

BEZIEHUNGEN ZWISCHEN RELIEFFORMUNG, NATUR- UND NUTZUNGSPOTENTIALEN IN DER ZENTRALEN CHAÎNE DE L'ATAKORA, NW-BENIN

Mit 6 Abbildungen, 1 Tabelle und 6 Photos

JÜRGEN HEINRICH und KLAUS-MARTIN MOLDENHAUER

Summary: Relations between relief development, natural potential and exploitability in the central Chaîne de l'Atakora, NW-Benin

It is well known that the recent environmental conditions of the savanna regions in Western Africa are not only caused by climatic and edaphic factors. They also depend on specific landform evolution as well as on certain human impacts.

In this context, morphological and pedological studies were carried out in the Chaîne de l'Atakora in order to determine the ecological conditions in relation to landscape development and land use. The Chaîne de l'Atakora is a thinly populated and densely wooded mountainous region in the west-African savanna of NW Benin. The main parts of the Chaîne consist of metamorphic sandstones, mica shists and quartzites gently dipping SE. As a result of tectonic uplift and selective weathering certain strata series are exposed in form of escarpments striking SSW to NNE. Due to this structure-controlled relief three major units with different geo- and pedological conditions can be distinguished: first, the steep slopes of the escarpments where shallow lithosols with low field capacity prevail; secondly, intramontaneous planation surfaces and, thirdly, the peneplains of the forelands, both characterized by deeply weathered saprolithic soils showing higher field capacities and nutrient contents. Therefore the plainland-units are more suitable for agriculture than the slopes.

Notwithstanding the different land potentials, nowadays all parts of the Chaîne are affected by more or less intensive land use. Even the woodlands on the steep slopes are secondary forest, as detailed examinations of soil profiles reveal. These observations prove a long-term high population pressure on the land resources, which is in remarkable contrast to the low population density. Further human impact by population growth will increase soil degradation processes and aggravate the ecological conditions.

Zusammenfassung: Die rezenten ökologischen Bedingungen in den Savannenlandschaften Westafrikas werden nicht nur durch klimatische und edaphische Faktoren bestimmt, sondern sind auch von der Landschaftsgenese und vielfältigen anthropogenen Einwirkungen abhängig. In der Chaîne de l'Atakora, einer gering bevölkerten und vergleichsweise dicht bewaldeten Gebirgsregion in NW Benin, wurden zur Erfassung des Naturraum- und Landnutzungspotentials geomorphologische und pedologische Untersuchungen durchgeführt. Der Gebirgskomplex ist aus flach nach SE einfallenden metamorphen Sandsteinen, Glimmerschiefern und Quarziten aufgebaut. Infolge tektonischer Hebung und selektiver Verwitterung bilden diese Gesteine ein typisches Strukturrelief mit markanten SSW-NNE streichenden Schichtkämmen. Das Untersuchungsgebiet läßt sich in drei naturräumlich unterschiedlich ausgestattete Landschaftseinheiten gliedern. Erstens: Steilere Reliefeinheiten, die im anstehenden Festgestein der Schichtkämme entwickelt sind und sich durch flachgründige Böden mit geringer Feldkapazität auszeichnen. Zweitens: Die nordwestlichen und südwestlichen Gebirgsvorländer sowie drittens weitgespannte intramontane Verebnungen, die jeweils durch das Vorherrschen tiefgründig verwitterter Böden eine bessere Nährstoffversorgung und höhere Feldkapazitäten aufweisen.

Ungeachtet der unterschiedlichen Landnutzungspotentiale wird heute in allen Teilen der Chaîne mehr oder weniger intensiver Ackerbau betrieben. Anhand der pedologischen Befunde läßt sich belegen, daß es sich selbst bei den dichter bewaldeten Arealen im Steilrelief um Sekundärwald handelt. Wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, besteht offenbar schon seit längerer Zeit ein hoher Bevölkerungsdruck, was in auffälligem Kontrast zu der heute geringen Bevölkerungsdichte in dieser Region steht. Eine anhaltend intensive Nutzung wird die vielerorts festgestellte Bodenerosion beschleunigen und zu einer Verschlechterung der ökologischen Bedingungen führen.

1 Einleitung und Fragestellungen

Für die Savannenlandschaften in Westafrika ist schon lange bekannt, daß nicht nur klimatische und edaphische Faktoren das heutige Landschaftsgefüge und seine charakteristischen Ausstattungsmerkmale bestimmt haben, sondern daß durch die Einwirkungen des anthropo-zoogenen Faktorenkomplexes die naturräumlichen Ausstattungsmerkmale nachhaltig beeinflußt wurden. In bezug auf zahlreiche offene Fragen

der Tropenmorphologie (vgl. z. B. WIRTHMANN 1985) und Tropenökologie sind anthropogene Einwirkungen auf die Entwicklung der abiotischen Naturkompartimente Relief, Gestein und Boden bisher weniger stark beachtet worden (vgl. aber SEMMEL 1986; 1991; 1992). Viele Arbeiten geben wesentliche Hinweise darauf, daß es sich bei den 'klimazonal typischen Bodenbildungen' der wechselfeuchten Tropen häufig um erosiv stark verkürzte Paläoböden oder auch um juvenile Bodenbildungen aus pleistozänen bis jungholozänen Umlage-

rungsdecken handeln muß. In der Regel sind für Profilverkürzungen oder die Genese junger Solumsedimente anthropogene Einflüsse verantwortlich. Der Einfluß des Menschen ist mithin ein wesentlicher Faktor für die rezent wirksame Geomorphodynamik und die damit verbundenen Veränderungen der Bodenkomplexe. Exemplarisch wurde dies bereits für dicht besiedelte Savannenlandschaften in NE-Nigeria schlüssig dargestellt (HEINRICH 1992; 1994). Als weiteres Untersuchungsgebiet wurde die zentrale Chaîne de l'Atakora ausgewählt, da die im Vergleich zu Nigeria hier sehr viel geringere Bevölkerungsdichte eine wesentlich geringere anthropogene Überformung erwarten ließ.

Fragestellungen und Zielsetzungen der vorliegenden Untersuchung bestehen einerseits in der Ableitung landschaftsgenetisch bedingter naturräumlicher Ausstattungsmerkmale (Geofaktorenkonstellationen), andererseits in der Bestimmung des Natur- und Nutzungspotentials sowie der aus den verschiedenen Nutzungseinflüssen resultierenden aktualgeoökodynamischen Prozesse. Große Bedeutung für landschaftsgenetisch/-ökologische Untersuchungen haben in diesem Zusammenhang detaillierte Aufnahmen des oberflächennahen geologischen Untergrundes mit den darin entwickelten Böden. Dabei wird mit SCHRÖDER (1978, 9) vorausgesetzt, daß der Boden als vierdimensionales System mit Raum-Zeit-Struktur das höchste Integral einer Landschaft darstellt und als wichtiger Indikator für viele Umweltfragen herangezogen werden kann. Sedimente und Böden spiegeln somit jüngere landschaftsprägende Prozesse wider, was selbstverständlich auch für die jüngste und rezent wirksame anthropogen beeinflusste morphologische Prozeßdynamik, die Bodenerosion, gilt. Umfangreiche Geländeuntersuchungen sollten daher nicht nur neue Ergebnisse zum Aufbau der Lockersedimentdecken und der darin entwickelten Böden erbringen, sondern auch einen Beitrag zur Deckschichtenproblematik der wechselfeuchten Tropen leisten.

Daher wurden mit geomorphologisch-bodengeographischen Untersuchungsmethoden mehrere Transekte in charakteristischen Teillandschaften der Gebirgskette und ihrer Vorländer aufgenommen. Die so gewonnenen Ergebnisse werden im folgenden vorgestellt und am Fragenkomplex 'Landschaftsgenese – geomorphologische Raumgliederung – Naturraum- und Naturpotential' diskutiert.

1.1 Kenntnisstand

Aus dem zentralen Teil der westafrikanischen Savanne – dem weiter gefaßten Raum des Volta-Oti-Beckens und dem NW-Rand der Dahomeyiden –, liegen bereits von französisch- und englischsprachigen

Autoren umfangreiche geologische und geomorphologische Untersuchungen vor. Ergebnisse von AFFATON (1975), AICARD (1957), BESSOLES und TROMPETTE (1980), BURKE und DEWEY (1972), GRANT (1969), KENNEDY (1964) sowie POSS und ROSSI (1987) betonen die engen Beziehungen zwischen den geologisch-geotektonischen Großstrukturen und der geomorphologischen Ausgestaltung der Landschaften im Tertiär und Quartär. Über die Beziehungen von Reliefformen und Natur- und Nutzungspotentialen in gebirgigen Landschaftsteilen der westafrikanischen Savanne haben in jüngerer Zeit im Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereichs 268 SEMMEL (1992) und MÜLLER-HAUDE (1995) im Sandsteinzug der Chaîne de Gobnangou in Burkina Faso und ADELBERGER et al. (1992), HEINRICH (1992) und FRITSCHER (1995) in den Granit- und Sandsteinmassiven NE-Nigerias gearbeitet. Aus Nord-Togo liegen für die Monts Kabyè, die südwestliche Fortsetzung der Chaîne de l'Atakora, umfangreiche Untersuchungen von FAUST (1987; 1989; 1991) vor. RUNGE (1990) diskutiert auf der Grundlage von geomorphologischen Detailstudien Fragen der Landschaftsentwicklung und des Naturraumpotentials von westlich an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Landschaften in Nord-Togo. Das Geopotential der südöstlich anschließenden Plaine du Benin wurde in jüngerer Zeit von SWOBODA (1994) beschrieben. Aus den gebirgigen Regionen NW-Benins liegen noch keine thematisch ähnlich orientierten, deutschsprachigen Detailstudien vor.

Viele Ergebnisse der oben genannten Untersuchungen belegen übereinstimmend, daß sich während des Quartärs mehrfach klimatisch bedingte geoökologisch relevante Umgestaltungen aller Landschaftseinheiten vollzogen haben. Davon waren besonders das Relief und tiefgründige tertiäre Verwitterungsrelikte und Böden betroffen. Während sich ältere natürliche Formungsprozesse zeitlich nicht genau einordnen lassen, ist für die vergangenen 2000 bis 3000 Jahre des jüngeren Holozäns eine starke Morphodynamik belegt. Es herrscht weitgehend Übereinstimmung darüber, daß seit dieser Zeit dem menschlichen Einfluß für die Relief- und Bodenentwicklung eine sehr wichtige Bedeutung zukommt. So existieren viele Hinweise darauf, daß starke Abtragungsprozesse als Folge anthropozoogener Vegetationsauflichtungen durch Rodungen, Brand, Feldbau und Überweidung aufgetreten sind.

2 Lage des Untersuchungsgebietes, natur- und kulturräumlicher Überblick

Das Atakora-Gebirge umfaßt nordwestliche Teile Benins und setzt sich nach Südwesten in Togo und

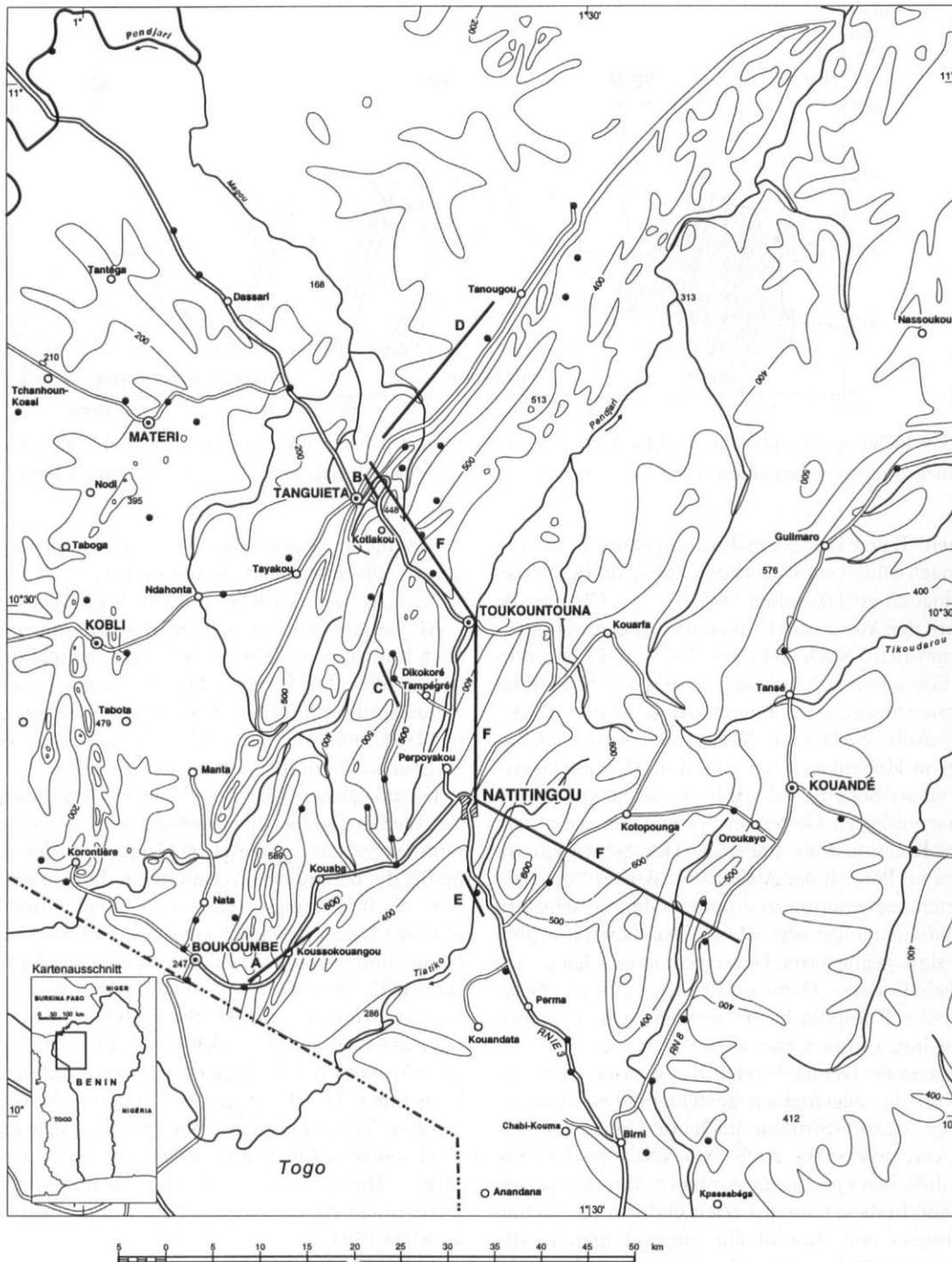


Abb. 1: Topographische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes in der zentralen Chaîne de l'Atakora, NW-Benin
 Topographical overview-map of the research area located in the central Chaîne de l'Atakora, NW-Benin

Ghana und nach Nordosten in den Niger fort. In Benin bildet die Chaîne mehrere SW-NE-streichende Höhenzüge, in die breite intramontane Verebnungen in Höhenlagen um 500–600 m ü. M. und um 400 m ü. M.

eingeschaltet sind. Im Untersuchungsgebiet erreicht der Gebirgszug maximale Höhen um 650 m ü. M. (Abb. 1 u. Abb. 2) und stellt damit die Wasserscheide zwischen dem Oti/Pendjari-Becken (Oti-Volta-System),

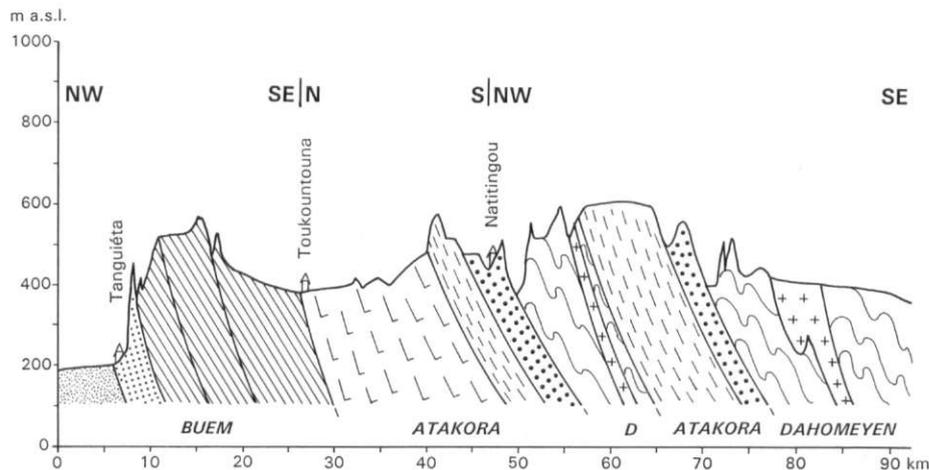


Abb. 2: Geologisch-geomorphologisches Querprofil durch die zentrale Chaîne de l'Atakora (Geologie nach OBEMINES 1980)
Geological and geomorphological cross-section of the central Chaîne de l'Atakora (geology after OBEMINES 1980)

südlichen Teilen des Niger-Einzugsgebietes und der direkt nach Süden entwässernden Plaine du Benin dar.

Geologisch-geotektonisch bildet die Chaîne de l'Atakora den Westrand des panafrikanischen Orogens (Dahomeyiden). Nach AFFATON (1975) und OBEMINES (1980) lassen sich anhand der tektonischen Strukturen drei Zonen ausgrenzen: 'Buem', 'Atakora' und 'Dahomeyen' (Abb. 2). Das im Nordwesten dem Atakora-Gebirge in Höhenlagen um 200 m ü. M. vorgelagerte Oti/Pendjari-Becken (vgl. Abb. 1) ist in nur gering metamorphisierten Gesteinen der engeren panafrikanischen Kollisionszone angelegt. Der Schichtkammkomplex im Bereich der Atakora-Struktur ist hingegen aus harten, verwitterungsresistenten Glimmerschiefer und Quarziten aufgebaut (Abb. 2). An diesen morphologisch stark gegliederten Gebirgskomplex schließt sich südöstlich die flache Plaine du Benin an (Abb. 1). Sie ist als typische Rumpffläche im geologisch heterogenen Grundgebirgskomplex entwickelt.

Der zentrale Gebirgsbereich der Chaîne wird entsprechend der allgemeinen geotektonischen Ausrichtung der Atakora-Struktur auch im Untersuchungsgebiet von SW-SSW- nach NE-NNE-streichenden, präkambrischen epi- bis mesozonalen Metamorphiten aufgebaut. In diese Gesteinsserien sind schmale archaische Gneise- und Amphibolite eingeschuppt. In der Atakora Serie (Abb. 2) dominieren quarz-, kalium- und kalziumreiche Phyllite, Glimmerschiefer und Quarzite. In diese sind unregelmäßig dünnlagige Biotit-Gneise, Amphibolite, Muskovite, Serizite, Sandsteine, quarzische Sandsteine und Tonschiefer eingeschaltet. Geochemisch weisen diese Gesteine nur geringe Unterschiede auf (AICARD 1957), weshalb sich die geologische Gliederung am unterschiedlichen Metamor-

phierungsgrad orientiert. Dies spiegelt sich auch in den Großformen wider (Strukturrelief).

Nach Werten der Klimastation 'Natitingou' (461 m ü. M.) beträgt der durchschnittliche Jahresniederschlag etwa 1300 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 26,5°C (FAO 1984). Die Regenzeit dauert von Mitte April bis Mitte Oktober. KNAPP (1973, 186) ordnet das Untersuchungsgebiet geobotanisch der Feuchtsavanne in der nördlichen Guinea-Zone zu.

Die nördlichen Teile des zentralen Gebirgszugs sind das Siedlungsgebiet der Somba, einer heterogen zusammengesetzten ethnischen Gruppe, in der zahlenmäßig die Betamaribé dominieren. Es ist noch wenig über die Besiedlungsgeschichte der Region und damit über die Dauer des anthropogenen Einflusses auf den Naturraum bekannt. In Ethnographien aus der französischen Kolonialzeit wird vermutet, daß verschiedene Somba-Gruppen erst vor etwa 300 Jahren aus der Gourma-Region im heutigen Burkina Faso in das nördliche Vorland des Atakoragebirges einwanderten. Die Besiedlung der Hochlagen soll dann während einer zweiten Migrationsphase von Siedlungsplätzen um Boukoumbé (Abb. 1) aus erfolgt sein (STURM mündl. Mitt.). Heute beträgt die Bevölkerungsdichte im Department Atakora etwa 21 Einwohner/km² (ADAM a. BOKO 1993).

3 Geomorphologische Gliederung der Gebirgskette

Das Relief wird durch SW-NE-streichende Gebirgskämme, intramontane Ebenen und flache Vorländer bestimmt (vgl. Abb. 2; zur Lage der bearbeiteten Catenen und der Einzelstandorte vgl. Abb. 1). An die sanft

nach Südosten ansteigende Pediplain des Oti/Pendjari-Beckens (200 m bis 240 m ü. M.) schließt sich mit abruptem Wechsel die steile Geländestufe der Chaîne an. Diese Stufe ist in Schiefen entwickelt, die nach Südosten einfallen. Steilere Hänge und senkrechte Felsabbrüche sind im anstehenden Festgestein angelegt. Nur in etwas flacheren Partien des Steilreliefs alternieren Festgesteinsausbisse mit geringmächtigen Lockersedimentdecken aus Schieferschutt. Damit dominieren sehr ungünstige edaphische Standortfaktoren. Gleichwohl weisen viele Hänge recht dichte Baumbestände mit immergrünen Arten auf, die an diesen extremen Standorten ihren Wasser- und Nährstoffbedarf aus durchwurzelten Klüften und Schichtfugen im Festgestein decken müssen.

Örtlich durchbrechen kleinere Fließgewässer die Steilstufe der Chaîne in engen Schluchten. Perennierend sind jedoch nur die Gerinne, deren Einzugsgebiet sich bis auf die in 500 bis 600 m Höhe anschließende Verebnungsfläche erstreckt. In diesen Reliefbereichen sind tiefgründige Verwitterungsprofile und stellenweise Reste von Lateritkrusten erhalten geblieben. Nach Südosten folgt erneut ein stark zerschnittener Geländeabfall, der wiederum im anstehenden Festgestein entwickelt ist und bei etwa 400 m ü. M. in eine weitgespannte intramontane Verebnung überleitet.

Diese zentrale Gebirgsdepression (AFFATON 1975) wird vom Pendjari und seinen Nebenflüssen über Flachmuldentäler entwässert, wodurch die Ebene eine schwache morphologische Differenzierung aufweist. Das Gelände dacht von den Randbereichen in 400 m ü. M. flachgestuft zu den etwa 50 m tiefer liegenden Vorflutern hin ab. Das Gefälle des Pendjari beträgt auf den ersten 40 km Lauflänge lediglich 1‰. Noch innerhalb des Gebirges überwindet der Fluß dann eine steilere Gefällsstrecke und tritt bei 200 m in das Oti/Pendjari-Becken im nordwestlichen Gebirgsvorland ein. Auf die 400-m-Fläche folgt erneut ein stark zerschnittenes Hochgebiet mit einer ausgedehnten Verebnung in Höhenlagen zwischen ca. 500–600 m ü. M. Die südöstliche Begrenzung des Gebirgszugs bildet der steile Abfall zur Fußflächentreppe des Vorlandes. Die Plaine du Benin setzt hier in ca. 400 m ü. M. an.

3.1 Reliefmerkmale der zentralen Chaîne de l'Atakora im regionalen Vergleich

Ähnliche Großformen charakterisieren auch die sich westlich anschließenden Teile der Atakora-Kette. RUNGE (1990, 42 u. 96) vermutet, daß es sich bei den in etwa 500 m ü. M. liegenden Flächenresten des Défalé-Schichtkammes in Nord-Togo um strukturabhängige

Verebnungsreste einer kretazischen bis oberkretazischen Rumpffläche handelt. Jüngere Verebnungsreste befinden sich in diesem Gebiet desweiteren in 400–450 m ü. M. und sollen nach POSS und ROSSI (1987, 41) im späten Eozän bis Miozän entstanden sein (vgl. RUNGE 1990, 56). Auch östlich des Défalé-Schichtkammes sind weitgespannte Verebnungen mit lateritischen Tafelbergen und Eisenkrusten entwickelt. Ihre Genese wird von FAURE (1985, 17) in das Altquartär gestellt. Solche flächenhaft von Lateriten bedeckten Abtragungsflächen wurden hingegen von LE COCQ (1986, 19) in Nord-Togo mit der ebenfalls altquartär eingestufteneinebnungsfläche des „Haute Glacis“ von MICHEL (1973, 683) parallelisiert (RUNGE 1990, 37). Dieses ältere Pediment weist im Übergang zu den Vorflutern als jüngere Zerschneidungsformen das „Moyen“ bzw. das spätpleistozäne „Bas Glacis“ (MICHEL 1973; 1977) auf.

Eine vergleichbare Reliefsequenz beschreibt FAUST (1991, 44ff) für die Mont Kabyè in Zentral-Togo (Region Kara). Die dort in etwa 500 m erhaltenen Verebnungen werden allerdings in Anlehnung an MICHEL (1977, 115) als Reste einer oberpliozänen Abtragungsfläche gedeutet. Tieferliegende Pedimente in Höhenlagen um 400 m werden entsprechend der Reliefgliederung von MICHEL (1973; 1977) auch dort in das Alt- bis Jungquartär datiert (FAUST 1991, 47). Stockwerkartig angeordnete Pediment- bzw. Rumpfflächenreste mit spättertiären und altquartären lateritbedeckten Flächenresten charakterisieren nach MÜLLER-HAUDE (1995, 56f) auch die Umgebung der Chaîne de Gobnangou nördlich der Oti/Pendjari-Niederung im südöstlichen Burkina Faso. Die jüngeren Flächenreste des Bas Glacis zeigen häufig sekundäre Eisenkrusten, die flache Reliefstufen entlang der z. T. mehrere Meter tief eingeschnittenen Gerinne bilden. Ähnliche Beobachtungen liegen von SWOBODA (1994) von der zentralen Plaine de Benin und von uns aus dem südlichen Vorland der Chaîne de l'Atakora vor.

Während immer noch viele Unsicherheiten über die genaue zeitliche Einstufung der Abtragungsflächen existieren, herrscht heute weitgehend Übereinstimmung darüber, daß diese charakteristischen Formen der westafrikanischen Savanne noch im Pleistozän mehrfach tiefgreifenden morphologischen Überprägungen unterlagen. Eine Gliederung der jüngeren Formenkomplexe in Haute und Bas Glacis nach dem Reliefentwicklungsmodell von MICHEL (1977) ist nahezu überall möglich. Für einige Gebiete, z. B. die Oti/Pendjari-Niederung nördlich der Chaîne, wurde hingegen schon früh auf eine phasenhafte Einschneidung des Vorfluters mit fünf Erosionsniveaus (VIELLEFON et al. 1965) hingewiesen (RUNGE 1990, 52).



Photo 1: Nördlicher Stufenrand der Chaîne de l'Atakora und vorgelagertes Tiefland des Pendjari-Beckens

Northern escarpment of the Chaîne de l'Atakora and adjacent lowlands of the Pendjari-Basin

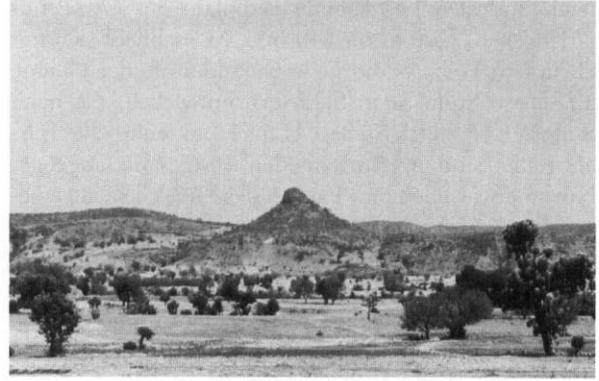


Photo 2: Parksavanne mit Feldbau im nördlichen Vorland der Chaîne bei Boukoubé

Parksavanna with agriculture in the northern lowlands of the Chaîne near Boukoubé

Die bereits oben und im folgenden ausführlicher dargestellten Befunde aus der zentralen Chaîne de l'Atakora zeigen, daß in diesem Gebiet ebenfalls alle älteren Flächenrelikte des Gebirgsreliefs und der Gebirgsvorländer von jüngerer Zerschneidung betroffen sind. Tiefgründige saprolithische Verwitterungsbildungen und Eisenkrusten wurden bereits bis auf wenige Relikte abgetragen. Jüngere Abtragungsprozesse haben damit entscheidend das Naturraumpotential der Gebirgslandschaften geprägt.

4 Die Bedeutung formungsabhängiger Geofaktorenkonstellationen für Naturraum und Nutzungspotentiale

Schon die geomorphologische Großgliederung des Gebirgsraumes läßt deutliche naturräumliche Unterschiede erwarten. Mittels detailliert aufgenommener Reliefsequenzen ist innerhalb der topologischen Einheiten eine Differenzierung der Geofaktorenkonstellation und der Nutzungsmuster möglich.

4.1 Hangbereiche im Gebirgsrelief

Am Nordrand der Chaîne bricht die im 500-m-Niveau liegende intramontane Verebnung, die durch Böden aus tiefgründig verwittertem anstehenden Schieferzersatz charakterisiert ist, steil zum Vorland ab. (Abb. 3, Photo 1). Die Hänge sind hier diskordant zum Fallen der Schichten ausgebildet. Daher weisen sie zu meist größere Neigungsbeträge und eine grobblockigere Schuttbedeckung auf als akkordant zum Fallen entwickelte Hänge. Schon unter natürlichen Bedingungen tragen die steileren Reliefpositionen nur geringmächtige Lockersedimentauflagen, woraus ungünstige

edaphische Verhältnisse resultieren. Der früher auch in diesen Arealen weit verbreitete Feldbau hat die Gegebenheiten zusätzlich verschlechtert. Um hier überhaupt Anbau betreiben zu können, wurde feineres Verwitterungsmaterial zwischen Steinsetzungen (Hangterrassen) zu größerer Mächtigkeit akkumuliert (Photo 4). Probe Bn 96/1 (Tab. 1), die von einer jüngeren Brache in diesem Gebiet stammt, zeigt exemplarisch die bodenchemischen Eigenschaften solcher flachgründigen Sedimentauflagen über Festgestein. Die lehmig-sandigen Substrate weisen bei schwach saurer Bodenreaktion eine geringe Nährstoffkapazität auf. Limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum ist aber in erster Linie nicht der Nährstoffgehalt, sondern die eingeschränkte Wasserkapazität der geringmächtigen, stark steinigen Lockersedimente. Daraus ergibt sich auch die künstliche Akkumulation von Feinmaterial zu tiefgründigeren Profilen (cumulic Anthrosols).

In den etwas flacheren und damit geschützteren Unterhangpositionen sind stellenweise mächtigere Schuttdecken erhalten geblieben. Auch diese sind sehr skelettreich und wurden, wie das folgende Beispiel von einer älteren Brache zeigt, schon früher von feldbaulicher Nutzung überprägt (vgl. Abb. 3). Stark wechselnde Steingehalte weisen auf einen mehrschichtigen Profilaufbau hin. Der braune, steinige Schutt am Top der Abfolge stellt eine Residualanreicherung dar, die durch selektiven Feinmaterialaustausch (Bodenerosion) entstanden sein muß. In dem Material ist noch ein reliktscher Ap-Horizont zu erkennen. Darunter folgt bis in etwa 70 cm Tiefe ein feinmaterialreicher, rötlich-brauner, toniger Schieferschutt. Unter diesem Sediment befindet sich ein weiterer, ähnlich stark verwitterter, deutlich steinärmerer Schutt. Ab etwa 120 cm setzt in situ verwitterter Schiefer ein. Unverwittertes, an-

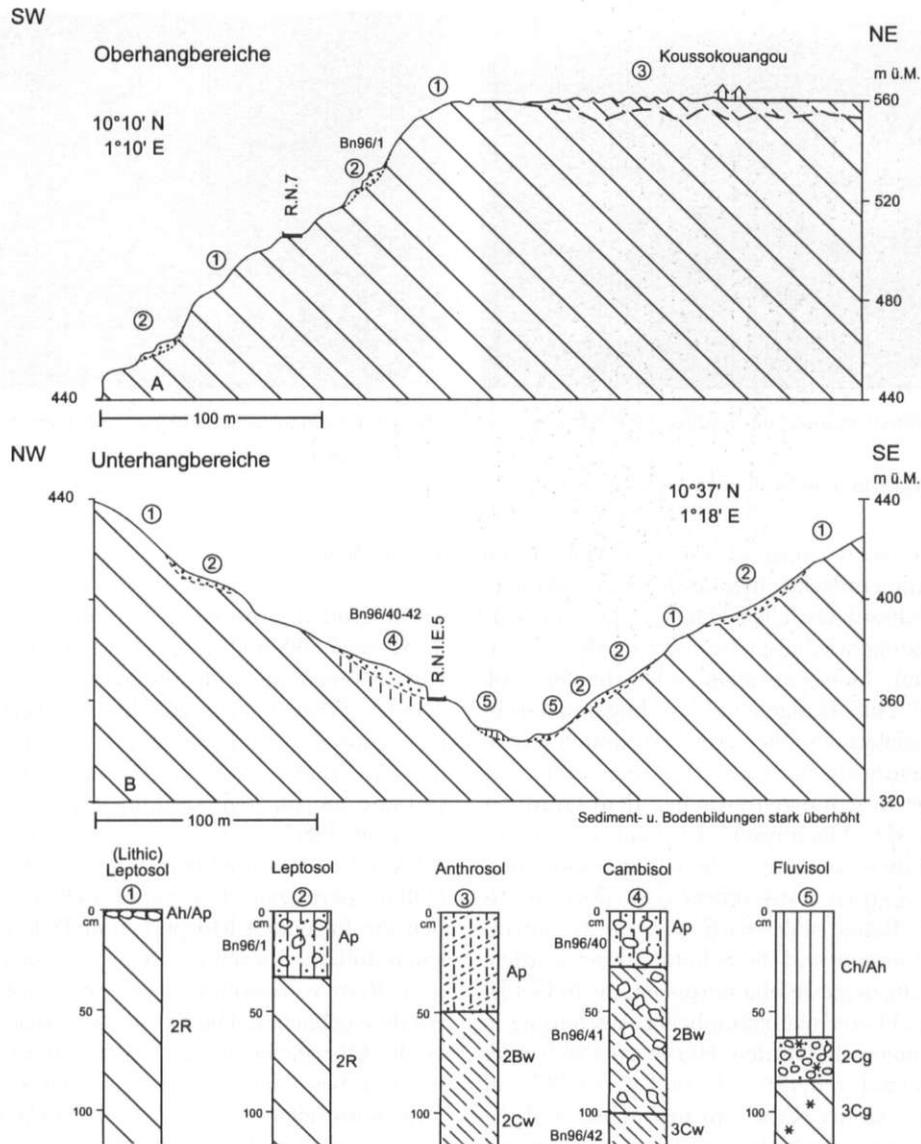


Abb. 3: Reliefformen und Bodenbildungen der Steilhänge
Sequence of relief and soils on steep slopes

stehendes Festgestein war in den untersuchten Straßen-
aufschlüssen entlang der R.N.I.E. 5 (vgl. Abb. 3) bis in
ca. 3 m Profiltiefe nicht aufgeschlossen. Im Vergleich zu
den sandigen Grobschutten aus dem Steilhangbereich
dokumentieren die bodenchemischen Kennwerte dieses
mehrschichtigen Sedimentprofils die fortgeschrittene
Verwitterung (Tab. 1). Ob allerdings diese Unterhang-
schutte, die z. T. noch unverwitterte, frische Grobkom-
ponenten aufweisen, in dieser Hangposition in situ pe-
dogen überprägt wurden, oder aus vorverwittertem,
umgelagertem Untergrundmaterial hervorgegangen
sind, ließ sich in den Aufschlüssen nicht sicher ermit-

teln. Offensichtlich handelt es sich hier um jüngere
spätpleistozäne bis holozäne Sedimentdecken. Damit
sind diese Standorte auch nur sehr eingeschränkt für
Aussagen über die Intensität der holozänen Bodenbil-
dung geeignet. Ältere Ablagerungen dürften sich in
solch steilen Reliefpositionen mit 15°–30° Hang-
neigung nicht über lange Zeiträume erhalten haben. Es
ist zu vermuten, daß die Genese dieser Schutte in die
spätpleistozäne morphologische Aktivitätsphase des
Ogolien (MICHEL 1977) gestellt werden kann, die sich
bis in diese Breitenlage formbildend ausgewirkt haben
dürfte.



Photo 3: Sekundärvegetation auf Feldbauterrassen im Steilrelief

Secondary vegetation on field terraces on steep slopes



Photo 4: Lesesteinstreifen auf einem Feld im Steilrelief

Field with line pickings on steep slopes

Unabhängig von der stark wechselnden Mächtigkeit der Lockersedimentdecke über anstehendem Festgestein finden sich auf fast allen Hängen Spuren ackerbaulicher Nutzung, wie beispielsweise künstliche Steinkumulationen, Lesesteinstreifen oder -haufen (vgl. Photo 3 u. 4). Auf Hängen mit mächtigeren Grobschutten sind stellenweise die bereits erwähnten terrassen- oder wabenförmigen Steinsetzungen zu finden. Es existieren enge Beziehungen zwischen dem Grad der Hangneigung, der Mächtigkeit der Lockersedimente und der Form dieser anthropogenen Steinansammlungen. Letztere werden notwendigerweise dort ‚kunstvoller‘, wo das Relief steiler wird, oder die Sedimentmächtigkeit abnimmt und die Schutte gröber werden. Systematisch angelegte Feldbauterrassen, die in Gebieten mit vergleichbarer naturräumlicher Ausstattung in NE-Nigeria untersucht wurden (HEINRICH 1992), oder große Terrassenanlagen, die z. B. von FAUST (1987) für das Gebiet der Monts Kabyè im togoischen Teil des Atakora Gebirges beschrieben wurden, konnten im Siedlungsraum der Somba und Bariba in NW-Benin bisher nicht festgestellt werden. Mit den Steinsetzungen verfolgen die einheimischen Feldbauern das Ziel, zwischen den ausgelesenen gröberen Komponenten genügend Feinmaterial zu kleinen Pflanzbetten zu akkumulieren. Denn erst durch diese Maßnahme können auf diesen flachgründigen Standorten verschiedene Hirsearten angebaut werden.

Auf vorjährigen Feldbauflächen läßt sich beobachten, daß Areale in den steileren Reliefeinheiten vor der Feldbestellung keineswegs vollständig gerodet werden. Der Einsatz der Nutzpflanzen geht lediglich eine Auflichtung der älteren Bracheformationen voraus. Durch die eingeschränkte Rodung können sich die Vegetationsbestände relativ schnell wieder zu dichteren Waldungen regenerieren (vgl. Photo 3).

4.2 Verebnungen

Die großen intramontanen Verebnungen in 400 m ü. M. und 500–600 m ü. M. weisen heute verbreitet Parksavannen auf und werden großflächig feldbaulich genutzt (Photo 6). Die edaphischen Verhältnisse sind hier günstiger, und es dominieren tiefgründig entwickelte Böden aus anstehendem Schieferzersatz. Geringe morphologische Unterschiede als Folge der jüngeren Flächenzerschneidung bewirken innerhalb der Verebnungen aber dennoch deutliche pedologische Differenzierungen. Für beide Reliefeinheiten lassen sich die folgenden Morpho- und Pedosequenzen ableiten. In höher liegenden Reliefpositionen sind stellenweise Reste von pisolithisch entwickelten Lateritkrusten erhalten geblieben. Die Kruste steht in der Regel direkt an der Oberfläche an, und die Standorte sind zumeist schütter bewaldet. Vereinzelt finden sich dort noch ‚Lesesteinstreifen‘ aus Krustenbrocken, die eine frühere Nutzung dieser Standorte bezeugen, obwohl es sich um extrem flachgründige, nährstoffarme Lithosols handelt. Um die ackerfähigen Standorte zu schützen, wurden häufig die Siedlungen auf exponierten Krustenresten angelegt.

Die Standortverhältnisse auf den Krusten innerhalb der intramontanen Verebnungen sind mit jenen des Vorlandes vergleichbar, für die einige bodenchemische Kennwerte vorliegen (vgl. Tab. 1). Bei verbreiteter ackerbaulicher Nutzung stehen auch dort Krustenhorizonte an der Geländeoberfläche an. Sie sind von geringmächtigen Pisolithschutten (Probe Bn 96/7 in Tab. 1) im Wechsel mit etwas mächtigeren Hillwashes (Probe Bn 96/3–4) bedeckt. Die skelettreichen Lockersedimente über Kruste weisen relativ hohe Nährstoffgehalte auf, die sich in dieser Position nur durch recht hohe Düngergaben erklären lassen.

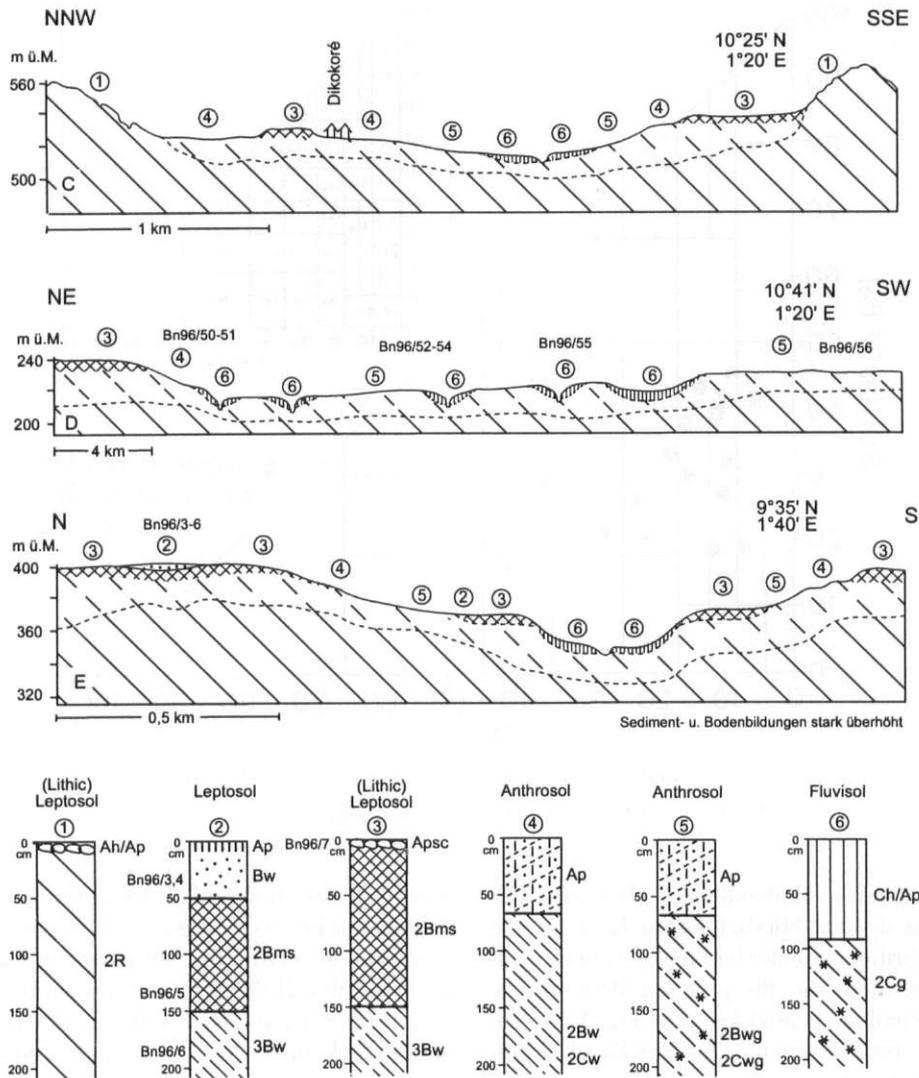


Abb. 4: Reliefformen und Bodenbildungen der Verebnungen
Sequence of relief and soils on planation surfaces

Innerhalb des Gebirges folgen randlich der Krustenreste grobkörnige pisolithreiche Lockersedimente (hill wash). Sie sind aus verspültem Verwitterungsmaterial der Eisenkrusten hervorgegangen. Erst in etwas größerer Distanz zu den Krusten setzen dann rötliche Verwitterungsprofile aus Gesteinszersatz ein. Letztere gehen hangabwärts, häufig ohne deutlichen Wechsel der Reliefmerkmale, in braune Bodenprofile über. In den Unterhangbereichen nahe den Vorflutern und in flachen Bas-fonds schließen graue Sedimente und Böden diese Sequenz ab. Diese für die wechselfeuchten Tropen charakteristische „Rot-Braun-Grau-Abfolge“ der Bodenbildungen (vgl. EMMERICH 1997; SEMMEL

1993) ist auf den großen Verebnungsflächen innerhalb des Gebirges und seiner Vorländer regelhaft entwickelt.

Es liegt nahe, in dieser Abfolge der Bodenbildungen eine Toposequenz zu vermuten, in der sich, gesteuert vom Relief und/oder wechselnden anstehenden Gesteinen, unterschiedliche bodenbildende Prozesse manifestiert haben. FAUST (1989) begründet für die Monts Kabyè in Togo ähnliche kleinräumige Unterschiede in den Bodenbildungen mit wechselnden Gesteinen im Untergrund. Unter Berücksichtigung von eigenen Befunden zur jüngeren Reliefgenese in der Trockensavanne (HEINRICH 1994) und Arbeiten von FÖLSTER (1983) und ROHDENBURG (1978) läßt sich

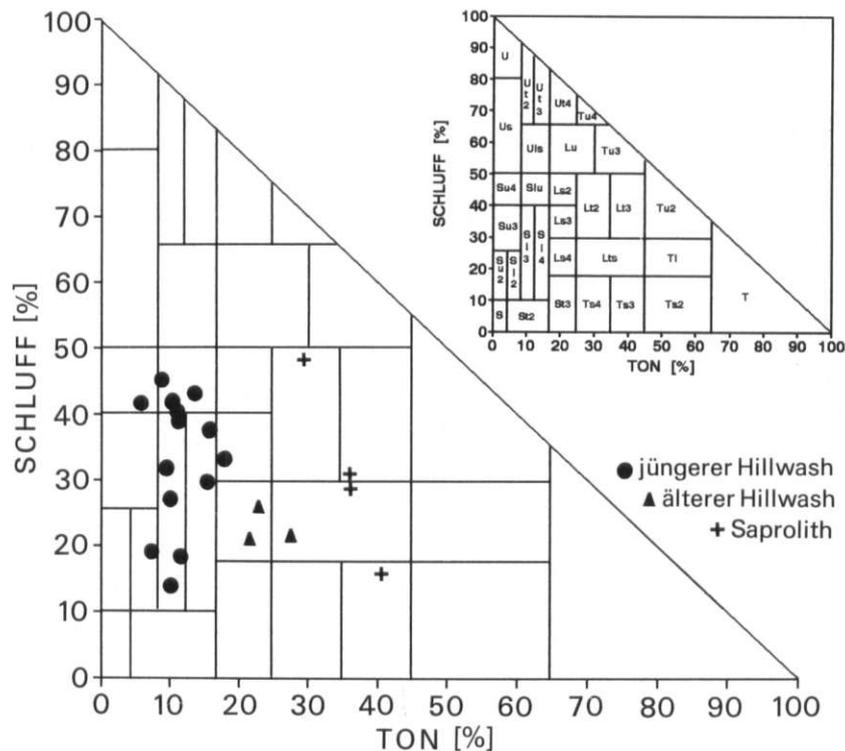


Abb. 5: Korngrößenverteilung der Sediment- und Bodenbildungen
Grain-size distribution of sediments and soils

diese charakteristische Bodenabfolge aber auch als Chronosequenz deuten. Hierbei sollten Reste älterer, weiter fortgeschrittener Bodenbildungen in den höchsten Reliefpositionen und die jüngsten Bodenprofile entlang der Tiefenlinien entwickelt sein. Die Analysenwerte einiger Bodenproben von Rot-Braun-Grau-Sequenzen aus dem Gebirge und aus dem nördlichen Vorland unterstützen diese These. In Tabelle 1 zeigt sich, daß die pedogenen Eisen- und Tongehalte von den roten über die braunen zu den grauen Bodenbildungen entsprechend der geringeren Verwitterungsintensität abnehmen. Die Nährstoffgehalte nehmen dagegen innerhalb dieser Catena zu den Tiefenlinien hin zu. Diese Differenzierung wird auch bei der Darstellung im Korngrößendreieck deutlich. Im Vergleich zu den sehr tonigen Saprolithen zeichnen sich die Hillwash-Sedimente durch eine sehr viel gröbere Matrix aus, wobei die jüngeren Hillwash-Sedimente einen noch geringeren Sortierungsgrad aufweisen, als die älteren Bildungen (Abb. 5).

Nach unseren Vorstellungen über pedogenetische Prozesse in der westafrikanischen Savanne, die auf mehrphasig entstandenen Fußflächentreppen in NE-Nigeria entwickelt wurden (HEINRICH 1994), handelt es sich bei den roten ton- und eisenreichen Profilen wahr-

scheinlich um schon präholozän entstandene Bodenbildungen aus bereits pleistozän oder sogar präpleistozän saprolithisch verwitterten anstehenden Gesteinen, die während des Holozäns eine „traditionale Weiterbildung“ erfahren haben. Mit den braunen Böden dürften dagegen Produkte der holozänen Pedogenese vorliegen. Die basale Zone des Saproliths, die nach Abtragungsprozessen im Spätpleistozän exponiert wurde, bildet das Ausgangsgestein dieser jüngeren Böden (vgl. FÖLSTER 1983). Mit den grauen Profilen in den Tiefenlinien des Reliefs liegen rezente Bildungen – Kolluvialsols oder Fluvisols – aus jungen Solumsedimenten vor. In einigen Reliefpositionen, z. B. Bas-fonds, haben sich aufgrund eines starken lateralen Wasserzuzugs und eingeschränkter Drainageverhältnisse pseudovergleyte oder vergleyte Böden (Planosols und Gleysols) entwickelt. Die in der Catena der wechselfeuchten Tropen (vgl. SEMMEL 1993) für diese Reliefeinheiten charakteristischen Vertisols wurden von uns im Untersuchungsgebiet bisher nicht beobachtet.

Aufgrund der agrarischen Nutzung aller Standorte im Gebirge sind Erosionsprozesse verbreitet, wobei auch die besonderen Bearbeitungsmethoden eine Rolle spielen. Parksavannen mit weitständig wachsenden Nutzbäumen und Yams-Felder prägen heute die Kul-

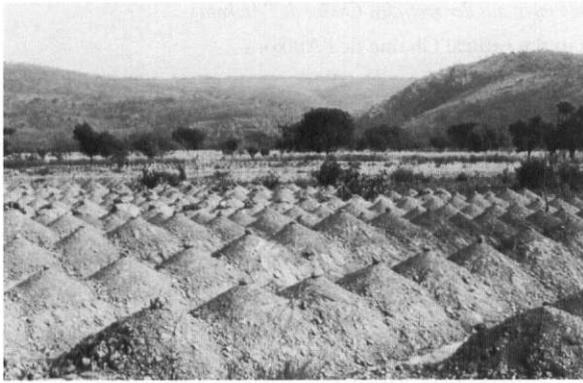


Photo 5: Yams-Anbau im nördlichen Vorland der Chaîne
Yams-field in the northern lowlands of the Chaîne



Photo 6: Yams-Feld auf einer intramontanen Verebnung (die
Vegetation im Hintergrund stockt auf einer Lateritkruste)
Yams-field on an intramontane peneplain (the forest vegeta-
tion in the background grows on a laterite-crust)

turlandschaft in den flachen Reliefeinheiten der Chaîne de l'Atakora (Photo 5 u. 6). Ungeachtet der hohen Nährstoffansprüche dieser Kulturart und ohne Berücksichtigung der jeweiligen Bodenqualität dienen alle verfügbaren Standorte mit tiefgründigen Böden dem Yams-Anbau. Dafür werden in langen Pflanzreihen hohe Pflanzhügel angelegt (Photo 6), die Böden werden bis in 0,5 m Tiefe aufgelockert und beim anschließenden Aufhäufeln stark durchmischt. Damit lassen sich weder ehemals vorhandene Sedimentmerkmale noch Bodenhorizontierungen sicher rekonstruieren. Hillwash, Solumsedimente aber auch tonige Zersatzhorizonte des in situ anstehenden Gesteins wurden auf diese Weise schon flächenhaft in ein durchschnittlich etwa 50 cm mächtiges ‚anthropogenes Sediment‘ transformiert. Nur in den Rinnen zwischen den Pflanzhügeln (Photo 6) steht das verwitterte Gestein noch in situ an. Diese arbeitsaufwendigen Intensivbewirtschaftungsmaßnahmen zielen auf eine optimale Ausnutzung aller zur Verfügung stehenden Flächen. Sie dokumentieren damit gleichzeitig den hohen Landdruck und Flächenbedarf in diesem Teil der Chaîne de l'Atakora, der in auffälligem Kontrast zu der geringen Bevölkerungsdichte steht.

Hinweise auf aktuelle Abtragungs- und Umlagerungsprozesse finden sich an vielen Gerinneeinschnitten. Hier sind bis zu mehrere Meter mächtige, feinkörnige, humose Ablagerungen aufgeschlossen. Sie ließen sich bislang nicht datieren. Der Vergleich von Sedimentaufbau und pedogener Überprägung mit ähnlichen Ablagerungen aus benachbarten Gebieten der westafrikanischen Savanne (vgl. BRUNK 1992; FÖLSTER 1979; HEINRICH 1994; ROHDENBURG 1978; NOTEN VAN et. al. 1977; ZEESE 1991) legt aber nahe, daß es sich auch hier um jungholozäne bis rezente Bildungen

handelt. Die aktuelle Zerschneidung dieser Sedimente deutet darauf hin, daß sich das morphologische Wirkungsgefüge zur Zeit erneut ändert. Die Ursachen sind sicherlich in der intensiven Nutzung zu suchen.

5 Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse

Geoökologisch orientierte Untersuchungen in der Chaîne de l'Atakora führen zu einer Gliederung des Gebietes in drei naturräumlich unterschiedlich ausgestattete Landschaftseinheiten: Die nordwestlichen und südöstlichen Gebirgsvorländer, steile Reliefeinheiten im anstehenden Festgestein und weitgespannte intramontane Verebnungen. Die wechselnden Geofaktoren Relief, Gestein und Boden prägen das Naturpotential, das im Bereich flacher Reliefeinheiten ein recht hohes und in allen steileren Reliefeinheiten nur ein geringes Nutzungspotential aufweist.

Die naturräumliche Ausstattung der verschiedenen Landschaften in der Chaîne de l'Atakora ist a priori ein Ergebnis jüngerer Formungsprozesse im Quartär. Die im Steilrelief verbreiteten steinigen Schuttdecken aus Schieferschutt dürften unter aridem Verwitterungstypus (vgl. BÜDEL 1981) während der Trockenphasen des Pleistozäns, die sich bis in diese Breitenlage hinein ausgewirkt haben müssen, entstanden sein. Durch Insolationsverwitterung findet heute selbst auf sonnenexponierten, nackten Felsoberflächen nur noch eine geringe Schuttbildung statt. Das Feinmaterial der Lockersedimentdecken weist über die bodenchemischen Kennwerte (vgl. Tab. 1) und die vorwiegend sandige Textur (vgl. Abb. 5) geringe Verwitterungsmerkmale auf. Nur in geschützteren Reliefpositionen, z. B. auf Unterhängen, ließen sich über wechselnde Stein-

Tabelle 1: Physiko-chemische Analysedaten typischer Sediment- und Bodenbildungen aus der zentralen Chaîne de l'Atakora

Physical and chemical properties of typical sediments and soils in the central Chaîne de l'Atakora

Nr.	Sequenz	Horizont	Fe _o %	Fe _d %	Fe _o /Fe _d	gS %	mS %	fS %	gU %	mU %	fU %	T %	U/T	Boart
Bn96/1	A	Ap	0,038	0,644	0,059	3,39	5,37	50,32	24,63	4,85	2,15	9,29	3,40	Sl3
Bn96/40	B	Ap				5,92	19,55	20,54	16,94	16,30	11,84	8,91	5,06	Slu
Bn96/41	B	2Bw				14,84	20,31	13,83	12,28	14,43	13,47	10,85	3,70	Sl3
Bn96/42	B	2Cw				16,17	7,71	9,32	11,54	10,05	9,23	35,98	0,86	Lt3
Bn96/50	D	Ap				5,91	42,77	27,09	6,85	3,16	3,90	10,32	1,35	Sl3
Bn96/51	D	2Bw	0,031	2,970	0,010	7,93	20,37	15,71	6,66	4,62	4,08	40,63	0,38	Ts3
Bn96/52	D	Ap				5,80	23,22	19,31	20,33	15,08	6,30	9,97	4,18	Slu
Bn96/53	D	2Bwg	0,019	0,450	0,042	12,17	29,84	21,22	14,29	8,51	4,10	9,88	2,72	Sl3
Bn96/54	D	2Cwg	0,044	0,180	0,244	3,50	27,22	22,01	20,90	15,76	4,80	5,82	7,12	Su4
Bn96/55	D	Ch/Ap				2,29	9,27	11,17	15,61	19,12	13,27	29,27	1,64	Lt2
Bn96/56	D	2Cg	0,039	1,880	0,021	22,70	14,69	9,80	12,28	14,69	10,38	15,45	2,42	Sl4
Bn96/3	E	Ap	0,039	0,602	0,065	7,06	18,76	47,70	12,14	3,43	3,43	7,48	2,54	Sl2
Bn96/4	E	2Bw	0,022	1,388	0,016	14,54	12,26	31,31	11,29	4,90	3,94	21,76	0,93	Ls4
Bn96/5	E	2Bms	0,034	3,389	0,010	17,65	8,23	21,37	17,81	9,13	5,97	19,84	1,66	Ls3
Bn96/6	E	3Bw	0,010	3,148	0,003	6,43	5,26	23,72	11,10	10,30	7,22	35,97	0,80	Lts
Bn96/7	E	Ap _{sc}	0,041	1,998	0,021	24,99	15,98	29,45	9,25	5,15	3,70	11,49	1,58	Sl3
Bn96/60	F	Ap	0,013	1,570	0,008	9,53	28,14	15,00	15,10	6,65	3,20	22,39	1,11	Ls4
Bn96/62	F	Ap	0,047	0,820	0,057	6,92	17,37	19,27	27,34	10,39	5,25	13,45	3,20	Slu
Bn96/63	F	Ap	0,026	1,480	0,018	12,71	25,81	13,10	9,68	6,67	4,31	27,72	0,75	Lts
Bn96/64	F	Ap	0,033	1,390	0,024	16,08	18,29	20,82	18,70	7,17	3,59	15,37	1,92	Sl4
Bn96/65	F	Ap	0,035	0,580	0,060	4,58	20,79	25,13	30,21	6,61	1,75	10,92	3,53	Sl3

gehalte und Verwitterungsintensitäten mehrschichtig aufgebaute Schuttdeckenprofile (Schuttkomplexe) nachweisen. Sie sind sichere Hinweise auf eine mehrzyklische Reliefformung während der jüngeren Landschaftsgeschichte.

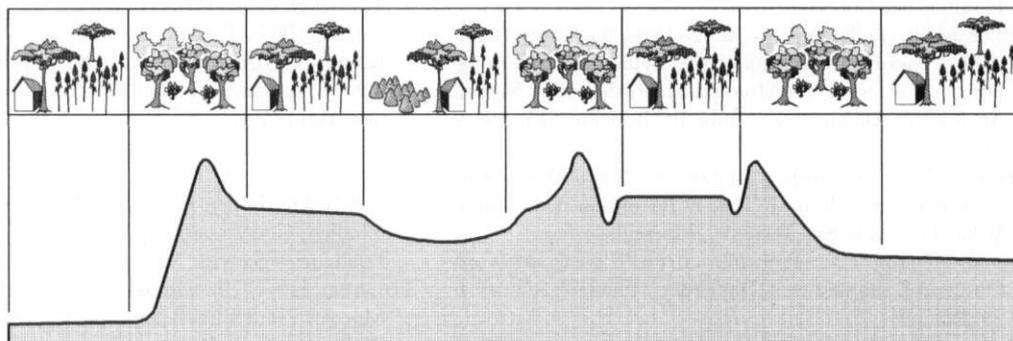
Für die landwirtschaftliche Nutzung stellen die stärker geneigten Hänge mit steinigen Schuttdecken sehr ungünstige Standorte dar. Viele Steinlesehäufen weisen aber darauf hin, daß diese Standorte früher sehr stark und stellenweise auch heute noch dem Anbau der Kulturarten Hirse und Fonio dienen. Dafür müssen allerdings mit sehr großem Arbeitsaufwand Pflanzbeete mit höheren Feinmaterialanteilen künstlich angelegt werden. Größere Steine wurden dafür aus dem Schuttmaterial ausgelesen. Der limitierende Faktor für den Anbau ist die geringe Wasserspeicherkapazität (nutzbare Feldkapazität) der flachgründigen Sedimente. Erfolgreicher Anbau an diesen Standorten wird deshalb entscheidend von der Niederschlagsverteilung während der Vegetationsperiode bestimmt. Während die Bodenwasserverhältnisse ungünstig einzustufen sind, zeigt das nur schwach verwitterte Feinmaterial der Schuttdecken im Vergleich der Standorte der Chaîne relativ hohe Nährstoffgehalte.

Jüngere Formungsprozesse haben auch die Entwicklung der Standortsequenzen im Bereich der intramontanen Verebnungen und auf den Flächentreppen der Gebirgsvorländer beeinflußt. Die aus älteren, intensiveren Verwitterungsphasen in das heutige Relief vererbten reliktschen Saprolithe und Eisenkrusten wurden z. T. abgetragen oder überformt. Für alle Verebnungen konnten mit geomorphologisch-bodengeographischen Methoden Chronosequenzen des Reliefs und der Bodenbildungen nachgewiesen werden. Mit Ausnahme von anstehenden Lateritkrusten und von längerfristig stark vernäbten zentralen Bas-fonds-Bereichen weisen alle anderen Standorte relativ günstige Eigenschaften für den Feldbau auf. Die nutzbare Feldkapazität der Böden ist einheitlich recht hoch. Stärker wechseln hingegen die natürlichen Nährstoffgehalte in Abhängigkeit vom Alter und dem Verwitterungsgrad der Böden. Bei ausreichender Gründigkeit werden diese Standorte heute aber schon fast flächendeckend im Dauerfeldbau für die Kultivierung von Yams genutzt.

Für alle Reliefeinheiten konnten fortgeschrittene anthropogene Überformungen der natürlichen Geofaktorenkonstellation nachgewiesen werden. Neben direkten

Fortsetzung von Tabelle 1 – Installment of Table 1

Nr.	Sequenz	Horizont	pH KCl	C-org %	N	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	C/N	Na mmol/z/100g	K	Mg	Ca	V-Wert %
Bn96/1	A	Ap	5,50	2,21	0,084	0,74	4,24	26	0,02	0,12	0,88	2,68	42,5
Bn96/40	B	Ap	5,11	5,02	0,184	1,89	14,24	27					
Bn96/41	B	2Bw	5,08										
Bn96/42	B	2Cw	5,07										
Bn96/50	D	Ap	4,28	0,62	0,029	0,13	1,25	21	0,00	0,03	0,57	0,62	27,4
Bn96/51	D	2Bw	4,03										
Bn96/52	D	Ap	4,82	0,97	0,028	0,09	2,75	35	0,01	0,1	0,67	2,55	52,7
Bn96/53	D	2Bwg	5,00										
Bn96/54	D	2Cwg	4,66										
Bn96/55	D	Ch/Ap	5,96	2,64	0,085	0,52	11,00	31	0,13	0,4	5,68	16,21	95,7
Bn96/56	D	2Cg	6,94										
Bn96/3	E	Ap	5,24	0,76	0,030	2,75	0,00	25	0,01	0,09	0,42	1,62	46,2
Bn96/4	E	2Bw	4,52	0,59					0,01	0,08	0,43	1,37	33,6
Bn96/5	E	2Bms	5,66										
Bn96/6	E	3Bw	4,85										
Bn96/7	E	Ap _{sc}	5,96	1,71	0,066	3,75	0,17	26	0,05	0,14	0,76	5,3	61,0
Bn96/60	F	Ap	4,86	0,72	0,033	0,09	8,24	22	0,03	0,26	0,93	1,43	40,0
Bn96/62	F	Ap	6,14	3,84	0,137	0,82	7,00	28	0,00	0,21	2,06	10,59	74,1
Bn96/63	F	Ap	4,52	1,12	0,047	0,30	9,50	24	0,00	0,36	0,93	2,37	44,8
Bn96/64	F	Ap	5,03	1,17	0,039	0,13	0,75	30	0,02	0,04	0,67	2,81	44,0
Bn96/65	F	Ap	5,02	0,69	0,028	0,13	1,00	25	0,00	0,04	0,72	1,43	42,3



Reliefeinheit	Vorland	Steilhangbereich	Intramontane Verebnung	Zentrale Gebirgsdepression	Steilhangbereich	Intramontane Verebnung	Steilhangbereich	Vorland
Nutzung	Siedlungen, Dauerfeldbau, Pendjari Nat.-Park	extensive Brandrodung	Siedlungen, Dauerfeldbau		extensive Brandrodung	Siedlungen, Dauerfeldbau	extensive Brandrodung	Siedlungen, Dauerfeldbau, Kulturforste
Gehölzvegetation	Parksavanne	Sekundärwald	Parksavanne		Sekundärwald	Parksavanne	Sekundärwald	Parksavanne
Böden	Acrisols	Lithosols, Cumulic Anthrosols	Acrisols, Lithosols	Planosols, Gleysols	Lithosols, Cumulic Anthrosols	Acrisols, Lithosols	Lithosols, Cumulic Anthrosols	Acrisols, Lithosols
Nährstoffversorgung	mittel	mittel bis hoch	mittel	sehr hoch	mittel bis hoch	mittel	mittel bis hoch	mittel
Feldkapazität	hoch	niedrig (Klüfte)	hoch	sehr hoch (Staunässegefahr)	niedrig (Klüfte)	hoch	niedrig (Klüfte)	hoch
Oberflächennaher Untergrund	Saprolith	Schuttdecken	Krustenreste, Saprolith	Solumsedimente	Schuttdecken	Krustenreste, Saprolith	Schuttdecken	Saprolith

Abb. 6: Geomorphologisch-geoökologisches Kausalprofil aus der zentralen Chaîne de l'Atakora, NW-Benin
Geomorphological-geoecological profile from the central part of the Chaîne de l'Atakora, NW-Benin

Eingriffen zur Verbesserung der Anbauflächen, z. B. Substratentmischungen im Steilrelief oder künstlichen Bodendurchmischungen bei der Anlage der Yamsfelder sind bei stark aufgelichteter Vegetationsdecke Erosionsformen ubiquitär verbreitet. In den Hanglagen dominieren denudative Abtragungsprozesse, selektiver Feinmaterialaustrag und Residualschuttbildung, in flacheren Gebieten mit mächtigeren Zersetzungen herrscht neben diesen flächenhaft wirksamen Abtragungsformen lineare Bodenerosion vor. Die Erosionsprozesse sind bereits weit fortgeschritten und haben schon zu erheblichen Standortdegradationen geführt. Da alle Abtragungsprozesse in Lockersedimenten und Böden aus älteren Formungsperioden stattfinden, und aktuell keine vergleichbare Neubildung abläuft, finden irreversible Standortverschlechterungen und -zerstörungen statt.

Die Ergebnisse aus der Chaîne de l'Atakora zeigen, daß selbst dieses gebirgige, bevölkerungsarme Gebiet in der westafrikanischen Savanne schon sehr stark von anthropogenen Einflüssen überprägt wurde. Sowohl auf den Hängen im Steilrelief als auch auf größeren Verebnungen wurden die natürliche Vegetation und

die Bodenbildungen flächenhaft degradiert. Daß auf vielen Grenzertragsstandorten heute noch Anbau stattfindet, muß als Hinweis auf einen hohen Landdruck in der Chaîne de l'Atakora gewertet werden, der sich aus den Bevölkerungszahlen nicht ohne weiteres ableiten läßt. Das Bevölkerungswachstum und die damit einhergehende Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung mit der Ausweitung der Feldbauflächen auf alle Grenzertragsstandorte, der Übergang zum Dauerfeldbau und die Anlage von Monokulturen fördern Erosionsprozesse. Bei fehlenden Maßnahmen zum Ressourcenschutz sind schon kurzfristig großflächig irreversible Standortdegradationen und große existenzbedrohende Ertragseinbußen zu erwarten.

Danksagung

Die Autoren danken der DFG für die Übernahme der Reisekosten. Den Kolleginnen und Kollegen Dr. M. BRAUN (Heidelberg), Dr. K. NEUMANN, Dipl.-Geogr. U. SALZMANN und Dr. H.-J. STURM (Frankfurt am Main) danken wir für zahlreiche Anregungen und Diskussionen.

Literatur

- ADAM, K. S. a. BOKO, M. (1993): Le Bénin. Les Éditions du Flamboyant. Cotonou.
- ADELBERGER, J., BRUNK, K. a. KLEINWILLINGHÖFER, U. (1993): Natural Environment and Settlement in Chonge District, Eastern Muri Mountains, Northeastern Nigeria. An interdisciplinary case study. In: Berichte SFB 268 2, 13–42.
- AFFATON, P. (1975): Etude géologique et structurale du nord-ouest Dahomey, du nord Togo et du sud-est de la Haute-Volta. Trav. Lab. Sci. Terre, 10. Marseille.
- AICARD, P. (1957): Le Précambrien du Togo et du Nord-Ouest du Dahomey. Bull. Dir. Fédér. Min Géol. Afr. occ. fr. 23. Dakar.
- BESSELES, B. a. TROMPETTE, R. (1980): Géologie de l'Afrique. La chaîne pan-africaine. Zone mobile de l'Afrique centrale (partie sud) et zone mobile soudanaise. Mem. Bur. Rech. Géol. Min., Orleans.
- BRUNK, K. (1992): Late Holocene and recent geomorphodynamics in the south-western Gongola Basin, NE Nigeria. In: Zeitschrift für Geomorph. N.F. Suppl.-Bd. 91, 149–159.
- BÜDEL, J. (1981): Klima-Geomorphologie. 2. Aufl., Berlin.
- BURKE, K. C. a. DEWEY, J. (1972): Orogeny in Africa. – In: DESSAUVAGIE, T. F. a. WHITEMAN, A. J. (Eds.): African Geology. University of Ibadan, Nigeria. Ibadan, 583–608.
- EMMERICH, K.-H. (1997): Decksedimente in den Tropen. In: Geographische Rundschau 49, 18–23.
- FAURE, P. (1985): Les sols de la Kara, Nord-Est-Togo. Relations avec l'Environnement, Carte Pédologique a 1:50000. Trav. et Doc. de l'ORSTOM 183.
- FAUST, D. (1987): Traditionelle Bodennutzung in den Monts Kabyè/N-Togo. In: Zeitschrift für Agrargeogr. 5, 336–351.
- (1989): Gesteinsbedingte Relief- und Bodenentwicklung in den Monts Kabyè (N-Togo) und Auswirkungen auf den Agrarraum. In: Zeitschrift für Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 74, 57–69.
- (1991): Die Böden der Monts Kabyè (N-Togo) – Eigenschaften, Genese und Aspekte ihrer agrarischen Nutzung. Frankfurter geowiss. Arbeiten, Serie D. 13.
- FÖLSTER, H. (1979): Holozäne Umlagerungen pedogenen Materials und ihre Bedeutung für fersiallitische Bodendecken. In: Zeitschrift für Geomorph. N.F. Suppl.-Bd. 33, 38–45.
- (1983): Bodenkunde – Westafrika (Nigeria, Kamerun). Afrika-Kartenwerk, Beih. W 4. Berlin.
- FRITSCHER, N. (1995): Bodengeographische Grundlagen der Landnutzung im Siedlungsgebiet der Tula (Nordost-Nigeria). In: Berichte des SFB 268 5, 69–78.
- GRANT, N. K. (1969): The Late Precambrian to Early Paleozoic pan-african orogeny in Ghana, Togo, Dahomey and Nigeria. In: Geol. Soc. Am. Bull. 80, 45–56.
- HEINRICH, J. (1992): Naturraumpotential, Landnutzung und aktuelle Morphodynamik im südlichen Gongola-Becken, Nordost-Nigeria. In: Geoökodynamik XIII, 41–61.
- (1994): Desertifikationsprozesse in der nördlichen Sudanzone Westafrikas – Beispiele aus dem Gongola-Becken,

- NE-Nigeria. In: Frankfurter geowiss. Arbeiten, Ser. D. 17, 7–35.
- KENNEDY, W. Q. (1964): The structural differentiation of Africa in the Panafrican (500 million years) tectonic episode. 8th. In: Ann. Rep. Res. Inst. afr. Geol., Leeds University, U.K., 48–49.
- KNAPP, R. (1973): Die Vegetation von Afrika unter Berücksichtigung von Umwelt, Entwicklung, Wirtschaft, Agrar- und Forstgeographie. Stuttgart.
- LE COCQ, A. (1986): Les sols et leurs capacités agronomiques, Région de Bassar, Centre Ouest-Togo. Cartes 1:100 000. ORSTOM – Notice explicative 102.
- MICHEL, P. (1973): Les bassins de fleuves Sénégal et Gambie: Etude Géomorphologique. Mém. ORSTOM 63.
- (1977): Reliefgenerationen in Westafrika. In: Würzburger Geogr. Arb. 45, 111–129.
- MÜLLER-HAUDE, P. (1995): Landschaftsökologie und traditionelle Bodennutzung in Gobnangou (SE-Burkina Faso, Westafrika). Frankfurter geowiss. Arb., Ser. D. 19.
- NOTEN, F. VAN a. PLOEY, J. DE (1977): Quaternary Research in Northeastern Nigeria. Musée Royal de L'Afrique Central – Tervuren. Annales Ser., IN-8°, Sciences Humaines 92, Tervuren.
- OBEMINES, Office béninois des Mines (1980): Carte Géologique à 1:200 000, Feuille NC-31-XIV, Natitingou.
- POSS, R. a. ROSSI, G. (1987): Systemes de versants et évolution morphopédologique au Nord-Togo. In: Zeitschrift für Geomorph. N.F. 31, 21–43.
- ROHDENBURG, H. (1978): Quartäre Geomorphodynamik in Nigeria. In: Geomethodica 3, 93–106.
- RUNGE, J. (1990): Morphogenese und Morphodynamik in Nord-Togo (9°–11° N) unter dem Einfluß spätquartären Klimawandels. Göttinger geogr. Abhandlungen 90.
- SEMMELE, A. (1986): Böden des tropischen Afrika. In: Frankfurter Beiträge zur Didaktik Geogr. 9, 214–222.
- (1991): Relief, Gestein und Boden. Grundlagen der Physischen Geographie I, Darmstadt.
- (1992): Boden und Bodennutzung im Gulmaland (Südost-Burkina Faso). In: Erdkunde 46, 234–243.
- (1993): Grundzüge der Bodengeographie. 3. Aufl., Stuttgart.
- SWOBODA, J. (1994): Gestein, Relief und Bodenentwicklung im Grundgebirgsbereich Nord-Benins. In: Frankfurter geowiss. Arbeiten, Ser. D. 17, 67–79.
- VIELLEFON, P., COFFI, O. a. SANTANNA, R. (1965): Etudes pédo-hydrologiques au Togo, Vol. II: Les sols de la Région Maritime et de la Région des Savanes. PNUD-FAO-ORSTOM 2, Paris.
- WIRTHMANN, A. (1985): Offene Fragen der Tropen-Geomorphologie. In: Zeitschrift für Geomorph. N.F. Suppl.-Bd. 56, 1–12.
- (1987): Geomorphologie der Tropen. Erträge der Forschung 248, Darmstadt.
- ZEESE, R. (1991): Fluviale Geomorphodynamik im Quartär Zentral- und Nordost Nigerias. In: Freiburger Geogr. Hefte 33, 199–208.