

FAZIELLE UNTERSUCHUNGEN AN METAPSAMMITEN DER DURUCHAUS FORMATION (GEELKOP-AUFWÖLBUNG, SÜDLICHES DAMARA OROGEN, NAMIBIA/SÜDWESTAFRIKA) FACIES INTERPRETATION OF METAPSAMMITES OF THE DURUCHAUS FORMATION (GEELKOP DOME AREA, SOUTHERN DAMARA OROGEN, NAMIBIA/SOUTH WEST AFRICA)

Thomas Löffler und Hubertus Porada

Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre, Universität Göttingen, Goldschmidtstr. 3, D-3400 Göttingen, West Germany

ABSTRACT

The psammitic, pelitic, calcareous and partly evaporitic metasediments of the Duruchaus Formation (Nosib Group) at the southern margin of the intracontinental Pan-African Damara Belt were studied with regard to sedimentology and facies. They were deposited during the Nosib rift stage in the early development of the Damara Orogen.

Two different facies have been recognized in the quartzitic marker beds in the upper part of the Duruchaus Formation in the Gurumanas area. The pebbly, partly coarse-grained quartzites of the Arovley Member in the centre of the Gurumanas Dome represent a fluvial sequence. This is clearly indicated by the sedimentological inventory, particularly by the regular cyclic development of fining upward sequences in sections of 1 to 10 m thickness. The often distinctly finer-grained, and vertically aggregated flood plain sediments in the upper portions of the cycles can be attributed to a meandering stream type with otherwise predominantly sandy sediments. These fluvial deposits were formed in the lower course of the 'Kamtsas rivers'. The almost entire absence of planar and longitudinal cross-bedding in upper point bar sediments of respective sequences and the occasionally poorly sorted, coarse sand and gravel fractions in the basal quartzite of a sequence are indicative of a temporally and locally lower sinuosity and thus of increase in transport energy in the river bed. The development of an overall fining upward through the sequences of the upper Arovley member documents a lateral transition from flood plain sediments of the 'Kamtsas rivers' to finer-grained, marginal deposits of a 'Duruchaus lake basin'. Lateral sediment supply to this elaborate river regime from alluvial fans, probably originating from the escarpment of the "southern half graben", is suggested by thin intercalations of fanglomerates which were incorporated into the cycles of the river sediments.

The second, more distal facies type in the linearly transported Duruchaus clastics is exemplified by the Narais Member. Many of the finer-grained quartzites of the Narais Member which are intercalated in metapelitic-calcareous basin sediments exhibit a rudimentary coarsening upward sequence in the upper portions of the section. This is supportive of rudimentary deltaic sediment fans at the mouth of the 'Kamtsas rivers', which may have projected progressively into a perennial 'Duruchaus lake' at the depocentre.

Finally, the above mentioned facies types in the upper Duruchaus Formation will be incorporated into the facies scheme presented here. Facies relationships in the investigated portion of the Duruchaus Formation indicate general fluvial transport to the south-west, into a perennial lake situated in the depocentre.

Synsedimentary gravitative and early tectonic deformation structures in the unconsolidated sediments (faulting, slumping, dewatering, etc.) provide evidence of tectonic unrest during the Duruchaus sedimentation.

The quartzite members in the Duruchaus profile may be understood as distal equivalents of the coarse clastic Kamtsas facies sequence which is mainly exposed further to the east. In the Geelkop Dome area 'Kamtsas rivers' discharged into the lacustrine realm of the Duruchaus facies. Under this aspect the conventional lithostratigraphic definition of the Kamtsas and Duruchaus Formation (SACS, 1980) deviates from the true facies differentiation between alluvial-fluvial (Kamtsas) and lacustrine-evaporitic (Duruchaus).

1. EINLEITUNG

1.1 Arbeitsgrundlagen

Im Folgenden werden Ergebnisse einer ersten Bestandsaufnahme der Fazies in der Duruchaus Formation dargestellt. Die Arbeiten wurden mit dem Ziel durchgeführt, zu einer räumlich-zeitlichen Analyse des Ablagerungsraumes der Duruchaus Formation zu gelangen. Dabei standen zunächst stratigraphisch-sedimentologische Arbeitsmethoden im Gelände im Vordergrund. Als Arbeitsgrundlagen dienten unveröffentlichte Kartierungen im Maßstab 1:100 000 und 1:50 000 von Hälbich (1970), Hoffmann und Schalk (1985) und Hoffmann (1985a,b), sowie Luftbilder im Maßstab 1:36 000 und einzelne Vergrößerungen hiervon. Zu den Manuskriptkarten waren ausreichende Erläuterungen zum Teil nicht verfügbar. Unter der Führung von K.H. Hoffmann (Geological Survey of South West Africa/

Namibia) wurde eine eintägige Einführungsexkursion durchgeführt, welche die Lithostratigraphie der Duruchaus Formation auszugsweise behandelte.

1.2 Geologisch-stratigraphischer Überblick

Die Nosib Gruppe mit ihrer faziell-regionalen Differenzierung in Kamtsas Formation und Duruchaus Formation (Martin, 1965; Hälbich, 1970; Schalk, 1970) begleitet den Südrand des Damara-Orogens über eine Erstreckung von etwa 400 km (vergl. Geological Map South West Africa, 1980; Behr *et al.*, 1983a, Fig. 1). Das größte zusammenhängende Vorkommen von Duruchaus-Metasedimenten liegt im nördlichen Rehoboth Gebiet im Bereich der Geelkop-Aufwölbungsstruktur (Abb.1).

Die Gesteine der Duruchaus Formation umfassen eine pelitisch-karbonatisch-evaporitisch geprägte Faziessequenz der Nosib Gruppe im südlichen Damara

Orogen. Sie sind Teil der basalen riftgebundenen Sedimentationsabfolge der jungproterozoischen Orogenentwicklung in Namibia (Martin und Porada, 1977; Porada, 1985) und wurden in die alpinotype Tektonik des intrakontinentalen Astes des Damara Orogens einbezogen (Miller, 1983).

Das Duruchaus-Vorkommen im Bereich des Geelkop-Gebietes gehört zu einem autochthonen oder parautochthonen Komplex mit vergleichsweise geringer Deformation. Eine weitspannige Faltung mit einer markanten Schieferung und eine spätere Geelkop-Aufwölbung mit untergeordneten Teilgewölben (Geelkop-Gewölbe, Gurumanas-Gewölbe) charakterisieren die tektonische Situation (vergl. Miller, 1983, Fig. 15). Dieser Komplex wurde von Nordwesten durch die Damara-Deckentapel aus geosynklinalen Gesteinen der Swakop Gruppe und aus Gesteinen des Prädamara-Grundgebirges (z.B. Billstein Formation) überfahren. Dabei wurden in der

Nähe der Bewegungsbahnen die Duruchaus-Gesteine intensiv verformt. Die Deckenreste umrahmen heute halbfensterartig den Duruchaus-Komplex. Die lithologisch abwechslungsreichen Duruchaus-Metasedimente wurden von einer Regionalmetamorphose der mittleren Grünschieferfazies betroffen (Miller und Hoffmann, 1981).

Das mehrere tausend Meter umfassende Metasediment-Profil der Duruchaus Formation zeigt eine Wechsellagerung von pelitisch-karbonatischen Gesteinen als "Hintergrundsedimente", in die psammitische, seltener konglomeratische, Abfolgen eingeschaltet sind. Die lithostratigraphische Bedeutung dieser Metapsammite, die zu Quarzit-Membren zusammengefaßt werden können, lateral weit aushalten und sich mit Metapeliten verzahnen, wurde bereits im Rahmen der Kartierung von Hälbich (1970) erkannt. Von Hoffmann (1985a,b; 1987) sind sie genauer auskartiert und als Leithorizonte

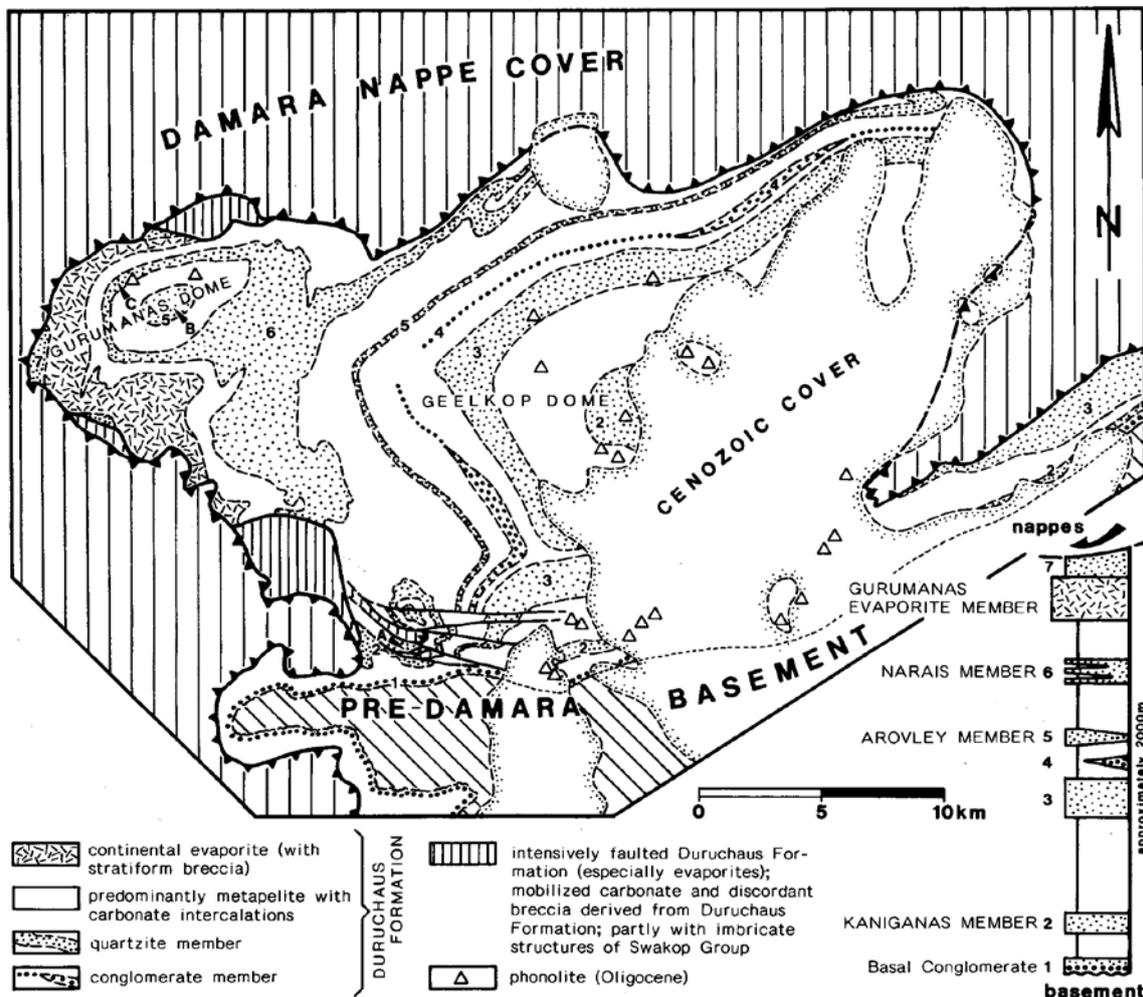


Abb 1: Vereinfachte geologische Karte des Arbeitsgebietes und schematisiertes lithostratigraphisches Standard-Profil der Duruchaus Formation; im Wesentlichen nach Hälbich (1970), Miller und Hoffmann (1981), Röhrs (1982), Hoffmann (1985 a,b; 1987), Hoffmann and Schalk (1985) und Schalk (1982). A - Bearbeitungsgebiet des fluviatilen Kaniganas Member mit synsedimentärer Tektonik; B - Bearbeitungsgebiet des fluviolakustrinen Narais Member; C - Bearbeitungsgebiet des fluviolakustrinen Narais Member.

Fig. 1: Simplified geologic map of the study area and schematic lithostratigraphic profile of the Duruchaus Formation; essentially after Hälbich (1970), Miller and Hoffmann (1981), Röhrs (1982), Hoffmann (1985 a, b; 1987), Hoffmann and Schalk (1981) and Schalk (1982). A - Study profiles of fluvial Kaniganas Member with synsedimentary tectonic structures; B - study profiles of fluvial Arovley Member; C - study profiles of fluviolacustrine Narais Member.

erprobt worden (vergl. Standardprofil in Abb. 1). Die Quarzite greifen als Vorstöße einer klastisch-proximaleren Faziessequenz (alluvial-fluviatile Kamtsas Formation) in die distal-feinkörnige lakustrine Duruchaus-Sedimentation in einem Depotzentrum des "Southern halfgraben" (sensu Porada, 1985) ein. Die Duruchaus Formation enthält als finale Entwicklung ein Salinar aus zyklisch aufgebauten, kontinentalen Evaporiten vom alkalischen Typ. Dieser Playa-See-Komplex hat als einziger Abschnitt des Duruchaus-Profiles durch Röhrs (1982) und Behr *et al.* (1983b, 1983c) eine differenzierte Faziesanalyse und geochemische Bearbeitung erfahren. Die Evaporite müssen aufgrund ihrer Geochemie durch vulkano-klastisches Material oder exhalative Aktivität eines am südlichen Damara-Rand bisher noch nicht befriedigend faßbaren, nosibzeitlichen und riftgebundenen Vulkanismus beeinflusst sein (Uhlig *et al.*, 1985; Pfürri *et al.*, 1987). Die im Zusammenhang mit den Evaporiten festgestellten mobilisierten Karbonate bzw. Karbonat/Evaporit-Brekzien und die ausgetriebenen hydrothermalen und salinaren Fluide nehmen eine prominente Stellung im metasomatischen, metamorphen und deckentektonischen Geschehen des Damara-Orogens ein (vergl. Behr *et al.*, 1983a; Schmidt-Mumm und Behr, 1987).

2. FAZIES IN DEN DURUCHAUS-METAPSAMMITEN

In den untersuchten, von quarzitischen Gesteinen geprägten Profilschnitten der Duruchaus Formation lassen sich sowohl lithologisch als auch sedimentologisch verschiedene Fazies bzw. Ablagerungsregime unterscheiden. Es sollen vorerst nur die folgenden zwei sicher charakterisierbaren Typen vorgestellt werden.

2.1 Sandige fluviatile Fazies: Mäandrierender Flußtyp

Kennzeichnend für diesen Faziestyp ist eine geröllführende Quarzitabfolge im zentralen Gurumanas-Gewölbe (Gebiet des Noabib Riviers, vergl. Abb. 1, Aufschlußgebiet B). Ihre Verbreitung ist als "pebbly sandstone" auch in Miller und Hoffman (1981, Fig. 17) dargestellt. Nach den vorliegenden Untersuchungen ist diese Einheit ein lithostratigraphisches Äquivalent des Arovley Member, das im östlich anschließenden Geelkop-Gewölbe auskartiert wurde (Hoffmann, 1987). Eine eigenständige Einheit "Noabib River Pebbly Sandstone", wie K.H. Hoffmann sie vorschlägt, ist daher nicht notwendig.

2.1.1 Lithologie und Sedimentologie

Die ehemaligen Korngrößen der sedimentären Edukte der Duruchaus-Metamorphite lassen sich bereits im Gelände relativ gut abschätzen. Die junge Verwitterung zeichnet besonders bei den sandig-kiesigen

Ausgangskorngrößen die alten Korngrenzen nach. Die im Sinne der Paragesteinsnomenklatur als Quarzite zu bezeichnenden Gesteinstypen treten uns im Oberflächenprofil häufig als z.T. absandende "sekundäre Sandsteine" entgegen.

Das primäre Korngrößenspektrum reicht kontinuierlich von untergeordnet fein- bis mittelkiesigen bzw. grusigen Mittel- bis Großsanden bis zu feinsandig-siltigen Peliten. Hin und wieder treten im Profil geringmächtige konglomeratische Lagen und schlecht sortierte Fanglomerathorizonte bis zu einigen Dezimetern Mächtigkeit auf. Die großen Komponenten bestehen zum Teil aus schlecht bis mäßig gut, seltener gut gerundeten Geröllen saurer Magmatite der Gamsberg-Granitsuite (besonders fleischfarbene Feldspäte) und aus zumeist besser gerundeten, dicht-glasigen Quarziten der Marienhof Formation. Es handelt sich um Abtragungsmaterial des Prädamara-Grundgebirges. Neben diesen im Folgenden als Kristallin-Gerölle bezeichneten Komponenten findet sich sowohl in den Fanglomeratbanken als auch in den geröllführenden Quarziten des öfteren aufgearbeitetes Duruchaus-Material (ehemals Intraklasten toniger Siltsteine).

Im übrigen weisen die Quarzite in den größeren Partien bereits im Gelände einen merklichen Feldspatgehalt und einen hohen Schwermineralgehalt auf. Letzterer schließt sich häufig zu maximal wenige Millimeter mächtigen dunklen Lagen in Schichtflächen und besonders in den Vorschüttblättern zusammen. Zuweilen treten auch verstärkt die nie ganz fehlenden Phyllosilikate (überwiegend Muskovit) im Gesteinsbild der Quarzite hervor. In vereinzelt feinkörnig-quarzitischen Bänken tritt ein deutlicher Karbonatgehalt auf. Er ist oft fortgelöst und hinterläßt mit Wadund Limonitmulm gefüllte, mm-große Poren. Reine Karbonatbänke (braun dedolomitisierter Duruchaustyp) sind nur sehr selten zu beobachten und gehören eigentlich schon in benachbarte lithologisch-fazielle Einheiten bzw. leiten zu diesen über. Dieses wird durch ihre Position an der oberen Grenze des Arovley Member deutlich. Ganz vereinzelt lassen sich nicht bis kaum gerundete Klatten aus sandigem Karbonatgestein in den Quarziten nachweisen, die auf aufgearbeitete Karbonathorizonte auch in den sandreichen Profilschnitten hinweisen. Sie konnten allerdings nicht im primären Profilverband nachgewiesen werden.

Die beschriebenen klastischen Gesteine bilden eine Wechsellagerung aus maximal wenige Meter mächtigen Quarzitbänken und mehr oder weniger quarzreichen Phylliten. Charakteristisch ist ein streng zyklischer Profilaufbau im Meterbereich (selten bis 10m). In allen Profiltellen des Arovley Member sind sohlbankbetonte "fining upward cycles" entwickelt (vergl. Abb. 2). Über erosiv eingreifende Mittel- bis Großsandschüttungen folgen regelmäßig feinkörnigere Quarz/Phyllosilikat-Mischgesteine bis hin zu quarzführenden Phylliten. Die höheren Glieder dieser Entwicklung besitzen zuweilen einen leichten Karbonatgehalt oder eingeschaltete

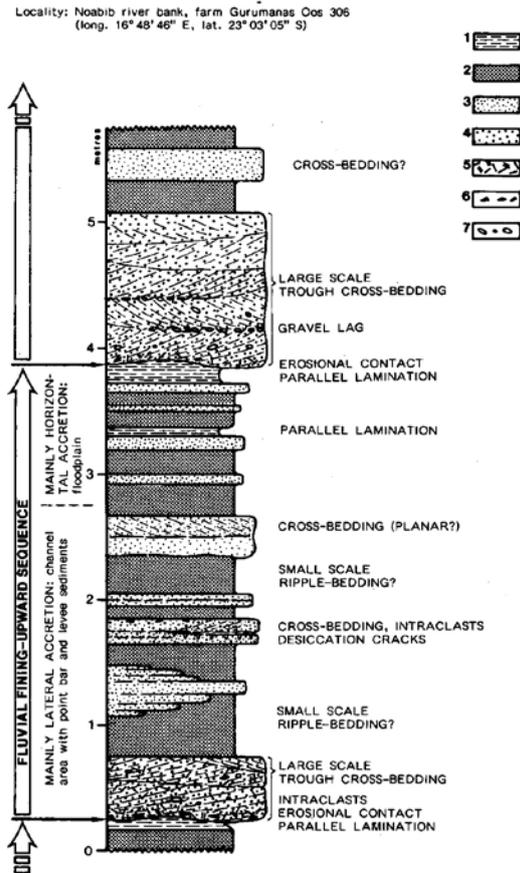


Abb. 2: Detailprofil eines fluviatilen Zyklus im Arovley Member, zentrales Gurumanas-Gewölbe. Lokalität: Noabib Rivier, Farm Gurumanas Oos 306 (16°48'46"E, 23°03'05"S; Blatt 2316 BB). Legende (Edukte in Klammern): 1. quarzförende Phyllite (siltige Pelite) 2. quarzreiche Phyllite bis phyllitische Quarzite (siltreiche Pelite, Siltsteine, pelitische Feinsandsteine) 3. phyllosilikatführende Quarzite (Fein- bis Mittelsandstein, wechselnd pelitisch), 4. Quarzite (Mittel- bis Grobsandstein); 5. „Kristalliner“ Grus und fein verteiltes, aufgearbeitetes pelitisches Material, z.T. Glimmer-Aggregate; 6. größere metapelitische Intraklasten (wechselnd quarzreich); 7. „Kristallin“-Gerölle (Prä-damara).

Fig 2: Detailed profile of a fluvial cycle (meandering system) in the Arovley Member, central Gurumanas Dome. Locality: Noabib River, Farm Gurumanas Oos 306. (16°48'46"E, 23°03'05"S; Sheet 2316 BB). Legend (parent rocks in brackets): 1. quartzitic phyllite (silty pelite); 2. quartz-rich phyllite to phyllitic quartzite (silt-rich pelite, siltstone, fine-grained pelitic sandstone); 3. micaceous quartzite (fine to medium-grained sandstone, variable pelitic); 4. quartzite (medium to coarse-grained sandstone); 5. basement grits and finely distributed, reworked pelitic material; in part mica aggregates; 6. larger metapelitic intraclasts (variably quartz rich); 7. basement pebbles (pre-Damara).

dünne "Kalksandsteinbänkchen", die weiter oben bereits erwähnt wurden. Die massigen, basalen Quarzite enthalten über ihrer unregelmäßig flach reliefierten Unterkante aufgearbeitetes, zumeist metapelitisches Material in Form von flachen phyllitischen Intraklasten ("Tonsteingerölle"). Aufarbeitung ist aber auch in Form

von fein verteiltem Glimmer, der z.T. Aggregate bildet, und durch fein verteiltes Karbonat im untersten Bankabschnitt überliefert.

Intern werden diese basalen Quarzite durch eine ausgeprägte aquatisch entstandene Schrägschichtung bzw. Kreuzschichtung charakterisiert. Sie läßt sich zumeist als trogförmige Rippelschichtung in Dezimeter- bis Meterdimension beschreiben (vergl. "sequence C" in Abb. 4). In den Quarziten der mittleren Abschnitte sind demgegenüber vereinzelt großstilige, mehr planare Schrägschichtungsgefüge nachweisbar. Kristallin- und Duruchaus-klasten sind sowohl in die einzelnen Vorschüttblätter der großen Strömungsrippel (Megarippel) eingestreut und eingeregelt, als auch seltener in Form von basalen oder internen Geröllschleiern bzw. Geröllpflastern angereichert. Kleinräumige Strömungsrippel bzw. kleindimensionierte Rippelschichtung sind nur noch in seltenen Fällen in den quarzitreichen Phylliten bzw. phyllosilikatreichen Quarziten im mittleren oder höheren Teil eines Zyklus erkennbar. Diese wenigen Ausnahmen treten uns nur noch als undeutliche linsige Internstruktur oder als "flaseriger" Zerfall entgegen. Demgegenüber ist in den höheren Abschnitten der Zyklen auf den Oberseiten geringmächtiger und feinkörniger Quarzitbänkchen (ehemals Silt- bis Feinsandsteine) das wohlerhaltene Relief von regelmäßigen Oszillationsrippeln (Wellenlänge um 5-6 cm) entwickelt. In reineren Quarziten läßt sich zuweilen noch die dazugehörige bimodale Rippelschichtung erkennen. Als weiterer, diesmal vertikal anlagernder Schichtungstyp ist die regelmäßig im feinkörnigen Glied der Zyklen auftretende Parallel- und Feinschichtung von genetischem Interesse.

Eine andere, klar überlieferte Sedimentstruktur stellen die subaerisch entstandenen Trockenrisse dar. Sie greifen auch in Quarzite ein und sind als ein wenige Dezimeter durchmessendes polygonales Netz mit 1-2 cm breiter quarzitischer Füllung ausgebildet. Ein weiterer Typ findet sich im mehr metapelitischen Umfeld der höheren Zyklenanteile. Hier greifen einige Zentimeter breite, spitz auslaufende und phyllosilikatreiche Quarzitfüllungen etwa 20-25 cm tief in quarzreiche, karbonatische Phyllite ein. Sie gehen von dünnen geflasernten Quarzitbändern (mit Rippelschichtung) aus, die mit den Phylliten wechsellagern. Dieser zweite Typ ist im allgemeinen in die Schieferung eingeregelt (z.T. um etwa 50° rotiert).

Der obere Abschnitt des Arovley Member läßt eine übergeordnete "fining-upward sequence" von quarzitreichen Zyklen bis hin zu geringmächtigeren, vorwiegend metapelitischen Zyklen erkennen. Sie verlieren sich nach oben in den karbonatführenden Metapeliten (Biotitschiefer), der Hintergrundsedimentation im Duruchaus-Profil.

2.1.2 Faziesinterpretation

Die Abfolge des im westlichen Arbeitsgebiet auftre-

tenden Arovley Member läßt sich einem fluviatilen Ablagerungsraum zuordnen. Die geröllführenden, basalen und großen Quarzite lassen sich als hochenergetisches und turbulentes Rinnensediment ("point bar deposits") interpretieren, das im Zuge einer fluviatilen Seitenerosion des Strömungskanals lateral angelagert und vorgebaut wurde. Die horizontalen Geröllschleier im Quarzit und die Intraklast-Anreicherungen über der erosiv überfahrenen Abfolge des vorangehenden fluviatilen Zyklus können dabei als Böden der jeweiligen Fließrinnen mit aufliegenden Geröllschleiern aufgefaßt werden. Die in den unteren Quarzitpartien fein verteilten Phyllosilikate dürften als von Rinnenboden oder Uferböschung erosiv aufgewirbelte und sehr bald wieder abgesetzte kleinste Pelitfetzen entstanden sein. Die im jeweiligen Zyklus folgenden und zunehmend feinkörnigen Wechsellagerungen repräsentieren die vegetationsfreie und zeitweise trockenfallende Überflutungsebene der Flußlandschaft mit viel langsamerem, vertikalem Sedimentzuwachs. Durch die Niedrigwasser-Phasen wird auch die häufigere Anwesenheit von ausgeprägten Trockenriß-Flächen in diesen Profilteilen verständlich. Demgegenüber belegen die Oszillationsrippelfelder auf den Sedimentoberflächen dieser Profilabschnitte eine offene und sehr flache Wasserbedeckung auf der äußeren Überflutungsebene während oder kurz nach einem Hochwasser. Eine sicherlich in den Profilen vorhandene, aber allgemein wenig markante Fazies der Uferwälle ("natural levees", nach Reineck und Singh, 1986) läßt sich zur Zeit noch nicht in charakteristischer Form ausscheiden. Demgegenüber kann man vereinzelt eine geringmächtige und schlecht sortierte Schüttung (maximal einige Dezimeter) zwischen voll entwickelten Zyklen ausmachen (siehe "sequence B" in Abb. 4), die sich als "crevasse splay"-Sedimente identifizieren lassen. Es handelt sich hierbei ähnlich wie bei der Fazies der Überflutungsebenen um Hochwasserablagerungen, allerdings als Folge eines katastrophalen Einbruchs der großkörnigen Rinnenfracht, die als flacher Schwemmfächer über die feinkörnigen Hochflutlehme ausgebreitet wurde.

Für einen überwiegend mäandrierenden, sandbetonten Flußtyp mit ständiger Wasserführung sprechen besonders die regelmäßig und in größerem Umfang nachweisbaren feinkörnigeren Anteile mit vertikalem Sedimentzuwachs (Walter und Cant, 1984). Allerdings wird diese pauschale und nach neueren Erkenntnissen (z.B. Mader, 1985) nicht immer sedimentologisch eindeutig zu treffende Zuordnung durch andere Beobachtungen relativiert. So ist die Anwesenheit von fast ausschließlich sandigen, rund 10-15 m mächtigen Profilabschnitten bzw. übereinanderliegenden nahezu rein sandigen Zyklen, wie auch der relativ schlecht gereifte, gröbere Zustand der Sedimentfracht ungewöhnlich für mäandrierende Systeme. Unter diesem Gesichtspunkt könnte es sich bei den "Kamtsas-Flüssen" um mäandrierende Fließ- und Transportrinnen mit örtlich/zeitlich geringerer Sinuosität und somit generell höherer Trans-

portkraft gehandelt haben (vergl. Collinson, 1978, p. 53). Sie mögen in der theoretischen fluviatilen Faziesabfolge räumlich und fazial nicht sehr weit vom generell proximaleren "braided river system" entfernt gewesen sein. Dafür spricht möglicherweise auch das Zurücktreten der planaren bzw. longitudinalen Schrägschichtungstypen, die die ehemaligen höheren Gleithänge bei ausgeprägt mäandrierenden Strömungsrinnen charakterisieren.

Des Weiteren ist eine Beeinflussung durch ungewöhnliche Materialbelieferung möglich, beispielsweise durch Überschneidung, Einmündung oder seitenerosiven, fluviatilen Abbau eines seitwärts eingreifenden, sehr distalen Alluvialfächers. Solche Fächer könnten von einer vermuteten, tektonisch geprägten Randstufe in der näheren Umgebung ausgegangen sein, entsprechend der paläotektonischen Situation nach Porada (1985). Die oben erwähnten fanglomeratischen Horizonte machen eine solche Zufuhr wahrscheinlich, auch wenn sie zum Teil in die normale, mehr distal-fluviatile Zyklizität einbezogen ("verdünnt") worden sind. Die generelle Transportrichtung im dominanten fluviatilen Rinnenschwerpunkt dürfte aufgrund erster Schrägschichtungsmessungen und der paläogeographischen Konstellation zur Nosibzeit (NE-SW orientierter "southern half-graben", vergl. Miller, 1983, Fig. 4) nach Südwesten orientiert gewesen sein.

Ungeachtet möglicher Beeinflussungen deutet der hier erörterte Faziestyp mehr auf einen Unterlauf der "Kamtsas-Flüsse" hin, was auch durch das weite Eingreifen in das zentrale lakustrine Duruchausbecken im Gurumanas-Gebiet mit seinen betont feinkörnig-klas-tischen und karbonatisch-evaporitischen Sedimenten bekräftigt wird. Das Abklingen der Zyklizität nach oben belegt, des Weiteren einen kontinuierlichen "zeitlich-räumlichen Übergang der fluviatilen Fazies der Überschwemmungsebenen in eine Fazies der randlichen, zeitweise exponierten Seemarschen des Duruchaus-Sedimentationsgebietes. Die Entwicklung einer dem fluviatilen Rinnenschwerpunkt vorgelagerten Mündungsbereich-Fazies im nächst höheren quarzitischen Member (siehe folgendes Kapitel) unterstreicht diese Standortbestimmung. Im übrigen scheint die in den Arovley-Profilen angetroffene und für mäandrierende Systeme typische geringe Tiefenerosion der jeweiligen Basisquarzite eines Zyklus, sowie die Stapelung (nicht Ineinanderschachtelung) der Zyklen für eine verstärkte tektonisch gesteuerte Subsidenzrate im zentralen Duruchaus-Becken zu sprechen. Das ist im Rahmen des frühen Damara-Riftstadiums durchaus zu erwarten. Auf synsedimentäre tektonische Aktivität läßt sich, wie weiter unten dargelegt, auch mit anderen Argumenten schließen.

2.2 Fluviolakustrine Fazies

Der letzte quarzitreiche Profilabschnitt unterhalb der rein metapelitisch-karbonatischen und dann evaporiti-

tischen Abfolge der höheren Duruchaus-Profilteile im Gurumanas-Gebiet ist das Narais Member (Hoffmann, 1987; siehe Abb. 1, Aufschlußgebiet C). Die im Narais Member zusammengefaßten Quarzithorizonte sind beiderseits der Hauptstraße Nr. 49 von Windhoek nach Walvisbaai auf dem Farmgebiet Gurumanas Wes 241 exemplarisch in Trockenflußbetten und an Felsklippen aufgeschlossen.

2.2.1 Lithologie und Sedimentologie

Die wenige Meter, selten über 10 m mächtigen Quarzithorizonte bilden nur einen geringeren Anteil am ansonsten aus Metapeliten und geringmächtigeren Karbonatbänken aufgebauten Profil des Narais Members. Nach den Geländeaufnahmen leiten sich die feldspatreichen Quarzite von fein- bis mittelkörnigen, selten großkörnigen Sandsteinen mit einem meist deutlichen Phyllosilikatgehalt ab. Die pelitische Komponente liegt jetzt als Muskovit und Biotit vor. Darüber hinaus waren die Edukte in der Sandfraktion sehr wahr scheinlich besser sortiert bzw. gleichkörniger als bei den Quarziten des Arovley Member. Eine Kies- oder Grusfraktion ist nicht vorhanden. Für die reineren Quarzittypen ist eine zuweilen ausgeprägte, dunkelgraue Schwermineralstreuung (maximal 1 cm dicke Lagen) in Zusammenhang mit Schichtung und Schrägschichtung charakteristisch. Auch Muskovitplättchen finden sich hin und wieder in Vorschüttblättern reinerer Quarzite angereichert; was auf die Existenz syn-sedimentär geregelter, detritischer Glimmeranteile hindeutet. Die sandigen Gesteine entwickeln sich über ein Stadium geringmächtiger Wechsellagerungen von dünnbankigen, phyllosilikatreichen Quarziten mit quarzreichen Biotit/Muskovit-Schiefen (ehemals feinsandige, siltstreifige Pelite) kontinuierlich aus ebenfalls schon quarzführenden bis quarzreichen Biotitschiefen mit einem zuweilen leichten Karbonatgehalt. Letztere führen häufiger präkinematischen, durch Verwitterung oxidierten Pyrit (vergl. Röhrs, 1982).

Die reineren, massigen Quarzite zeigen stets eine ausgeprägte Schräg- und Kreuzschichtung in Dezimeter- bis Meterdimensionen. Es lassen sich Übergänge von planarer zu trogförmiger Kreuzschichtung erkennen. Die feinkörnigeren, phyllosilikatreicheren Quarzittypen weisen dagegen eine undeutliche, verwischte Rippelschichtung auf. Im Gegensatz zu diesen Schichtungstypen, die eine laterale aquatische Sedimentanlagerung durch Strömung repräsentieren, dominiert in den Metapeliten eine vertikal aufgebaute Parallel- und

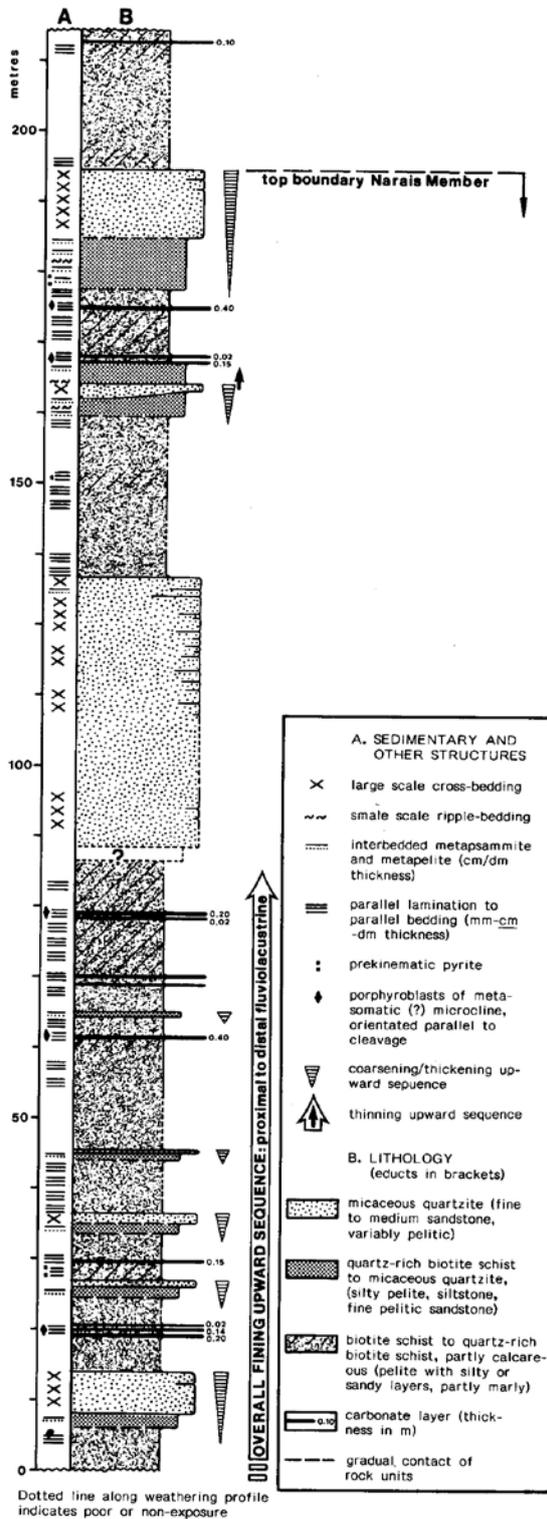


Abb. 3: Einschaltung von Quarzithorizonten mit rudimentären, dachbank-betonten "coarsening upward"-Zyklen in metapelitisch-karbonatischen Hintergrundsedimenten (fluvio-lacustrine Fazies); schematisierter Ausschnitt aus der Profilaufnahme im höheren Narais Member, nordwestliches Gurumanas-Gebiet. Lokalität: Aufschlüsse in der Umgebung der Hauptstraße Nr. 49, Farm Gurumanas Wes 241 (16°48'25"E, 23°02'00"S; Blatt 23116 BB)

Fig. 3: Intercalations of quartzitic sequences showing rudimentary coarsening upward cycles in metapelitic-calcareous background sediments (fluvio-lacustrine facies); detail from upper Narais Member profile in the northwestern Gurumanas Dome. Locality: along main road no. 49, Farm Gurumanas Wes 241 (16°48'25"E, 23°02'00"S; Sheet 2316 BB).

Feinschichtung. Ein wichtiges sedimentologisches Phänomen stellt die, wenn auch wenig ausgeprägte, gewissermaßen kondensierte "coarsening upward"-Zyklizität in den dachbankbetonten Quarzithorizonten dar (siehe Abb. 3), die regelmäßig nachweisbar ist. Dieses deutet auf eine kontinuierliche Entwicklung der psammitischen Gesteine aus der feinkörnigen Hintergrundsedimentation hin. Die Quarzithorizonte können sich auch lateral, unter weitgehender Auflösung der dachbankzyklischen Abfolge, zu linsen- bzw. rinnenförmigen Sedimentkörpern entwickeln. Eine nennenswerte erosive Aufarbeitung an deren Basis konnte aber nicht beobachtet werden.

2.2.2 Faziesinterpretation

Die Narais-Quarzite im Gebiet des Gurumanas-Gewölbes repräsentieren in der lokalen Faziesverschachtelung der linear-fluviatil transportierten Duruchaus-Klastika eine sehr distale, fluviolakustrine Position. Es dürfte sich hier um die Verzahnung von Flußablagerungen mit der pelitisch-karbonatischen Fazies der Marschen eines wahrscheinlich perennierenden Sees handeln. Es besteht ein fließender Übergang zwischen den feinkörnigen Ablagerungen der fluviatilen Überflutungsebene und den Seeablagerungen. Es war wohl auch im Paläorelief abseits der eigentlichen Mündung

ein kaum gliederbarer Übergangsbereich von Flußterrasse und randlichem Seebecken vorhanden. Die geringmächtige und rudimentäre Ausbildung von deltacharakteristischen "coarsening-upward"-Zyklen (Miall, 1984) spricht ebenso für einen kaum reliefierten Mündungsraum. Hier verloren sich die mäandrierenden und ständig sich verlagernden "Kamtsas-Flüsse" mit ihren Haupttrinnen und ihren betont sandigen Sedimenten deltafächerartig im Seebecken.

Zwischen den deltaischen Zyklen deuten regelmäßig auftretende Karbonatbänke mit ersten bankinternen Brekzierungen und evaporitischen Pseudomorphosen auf einsetzende Evaporation im randlichen Duruchaus-Seebecken. Hier wird auch das Vorhandensein von Synerese-Rissen in den eigentlichen Beckensedimenten, den heutigen Biotitschiefern, verstandlich. Nach Abklingen der fluviatilen Beeinflussung entwickeln sich die Seesedimente zum finalen Gurumanas-Salinar (Gurumanas Evaporite Member, sensu Hoffmann, 1987)

3. SYNSEDIMENTÄRE DEFORMATIONS-STRUKTUREN

Auffällige synsedimentäre Störungen zeigen sich sowohl in höheren Profilpositionen der Duruchaus Formation im Gurumanas-Gebiet als auch in ihren basalen Abschnitten im Duruchaus/Kwakwas-Gebiet.

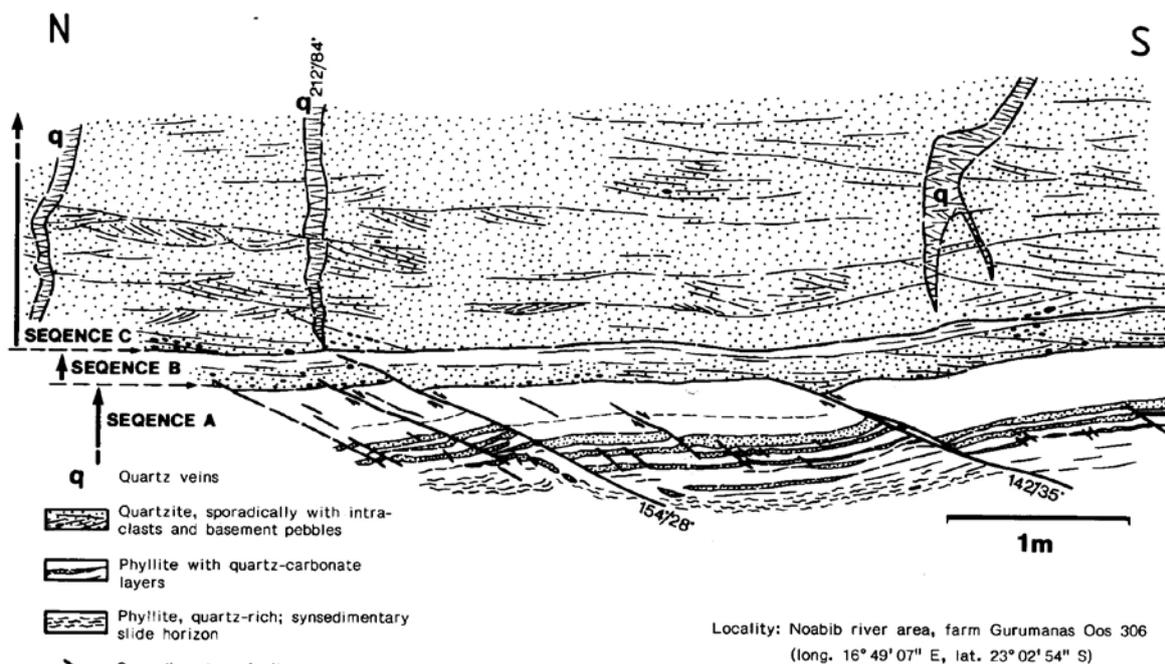


Abb. 4: Synsedimentäre Abschiebungen in den fluviatilen Abfolgen des Arovley Members, zentrales Gurumanas-Gewölbe. Lokalität: Nebenrivier nördlich des Noabib-Riviers, Farm Gurumanas Oos 306 (16°49'07"E, 23° 02'54"S; Blatt 2316 BB). Legende: „sequence A“ - metapelitischer Abschluß eines Zyklus (Fazies der Überschwemmungsebenen) mit synsedimentärem Gleithorizont, „sequence B“ — „crevasse splay“-Sedimente; „sequence C“ - Basisquartzit eines Zyklus (Flußrinnen-Sedimente).

Fig. 4: Synsedimentary faulting in fluvial sequences of the Arovley Member, central Gurumanas Dome. Locality: tributary of Noabib River, Farm Gurumanas Oos 306 (16°49'07"E, 23°02'54"S; Sheet 2316 BB). Legend: sequence A-metapelitic top of a cycle (flood plain facies) with synsedimentary slide horizon. Sequence B-crevasse splay sediments. Sequence C-basal quartzite of a cycle (point bar sediments).

Ein Beispiel aus dem Arovley Member ist in Abb. 4 dargestellt. Eine flach einfallende antithetische Abschiebungstaffel tritt zusammen mit Verbiegungen und Schleppungsphänomenen auf, die ein noch weiches Sediment betroffen haben müssen. Bei der nachfolgenden Ablagerung von kiestführenden Rinnensanden, dem heutigen Basalquarzit der fluviatilen "sequence C" (Abb. 4), waren die Bewegungen an den Abschiebungen bereits weitgehend abgeschlossen. Ein ungefähr schichtungsparalleler Abscherhorizont im Liegenden der gestörten Wechselfolge, der gerade noch über dem angrenzenden Rivierbett aufgeschlossen ist, steht offensichtlich im genetischen Zusammenhang mit den beschriebenen Störungen, die z.T. in ihn einmünden. Die enge räumliche Verknüpfung einer mit Quarz und Feldspat mineralisierten Kluft mit einer dieser Störungen, wie es die Abb. 4 zeigt, ist ein zufälliger Anschnitteffekt. Die Kluft wurde erst wesentlich später im kompetenten, lithifizierten Quarzit angelegt. Dafür sprechen auch die unterschiedlichen Orientierungen von Klüften und Abschiebungen.

Die Ursache dieser kleinräumigen Bewegungen dürfte wohl als gravitativ zu bewerten sein - vielleicht ausgelöst durch den Einsturz einer benachbarten Böschungskante in der ehemaligen Flußlandschaft. Sie ist allerdings heute nicht mehr überliefert bzw. aufgeschlossen. In einer Flußlandschaft, besonders im mäandrierenden System, welches im Falle des Arovley Members favorisiert wird, sind steilere erosive Böschungen häufig am Flußbett oder an Altarmen entwickelt. Diese werden freien Seitenkräften ausgesetzt, die sich z.B. bei Unterschneidung durch Abschiebungen abbauen.

Besonders auffällig ist die Ausbildung von tektonisch induzierten, synsedimentären Bewegungsstrukturen im zweigegliederten Kaniganas Member (siehe Abb. 1, Aufschlußgebiet A). In dem feinkörnig-phyllsilikatreicheren, basalen Abschnitt des oberen Kaniganas Members mit einer fluviatilen "fining upward"-Zyklizität ("braided river system"), tritt uns ein glimmerreicher Quarzit mit lamellaren Rutschstrukturen entgegen. Er überlagert eine Quarzitbank, die durch steile Abschiebungen zerlegt ist (Abb. 5). Diese klingen mit einer leichten Verflachung des Einfallens im flexurartig umbiegender Rutschhorizont aus. Auch der wiederum überlagernde, reinere Basisquarzit des nächsten Zyklus zeigt eine durch kleine Abschiebungen zergliederte Sohlfläche, welche durch das liegende, gerutschte Material gepuffert wird. Das genaue Ausmaß ist wegen der schlechten Aufschlußsituation nicht verfolgbar. Die gleichen Phänomene, insbesondere Abschiebungen, treten im Kaniganas-Profil relativ häufig auf, wenn auch in 'wesentlich kleineren Dimensionen (1-10cm).

Psammitische, aquatisch-fluviatile Abfolgen sind im allgemeinen wenig rutschgefährdet, flächenhafte Gleitphänomene sind in ebenen Flußlandschaften normalerweise sehr selten anzutreffen. Aus diesem Grund dürften die genannten "sedimentär-tektonischen" Strukturen im Kaniganas Member nicht in Oberflächennähe,

sicherlich aber in einem frühen, kaum verfestigten Stadium entstanden sein. Die Kaniganas-Sedimente dürften bei diesen Bewegungen bereits mehr oder minder vollständig aufgestapelt gewesen sein. Als Auslösefaktor läßt sich die stärkere tektonische Unruhe im Zusammenhang mit der nosibzeitlichen Rift-Aktivität heranziehen.

Das Auftreten von ausgeprägten "convolute bedding"-Strukturen und zahlreichen großstiligen Entwässerungsstrukturen im Kaniganas Member des Kwakwas-Gebietes, also turbulente Verbandstörungen in den primär überwiegend psammitischen Zyklen mit unterschiedlichen frühen Porenwassergehalten, deuten ebenfalls auf eine seismische Unruhe im Sedimentationsraum hin.



Abb.5: Tektonisch induzierter Rutschhorizont über gestörter, durch steile Abschiebungen zerlegter Quarzitbank; steilgestellte fluviatile Abfolge („braided river system“) im oberen Kaniganas Member; Blickrichtung parallel zum Streichen der Schichten. Lokalität: Aufschluß am Duruchaus-Rivier, nahe Farmgrenze Kwakwas 251/Duruchaus 249 (16°54'19"E, 23°10'15"S, Blatt 2316 BB).

Fig. 5: Tectonically induced slide horizon above deformed quartzite bank cut by steep faults; steeply dipping fluvial sequence (braided river system) in the upper Kaniganas Member, view parallel to strike of the beds. Locality: Duruchaus River, near border of farms Kwakwas 251 and Duruchaus 249 (16°54'19", 23°10'15"S: Sheet 2316 BB).

4. STRATIGRAPHISCH-FAZIELLE BEZIEHUNGEN IM DURUCHAUS-SEDIMENTATIONSRAUM

Die beschriebenen Fazies lassen sich in ein vorläufiges Fazieschema der höheren Duruchaus Formation im Geelkop/Gurumanas-Gebiet einfügen. Hierbei werden die verschiedenen Typen von mittelbar übereinander folgenden Quartzeinheiten einem ehemaligen Nebeneinander von Faziesräumen bzw. der ehemaligen lateralen Entwicklung von proximalen zu distalen fluviatilen Systemen zugeordnet. Natürlich ist bei dem jetzigen ausschnitthaften Bearbeitungsstand das in Abb. 6 dargestellte Fazieschema noch nicht in allen Bereichen abgesichert. Es ist aber aufgrund von kausalen Fazieszusammenhängen kaum wesentlich anders zu entwickeln.

Die ermittelten Fazies und ihr Entwicklungstrend in Zeit und Raum lassen sich auch mit denen anderer terrestrischer Nosib-Provinzen vergleichen. Die weitgehend sandigkonglomeratische und durch tektonisch-metamorphe Prozesse stark überprägte Schichtenfolge der Etusis Formation im Bereich des Rooikuseb-Antiklinoriums in der Damara-Zentralzone wurde ebenfalls

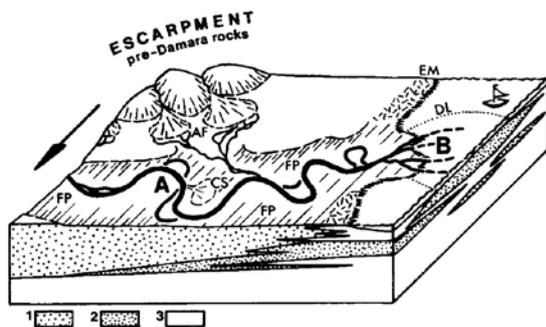


Abb. 6: Fazieschema mit Rekonstruktion der Ablagerungsbereiche in der höheren Duruchaus Formation. Legende: A - relative Lage des fluviatilen Regimes (z.B. Arovley Member); B - relative Lage des fluviolakustrinen (deltatischen) Regimes (z.B. Narais Member); Pfeil: heutige Nordrichtung; FP - Überschwemmungsebenen, CS - „crevasse splay“, AF - Schwemmfächer; DL - Deltalobus; EM - karbonatische Seemarschen mit Trockenfallen bei schwankendem Seewasserspiegel; 1 - megazyklisch und zyklisch aufgebaute konglomeratische Psammite bis Pelite als Ablagerung eines mäandrierenden „Kamtsas-Flusses“; 2 - zyklisch aufgebaute feinkörnige Psammite bis Pelite eines kondensierten Seedeltas, 3 - lakustrine Ablagerungen (feinkörnig-pelitische Duruchaus-„Hintergrundsedimentation“).

Fig. 6: Facies scheme of the upper part of the Duruchaus Formation. Legend: A - relative position of the fluvial regime (e.g. Arovley Member); B - relative position of the fluviolacustrine (deltaic) regime (e.g. Narais Member); arrow : present geographic north; FP - flood plain, CS - crevasse splay, AF - alluvial fans, DL - delta lobe; EM - calcareous mud flats exposed during phases of emergence due to lake level fluctuations; 1 - megacyclic, cyclic and conglomeratic psammite to pelite as sediments of a meandering 'Kamtsas river'; 2 - cyclic and fine-grained psammite to pelite of a condensed lake delta; 3 - lacustrine sediments (fine-grained, pelitic Duruchaus - "background sedimentation").

in einem grabentektonisch geprägten Depot abgelagert (Porada, 1985). Downing (1983) beschreibt aus diesen etwa 3000 Meternmächtigen und mit der Kamtsas Formation vergleichbaren Metasedimenten eine Entwicklung von proximalen zu distalere Klastika. Über Schwemmfächer-Sedimenten und Ablagerungen vom "braided river"-typ sollen in den höheren Abschnitten die zyklisch aufgebauten Abfolgen eines mäandrierenden Flußregimes folgen. Sie mündeten wahrscheinlich in einen marinen Ablagerungsraum des Khan-Beckens ein (Porada, 1985), welcher hier an die Stelle des Seebeckens bzw. Depozentrums im Gurumanas-Gebiet tritt.

5. DANKSAGUNG

Dieser Bericht referiert einige Ergebnisse des Duruchaus-Projektes, das durch das Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre (IGDL, Universität Göttingen) und den Geological Survey of South West Africa/Namibia initiiert wurde. Mittel für die Bearbeitung wurden vom Geological Survey und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt. Die Geländearbeiten wurden technisch und logistisch vom Geological Survey betreut. Hierfür, und für anregende Diskussionen, sei dem Direktor dieser Behörde, Dr. R. McG. Miller, herzlichst gedankt. Des weiteren ist Prof. Dr. H.-J. Behr und Prof. Dr. H. Martin (beide IGDL, Göttingen) für ihre Diskussionsbereitschaft und wissenschaftliche Unterstützung sehr zu danken. Ebenso gebührt Dr. W. Hegenberger, Dr. K.E.L. Schalk und insbesondere K.H. Hoffmann (aile Geological Survey of South West Africa/Namibia) Anerkennung für ihre freundliche Hilfe und Bereitstellung von Arbeitsmaterialien.

6. LITERATURNACHWEIS

- Behr, H.-J., Ahrendt, H., Porada, H. and Weber, K. 1983a. The sole dolomite at the base of the Naukluft Nappe Complex. *Spec. Publ. geol. Soc. S. Afr.*, **11**, 185-197.
- Behr, H.-J., Ahrendt, H., Porada, H., Röhrs, J. and Weber, K. 1983b. Upper Proterozoic playa and sabkha deposits in the Damara Orogen, SWA/Namibia. *Spec. Publ. geol. Soc. S. Afr.*, **11**, 1-20.
- Behr, H.-J., Ahrendt, H., Martin, H., Porada, H., Röhrs, J., and Weber, K. 1983c. Sedimentology and mineralogy of Upper Proterozoic playa-lake deposits in the Damara Orogen, 577-610. In: Martin, H. and Eder, F.W. Eds., *Intracontinental Fold Belts: Case Studies in the Variscan Belt of Europe and the Damara Belt of Namibia*. Springer-Verlag, Berlin, 945 pp.
- Collinson, J.D. 1978. Alluvial Sediments, 15-60. In: Reading, H.G. Ed., *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 569 pp.
- Downing, K.N. 1983. The stratigraphy and palaeoenvironment of the Damara Sequence in the Okahandja

- lineament area. *Spec. Publ. Geol. Soc. S. Afr.*, **11**, 37-41.
- Geological Map of South West Africa. 1980. Geol. Surv. S. Afr.
- Hälbich, I.W. 1970. *The geology of the western Windhoek and Rehoboth Districts, a stratigraphic-structural analysis of the Damara System*. D. Sc. thesis (unpubl.), Univ. Stellenbosch, 199 pp.
- Hoffmann, K.H. 1985a. Geological map 2316 BB Naos, scale 1:50 000. *Geol. Surv. S.W. Afr./Namibia* (provisional)
- Hoffmann, K.H. 1985b. Geological map 2217 CC Aris, scale 1:50000. *Geol. Surv. S.W. Afr./Namibia* (provisional)
- Hoffmann, K.H. 1987. Stratigraphic subdivision and sedimentary facies of the Nosib Group in the Geelkop Dome and Nauaspoort-Wortelpoort Area, Southern Damara Belt. *Communs. geol. Surv. S.W. Afr./Namibia*, **3**, 00-00.
- Hoffmann, K.H. and Schalk, K.E.L. 1985. Geological map 2317 AA Kanubeb, scale 1:50 000. *Geol. Surv. S.W. Afr./Namibia* (provisional)
- Mader, D. 1985. Aspekte der Stratigraphie und Ablagerungsgeschichte des Buntsandsteins in der Eifeler Nord-Süd-Zone (Deutschland, Luxemburg). *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., Neue Folge*, **61**, 199-242.
- Martin, H. 1965. *The Precambrian geology of South West Africa and Namaqualand*. Precamb. Res. Unit, Univ. Cape Town, 159 pp.
- Martin, H. and Porada, H. 1977. The intracratonic branch of the Damara Orogen in South West Africa. I. Discussion of geodynamic models II. Discussion of relationships with the Pan-African Mobile Belt system. *Precambrian Res.*, **5**, 311-338 and 339-357.
- Miall, A.D. 1984. Deltas, 105-118. In: Walker, R.G., Ed. *Facies Models*. Geosci. Canada, Repr. Ser., **1**, 317 pp.
- Miller, R. McG. 1983. The Pan-African Damara Orogen of South West Africa/Namibia. *Spec. Publ. geol. Soc. S. Afr.*, **11**, 431-515.
- Miller, R. McG. and Hoffmann, K.H. 1981. *Geology of the Damara Belt*. Excursion Guide, Geocongress 1981, Geol. Soc. S. Afr., 115 pp.
- Pförr, N., Wissmann, K., Ahrendt, H., Hill, R.S. and Weber, K. 1987. Alpinotype thrust tectonics and basement-cover relationships in the Southern Margin Zone of the Pan-African Damara Orogen, Rostock area. *Communs. geol. Surv. S.W. Africa/Namibia*, **3**, 00-00.
- Porada, H. 1985. Stratigraphy and facies in the Upper Proterozoic Damara Orogen, Namibia, based on a geodynamic model. *Precambrian Res.*, **29**, 235-264.
- Reineck, H.-E. and Singh, I.B. 1986. *Depositional sedimentary environments. With reference to terrigenous clastics*, 2nd rev. Edn., Springer Verlag, Berlin, 551 pp.
- Röhrs, J. 1982. *Sedimentologische und mineralogische Untersuchungen zur Genese der Nosib-Sedimente im südlichen Damara Orogen, Namibia*. Diplomarbeit (unpubl.), Univ. Göttingen, 162 pp.
- Schalk, K.E.L. 1970. Some late Precambrian formations in central South West Africa. *Ann. geol. Surv. S. Afr.*, **8**, 29-47.
- Schalk, K.E.L. 1982. *Geological Map 2316 Rehoboth, scale 1:250,000*. Geol. Surv. S.W.Afr./Namibia (provisional).
- Schmidt-Mumm, A. and Behr, H.-J. 1987. Fluid inclusion studies on hydrothermal mineralisation associated with the Duruchaus Formation: genetic aspects of large quartz-dolomite bodies and associated alteration. *Communs. geol. Surv. S.W. Afr./Namibia*, **3**, 00-00
- South African Committee for Stratigraphy (SACS). 1980. Stratigraphy of South Africa. Kent, L.E. (Comp.); Part 1. *Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West Africa/Namibia, and the Republics of Bophuthatswana, Transkei and Venda*. Handb. geol. Surv. S. Afr., **8**, 690 pp.
- Uhlig, S., Behr, H.-J., Porada, H. and Schalk, K.E.L. 1985. Petrographical and geochemical investigations of sedimentary rocks in the Duruchaus Formation in SW.A./Namibia and their metallogenic significance preliminary results. *Rep. geol. Surv. S.W. Afr./Namibia* (unpubl.), 12 pp.
- Walker, R.G. and Cant, D. 1984. Sandy fluvial systems, 71-89. In: Walker, R.G. Ed., *Facies Models*. Geosci. Canada. Repr. Ser., **1**, 317 pp.