

Universität zu Köln, Geographisches Institut
Mittelseminar “Geographische Bildinterpretation” bei Dr. Oliver Bödeker

Reliefgenese in Nordwestnamibia

Fabian Steeg

steeg@netcologne.de

19. Februar 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	1
2	Randstufe und Randstufenlücke	2
2.1	Beschreibung	2
2.2	Erosive Interpretation	4
2.3	Plattentektonische Interpretation	5
2.3.1	Überblick	5
2.3.2	Morphographie	5
2.3.3	Morphogenese	8
2.3.4	Plattentektonisches Modell	9
3	Durchbruchstäler	10
3.1	Episodische Flüsse und Dwyka-Sedimente	10
3.2	Interpretation als Glazialtäler	12
3.2.1	Problematik	12
3.2.2	Reliefverschüttungsphasen	14
3.3	Epigenetische Interpretation	16
3.4	Talgenese im Tertiär und Quartär	17
4	Fazit	20

Abbildungsverzeichnis

1	Namibia: Relief und Höhen	1
2	Satellitenaufnahme: Bruchstörungen in Nordwestnamibia	3
3	Namibia: Geologie	4
4	Profile über das Khowarib-Plateau	6
5	Namibia: Hydrographie	7
6	Namibia: Niederschlagsvariabilität	8
7	Diagenetisch verfestigte Dwyka-Sedimente in einem Bohrkern	10
8	Fish River Canyon: alte Landoberflächen	11
9	Skizze: Dwyka-zeitliche fluvio-glaziale Sedimente	13
10	Waterberg: Etjo-Sandstein	14
11	Etendeka-Basalte am Brandberg	15
12	Skizze: Zeugenberge von Landoberflächen des Tertiärs	17
13	Junge Feinsedimente: Amspoort-Silt	19

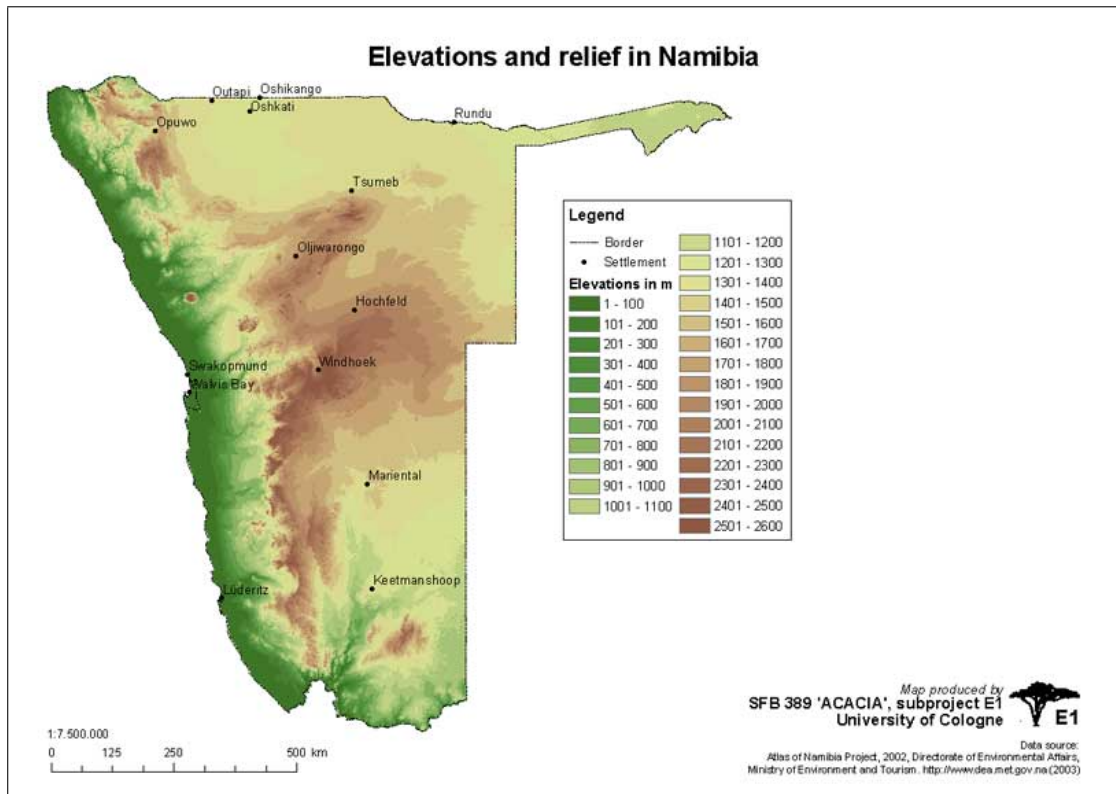


Abbildung 1: Namibia: Relief und Höhen (ACACIA-Atlas 2002)

1 Überblick

Gegenstand dieser Arbeit ist eine zusammenfassende Darstellung des Erkenntnisstandes zur Entstehung des Reliefs in Nordwestnamibia. Die traditionelle Vorstellung, ausgedrückt etwa in Hüser (1989), wonach beim Auseinanderbrechen Gondwanas als Schulter des zwischen Südamerika und Afrika entstehenden Grabens eine geschlossene Randschwelle entstand, welche nachfolgend zur heutigen, nicht durchgehenden (in Nordwestnamibia) südwestafrikanischen Randstufe ('Grosse Randstufe', *Great Escarpment*) erodierte, ist nicht mehr haltbar.

Neuere Untersuchungen liefern Hinweise auf eine ältere Anlage einiger Täler (Hüser *et al.* 2003) vor der Zeit der permo-karbonen Vereisung der Südhalbkugel (Lokalbezeichnung:

Dwyka) sowie eine epigenetische, jüngere Anlage von Tälern und eine höhere Bedeutung plattentektonischer Prozesse, die bis heute anhalten (Brunotte & Spönemann 1997) und sich durch Flexuren und Brüche äußern. Eine solche Interpretation liefert deutlich schlüssigere Erklärungen für die beobachteten Formen – insbesondere für die Randstufenlücke im Norden Namibias (bei etwa 20–22° S, siehe auch Abbildung 1) – als die traditionelle Erklärung.

2 Randstufe und Randstufenlücke

2.1 Beschreibung

Das Relief Südafrikas ist gekennzeichnet durch eine Randstufe, die die Küstenregion vom Hochplateau im Inneren des Kontinents trennt. In Namibia weist diese im Norden – bei 20–22° S – eine Lücke auf (siehe Abbildung 1).

Das Relief Südafrikas ist vor allem im Präkambrium entstanden. Spätere Reliefveränderungen gehen nicht auf Orogenese sondern auf plattentektonische Aktivität zurück, so auch die Entstehung der Randstufe. Die Randstufe stellt die einzige nach dem Kambrium entstandene Großform in diesem Gebiet dar und ist damit von außerordentlicher Bedeutung für die Geomorphologie des südlichen Afrika (Hüser 1989).

Während die tektonischen Beschaffenheiten des Schelfbereichs vor der Küste Namibias durch geologische Untersuchungen gut erforscht sind, traf dies für das Festland lange nicht zu. Eine Untersuchung der plattentektonischen Auswirkungen in diesem Bereich erfolgte erst relativ spät, z.B. durch Brunotte & Spönemann (1997).

Das südliche Afrika hat sich seit dem Zerbrechen Gondwanas vor etwa 100 Mio. Jahren um 1000 km nach Norden bewegt, was tektonische Aktivitäten – etwa in Form von Erdbeben oder Bruchstörungen (die überwiegend Küstenparallel streichen, siehe Abbildung 2) – verursacht. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach den Auswirkungen dieser Aktivitäten auf die Landoberflächen, die vor allem mit morphotektonischen Mitteln geklärt werden können, da inzwischen flächendeckend topographische Karten sowie Satelliten- und Luftbilder zur Verfügung stehen, die Studien des Reliefs ermöglichen (Brunotte & Spönemann 1997).

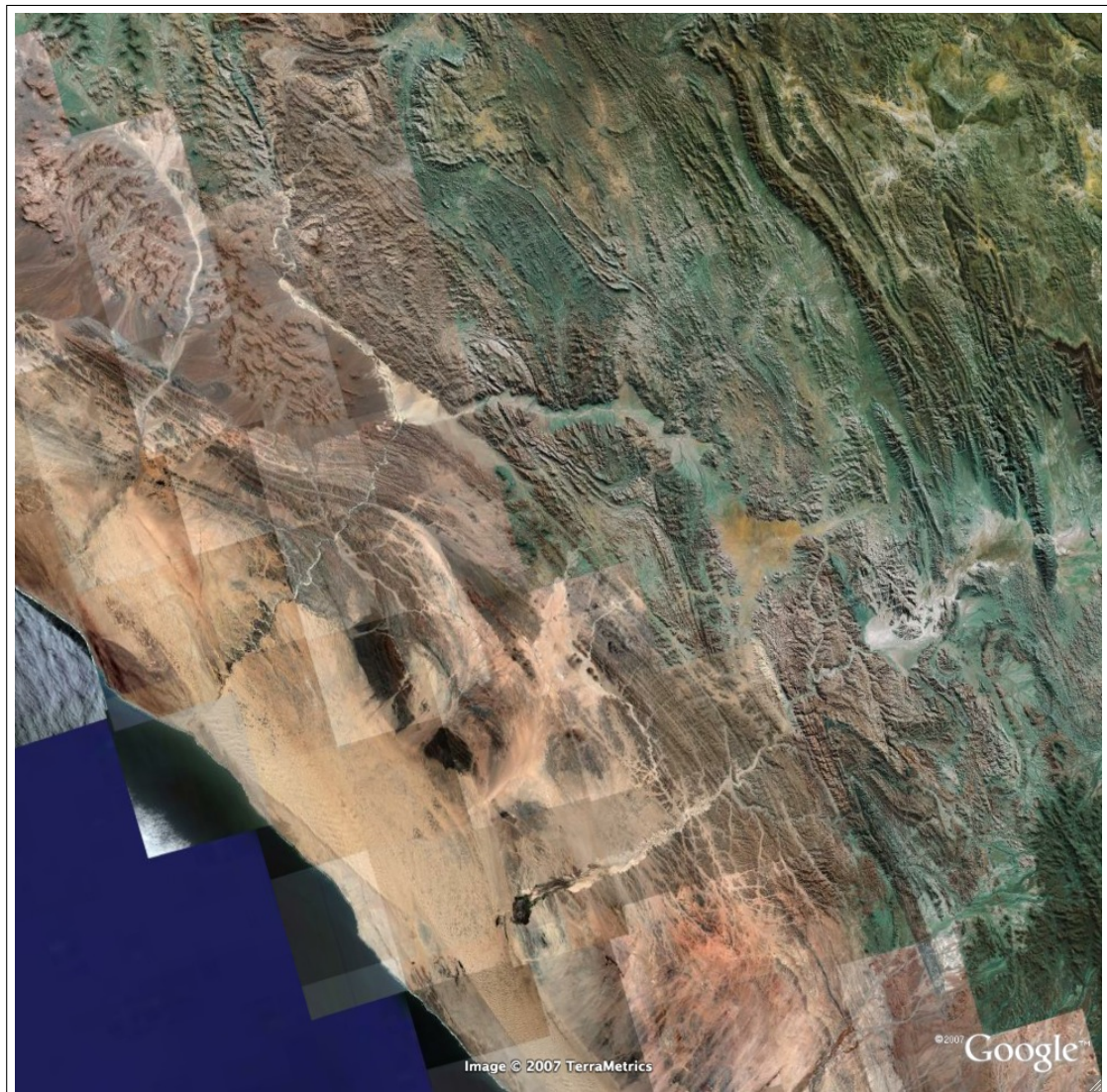


Abbildung 2: Satellitenaufnahme küstenparallel streichender Bruchstörungen in Nord-westnamibia; Quelle: TerraMetrics (2007); der Ausschnitt entspricht dem der Abbildung in Brunotte & Spönemann (1997)

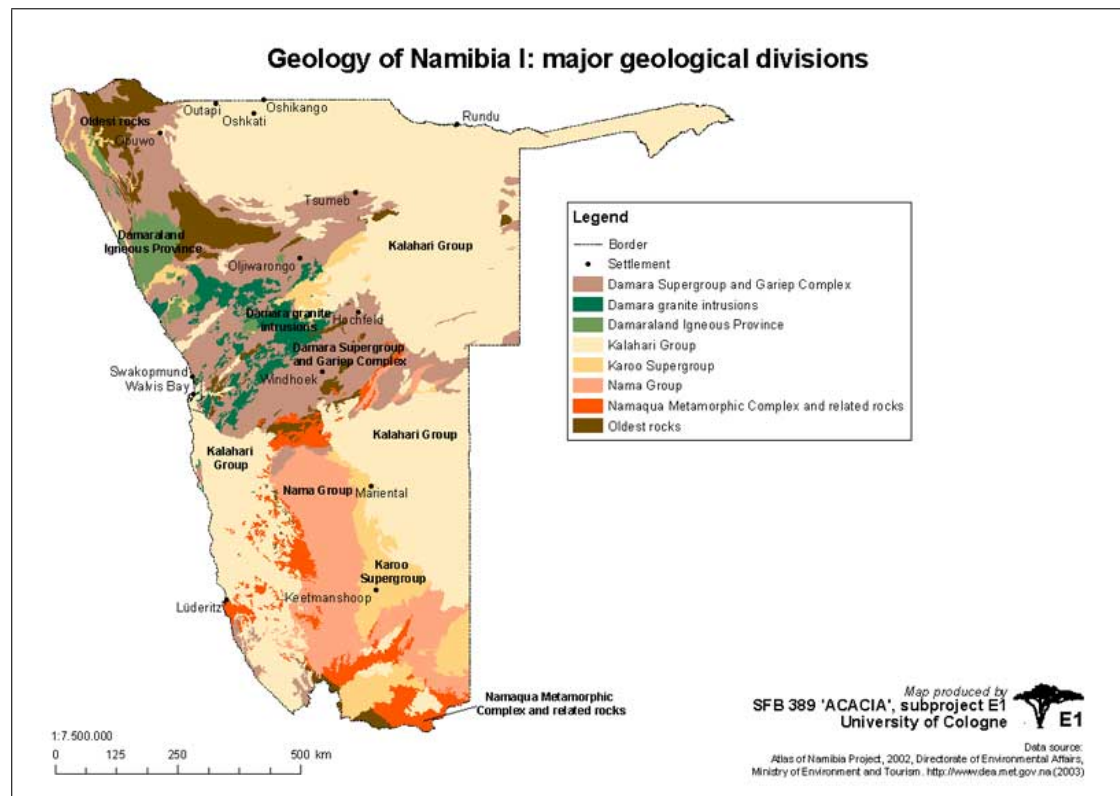


Abbildung 3: Namibia: Geologie (ACACIA-Atlas 2002)

2.2 Erosive Interpretation

Traditionell wurde die Randstufe durch Abtragung einer ursprünglich durchgängigen Randschwelle erklärt, welche beim Auseinanderbrechen Gondwanas entstanden sei. Die Randstufenlücke wurde durch die weniger resistenten, alten Damara-Granite erklärt (Hüser 1989, vgl. Abbildung 3), welche schneller erodiert worden seien. Dieser Vorstellung entspricht die Herangehensweise an die Problematik: Hüser (1989) etwa formuliert im Zusammenhang mit der Genese des Reliefs in der Region 4 offene Fragen zur Entstehung der ursprünglichen Randschwelle sowie 4 Fragen zur Entwicklung der Randschwelle zur heutigen Randstufe.

2.3 Plattentektonische Interpretation

Gegen die Erklärung der Lücke durch geringere Erosionsresistenz spricht, dass auch im Gebiet, in dem die Randstufe am deutlichsten ausgebildet ist, Damara-Granite den Untergrund bilden (siehe Abbildungen 1 und 3). Gegen eine Entstehung des Reliefs als durchgängige Randschwelle beim Zerschneiden Gondwanas sprechen auch epigenetische Durchbruchstäler, die ein geringeres Alter der Formen nahelegen. Brunotte & Spönemann (1997) interpretieren die Randstufe als Küstenflexur.

2.3.1 Überblick

Die morphographische Analyse von Brunotte & Spönemann (1997) hat gezeigt, dass eine durchgängige Randstufe im eigentlichen Sinn nicht vorhanden ist. Es finden sich Indizien für eine epigenetische Entwicklung der Durchbruchstäler und Hinweise auf "junge epirogene Verbiegungen der Oberfläche" (Brunotte & Spönemann 1997: 5, vgl. auch Abbildung 5), die einzige "befriedigende Erklärung" (Brunotte & Spönemann 1997: 11) für die Anordnung der Hauptwasserscheiden, die diagonal zu den Hauptstrukturen des Untergrundes verlaufen.

2.3.2 Morphographie

Brunotte & Spönemann (1997) untersuchen etwa eine Senke südlich von Sesfontein; hier werden zwei Umstände als Argumente gegen eine rein erosive Entstehung angeführt:

1. Eine nur teilweise und unregelmäßige Ausräumung spricht gegen eine formgebend geringere Gesteinsresistenz.
2. Es lassen sich geradlinige, grabenartige Fortsetzungen der Mulde nach Norden und nach Süden beobachten, die offenbar Bruchlinien darstellen.

Brunotte & Spönemann (1997) interpretieren die Form daher nicht als erosiv entstandene Mulde sondern als Zerrungsspalte. Eine weitere, früher durch Resistenzunterschiede erklärte Form, die von Brunotte & Spönemann (1997) auf tektonische Impulse zurückgeführt wird, ist eine Stufe nördlich von Sesfontein, die vom *Robbie's Pass* gequert wird ('Robbies Stufe'). Die Verbindung der Konfiguration der Talwasserscheiden östlich des Steilanstiegs der Stufe mit der Tatsache, dass die Stufe an drei Stellen von epigenetischen

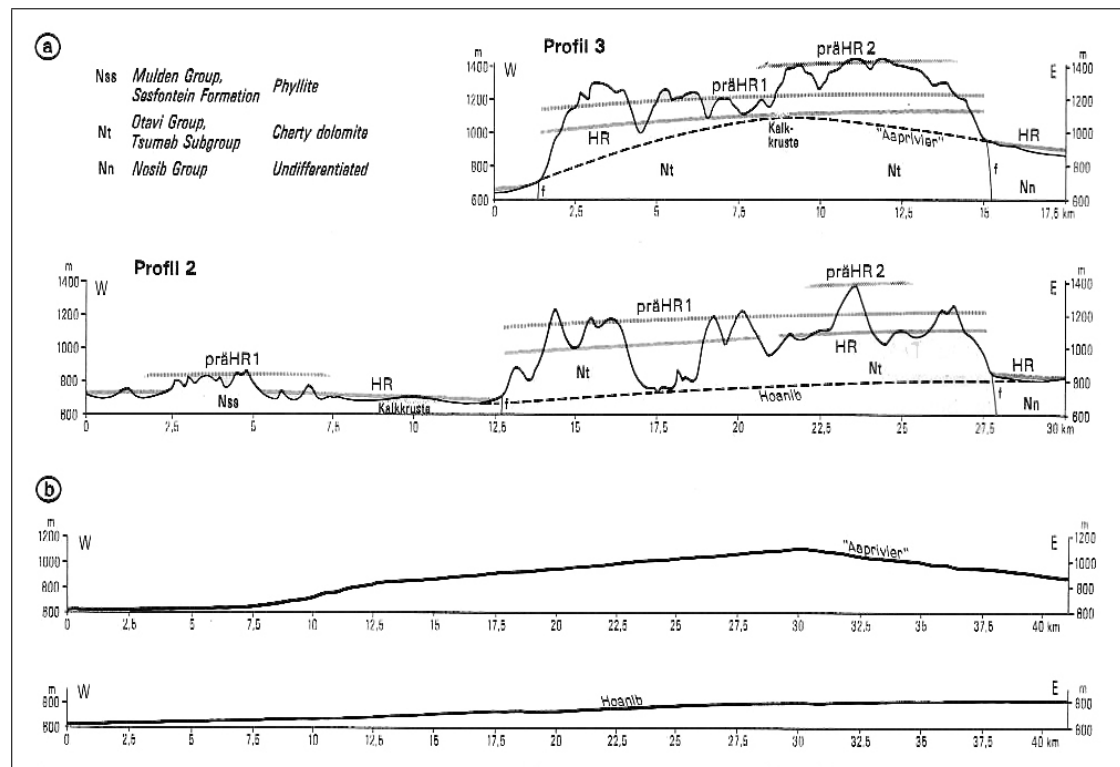


Abbildung 4: (a) Profile über das Khwarib-Plateau; (b) Längsprofile der Quertäler des Khwarib-Plateaus; aus Brunotte & Spönemann (1997)

Tälern gequert wird, die unabhängig vom Untergrund verlaufen, veranlasst Brunotte & Spönemann (1997) zur Interpretation der Stufe als Bruchstufe statt als Rumpfstufe (Denudationsstufe). Zum gleichen Schluss gelangt die Untersuchung auch für die Khwarib-Stufe, wobei hier fünf zentrale Argumente vorgebracht werden:

1. Südlich der Schlucht finden sich ausgedehnte Phyllitschiefer, was eine Resistenzstufe ausschließt.
2. Der Verlauf der Stufe stimmt nur teilweise mit dem Verlauf der Faltenstruktur der Damara-Granite überein.
3. Im Phyllitschiefer fand sich eine Bruchstörung, die darauf hinweist, dass Bruch-

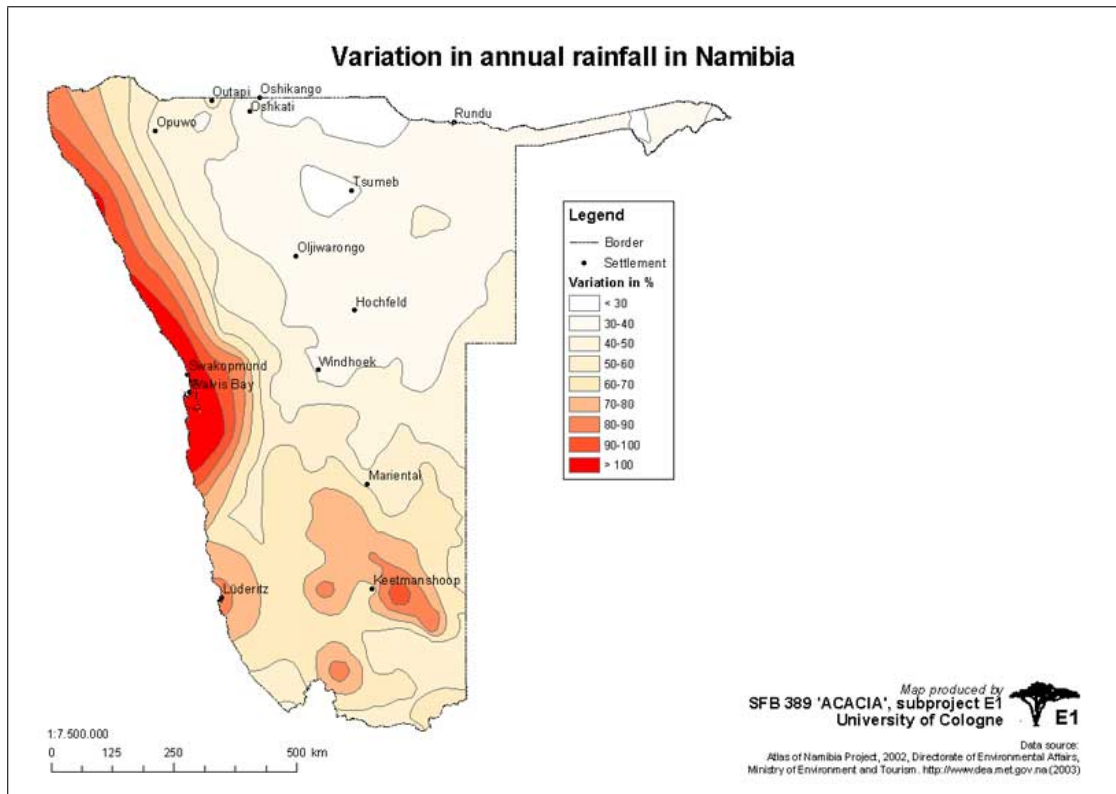


Abbildung 6: Namibia: Niederschlagsvariabilität (ACACIA-Atlas 2002)

2.3.3 Morphogenese

Brunotte & Spönemann (1997) beschreiben die Genese des Reliefs in Nordwestnamibia auf Grundlage alter Landobeflächen. Eine solche Interpretation werde durch zwei Aspekte erschwert:

1. Wiederaufgedeckte Prä-Dwyka- und Prä-Etjo-Flächen können als jüngere Flächen fehlinterpretiert werden; Die Sedimente der Karoo-Serie sind zur morphogenetischen Interpretation unbrauchbar, da sie in die Denudation einbezogen sind (siehe auch Abschnitt 3.3).
2. Durch Dislozierung von Flächen kann die Anzahl von Stockwerken fehlinterpretiert werden; die Untersuchung von Brunotte & Spönemann (1997) erfolgt daher in

einem Gebiet, in dem Dislozierungen ausgeschlossen werden können.

Im Gebiet des Khowarib-Plateaus lassen sich Altflächen nachweisen; in der Khowarib-Schlucht selbst finden sich junge Feinsedimente (siehe auch Abschnitt 3.4); 950 bis 1050 m darüber findet sich ein Stockwerk mit Talmäandern und Umlaufbergen, die eine epigenetische Talentwicklung beweisen, ausgehend von einer Fläche in etwa 1200 m Höhe (Brunotte & Spönemann 1997: 12). Reste dieser Fläche sind die in Abbildung 4a erkennbaren Gipfelfluren. Ebenfalls aufgrund vorhandener Talmäander und Umlaufberge vermuten Brunotte & Spönemann (1997) eine weitere epigenetische Talgenese, ausgehend von einer Fläche in etwa 1400 m. Das Gefälleprofil des Aaprivier (siehe Abbildung 4b) ist ein Hinweis auf eine relativ junge tektonische Bewegung der westlichen Khowarib-Stufe.

2.3.4 Plattentektonisches Modell

Die Morphogenese wird als Ergebnis der Untersuchung in folgende Phasen eingeteilt (in Abbildung 4 finden sich Querprofile über das Khowarib-Plateau mit den vermuteten alten Landoberflächen):

1. Präriftphase: Die Oberfläche von Gondwana wird kuppelartig aufgewölbt, durch Abtragung entsteht eine Landoberfläche (präHR3).
2. Riftbildungsphase: Gondwana zerbricht und es bildet sich der Mittelatlantische Rücken, dessen Schultern den späteren Schelfrand des afrikanischen Kontinents bilden; durch die neue Erosionsbasis entsteht eine weitere Landoberfläche (präHR2).
3. Postriftphase 1: Durch eine tektothermische Hebung kommt es zu verstärkter Abtragung und dadurch zur Bildung einer weiteren Landoberfläche (präHR1).
4. Postriftphase 2: Die kontinentale Randabdachung biegt sich auf; dies stellt eine isostatische Ausgleichbewegung dar, die als Reaktion auf die vorherige Abtragung auftrat. Diese Aufbiegung führt zur Bildung der Haupttrumpffläche (HR). Die zweite Postriftphase hält bis heute an (Brunotte & Spönemann 1997).

In diesem Sinn interpretieren Brunotte & Spönemann (1997) das Relief in Nordwest-namibia als mehrphasige, aus Brüchen und Flexuren entstandene Form, einem der ursprünglichen Interpretation als Abtragungsstufe widersprechender Befund. Die Prozesse der Reliefformung halten dabei bis heute an.

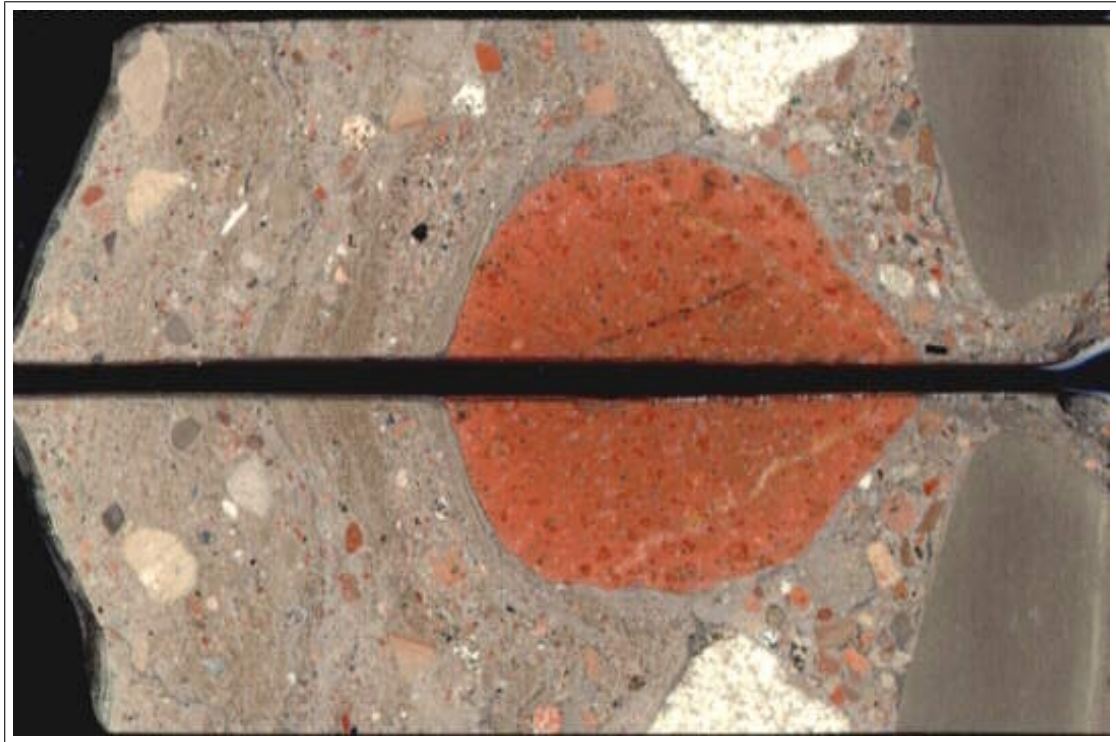


Abbildung 7: Diagenetisch verfestigte Dwyka-Sedimente in einem Bohrkern (Univ.-Cape-Town 2003)

Ein anderes Beispiel für eine solche mehrphasige, durch Rifting geprägte Landschaft mit mehreren tischebenen, tafelartigen Landoberflächen ist etwa der Fish River Canyon (siehe Abbildung 8) im Süden Namibias.

3 Durchbruchstäler

3.1 Episodische Flüsse und Dwyka-Sedimente

Im Nordwesten Namibias finden sich vier größere episodische Flüsse (Regionalbezeichnung *Riviere*, niederländisch für 'Fluss'), die in den Atlantik entwässern. Die großen Riviere von Norden nach Süden sind Hoanib, Uniab, Huab, Ugab, Omaruru, Swakop



Abbildung 8: Alte Landoberflächen am Fish River Canyon (Schoch 2003)

und Kuiseb (Hüser 1989, vgl. Abbildung 5).

Die Riviere weisen als Gemeinsamkeiten ihre vom anstehenden Gestein geprägten Talquerprofile sowie “unausgereifte” (Hüser *et al.* 2003) Tallängsprofile auf. In diesem Bereich ist eine Randstufe “nicht eindeutig zu lokalisieren” (Hüser *et al.* 2003: 8, in diesem Bereich befindet sich die zuvor beschriebene Randstufenlücke). Das Gebiet ist ein arider bis hyperarider Raum und gekennzeichnet durch oft lokal sehr begrenzte Starkniederschlagsereignisse in Abständen von viele Jahren (siehe auch Abbildung 6).

In vielen dieser Flusstäler finden sich Sedimente aus der Zeit der permo-karbonen Vereisung der Südhalbkugel (Lokal: Dwyka), etwa Schotter, die mitunter Größen aufweisen, die in dieser Region am besten durch den hohen Druck austretender Schmelzwasser in Gletschern zu erklären und daher wohl fluvio-glazialen Ursprungs ist (siehe Abbildung 9) sowie weitere glaziale Sedimente der Dwyka-Vereisung (siehe Abbildung 7).

3.2 Interpretation als Glazialtäler

3.2.1 Problematik

Aufgrund der oben beschriebenen Dwyka-Sedimente wurden die Täler als glazigen interpretiert. Als zusätzliches Argument wurden Schleifspuren vorgebracht, die als Gletscherschrammen interpretiert wurden; solche Spuren können aber – insbesondere unter den lokalen klimatischen Bedingungen – auch von Schuttransport verursacht sein (Brunotte & Spönemann 1997, siehe auch Abschnitt 3.3).

Dennoch sind die Sedimente ein Indiz für eine mögliche Dwyka-zeitliche Entstehung der Täler (Hüser *et al.* 2003). Eine solche Interpretation birgt zwei Probleme in sich, von denen das erste als grundsätzlich geklärt, das zweite als grundsätzlich ungeklärt charakterisiert werden kann (Hüser *et al.* 2003):

1. Die Annahme einer dwyka-zeitlichen Entstehung der Täler impliziert eine damals vorhandene, nach Westen gerichtete Abdachung, um ein Abfließen der Gletscher in Täler nach Westen zu ermöglichen. Stollhoven (1999) konnte nachweisen, dass es bereits vor dem Auseinanderbrechen Gondwanas zwischen dem heutigen Südamerika und dem heutigen Afrika eine Tiefenlinie gab, die sogar marin geflutet war, belegt durch marine Sedimente (Hüser *et al.* 2003).
2. Das zweite Problem liegt in der Erklärung der heute offenliegenden Täler, die in den

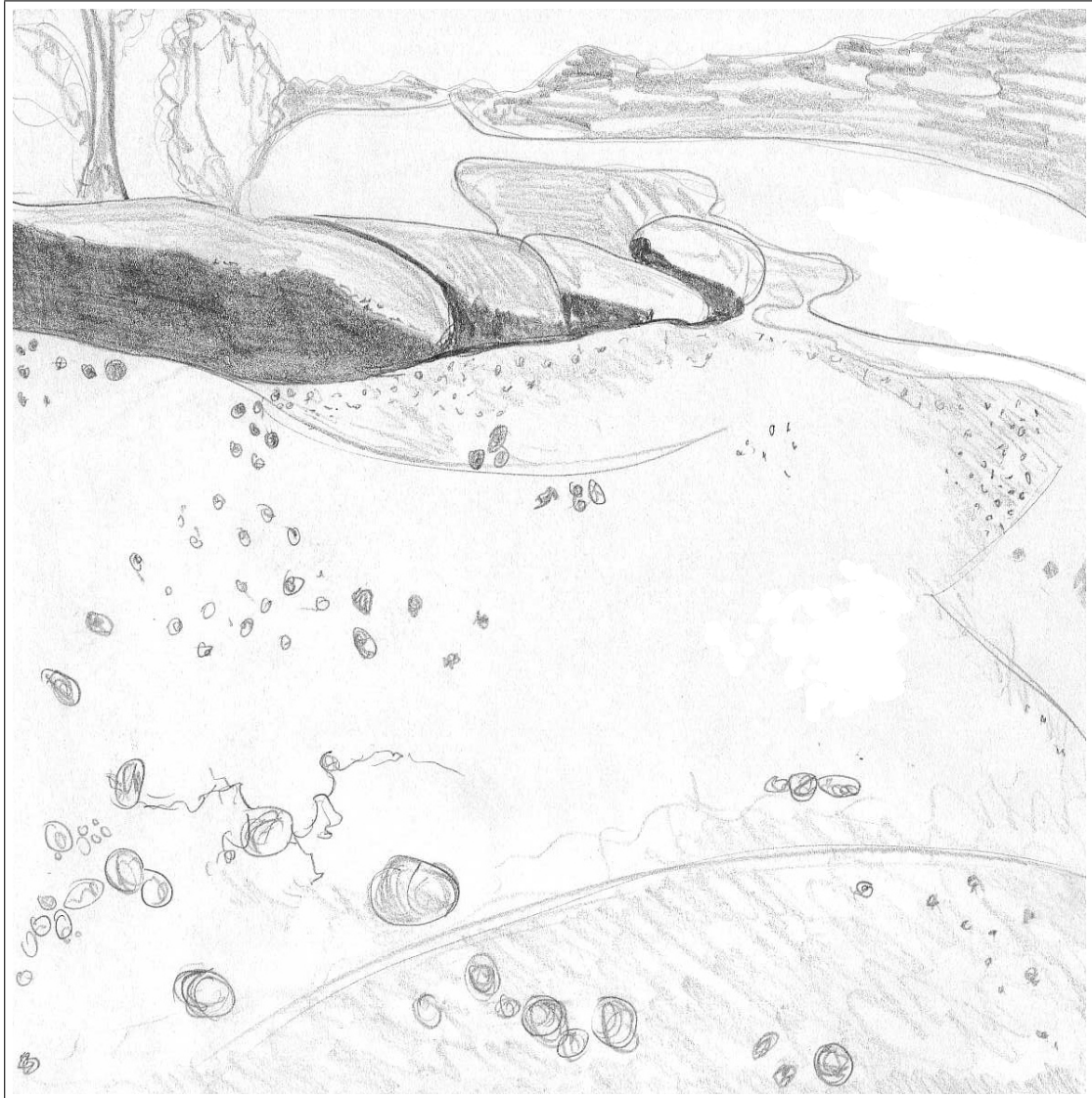


Abbildung 9: Dwyka-zeitliche fluvio-glaziale Sedimente; Skizze, angefertigt nach einer Fotografie (Seminar 2007)



Abbildung 10: Senkrecht geklüfteter Etjo-Sandstein am Waterberg (TU-Freiberg 2003)

200 Millionen Jahren seit ihrer angenommenen Entstehung einer “äußerst wechselvolle[n] Geschichte” (Hüser *et al.* 2003) unterlagen und für die daher die Tatsache zu erklären ist, dass das Relief ausgerechnet bis auf das Niveau der ursprünglichen Täler wieder abgetragen wurde.

3.2.2 Reliefverschüttungsphasen

Für den zweiten Punkt sind vor allem zwei reliefverschüttenden Phasen bedeutsam: Die Karoo-Folge, beginnend mit den Dwyka-Sedimenten, nachfolgend ergänzt durch Etjo-Ablagerungen im Trias. Die zu dieser Zeit eingebrachten sandigen Sedimente entwickelten sich zum heutigen Etjo-Sandstein (siehe auch Abbildung 10). Von dieser Verschüttung waren vor allem die Tiefenlinien des Reliefs betroffen.

Eine zweite Phase bildet die anschließende Förderung von Flugbasalten, die beim Ausein-



Abbildung 11: Etendeka-Basalte am Brandberg (Univ.-Cape-Town 2007)

anderbrechen Gondwanas entstanden und im Gegensatz zur ersten Reliefverschüttung weitflächige Ablagerungen von “wesentlich grösserer Mächtigkeit” (Hüser *et al.* 2003) hinterließen. Auch in dieser Phase wurden naturgemäß besonders Tiefenlinien und Täler verschüttet.

Es stellt sich insbesondere für diese zweite Phase der Verschüttung die Frage, wie die Basaltausräumung dieser Ablagerungen exakt auf das Niveau der ursprünglichen Täler zu erklären ist. Aus der Tatsache, dass die “einst wohl flächenhaft verbreiteten” (Hüser *et al.* 2003) Basalte heute nur noch in Form einiger Tafelberge vorhanden sind (siehe auch Abbildung 11), schließen Hüser *et al.* (2003) zwei Dinge:

1. Die Ausräumung muss über lange Zeiträume erfolgt sein und habe “sicherlich schon in der Kreide” (Hüser *et al.* 2003) begonnen.

2. Die Abtragung der leichten Basalte muss durch klimatische Prozesse geschehen sein; dazu muss eine Zunahme an Feuchtigkeit angenommen werden, da Basalte unter ariden Bedingungen abtragungsresistenter sind. Ein Wandel des ariden Etjo-Klimas zu einem feuchteren Klima ist durch die Öffnung des Südatlantiks und die dadurch entstehende Nähe zum Meer erklärbar, allerdings fehlen für den entsprechenden Zeitraum in der Region “weitgehend die geowissenschaftliche Belege” (Hüser *et al.* 2003); es finden sich jedoch einige Hinweise, etwa in Form von Mineralen, die starke chemische Reaktionen (unter feucht-warmem Klima) voraussetzen (z.B. Rutil und Turmalin) oder Eisenoxide auf Sandsteinresten (Hüser *et al.* 2003).

Aufgrund des oben erwähnten Fehlens geowissenschaftlicher Belege für den Zeitraum Kreide und Tertiär in der Region ist die Frage der Talgenese in Namibia Grundlage für “kontroverse Diskussionen” (Hüser *et al.* 2003).

3.3 Epigenetische Interpretation

Die Dwyka-Sedimente lassen jedoch nicht überall so weitreichend auf eine Dwyka-zeitliche Anlage der Täler schließen. Der Grund dafür ist, dass die Sedimente häufig nicht *in situ* liegen, sondern tektonisch verstellt sind (Brunotte & Spönemann 1997).

So ist etwa das Gomatum-Tal von Martin (1969) als Glazialtal interpretiert worden, während Brunotte & Spönemann (1997) es als Zerrungsspalte identifizieren konnten. Grundlage dafür bilden die erwähnte tektonische Verstellung sowie die Tatsache, dass die Talflanken “puzzleartig ineinanderpassen” (Brunotte & Spönemann 1997). Die Schleifspuren, vormals als Gletscherschrammen interpretiert, werden für das Gomatum-Tal durch eine mögliche Verschiebung erklärt, die quer zur Nord-Süd-Dehnung verlaufen sein könnte.

Ein Erklärung für das Vorhandensein der Dwyka-Sedimente könnte folgendermaßen lauten: Grabenbrüche, die vor der Dwyka-Vereisung bestanden, wurden vom Gletscher mit Sedimenten aufgefüllt und anschließend mit Etendeka-Basalten bedeckt. Nachdem diese mitunter 1000 m mächtigen Sedimente abgetragen waren, konnten die in den Grabenbrüchen geschützten Dwyka-zeitlichen Sedimente von Flüssen freigelegt werden und finden sich damit in den heutigen Tälern. In einem solchen Szenario lassen die in den Tälern vorhandenen Dwyka-Sedimente keine Rückschlüsse auf eine Entstehung der Täler zur Dwyka-Vereisung zu (Seminar 2007).

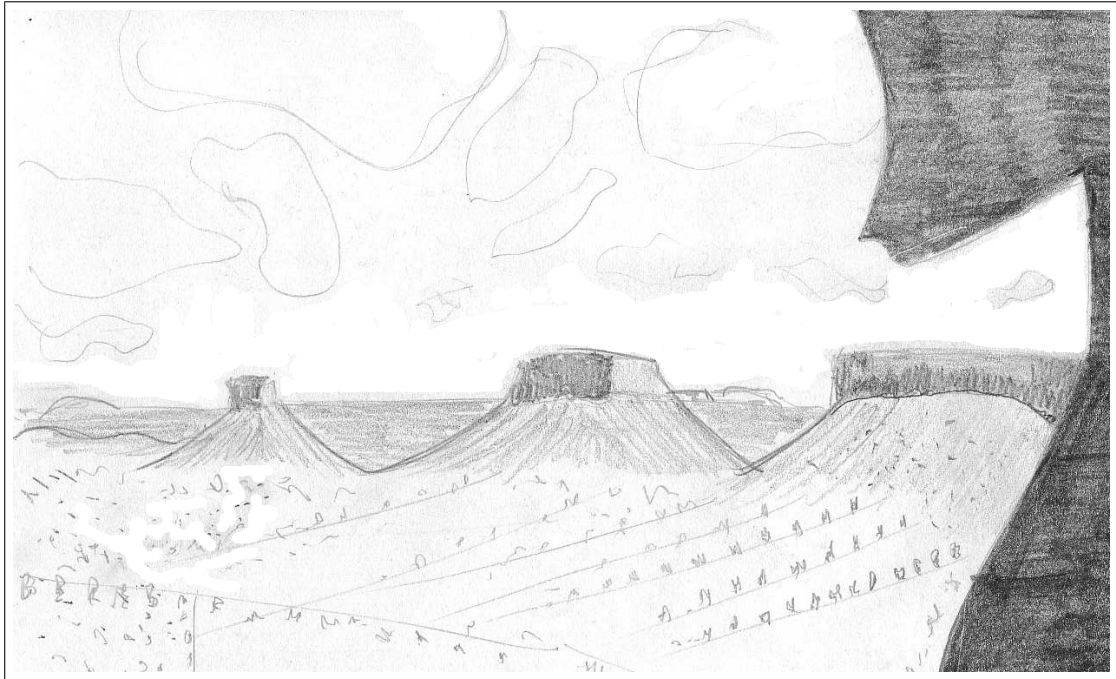


Abbildung 12: Zeugenberge von Landoberflächen des Tertiärs; Skizze, angefertigt nach einer Fotografie (Seminar 2007)

Brunotte & Spönemann (1997) bezeichnen dementsprechend die Interpretation der Täler als Glazialtäler aufgrund der jüngeren epigenetischen Entwicklung (siehe Abschnitt 2.3) als "nicht haltbar" (Brunotte & Spönemann 1997: 11). Da die Flüsse unabhängig vom Gestein verlaufen handelt es sich um vererbte, epigenetische Täler; im Bereich von Bruchstufen kommt es zur Bildung antezedenter Täler (siehe auch Abschnitt 2.3).

3.4 Talgenese im Tertiär und Quartär

Belegbar ist, dass die Täler zumindest zu Beginn der Aridisierung des afrikanischen Kontinentalrandes bereits vorhanden waren, denn durch die spätestens im oberen Miozän einsetzende Aridisierung wurde klastisches Material gefördert, das die Täler verschüttete. Dieses Material lässt sich etwa in Tafelbergen im Ugab-Tal nachweisen (Hüser *et al.* 2003: 91, siehe auch Abbildung 12).

Im Zuge der Aridisierung des südwestafrikanischen Kontinentalrandes wandelten sich die Flüsse von möglicherweise ganzjährig wasserführenden (perennierenden), in den Atlantik entwässernden (exorhäischen) Flüssen zu periodischen und schließlich zu episodischen Flüssen. Eine (erneute) Ausräumung dieser Verschüttung ist durch eine tektonische Hebung nach der Ausräumung der Basalte zu erklären (Hüser *et al.* 2003).

Als jüngste Auffüllung der Täler finden sich feinkörnige, lössähnliche Sedimente in vielen Rivieren (siehe Abbildung 13). Für die Akkumulation der Sedimente nennen Hüser *et al.* (2003) neben den nicht immer vorhandenen Dünenblockaden zwei Ursachen:

1. Sedimentation durch auslaufendes Hochwasser; diese Vorstellung impliziert eine immer freie Hauptabflusslinie und geht damit nicht von einer Erosionsphase aus; dies entspricht der heutigen fluvialen Dynamik und erlaubt damit keine paläoklimatischen Schlüsse. Belege für diese Vorstellung finden sich etwa am Hoanib, wo nachgewiesen werden konnte, dass jüngere Sedimentschichten durch Hochwasserereignisse verursacht sind (Hüser *et al.* 2003: 93).
2. Eine gegensätzliche Vorstellung deutet die Sedimente nicht als Ergebnisse von starken Abflüssen sondern im Gegenteil als mehrphasig abgelagerte Sedimente, verursacht von einem durch Trockenheit bedingten Auslaufen der Flüsse bevor diese die Mündung erreichten; in dieser Weise wird Schicht auf Schicht gelagert. Beleg für diese Vorstellung ist vor allem die Mächtigkeit der Sedimente. Im Rahmen dieser Vorstellung wären die Sedimente ein "geowissenschaftliches Archive des jüngeren Quartärs" (Hüser *et al.* 2003: 93).

Eine eindeutige Interpretation dieser jüngsten Auffüllungen der Täler wird erschwert durch Umlagerungsprozesse und Zwischensedimentationen (Hüser *et al.* 2003).



Abbildung 13: Junge Feinsedimente im Hoanib: Amspoort-Silt; aus: Hüser *et al.* (2003),
Bildquelle: Seminar (2007)

4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich damit zur Entstehung des Reliefs in Nordwesnamibia Folgendes festhalten: Eine Erklärung der Randstufe als reine Abtragungsform einer ehemals geschlossenen Randschwelle (Hüser 1989) ist nicht haltbar. Stattdessen handelt es sich zumindest regional um Altformen, gebildet im oberen Paläozoikum, die heute wieder aufgedeckt sind (Hüser *et al.* 2003) sowie um Flexuren und bruchtektonische Formen mit epigenetischen Durchbruchstälern (Brunotte & Spönemann 1997). Insgesamt sind wohl rezente Prozesse (etwa die beschriebenen Prozesse der Akkumulation von jungen Feinsedimenten oder plattentektonische Prozesse) stärker für Formungsprozesse in der Region verantwortlich als zuvor angenommen; damit ist hier eine morphodynamische Betrachtung angebracht.

Literatur

- BRUNOTTE, E. & J. SPÖNEMANN: 1997, 'Die kontinentale Randabdachung Nordwestnamibias: eine morphotektonische Untersuchung', *Petermanns Geographische Mitteilungen* **141**(1997/1), 3–15.
- HÜSER, K.: 1989, 'Die Südwestafrikanische Randstufe. Grundsätzliche Probleme ihrer geomorphologischen Entwicklung', *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.* **74**, 95–110.
- HÜSER, K., W. D. BLÜMEL & B. EITEL: 2003, 'Zum Problem der Talbildung im nordwestlichen Namibia', *Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie* **18**.
- MARTIN, H.: 1969, 'Paläomorphologische Formelemente in den Landschaften Südwestafrikas', *Geologische Rundschau* **58**, 121–128.
- STOLLHOVEN, H.: 1999, 'Karoo-Synrift-Sedimentation und ihre tektonische Kontrolle am entstehenden Kontinentalrand Namibias', *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* **149**, 519–632.

Karten und Bilder

- ACACIA-Atlas: 2002, 'Digitaler Atlas von Namibia', ACACIA Projekt E1, SFB 389, Universität zu Köln <http://www.uni-koeln.de/sfb389/e/e1/download/atlas_namibia/>.
- Schoch, T.: 2003, 'Fish River Canyon, Namibia', Wikimedia Commons Database, <<http://commons.wikimedia.org/>>.
- Seminar: 2007, 'Materialien zur Lehrveranstaltung 6717: Geographische Bildinterpretation', <<http://uk-online.uni-koeln.de/>>.
- TerraMetrics: 2007, 'TerraMetrics Satellitenaufnahme in Google Earth bei 19 Grad S, 13 Grad O', <<http://earth.google.com/>>.
- TU-Freiberg: 2003, 'Protokoll: Namibia-Exkursion', Technische Universität Bergakademie Freiberg <<http://www.geo.tu-freiberg.de/studenten/namibia/>>.
- Univ.-Cape-Town: 2003, 'Rock Art Gallery', University of Cape Town, Department of Geological Sciences <<http://web.uct.ac.za/depts/geolsci/dlr/rocks/>>.
- Univ.-Cape-Town: 2007, 'Damaraland Central Igneous Complexes', University of Cape Town <<http://web.uct.ac.za/depts/geolsci/dlr/ring/brand.html>>.