

# **Untersuchungen zur Steuerung der Lebensformzusammensetzung der Quarzflächen- Vegetation im ariden südlichen Afrika**

- Ute Schmiedel & Norbert Jürgens, Hamburg -

## **Abstract**

Quartz fields of southern Africa present an edaphically arid special habitat. The soil surface of quartz fields is densely covered with white quartz sand gravel. The vegetation and flora of quartz fields are characterised by a special growth form spectrum comprising a highly percentage succulent dwarf shrubs. The present study shows that different growth form types of the quartz fields have different edaphic habitat preferences. With increasing content of salt and stones in soil as well as decreasing soil depth the abundance of dwarf growth forms increases. The smaller the growth forms, the more specialised are their edaphical habitat preferences. Therefore, the high dominance of dwarf growth forms is interpreted as an adaptation to the edaphic aridity of this special habitat. Due to microclimatic properties of the quartz fields, the daily maximum temperatures of the air near the ground is relatively lower than of the neighbouring soils without quartz cover. The lower maximum temperatures seem to mitigate the growing conditions of the low growing growth forms on the quartz fields.

## **Zusammenfassung**

Quarzflächen im südlichen Afrika stellen einen edaphisch ariden Sonderstandort dar, dessen Bodenoberfläche dicht mit weißem Quarzgras bedeckt ist. Die Vegetation und eigene Flora sind durch ein spezielles Wuchformspektrum aus hochsukkulenten, bodennahen Zwergsträuchern charakterisiert. In der vorliegenden Untersuchung wird gezeigt, dass die verschiedenen Lebensformtypen auf den Quarzflächen unterschiedliche edaphische Standortpräferenzen aufweisen, wobei mit zunehmendem Salzgehalt, Gesteinsgehalt und abnehmender Bodenmächtigkeit der relative Anteil an verzweigten Lebensformen zunimmt. Je reduzierter die Lebensformen, desto begrenzter deren Standortpräferenz. Die starke Dominanz bodennaher Lebensformen wird daher als eine Anpassung an die edaphische Aridität des Sonderstandortes interpretiert. Aufgrund mikroklimatischer Besonderheiten der Quarzflächen sind die Maximaltemperaturen der bodennahen Luft dort relativ geringer als auf benachbarten Böden ohne Quarzbedeckung. Dies scheint sich mildernd auf das Temperaturregime der bodennahen Lebensformen auf den Quarzflächen auszuwirken.

**Schlüsselbegriffe:** arid, CCA, Lebensformen, Mikroklima, strukturelle Adaptation, Sukkulente Karoo

## **Einleitung**

Quarzflächen im ariden südlichen Afrika sind inselhaft verteilte, edaphisch bedingte Sonderstandorte, die oberflächlich dicht mit weißem, nicht gerundeten Quarzgras bedeckt sind. Der Durchmesser solcher Quarzsteine liegt in der Regel bei etwa 2-6 cm. Die Quarzsteine

stammen von verwitterten Quarzadern, die in das weichere Matrixgestein aus Tonschiefer oder Phyllit eingebettet sind. Durch Deflation und fluviale Erosion wird das Feinmaterial entfernt und die Quarzsteine akkumulieren auf der Oberfläche. Sobald diese Akkumulationschicht ausgebildet ist, schützt sie die Bodenoberfläche vor weiterer Erosion, die Bodenoberfläche ist stabilisiert. Geomorphologisch können Quarzflächen als Wüstenpflaster bezeichnet werden, ein in heißen Wüsten typisches Phänomen, das je nach Region als Reg, Hamada oder desert pavement bezeichnet wird (COOKE & WARREN 1973). Quarzflächen haben einen Durchmesser von einem Meter bis zu mehr als 100 Metern. Neben der Bodenoberfläche, die in der Regel zur Umgebung scharf abgegrenzt ist, unterscheiden sich die Böden der Quarzflächen auch in Struktur und Mächtigkeit von den zonalen Böden der Umgebung: Während die zonalen Böden aus lehmig-schluffigen, bis zu 40 cm mächtigen Substraten bestehen, sind die Substrate der Quarzflächen oft flachgründiger und skelettreicher und enthalten einen höheren Anteil an Schluff. Beide Bodentypen sind nach unten durch Silikat- und Kalkkrusten oder anstehenden Tonschiefer begrenzt.

Die Regionen mit der höchsten Dichte an Quarzflächen liegen im ariden Westen von Südafrika und Süd-Namibia, zwischen 28° bis 32° südlicher Breite und 16° bis 22° östlicher Länge (Abb. 1). Der mittlere Jahresniederschlag liegt zwischen ca. 90 mm (in der Warmbad Region, Süd-Namibia) und 250 mm (in der Kleinen Karoo, Südwest Südafrika, WEATHER BUREAU 1988). Während die westlichen Regionen im Winterregengebiet liegen (Hauptregemonate Mai bis August), erhält die Pofadder-Warmbad Region im Osten Sommerregen (Hauptregemonate sind Februar und März). Die Grenze zwischen Winter- und Sommerregengebiet entspricht auch der Grenze zwischen zwei Florenreichen, der Capensis im Winterregengebiet und der Palaeotropis im Sommerregengebiet (JÜRGENS 1991).

Trotz der weiten Verbreitung der Quarzflächen, die sich sogar auf zwei verschiedene Florenreiche erstreckt, ist ihre Vegetation und obligate Flora überall von bodennahen, hochsukkulenten Lebensformen dominiert (vergl. Abb. 2). Sie hebt sich deutlich von der umgebenden Vegetation ab, die vorwiegend aus krautigen Lebensformen und aufrechten, verholzten Sträuchern oder Bäumen besteht, je nach Region mit unterschiedlichen Anteilen an Blattsukkulenz. Die Quarzflächen des südlichen Afrika beherbergen auch eine eigene Flora (SCHMIEDEL

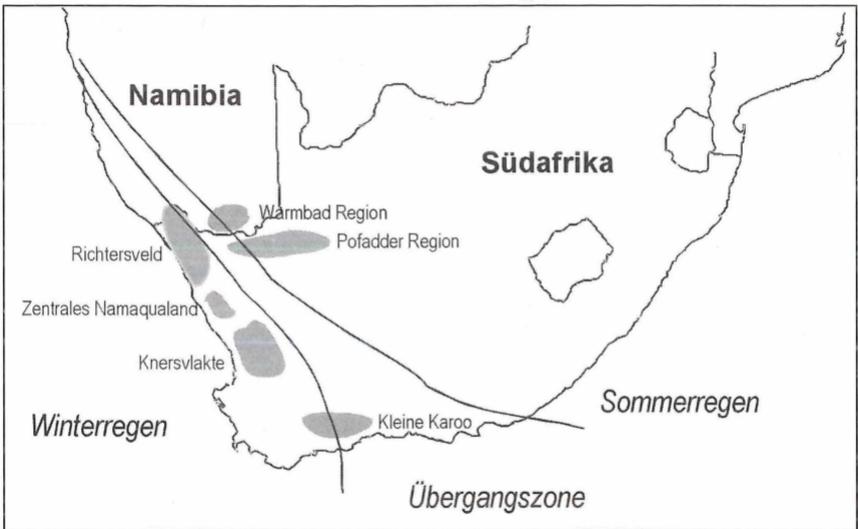


Abb.1: Geographische Verbreitung der Quarzflächen im südlichen Afrika



Abb. 2: *Oophytum nanum* (Schlechter) L. Bolus (Aizoaceae), ein typischer Vertreter der obligaten Quarzflächenbesiedler der Knersvlakte / Südafrika.

2002). 142 Arten kommen ausschließlich auf den Quarzflächen des südlichen Afrika vor. Über 80 % dieser obligaten Quarzflächen-Besiedler sind Lokalendemiten. Dieser hohe Anteil an Lokalendemiten gibt einen Hinweis auf die weitgehend unabhängige, konvergente Entstehung der Quarzflächen-Floren der verschiedenen Regionen.

Die vorliegende Darstellung ist Teilergebnis einer umfangreichen Studie zu den standortökologischen Eigenschaften der Quarzflächen und deren Bedeutung für die floristischen und strukturellen Besonderheiten der Vegetation der Quarzflächen (SCHMIEDEL 2002). Für diese Studie wurden im gesamten Verbreitungsgebiet der Quarzflächen im Südlichen Afrika Untersuchungen durchgeführt. Die vorliegende Darstellung beschränkt sich exemplarisch auf eine Region, die Knersvlakte, die gleichzeitig ein besonderes Diversitätszentrum der Quarzflächen-Flora und -Vegetation ist.

Die Studie basierte auf den folgenden Ausgangshypothesen, die in der vorliegenden Darstellung überprüft werden sollen: a) Bodenchemische und -physikalische Eigenschaften (z.B. hoher Salz- oder Gesteinsgehalt im Boden) steuern die Standorteigenschaften und das Lebensformenspektrum auf den Quarzflächen. b) Optische Eigenschaften des Quarzbelags beeinflussen die Temperaturverhältnisse an der Bodenoberfläche und damit die Vegetation der Quarzflächen.

## Material und Methoden

### Untersuchungsgebiet

Die Knersvlakte (30° 45' bis 31° 40' S und 18° 15' bis 19° 00' E), die exemplarisch für die Darstellung der standortökologischen Besonderheiten der Quarzflächen des südlichen Afrika

hier herangezogen wurde, stellt den südwestlichen Abschnitt der Sukkulenten Karoo dar. Das Sukkulenten Karoo Biom (HOFFMAN 1996a) liegt im Florenreich der Capensis.

Die Knervslakte ist eine leicht bewegte Küstenebene, die durch den Atlantischen Ozean im Westen, den Olifants Rivier im Süden, die steile Randstufe im Osten und das Namaqualand Hochland im Norden begrenzt wird. Geologisch ist das Gebiet charakterisiert durch Schiefer, Phyllite und Kalkgesteine der Nama Gruppe, welche von Quarzadern durchzogen sind.

## **Datengrundlage und -auswertung der Vegetationserhebungen und Lebensformklassifikation**

Die Untersuchungen basieren auf mehr als 1000 Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET, die auf Quarzflächen und in benachbarten zonalen Standorten des ariden südlichen Afrika durchgeführt worden sind. 275 Vegetationsaufnahmen von den Quarzflächen der Knervslakte wurden für die vorliegende Darstellung stellvertretend für das gesamte Gebiet herausgegriffen und auf die standortökologische Steuerung der Vegetationszusammensetzung untersucht. Aufgrund der kleinräumigen Gliederung der Quarzflächen-Vegetation wurde als Flächengröße der Aufnahmen 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) gewählt.

Die Vegetation wurde zusammen mit den Datensätzen von Quarzflächen aus den anderen Regionen mit hoher Dichte an Quarzflächen mit Computer-Unterstützung (MEGATAB, HENNEKENS 1996) in einer Vegetationstabelle hierarchisch klassifiziert und Vegetationseinheiten für die Quarzflächen der Knervslakte beschrieben (SCHMIEDEL 2002).

Die standortökologische Steuerung der Vegetation der Quarzflächen in der Knervslakte wurde mit Hilfe einer Kanonischen Korrespondenz-Analyse (CCA, CANOCO 4.0, TER BRAAK & SMILAUER 1998) dargestellt. Um die standortökologische Steuerung der Lebensformzusammensetzung der Vegetation auf den Quarzflächen zu untersuchen, wurden die Artnamen durch den Lebensformtyp (vergl. Tab. 1) des jeweiligen Taxons ersetzt und ebenfalls einer Kanonischen Korrespondenz-Analyse unterzogen.

Tab. 1. Verwendete Lebensform-Klassifikation (nach RAUNKIAER 1937, ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS 1966 und JÜRGENS 1986).

T: Therophyten

G: Geophyten

Cha = Chamaephyten Sträucher < 50 cm Wuchshöhe

NaCha = Nano-Chamaephyten: Zwergsträucher 0-5 cm Wuchshöhe

NaCha comp = Kompakte NaCha: Langblättrige Nano-Chamaephyten mit stark gestauchten Internodien

NaCh subgl = Subglobose NaCha: Blätter formen einen annähernd kugelförmigen oberirdischen Körper

NaCh subterr = Eingesenkte NaCha: Pflanze fast vollständig in den Boden eingesenkt.

MiCha = Micro-Chamaephyten: Sträucher 5-15 cm Wuchshöhe

P na = Phanerophyten. Sträucher oder Bäume mit Wuchshöhe über 50 cm.

## **Standortökologische Untersuchungen**

Die Hangneigung wurde mit einem Klinometer in Prozent gemessen. Zur Erfassung der Bodenmächtigkeit wurden Bodenprofile bis zur Kruste bzw. zum anstehenden Gestein gegraben. Die Deckungsanteile von Quarzsteinen feiner bis mittlerer (2 - 60 mm) und grober Fraktionen (60 - 200 mm) wurden in Prozent geschätzt. Auf gleiche Weise wurde die Gesteinsbedeckung anderer Lithologie getrennt erfasst.

Für alle Bodenprofile wurde der prozentuale Gewichtsanteil von Steinen > 2 mm sowie die Bodenart per Fingerprobe gemäß der Bodenkartieranleitung (AG BODEN 1994) bestimmt.

Für jedes Profil wurden eine Bodenoberflächenprobe (0 - 1 cm) und eine Probe in 1 - 10 cm Bodentiefe entnommen. Für diese Proben wurden der Karbonatgehalt semiquantitativ mit Hilfe des standardisierten HCl-Tests (AG BODEN 1994), die elektrische Leitfähigkeit in 1 : 5-Suspension aus lufttrockenem Boden und Aqua bidest sowie der pH in einer 1 : 2,5-Suspension aus lufttrockenem Boden 0,01M CaCl<sub>2</sub>-Lösung ermittelt.

## Mikroklimamessungen

Für die Erfassung bodennaher Temperaturverhältnisse wurden vor Ort auf benachbarten, nicht-geigten Flächen mit und ohne Quarzbelag folgende Messungen durchgeführt:

Lufttemperaturen: PT1000-Sensoren 10 mm oberhalb der Bodenoberfläche. Die Sensoren wurden senkrecht zur Bodenoberfläche aufgestellt, um den Einfluss direkter Strahlung zu minimieren.

Bodentemperaturen: PT100-Sensoren etwa 1 mm in die Bodenoberfläche eingelassen.

Blattoberflächentemperaturen: Thermoelemente vom Typ K (Nickel-Chromium/Nickel-Aluminium) wurden senkrecht ca. 1 mm in die horizontalen Blattflächen von je vier Individuen von *Argyrodema pearsonii* (N.E. Brown) Schwantes (Aizoaceae), die innerhalb und außerhalb der Quarzflächen wuchsen, angebracht. Für die Messungen der Blattoberflächentemperaturen wurden *A. pearsonii* ausgewählt, weil es sich hier um eine bodennahe, unverzweigte Wuchsform handelt, die abgerundete (subglobose, vergl. Tab. 1) Blätter hat. Diese Blätter sind gut für Messungen von Blattoberflächentemperaturen geeignet, da die Sensoren problemlos senkrecht appliziert und so Expositions- und Beschattungseffekte durch benachbarte Blätter ausgeschlossen werden können.

Die Messungen wurden im 30 Minutenintervall mit einem automatischen Datenlogger aufgezeichnet.

## Ergebnisse und Diskussion

### Lebensformzusammensetzung der Vegetation auf den Quarzflächen verschiedener Regionen

Ein Vergleich der Lebensformzusammensetzung der Vegetation innerhalb und außerhalb der Quarzflächen verschiedener Regionen (Abb. 3) zeigt, dass in allen Regionen außer in der Buschmannland-Warmbad Region, die zonale Vegetation außerhalb der Quarzflächen durch Mega-Chamaephyten (aufrechte Sträucher mit 15 - 50 cm Wuchshöhe) dominiert wurde, während sie auf den Quarzflächen mit deutlich geringerer Deckung vertreten waren. Auf den Quarzflächen waren dagegen die Micro-Chamaephyten (5 - 15 cm Wuchshöhe) bzw. die Nano-Chamaephyten (< 5 cm) mit höheren Deckungswerten vertreten als außerhalb der Quarzflächen.

In der Buschmannland-Warmbad Region wich die Lebensformzusammensetzung innerhalb und außerhalb der Quarzflächen stark von der in den anderen Gebieten ab. Hier herrschte auf den Quarzflächen insgesamt eine höhere Gesamtdeckung, und Hemikryptophyten sowie Mega-Chamaephyten waren mit höherer Deckung vertreten als außerhalb der Quarzflächen. Dieser Unterschied ist damit zu erklären, dass das Buschmannland im Sommerregengebiet liegt, wo typischerweise Gräser und nicht-sukkulente Sträucher und Bäume domi-

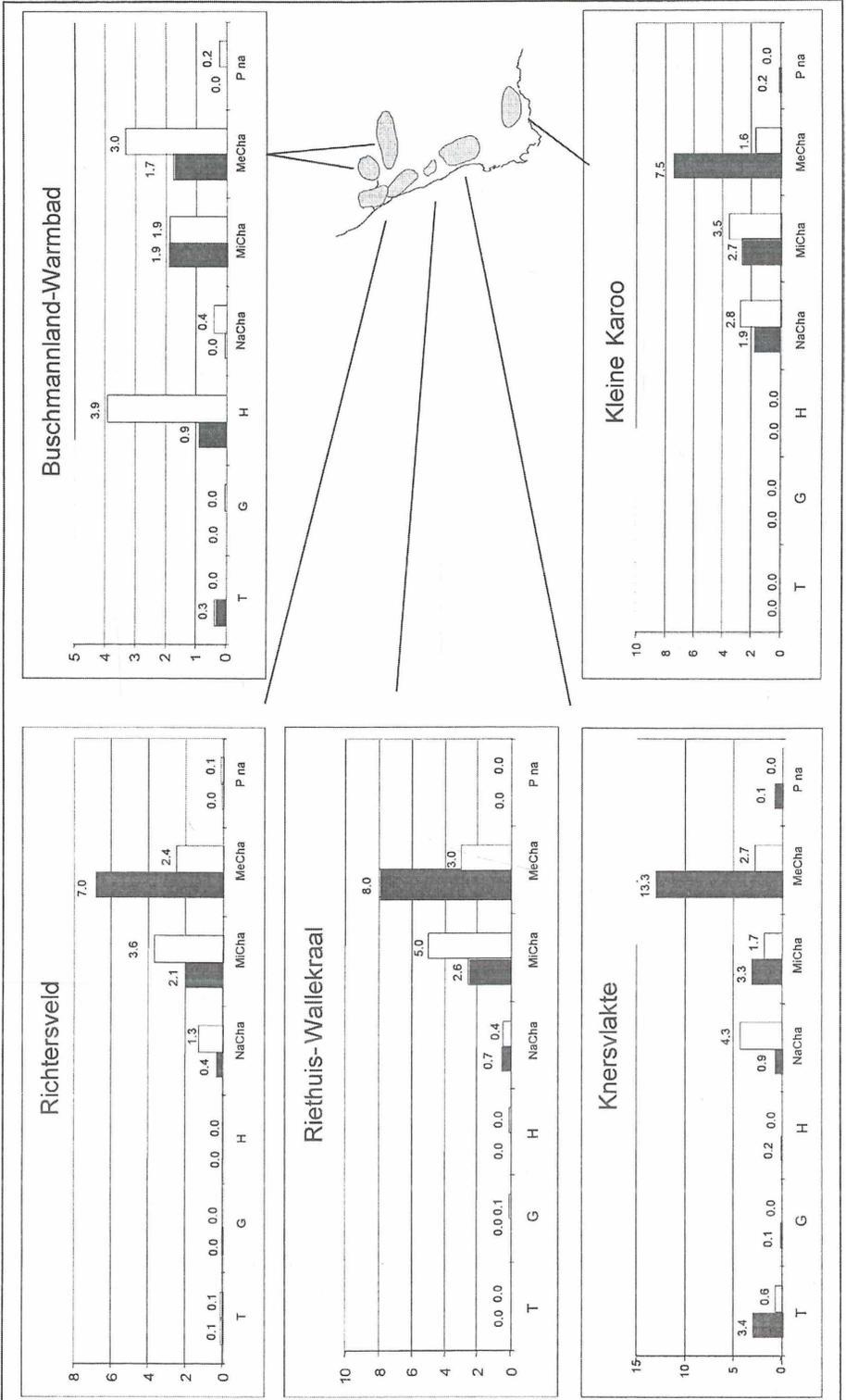


Abb. 3: Lebensformzusammensetzung der Vegetation innerhalb und außerhalb der Quarzflächen im südlichen Afrika, getrennt nach Regionen.

nieren (HOFFMAN 1996b). Die starke Varianz zwischen den Quarzflächen und den zonalen Standorten ist im wesentlichen auf die zeitliche und räumliche Variabilität der Sommerregen-Niederschläge zurückzuführen, die sich hier in den Aufnahmen unterschiedlicher Jahre bemerkbar macht. Die für die Quarzflächen typischen blattsukkulente Zwergsträucher sind aber auch hier auf den Quarzflächen als obligate Quarzflächenbesiedler zu finden, jedoch mit sehr geringer Deckung. Sie fehlen außerhalb der Quarzflächen völlig.

### Vegetationsgliederung auf den Quarzflächen in der Knersvlakte

Abb. 4 zeigt eine Kanonische Korrespondenz-Analyse (CCA) der 275 Vegetationsaufnahmen auf den Quarzflächen der Knersvlakte. Rechts ist die Legende mit den Symbolen und Kürzeln für die Gesellschaften der gleichen Region dargestellt. Die vollständigen Namen der Gesellschaften sind in Tab. 2 wiedergegeben. Die Ordinationsgrafik zeigt eine Zweiteilung entlang der Achse 1. Eine Gruppe der Vegetationseinheiten ist positiv assoziiert mit elektrischer Leitfähigkeit als wichtigster steuernder Faktor innerhalb des Datensatzes. Die andere Gruppe ist positiv mit H<sup>+</sup>-Konzentration, Gesteinsgehalt im Boden und mit dem Deckungsanteil von Grobgrus (60 - 200 mm Ø) an der Bodenoberfläche assoziiert. Nur eine Vegetationseinheit (*Monilaria pisiformis* Gesellschaft) steht zwischen den beiden Hauptgruppen. Sie stellt auch floristisch ein Zwischenglied zwischen diesen beiden ökologischen Gruppen dar (SCHMIEDEL 2002).

Die Ordination macht deutlich, dass innerhalb der Quarzflächen der Knersvlakte zwei gegensätzliche Habitattypen unterschieden werden können: salzreiche (1,5 - 10 mS/cm), wenig geneigte Flächen auf der einen und Quarzflächen mit niedrigem Boden-pH (hoher H<sup>+</sup>-Konzentration, pH 3,9 - 6,5), hohem Gesteinsgehalt (40 - 70 %) und hohem Anteil an Grobgrus an der Bodenoberfläche (> 5%) auf der anderen Seite. Diese deutliche Zweiteilung spiegelt sich auch in der Klassifikation für die Quarzflächenvegetation der Knersvlakte, aber auch der anderen untersuchten Regionen (außer der Buschmannland-Warmbad Region) wider. Die

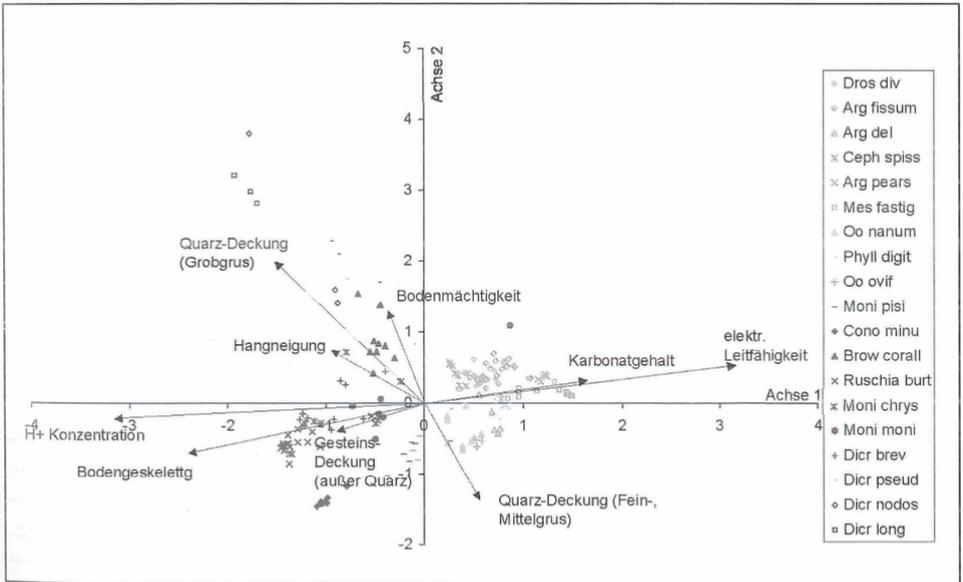


Abb. 4: CCA-Ordination der Quarzflächenvegetation der Knersvlakte auf Artniveau

Vegetationstabellen weisen für jede Region zwei Gruppen auf, die den salzigen bzw. sauren Standorttypen der Quarzflächen zugeordnet werden können.

Tab. 2. Vegetationseinheiten der Quarzflächen in der Knersvlakte (vergl. Abb. 4).

1. *Drosanthemum diversifolium*-dominierte Gesellschaft
2. *Argyroderma fissum*-dominierte Gesellschaft
3. *Argyroderma delaetii*-dominierte Gesellschaft
4. *Cephalophyllum spissum*-dominierte Gesellschaft
5. *Argyroderma pearsonii*-dominierte Einheit
6. *Mesembryanthemum fastigiatum*-dominierte Einheit
7. *Oophytum nanum*-Gesellschaft
8. *Phyllobolus digitatus* ssp. *digitatus*-Gesellschaft
9. *Oophytum oviforme*-Gesellschaft
10. *Monilaria pisiformis*-Gesellschaft
11. *Conophytum minutum* var. *minutum*-Gesellschaft
12. *Brownanthus corallinus*-Gesellschaft
13. *Ruschia burtoniae*-Gesellschaft
14. *Monilaria chrysoleuca* var. *chrysoleuca*-Gesellschaft
15. *Monilaria moniliformis*-Gesellschaft
16. *Dicrocaulon brevifolium*-Gesellschaft
17. *Dicrocaulon pseudonodosum*-Gesellschaft
18. *Dicrocaulon longifolium*-Gesellschaft
19. *Dicrocaulon nodosum*-Gesellschaft

Die beschriebenen Bodeneigenschaften deuten darauf hin, dass Quarzflächen edaphisch aride Sonderstandorte darstellen: Ihre Böden sind in der Regel flachgründiger als die der Umgebung und entweder sehr salin, was hohe Osmolarität im Boden bewirkt, oder sie sind salzarm, dann aber skelettreich, wodurch das Wasserspeichervermögen des Bodens herabgesetzt ist.

Der Einfluss dieser Standortfaktoren auf die Lebensformzusammensetzung der Quarzflächenvegetation wurde in einer Kanonischen Korrespondenz-Analyse auf Lebensform-Niveau untersucht. Die resultierende Ordination (Abb. 5a+b) zeigt erwartungsgemäß eine starke Übereinstimmung mit der Ordination auf Artniveau: Elektrische Leitfähigkeit auf der einen Seite und  $H^+$ -Konzentration und Gesteinsgehalt auf der anderen Seite sind als die wichtigsten Umweltgradienten dargestellt. Die Darstellung der relativen Deckungsanteile verschiedener Lebensformen für diese Ordination macht deutlich, wo entlang im ökologischen Raum welche Lebensformen dominieren: Hohe relative Deckungsanteile von Mega-Chamaephyten sind positiv assoziiert mit Bodenmächtigkeit, Gesteinsdeckung außer Quarz, Hangneigung und  $H^+$ -Konzentration. Subglobose Nano-Chamaephyten sind positiv assoziiert mit Gesteinsgehalt im Boden und oberflächlicher Quarzbedeckung. Eingesenkte Nano-Chamaephyten dagegen weisen die geringste ökologische Amplitude auf und sind beschränkt auf quarzbedeckte Böden mit hoher Leitfähigkeit und z.T. erhöhter Bodenmächtigkeit.

Die verschiedenen Lebensformen, jeweils mehrere Arten repräsentierend, weisen unterschiedliche Standortpräferenzen auf. Mit zunehmendem Salzgehalt und Gesteinsgehalt sowie abnehmender Bodenmächtigkeit nimmt der Anteil an verzweigten Lebensformen zu. Je verzweigter und spezialisierter die Lebensform, desto größer war ihre Standortspezialisierung. Die Dominanz von bodennahen Lebensformen auf den Quarzflächen kann also als Anpassung an die ariden, pflanzen-widrigen Standorteigenschaften der Quarzflächen interpretiert werden.

Vergleichende Untersuchungen zur Lebensformverteilung auf den Quarzflächen der Kleinen Karoo und der Knersvlakte zeigten eine hohe Übereinstimmung zwischen den Standort-

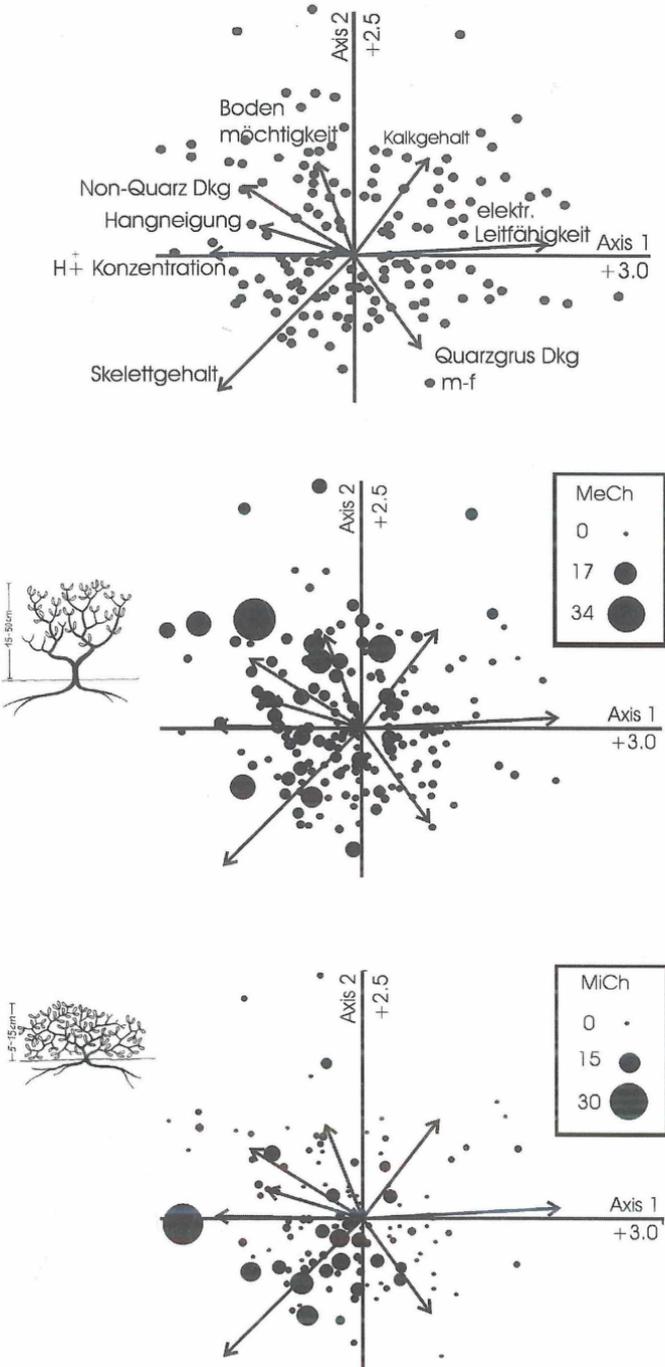


Abb. 5a+b: CCA-Ordination der Quarzflächenvegetation der Knersvlakte auf Lebensform-Niveau mit relativen Deckungsanteilen verschiedener Lebensformen.

präferenzen gleicher Lebensformtypen in den beiden Gebieten, obwohl diese durch vollständig verschiedene Quarzflächenflore vertreten werden (SCHMIEDEL & JÜRGENS 1999, SCHMIEDEL 2002).

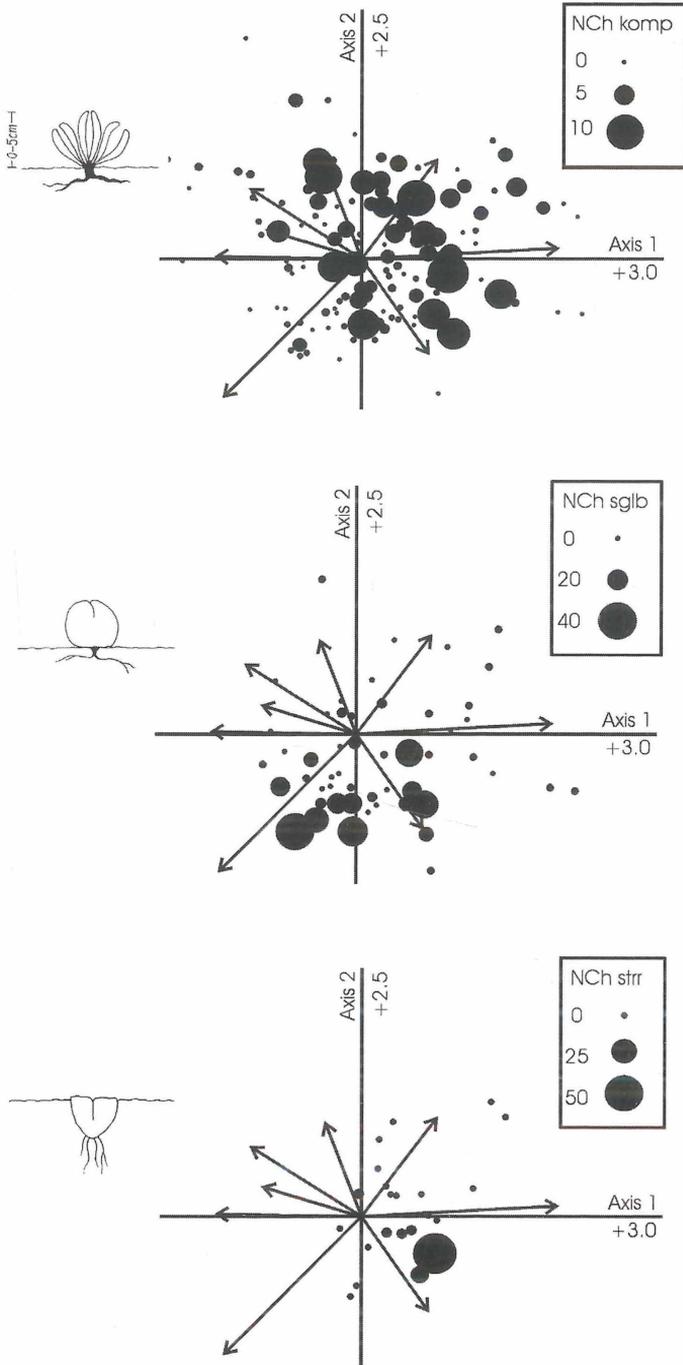


Abb. 5b

## Bodennahe Temperaturverhältnisse auf den Quarzflächen

In heißen Wüsten kann die Oberflächentemperatur von Böden 70 °C überschreiten (NOBEL 1984, NOBEL et al. 1986). Diese hohen bodennahen Temperaturen können sehr kritisch für bodennahe Lebensformen sein (NOBEL 1984). Angesichts der Dominanz bodennaher Lebensformen erscheint dieser Aspekt auch für die Vegetation der Quarzflächen relevant. Vergleichsmessungen des Verlaufs der Oberflächentemperatur benachbarter Böden mit und ohne Quarzbelag im Sommer und Winter (Abb. 6) zeigen, dass Quarzflächen im kühlen Winter bis zu 3 °C wärmer als die benachbarten Böden ohne Quarzbelag sein können. Im heißen Sommer dagegen, wenn die Bodenoberflächentemperaturen bis zu 60 °C erreichen, dreht sich das Verhältnis um, und die Quarzflächen weisen bis zu 6 °C niedrigere Tagesmaximaltemperaturen auf als die Vergleichsflächen. Die bodennahe Luft dagegen (Abb. 7) zeigt im Sommer wie im Winter bis zu 5 °C geringere Tagesmaxima auf den Quarzflächen als auf den Vergleichsflächen. Diese Temperaturdifferenzen, wie sie hier für die Bodenoberfläche und die bodennahe Luft von Quarzflächen und quarzfreien Böden für ein Jahr gezeigt worden sind, wurden mit hoher Regelmäßigkeit für die kontinuierlich durchgeführten Messungen zwischen 1997 - 2000 beobachtet. Als eine Ursache für die milderen oberflächennahen Lufttemperaturen auf den Quarzflächen kann die bis zu 15 % höhere Reflexion der Globalstrahlung auf den Quarzflächen angenommen werden (SCHMIEDEL & JÜRGENS in press, SCHMIEDEL 2002).

Um den Einfluss der Temperaturdifferenz der bodennahen Luft auf die bodennahen Lebensformen zu untersuchen, wurden Temperaturmessungen an der Blattoberflächen von typischen Zwergpflanzen durchgeführt. Abb. 8 zeigt die Oberflächentemperaturen von *Argyroderna pearsonii* (Aizoaceae) im Sommer und im Winter in der Knersvlakte. Dargestellt sind Mediane von je vier Messungen pro Standorttyp. Die Pflanzen auf Quarzflächen wiesen bis zu 1,5 °C geringere Maximaltemperaturen auf der Blattoberfläche auf als jene, die auf einer benachbarten Fläche ohne Quarzbelag wuchsen. Die Temperaturdifferenzen waren deutlicher im Sommer, bei hohen Gesamt- und Maximaltemperaturen als im Winter. Die milderen Maximaltemperaturen der bodennahen Luft auf den Quarzflächen scheinen sich begünstigend auf die Oberflächentemperaturen der bodennahen Lebensformen auszuwirken.

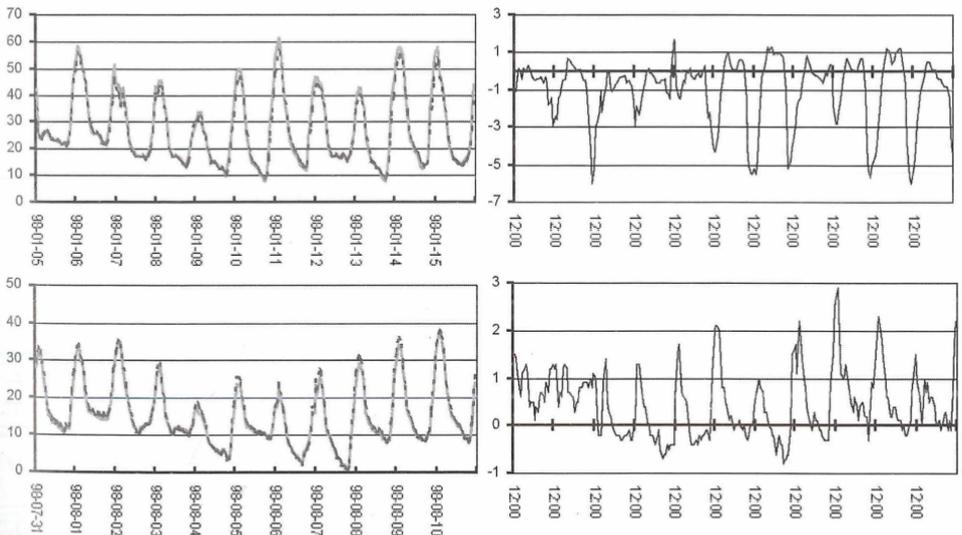


Abb. 6: Links: Temperaturverlauf der Bodenoberfläche innerhalb (gepunktete Linie) und außerhalb (durchgezogene Linie) der Quarzflächen im Winter (oben) und im Sommer (unten). Rechts: T Differenz (T Böden mit Quarz minus T Böden ohne Quarz).

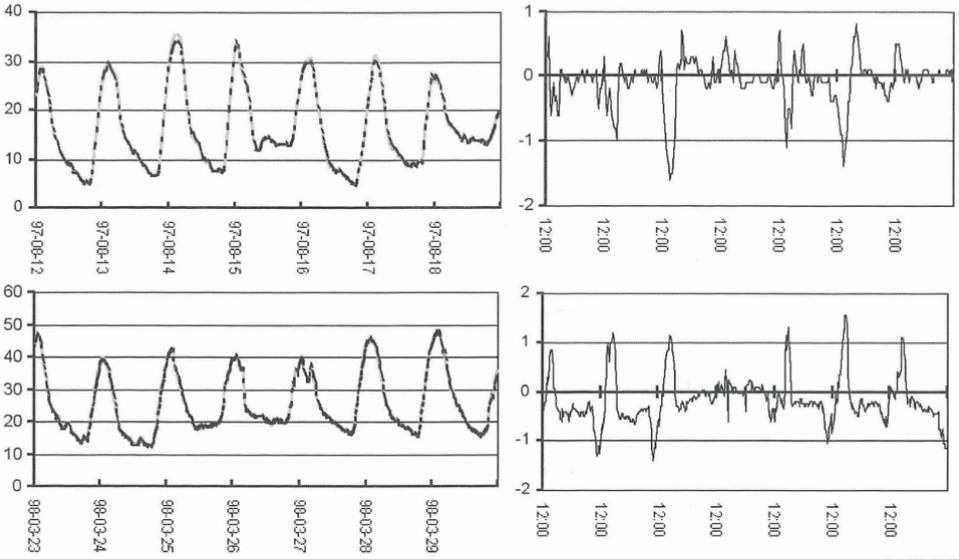


Abb. 7: Links: Temperaturverlauf der bodennahen Luft (10 mm oberhalb der Oberfläche) innerhalb (gepunktete Linie) und außerhalb (durchgezogene Linie) der Quarzflächen im Winter (oben) und im Sommer (unten). Rechts: T Differenz (T Böden mit Quarz minus T Böden ohne Quarz).

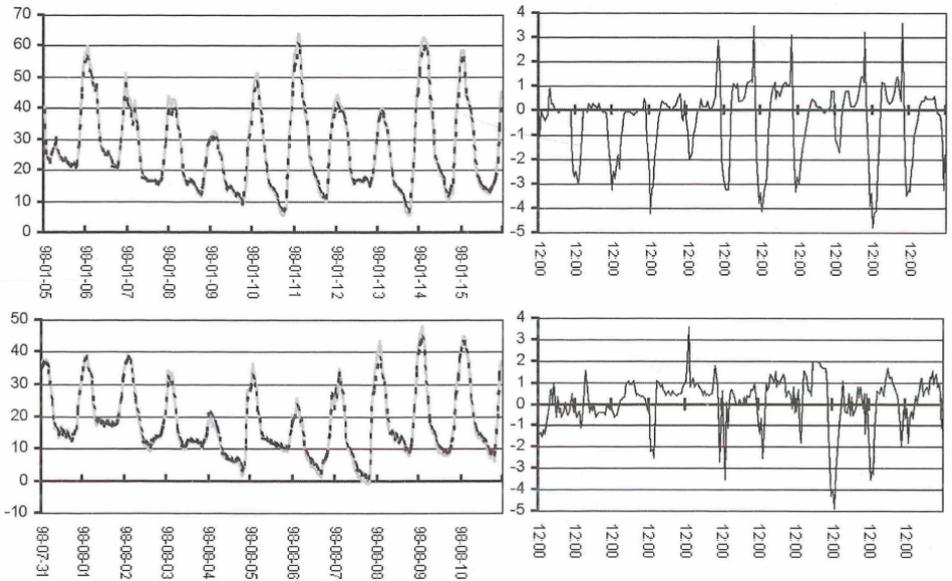


Abb. 8: Links: Temperaturverlauf der Blattoberflächen von *Arguroderma pearsonii* (Aizoaceae) Individuen innerhalb (gepunktete Linie) und außerhalb (durchgehende Linie) der Quarzflächen im Winter (oben) und im Sommer (unten). Rechts: T Differenz (T Böden mit Quarz minus T Böden ohne Quarz).

## Schlussfolgerungen

Die Kanonische Korrespondenz-Analyse der Quarzflächenvegetation der Knersvlakte auf Lebensform-Niveau hat gezeigt, dass die Dominanz bodennaher Lebensformen auf den Quarzflächen als eine Anpassung an die edaphische Aridität dieses Sonderstandortes zu interpretieren ist. Mit Anpassung an die ariden Lebensbedingungen konnten sich zahlreiche Pflanzenarten einen neuen, konkurrenzarmen Lebensraum erobern. Da insbesondere bodennahe Lebensformen in heißen Wüsten den für Pflanzen kritischen Extremtemperaturen der Bodenoberfläche ausgesetzt sind, kann vermutet werden, dass die relativ milderen Bedingungen auf den Quarzflächen die Lebensbedingungen dieser Lebensformen erleichtern. Diese Vermutung wird durch die relativ geringeren Blattoberflächentemperaturen bodennaher Lebensformen auf den Quarzflächen unterstützt. Die durch die oberflächliche Gesteinsbedeckung herabgesetzte Evaporation könnte sich sogar begünstigend auf die Wasserversorgung der oberflächennah wurzelnden Zwergsukkulenten auswirken (SCHMIEDEL & JÜRGENS in press, SCHMIEDEL 2002).

Quarzflächen stellen also auf der einen Seite widrige, edaphisch aride Lebensbedingungen dar. Auf der anderen Seite bieten sie für die morphologisch angepassten, verzweigten Lebensformen relativ gemilderte Temperatur-Bedingungen und möglicherweise sogar eine zusätzliche Feuchtigkeitsversorgung, die nur für oberflächennah wurzelnde Zwergsukkulenten nutzbar sind.

## Danksagung

Folgende Institutionen und Personen unterstützten die Arbeit, wofür wir an dieser Stelle herzlichst danken möchten: Western Cape Nature Conservation Board (Südafrika), Northern Cape Nature Conservation Services (Südafrika), Ministry of Environment and Tourism (Namibia) erteilten die Forschungsgenehmigungen. Das Bolus Herbarium (University of Cape Town) und das Compton Herbarium (National Botanical Institute, Kapstadt) unterstützten uns bei den Identifikationen der Aufsammlungen. Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD), Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Cactus and Succulent Society of America (CSSA), Deutsche Kakteen Gesellschaft e.V. (DKG), International Organisation for Succulent Plant Study (IOS) und die Merensky Stipendium Stiftung gewährten Reisekostenzuschüsse. Sehr viele Farmer und Manager von Naturschutzgebieten, die hier nicht namentlich genannt werden können, unterstützten unsere Tätigkeit ideell, praktisch und logistisch, gewährten Zugang zu den Flächen sowie herzliche Gastfreundschaft.

## Literatur

- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4 ed. Hannover: 1-392 p.
- ELLENBERG, H. & D. MUELLER-DOMBOIS (1966): A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. - Ber. geobot. Inst. ETH 37:56-73.
- HENNEKENS, S.M. (1996): Turbo(Veg). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. Wageningen: IBN-DLO, pp. 1-52.
- HOFFMAN, M.T. (1996a) Succulent Karoo Biome. In: Vegetation of South Africa, Lesotho and Swasiland, edited by LOW, A.B. & REBELO, A.G. Pretoria: Department of Environmental Affairs and Tourism, p. 58.
- HOFFMAN, M.T. (1996b): Orange River Nama Karoo. In: Vegetation of South Africa, Lesotho and Swasiland, edited by LOW, A.B. & REBELO, A.G. Pretoria: Department of Environmental Affairs and Tourism, p. 54f.

- JÜRGENS, N. (1986): Untersuchungen zur Ökologie sukkulenter Pflanzen des südlichen Afrika. - *Mitteilungen aus dem Institut für Allgemeine Botanik Hamburg* **21**:139-365.
- JÜRGENS, N. (1991): A new approach to the Namib Region. I: Phytogeographic subdivision. - *Vegetatio* **97**: 21-38.
- NOBEL, P.S. (1984): Extreme temperatures and thermal tolerances for seedlings of desert succulents. - *Oecologia* **62**:310-317.
- Nobel, P.S., G.N. Geller, S.C. Kee & A.D. Zimmerman (1986): Temperatures and thermal tolerances for cacti exposed to high temperatures near soil surface. - *Plant, Cell and Environment* **9**:279-287.
- SCHMIEDEL, U. (2002): The quartz fields of southern Africa - flora, phytogeography, vegetation, and habitat ecology. - PhD thesis, University of Cologne, Germany.
- SCHMIEDEL, U. & N. JÜRGENS (1999): Community structure on unusual habitat island: quartz-fields in the Succulent Karoo, South Africa. - *Plant Ecology* **142**:57-69.
- SCHMIEDEL, U. & N. JÜRGENS (in press): Habitat ecology of southern African quartz fields: studies on the thermal properties near the ground. - *Plant Ecology*.
- TER BRAAK, C.J.F. & P. SMILAUER (1998): Canoco Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Wageningen: Centre for Biometry Wageningen, pp. 1-351.
- RAUNKIAER, C. (1937): *Plant life forms*. Oxford.
- WEATHER BUREAU (1988) *Climate of South Africa. Climate statistics up to 1984*. Department of Environment Affairs. Pretoria.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Ute Schmiedel, Prof. Dr. Norbert Jürgens, Institut für Allgemeine Botanik, Universität Hamburg, Ohnhorststrasse 18, D-22609 Hamburg.

e-mail: [Uschmiedel@botanik.uni-hamburg.de](mailto:Uschmiedel@botanik.uni-hamburg.de)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Schmiedel Ute, Jürgens Norbert

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Steuerung der Lebensformzusammensetzung der Quarzflächen- Vegetation im ariden südlichen Afrika 45-58](#)