

**Untersuchungen zur Mikromorphologie und chemischen  
Zusammensetzung der Cuticularwachse bei den  
Gattungen *Calicorema*, *Arthraerua* und *Leucosphaera*  
(*Amaranthaceae*) in Namibia**

**Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)**

**Fakultät Naturwissenschaften  
Universität Hohenheim (D 100)**

Institut für Botanik

vorgelegt von

Ina Dinter

aus Königsberg

2008

Dekan: Prof. Dr. H. Breer  
1. Prüfer (Betreuer): Prof. Dr. K. Haas  
2. Prüfer (Mitberichter): Prof. Dr. M. Küppers  
3. Prüfer: Prof. Dr. R. Böcker  
Eingereicht am: 26. Mai 2008  
Mündliche Prüfung am: 30. September 2008

Die vorliegende Arbeit wurde am 27. August 2008 von der Fakultät Naturwissenschaften der Universität Hohenheim als "Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften" angenommen (D 100).

### **Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2008

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7688-1

ISSN 0945-0688

Shaker Verlag GmbH · Postfach 101818 · 52018 Aachen  
Telefon: 02407 / 95 96-0 · Telefax: 02407 / 95 96-9  
Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) · E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

*Wir sollen unseren Namen tragen wie ein Ideal,  
das wir zu leben haben.*

unbekannter Verfasser, Altenberger Dom

## Vorwort

Bereits während meiner Tätigkeit als Apothekerin war ich des öfteren auf die Namensgleichheit mit dem Botaniker KURT M. DINTER (1868-1945) angesprochen worden. Diese Fragen nach einer möglichen Verwandtschaft hatten die erste Reise nach Namibia im Jahre 2002 initiiert und zu einer Diplomarbeit über den Namibendemiten *Arthraerua leubnitziae*, *Amaranthaceae* geführt. Während der Feldarbeit konnte ich nachvollziehen, was DINTER in seinen begeisterten Reiseberichten aus seiner zweiten Heimat über die Wüste geschrieben hatte "als Produzentin einer ziemlich großen Zahl von sublimsten Anpassungserscheinungen, die an Pflanzen und Tieren beredtesten Ausdruck finden" (1923). Diese Adaptationen der Pflanzen an die extremen Lebens- und Überlebensbedingungen in den ariden und semi-ariden Gebieten Namibias faszinierten mich in gleichem Maße. Mein erneutes Interesse richtete sich auf weitere *Amaranthaceae*, insbesondere auf *Calicorema capitata*, den "Grauen Binsenstrauch".

Mit der Abgabe dieser Arbeit möchte ich Danke sagen an alle, die mich unterstützt haben, insbesondere Herrn Prof. Dr. K. HAAS, meinem Doktorvater. Bei der Thematik ließ er mir weitgehend freie Hand. Ich danke ihm für die fachliche Betreuung und die vielen Diskussionen bei auftretenden Fragen, insbesondere zur chemischen Wachsanalyse. Die anregenden Gespräche über alle weiteren, mit Pflanzenoberflächen zusammenhängenden Themen waren mir eine wertvolle Hilfe. Für seine Geduld und wohlwollende Unterstützung möchte ich ihm ebenfalls sehr herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. M. KÜPPERS danke ich für die Möglichkeit, am Institut für Botanik zu arbeiten, für die Überlassung von Bestimmungsliteratur sowie nützlichen Hinweisen zu den Aufenthalten in Namibia. Allen Mitarbeitern des Instituts, die mir stets freundlich und hilfsbereit entgegen gekommen sind, sei herzlich gedankt.

Ich danke der Republik Namibia und dem *Ministry of Environment and Tourism* für die wiederholte Arbeiterlaubnis sowie den Mitarbeitern verschiedener Institutionen, vor allem Frau H. KOLBERG vom *National Botanical Research Institute* für ihre Hilfestellung beim Bestimmen unbekannter Spezies. Stellvertretend für die vielen Menschen in Namibia, die mir liebenswürdig und hilfsbereit zur Seite standen, sei Frau E. ERB aus Swakopmund genannt, einer Enkelin von DINTERS Freund E. RUSCH, nach dem die Gattung *Ruschia* benannt ist.

Einen wesentlichen Anteil zum Gelingen dieser Arbeit hat mein Lebensgefährte und Begleiter in Namibia R. BINGEL† beigetragen. Ich kann ihm nicht mehr genug danken für seine Hilfe, sein Verständnis und steten Zuspruch.



# Inhaltsverzeichnis

## 1 Einleitung

1.1 Die Gattungen <i>Calicorema</i> , <i>Arthraerua</i> und <i>Leucosphaera</i> .....	S. 1
1.2 Die Bedeutung der Epidermis als Abschlussgewebe .....	3
1.3 Wachse und ihre Bedeutung für die Pflanzenoberflächen .....	4
1.4 Zielsetzung .....	5

## 2 Untersuchungsgebiet

2.1 Geographische Lage und räumliche Gliederung .....	6
2.2 Geologie und Geomorphologie .....	8
2.3 Böden .....	9
2.4 Klima .....	10

## 3 Material und Methoden

3.1 Kartenmaterial .....	11
3.2 Fotomaterial .....	11
3.3 Bestimmungsliteratur .....	11
3.4 Untersuchte Transekte .....	12
3.5 Untersuchte Standorte .....	14
3.6 Untersuchte Einzelpflanzen .....	19
3.6.1 Morphologie .....	23
3.6.2 Mikromorphologie (Rasterelektronenmikroskopie) .....	23
3.6.3 Chemische Analyse der Oberflächenwachse .....	24
3.6.3.1 Extraktion .....	24
3.6.4.2 Dünnschichtchromatographie .....	25
3.6.4.3 Gaschromatographie .....	26
3.6.4.4 Quantitative Auswertung .....	26

## 4 Ergebnisse

4.1 Morphologische Untersuchungen .....	27
4.1.1 Spross .....	27
Wuchsformen der untersuchten <i>Amaranthaceae</i> .....	29
4.1.2 Wurzel .....	30
Wasserverfügbarkeit der Böden .....	33
4.2 Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen .....	36
4.2.1 Anatomie der Sprossachsen und Trichombesatz .....	36

4.2.2	Epidermis und Stomata .....	45
4.2.3	Wachse .....	47
4.2.4	Erosion an Oberflächen .....	51
4.2.5	Lösungsmittelresistenz .....	55
<b>4.3</b>	<b>Zusammensetzung der Wachse .....</b>	<b>58</b>
4.3.1	Epicuticularwachse (EW) .....	58
4.3.2	Intracuticularwachse (IW) .....	83
4.3.3	Quantifizierung der Wachse .....	98
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>103</b>
<b>5.1</b>	<b>Xeromorphosen .....</b>	<b>103</b>
5.1.1	Verbesserte Wasseraufnahme .....	103
5.1.2	Wasserspeicherung (Sukkulenz) .....	105
5.1.3	Leistungsfähige Wasserleitung .....	107
5.1.4	Transpirationseinschränkung .....	107
<b>5.2</b>	<b>Die ökologische Bedeutung pflanzlicher Oberflächen .....</b>	<b>110</b>
5.2.1	Transportbarriere .....	110
5.2.2	Unbenetzbarkeit .....	111
5.2.3	Selbstreinigungseffekt ("Lotus-Effekt") .....	112
5.2.4	Temperaturkontrolle unter Insolation .....	112
5.2.5	Mechanischer Schutz .....	113
<b>5.3</b>	<b>Mechanismen der Wachsexposition .....</b>	<b>114</b>
<b>5.4</b>	<b>Charakteristika der Wachszusammensetzung .....</b>	<b>117</b>
5.4.1	Korrelation zwischen chemischer Zusammensetzung und Wachsmorphologie ...	117
5.4.2	Wachszusammensetzung unter Berücksichtigung der Sprossentwicklung .....	118
5.4.3	Besonderheiten der Kettenlängenverteilungen .....	120
5.4.4	Unterschiede zwischen Epi- und Intracuticularwachs .....	121
5.4.5	Effekte von Standortfaktoren auf die Wachszusammensetzung .....	123
5.4.6	Wachszusammensetzung und Stabilität .....	124
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung / Summary .....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>132</b>
<b>8</b>	<b>Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen .....</b>	<b>144</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>146</b>