anscheinend umfangreichen alt- und mittelpaläolithischen Funde innerhalb der aufgekalkten Schotterkörper dieselben ins Quartär und unterstreichen hierdurch die vorgenommene Revision der Vorlandbefunde auf Basis einer morphologische Analyse (Kap. 4.2.2.3). FOCK (1957, 1959) bestätigte die Befunde für die Brandberg-Ugab-Uis-Region, wo er mehrere ältere Acheul-Fundstätten in stratigraphischem Zusammenhang entdeckt, aber nicht abschließend publiziert hat. Auch MABBUTT (1952: 363) erwähnte ja eine kalzifizierte Terrasse oberhalb des Uis-Riviers im östlichen Brandberg-Vorland, in der H. MARTIN „Chelles-Acheul (Stellenbosch III-V)“, also älteres Acheul gefunden hat (s. S. 410f): „*The terrace in which the tools occur at the Uis River is cut into the calcreted fanglomerates surrounding the Brandberg, which are equivalent of the Ugab Main Terrace. They slope from the Brandberg down towards the Main Terrace. The height of the Stellenbosch terrace is approximately 100 feet above the Ugab.*“ Gleiches gilt für Funde von BOWLER-KELLEY (vgl. KORN 1942: 12, unpubl.) in Kalkkrustenprofilen zwischen Karibib und Usakos, die ebenfalls den Schotterzyklen III und IV entsprechen, sich also liegend zur Hauptkrustenfläche und der Mittelkrustenfläche befinden. Letztere sind am Khan-Aroab ja durch die osteoarchäologischen Befunde bestätigt worden (Kap. 6.1, S. 503).

Nach SHACKLEY (1980) liegt auch die Acheul-Fundstätte Namib IV auf der Fläche zwischen Kuiseb- und Tsondab-Tal innerhalb der Hauptkruste (vgl. stratigraphische Darstellung bei TELLER et al. 1988: 167 und Abb. 119). Dort wittern die Artefakte, die durch assoziierte Fossilien einer Antilope und von *Elephas recki*, einer Elefanten-Frühform als typisches Element der cornelianschen⁷ Fauna (KLEIN 1984b:120f), auf 400-700 ka BP datiert werden (MAGLIO 1973), (sub-)rezent aus einer Kalkkruste heraus. Die Schotter, aus denen auch die Artefakte gehauen wurden,

in Sammlung mit Katalogisierungsnr. B4103 (Staatsmuseum Windhoek).

⁶ genannt werden mehrere Fundstellen mit Beschreibung und Entfernungsangabe ab Rehoboth

⁷ Cornelia-Fauna: Mittelpleistozäne Entwicklungsstufe der Faunenzusammensetzung im südlichen Afrika (entspricht zeitlich dem Cromer/Mosbachian) und wird vom spätpleistozänen Florisian (Florisbad-Vlakkraal-Stadium) gefolgt. Bei KLEIN (1984b: 120-137) sind die wesentlichen Faunenelemente genannt.

bilden den distalen Teil des ausgedehntesten Kuiseb-Schwemmfächers (Zyklus III, s. Karte 28, S. 423), wurden also vor der ersten tiefen Kuiseb-Einschneidung abgelagert und aufgekalkt. Sie geben damit einen eindeutigen *terminus post quem* für die Entwicklung der aufliegenden Dünenamib und die erste tiefe Zerschneidungsphase.

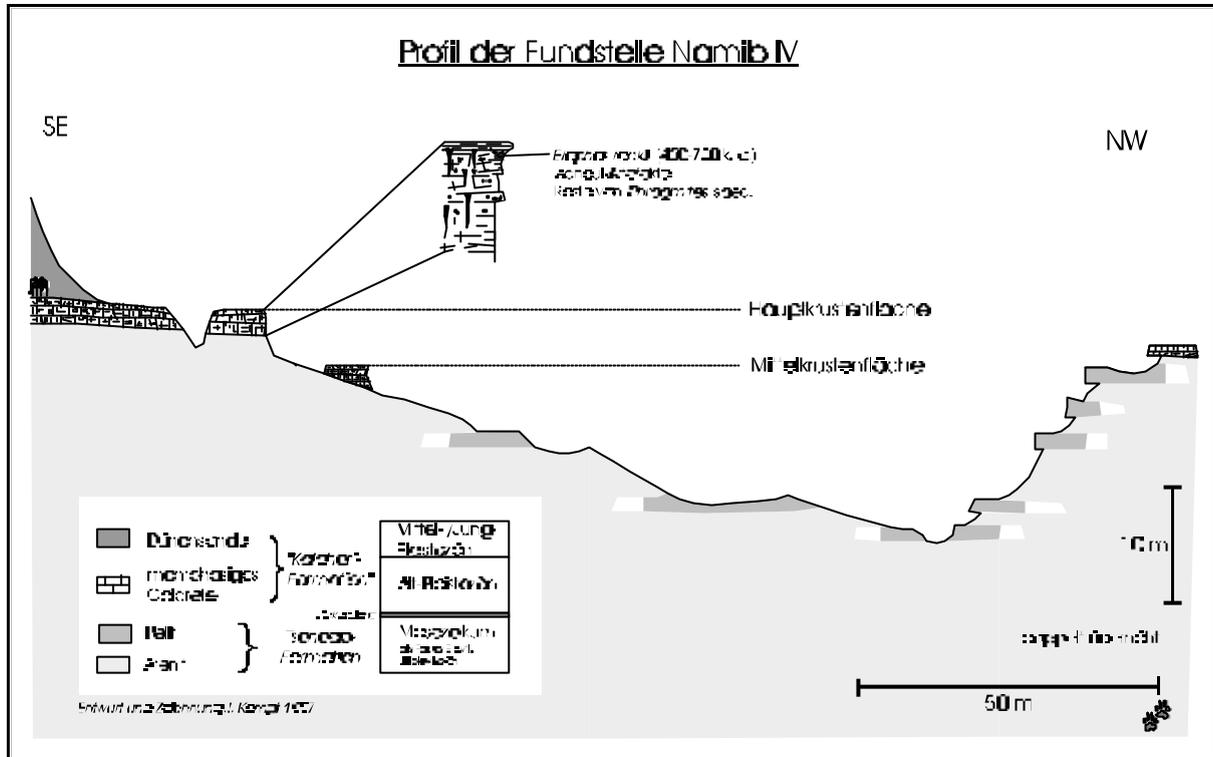


Abbildung 119: Profil der Fundstelle Namib IV innerhalb der Dünen-Namib zwischen Kuiseb-Knie und Tsondab-Tal. Die Acheul-Artefakte mit der Begleitfauna wittern aus der Hauptkrustenfläche aus, in deren Liegendem sich kalzifizierte lakustrine Ablagerungen mit fossilen *Phragmites*-Grasresten (Ried) finden. Es sind auch Reste der Mittelkrustenfläche erhalten, die zeigen, daß sich später eine zweite Seenphase manifestiert hat.

Unter Zugrundelegung von SHACKLEYs (1980, 1982, 1985) Befunden und der paläoökologischen Deutungen des Faunenensembles muß davon ausgegangen werden, daß im „Mittelacheul“ im Bereich der heutigen zentralen Namib eine mehr oder weniger offene Savannenvegetation vorhanden war und perennierende, möglicherweise in der Wasserführung schwankende Flüsse in den Südatlantik strömten. Die disperse Besiedlung konzentrierte sich wahrscheinlich im Gebiet der Rohmaterialien für Werkzeuge (z. B. am distalen Schwemmfächer) in offeneren Gegenden relativ weit entfernt von rezenten Wasservorkommen. Durch Grundwasserquellen und Seen war offenbar auch abseits der Haupttäler genügend Wasser verfügbar. Die direkte Flußnähe war offenbar kein attraktiver Siedlungsraum, was durch das Vorkommen von dichten Galeriewäldern und Beutegreifern leicht erklärbar scheint. Deshalb sind in den dortigen Schotterkörpern, sofern noch erhalten, auch kaum Artefaktfunde zu erwarten. Namib IV repräsentiert einen Schlachtplatz abseits der Täler, an dem aufgrund der offenen Wasserstelle und des Vorkommens der für die Steingeräte verwendeten

(damals unverbackenen!) Hauptschotter gute (temporäre?) Siedlungs- und Jagdbedingungen herrschten.

Selbst wenn es eine Besiedlung der Schwemmfächer in Flußnähe gegeben hätte, wären die Hinterlassenschaften heftigem Transport unterlegen und als gerollte Relikte kaum mehr von anderen Schottern zu unterscheiden. Funde von Hohewarte belegen, daß selbst kurzer Transport die groben Artefakte in Schottern unkenntlich machen kann. Sämtliche bekannten Acheul-Fundplätze im Kuiseb-Gaub-Tsondab-Gebiet zeigen keine Transportspuren und liegen, wie erwähnt, am Rand der auslaufenden Schwemmfächer im Übergang zur Fläche. Sie stammen daher aus einer Zeit, in der diese Bereiche bereits keinen fluvialen Transport mehr aufwiesen, aber zumindest die Oberfläche noch nicht kalkverbacken war. Möglicherweise hat auch der Kuiseb seinen Lauf innerhalb des breiten Schotterbetts kontinuierlich als Folge der eigenen Aufschotterung und Aufsandung nach Norden verlagert, so daß südlich der Hauptentwässerungslinie im dauerhaft nicht mehr überschwemmten Bereich gesiedelt werden konnte.

Um diese These zu erhärten, ist allerdings die Entdeckung weiterer ESA-Fundstellen aus dem Zeitrahmen von Namib IV erforderlich. Auch im Brandberg kommen nur jüngere ESA-Artefakte vor (VIERECK 1968: 26). KORNs & MARTINs (1939 unpubl.) „Stellenbosch“ liegt ebenfalls in dem verkalkten Vorlandschwemmfächer und nicht im Gebirge selbst. Vorher war anscheinend die Namib-Fläche der bessere Siedlungsraum - auch die randlichen Omaruru-, Uis- und Ugab-Schwemmfächer und Terrassen boten günstigere Bedingungen.

Da SHACKLEY (1985: 38) anhand der vielfach erhaltenen, gut gerundeten Schottercortex auf den Artefakten nachgewiesen hat, daß das Ausgangsmaterial für die Namib-IV-Artefakte Kuiseb-Schotter gebildet haben, die ja als auslaufende Schwemmfächer-Sedimente des Zyklus III nahe der Fundstelle anstehen (Karte 28), muß gefolgert werden, daß entgegen den Annahmen von WARD (1987) und anderer Autoren im mittleren Pleistozän (bzw. im alten und mittleren Acheul) diese Schotter noch nicht kalkverbacken waren und die hangend abschließende Hauptkrustenfläche demnach ebensowenig aus dem Mio-Pliozän stammen kann wie die heutigen Draa. Unter rezenten Bedingungen kommen keine losen Silcrete- oder Gangquarz-Schotter, welche als Ausgangsmaterial hätten dienen können, in der Umgebung vor.

Eine Annahme, die Acheul-Bevölkerung hätte sich tief in die Dünen-Namib begeben, um dort Schotter aus der Hauptkruste herauszuhauen, die Klasten zu Äxten für Holzbearbeitung zu verarbeiten (aus nicht vorhandenen Bäumen Speere für nicht vorhandenes Wild, Grabstöcke für nicht vorhandene Wurzeln und Feldfrüchte) sowie Antilopen und Elefanten zu jagen, ist rundweg ab-

zulehnen. Auch SHACKLEY (1982) hält eine Elefantenjagd unter heutigen naturräumlichen Bedingungen an dieser Stelle für wenig wahrscheinlich. Nach den bei WARD (1987) publizierten Vorstellungen, soll ja mindestens seit dem Endpliozän hier Vollwüste herrschen. Auch die Vermutung, die Schotter wären aus dem etwa 10 Kilometer nördlich gelegenen Kuisebtal zwischen die Dünen geschafft worden, um sie dort zu behauen, ist eher unwahrscheinlich. Nach SHACKLEY (1985: 43) entstanden dabei Abfall-Abschläge mit bis zu 85 cm Länge, weil die groben Schotter für die Handäxte längs gespalten wurden. Eine Abfallmenge mit einem solchen Gewicht und Volumen ist wohl kaum über 10 km vom heutigen Kuiseb (z. B. der Oswater Mittelterrasse) herangeschleppt worden.

Bei Namib IV (und vergleichbaren Fundstätten, wie Narabeb, Narabeb-West, Tsondab-Route oder Zebraivlei) zeigen zahlreiche kalzifizierte Reste von *Phragmites*-Stengeln im Liegenden zur mittelpleistozänen *Elephas*-Schicht die Existenz eines perennierenden Sees oder Riviers mit ständiger Frischwasserzufuhr an (vgl. TELLER et al. 1988). Genau das ist an einem auslaufenden Schwemmfächer exakt dann zu erwarten, wenn noch kein tief eingeschnittener Vorfluter den Bereich drainiert (anders als heute). Ähnliche Fundensembles weit innerhalb der Dünen-Namib, wenngleich auch undatiert oder jünger als Namib IV, wurden bei Awasib (VIERECK 1966a), Narabeb (SEELY & SANDELOWSKY 1974; SELBY et al. 1979), am Fahrweg zwischen Gobabeb und Tsondabivlei (SHACKLEY 1985: 66ff), bei Khommabes (TELLER & LANCASTER 1986: kalzifizierte *Phragmites*-Reste) und bei Bosworth (SHACKLEY 1985: 52ff) dokumentiert.

Entgegen der Annahme von SEELY & SANDELOWSKY (1974) kommen Acheulfundplätze auch nördlich des Kuiseb, also außerhalb der Dünen-Namib vor, nämlich bei Minkabis (KORN 1942 unpubl.), zwischen Kuiseb und Gaub (SHACKLEY 1985: 62ff) oder nahe der Landepiste der Gorob-Mine („Xmaspan“ bei SHACKLEY 1982). Letztere sind allerdings assoziiert an Geländehohlformen (Lösungswannen mit Rumpfflächenpfannen im Sinne von Kap. 4.2.1.8) in abflußperipheren Lagen auf den Wasserscheiden der Hauptkrustenfläche und damit als jüngeres Acheul einzustufen. Im Gegensatz zu vielen älteren befinden sie sich nicht im stratigraphischen Verband und sind allenfalls ventral an die Kruste angebacken. Ein eventuell höherer Grundwasserstand, wie er aufgrund von Florenresten an solchen Pfannen durch KORN (1942) vorausgesetzt wird, läßt auf eine Pfannentstehung vor oder während einer tiefen Einschneidungsphase schließen. Die Lage auf den Wasserscheiden ohne Einzugsgebiet hätte demnach für diese Artefakte eine Kalkverkrustung verhindert. Dies entspricht der in Kap. 5 erläuterten Ansicht, wonach eine fluviale oder phreatische Einarbeitung des Kalks in das Bodenprofil, etwa durch laterale Sickerwasserströme aus Regionen

mit calciumbürtigen Gesteinen gegeben sein muß. Nach der Einschneidung wurden diese verkarsteten Gebiete stark drainiert, ein hoher Grundwasserstand ist dann unwahrscheinlich. Kalkinkrustierung konnte also auch durch edaphisch-reliefbedingte Trockenheit verhindert oder abgeschwächt werden.

Middle Stone Age

Im Gefolge der tiefen Einschneidungsphase der größeren Flüsse und der fortschreitenden Gramadulla-Eintiefung im mittleren Pleistozän erfolgte eine Drainage der Namib-Flächen, so daß alle jüngeren Siedlungsspuren (Jungpaläolithikum mit dem früher „Fauresmith“ genannten Spätacheul und frühes MSA) näher an die Flußläufe oder andere Gunsträume heranrücken, ja sich quasi ausschließlich in der Umgebung zumindest ephemerer Wasservorkommen finden. Außerdem war mit der vor der Einschneidung abgeschlossenen Bildung der Hauptkruste das Rohmaterial für Werkzeuge auf der Fläche nun kalkverbacken und damit kaum noch zugänglich. Nur an den Flußläufen konnten noch geeignete Schotter gefunden werden. So scheint den Fundberichten folgend das obere Acheul teilweise an die Tiefterrassen gebunden zu sein (vgl. FOCK 1957: 389). Ein nicht zu vernachlässigendes Faktum besteht darin, daß mit der Tiefterrasse (z. B. Ossewater) kein älteres oder mittleres Acheul assoziiert zu sein scheint (keine Funde berichtet), sondern allenfalls Artefakte aus dem Übergang zum MSA. Nach WARDs (1987) Altersangabe von Früh- bis Mittelpleistozän (ca. 800-900 ka) müßten aber Artefakte vom Alter der Namib-IV-Fundstelle auf der Mittelkrustenfläche als hervorragendem Gunststandort liegen, anstatt auf der dann edaphisch trockenen Namib-Fläche (bzw. zwischen den Dünen). Auch wenn hier das Fehlen von Nachweisen nicht zwingend als Nachweis für das Fehlen interpretiert werden soll, deutet die Artefaktsituation doch eher auf eine viel spätere, nämlich endacheul- bis früh-MSA-zeitliche Entstehung des Oswater-Konglomerates bzw. der Mittelkrustenfläche hin.

Der Mittelkrustenfläche und den jüngeren Terrassen liegen ungerollte Artefakte des frühen MSA auf. Sie folgen also der letzten Aufkalkungsphase, wobei die Übergänge zum ESA als fließend interpretiert werden können. Die typologischen Analysen von MacCALMAN (1962) ergaben Ähnlichkeiten zwischen dem als Alt-MSA eingestuften Ensemble von Gungams (zwischen Dordabis und Leonardville) und den in der Literatur als Sangoan bezeichneten Typen (s. Tab. 29: Finale Acheul Industrie). Fundplätze dieser zeitlichen Einstufung treten neben dem Brandberg und der Namib auch in unverkalkten Schottern der ostwärts zum Auob-Nossob-System entwässernden Flüsse auf (VIERECK 1960; Mac CALMAN 1962, 1963). MacCALMAN (1962: 11) nimmt aufgrund eines für das MSA ungewöhnlich hohen Anteils an schweren Geräten, wie sie für die Beseitigung dichter

Vegetation und zum Fällen von Bäumen benötigt wurden, feuchtere Klimabedingungen mit dichter Vegetationsbedeckung als in der vorangegangenen Phase an und ordnet diese Industrien ins Gamblian. Tatsächlich dürfte aber ein eemzeitliches Klimaoptimum besser korrelieren.

KORN & MARTIN (1937, 1939 unpubl., 1957) und KORN (1942 unpubl.) vermuten im Anschluß an das frühe MSA eine extrem aride Phase mit Dünenbildung in Namib und Kalahari („Kalaharizeit“), da die alten MSA-Artefakte oft Rindenbildungen (Wüstenlack, Rotverwitterung) aufweisen und sie oft völlig von jüngeren Vorkommen isoliert seien. Es sei ein Hiatus in der Besiedlungsgeschichte erkennbar. Dabei handelt es sich zumindest partiell wohl um eine starke äolische Mobilisierungsphase, denn Anzeichen trockener Klimate sind mit den eingeschalteten Areniten innerhalb der Tiefterrasse (vgl. Beschreibung des Oswater-Konglomerats bei WARD 1987: 22ff) bereits in früheren Phasen vorhanden. Die eigenen Beobachtungen konnten zwar das gelegentliche Auftreten von Rinden auf Artefakten des MSA bestätigen, jedoch reichten die eigenen typologischen Erfahrungen nicht aus, anhand von unstratifizierten Oberflächenfunden eine relativ-zeitlich gesicherte Einschätzung zu geben. Den umfangreichen Felderfahrungen von KORN & MARTIN (1957) zufolge, dürfte aber eine gute Basis für die Annahme einer hyperariden „Kalahari-Zeit“ vorgelegen haben, zumal die Ergebnisse zu den Gipskrustengenerationen (Kap. 4.2.1.5) eine solche Annahme anhand des Vorkommens der weitverbreitet vorkommenden Hauptgipskruste (die morphologisch ja über der Hauptkalkkruste liegt) stützt.

Die ausgeprägte Dünen- und Sandschildbildung überdeckte in der Kalahari (soweit dort vorhanden) sowie südlich des Kuiseb sämtliche vorgeschichtlichen Fundplätze des Acheul-Technokomplexes und wohl auch des frühen MSA. Zusätzlich wurden durch die Blockade westwärts entwässernder Riviere die ariden Verhältnisse der Namib so dauerhaft zementiert, daß sie auch in nachfolgenden kürzeren, sicher niederschlagsreicheren Phasen (mit Bodenbildung auf den Dünenfüßen, teilweise auch auf den Hängen) nicht mehr einfach aufgehoben werden konnten. Mittleres oder jüngeres MSA kommt innerhalb der Dünen-Namib nicht mehr vor, sondern allenfalls randlich in der Nähe von Wasservorkommen (z. B. in Tsauchab- oder Tsondabtal, am Tsamsvlei oder auf den Dünenfüßen bei Sesriem). Der von KORN & MARTIN (1937, 1957) postulierte Hiatus in der Besiedlungsgeschichte ist also am Rand der Dünen-Namib festzustellen.

Auch die Flächennamib zeigt ein äquivalentes Bild: es entstanden die o. g. Gipskrusten (Kap. 4.2.1.5), Schotter und Artefakte zeigen dort Rindenüberzüge (vgl. FOCK 1957, 1959), was auf das Fehlen jeglicher fluvialer Dynamik und Versiegen aller Quellen auch innerhalb der Riviertäler

hindeutet. Bei später wieder gerollten derartigen Schottern ist der Wüstenlack teilweise wieder abgerieben (KORN 1942 unpubl.).

Während älteres MSA in der Namib noch häufig und überall gefunden werden kann, zeigt das jüngere eine signifikante Konzentration auf Gunststandorte, wie z. B. die Brandberg-Talausgänge, Erongo, Messum (RICHTER 1990) oder starke Quellen. Letztere sind erkennbar an Sinterablagerungen und Kalktuffen, die späte MSA-Artefakte *in situ* enthalten (z. B. Farm Doornkom bei Prosit). RICHTERs (1991) Katalog der Ausgrabungen erwähnt jüngeres MSA in stratigraphischem Zusammenhang in den Abris „Fackelträger“ und „Etemba 14“ (Erongo-Nordrand), „Messum 1“, „Buschmannsparadies“ (Spitzkoppe) und „Davib-Ost“ (Erongo-Südrand). VIERECK (1967b) berichtet von fest in Calcrete eingebackenen MSA am Olifant-Rivier, das auf 19.800 ± 450 Jahre radiometerisch datiert wurde.

Anders als aus dem Escarpment-Vorland sind aus der Kalahari, insbesondere in Namibia, kaum ESA- oder MSA-Artefakte bekannt (vgl. VOLMAN 1984). Dies ist leicht erklärbar in einem Mangel an Ausgangsmaterialien für die Steingeräteherstellung, so daß sich die spärlichen Fundstätten nahe an Inselbergen gruppieren (Listen bei THOMAS & SHAW 1991: 196 und HITCHCOCK 1982: 52f). Die bestens dokumentierten Stratigraphien von Kathu (Süd-Kalahari; vgl. BEAUMONT et al. 1984: 333) und #Gi (westliches Ngamiland; vgl. HELGREN & BROOKS 1983), liegen zwar beide außerhalb des hier betrachteten Transekts, zeigen ab dem Acheul eine bemerkenswerte Ähnlichkeit zum hier ermittelten Ablauf. Die Ursache für das Fehlen des Acheul-Komplexes innerhalb großer Teile der Kalahari und der Mangel an MSA könnte in der Tatsache liegen, daß die Artefakte dieser Generationen in der Kalkdecke eingebacken liegen (s. u.).

Bei Kathu 6 ebenso wie bei Etemba 14 kommt sogar hangend zur MSA-Schicht eine brekziöse Kalkkruste vor (RICHTER 1991: 70), auf der die LSA-Schichten folgen. Dadurch werden an beiden repräsentativen Fundstätten endquartäre Inkrustierungsphasen in Gebieten mit verstärktem Wasserzufluß dokumentiert (Kathu-Seephase; Etemba: laterales Zuschußwasser von umliegenden Felsoberflächen) und schwache bis mäßige hygrische Schwankungen innerhalb des Gamblian angedeutet (möglicherweise in Parallelität zur Ablagerung der Homeb-Silts am Kuiseb). Eine solche Phase ist morphologisch allerdings nur lokal nachweisbar, scheint aber räumlich weit ausgedehnt gewesen zu sein, da sie offenbar an vielen Pfannen oder Quellstellen auftritt. Auch im Zuge der Ausgrabungen im Brandberg stellt BREUNIG (1989: 205) eine schwächere End- oder Nach-MSA-Feuchtphase anhand der Ausbildung von dicken Karbonatüberzügen auf MSA-Oberflächen und -Artefakten fest, der eine oder mehrere Trockenphasen vorangingen. Zusätzlich liegen zwischen 35

und 25 ka BP zahlreiche Radiocarbonatierungen von Kalkkrusten vor (vgl. VOGEL 1982; HEINE 1988b; TELLER & LANCASTER 1986; TELLER et al. 1990). Auch wenn dadurch das tatsächliche Alter des Calcrete nicht sicher wiedergegeben werden kann, so deutet sich in diesem Zeitraum doch wenigstens eine letzte Rekristallisationsphase⁸ an. Das wäre in völligem Einklang mit dem zeitlichen Rahmen der geoarchäologischen Befunde.

Selbst aus der östlichen Kalahari (Hwange-Nationalpark, Zimbabwe) sind neuerdings diese ange deuteten Zusammenhänge durch ESA- und MSA-Funde in mehreren hart verbackenen Kalkkrustenprofilen bekannt (freundl. mündl. Mitteilung unter Vorlage von Anschauungsmaterial von Janis KLIMOWICZ, Harare 1995; vgl. auch HAYNES 1997 und KLIMOWICZ & HAYNES 1997). Wie KORN (1942 unpubl.) beschreiben sie paläolithische Artefakte in der Hauptkalkkruste der Kalahari, die anscheinend aufgrund der dort fehlenden tiefen Einschneidungsphase von dem Äquivalent der Mittelkrustenfläche überlagert wird. Mit den Acheul-Artefakten assoziierte fossile Knochen aus der Kruste wurden nach HAYNES (1997) auf 250-200 ka BP morphometrisch⁹ und radiometrisch datiert und geben so wahrscheinlich einen *terminus post quem* für die letzte generelle Aufkalkungsphase an (zumindest in diesem Raum). Auffallend ist eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit den vermuteten Alterseinstufungen aus Westkalahari und namibischem Randstufen-Vorland. Dort wurde die Mittelkrustenfläche im gleichen Zeitrahmen datiert (Oswater-Terrasse 250-350 ka, Verbackung etwas jünger; vgl. S. 437f). Indizien aus der Ostkalahari müssen allerdings nicht unbedingt auch für die Westkalahari und das Escarpment-Vorland gelten, da die paläoklimatischen Bedingungen zeitlich differiert haben können. Doch die kalahariweite Verbreitung der Hauptkalkkruste läßt eine zumindest grobe zeitliche Parallelisierung (mittleres bis spätes Quartär) zu. JACOBSON (1978) berichtet von einer Fundstelle am Schwarzen Nossob bei Gobabis mit mittel- bis spätpleistozänen Faunenresten¹⁰ (u. a. *Crocota crocota*, *Phacochoerus aethiopicus*, *Equus* sp., *Damaliscus* sp., *Megalotragus priscus*, *Antidorcas bondi*, vgl. KLEIN 1984b), die ca. 150 cm tief in Kalkkruste verbacken ist. Dadurch wird die Annahme in etwa paralleler Klimaentwicklung für Ost- und Westkalahari gestützt. Anzeichen einer Wüstenphase (mit Längsdünenbildung) ergeben sich für diesen Zeitraum nicht, sondern ein (heutiges?) Savannenklima.

Aufgrund der geoarchäologischen Indizien wird eine zeitliche Einstufung der Hauptkalkkruste ins Endtertiär bzw. Mio-Pliozän (z. B. WARD 1987; EITEL 1993) abgelehnt und stattdessen eine mittelpleistozäne Einstufung nach der Matuyama-Brunhes-Grenze favorisiert. Dies steht in engem

⁸ Bei den Altern könnte es sich auch um Mischalter handeln, die für eine Interpretation dann ungeeignet wären (vgl. GEYH 1995).

⁹ Relative Datierung durch Typenvergleich.

Einklang mit den geomorphologischen Spuren und den paläoökologisch-paläo-klimatischen Indizien der marinen Bohrkernanalysen von Kap. 4.

Later Stone Age

Mit Ausnahme der Dünen-Namib ist das Later Stone Age (LSA, ab ca. 15.000-25.000 a BP) im südwestlichen Afrika weit verbreitet. Bei den Feldarbeiten wurden zahlreiche Oberflächen-Fundstätten entdeckt. Eine Reihe von Stratigraphien ist, wie erwähnt, bei RICHTER (1991) zusammenfassend publiziert. Die unten angeführten Befunde beziehen sich auf die dort katalogisierten Fundstellen im Vergleich mit den eigenen Beobachtungen. Eigene Ausgrabungen wurden nicht durchgeführt. Paläoökologische Analysen liegen ebenfalls von einigen Ausgrabungen vor (z. B. CRUZ-URIBE & KLEIN 1983; VAN ZINDEREN BAKKER 1984b). Leider gibt es mit Mirabib in der Zentralnamib (SANDELOWSKY 1977; BRAIN & BRAIN 1977; ROBINSON 1977), der Big Elephant Shelter auf Farm Ameib (Süd-Erongo) (WAD-LEY 1979, 1984) und Messum 1 (RICHTER 1984, 1990) lediglich drei abschließend bearbeitete und publizierte holozäne Fundplätze. Lediglich die Artefakte vom Wilton-Typ können mit dem holozänen Klimaoptimum grob assoziiert werden, das generell über etwas höhere Niederschläge verfügt zu haben scheint.

Im Laufe der Feldarbeiten wurden in Playasedimenten bei Warmquelle (nördliches Damaraland) fest eingebackene LSA-Artefakte aus grauem Chalzedon entdeckt. In den stark aufgecalcigten, hart verbackenen tonig-schluffigen Ablagerungen mit fossilen oberflächlichen Trockenrissen sind außerdem eisenhaltige Wurzelreste einer Schilfvegetation enthalten. Nach der Ablagerung und Aufkalkung wurde die Playa etwa 3 Meter tief von einem rezenten Rivier zerschnitten, die Kruste befindet sich in erneuter Auflösung. Ein gleiches Bild bietet sich im westlichen Sandveld: auch auf Farm Okamatangara wurde eine fest in Kalkkruste verbackene, scharfe neolithische Chalzedon-Klinge gefunden. Auch dieses Calcrete wird rezent aufgelöst, das Artefakt wieder freigelegt. Diese Aufkalkungsphase kann mit der Krustenbildungsphase von Etemba 14 zusammenfallen, da dort über der Kruste nur jüngeres LSA mit Mikrolithen („Smithfield“) gefunden wurde, das ältere aber nicht repräsentiert ist. Etemba 14 war während des „Wilton“ anscheinend nicht besiedelt, laterales Zuschußwasser hat die Krustenbildung gefördert.

Auf ein identisches Bild ist an der Philippshöhle (Ameib) zu schließen. Die von MARTIN & MASON (1954) vorgenommene, früheste namibische Radiocarbonatierung wurde an Material durchgeführt, das von einer oberflächlichen Sinterkalkkruste versiegelt war. Reste dieser Kalksinter sind

¹⁰

Savannentiere, z. B. Hyänen, Zebras, Klein- und Großantilopen

nach eigener Beobachtung noch heute im Abrisbereich vorhanden. Das Vorkommen solcher Sinterkalke im Bereich von Erongo-Graniten, assoziiert an kleinere Hohlformen und Feuchtstellen der Abris, sowie Desquamationsklüften und Lösungsformen läßt auf Herkunft der Karbonate aus den verwitterten Feldspäten des Granits schließen. Für eine äolische Herkunft mit nachmaligem phreatischen Transport fehlen hier jegliche Anhaltspunkte. Auch an anderen Stellen im Erongo wurden solche Sinter entdeckt (vgl. Foto 3+5 auf Tafel 1 und LÜCK 1997: 101). NETTERBERG (1982: 166) datiert entsprechende Artefakte aus einer Kalkkruste am Okavango auf mindestens 14.000 BP, da ^{14}C -Analysen des Calcrete ein entsprechendes Alter ergaben. Trotz der Problematik einer Calcrete-Datierung erscheint das Ergebnis in der Größenordnung realistisch, sieht man es als Mindestalter an.

Ein ähnliches Bild zeigt sich an der Fundstelle Gaus bei Gobabis. Dort sind ebenfalls Chalzedon-Artefakte einer älteren LSA-Phase mit einer bis 2 mm dicken Kalksinterkruste überzogen. Da Chalzedon bei Gaus nicht ansteht (VIERECK 1973), müssen die Artefakte vom nahegelegenen Oas (dort finden sich Botletle-Chalzedone, s. o.) zur zeitweilig stark schüttenden Quelle Gaus (im Ursprungsgebiet des Chapman-Riviers) mitgebracht worden sein. Nach dieser intensiven Besiedlungsphase (Wilton?) ließ vermutlich die perenne Quellschüttung nach, Gaus wurde verlassen, die Artefakte mit einer Kalkkruste überzogen. In einer zweiten LSA-Phase fand eine Wiederbesiedlung statt, im Zuge deren aus den kalkinkrustierten Werkzeugen vielfach deutlich bessere Artefakte (v. a. Mikrolithen, die vorher nicht aufgetreten sind) geschlagen wurden. Demnach wurden aus älteren Werkzeugen in Ermangelung autochthonen Rohmaterials verbesserte Geräte hergestellt (vgl. RICHTER 1994). Die Chalzedon-Primärquelle bei Oas war möglicherweise in Vergessenheit geraten. Der Kalküberzug zwischen den Besiedlungsphasen gibt einen deutlichen Hinweis auf die Wiederverwendung von Artefakten als Rohmaterial. Diese schwache Aufkalkungsphase trennt also ein namibisches Frühneolithikum von einem Spätneolithikum (mit vermehrt Mikrolithen).

Aufkalkung fand demnach nur unter Gunstbedingungen (erhöhte ökologische Feuchte) in einem ansonsten dafür zu trockenen geomorphologischen Millieu statt. Außerhalb von Gebieten erhöhter ökologischer Oberflächenfeuchte (Playas, Pfannen, Proximalbereich von Pedimenten, Subsequenzfurchen) fand keine Aufkalkung im späten MSA und LSA mehr statt, wie die zahllosen Oberflächenfunde belegen. Dies unterscheidet die letzten beiden (?) Kalkkrustengenerationen erheblich von den vorhergegangenen und bedeutet letztlich, daß auch rezent unter ökologischen Gunstbedingungen noch Calcrete gebildet werden kann.