

ROLF SCHMIDT

BODEN- UND LANDSCHAFTSENTWICKLUNG IM GEBIET DER TEMPEL VON MUSAWWARAT ES SUFRA/NORDSUDAN

I. EINLEITUNG

Die Zusammenarbeit zwischen Archäologie und Pedologie hat sowohl in Mitteleuropa (z.B. Schlette 1980) als auch in außereuropäischen Räumen mit prähistorischen Kulturen (z.B. Thomas 1990) Tradition. Im Mittelpunkt dieser Zusammenarbeit steht die Aufklärung der Beziehungen zwischen Boden- und Kulturentwicklung. Die Archäologie erwartet vom Bodenkundler Hinweise auf die Umweltbedingungen bzw. deren Veränderung im Laufe der Zeit. Und da der Boden wie kein anderes Umweltmedium zugleich ein Archiv der Landschaftsentwicklung darstellt, ist dieser Ansatz berechtigt. Der Bodenkundler wiederum ist daran interessiert, an datierten oder datierbaren Ablagerungen bzw. Bodensubstraten Untersuchungen vorzunehmen, die es ihm ermöglichen, Bodenbildungsprozesse in ihrer zeitlichen Dimension zu bestimmen. Die Zusammenführung beider Interessen verspricht demnach Erkenntnisfortschritt durch Interdisziplinarität.

Eine entsprechende Zielstellung hatte die Teilnahme an der Frühjahrskampagne 1996 des Seminars für Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin. Insbesondere ging es darum, bodenkundliche und palökologische Indikatoren der Landschaftsentwicklung der Sahelzone des nördlichen Sudan zu finden, um die Umwelt zur Zeit der Meroe-Kultur, speziell der Anlagen in Musawwarat es Sufra, im Vergleich zur Gegenwart einzuschätzen und Veränderungen zu ermitteln. Das ist aufgrund eines einmaligen zweiwöchigen Aufenthalts nur in erster Näherung möglich. Im Ergebnis von bodenkundlichen Untersuchungen im Bereich der Tempel von Musawwarat es Sufra (Wenig 1996) und der umgebenden Landschaften kann jedoch eine Arbeitshypothese zur Landschaftsentwicklung dieses Raumes aus bodenkundlicher Sicht formuliert werden. Nicht zuletzt haben die ausführlichen Diskussionen vor Ort am gemeinsamen Objekt, insbesondere mit DR. P. WOLF und T. SCHEIBNER (Seminar für Sudanarchäologie) sowie B. GAB-

RIEL (Fachhochschule Eberswalde) dazu beigetragen, daß die grundsätzlichen Beziehungen zwischen archäologischen und pedologischen Befunden geklärt werden konnten, so daß eine erste Darstellung gerechtfertigt erscheint.

2. ARBEITSGEBIET

Das Arbeitsgebiet liegt ca. 160 km nördlich von Khartoum und 40 km östlich des Nil im Einzugsgebiet des Wadi Awateb. Das Wadi Awateb ist in einem strukturbedingten Flachrelief aus mesozoischen Ablagerungen angelegt. Ein Teil des Schichtkomplexes des Nubischen Sandsteins bildet eine überwiegend nach Westen gerichtete Schichtstufe, die im einzelnen stark aufgelöst mit vorgelagerten Zeugenbergen ist. Das Gebiet hat Halbwüstencharakter und gehört dem Nordrand der Sahelzone an. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 100 mm (Shendi, 1950 – 1988). Charakteristisch ist die hohe Variabilität der Niederschläge, wie aus den Angaben von Akhtar-Schuster (1995) deutlich wird. Es gibt eine ausgesprochen hygrische Zweiteilung des Jahres in eine Trockenzeit von November bis April und eine sich anschließende Zeit „möglicher Regenfälle“. Diese können ausbleiben, aber auch wie im Extremjahr 1988 200 mm und mehr betragen. Die Vegetation wird durch Dornstrauchgewächse, vereinzelt Akazien und lückige Grasflächen, die mit vegetationslosen Arealen wechseln, charakterisiert. Ganz offensichtlich muß mit wesentlichen Unterschieden der Vegetation in Abhängigkeit der jahreszeitlichen Durchfeuchtung gerechnet werden (Akhtar-Schuster 1995).

Das engere Untersuchungsgebiet liegt östlich des Wadi Awateb bei 16°25' nördlicher Breite, 33°15' östlicher Länge in 410 m Höhe. Es handelt sich um den Bereich einer Talwasserscheide zwischen mehreren Nebenwadis, die zum Wadi Awateb führen. Die dadurch entstandene Talebene ist von 40 – 60 m hohen Stufen bzw. Einzelbergen aus Sandsteinen und Konglomeraten umgeben, allerdings nicht geschlossen, so daß immer wieder der Eindruck von Offenheit nach

außen in die weiten flachen Wadibereiche der Umgebung entsteht. Die Plateaus, Stufenhänge und Zeugenberge sind schuttbedeckt und vegetationslos, die Ebenen differenziert in weitgehend vegetationsfreie, serirartige verdichtete Bereiche und Flugsandflächen mit lückiger Gras- und Strauchvegetation. Eine gewisse Sonderstellung nehmen die nach periodischen Regenfällen wasserführenden Wadibetten ein, die entweder mit Schotter oder losem Sand verfüllt sind. Grundwasser fehlt im Bereich der kleineren Wadis und der Ebene von Musawwarat. Es ist jedoch im Wadi Awateb in 60 – 80 m Tiefe vorhanden, wie die in diesem Gebiet genutzten Brunnen belegen. Die sog. Große Anlage in Musawwarat liegt auf einer sehr flachen, ca. 1° geneigten und nach Osten exponierten Rampe, die die Abdachung zwischen stark verwitterten und verschütteten Inselbergen und der Talebene bildet. Sie liegt damit gegenüber dem Talboden etwas erhöht (ca. 3 – 5 m), aber durchaus im Randbereich der Talebene. Generell fällt auf, daß die Talbereiche physiognomisch und nach morphometrischen Parametern wesentlich schwieriger zu differenzieren sind als die Bergformen.

3. DIE BODENKUNDLICHEN BEFUNDE

Der Aufbau der Bodendecke wurde an natürlichen Aufschlüssen (z.B. Erosionsrinnen in Wadis, in Schürfgruben außerhalb der Großen Anlage) sowie durch die Aufnahme von Abfolgen natürlicher und künstlicher Horizonte im Bereich der Tempelruinen ermittelt. Ergänzend

wurden die Bodenverhältnisse der Aufragungen und Geländestufen aus Nubischem Sandstein sowie die Böden des größeren, zum Nil gerichteten Wadi Awateb aufgenommen. Im Ergebnis kann sowohl ein Überblick über die natürlichen Bodenbildungen und ihre Vergesellschaftung gegeben werden als auch eine Darstellung der Umweltveränderungen seit Auflassen der Großen Anlage versucht werden.

3.1 NATÜRLICHE BODENBILDUNG UND VERBREITUNG DER BÖDEN

Die Böden der Sahelzone des nordöstlichen Sudan entsprechen in ihrem grundsätzlichen Aufbau der Bodenvergesellschaftung, wie sie nach Ganssen (1968) für Savannen, z.T. Trockensavannen typisch ist (Abb. 1). Auf den mit lückiger Grasdecke, vereinzelt Akazien und Dornstrauchgewächsen bestandenen Ebenen dominieren rostfarbene bis rotbraune Böden, in den größeren Wadis mit umgelagerten Sedimenten sind dunkle, tonreiche Böden verbreitet. Karbonatanreicherung und Versalzung treten auf, sind jedoch an spezifische Geländepositionen und Grundwasserverhältnisse gebunden.

Geht man von dieser prinzipiellen Gliederung aus, so ergibt sich für die Landschaft von Musawwarat folgende Ausbildung und Vergesellschaftung der Böden:

Flächenhaft dominierend ist eine ALTE BODENBILDUNG, die häufig die Basis junger Umlagerungen bildet und in der die Mauern der

Nr. Probe	Horizonte (Bodentyp)	Korngrößen (%)					CaCO ₃ %	Pt %	Fe, ges. %	Mg mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
		Ton	Schluff	Feinsand	Mittelsand	Grobsand						
969	IIc 1 (Regosol)	4	5	22	62	7	0	0,01	1,62	70,8	-	0,23
970	IIc 2 (Regosol)	11	19	24	28	18	0	0,03	2,52	152,6	-	0,12
975		10	23	39	18	10	0	0,03	2,19	190,0	-	0,09
963	M 1 (Kolluvisol ?)	17	34	27	15	7	0	0,03	3,84	318,8	-	0,15
976		16	16	28	31	9	0	0,02	1,81	233,1	0,42	0,22
971		12	33	21	20	14	0	0,05	2,82	256,6	0,18	0,14
964	M 2 (Kollovisol ?)	29	14	19	20	18	0	0,03	4,11	480,2	0,35	0,23
977		16	11	28	30	15	0	0,02	1,86	225,5	0,24	0,20
972		14	25	20	21	20	0	0,03	2,54	247,4	0,16	0,08
966	fAl (Nitisol)	17	22	16	23	22	0	0,02	3,17	259,0	0,07	0,15
973		13	23	19	23	22	0	0,02	2,21	217,6	-	0,11
967	fBts (Nitisol)	32	14	10	11	33	0	0,02	4,78	523,5	0,86	0,22
965		39	13	15	16	17	0	0,02	5,16	631,8	0,06	0,13
974		27	26	15	17	15	0	0,03	3,80	464,4	-	0,14
978		30	10	15	23	22	0	0,02	2,19	485,5	0,51	0,22
968	fCs (Nitison)	14	21	9	10	46	2,1	0,01	3,81	289,6	0,58	0,06
979		34	14	15	17	20	0	0,01	3,18	562,9	0,54	0,19
986		(Arenosol)	29	15	15	29	12	4,1	0,04	2,63	213,3	0,36

Tabelle: Horizontbezogene Analysedaten für Böden im Bereich der Großen Anlage

Großen Anlage gegründet sind. Es handelt sich um einen rotbraunen, ca. 1–2 m mächtigen Bodenhorizont mit deutlicher Tonanreicherung gegenüber den liegenden und hangenden Horizonten. In der Nomenklatur der Bodenkundlichen Kartieranleitung (4. Auflage, 1995) kann man diesen Horizont „fBs“ beschreiben. Er ist häufig auf intensiv rostfarbenen Schottern entwickelt, die das Ausgangsmaterial der Bodenbildung darstellen. Der obere Teil des Bodens ist in der Regel erodiert, nur im Bereich der Großen Anlage konnten Reste eines diesem Boden zuzuordnenden Tonverarmungshorizontes gefunden werden. Die bodensystematische Einordnung ist problematisch und durch Übergänge gekennzeichnet. Nach Tongehalt (Tab. 1) und Gefüge differenziert sind die Böden den Nitisols und/oder Ferralic Arenosols (FAO 1989, WBO 1994) zuzuordnen.

Ebenfalls flächenhaft weit verbreitet sind die JÜNGSTEN ÄOLISCHEN ABLAGERUNGEN, die häufig die Bodenoberfläche bilden. Dabei können 2 Faziesbereiche unterschieden werden:

- (a) loser Flugsand, häufig in Rippeln und als Kleindüne an Grasbüten ausgebildet, das Sediment aktueller Unterlagerungen,
- (b) mehr oder weniger waagrecht angeordnete Sand-Schluff-Wechselagerungen, die aufgrund der Differenzierung der Körnungsart z.T. schwach verfestigt sind und die das Liegende der losen Flugsande bilden.

Es handelt sich ausschließlich um Sedimentation. Bodenbildende Prozesse sind nicht zu erkennen, was die bodensystematische Zuordnung (Regosol, Arenosol ?) erschwert, in jedem Fall aber auf sehr junge, aktuelle Umlagerungsprozesse hinweist.

Die Kombination der älteren Bodenbildung im Liegenden mit jüngerer Flugsanddecke ist flächenhaft auf den Ebenen und in den Wadis vorhanden.

Die steilen, ca. 30–40 m hohen Stufen des Nubischen Sandsteins sowie die anschließenden Plateaubereiche sind durch Schutthalden bzw. Gesteinsoberflächen geprägt. Es sind Schutt- und Felssubstrate mit Verwitterungskrusten, die den Leptosols der FAO-Klassifikation entsprechen. Nur im Wadi Awateb, das die Gesamt-vorflut Richtung Nil bildet, finden sich bis zu 2 m mächtige Böden aus schluffig-tonigem Substrat mit deutlichen Humushorizonten, die den Vertisolen entsprechen.

Eine Übersicht über die natürlichen Bodenbildungen und ihre Einordnung in internationale Klassifikationssysteme gibt Tab. 1.

Abb. 2 zeigt die charakteristische Vergesellschaftung

- (a) im Bereich des Wadi Awateb mit der Abfolge von der begrenzenden Schichtstufe im Nordosten bis zu den feinerdereichen Sedimenten im inneren Wadibereich, und
- (b) in der Talebene von Musawwarat, in der die Kombination von älterer Bodenbildung und Flugsanddecke dominiert, eingerahmt von den Gesteins-Rohböden der angrenzenden Sandsteinstufen.

3.2 LAGERUNG UND UMLAGERUNG VON BODENMATERIAL IM BEREICH DER GROSSEN ANLAGE

Während in der offenen Landschaft nur zwei Bodenbildungsphasen deutlich zu trennen sind, die intensive fossile Bodenbildung im Liegenden und die sehr junge äolische Phase, gibt es im Bereich der Ruinen der Großen Anlage Hinweise auf weitere Prozesse der Bodenbildung und Sedimententwicklung. Innerhalb der verfallenen Mauern sowie in Beziehung zu den unveränderten Böden gibt es z.T. deutlich ausgebildete Schuttreste, die nicht allein durch den allmählichen Verfall der Tempelanlage vor Ort erklärt

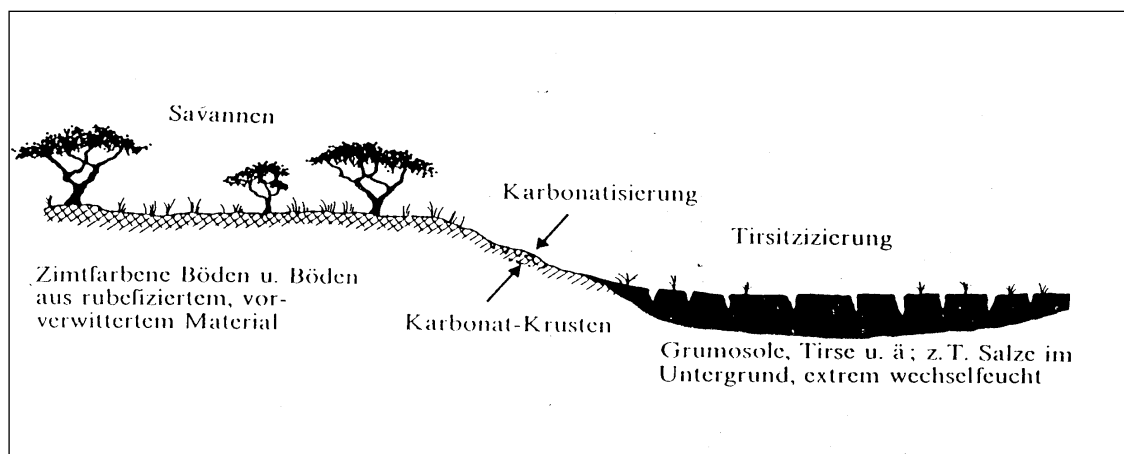


Abb. 1: Bodenabfolge der Savannen (GANSSEN 1968)

werden können. Von spezifischer Bedeutung in dieser Hinsicht ist eine UMLAGERUNGSDECKE, die in einem Teil der Profile der Großen Anlage, aber auch in anderen Profilen der näheren Umgebung angetroffen worden ist. Diese Umlagerungsdecke entspricht in Material und Farbe weitgehend dem Liegenden, hat aber nicht dessen markantes prismatisches Gefüge. Sie weist unklare Gefügemerkmale auf, ist z.T. plattig, z.T. polyedrisch-massiv gegliedert; Steine (auch frische Sandsteine) sind teilweise in Hangrichtung eingeregelt, meroitische Scherben sind an der Basis bzw. im Schichtverband vorhanden. Die makromorphologischen Merkmale deuten auf eine Umlagerungsdecke hin, an deren Bildung sowohl Verlagerungsprozesse an flachen Hängen als auch anthropogener Materialeintrag beteiligt gewesen sind. Die gesamte Schicht kann nach Aufbau und Lagerung als Kolluvium bezeichnet werden. Im Bereich der Großen Anlage wird die Umlagerungsdecke nach oben hin durch ein feinsandig-schluffiges Sediment abgeschlossen, das auf fluviale Prozesse mit geringer Fließgeschwindigkeit oder auf örtliche Standgewässer hindeutet. Auch das Innere der Sedimentation im ehemaligen Staubecken (Hafir) zeigt diesen Sedimentationstyp. Die Stellung dieser grauen, durch Gefügeumbildung aber auch mit der liegenden Umlagerungsdecke verzahnten Schicht, ist unklar.

Sowohl für die Umlagerungsdecke als auch für das darüber lagernde Feinmaterial kann jedoch gesagt werden, daß ihre Entstehung nur unter Beteiligung von Niederschlagswasser und erosiv-akkumulativen Umlagerungsprozessen erklärt werden kann. Erst darüber, in der jüngsten Entwicklungsphase, finden wir auch im Ruinenbereich die äolischen Sedimente. Auch hier sind sie zweigeteilt in einen unteren, durch sandig-schluffige Wechsellagerung charakterisierten Bereich und in eine obere Flugsanddecke.

4. ZUR BODEN- UND LANDSCHAFTS-ENTWICKLUNG

Die Beobachtungen lassen sich in einem Sammelprofil der Substrat- und Bodengenese zusammenfassen (Abb. 3). Verhältnismäßig eindeutig lassen sich 3 ENTWICKLUNGSABSCHNITTE unterscheiden, die z.T. weiter differenziert werden können:

(1.) Die älteste Phase wird durch eine intensive Bodenbildung belegt, die weit verbreitet auftritt und die mit ähnlichen Bildungen im Gesamttraum verglichen werden kann (Buursink 1971).

(2.) Die mittlere Phase ist durch Substratumlagerung und -neubildung charakterisiert. Bodenbildungsprozesse sind nur in Ansätzen erkennbar, z.B. durch Gefügeumbildung im schluffig-feinsandigen oberen Teil. Möglicherweise hat in dieser Phase eine stärker raumbezogene Prozeßdifferenzierung stattgefunden, so daß sowohl Abtragungs- als auch Umlagerungsvorgänge, z.T. auch Sedimentation, stattgefunden haben. Das Auftreten von Scherben in den Substraten sowie die Lagerungsverhältnisse im Bereich der Großen Anlage ermöglichen es, diese Bildungen der meroitischen Zeit bzw. deren Ausklang zuzuordnen.

(3.) Die jüngste Phase ist durch Umlagerung vorhandenen Bodenmaterials bei Dominanz äolischer Prozesse ohne Ausbildung von pedogenen Merkmalen charakterisiert. Sie ist deutlich zweigeteilt in

(a) die rezente, rein äolische Phase mit Flugsanddecken in ständiger Veränderung und

(b) eine subrezente Phase mit wechsellagernden Sand- und Schluffschichten geringer Mächtigkeit (wenige Millimeter!), die stets das Liegende der Flugsanddecke bildet.

Beide Sedimente sind sehr jung, da sie z.T. beide über den Grabungen der 60er Jahre ausgebildet sind. Sie dokumentieren das aktuelle morphodynamische Prozeßgeschehen in diesem Raum.

Damit entspricht der Aufbau der Böden dem für den Gesamttraum ermittelten Ablauf der Klima- und Vegetationsgeschichte. Aber zugleich belegen die Veränderungen an Boden und Sediment, die im Bereich der Tempelanlage von Musawwarat es Sufra beobachtet werden konnten, daß dieser allgemeine Ablauf nach lokalen Bedingungen und in kürzeren Zeitscheiben differenziert werden kann, wenn entsprechende Voraussetzungen zur Rekonstruktion der Verhältnisse vorliegen. Die allgemeine Entwicklung geht davon aus, daß nach einem Klimaoptimum um 10.000 B. P. mit dem Übergang von Feucht- zu Trockensavanne im Nord-sudan die allmähliche Veränderung zu trockeneren Verhältnissen in Richtung Trockensavanne-Halbwüste einsetzt, die heute für diesen Raum charakteristisch ist (Buursink 1971, Gabriel 1996). In Jahresniederschlägen kalkuliert bedeutet dieser Wandel eine Abnahme von $N_j = 700 - 900$ mm auf $N_j = 100 - 200$ mm. Allerdings verläuft dieser Wandel nicht gleichsinnig, sondern in Sprüngen und Schwankungen, die sowohl mehrjährig feuchtere als auch extrem trockene Verhältnisse einschließen kön-

nen. In der Gegenwart sind die Veränderungen besonders markant, indem die Desertifikation in diesem Raum innerhalb von Jahrzehnten meßbar zunimmt, wie Akhtar-Schuster (1995) zeigen konnte.

Die bodenkundlichen Befunde lassen sich in diesen Ablauf wie folgt einordnen:

- (1.) Die flächig dominierende Bodenbildung der Ebenen, die durch einen mächtigen, rötlich-braunen Verwitterungshorizont gekennzeichnet ist, stellt einen fossilen Boden dar, der unter feuchteren Bedingungen entstanden sein muß. Gabriel (1997) konnte an seiner Oberfläche bzw. in den oberen Dezimetern paläolithische Artefakte nachweisen, so daß auf ein mittelpleistozänes Alter geschlossen werden kann. Möglicherweise ist dieser Boden das Ergebnis einer längeren mehrphasigen Klima- und Bodenentwicklung, da er ein allgemeines, in verschiedenen Regionen Nordafrikas und des Vorderen Orients beobachtetes Phänomen darstellt (Vahrson 1987, Smettan 1995).
- (2.) Der im Bereich der Großen Anlage festgestellte Zusammenhang von Tonverarmungshorizont und Tonanreicherungshorizont bei begrabenen Böden, die durch Auftrag während des Tempelbaus konserviert worden sind, belegt möglicherweise den Boden der frühholozänen Feuchtsavanne. Er stellt eine Überprägung des fossilen, mehrere Meter mächtigen rostbraunen B-Horizonts dar. Diese Überprägung entspricht den Nitisols, die unter einem geringmächtigen A-Horizont einen 30 – 60 cm mächtigen Übergangshorizont über einen Tonanreicherungshorizont mit mindestens 30 % Tongehalt aufweisen. Driessen and Dudal (1989) geben diese Böden u.a. für die humiden Randtropen Ost-Afrikas an. Unter Beachtung der Verlagerung der Klima- und Vegetationsgürtel während des Holozäns ist ihr Auftreten in der Butana des nördlichen Sudan durchaus vorstellbar. Der Erhaltungszustand dieser Böden unter der Tempelanlage deutet daraufhin, daß der Abtrag des Oberbodens, der für die Umgebung charakteristisch ist, zu meroitischer Zeit noch nicht oder nur in geringem Umfang stattgefunden hat. Dieser Befund könnte bedeuten, daß während des Baus der Tempelanlage in der Ebene von Musawwarat eine dichtere Vegetation als heute vorhanden war, so daß die äolischen Umlagerungen noch verhältnismäßig gering waren oder fehlten.
- (3.) Nach der Anlage bzw. mit dem Aufgeben der Tempelanlage haben sich gravierendere

Umweltveränderungen vollzogen, die sich vor allem auch in charakteristischen Boden-degradationen ausdrücken: Die oberen Bodenhorizonte werden durch äolische Prozesse abgetragen (je nach Position 10 – 80 cm) bzw. umgelagert. Es entsteht z.T. eine Oberfläche mit flugsandgefüllten Spalten im fossilen B-Horizont, der durch Polygone gegliedert ist, z.T. entstehen flugsandüberwehte Bodenrelikte. Die Umlagerungsdecke sowie die Sand-Schluff-Wechselagerung belegen, daß die allmähliche Aridisierung immer wieder und bis in die Gegenwart hinein (Akhtar-Schuster 1995) von Feuchtphasen bzw. Häufung von Starkniederschlägen unterbrochen worden ist. Gerade die jüngere Sedimentation belegt den für diesen Übergangsraum charakteristischen Wechsel in eindrucksvoller Weise.

Deutlich ist dann für den jüngsten Zeitraum in den zurückliegenden Jahrzehnten die absolute Dominanz der Flugsandbildung, die z.B. Wolf (1995) durch das Ausmaß von Versandung und Dünenbildung im Bereich der Großen Anlage eindrucksvoll dokumentiert hat.

5. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die bodenkundlichen Untersuchungen im Gebiet der Tempel von Musawwarat es Sufra (Nordsudan) zeigen, daß die Zusammenarbeit von Archäologen und Pedologen in landschaftsbezogener Hinsicht und am konkreten Objekt durchaus zur Aufklärung von Zusammenhängen beitragen kann, die der Beantwortung von Fragestellungen beider Fachrichtungen dient. Allerdings haben die hier vorgelegten Ergebnisse bisher den Charakter einer Arbeitshypothese, die durch weitere Arbeiten untersetzt und verifiziert werden müßte. Deshalb soll abschließend auf entsprechende Möglichkeiten für vertiefende Untersuchungen hingewiesen werden. Insbesondere bieten sich 3 Wege an.

- (1.) Weiterführung durch BODENKUNDLICHE DETAILUNTERSUCHUNG, z.B. durch sedimentologische Untersuchungen (prozeßorientierte Differenzierung der Sandschluff-Wechselagerung) oder Mikromorphologie (Auswertung von Dünn- bzw. Anschliffen der jüngeren Umlagerungsdecken in der Tempelanlage oder der Horizontübergänge der begrabenen Nitisole).
- (2.) DATIERUNG EINZELNER UMLAGERUNGSPHASEN IN BEZIEHUNG ZUM ZERFALL DER ANLAGE durch exaktere Erkundung der

Lagerungsverhältnisse und der Fundsituation gemeinsam mit Archäologen.

(3.) REKONSTRUKTION DER NATÜRLICHEN UMWELT IN DER NÖRDLICHEN BUTANA durch die Verbindung von aktueller landschaftsökologischer Kartierung der Umgebung der Großen Anlage mit den Ergebnissen der Bodenentwicklung.

Auf diese Weise könnte ein Beitrag geleistet werden, um die von Gabriel (1996) konstatierten Wissenslücken über den Landschaftswandel seit der Antike in diesem Raum schließen zu helfen. •

LITERATUR:

AB Boden: BODENKUNDLICHE KARTIERANLEITUNG, 4. Aufl.; Hannover, 1994

Akhtar-Schuster, M.: DEGRADATIONSPROZESSE UND DESERTIFIKATION IM SEMIARIDEN RANDTROPISCHEN GEBIET DER BUTANA/REP. SUDAN, Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen 105; 1995

Buursink, J.: SOILS OF CENTRAL SUDAN, Proefschrift Utrecht; 1971

Driessen, P. M. and R. Dudal (Eds): LECTURE NOTES ON THE MAJOR SOILS OF THE WORLD, Wageningen and Leuven; 1989

Fao-Unesco: SOIL MAP OF THE WORLD - REVISED LEGEND, Technical Paper 20, ISRIC Wageningen; 1989

Gabriel, B.: KLIMA- UND LANDSCHAFTSWANDEL IM NORD-SUDAN, Das Altertum, Bd. 42, 35-48; 1996

Gabriel, B.: ZUR QUARTÄREN LANDSCHAFTSENTWICKLUNG DER NÖRDLICHEN BUTANA, Mitteilungen der Sudanarchäologischen Gesellschaft zu Berlin e.V., Heft 7, 23-30; 1997

Ganssen, R.: TROCKENGEBIETE, Bibliograph. Institut Mannheim/Zürich; 1968

Schlette, F. (Hrsg.): URGESCHICHTLICHE BESIEDLUNG IN IHRER BEZIEHUNG ZUR NATÜRLICHEN UMWELT, Wissenschaftl. Beiträge der Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg 1980/6 (L15); 1980

Smettan, U.: BODENPOTENTIALE IN NORDWEST-SYRIEN, Mann. unveröff., 26 S., Anl.; 1995

Spaargaren, O. C. (Ed.): WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESSOURCES, Draft. ISSS-ISRIC-FAO, Wageningen/Rome; 1994

Thomas, K. (Hrsg.): SOILS AND EARLY AGRICULTURE, World Archeology 22/1; London, 1990

Vahrson, W.-G.: ASPEKTE BODENPHYSIKALISCHER UNTERSUCHUNGEN IN DER LIBYSCHEN WÜSTE, Berliner Geograph. Abhandlungen 43, 92 S., Anl.; 1987

Wenig, S. (Hrsg.): DIE TEMPEL VON MUSAWWARAT ES SUFRA. AUSGRABUNGEN DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN IM SUDAN, Inst. f. Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Univ. zu Berlin; 1996

Wolf, P.: BEMERKUNGEN ZUM SCHUTZ DER DENKMÄLER VON MUSAWWARAT ES SUFRA VOR WIND- UND SANDEROSION, Mitteilungen der Sudanarchäologischen Gesellschaft zu Berlin e.V., Heft 3, 10-19; 1995

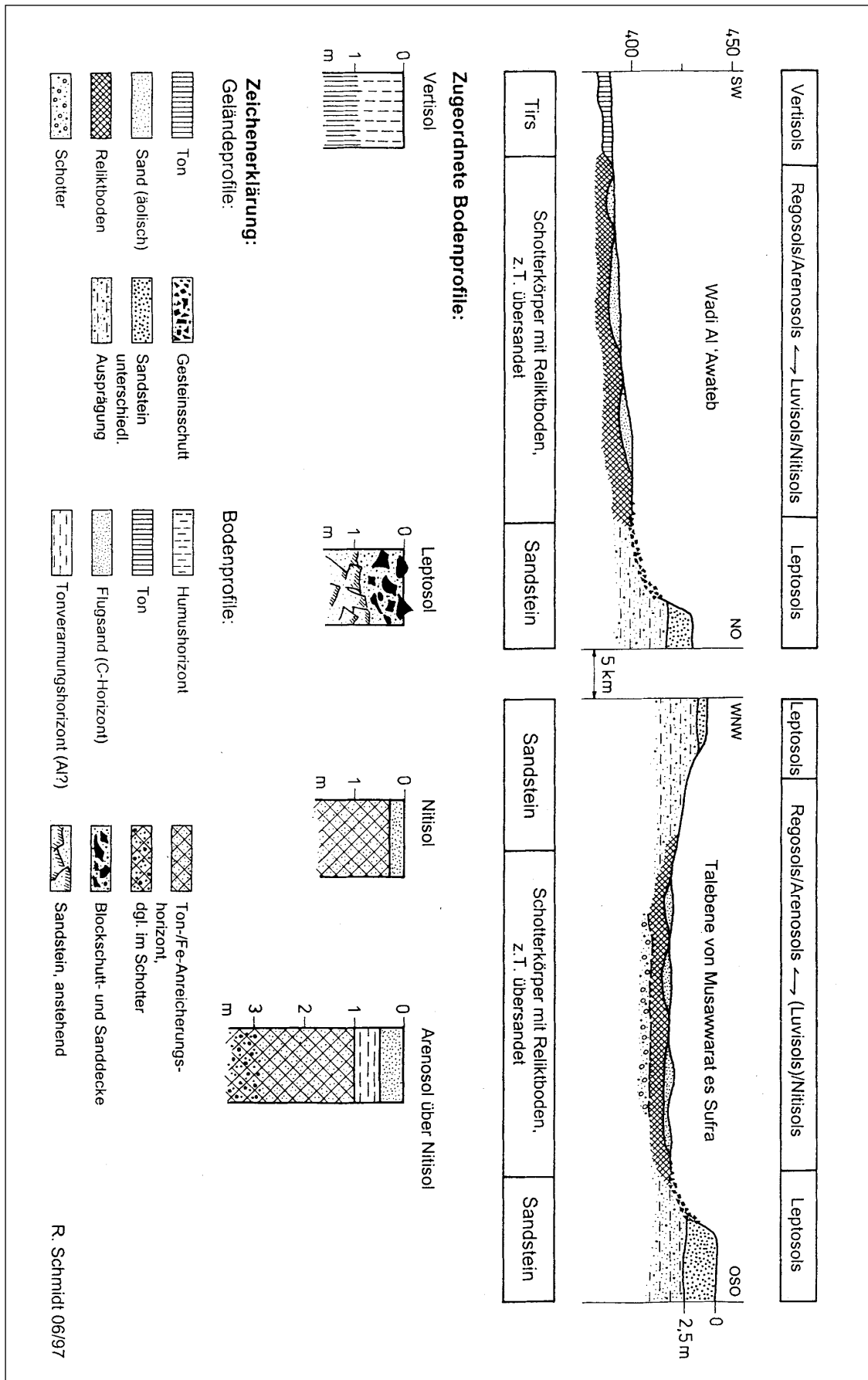


Abb. 2: Bodencatena im Bereich des Wadi Awateb und der Talebene von Musawwarat

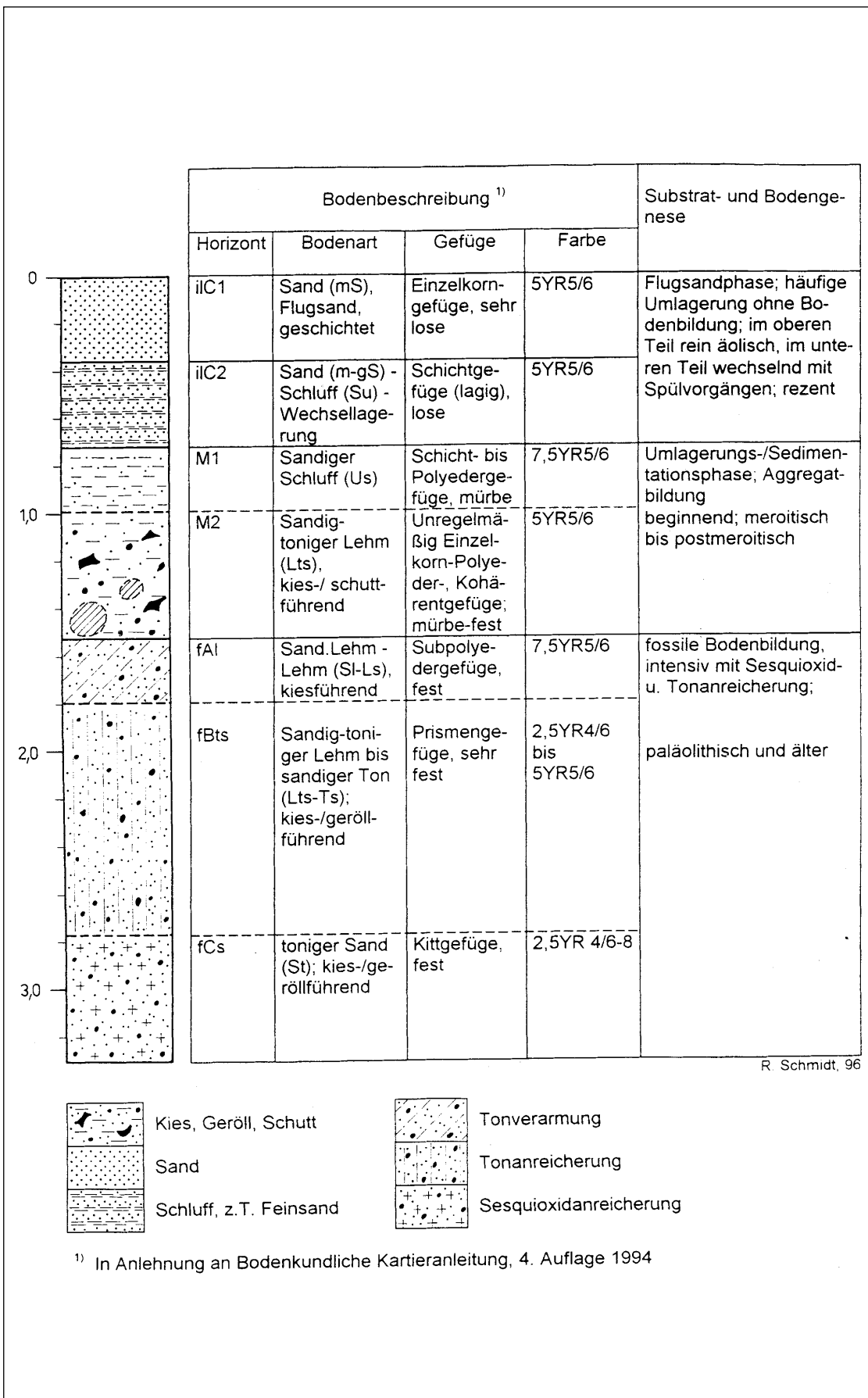


Abb. 3: Sammelpprofil der Substrat- und Bodengenese im Gebiet Musawwarat/Sudan