©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Flechtengesellschaften der Namibwüste

VOLKMAR WIRTH

Kurzfassung

Aus der Namibwüste werden fünf Flechtenassoziationen auf der Grundlage der Braun-Blanquet-Methode neu beschrieben. Das Caloplacetum elegantissimae, das Pertusarietum pseudomelanosporae, das Lecanoretum substylosae und das Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei besiedeln Silikatgestein und nischen sich oft eng benachbart entsprechend einem Feuchte-Gradienten ein, der, stark vom Relief beeinflusst, vom Nebelfeuchte-Eintrag bestimmt wird. Während im Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei neben Krustenflechten auch Strauchflechten eine wesentliche Rolle spielen, werden die übrigen Gemeinschaften fast ganz aus Krustenflechten bzw. aus an placodioide Krustenflechten erinnernde, eng anliegenden Laubflechten aufgebaut. Die bekannten *Teloschistes capensis*-Flechtenfelder werden dem Teloschistetum capensis ass. nova zugeordnet; eine phytosoziologisch befriedigende Behandlung der Flechtenfelder war bislang infolge mangelhafter taxonomischer Kenntnisse nicht möglich. Das Lecidelletum crystallinae wird mit weiterem Aufnahmematerial dokumentiert.

Abstract

Lichen communities of the Namib Desert

Five new lichen associations are described on the basis of the Braun-Blanquet method, four of which, Caloplacetum elegantissimae, Pertusarietum pseudomelanosporae, Lecanoretum substylosae and Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei occur on siliceous rocks. In suitable habitats, the associations are found in a zonation pattern according to a fog moisture gradient. With the exception of the Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei, which is characterized by several fruticose species, the associations are dominated by crustose species or by foliose species reminiscent of placodioid crustose lichens. The well known lichen fields with *Teloschistes capensis* are assigned to the Teloschistetum capensis ass. nova which is documented by relevés for the first time. The gypsum-inhabiting Lecidelletum crystallinae is documented with further relevés.

Autor

Prof. Dr. VOLKMAR WIRTH, Staatliches Museum für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-76133 Karlsruhe

Einleitung

Flechten spielen in der Namibwüste eine erhebliche Rolle. An etlichen Orten sind sie so üppig entwickelt, dass sie das Bild der Vegetation bestimmen. Dieses Phänomen hängt eng mit der ökophysiologischen Konstitution der Flechten zusammen, insbesondere der Poikilohydrie, also der Fähigkeit, schadlos auszutrocknen und bei Wasserzufuhr rasch wieder stoffwechselaktiv zu werden, ferner mit der Fähigkeit, mit der gesamten Oberfläche Feuchtigkeit aufzunehmen, vielfach selbst aus nicht wasserdampfgesättigter Atmosphäre. Samenpflanzen sind dagegen auf Wasser im Wurzelraum angewiesen, das an Wüstenhabitaten gewöhnlich nicht ausreichend zur Verfügung steht. Unter diesen Gegebenheiten haben Flechten sichtliche Wettbewerbsvorteile.

Trotz der erwähnten, stellenweise spektakulären Massenentwicklung waren bis vor kurzem die Flechtenbiota Südwestafrikas bezüglich ihrer Artenstruktur ganz ungenügend bekannt. Viele Arten waren entweder noch nicht beschrieben oder wurden erstmals für dieses Gebiet oder den afrikanischen Kontinent nachgewiesen (z.B. EGEA et al. 1997, HALE 1990, KRUG & SANG 1995, HERTEL & WIRTH 2006, WIRTH et al. 2005, WIRTH 2010). Daher war es auch nicht möglich, Flechtengesellschaften gültig zu beschreiben, was soziologische Aufnahmen und Tabellen mit vollständigen Artenlisten voraussetzt.

In dieser Arbeit werden einige in den küstennahen Randgebieten der Namibwüste weit verbreitete Flechtengesellschaften vorgestellt, die sich teilweise bereits im Gelände als unterschiedlich strukturierte Biota habituell erkennen lassen. Davon ist eine, das Gips-bewohnende Lecidelletum crystallinae, erst vor kurzem publiziert worden (WIRTH & BUNGARTZ 2009); sie wird hier mit weiterem Aufnahmematerial belegt. Fünf Gesellschaften werden neu beschrieben. Eine von ihnen entspricht der in Namibia sehr bekannten, durch *Teloschistes capensis* orange gefärbten „Flechtenfeld"-Gesellschaft der Sand-/Kiesflächen vor allem der zentralen Namibwüste. Die übrigen siedeln auf Silikatgestein, und zwar gewöhnlich auf dem in der Namib weit verbreiteten Dolerit, einem basischen magmatischen, dem Basalt chemisch ähnlichen Silikatgestein. Die erwähnten Arten sind mit wenigen Ausnahmen in WIRTH (2010) beschrieben.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Methodik

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten nach der Methode von Braun-Blanquet in der mittleren (Gegend W Vogelfederberg/Namib-Naukluft, um Wlotzkas Baken, E/SE Cape Cross und E Torra Bay) und südlichen Namibwüste (Gegend um Lüderitz und Alexander Bay); genaue Koordinaten werden aus Naturschutzgründen nicht angegeben. Die Abundanz-Dominanz-Angaben lehnen sich an Wirth (1972) an: r: 1-2 kleine Individuen/0,2 m^2; +: bis 1% Deckung und bis 5 Individuen/0,2 m^2; 1: 2-5% Deckung, wenn weniger: 6-20 Individuen/0,2 m^2; 2m: über 20 Individuen/0,2 m^2, aber unter 5% Deckung; 2a: Deckung 5-12,5%; 2b: 12,5-25%, 3: 25-50%, 4: 50-75%, 5: 75-100%. Der Abundanz-Dominanz-Wert r in Klammern (r) bedeutet ein Vorkommen knapp außerhalb der einheitlichen Aufnahmefläche. Die Aufnahmen stammen aus den Jahren zwischen 1988 und 2010; da bei der Aufnahme in weiter zurückliegenden Jahren nur ein Bruchteil der Arten bestimmt werden konnte, wurden im Gelände Arbeitsnamen verwendet und Belegstücke entnommen. Die Anordnung der Arten in den Originaltabellen erfolgt nach ihrer Stetigkeit. Die Nomenklatur richtet sich nach Wirth (2010). Die Typisierung der Assoziationen erfolgt nach dem Code der Phytosoziologischen Nomenklatur (Weber et al. 2000).

Ergebnisse

Die Flechtenassoziationen

1 Das Lecidelletum crystallinae V. Wirth & Bungartz 2009

Diese auf Gipsausblühungen beschränkte, außerordentlich gut charakterisierte und auch räumlich scharf abgegrenzte Gesellschaft wurde von Wirth & Bungartz beschrieben (2009) und mit zehn Originalaufnahmen belegt (Tab. 1, Spalte 4). Charakterarten sind – geordnet nach abnehmender Stetigkeit – *Lecidella crystallina, Caloplaca volkii, Buellia sipmanii* und *Acarospora gypsi-deserti*, ferner eine unbeschriebene *Caloplaca*-Art mit sehr kleinen roten, biatorinen Apothecien und kaum wahrnehmbarem Lager (*Caloplaca gypsicola* ad int.). In der gleichen Reihenfolge nimmt gewöhnlich auch die Dominanz ab, mit der die Arten in den Beständen auftreten. *Lecidella crystallina* und *Caloplaca volkii* sind als losgelöste Wanderflechten auch unabhängig von Gipsvorkommen in den Kiesebenen der Namib in Bruchstücken reichlich vorhanden; sie stammen von offenen Gipsvorkommen oder entwickeln sich möglicherweise auch ad hoc dank einem gipsreichen Boden bzw. einem sehr bodennahen Gips-Ton-Horizont, wie ihn Jürgens & Niebel-Lohmann (1995) für die *Teloschistes*

Tabelle 1. Lecidelletum crystallinae – Stetigkeitstabelle 25 Aufnahmen.

	1	2	3	4	5	6	7
*Lecidella crystallina**	5	6	4	10	25	V	3-4
*Caloplaca volkii**	4	6	4	9	23	V	2a-3
*Buellia sipmanii**	-	5	4	9	18	IV	1-2a
*Acarospora gypsi-deserti**	4	4	0	5	13	III	r-2a
*Caloplaca gypsicola**	0	0	2	0	2	I	1
Lecidea sarcogynoides coll.	1	6	-	1	8	II	+
Teloschistes capensis	-	1	1	6	8	II	+-1
Xanthoparmelia walteri	-	-	2	5	7	II	+-1
Santessonia hereroensis	-	-	3	3	6	II	+
Xanthoria sipmanii	-	1	3	1	5	I	+
Lecanora substylosa	-	-	2	1	3	I	+
Heterodermia namaquana	-	-	1	1	2	I	+
Roccella montagnei	-	-	1	-	1	I	r
Diploschistes actinostomus	-	-	1	-	1	I	r

* = als Charakterarten einzustufen – Spalte 1: 5 Aufnahmen, ca. 16-18 km NE Wlotzkas Baken, 9.2000; 2: 6 Aufn. zwischen Cape Cross und Myl 72, 1989; 3: 4 Aufn. dito, 5.2003; 4: 10 Aufn. Wirth & Bungartz (2009); 5: Summe Aufn. der Spalten 1-4; 6-7: Stetigkeit und durchschnittliche Dominanz / Abundanz.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

capensis-Bestände am Oranje beschrieben haben. Möglicherweise gehört auch *Diploschistes henssenii* zu den charakteristischen Arten. Diese Flechte wurde aber zu selten gefunden, um ein verlässliches Urteil abzugeben.

2 Caloplacetum elegantissimae ass. nova

Das Caloplacetum elegantissimae ist durch die roten, strahlig-rosettigen Lager der namengebenden Art *Caloplaca elegantissima* gekennzeichnet; zu dieser Flechte gesellen sich *Xanthoparmelia*-Arten von blass graugrünlicher Farbe, so *X. equalis* und *X. serusiauxii*. Die Gesellschaft wächst auf (bevorzugt basischem) Silikatgestein und beansprucht sehr geringe Feuchtezufuhr und besiedelt daher entsprechende Grenzstandorte. Sinkt der Feuchtegenuss noch weiter bzw. sind die Habitate stärkerer Austrocknung ausgesetzt, kommt es zu keiner anderen Flechtenvergesellschaftung mehr (WIRTH & HEKLAU 2006). Das Caloplacetum elegantissimae verarmt lediglich, bis nur noch eine oder zwei Arten vereinzelt in reduzierter Entwicklung auftreten und schließlich der Fels völlig flechten- und organismenfrei bleibt.

Entsprechend ihrer erheblichen Trockenresistenz dringt die Gesellschaft mindestens 40 km weit ins Landesinnere vor. In Küstennähe besiedelt sie Habitate im Wind-/Nebelschatten. Unter für entsprechende Beobachtungen günstigen Bedingungen – an Lokalitäten, an denen sich die Phänomene durch die geomorphologischen Verhältnisse über größere Flächen "dekomprimiert" zeigen –, kann eine Artenabfolge bezüglich der flechtenrelevanten hygrischen Bedingungen ermittelt werden. So kann östlich von Torra Bay beobachtet werden, welche Arten in östlicher Richtung, entsprechend immer ungünstigerem Wasserhaushalt, sukzessive ausfallen, bis sich eine Felswüste ohne jegliches Flechtenleben einstellt. Sie bildet großräumig gesehen eine parallel zur Küste bzw. der eigentlichen Namib-Wüste verlaufende Zone von unterschiedlicher Breite (bis ca. 50 km). Mit der geringsten Feuchtezufuhr kommt hier diesen Beobachtungen zufolge auf Sedimentgesteinen *Buellia follmannii* aus, gefolgt von *Caloplaca elegantissima, Xanthoparmelia equalis, Acarospora luederitzensis, Buellia stellulata, Lecanora substylosa, Acarospora ochrophaea, Caloplaca rubelliana, Diploschistes actinostomus, Buellia halonia*. Unter anderen geologischen Verhältnissen, insbesondere auf den in der mittleren Namib weit verbreiteten basischen magmatischen Gesteinen (Dolerit), können weitere/andere Arten beteiligt sein. So nehmen auch *Xanthoparmelia evernica* und *X. incomposita* sehr trockene Habitate ein.

Tabelle 2. Caloplacetum elegantissimae – 12 Aufnahmen.

	1	**2**	**3***	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
*Caloplaca elegantissima**	2a-b	2b	2b	1	1	2a	1	2a	2b	4	2b	2b
Buellia follmannii	-	-	-	+	+	+	+	1	1	1	3-4	1
Buellia stellulata	1	-	+	-	+	+	+	1	-	-	2b	-
Acarospora luederitzensis	-	-	1	+	+	+	r	+	-	-	-	-
*Xanthoparm. equalis**	2b	2b	2a	-	-	-	-	1	-	-	-	3
*Xanthoparm. buedelii**	2-3	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
*Xanthoparm. serusiauxii**	-	-	2a	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Xanthoparm. walteri	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
*Xanthoparm. incomposita**	-	-	-	-	-	-	2a	+	-	-	-	-
Pertusaria pseudomelan.	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-
Diploschistes actinostomus	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Caloplaca rubelliana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

Aufn. 1-9: Hügelzug östlich bis südöstlich Cape Cross, 9.2007; 10-12: ca. 13 km WSW Springbokwater Entrance Gate, Straße nach Torra Bay, 9.2009. – * = als Charakterart einzustufen. 3*: Typusaufnahme – 1: 30 Steine 6-18 cm Durchm., aus einer Bodenfläche von ca. 5 m², Deckung 50 %, ca. 50 m ü.M.; 2: 30 Steine 10-18 cm Durchm., aus einer Fläche von ca. 5 m², 25 % , ca. 50-60 m ü.M.; 3: 30 Steine 12-20 cm Durchm., aus einer Fläche von ca. 5 m², 30 %, ca. 50-60 m ü.M.; 4-8: je 1 m², zahlr. Steine; 4-6: 5-10 %, 60 m ü.M.; 7: 12-15 %, 120 m ü.M.; 8: 20 %, 80 m ü.M.; 9: 8 Steine aus Fläche von 0,2 m², 30° Neigung, 20 %, 40 m ü.M.; 10-12: mehrere Steine, summ. Aufnahmefläche 40 cm x 30 cm, 390 m ü.M.; 10: 30°, W, 65 % ; 11: 0°, 80 %; 12: 0-5°, 60 %.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

3 Pertusarietum pseudomelanosporae ass. nova

Das Pertusarietum pseudomelanosporae ist eine reine Krustenflechtengesellschaft. Treten einmal vereinzelt Arten aus Gattungen auf, die gewöhnlich durch Laubflechten gekennzeichnet sind, handelt es sich um placodioide krustenflechtenähnliche Formen. Die Gesellschaft bildet ein braungraues Mosaik auf Blöcken aus basischen und ultrabasischen Silikatgesteinen und ist xerophytisch, allerdings feuchtigkeitsbedürftiger als das Caloplacetum elegantissimae. Sie findet sich an Berghängen ebenfalls in Lee in Bezug auf die nebelbringenden Luftströmungen in Küstennähe. In der Gesellschaft sind *Pertusaria pseudomelanospora, Buellia stellulata, Acarospora luederitzensis, Buellia follmannii* mit hoher Stetigkeit vorhanden. Andere Arten sind gewöhnlich mit sehr geringer Abundanz bzw. Dominanz vertreten. Unter diesen kann *Caloplaca rubelliana* als Charakterart angesehen werden.

Eine ähnliche Artenkombination kann auch auf kleinen Doleritsteinen in den Kiesflächen der mittleren Namib, meist ab 8-10 Kilometer von der Küste entfernt, gefunden werden. Auf den einzelnen Steinchen von wenigen Zentimetern Durchmesser sitzen zwar meist nur zwei bis drei Arten, aber in der Summe mehrerer Steinchen nähert sich das Artenspektrum dem des Pertusarietum pseudomelanosporae an. Meist sind *Caloplaca rubelliana, Buellia stellulata, Acarospora luederitzensis* und weitere *Acarospora*-Arten zu finden. Diese Flechtenbestände können als verarmte Formen dieser Gesellschaft angesehen werden; *Pertusaria pseudomelanospora* tritt auf kleinen Steinen allerdings nur sehr selten auf.

4 Lecanoretum substylosae ass. nova

Diese Assoziation ist eine weitgehend reine, durch *Lecanora substylosa* und *Buellia halonia* charakterisierte Krustenflechtengesellschaft. In der südlichen Namib tritt *Tephromela nashii* hinzu. Mit hoher Stetigkeit ist *Lecanora panis-erucae* vorhanden, die sich zu *Lecanora substylosa* wie ein Gegenspieler verhält. An tendenziell feuchteren Habitaten kommt zu Lasten von *Lecanora substylosa Lecanora panis-erucae* stärker auf, an tendenziell trockeneren verhält es sich umgekehrt. Optisch äußert sich dies unter günstigen Umständen (an Hängen mit hangaufwärts zunehmendem Feuchteeintrag) in einer recht scharfen Zonierung, einer mehr grünlichgelben Zone und einer darüber liegenden weißen Zone (vgl. Wirth & Heklau 2006, Abb. 4, Wirth 2010, Abb. 4-5); der Übergang erfolgt auf gleichmäßig geneigten Hängen auf kurzer Distanz, während die Flächen mit dominierender *Lecanora substylosa* bzw. *Lecanora panis-erucae* selbst relativ ausgedehnt sind. Eine soziologische Trennung der Bestände ist jedoch schwierig und wäre nur mit subjektiv ausgewählten, relativ seltenen Beständen mit nur einer der beiden Sippen zu bewerkstelligen.

Tabelle 3. Pertusarietum pseudomelanosporae – 10 Aufnahmen.

	1	**2**	**3**	**4**	**5***	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
*Pertusaria pseudomelanospora**	2b	2a	2b	2a	2b	2b	3	3	3-4	2b
Buellia stellulata	1	1	2a	2b	2b	2a	3	2b	2a	2a
Acarospora luederitzensis	2m	2m	2m	2m	2m	2m	r	-	+	2m
Buellia follmannii	1	1	1	2a	2a	2a	-	+	-	2a
Diploschistes actinostomus	2a	1-2	1	1	+	2a	-	r	+	1
*Caloplaca rubelliana**	r	r	-	-	+	+	-	-	r	-
Caloplaca elegantissima	r	1	+	1	1	1	-	-	-	+
Lecidea sarcogynoides coll.	1	1	r	r	.	r	-	-	r	r
Buellia incrustans	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
*Acarospora ochrophaea**	r	-	r	r	r	-	-	-	-	r
Buellia procellarum	r	-	r	-	-	-	-	-	-	+
Lecanora substylosa	+	r	-	-	-	-	-	-	-	1
Xanthoparmelia serusiauxii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r

Alle Aufnahmen vom Bergzug östl. und südöstl. Cape Cross, 40-120 m ü.M. – * = als Charakterart einzustufen. 5*: Typusaufnahme – Aufnahmefläche: Nr.1-4, 7-9: 40 cm x 40 cm; 5: 40 cm x 30 cm; 6, 10: 50 cm x 50 cm – Deckung: 1-3, 10: 35-40 %; 4, 6: 45 %; 5, 8: 50 %; 7, 9: 60 % – Neigung: 1, 3, 5, 7-9: 20-25°; 2, 6: 15-20°; 4, 10: 5° – Exposition: 1-3, 5-9: NNW; 4, 10: N. – Aufn. 2003.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Lecanora panis-erucae spielt auch in einer stärker hygrophytischen Felsflechtengesellschaft eine Rolle, wo sie in artenreicher Assoziation mit *Coronoplectrum namibicum*, *Santessonia hereroensis, Teloschistes capensis* und *Ramalina*-Arten auftritt, also zusammen mit Strauchflechten (Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei, siehe unten).

Das Lecanoretum substylosae vertritt in der Feuchte-abhängigen Zonierung der Flechtengesellschaften eine mittlere Position und profitiert von einem deutlich höheren Feuchteeintrag als das xerische Caloplacetum elegantissimae und das sich an dieses anschließende Pertusarietum pseudomelanosporae.

5 Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei ass. nova

Diese Flechtengemeinschaft tritt an Felsen und Blöcken in extrem stark von nässenden Nebeln befeuchteten Hängen auf und repräsentiert das extrem hygrophytische Ende der Feuchte-gesteuerten Zonierung der Flechtenbiota in der mittleren Namibwüste. Optisch herrschen die orangenen Farbtöne von *Teloschistes capensis* und die weißen der Krustenflechte *Lecanora panis-erucae* vor (vgl. WIRTH & HEKLAU 2006, Abb. 6). Die Gemeinschaft ist sehr artenreich und baut sich gleichermaßen aus Strauch- und Krustenflechten auf. Erstere sind ein Lebensform-Charakteristikum des Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei; in den in der Zonation folgenden, zunehmend Trockenheits-adaptierten Gemeinschaften fehlen Strauchflechten weitgehend. So haben hier *Roccella montagnei, Ramalina canariensis, Niebla cephalota, Santessonia hereroensis, Xanthodactylon flammeum, Tornabea scutellifera* und *Teloschistes puber* (letztere nicht im Aufnahmematerial vertreten) ihre Schwerpunkte. An den feuchtesten Habitaten treten Laub- und Strauchflechten auf, die an regenreichen Standorten in den Tropen und Subtropen weit verbreitet sind und das sonst teilweise endemische Arteninventar der Gesellschaft bereichern, so *Usnea* spec., *Parmotrema reticulatum* und *perlatum, Flavoparmelia soredians*. Die Arten *Combea mollusca* und *Caloplaca eudoxa* treten im Bereich dieser Gesellschaft in Nischen auf; sie sind besonders

Tabelle 4. Lecanoretum substylosae – 12 Aufnahmen.

	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
*Lecanora substylosa**	5	4-5	2b	4	4	3	1	4	3	3	5	5
Lecanora panis-erucae	2a	2a	4	2b	2b	3	4-5	-	-	3	2a	-
*Buellia halonia**	1	-	-	+	1	+	-	1	3	-	+	-
Buellia stellulata	-	+	-	1	1	-	+	2a	-	-	1	-
Buellia procellarum	-	-	-	+	-	1	-	-	-	-	-	+
Xanthoparmelia walteri	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1	-
Teloschistes capensis	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	r	-
Ramalina angulosa	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	r	-
*Tephromela nashii**	-	-	-	-	-	-	-	3	r	-	-	-
Lecidea sarcogynoides	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	+
Pertusaria pseudomel.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Buellia sequax	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Xanthoria sipmanii	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-	-	-
Roccella montagnei	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
Buellia incrustans	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Buellia follmannii	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Diploschistes actinost.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

* = als Charakterart einzustufen. 1*: Typusaufnahme – Aufn. 1-7, 10-12: Höhenzug östl. und südöstl. Cape Cross (50-130 m ü.M.); 8-9: Region Lüderitz. – 1: 30 cm x 50 cm, 50°, S, 100 %, 2.1989; 2: 40 cm x 40 cm, 30°, S-SW, 100 %, 2.1989; 3: 40 cm x 40 cm, 30-45°, S, 100 %, 2.1989; 4: 40 cm x 40 cm, 20-40°, NW, 100 %, 2.1989; 5: 50 cm x 40 cm, 10-40°, S, 100 %, 2.1989; 6: 50 cm x 40 cm, 25°, S, 98 %, 2.1989; 7: 50 cm x 60 cm, 45°, SSE, 92 %, 9.2007; 8: 40 cm x 40 cm, 0°, SSE, 90 %, 10.2009; 9: 40 cm x 40 cm, 25°, S, 85 %, 10.2009; 10: 50 cm x 50 cm, 75°, S, 100 %, 10.2009; 11: 40 cm x 50 cm, 60°, S, 100 %, 2.1989; 12: 50 x 50 cm, 50°, ESE, 100 %, 9.2007.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

reich entwickelt in sehr artenarmen Habitaten und treten dort in Soziationen auf; auch *Coronoplectrum namibicum* erscheint nicht selten mit hohen Dominanzwerten.
Mit den *Teloschistes*-reichen Flechtengesellschaften der Kiesebenen (siehe unten) hat die Gesellschaft sehr wenig Ähnlichkeit. Diesen fehlen alle oben genannten Arten; beiden Assoziationen gemeinsam ist nur *Teloschistes capensis* und der von dieser konkurrenzkräftigen Flechte herrührende orange Farbton, ferner *Ramalina angulosa* und *Buellia incrustans*, wenn man von wenigen sehr selten und sehr spärlich auftretenden Arten absieht. Ökologisch bestehen analoge Verhältnisse insofern, als bei beiden Gesellschaften innerhalb der "Schichten" (Strauchflechten vs. Krustenflechten) ein Gradient hinsichtlich der Wasserversorgung existiert, da die Strauchflechten vermutlich einen Teil der Nebelfeuchte zu Lasten der Krustenflechten abfangen.

6 Teloschistetum capensis Follm. ex V. Wirth ass. nova

Diese Gemeinschaft (von Follmann 1970 als nomen nudum erwähnt) entspricht den mehrfach in der Literatur genannten (z.B. Mattick 1970) und in neueren quantitativen und qualitativen Untersuchungen charakterisierten "Flechtenfeldern" (Schieferstein & Loris 1992, Wirth et al. 2007, Wirth et al. 2010) der Kiesebenen der mittleren Namibwüste. Sie ist derart landschaftsprägend, dass schon früh die Möglichkeit einer Satelliten-Kartierung ins Auge gefasst wurde (Wessels & van Vuuren 1986). In dieser Gesellschaft dominiert

Tabelle 5. Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei – 11 Aufnahmen.

	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10	11
Teloschistes capensis	4	3	3	2-3	3	3	3-4	3	3-4	3	2b
*Lecanora panis-erucae**	1	3	3	4	3	2a	2b	3	3	3	2a
*Roccella montagnei**	2m	2b	+	r	2a	2m	1	1	2m	2m	2a
Ramalina angulosa	1	-	2a	1-2	2a	2a	1	1	2a	2a	2b
*Santessonia hereroensis**	2m	-	1	+	1	2m	2m	2m	+	+	-
Xanthoria sipmanii	-	2a	+	-	+	2b	2a	r	-	+	2b
Lecanora substylosa	1	-	-	-	-	2a	1	+	r	+	2a
Buellia procellarum	1	-	-	-	-	1	1	+	1	+	-
*Coronoplectrum namibicum**	-	-	2b	2a	-	r	1	-	2a	2a	-
Buellia incrustans	1	+	-	-	-	1	-	r	r	-	1
Buellia follmannii	1	-	+	-	-	r	-	+	1	-	-
Ramalina canariensis	+	-	-	-	-	r	-	-	+	+	1
Xanthoparmelia walteri	-	-	r	-	-	+	+	-	-	-	+
Combea mollusca	-	-	-	-	-	-	-	+	+	r	+
Arthothelium desertorum	-	(r)	-	-	-	-	-	1	+	1	-
Lecanographa subcaesioides	(r)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Niebla cephalota	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
Diploschistes actinostomus	-	-	-	-	-	1	r	-	-	-	(r)
Ramalina lacera	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Tornabea scutellifera	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-
Lecidea sarcogynoides	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Parmotrema reticulatum	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	-	-
Usnea spec.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Heterodermia namaquana	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Ramalina fimbriata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Xanthodactyon flammeum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Weitere Arten: 1: *Xanthodactylon* cf. *inflatum* +, *Chrysothrix candelaris* (r), *Caloplaca eudoxa* (r); 2: *Buellia sequax* 2a-b; 7: *Chrysothrix candelaris* (r), *Caloplaca eudoxa* (r); 10: *Caloplaca* spec. +, 11: *Caloplaca eudoxa* (r). – * = als Charakterart einzustufen. 6*: Typusaufnahme – Aufn. 1: Lüderitz, 30 m ü.M., 1 m x 1 m, zahlreiche Steine, 30°, Exp. SW, 85 %, 10.2003; 2-11: Höhenzug E Cape Cross, 80-150 m ü.M., jeweils gleich exponierte Flächen mehrerer Steine, 60 cm x 60 cm, 25-55° Neigung, Exp. S-SE, 95-100 %, 10.2003.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Teloschistes capensis. Dies spiegelt sich selbst in der Färbung der Landschaft wider. Die orangefarbene Strauchflechte tritt in unterschiedlichen Wuchsformen auf und bildet einzelne Polster, Wülste oder ausgedehnte Matten (LORIS et al. 2009, PFIZ et al. 2010). In diese Matten sind Thalli von *Ramalina angulosa* verwoben. Mit hoher Frequenz tritt *Xanthoparmelia walteri* auf, die teils locker auf dem Boden liegt oder in *Teloschistes*-Polster eingeweht ist, aber im Wesentlichen auf Steinchen sitzt und Lagern von *Teloschistes* und *Ramalina* Halt gibt. Auch *Teloschistes capensis* heftet sich auf kleinen Steinchen und Sandkörnern fest. Eine saubere Trennung nach Substrat, nach Gestein und "Boden" bewohnenden Arten erscheint nicht sinnvoll und auch kaum möglich, schon weil hinsichtlich der Kieselgröße und auch hinsichtlich der ökologischen Bedingungen ein Gradient ohne natürliche Zäsur vorliegt. In der Vertikalen existiert vermutlich ein deutlicher Gradient des Feuchtigkeitseintrags: Je höher und stärker verzweigt die Thalli von *Teloschistes* sind (gilt in geringerem Maße auch für *Ramalina* oder *Xanthoparmelia walteri*), desto mehr werden die Nebel ausgefiltert und die basal auf kleinen Kieseln sitzenden Arten vom Feuchteeintrag abgeschirmt.

Nach JÜRGENS & NIEBEL-LOHMANN (1995) sowie LORIS et al. (2009) schälen sich die Standortbedingungen für die *Teloschistes*-Felder wie folgt heraus: 1. hoher Feuchte-Eintrag (daher nur in Küstennähe), 2. oberflächennahe Gips/Ton-Schichten (hohe Sulfatgehalte), 3. Schutz vor starker Erosion durch Sand. Lediglich die von *Ramalina angulosa* dominierten Felder tolerieren häufige Sandeinwirkung im Gefolge von Stürmen.

Die Aufnahmen berücksichtigen alle in der Fläche vorkommenden Arten, ob freiliegend, wie *Xanthoparmelia hueana*, auf Sandkörnern oder auf Kieselsteinen bis ca. 2 cm Größe festgewachsen.

Das Teloschistetum capensis ist in dieser Form zumindest von Torra Bay bis Alexander Bay verbreitet. Wie weit die im Süden von *Ramalina an-*

Tabelle 6. Teloschistetum capensis – 11 Aufnahmen.

	1	2	3	4*	5	6	7	8	9	10	11
*Teloschistes capensis**	2b	2b	1	2-3	2b	2a-b	+	2b	2b	2b	2b
*Ramalina angulosa**	1	1	1	1	1	1	-	1/2m	1	1	2a
Ramalina spec. aff. *ang.*	2a	1	-	1	-	-	-	+	+	-	-
*Xanthoparm. tentaculina**	1	+	1	1	1	1	+	1	1	1	+
Xanthoparmelia walteri	2b	2b	1-2a	2a	2a	2a	2a	2b	2b	2b	1
Buellia incrustans	+	+	r	1	1	+	+/2m	+	+	+	1
Xanthoparm. dregeana	1/2m	+	1/2m	1/2m	1-2a	1	1-2	1	1	2m	-
Lecidella crystallina	1	1	+	1	1	1/2m	+	-	-	+	-
Caloplaca testudinea	2m	1	1	1	1	1-2	1	+	1	1	-
Caloplaca namibensis	+	r	+	1	-	+	+	2a	1/2m	2a	-
Caloplaca elegantissima	+/1	+	+	r	1	+	+	1	1	1	-
Toninia lutosa/australis	r	-	-	1	r	r	-	-	-	-	-
Caloplaca volkii	-	r	+	+	r	+	+	-	-	+	-
Buellia stellulata	-	-	+	-	-	-	r	-	+	-	2a
Xanthoparm. incomosita	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Xanthoparmelia hueana	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Buellia peregrina	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
Buellia follmannii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
*Xanthodact.*cf.*inflatum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Diploschistes actinostomus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

* = als Charakterart einzustufen. 4*: Typusaufnahme – Aufn. 1-2, 4-10: 6-7 km N-NNE Wlotzkas Baken, 1-2,4-6: 2002/2003, 8-10: 2.1989; 3: Cape Cross (9.2007); 11: Alexander Bay (10.2009); Aufn. 4 an Station S5 in WIRTH et al. (2006), Aufn. 5 an S6, Aufn. 6 an S8, Aufn. 7 an S10. Alle Aufnahmen kiesig-sandiger Untergrund, Steinchen max. 2 cm Durchm. Aufn.fläche 1-10: 1 m^2, eben; 11: 15 m^2, 15°, NNE. Deckung: 1-2: 45 %, 3: 15-20 %, 4: 40 %, 5, 10: 35 %, 6: 25 %, 7: 15-18 %; 8-9: 35-40 %.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

gulosa dominierten Bestände soziologisch zu verselbständigen sind, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Synsystematik

Da keine weiteren Arbeiten über Flechtengesellschaften von Wüstenbiomen aus dem südlichen Afrika existieren, sind die Perspektiven für eine Eingliederung der beschriebenen Assoziationen in ein soziologisches System nach den Prinzipien der Braun-Blanquet-Schule a priori ungünstig. Aufgrund der engen systematischen Verwandtschaft (bis hin zur Identität) etlicher Flechten der namibischen Biome mit Arten anderer Nebelwüsten, vor allem der Atacama-Wüste und Baja California, ist dort mit verwandten Flechtengemeinschaften zu rechnen. Für die Atacama-Wüste existieren, neben etlichen skizzenhaften soziologischen Hinweisen, auch Beschreibungen von Flechtenassoziationen, so auch der Gesteinsflechtengesellschaft Buellietum albulae (Follmann 1965). Eine Überlappung im Artenspektrum ist jedoch nicht vorhanden.
Laut Stetigkeitstabelle (Tab. 7) erscheinen *Buellia stellulata* und *Diploschistes actinostomus* als Charakterarten eines Verbandes, des Buellion stellulatae all. nova, geeignet, der das Caloplacetum elegantissimae, Pertusarietum pseudomelanosporae und das Lecanoretum substylosae umfasst. Diese Eignung wird durch zahlreiche Geländebeobachtungen zur Vergesellschaftung der Charakterarten der drei erwähnten Assoziationen sehr gestützt. Möglicherweise ist auch *Acarospora luederitzensis* als Verbandscharakterart anzusehen; sie fehlt aber dem Lecanoretum substylosae. Als Typus des Verbandes wird hier das Pertusarietum pseudomelanosporae gewählt.
Eine weitere synsystematische Anbindung ist derzeit nicht möglich.

Diskussion

Die vorwiegend in Europa etablierte soziologische Betrachtungsweise von Biota hat den Vorteil, integrierend und knapp über Lebensgemeinschaften zu orientieren. Die Diversität eines Gebietes lässt sich mit ihr hervorragend beschreiben. Die Methode wird in Gebieten der Südhemisphaere selten angewandt, weil sie eine umfassende, weitestgehend komplette Erfassung der Arten in den Aufnahmeflächen voraussetzt; diese Voraussetzung ist aber in den seltensten Fällen bei Kryptogamenbiota gegeben. Selbst in den berühmten Flechtenfeldern der Namibwüste ist – trotz der vielfachen Erwähnung und Berücksichtigung selbst in touristischen Besichtigungsprogrammen – die Artenzusammensetzung bis vor kurzem nur sehr unvollständig bekannt gewesen. Ansätze zur phytosoziologischen Betrachtung von Flechten im südwestlichen Afrika existieren zwar, erfassen aber die Flechten nur unvollständig (Lalley et al. 2007) oder mit Frequenzverfahren (Wirth et al. 2006). Lediglich Jürgens & Niebel-Lohmann (1995) berücksichtigten im Rahmen einer gründlichen soziologischen Untersuchung einer von *Teloschistes capensis* und *Ramalina*-Arten geprägten Vegetation mit Flechtenfeldern auch die Flechtenarten. Gerade diese Untersuchung zeigt jedoch, dass bislang die Schwierigkeiten einer Beschreibung flechtenreicher Gemeinschaften unüberwindlich waren. Von 31 registrierten Flechtenarten im untersuchten Transekt konnten nur 11 auf Artebene spezifiziert werden. Mit den oben veröffentlichten, alle Arten berücksichtigenden Aufnahmen sind die *Teloschistes*-geprägten, gegebenenfalls auch Samenpflanzen enthaltenden Biota der Kiesflächen definiert. Das Arteninventar war bereits von Wirth et al. (2006) dokumentiert worden.
Auch die von Wirth & Heklau (2006) beschriebene Zonierung von Felsflechten in Abhängigkeit vom Nebelfeuchteeintrag kann nun auf der Basis der oben vorgelegten Tabellen prägnant, vom Einzelfall abstrahierend, mit soziologischen Einheiten benannt werden. Die trockensten Felsflächen und Blockansammlungen werden vom Caloplacetum elegantissimae eingenommen. Es besiedelt absolute Grenzstandorte, wie die stellenweise sehr geringe Deckung und räumlich benachbarte Flächen ohne jedes wahrnehmbare Leben von Produzenten belegen. Das Caloplacetum elegantissimae wird mit zunehmendem Feuchteeintrag vom Pertusarietum pseudomelanosporae abgelöst, dieses wiederum vom Lecanoretum substylosae und schließlich, an sehr feuchten und sehr häufig von nässenden Nebeln überzogenen Habitaten, vom Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei. Diese Gesellschaft kann selbst hygrophytische Laubflechten enthalten, die in niederschlagsreichen ozeanischen Lagen der warm-gemäßigten Zonen bis in niederschlagsreiche Tropen hinein vorkommen.
Mit diesen vier Gesellschaften sowie mit dem auf Gips beschränkten Lecidelletum crystallinae las-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Tabelle 7. Übersicht der Silikatflechten-Gesellschaften der Namibwüste; Stetigkeitstabelle. A: 12 Aufn. Caloplacetum elegantissimae; B: 10 Aufn. Pertusarietum pseudomelanosporae; C: 12 Aufn. Lecanoretum substylosae; D: 10 Aufn. Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei.

	A	B	C	D
Charakterarten Caloplacetum elegantissimae:				
Caloplaca elegantissima	V, 1-2b	III, r-1		
Xanthoparmelia equalis	III			
Xanthoparmelia buedelii	II			
Xanthoparmelia serusiauxii	II, +-2a	I, r		
Xanthoparmelia incomposita	I			
Charakterarten Pertusarietum pseudomelanosporae:				
Pertusaria pseudomelanospora	I, r	V,2a-4	I, +	
Caloplaca rubelliana	I, +	III		
Acarospora ochrophaea		III		
Charakter*- u. Diff.arten Lecanoretum substylosae:				
*Lecanora substylosa**		II, r	V, 2-5	IV, r-1
Lecanora panis-erucae			V, 2a-5	V, 1-3
*Buellia halonia**			III	
*Tephromela nashii**			I	
Charakterarten Buellion stellulatae:				
Buellia stellulata	III, +-1	IV, 1-2b	III, +-2a	
Diploschistes actinostomus	I, r	IV, +-2a	I, 1	I, r-+
Acarospora luederitzensis	III, r-1	IV, +-2m		
Charakter*- u. Diff.arten Lecanoro panis-erucae-Roccelletum m.:				
Teloschistes capensis				V
*Roccella montagnei**				V
*Santessonia hereroensis**				V
Ramalina angulosa				V
Xanthoria sipmanii			I	IV
*Coronoplectrum namibicum**				III
Ramalina canariensis(*)				III
Buellia procellarum				III
Combea mollusca				III
Arthothelium desertorum				II
*Niebla cephalota**				II
Lecanographa subcaesioides				I
Tornabea scutellifera				I
Parmotrema reticulatum				I
Weitere Arten:				
Buellia follmannii	IV, +-1	IV, 1-2a	I, r	III, +-1
Buellia incrustans		IV, +	I, r	III, +-1
Lecidea sarcogynoides coll.		IV, r-1	I, +	I, +

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

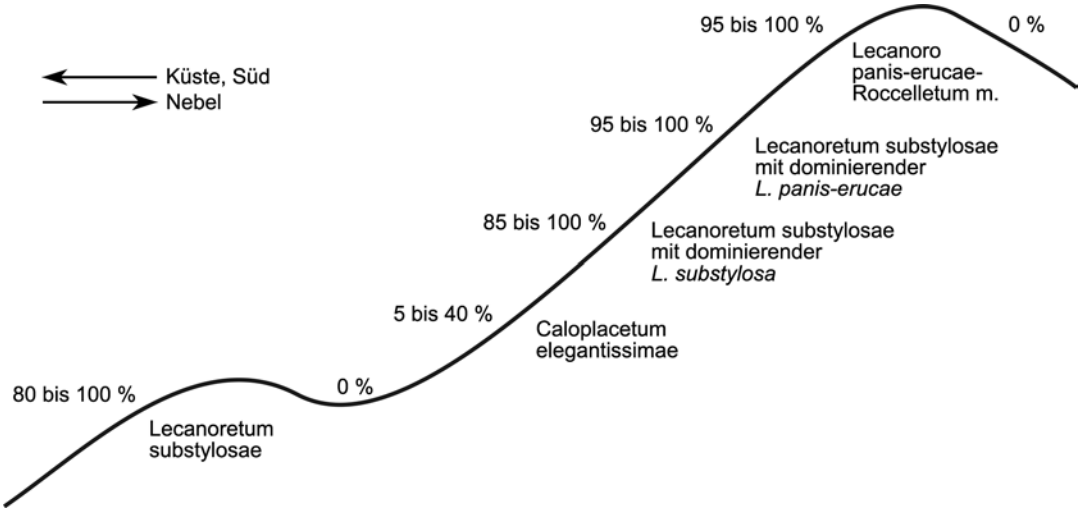

Abbildung 1. Zonierung von Silikatflechten-Gesellschaften an südexponierten Hängen küstennaher Hügel in der mittleren Namibwüste. Prozentwerte: Flächendeckung der Gesellschaften auf den Gesteinsblöcken.

sen sich die gesteinsbewohnenden Flechtenbiota der Namibwüste bereits größtenteils beschreiben und kartieren. Lokal treten an sehr feuchten Stellen noch andere, überwiegend sehr seltene Gemeinschaften auf. Relativ häufig sind Soziationen mit *Combea mollusca*, die sehr artenarm sind und durch die Dominanz von *Combea* ausgezeichnet sind.

Das Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei und das Teloschistetum capensis haben durch die optisch auffallende *Teloschistes capensis* nur scheinbar größere Gemeinsamkeiten. Das übrige Arteninventar überlappt kaum. Ursachen dafür liegen weitgehend in edaphischen Faktoren. Während im Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei das Substrat kompaktstabil und damit langfristig ungestört ist, können im Teloschistetum capensis durch Windereignisse Polster und Matten und Kieselsteine umgelagert werden (Loris et al. 2009, Pfiz et al. 2010), was eine erhebliche Flexibilität der Arten hinsichtlich Fortpflanzung und Besiedlung voraussetzt: Die Arten müssen sich rasch etablieren und fortpflanzen können. Damit dürfte zusammenhängen, dass in dieser Gesellschaft sich vegetativ durch Isidien fortpflanzende Arten (*Caloplaca testudinea, Xanthoparmelia namibiensis, X. dregeana*) Bedeutung haben, während solche Sippen im Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei nicht auftreten. Ein zweiter bedeutender Unterschied liegt im Chemismus des Substrates. Die vom Teloschistetum capensis besiedelten Kiesflächen sind hauptsächlich von Quarzkieseln bedeckt, einem sauren Silikatgestein, während das Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei auf basischen Silikaten mit subneutraler Verwitterungsrinde vorkommt. Für die weitestgehend substratunabhängig und räumlich ihre Thalli entwickelnde *Teloschistes* dürfte die Substratqualität nicht die Bedeutung haben wie für die mit dem Substrat eng verwachsenen Krustenflechten.

Um statistisch relevante Aussagen über mittlere Deckungsanteile von Krusten-, Laub- und Strauchflechten zu machen, ist das Aufnahmematerial nicht genügend umfangreich. Es geht aber deutlich hervor, dass das Caloplacetum elegantissimae überwiegend von rosettig wachsenden Arten aufgebaut wird, von der Krustenflechte *Caloplaca elegantissima* und *Xanthoparmelia*-Arten, die zwar formal zu den Laubflechten zählen (mit ausgebildeter Unterrinde), mit ihren eng anliegenden, zentral areolierten Lagern jedoch mit placodioiden Krustenflechten vergleichbar sind. Nicht im Aufnahmematerial belegt, aber auch gelegentlich in dieser Gesellschaft anzutreffen, ist *Dimelaena radiata*, eine weitere placodioide Krustenflechte. Das Pertusarietum pseudomelanosporae und das Lecanoretum substylosae sind fast reine Krustenflechtengesellschaften, während das Lecanoro panis-erucae-Roccelletum montagnei durch eine Strauchflechten- und eine Krustenflechtenschicht ausgezeichnet ist. In allen

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

drei Gesellschaften spielt die für das Caloplacetum elegantissimae typische placodioide Lebensform keine oder eine untergeordnete Rolle.
Das Teloschistetum capensis tritt in der zentralen Namibwüste in recht uniformer Ausbildung auf. Es entspricht den von MATTICK (1970) erwähnten, von LALLEY et al. (2006) statistisch und von LANGE et al. (z. B. 1990, 1991, 2006) experimentell-ökologisch untersuchten Flechtenfeldern. *Teloschistes capensis* ist stets in größerer Deckung vertreten als *Ramalina angulosa*. Dies ist in der südlichen Namib nicht der Fall. Neben typischen, durch dominierende *Teloschistes* gekennzeichneten Flechtenfeldern kommen dort *Ramalina*-dominierte Biota vor, in denen *Teloschistes* teils gar nicht mehr, teils in geringer Abundanz auftritt. Diese Biota sind überdies reich mit Samenpflanzen durchsetzt, die ihrerseits, wie z.B. *Sarcocaulon* oder *Lycium*, Träger von *Ramalina*- und *Teloschistes*-Arten sind. Auf sandigem Boden kommen dabei die Flechten kaum noch oder nur scheinbar epigaeisch vor, vielmehr an Resten von höheren Pflanzen festgewachsen oder mit diesen verwoben. Die Verhältnisse werden aus JÜRGENS & NIEBEL-LOHMANN (1995) deutlich. Die optisch auffallenden *Ramalina*-dominierten Flechtenbiota können hier auch als epiphytische Gemeinschaften beschrieben oder als epiphytische Gemeinschaften von bodenbewohnenden getrennt werden. In Gesellschaft von *Ramalina angulosa* coll., *R. melanothrix* und anderen *Ramalina*-Arten treten hier an Stämmchen und Ästen der Karoo-Vegetation *Xanthodactylon-, Caloplaca-, Buellia*- und *Rinodina*-Arten auf.

Dank
Ich danke Herrn Prof. Dr. F. DANIELS (Münster) für die freundliche Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Hinweise.

Literatur

EGEA, J. M., SÉRUSIAUX, E., TORRENTE, P. & WESSELS, D. (1997): Three new species of Opegraphaceae (lichens) from the Namib desert. – Mycotaxon, **61**: 455-466.

FOLLMANN, G. (1965): Eine gesteinsbewohnende Flechtengesellschaft der nordchilenischen Wüstenformationen mit kennzeichnender *Buellia albula* (NYL.) MÜLL. Arg. – Nova Hedwigia, **10**: 243-256.

FOLLMANN, G. (1970): Schedae ad Lichenes Exsiccati Selecti a Museo Botanico Berolinensi Editi. IV. Fasciculus. – Willdenowia, **6**: 17-24.

HALE, M. E. (1990): A synopsis of the lichen Genus *Xanthoparmelia* (VAINIO) Hale (Ascomycotina, Parmeliaceae). – Smithsonian Contributions to Botany, **74**: 1-250.

HERTEL, H. & WIRTH, V. (2006): Some saxicolous lecideoid lichens from Namibia. – Carolinea, **64**: 69-74.

JÜRGENS, N. & NIEBEL-LOHMANN, A. (1995): Geobotanical observations on lichen fields of the southern Namib Desert. – Mitteilungen des Instituts für Allgemeine Botanik Hamburg, **25**: 135-156.

KRUG, J.C. & SANG, S. (1995): New species of *Neofuscelia* (Parmeliaceae, Lecanorales) from Namibia, south-western Africa. – In: DANIELS, F. J. A. et al.(ed.): Flechten-Follmann. Contributions to lichenology in honour of GERHARD FOLLMANN. – pp. 263-271; Cologne (Botanical Institute).

LALLEY, J.S., VILES, H.A., COPEMAN, N. & COWLEY, C. (2006): The influence of multi-scale environmental variables on the distribution of terricolous lichens in a fog desert. – Journal of Vegetation Science **17**: 831-838.

LANGE, O. L., MEYER, A., ZELLNER, H., ULLMANN, I. & WESSELS, D. C. J. (1990): Eight days in the life of a desert lichen: water relations and photosynthesis of *Teloschistes capensis* in the coastal fog zone of the Namib Desert. – Madoqua, **17**: 17-30.

LANGE, O.L., MEYER, A., ULLMANN, I. & ZELLNER, H. (1991): Mikroklima, Wassergehalt und Photosynthese von Flechten in der küstennahen Nebelzone der Namib-Wüste: Messung während der herbstlichen Witterungsperiode. – Flora, **185**: 233-266.

LANGE, O. L., GREEN, A. T. G., MELZER, B., MEYER, A. & ZELLNER, H. (2006): Water relations and CO_2 exchange of the terrestrial lichen *Teloschistes capensis* in the Namib fog desert. – Flora, **201**: 268-280.

LORIS, K., PFIZ, M., ERB, E., WIRTH, V., KÜPPERS, M. (2009): Lichen vegetation in the Central Namib as influenced by geomorphological and edaphic conditions, climate and wind erosion. – Bibliotheca Lichenologica, **100**: 369-388.

MATTICK, F. (1970): Flechtenbestände der Nebelwüste und Wanderflechten der Namib. – Namib und Meer, **1**: 35-43.

PFIZ, M., LORIS, K., ERB, E., WIRTH, V. & KÜPPERS, M. (2010): Changing patterns of lichen growth form distributions within the lichen fields of the Central Namib. – In: SCHMIEDEL, U. & JÜRGENS, N. (eds.): Biodiversity in southern Africa, vol. 2 – Patterns and processes at regional scale. – pp. 33-37; Hess-Verlag (Göttingen).

SCHIEFERSTEIN, B. & LORIS, K. (1992): Ecological investigations on lichen fields of the Central Namib. – Vegetatio, **90**: 113-128.

WEBER, H. E., MORAVEC, L. & THEURILLAT, J.-P. (2000): International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd ed. – Journal of Vegetation Science, **11**: 739-768.

WESSELS, D. C. J. & VAN VUUREN, D. R. J. (1986): Landsat imagery – its possible use in mapping the distribution of major Lichen Communities in the Namib Desert, South West Africa. – Madoqua **14**: 369-373.

WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gesellschaften im außeralpinen Zentraleuropa. – Dissertationes Botanicae, **17**: 306 + 9 S., 29 Tab.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Wirth, V. (2010): Lichens of the Namib Desert. – 96 S.; Hess Verlag (Göttingen).

Wirth, V. & Bungartz, F. (2009): Lecidelletum crystallinae, a lichen community on gypsum crusts of the Namib Desert including the new species *Buellia sipmanii*. – Bibliotheca Lichenologica, **99**: 405-410.

Wirth, V. & Heklau, M. (2006) Zonierung der Gesteinsflechtenvegetation an Küsten-Bergzügen der Namib-Wüste. – Carolinea, **64**: 79-96.

Wirth, V., Kärnefelt, I., Thell, A. & Arup, U. (2005): *Caloplaca testudinea* V. Wirth & Kärnefelt sp. nov. and *C. rubelliana* (Ach.) Lojka, new to southern Africa. – Mycological Progress, **4**: 299-302.

Wirth, V., Loris, K. & Müller, J. (2007): Lichens in the fog zones of the Central Namib and their distribution along an ocean-inland transect. – Bibliotheca Lichenologica, **95**: 555-582.

Wirth, V., Müller, J., Pfiz, M., Loris, K. & Küppers, M. (2010): Lichen distribution along an ocean-inland transect in the fog zone of the Central Namib. – In: Schmiedel, U. & Jürgens, N. (eds.): Biodiversity in southern Africa, vol. 2 – Patterns and processes at regional scale, pp. 38-43. Hess-Verlag (Göttingen).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 68

Autor(en)/Author(s): Wirth Volkmar

Artikel/Article: Flechtengesellschaften der Namibwüste 49-60