

## Moosgesellschaften auf Baumfarnstämmen in Südostbrasilien

Jasmine Ahmed und Jan-Peter Frahm

Botanischen Institut der Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Meckenheimer Allee 170,  
53115 Bonn, Germany

**Abstract:** The floristic composition of epiphytic bryophytes on trunks of the tree ferns species *Cyathea arborea* and *Dicksonia sellowiana* was studied in SE-Brazil. A total of 142 bryophyte species were found, of which 20 were found in more than 10% of the vegetation analyses, 77 species occurred only one to three times.

Five new bryophyte associations are described in two new classes: the Syrrhopodetum proliferi, Porotricho-Syrrhopodetum incompleti and Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici within the Hymenodontetalia aeruginosae, which is almost confined to *Cyathea arborea*. They prefer humid habitats in coastal rain forests and cloud forests. The Campylopodetum extincti and Campylopodetum occulti are united within the class Syrrhopodetalia gaudichaudii. They grow on *Dicksonia sellowiana* and occur within *Araucaria* forests.

The predominant life form in both classes are wefts and mats. The characteristic life forms of the Hymenodontetalia are short turfs, dendroids, fans and tails, which are an expression of the humid habitat conditions, but short and tall turfs in the Syrrhopodetalia.

**Zusammenfassung:** Die floristische Untersuchung epiphytischer Moose auf Stämmen der Baumfarne *Cyathea arborea* und *Dicksonia sellowiana* belegt eine große Artenvielfalt von Laub- und Lebermoosen. Von insgesamt 142 Arten wurden 20 in mehr als 10 % der Aufnahmen nachgewiesen; 77 Arten kamen nur 1 bis 3 mal vor.

Es wurden fünf neue Assoziationen in zwei neuen Ordnungen beschrieben: Die Assoziationen der Ordnung Hymenodontetalia aeruginosae (Syrrhopodetum proliferi, Porotricho-Syrrhopodetum incompleti und Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici) kommen fast ausschließlich auf *Cyathea arborea* vor. Sie bevorzugen luftfeuchte Habitate in Küstenregenwäldern, Nebelwäldern und in Feuchtwäldern landeinwärts der Küstengebirge.

Das Campylopodetum extincti und das Campylopodetum occulti aus der neuen Ordnung Syrrhopodetalia gaudichaudii bevorzugen *Dicksonia sellowiana* als Phorophyt. Daher trifft man diese Assoziationen hauptsächlich auf dem Planalto der südlichen Staaten Brasiliens an, wo Araukarienwald vorherrschend ist. In beiden Ordnungen sind die beherrschenden Wuchsformen Filze und Decken (meist Lebermoose). Die charakteristischen Elemente der Hymenodontetalia aeruginosae waren die Kurzrasen und vom Substrat abstehende Lebensformen (Bäumchen, Wedel, Schweif). Für die Ordnung Syrrhopodetalia gaudichaudii sind dagegen die Kurzrasen-Polster-Mischform und Hochrasen typisch, die sich v.a. aus *Campylopus*- und *Syrrhopodon*-Arten zusammensetzen.

## 1 Einleitung

Die temperaten Küstenregenwälder Südamerikas sind Ökosysteme höchster Biodiversität, die sich durch einen hohen Endemitenanteil und äußerst komplexe Lebensgemeinschaften auszeichnen. Die ständig hohe Luftfeuchtigkeit in diesen Wäldern - vor allem in der Nebelwaldstufe - bietet ideale Bedingungen für eine reiche Vielfalt von Epiphyten. Unter diesen finden sich neben Angiospermen und Pteridophyten eine große Anzahl verschiedenster Bryophyten.

Die epiphytische Moosflora Brasiliens ist erst im Begriff umfassend erforscht zu werden. Verglichen mit den Andenländern gibt es noch recht wenig speziell auf Brasilien bezogene bryologische Literatur. Wichtige Beiträge zu Südostbrasilien leisteten in den letzten Jahrzehnten HELL (1967), PÓRTO (1990), PÓRTO ET AL. (1999), SCHÄFER-VERWIMP (1989, 1991, 1992, 1996), SCHÄFER-VERWIMP & VITAL (1989), SEHNEM (1969-1980), VISNADI & VITAL (1995) und YANO (1981, 1984, 1989, 1995).

Zur Pflanzensoziologie der südamerikanischen Epiphytenflora gibt es Literatur, die Brasilien allerdings noch nicht einschließt (DREHWALD 1995, KÜRSCHNER & PAROLLY 1998, SILLET 1991, WOLF 1993). KÜRSCHNER hat 2000 einen coenosyntaxonomischen Vergleich zwischen tropischen, epiphytischen Moosgesellschaften auf der Grundlage von Lebensstrategien und Lebensformen vorgelegt. Der Vergleich zeigt, dass die dominierenden Lebensstrategien dieser Gesellschaften in allen tropischen Gebieten sehr große Ähnlichkeiten aufweisen und legt möglicherweise nahe, dass zumindest das Grundmuster der epiphytischen Gesellschaften in Form der Lebensformen und Lebensstrategien noch aus gondwanischer Zeit stammen könnte.

Die vorliegende Arbeit leistet einen floristischen und pflanzensoziologischen Beitrag zur epiphytischen Moosflora auf den Baumfarnen *Dicksonia sellowiana* und verschiedenen *Cyathea*-Arten Südostbrasilien. Baumfarne bieten als sehr alte Gruppe von Trägerpflanzen ein Substrat, das schon seit dem Jura zur Verfügung steht. Man

findet Baumfarne häufig in feuchten, für Epiphyten günstigen Habitaten wie Bergregenwäldern, bewaldeten Schluchten und Bachtälchen. Epiphytengesellschaften, die sich auf das Leben auf diesen Baumfarnen spezialisiert haben, wäre es theoretisch möglich gewesen, über die lange Zeit seit der Auftrennung von Gondwana in nahezu unveränderten mikroklimatischen Verhältnissen zu überdauern. In dieser Arbeit wird untersucht, welche Moosgesellschaften auf den oben genannten Baumfarnen vorkommen und ob es zu Moosen auf neuseeländischen Baumfarnen Ähnlichkeiten gibt, die auf einer gemeinsamen gondwanischen Herkunft beruhen könnten.

Da es noch keine speziellen phytosoziologischen Untersuchungen zu Moosen auf Baumfarnen Neuseelands gibt, werden statt dessen hochstete Arten und Lebensformen verglichen. Dabei wird auf die Arbeit von ZANK (2000) über epiphytische Laubmoose an *Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa* in Neuseeland Bezug genommen.

## 2 Geographie und Klima des Untersuchungsgebietes

### 2.1 Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über das Küstengebiet und küstennahe Waldgebiete der südostbrasilianischen Staaten Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina und Rio Grande do Sul. Die meisten Aufnahmen wurden im Küstengebirge gesammelt, einige auch in Bergwäldern weiter im Landesinneren, jedoch nie weiter als 80 Kilometer von der Küste entfernt. Die Höhen der Aufnahmen lagen im Mittel bei 500 m über NN und variierten stark zwischen 20 m (Küstenebene) und 1670 m (Serra da Bocaina) über NN (Tab. 2.1).

### 2.2 Klima

Die südostbrasilianischen Staaten Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo und Rio de Janeiro verbindet ein fast durchgängiger Streifen Küstengebirge. Hier herrscht auf der Seeseite fast ganzjährig hoher Niederschlag (Rio de Janeiro 1727 mm, São Paulo 1458 mm, Curitiba

Staat	Nr.	Lage des Teilgebietes	Koordinaten	Meereshöhen
Rio de Janeiro	4	Parque Nacional do Itatiaia	S 22° 25' W 44° 37'	1120-1170 m
São Paulo	2	Serra da Bocaina südlich von	S 22° 52' W 44° 27'	600- 1670
	3	Serra da Bocaina südlich von São José do Barreiro (Seeseite)	S 22° 53' W 44° 27'	1110-1180 m
	1	Serra do Mar bei Ubatuba	S 23° 47' W 45° 35'	20 – 600 m
	5	Serra do Peruíbe	S 24° 12' W 47° 12'	50 - 150 m
	7	Parque Estadual do Alto Ribeira bei Apiaí	S 24° 30' W 48° 42'	600 – 900 m
	6	Parque Estadual de Caverna do Diabo bei Eldorado	S 24° 42' W 48° 24'	500 m
Paraná	8	Baia do Paranaguá bei Morretes (Seeseite)	S 25° 30' W 48° 48'	180 - 1000 m
	9	Baia do Paranaguá bei Morretes (Landseite)	S 25° 30' W 48° 50'	800 m
Santa Catarina	10	Serra do Mar bei Corupá	S 26° 24' W 49° 18'	280 - 800 m
	11	Parque Ecológico Spitzkopf in der Serra do Mar bei Blumenau	S 26° 56' W 49° 02'	325 - 900 m
	12	Ilha de Sta. Catarina	S 27° 30' W 48° 26'	270 m
	13	Serra Geral bei Urubici	S 28° 05' W 49° 30'	860 - 1375 m
Rio Grande do Sul	14	Cambará do Sul	S 29° 04' W 50° 09'	360 – 960 m

Tabelle 2.1: Lage der Untersuchungsgebiete

1435 mm).

Während der Winter (etwa Mai bis August) in Rio de Janeiro die regenreichste Jahreszeit ist, fällt er in den südlicheren Küstengebieten eher trocken aus. Der Niederschlag wird hauptsächlich von den Seewinden (SO-Passat) herangetragen und fällt als Steigungsregen im Küstengebirge oder lagert als dichter Nebel an den oberen

Berghängen.

Im Staat Rio de Janeiro trifft die feuchte Seeluft, nachdem sie bereits in der Serra do Mar einen Teil des Niederschlags abgerechnet hat, weiter landeinwärts auf ein weiteres Gebirge, die Serra da Mantiqueira. Da diese noch höher liegt als die Serra do Mar, steigt die Luft weiter auf und sorgt auch hier noch für Niederschläge in den Höhen-

lagen.

Die höheren Lagen der Serra Geral in Santa Catarina und Rio Grande do Sul erleben in den Wintermonaten Fröste und Schnee. Karges Grasland und hartlaubige Vegetation an den Hängen weisen auf lange Trockenperioden hin.

### 2.3 Boden

Der Boden im Bereich der Küstenregenwälder ist bis in große Tiefen (meist mehr als 3 m) verwirrt. Die starken Niederschläge wuschen lösliche Salze aus, die sich in größerer Tiefe als Eisensalze wieder anreicherten. Es entstand ein tiefgründiger, ziemlich kompakter, aber doch genügend durchlüfteter Boden, der oberflächlich von sehr humusreichen Schichten überlagert wurde. Das Urgestein im Planalto besteht aus quarzitischem Sandstein oder Granit, oft von basischem Eruptivgestein überlagert (v. a. Basalt). Die Böden dort sind Roterden, ähnlich den Latosolen.

## 3 Vegetation des Untersuchungsgebietes

### 3.1 Waldtypen des Untersuchungsgebietes

Da das Untersuchungsgebiet sich über 600 km südliche Breite und fast 2000 Höhenmeter erstreckt, befinden sich darin die unterschiedlichsten Vegetationstypen. Im Folgenden werden nur die Waldtypen herausgegriffen, in denen die gesuchten Phorophyten vorgefunden und aufgenommen wurden.

#### 3.1.1 Brasilianischer Küstenregenwald (Mata Atlântica)

Der Regenwald an den seeseitigen Hängen der Küstengebirge südwestlich und rund um Rio de Janeiro zeichnet sich in seinen primären Bereichen durch einen Artenreichtum aus, der sich mit dem des Amazonasregenwaldes messen kann. Die Artenvielfalt dieser Gebiete ist bei Weitem noch nicht ausreichend erforscht. Die Baumschicht ist 20 – 30 m hoch. Hier dominieren *Fabaceen* (*Cassia multijuga*, *Centrolobium*, *Dalbergia*, *Hymenaea*, *Macherium*, *Piptadenia*), *Bignoniaceen* (*Tabebuia*, *Tecoma*), *Sapotaceen* (*Lucuma*, *Pouteria*), *Lauraceen* (*Nectandra*, *Ocotea*, *Persea*, *Phoebe*), *Melastomataceen* (*Mi-*

*conia*, *Tibouchina*), *Meliaceen* (*Cabralea*, *Cedrela*) und *Myrtaceen*. Außerdem gibt es auch Palmen, wie *Geonoma* oder „Palmito“ (*Euterpe edulis*), eine Palme mit essbarem Mark. Die Strauchschicht besteht zum großen Teil aus dem Jungwuchs der Baumschicht. Daneben fallen viele Baumfarne (*Cyatheaceae*) verschiedener Höhe ins Auge. Die Krautschicht wird von bodenlebenden *Bromeliaceen*, *Araceen* und *Farnen* dominiert.

Die ständig hohe Luftfeuchtigkeit im Waldesinneren begünstigt einen besonderen Epiphytenreichtum. Farne (v. a. *Hymenophyllales*), *Bryophyten* und *Bromeliaceen* sind die häufigsten Epiphyten, aber auch Flechten, Orchideen und *Rhizopogon*-Arten kommen vor.

Wo der Primärwald geschädigt wurde, ob durch Abholzung, Brand oder Windwurf, entsteht als frühe Stufe des Sekundärwaldes ein Gebüsch von *Tibouchina*-, *Sapium*-, *Croton*-, *Vernonia*- und *Bacharis*-Arten. Besonders deutlich sind Sekundärstandorte (z. B. Straßenränder) durch schnellwachsende *Cecropien* gekennzeichnet. Solche Bereiche sind recht typisch in mäßig dicht besiedelten Gebieten, die vom Tourismus oder der Plantagenwirtschaft geprägt sind.

#### 3.1.2 Nebelwald

In den oberen Höhenstufen der küstennahen Gebirge findet man ab etwa 1200 m (in der weiter landeinwärts gelegenen Serra do Mantiqueira erst ab 1400-1600 m) den typischen feuchten Nebelwald. Hier fallen die meisten Niederschläge des küstennahen Gebietes, und auch die Luftfeuchtigkeit ist am größten, da diese Höhen oft tagelang von Wolken eingehüllt sind. Die großlaubigen Bäume der unteren Bergwaldstufe weichen niedrigeren Bäumen mit kleinerem Laub und auffällig heller, glatter Rinde, die oft bis zu den kleinsten Zweigen mit Flechten bedeckt sind. Die untere Grenze dieses Waldes fällt etwa mit der Obergrenze für *Cecropia* und die Palmenarten *Euterpe edulis* und *Arecastrum romanzoffianum* zusammen. Wichtige Familien dieses Waldtyps sind *Myrtaceen*, *Proteaceen*, *Melastomataceen*, *Malpighiaceen*, *Cunoniaceen* und *Kompositen*. Unter den sehr reich wachsenden Epiphyten sind *Orchideen*, *Pteridophyten*, *Bromeliaceen* und *Cactaceen* (*Rhizopogon*), jedoch

dominieren Flechten und Bryophyten.

### 3.1.3 Südbrasilianischer Araukarienwald

Die Araukarienregion liegt größtenteils auf den Hochebenen (Planalto) der Staaten Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná und São Paulo. Die untere Höhengrenze liegt zwischen 500 m im Süden und etwa 700 m im Norden. Im Süden wird die namensgebende *Araucaria angustifolia* (Pinheiro do Paraná) typischerweise begleitet von *Cedrela fissilis*, *Ilex paraguayensis*, *Phoebe porosa*, Myrtaceae, *Weinmannia* und *Dicksonia sellowiana*. Im Norden gesellen sich *Arecastrum romanzoffianum*, *Euterpe edulis*, *Podocarpus sellowii* und *P. lambertii* dazu, sowie *Aspidosperma*, *Jacaranda*, Melastomataceen, Myrtaceen, Rubiaceen und weitere Baumfarn-Arten (*Cyathea*, *Hemitelia*) als Unterwuchs. Obwohl diese nördlichere Variante des Waldes von der Araukarie dominiert wird, ist er vegetationsökologisch gesehen ein Lorbeerwald.

### 3.1.4 Halbbimmergrüner Feuchtwald

Zwischen den südbrasilianischen Hochgrasfluren bzw. den Campos Cerrados im Landesinneren und dem Küstenregenwald des Küstengebirges liegt eine Zone subtropischer Feuchtwälder, die mit vereinzelt laubwerfenden Bäumen durchsetzt sind. Dieser Waldtyp zieht sich von Minas Gerais bis hinunter nach Rio Grande do Sul. Dort steigt er bis zur Grenze des Araukarienwaldes in 500 – 700 m Höhe an. Die Ostgrenze dieser Region fällt mit der Kammlinie der Serra do Mar zusammen. Offenbar sind viele der empfindlichen und ständige Feuchtigkeit benötigende Arten des Küstenregenwaldes kaum oder gar nicht fähig, die Wasserscheide zu überqueren. Dazu gehören viele epiphytische Arten der Orchidaceae und Hymenophyllaceae. Zum Nordwesten hin werden die Wälder von den Campos Cerrados abgelöst.

Allgemein ist der südbrasilianische subtropische Feuchtwald bis zu 20-30 m hoch, besitzt viel, z.T. undurchdringliches Unterholz, Lianen und Epiphyten. Baumfarne treten stellenweise reichlich auf. Da dieser Wald eine Vielfalt von Nutzhölzern enthält, wird er schon lange wirtschaftlich genutzt und ist dementsprechend selten unberührt. Häufige Arten sind u.a. *Cedrela fissilis*, *C.*

*glaziovii*, *Balfourodendron*, *riedelianum*, *Hymenaea stilbocarpa*, *Inga edulis*, *Centrolobium robustum*, *Myroxylon peruiferum*, *Dalbergia nigra*.

## 3.3 Phorophyten

Als Phorophyten wurden für die vorliegende vegetationskundliche Arbeit zwei Baumfarne aus der Ordnung der Dicksoniales gewählt: *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae) und *Cyathea arborea* (Cyatheaceae). Die Absicht hinter dieser Wahl war, Phorophyten zu verwenden, die denen aus ZANKS Arbeit über Laubmoose an neuseeländischen Baumfarnen (*Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa*) möglichst nahe verwandt sind.

Man findet Baumfarne ebenso in hochmontanen Stufen der Tropen wie in niederen Lagen der gemäßigten Zonen. Sie stehen vorzugsweise an bodenfeuchten Standorten wie Bachtälchen oder schattigen, feuchten Hängen.

Der Stamm der Baumfarne besteht eigentlich aus einem stammartig aufrecht gewachsenen Rhizom. Dieses ist häufig von verrottenden Wedelresten oder einem dichten Rhizoidfilz umgeben. Die verrottenden, teils bestachelten Blattbasen und/oder der Wurzelfilz schaffen eine strukturierte Oberfläche, die Epiphyten besonderen Halt und ein gewisses Maß an Wasserspeicherfähigkeit bietet.

Die ältesten fossilen Nachweise von Cyatheaceen und Dicksoniaceen stammen aus dem Jura.

### 3.3.1 *Cyathea arborea*

In die einstige Gattung *Cyathea* (etwa 40 Arten) wurden inzwischen die Gattungen *Alsophila* (um 230 Arten, 13 davon amerikanische), *Cnemidaria*, *Lophosora*, *Metaxya*, *Nephelea*, *Sphaeropteris* und *Trichipteris* eingegliedert. Diese Gattung ist schwer zu charakterisieren und bedarf einer Revision. *Cyathea*-Arten sind Farne der Berg- und Nebelwälder, finden sich aber auch in Tiefland-Regenwäldern. Die meisten bevorzugen schattig-feuchte Standorte, z.B. im Unterwuchs an Bachläufen. Im Untersuchungsgebiet wurden Cyatheen in Höhenlagen von 100 m bis 1700 m über NN aufgenommen. Die Häufigkeit von *Cy-*

*athea* nahm von Norden nach Süden in allen Höhenlagen schnell ab. Die Farne entwickeln schlanke, bis 10 Meter hohe Stämme. Im Fußbereich des Stammes bildet sich in einigen Fällen ein Mantel aus Wurzeln. Die Stammoberfläche ist häufig glatt mit einem regelmäßigen Muster von den Narben der abgefallenen Wedel. Gewöhnlich bleiben aber die mehr oder weniger bestachelten Blattbasen der Wedel am Stamm bis sie verrotten und geben so der Stammoberfläche eine ausgeprägte Struktur. Die schnellwüchsige und relativ kurzlebige *Cyathea arborea* (30 cm/Jahr, 35 Jahre) besiedelt als Pionier gestörte Standorte, z.B. Erdbeben, Straßenränder, Lichtungsränder bei Holzeinschlag oder Ränder von Plantagen. Andere Arten wie z.B. *Cyathea bryophila* wachsen langsamer (5 cm/Jahr) und sind langlebiger (bis 130 Jahre).

### 3.3.2 *Dicksonia sellowiana*

*Dicksonia* ist eine relativ gut abgegrenzte Gattung mit ungefähr 20 Arten, von denen zwei Arten im tropischen Amerika beheimatet sind und eine auf den Juan-Fernandez-Inseln.

Die Scheinstämme werden bis zu 10 m hoch und tragen einen dichten Mantel aus Wurzeln, der häufig einen Umfang von mehr als einem Meter erreicht. Die Wedel tragen Haare (keine Schuppen) und randständige Sori.

*Dicksonia sellowiana* ist die einzige in Brasilien verbreitete Art der Gattung. Die recht variable Baumfarnart wurde jetzt aus Mangel an sicheren Unterscheidungsmerkmalen mit den Arten *D. ghiesbreghtii* Maxon, *D. gigantea* Karst., *D. karsteniana* Karst. und *D. lobulata* Christ. synonymisiert. Die Art bevorzugt - wie *Cyathea* - Waldstandorte mit hoher Luftfeuchtigkeit, feuchte Hänge, Bachläufe oder moorige Standorte, wächst aber im Süden ihres Verbreitungsgebietes auch an offeneren, kühleren und lufttrockeneren Standorten. Auf größere Bestände von *D. sellowiana* stößt man in der Hochebene (Planalto) der südlichsten Staaten Rio Grande do Sul und Santa Catarina. Sie begleitet dort Araukarienwälder an feuchten Standorten. In mäßig besiedelten Gebieten sind häufig *Dicksonia*-Wäldchen auf feuchten bis sumpfigen Rinderweiden sehen.

### 3.3.3 Wirtschaftliche Nutzung

In dicke Scheiben geschnittene Stämme von *Dicksonia* kommen als Pflanzkübel oder Ampeln für Farne, Orchideen und andere Zierpflanzen in den Handel. Sie fallen in den Araukarienwäldern des Südens beim Roden in holzwirtschaftlich genutzten Waldflächen an.

Die Stämme von Cyatheen sind hart und stabil und werden gelegentlich als Pfosten verwendet.

## 3.4 Charakterisierung der Teiluntersuchungsgebiete

### 3.4.1 Serra do Mar bei Ubatuba

Die Aufnahmen wurden hier in niedrigen Lagen des Küstenregenwaldes (AA und BB, 20 – 270 m) gemacht. Dieser ist zwar relativ artenreich und strukturiert, aber deutlich anthropogen beeinflusst, wahrscheinlich v.a. durch intensiven Tourismus.

### 3.4.2 Serra da Bocaina bei Bananal (Landseite)

Auf der dem Küstenregen abgewandten Seite der Serra do Mar (s. Abb. 2.2) breiten sich beweidete, größtenteils waldlose Hügel aus. An den Hängen herrscht in den mittleren Lagen (Aufnahmen DD, um 600 m) ein sekundärer, recht artenarmer Trockenwald vor und in den höheren Lagen (Aufnahmen CC, 1170 – 1670 m) Feuchtwald.

### 3.4.3 Serra da Bocaina bei Bananal (Seeseite)

In diesem reich strukturierten, primären Küstenregenwald gibt es viele Epiphyten, Lianen und Baumfarne (Aufnahmen EE und FF). In der Krautschicht wachsen Farne, Araceen und Bromelien. Auf dem Kamm der Serra befindet sich lichter Wald aus kleinlaubigem Gehölz mit einer glatten, von hellen Krustenflechten überzogenen Rinde.

### 3.4.4 Serra da Mantiqueira (Parque Nacional do Itatiaia)

Der Park erstreckt sich am zur Küste gewandten Südhang der Serra da Mantiqueira von etwa 1000 m bis zu den 2787 m hohen Agulhas Negras. Der Primärwald liegt oft im dichten Nebel und bietet

hohe Luftfeuchtigkeit für eine Vielzahl epiphytischer Farne, Moose und Flechten. Der Wald besitzt mehrere Baumschichten und dichten, artenreichen Unterwuchs.

#### 3.4.5 Serra do Mar (Serra do Itatins) bei Peruibe

Die Aufnahme A stammt aus einem Primärwald in der Nähe der Straße von Peruibe zur ökologischen Station Juréia-Itatins. Die Aufnahmen B wurden in ca. 150 m Meereshöhe der Nähe des Passes zwischen Serra Bananal und Serra do Itatins bei Pedro Toledo in einem Stück naturnahem Sekundärwald gemacht. Der Wald ist hier unzugänglich, reich strukturiert und deutlich vom feuchten Küstenklima geprägt.

#### 3.4.6 Parque Estadual Caverna do Diabo bei Eldorado

Der Naturpark liegt am Rio Ribeira im Westhang der Serra do Mar etwa 60 von der Küste entfernt. Das Klima im Umland ist im Vergleich zur Küste etwas trockener, der Park selbst aber befindet sich in einem recht geschützten Taleinschnitt. Der Hauptvegetationstyp des Tals, ein der Mata Atlântica noch sehr ähnlicher Feuchtwald, profitiert von dichten, morgendlichen Nebeln, die im Schatten der Serra bis spät in den Morgen erhalten bleiben. In etwas höheren Lagen des Parks (ab ca. 550 m) beginnt ein niedriger Nebelwald mit vielen epiphytischen Flechten, Bryophyten, Bromelien und Orchideen. Die Aufnahmen C und D stammen aus einem für Besucher zugänglichen Waldstück an einem Bachlauf.

#### 3.4.7 Parque Estadual do Alto Ribeira bei Apiaí

Der Park befindet sich etwa 90 km von der Küste entfernt im äußersten Westen der Serra do Mar. Im Park selbst (Aufnahmen E) herrscht dichter und vielschichtiger, wahrscheinlich primärer subtropischer bis tropischer Feuchtwald mit viel Bambus im Unterholz (*Chusquea* spp.) vor, in dem nur wenige Baumfarne gefunden wurden. Die Anfahrtstrasse zum Park führt durch etwas lichtereren, epiphytenreichen Feuchtwald mit Baumfarnen in der unteren Baumschicht. Hier wurden die Aufnahmen E bis H erstellt. Die Aufnahmen I und J stammen aus der lichten und niedrigen lorbeerwaldartigen Formation oberhalb 830

m Höhe auf der Westseite der Serra Paraná.

#### 3.4.8 Serra do Mar bei Morretes (Seeseite)

Die unteren Bereiche der Serra do Mar an der Baía de Paranaguá sind dicht besiedelt und werden entsprechend intensiv genutzt. Dort findet man vor allem Sekundärwald (Aufnahmen K). Ab ca. 400 m aufwärts entlang der sogennanten Estrada Graciosa findet man aber einen dichten und reich gegliederten, im Inneren wahrscheinlich sogar primären Küstenregenwald mit vielen Epiphyten und Baumfarnen an zahlreichen Bachläufen (Aufnahmen M-P).

#### 3.4.9 Serra do Mar bei Morretes (Landseite)

Zwischen weitläufigen Fazendas findet man hier niederwaldartigen, lichten Feuchtwald mit einzelnen Araukarien. Forstwirtschaftlich genutzte Flächen wechseln mit sumpfigen, teils beweideten Wiesen. Die Aufnahmen L sind die nördlichsten Aufnahmen von *Dicksonia sellowiana* und stammen aus feuchten Hanglagen und von sumpfigen Wiesen.

#### 3.4.10 Serra do Mar bei Corupá

Der Feuchtwald hier ist oft sekundär, aber relativ naturnah. Im lichten Unterholz an Hangstandorten oder Bachläufen wachsen Cyatheen (Aufnahmen Q-S). Der Morro da Igreja (Aufnahmen T) bietet am Fuß dichten, von kletterndem Bambus dominierten, möglicherweise primären Feuchtwald, der bei ca. 800 m in lichtetes Gebüsch mit hartlaubigen Gehölzen (z.T. Ericaceen), Gräsern und niedrigen Bambusarten übergeht.

#### 3.4.11 Serra do Mar bei Blumenau (Parque Ecológico Spitzkopf)

In den unteren Lagen des Pico Spitzkopf steht sekundärer Regenwald mit Überresten früherer Nutzung, hauptsächlich von Holzwirtschaft und Palmito-Anbau. Ab etwa 600 m aufwärts geht der Wald in epiphytenreichen primären Nebelwald über. Unterhalb des Gipfels (935 m) gibt es lorbeerwaldartige Formationen, in der Gipfelregion Grasflur mit niedrigerem, ericaceenreichen Gebüsch.

### 3.4.12 Ilha de Santa Catarina (Florianopolis)

Die Aufnahmen V stammen aus dem niedrigen Küstentrockenwald nördlich der Lagoa da Conceição. Nur vereinzelte Baumfarne mit wenig Epiphyten wachsen darin.

### 3.4.13 Serra Geral bei Urubici (Parque Nacional de São Joaquim)

Zwischen weiten Flächen Grasland finden sich z.T. unterholzreiche Araukarienwälder mit *Dicksonia sellowiana* (Aufnahmen X und Y) an feuchten bis sumpfigen Stellen. Im Gipfelbereich des Morro da Igreja gibt es moorige, baumlose Bereiche und niedrige, hartlaubige Wäldchen mit vielen Ericaceen. Die gipfelnahen Lagen um 1800 m liegen oft in dichten Wolken und sind sehr starkem Wind ausgesetzt.

### 3.4.14 Planalto und Serra Geral bei Cambará do Sul

*Dicksonia sellowiana* wächst hier in kleinen Araukarienwäldern in Senken der hügeligen, beweideten Grasfluren, die den Planalto in dieser Gegend dominieren. Die Aufnahmen Z stammen aus einem feuchten Hang in einem wirtschaftlich genutztem Wald. Häufig steht *Dicksonia* mit anderen, z.T. niedrigstämmigen Baumfarnen zusammen in und an moorigen oder sumpfigen Senken (Aufnahmen ZZ).

## 4 Material und Methoden

Grundlage für diese Arbeit war die Methode von BRAUN-BLANQUET (BRAUN-BLANQUET 1964, DIERBEIN 1990).

Die Aufnahmemarbeit fand vom 26.08.2001 bis zum 30.09.2001 statt. Die Belege befinden sich im Herbar des Botanischen Institutes an der Universität Bonn (BONN).

Insgesamt wurden 184 Aufnahmen gemacht, 32 davon an *Dicksonia sellowiana*, 138 an *Cyathea arborea* und 14 an anderen *Cyathea*-Arten.

### 4.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete, Phorophyten und Aufnahmeflächen

Soweit möglich, wurden die Aufnahmen in primärem oder naturnahem Küstenregenwald, d.h.

in Naturparks oder Nationalparks durchgeführt (Kap. 3.4). Zur vollständigen Abdeckung des Gebietes wurden jedoch, wo kein ungestörter Wald vorhanden oder kein Zugang möglich war, auch Standorte mit einbezogen, die vom Menschen beeinflusst waren, d.h. Sekundärwälder und Wegränder (Serra do Peruíbe, Cambará do Sul).

Die ausgewählten Phorophyten waren mindestens 3 m hoch und hatten eine maximale Inklination von 80° (in Ausnahmefällen 70°).

Für die Aufnahmen wurden die homogensten und am dichtesten bewachsenen Flächen des Phorophyten gewählt. Die Flächen lagen selten höher als 160 cm über dem Boden, weil die Flächen für eine genaue Untersuchung mit der Lupe gut erreichbar sein mussten. Da der Stamfuß oft von typischen Waldbodenmoosen besiedelt wird und die Aufnahmen dadurch verfälscht werden können, wurde eine minimale Aufnahmehöhe von 50 cm über dem Boden festgelegt. Größe und Form der Aufnahmefläche sind variabel: gewöhnlich misst sie 10 x 30 cm, bei dünnen Stämmen 5 x 30 cm, bei dicken *Dicksonia*-Stämmen 20 x 20 cm. Die Größe der Probestellen wurde nicht einheitlich gewählt, da sich die Trägerbäume im Umfang unterschieden und der Bewuchs, wie im oberen Abschnitt dargestellt, eine sehr unterschiedliche Struktur aufweisen konnte. Ausschlaggebend war, dass alle Tupfen von Moosbewuchs in der Fläche enthalten waren, die ein ähnliches Artenspektrum enthielten.

### 4.2 Dokumentation des Standortes und der Aufnahmeflächen

Der Standort wurde durch Meereshöhe, Waldtyp, Lichtverhältnisse und die geschätzte Hemerobiestufe des Gebietes beschrieben. Zur Aufnahmefläche wurde neben der Exposition, Aufnahmehöhe, Inklination und Humusbedeckung auch die Beschaffenheit der Stammoberfläche notiert, da sie Einfluss auf den Bewuchs zu haben schien. Außerdem wurde der Deckungsgrad jeder Bryophyten-Art, die prozentuale Gesamtdeckung der Epiphyten und die jeweilige Gesamtdeckung der Bryophyten, Flechten, Farne und Angiospermen abgeschätzt.



#### 4.2.1 Deckung

Die Deckung der einzelnen Bryophyten wurde nach der modifizierten Skala von FREY in Klement (1955) geschätzt. Die Deckungsskala enthält keine Aussagen über die Soziabilität.

Skala Deckung in %	Mittlere Deckung %
+ ≤ 1	0,5
1 > 1 - 6	3,5
2 > 6 - 12,5	9,3
3 > 12,5 - 25	18,8
4 > 25 - 50	37,5
5 > 50 - 100	75,0

#### 4.2.2 Waldtyp

Die Waldtypen des Untersuchungsgebietes werden in Kapitel 3 beschrieben. Für die Tabellenarbeit wurden die Aufnahmen in folgende Klassen eingestuft:

1	Mata Atlântica über 500 m
2	Mata Atlântica unter 500 m
3	Feuchtwald im Inland
4	Trockenwald
5	Araukarienwald
6	Lorbeerwaldartige Formation
7	Nebelwald

#### 4.2.3 Hemerobie

Die Beeinflussung des Standortes durch den Menschen wurde anhand von Störzeigern (z.B. Cecropia), Erzählungen der Anwohner (über Brände oder ehemalige Nutzung von Waldteilen), der Wegbarkeit des Waldes und des Alters der Bäume eingeschätzt. Nach dem Vorbild von SUKOPP (1972, für Mitteleuropa) wurde folgende Skala benutzt:

1	ahemerob	Nicht kulturbeeinflusst
2	oligohemerob	Schwach kulturbeeinflusst (z.B. forstlich schwach genutzte Wälder)
3	β-euemerob:	Mäßig bis stark kulturbeeinflusst

Ein Regenwald wurde als ungestört (ahemerob) eingestuft, wenn sogenannte Urwaldriesen vorhanden sind, der Wald komplex strukturiert und schwer zu erreichen ist. Als oligoemerob wur-

den Waldstücke bezeichnet, die touristisch oder forstlich schwach genutzt werden oder nach wirtschaftlicher Nutzung durch eine Erholungsphase einen relativ naturnahen Zustand mit komplexer Waldstruktur erlangt haben.

#### 4.2.4 Licht

Das Licht ist im Unterwuchs dichter Regenwälder ein begrenzender Faktor für das Wachstum. An offenen Standorten stellt es hingegen einen Stressfaktor dar, besonders, wenn die intensive Sonneneinstrahlung mit starkem Wind verbunden ist. Die Belichtung einzelner Unterbereiche der Aufnahme fläche (z.B. unter Blattscheiden) wurde nicht berücksichtigt. Der Lichteinfluss auf den Phorophyten wurde anhand der folgenden Skala abgeschätzt:

1	Schattig (im dichten Unterwuchs eines mehrschichtigen Waldes)
2	Noch schattig (im Unterwuchs eines mehrschichtigen Waldes)
3	Halbschattig (im relativ lockeren Bestand)
4	Noch halbschattig (im lichten Bestand oder am Waldrand)
5	Sonnig (freistehend)

#### 4.2.5 Oberflächenstruktur

Die Oberfläche eines Baumfarnstammes kann mehrere strukturelle Elemente aufweisen. Die Blattscheiden können glatt, zerfasert oder von bis zu 3 cm langen Stacheln besetzt sein. Die hervorspringenden Stacheln werden bevorzugt von Lebermoosen besiedelt. Das mag daran liegen, dass die meist anliegend wachsenden Lebermoose auf den Stacheln mehr Licht bekommen als auf den senkrechten Flächen, weil hier das Licht im senkrechten Winkel auftrifft und sie nicht von abstehenden, größeren Laubmoosen beschattet werden. Da man die betreffenden Lebermoosarten aber auch auf den senkrechten Flächen findet, wurden die Stacheln nicht als Sonderstandorte gehandhabt. Ein Wurzelmantel oder die mit „spez“ (speziell, nur auf *Cyathea spec.* 2) bezeichnete Struktur geben dem Stamm eine einheitlichere Oberfläche und sind gewöhnlich die alleinigen Elemente auf einem Baumfarnstamm.

aw (awf)	Adventivwurzeln (oder dichter Mantel aus Wurzelfilz)
bs	Blattscheiden
glatt	
spez	Schuppen ornamental um sehr regelmäßige Blattnarben angeordnet, sonst glatt
st	Stacheln

#### 4.2.6 Humus

Eine Humusaufgabe gab es bei den wenigen Baumfarnstämmen, die nicht ganz senkrecht wuchsen, und bei denen sich Humus in den zerfaserten Resten von Blattscheiden oder in totem Wurzelfilz sammeln konnte. Auch am Stammfuß der Phorophyten gab es auffällige Humusaufgaben, die aber durch den Ausschluss des Fußbereiches aus den Aufnahmen nicht berücksichtigt wurden. Bei Dicksonien verhindert die senkrechte Ausrichtung und die glatte Oberfläche der Wurzeln eine nennenswerte Humusablagerung. Bei Cyatheen kann sich Humus zwar hinter den Blattscheiden sammeln, wenn diese nicht zu eng am Stamm anliegen, aber wegen des Lichtmangels finden sich dort nur selten Moose (Lejeuneaceen und Calymperaceen). Die Blattscheiden von Cyathea haben nur selten eine Humusaufgabe

#### 4.3 Abweichungen von der Braun-Blanquet-Methode

Die Methode von Braun-Blanquet erfuhr einige Abänderungen, die ich im Folgenden erklären möchte:

Wie man den Tabellen im Anhang entnehmen kann, waren die Aufnahmeflächen in den wenigsten Fällen homogen und vollständig bewachsen. Oft befanden sich kleine Farne und Angiospermen darin, die aber das Wachstum der Moose in der unmittelbaren Umgebung nicht merklich beeinflussten. Daher wurden diese Flächen trotz Störungsfaktoren in die Aufnahmen einbezogen. Die Moose wiederum bedeckten für gewöhnlich nicht die ganze Fläche sondern bildeten Herden, die jede für sich den größten Teil der Arten enthielten, welche auf der gesamten Aufnahmefläche

gefunden werden konnten. Obwohl die von Braun-Blanquet geforderte Homogenität dadurch nicht ganz erfüllt wird, wurde darauf verzichtet, diese Herden in mehreren einzelnen Aufnahmen zu dokumentieren, weil sie ein derart ähnliches Artenspektrum aufwiesen und ineinander übergingen. Solche Fälle erkennt man in den Aufnahmetabellen an der geringen Gesamtdeckung und geringen Deckungszahlen der einzelnen Moosarten

#### 4.4 Bestimmungsarbeit

Von jeder Art wurde bei jeder Aufnahme ein Beleg zur Bestimmung entnommen. Häufig wurde eine Art der Gattung *Lepidopilidium* gefunden. Diese Gattung lässt sich nur anhand von Sporophytenmerkmalen eindeutig von *Lepidopilum* abgrenzen. Einige der Belege enthielten Sporophyten vom *Lepidopilidium*-Typ. Andere Belege wiesen zwar keine Kapseln auf, unterschieden sich aber morphologisch nicht von den als *Lepidopilidium* identifizierten Exemplaren und wurden deshalb dieser Gattung zugeordnet.

Bei einigen Belegen konnte nur die Gattung bestimmt werden, da es an Zeit und umfassender Bestimmungsliteratur für die jeweilige Gattung mangelte. Darunter sind *Fissidens*, *Lejeunea*, *Metzgeria*, *Plagiochila* und *Porotrichum* die wichtigsten Gattungen.

#### 4.5 Pflanzensoziologische Tabellenarbeit

Die Tabellen wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel für Windows 98 erstellt und bearbeitet. Die Zusammenstellung der Syntaxa erfolgte manuell, ohne Unterstützung eines speziellen Programms. Dabei wurden alle Aufnahmen berücksichtigt. Auf eine Bereinigung durch Ausschluss „atypischer“ Aufnahmen wurde verzichtet.

In einer Roh-tabelle mit allen Aufnahmen wurden zunächst die Arten nach Stetigkeit geordnet. Anhand dieser geordneten Tabelle wurden Differentialarten ermittelt: voneinander getrennt vorkommende Arten mit höchster Stetigkeit wurden als Differentialarten der ersten Ebene von Syntaxa festgelegt. Innerhalb dieser wurden treue

Arten geringerer Stetigkeit untersucht, ob sie Differentialarten für denselben oder den nächsten niedrigeren Rang von Syntaxa darstellen. Eine neue Assoziation wurde beschrieben, wenn mindestens 10 Aufnahmen sie belegen. Eine Subassoziatio wurde mit mindestens 5 Aufnahmen belegt.

#### 4.6 Statistische Auswertung

Die deskriptiven Statistiken wurden zum großen Teil mit Hilfe von Excel für Windows erstellt und graphisch ausgewertet (Torten- und Säulendiagramme).

Für Boxplots wurde das Programm SPSS v.10 für Windows benutzt. Die Boxplots zeigen Median, Interquartilbereich (50 %), Anzahl der Aufnahmen, Extremwerte und Ausreißer an.

##### 4.6.1 Vergleich verschiedener Standortfaktoren

Bei der statistischen Auswertung wurden folgende Variablen klassenweise verglichen: Waldtyp, Meereshöhe (in Klassen zu 100 m), Teilgebiet, Hemerobiegrad, Licht und Gesellschaft.

Die Aufnahmen (Fälle) wurden nach einer Variablen geordnet. Für alle anderen Variablen (auch die Wuchsform, Gesamtdeckung und die Deckung der einzelnen Arten) wurden dann klassenweise mit Hilfe der Funktion „Teilergebnis“ die Mittelwerte und die Anzahl der Fälle errechnet. Die Grafiken (z.B. mittlere Gesamtdeckung in verschiedenen Gesellschaften) zeigen meist den mittleren Gruppenmengenanteil, so dass die Klassen trotz z.T. sehr unterschiedlicher Aufnahmezahlen vergleichbar sind.

Klassen mit deutlich weniger als der durchschnittlichen Fallanzahl pro Klasse wurden nicht berücksichtigt, da zufällige, extreme Werte einzelner Aufnahmen zu hohe, scheinbar signifikante Abweichungen verursachen: z.B. wurde der Trockenwald nicht in die statistische Auswertung der Waldtypen einbezogen, weil die drei vorhandenen Aufnahmen aus dem Trockenwald mit größter Wahrscheinlichkeit nicht den repräsentativen Durchschnitt für diesen Waldtyp darstellen.

Der Laub-Lebermoos-Index einer Klasse ist der Quotient aus der Zahl der gefundenen Laubmoosarten und der Zahl der gefundenen Lebermoosarten der jeweiligen Klasse.

##### 4.6.2 Bestimmung der Homotonität

Die Homotonität ist ein Maß für die Ähnlichkeit verschiedenartig abgegrenzter Bestände des gleichen Vegetationstypus:

Homotonität [%] = mittlere Artenzahl \* 100 / Gesamtartenzahl des Vegetationstypus

Eine Berechnung der Homotonität nach TÜXEN et al. (1977) ist wegen unbestimmter Gesamtartenzahl der Gesellschaften nur annäherungsweise möglich. Für eine verlässliche Bestimmung der Gesamtartenzahl einer Gesellschaft wären wiederholt weitere Aufnahmen notwendig (vgl. Bestimmung der minimalen notwendigen Aufnahmezahl einer Gesellschaft nach TÜXEN 1970, TÜXEN et al. 1977).

Daher wird hier der Uniformitätsindex  $u$  nach DAHL (1960) verwendet, der davon ausgeht, dass die Gesamtartenzahl einer Tabelle linear mit dem natürlichen Logarithmus der Aufnahmezahl ansteigt.

$$u = S_1 / a \quad a = S_n - S_1 / \ln(n)$$

$u$ =Uniformitätsindex,  
 $a$ =Diversitätsindex,  
 $S_1$ =durchschnittliche Artenzahl  
 je Aufnahme,  
 $S_n$ =Gesamtzahl der Arten je Tabelle,  
 $n$ =Aufnahmezahl

Werte von  $u < 1$  werden als niedrig angesehen und sind bezeichnend für offene Pioniergesellschaften. Hohe Werte ( $u > 1,5$ ) sind typisch für artenarme Vegetationstypen, insbesondere an extremen Standorten.

##### 4.6.3 Bewertung der Präferenz für einen Phorophyten

Sehr viele Arten mit niedriger Stetigkeit wurden bei der Fragestellung ausgeschlossen, ob sie eine Bevorzugung für eine bestimmte Phorophyten-Art zeigen. Von einer eindeutigen Bevorzugung einer Baumfarnart kann bei geringen Stetigkeiten einer Art nicht gesprochen werden, da die prozentuale Verteilung auf den Baumfarnarten hohen zufälligen Schwankungen unterliegt. Wenn in dieser Arbeit von einer eindeutigen

Bevorzugung einer Moosart für einen Phorophyten gesprochen wird, bedeutet das, dass die Konstanz der Art auf dem bevorzugten Phorophyten mindestens 20 % beträgt und mindestens dreimal so hoch ist wie auf anderen Phorophyten.

### 5.1 Epiphytische Moosgesellschaften auf *Dicksonia sellowiana* und *Cyathea arborea*

Auf den beiden untersuchten Baumfarnen *Cyathea arborea* und *Dicksonia sellowiana* wurden völlig verschiedene Gesellschaften angetroffen. Sie sind in der synthetischen Tabelle (Tab. 5.2) dargestellt.

Die auf *Cyathea arborea* gefundenen Gesellschaften wurden in der neuen Ordnung Hymenodontalia aeruginosae zusammengefasst. Eine weitere neue Ordnung, Syrrhopodetalia gaudichaudii, umfasst zwei strikt auf *Dicksonia sellowiana* beschränkte Assoziationen und eine Gruppe von Aufnahmen, die gleichermaßen auf *Dicksonia sellowiana* wie auf verschiedenen

*Cyathea*-Arten (inklusive *Cyathea arborea*) gefunden wurden. Ein kleiner Teil der Aufnahmen konnte nicht eingeordnet werden, da hier weder echte Differentialarten noch ökologische Gemeinsamkeiten erkannt wurden. Diese Aufnahmen sind in der Regel sehr artenarm (durchschnittlich 4 Arten pro Aufnahme) und werden teilweise von einzelnen Arten dominiert (*Cheilolejeunea spec.*, *Riccardia spec.*, *Rhynchostegium scariosum*, *Sematophyllum adnatum*, *Meiothecium spec.*, *Taxithelium spec.*), die sonst nur als Begleiter in geringen Deckungen anzutreffen sind.

#### 5.1.1 Artenspektrum

Insgesamt wurden 184 Aufnahmen gemacht, davon 32 an *Dicksonia sellowiana*, 138 an *Cyathea arborea* und 14 an anderen *Cyathea*-Arten. Das aufgenommene Artenspektrum umfasste 77 Laubmoosarten, 59 Lebermoose und ein Hornmoos aus insgesamt 40 Familien. Bei vielen Lejeuneaceen konnte allerdings nur die Gattung bestimmt werden. Dahinter verbirgt sich also eine Reihe weiterer Arten.

Tabelle 5.1 Artenzahlen der verschiedenen Bryophytenfamilien im Untersuchungsgebiet

#### Bryophytina

Meteoriaceae	10
Dicranaceae	8
Sematophyllaceae	8
Calymperaceae	7
Hypnaceae	6
Neckeraceae	4
Hookeriaceae	3
Leucobryaceae	3
Brachytheciaceae	2
Daltoniaceae	2
Phyllogoniaceae	2
Pilotrichaceae	2
Pottiaceae	2
Rhizogoniaceae	2

Bartramiaceae	1
Bryaceae	1
Callicostaceae	1
Cryphaeaceae	1
Fissidentaceae	1
Hypopterygiaceae	1
Leskeaceae	1
Leucomiaceae	1
Polytrichaceae	1
Prionodontaceae	1
Pterobryaceae	1
Racopilaceae	1
Thuidiaceae	1

#### Marchantiophytina

Lejeuneaceae	22
Lepidoziaceae	11
Plagiochilaceae	9
Geocalycaceae	5
Radulaceae	4
Calypogeiaceae	3
Metzgeriaceae	3
Pallaviciniaceae	2
Aneuraceae	1
Frullaniaceae	1
Pseudolepicoleaceae	1
Trichocoleaceae	1

#### Anthocerotophyta

Dendroceros	1
-------------	---

Die meisten Laubmoosarten kommen aus den Familien der Meteoriaceae, Sematophyllaceae, Dicranaceae und der Calymperaceae. Bei den Lebermoosen dominierten die Lepidoziaceae, Plagiochilaceae, Geocalyceae und allen voran die große Familie der Lejeuneaceae.

Die mittlere Artenzahl pro Aufnahme liegt bei 7, schwankt aber je nach Teilgebiet und Waldtyp zwischen 4 und 12 Arten pro Aufnahme.

Viele der Moose wachsen auf beiden Phorophyten. Von den 125 auf *Cyathea arborea* gefundenen höherfrequenten Arten (ab einer Stetigkeit von 10) waren 14 Arten spezifisch für diese Baumfarnart, d.h. sie wurden in den vorliegenden Aufnahmen fast ausschließlich auf *Cyathea arborea* festgestellt: *Hymenodon aeruginosus*, *Porotrichum spec.*, *Lepidopilidium spec.*, *Syrrhopodon prolifer*, *Syrrhopodon incompletus*, *Hypopterygium tamarisci*, *Leiomela bartramioides*, *Fissidens spec.*, *Sematophyllum spec.*, *Meteoridium remotifolium*, *Radula nudicaulis*, *Lophocolea martiana* und *Riccardia spec.* Auch die Gattung *Plagiochila* wurde nur auf *Cyathea* aufgenommen.

2 von den 58 Moosarten auf *Dicksonia sellowiana* wurden fast nur auf *Dicksonia sellowiana* gefunden: *Campylopus occultus* und *Campylopus fragilis*. Die Arten *Syrrhopodon gaudichaudii* und *Campylopus extinctus* und bevorzugten diese Baumfarnart.

### 5.1.2 Syntaxonomische Eingliederung

Das Vorkommen von *Lejeunea flava* spricht zunächst für die Einordnung in die Klassengruppe *Lejeunea flavae-Frullanea ericoides* (KÜRSCHNER 2000), welche die stammepiphytischen Moosgesellschaften der Tropen umfasst. Die hier beschriebenen Assoziationen stammen jedoch teilweise aus subtropischen bis temperaten Wäldern und haben keine Ähnlichkeiten mit schon bearbeiteten Stammepiphytengesellschaften Südamerikas (KÜRSCHNER & PAROLLY 1999). Einzelne, für diese Syntaxa charakteristische Arten (*Neckeropsis undulata*, *Prionodon densus*, *Symbiezidium spec.*, *Bryopteris spec.*, *Ceratolejeunea spec.*, *Omphalanthus spec.*, *Plagiochila* spp.) sind zwar vertreten, können aber wegen ihrer meist sehr niedrigen Stetigkeiten und Deckungen in den vor-

liegenden Aufnahmen nicht als Kennarten verwendet werden. Möglicherweise sind die im Folgenden beschriebenen neuen Gesellschaften für die gewählten Phorophyten und die südbrasilianische Küstenregion typisch.

In allen aufgestellten Assoziationen waren mit mehr oder weniger gleichbleibender Stetigkeit (+ bis II) *Lophocolea martiana*, *Lophocolea muricata*, *Lejeunea flava* und eine *Metzgeria australis* ähnelnde Art, vertreten. Diese Arten könnten als Kennarten eines übergeordneten Syntaxons gewertet werden (etwa eines neuen Verbandes *Lophocoleo-Lejeunion flavae*).

### 5.1.3 Hymenodontetalia aeruginosae ord. nov.

#### Habitat

Die Gesellschaften dieser Ordnung findet man im meist windgeschützten, luftfeuchten Unterwuchs von Regenwäldern, in Bachtälern mit niedrigem bis mäßigem Lichteinfluss. Die höchsten Gruppenmengenanteile von echten Assoziationen dieser Ordnung wurden in den Küstenregenwäldern (70 % über 500 m, 20 % unter 500 m), in Regenwäldern des Inlands (45%) und in Nebelwäldern (48 %) festgestellt. Aus den Aufnahmen dieser Arbeit geht hervor, dass Gesellschaften der Hymenodontalia eindeutig *Cyathea arborea* als Standort bevorzugen: nur eine einzige Aufnahme dieser Ordnung stammt von einer *Dicksonia*. Das kann, wie in 5.1.3 noch besprochen wird, entweder auf die unterschiedliche Stammstruktur oder auf die recht verschiedenen Habitate der beiden Phorophyten zurückzuführen sein. Die Gesellschaften wurden in allen Höhenlagen zwischen 20 und 1200 m gefunden.

#### Struktur und floristische Zusammensetzung

*Hymenodon aeruginosus*, die namensgebende Kennart der Ordnung wurde schon von SCHÄFER-VERWIMP & VITAL (1989) als typisches Moos auf Baumfarnstämmen erkannt. Diese Art bildet sehr lockere Rasen, die von filzbildenden Laub- und Lebermoosen durchsetzt sind. Für gewöhnlich ist mindestens eine Art aus der Familie der Lejeuneaceen darunter.

Mittlere Stetigkeiten und relativ hohe mittlere Deckungsprozente weisen drei weitere Kennarten der Hymenodontalia auf: *Lepidopilidium*

Tab. 5.2 Synthetische Tabelle

A-C Hymenodetalia aeruginosae:	A Syrrhopodetum proliferi B Porotricho-Syrrhopodetum incompleti C Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici H° Riccardia-reiche ungewisse Aufnahmen*
D-F Syrrhopodetalia gaudichaudii:	D Campylopodetum extincti E Campylopodetum occulti S° Syrrhopodon prolifer-reiche ungewisse Aufn.*
X Riccardia-reiche, nicht klassifizierte, meist artenarme Aufnahmen*	

\*Aufnahmen ohne echte Charakterarten oder andere signifikante Gemeinsamkeiten  
Stetigkeitsklassen:

r =0-5%	+ =5-10%	I =10-20%	
II =20-40%	III =40-60%	IV =60-80%	V =80-100%

Ordnung	H				S			
Assoziation/Subassoziation	A	B	C	H°	D	E	S°	X
Aufnahmezah	26	32	17	43	20	13	15	18
Artenzahl	57	61	50	70	51	40	46	34

#### L. Kennarten des Lophocoleo-Lejeunion flavae

Lophocolea martiana	II	II	I	II	I	+	.	I
Lophocolea muricata	II	II	+	+	I	I	II	+
Lejeunea flava	II	+	II	II	II	I	II	I
Metzgeria spec.	+	II	II	II	I	II	I	I

#### H. Kennarten der Hymenodetalia aeruginosi

Hymenodon aeruginosus	IV	III	III	IV	+	.	+	.
Lepidopilum/Lepidopilidium spec.	II	IV	I	III	+	.	I	.
Radula nudicaulis	II	III	+	I	+	.	II	.
Fissidens spec.	II	III	I	I	.	+	+	.
Leiomela bartramioides	I	II	+	I	.	.	I	.
Hypopterygium tamarisci	I	I	.	II	.	+	.	.

#### S. Kennarten der Syrrhopodetalia gaudichaudii

Syrrhopodon gaudichaudii	r	.	.	r	V	V	V	.
Bazzania heterostipa	r	.	.	.	II	II	II	.
Campylopus fragilis	.	.	.	.	II	II	+	.

#### A. Differentialarten des Syrrhopodetum proliferi

Syrrhopodon prolifer	V	+	.	.	I	+	III	.
Bazzania spec.	II	.	.	.	+	.	.	.
Trichocolea brevifissa	I	r	.	.	.	.	.	.

#### B. Diff.arten des Porotricho-Syrrhopodetum incompleti

Porotrichum spec.	r	V	.	.	+	.	+	.
Syrrhopodon incompletus	+	III	.	.	.	.	.	.

**C. Diff.arten des Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici**

Orthostichella pentasticha	r	I	IV	.	.	I	.	.
Syrrhopodon parasiticus	.	.	III	.	.	.	.	+
Neckeropsis undulata	.	+	II	r	.	.	.	+
Neckeropsis disticha	.	.	II	r	.	.	.	.

**D. Diff.arten des Campylopodetum extincti**

Campylopus extinctus	.	r	+	r	V	+	.	.
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

**E. Diff.arten des Campylopodetum occulti**

Campylopus occultus	.	.	.	.	.	V	.	.
<b>Begleiter</b>								
Lejeunea (i.s.str.) spp.	II	II	III	II	II	II	.	III
Cheilolejeunea spec.	r	r	III	II	I	II	+	II
Isopterygium tenerum	I	+	+	I	III	II	II	.
Riccardia spec.	r	+	I	II	+	+	II	II
Plagiochila spec. 9	I	I	I	II	+	.	+	.
Leucomium strumosum	+	I	I	II	+	+	.	II
Rhynchostegium scariosum	.	I	I	I	I	+	.	II
Sematophyllum spec.	I	+	I	r	+	+	.	II
Radula spec.	r	I	I	r	+	.	+	I
Pyrrhobryum spiniforme	+	+	.	.	I	II	+	+
Meteoridium remotifolium	I	+	+	I	.	.	I	.
Arachniopsis spec.	r	+	.	+	I	+	I	+
Plagiochila 1	r	.	+	+	.	.	.	I
Cyrto-hypnum minutulum	+	+	.	r	.	+	+	+
Mittenothamnium reptans	.	+	+	+	.	.	+	+
Campylopus arctocarpus	I	.	I	r	+	.	.	.
Leucoloma triforme	+	r	.	r	+	.	+	.
Sematophyllum subsimplex	.	.	+	r	I	+	I	+
Radula kegelii	r	I	.	r	.	.	.	.
Isopterygium subbrevisetum	r	r	I	+	.	.	.	.
Plagiochila spec. 2	.	+	+	r	.	.	.	+
Leucobryum martianum	r	.	.	r	I	.	.	.
Lophocolea proteus	.	.	+	r	I	I	+	.
Metzgeria furcata	r	+	I	.	.	.	+	.
Acroporium spec.	r	r	I	r	.	.	.	.
Crossomitrium spec.	.	.	+	+	.	.	.	I
Crossotolejeunea spec.	r	r	+	r	.	.	.	.
Plagiochila spec. 6	+	.	.	.	+	.	.	.
Prionolejeunea spec.	.	+	.	r	.	.	.	.
Calymperes erosum	.	r	.	r	.	.	.	I
Phyllogonium viride	.	.	+	r	+	I	.	.
Sematophyllum adnatum	.	.	+	.	.	.	.	II
Brachiolejeunea spec.	.	.	+	r	+	.	.	.
Macrolejeunea spec.	.	+	.	.	.	.	+	.
Plagiochila spec. 3	.	+	.	.	.	.	+	.
Leskeodon spec.	+	r	.	.	.	.	+	.
Calypogeia spec.	.	r	.	r	.	.	.	I

Metzgeria australis	r	.	.	r	+	+	.	.
Plagiochila spec. 4	.	.	I	.	.	+	.	.
Leucobryum albidum	r	.	.	.	.	+	I	.
Aureolejeunea spec.	.	.	+	.	+	I	.	.
Anoplolejeunea conferta	.	.	.	.	+	I	+	.
Bryohumbertia filifolia	r	r	.	r	.	.	.	.
Zelometeorium spec.	.	+	.	.	.	.	.	.
Marchesiana brachiata	.	.	I	r	.	.	.	.
Dendroceros crispus	.	.	+	r	.	.	.	.
Aerolindigia capillacea	r	.	.	r	.	.	+	.
Orthotrichum spec.	.	.	.	r	.	.	+	.
Rhodobryum spec.	.	+	.	r	.	.	.	.
Acanthocoleus abberans	.	.	+	r	.	+	.	.
Amphilejeunea spec.	.	.	.	r	.	.	.	+
Calymperes levyanum	.	.	.	r	.	.	.	+
Ctenidium malacodes	r	r	.	r	.	.	.	.
Rhynchostegium serrulatum	.	r	.	.	I	.	.	.
Squamidium nigricans	.	r	.	r	+	.	.	.
Lepidolejeunea spec.	r	.	.	.	.	.	+	+
Lophocolea glaziovii	.	.	+	r	.	+	.	.
Radula macrostachya	r	r	.	.	.	+	.	.
Telaranea nematodes	.	.	.	.	.	.	I	+
Callicostella pallida	.	.	+	r	.	.	.	.
Octoblepharum albidum	.	+	.	.	.	.	.	.
Symphyogyna brasiliensis	.	r	.	r	.	.	.	.
Ceratolejeunea spec.	.	r	.	.	.	.	.	+
Calypstrochaeta spec.	.	.	.	r	+	.	.	.
Campylopus julicaulis	r	.	.	.	.	.	.	+
Cyclodictyon albicans	.	r	.	r	.	.	.	.
Papillaria deppei	.	.	+	.	.	+	.	.
Squamidium leucotrichum	r	.	+	.	.	.	.	.
Bazzania phyllobola	.	.	.	r	.	.	+	.
Bazzania glaziovii	.	.	.	.	+	.	+	.
Cryphaea filiformis	.	.	.	r	.	+	.	.
Donnellia lagenifera	.	.	I	.	.	.	.	.
Leptodontium viticulosoides	.	.	.	.	I	.	.	.
Phyllogonium fulgens	.	.	.	.	I	.	.	.
Polytrichum juniperinum	.	.	.	.	+	+	.	.
Racopilum spec.	.	.	+	r	.	.	.	+
Cololejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	+	+
Frullania spec.	.	.	.	.	I	.	.	.
Lophocolea contortuplicata	.	.	.	r	.	.	.	.
Plagiochila spec. 5	.	.	.	.	+	.	.	.
Plagiochila spec. 7	.	.	.	.	.	I	.	.
Barbella pendula	.	.	+	.	.	.	.	.
Eulacophyllum cutelliforme	.	.	.	r	.	.	.	.
Homalia glabella	r	.	.	.	.	.	.	.
Hookeria acutifolia	.	r	.	.	.	.	.	.
Prionodon densus	r	.	.	.	.	.	.	.
Bryopteris spec.	.	r	.	.	.	.	.	.



Calypogeia peruviana	r	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia uncinulatula	.	r	.	.	.	.	.	.
Caudalejeunea lehmanniana	.	.	+	.	.	.	.	.
Lophocolea leptantha	.	.	.	r	.	.	.	.
Metalejeunea spec.	.	.	.	r	.	.	.	.
Nanolejeunea spec.	.	r	.	.	.	.	.	.
Calymperes platyloma	.	.	.	r	.	.	.	.
Chrysohypnum diminutivum	.	+	.	.	.	.	.	.
Dicranum spec.	.	.	.	.	.	.	.	+
Holomitrium arboreum	.	.	.	.	+	.	.	.
Hypnum spec.	.	.	.	.	+	.	.	.
Leskea spec.	.	.	.	.	.	.	.	+
Meiothecium	.	.	.	.	.	.	.	+
Meteorium	.	.	.	.	.	.	+	.
Papillaria nigrescens	.	.	+	.	.	.	.	.
Pterobryon densum	.	.	.	r	.	.	.	.
Pterogonidium pulchellum	.	.	.	.	.	+	.	.
Taxithelium planum	.	.	.	.	.	.	.	+
Thamniopsis spec.	.	r	.	.	.	.	.	.
Timmiella barbuloides	.	.	.	.	+	.	.	.
Bazzania cuneistipula	.	.	.	.	.	.	+	.
Bazzania taleana	.	.	.	.	.	.	+	.
Blepharostoma trichophyllum	.	.	.	.	.	.	+	.
Echinocolea asperima	.	.	.	.	.	.	.	.
Kurzia herzogiana	.	.	.	.	.	.	+	.
Lepidozia brasiliensis	.	.	.	.	+	.	.	.
Lepidozia reptans	.	.	.	.	.	.	+	.
Omphalanthus spec.	.	.	.	.	.	.	.	+
Plagiochila spec. 8	.	.	.	.	+	.	.	.
Symphyogyna brongiartii	.	.	.	.	.	.	+	.
Vitalianthus spec.	.	.	.	.	+	.	.	.

spec., *Radula nudicaulis* und *Fissidens spec.* Die Arten *Leiomela bartramoides* und *Hypopterygium tamarisci* wurden auf Grund ihrer Ordnungstreue ebenfalls als Kennarten eingestuft, sind aber wegen ihrer geringen Stetigkeiten problematisch und im Gelände selten zur Erkennung der Gesellschaft verwendbar.

Die Ordnung wird von pleurokarpen Arten dominiert. Die vorherrschenden Wuchsformen sind Filze und Decken. Charakteristisch, aber nicht zwingend ist das Auftreten von meist zweizeilig oder verflacht beblätterten Bäumchen- und Wedelformen (z.B. *Plagiochila*-Arten, *Porotrichum spec.*, *Hypopterygium tamarisci*). Das steht möglicherweise mit dem Lichtmangel in den unteren

Waldschichten und mit der ständig hohen Luftfeuchtigkeit in Zusammenhang: Moose, die horizontal vom Substrat absteigen, nutzen das Restlicht, das noch durch das dichte Kronendach eines Regenwalds fällt, optimal. Zudem werden sie besser belüftet als die Arten, die am Stamm anliegen und ständig von herabrinnendem Wasser benetzt sind. Der hohe Anteil der Kurzrasen im Wuchsformenspektrum (Abb. 5.1) geht auf die hohe Stetigkeit der Kennart *Hymenodon aeruginosus* zurück. *Hymenodon aeruginosus* bildet auf den *Cyathea*-Stämmen bis zu 1 cm hohe, bläulich-grüne Rasen, die oft so locker sind, dass man von einzelnen Pflänzchen sprechen muss. Im *Hymenodon*-Rasen wachsen häufig eingestreut vereinzelte *Fissidens*-Pflänzchen, die auf den

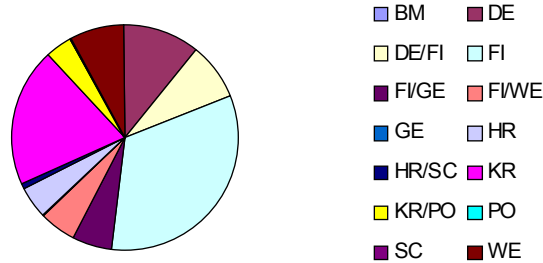


Abb. 5.1. Häufigkeiten der Lebensformen in der Ordnung Hymenodontetalia aeruginosae.

ersten Blick in Farbe und Habitus *Hymenodon* ähneln und daher sehr unauffällig sind. Die Rasen sind von einer Vielzahl Decken und Filze bildender Arten durchsetzt: stete Begleiter dieser Wuchsform sind Lejeuneaceen (v.a. *Cheilojeunea* spec.), *Sematophyllum* spp., *Isopterygium* spp., *Leucomium strumosum* und *Meteori-dium remotifolium*. Glatte Blattnarben und die Stacheln der Baumfarnstämme sind entweder von Lejeuneaceen oder von Decken der Gattung *Ra-dula* besetzt.

Aufnahmen ohne eigene Charakterarten  
Innerhalb der Hymenodontalia lassen sich drei diskrete Gesellschaften mit Charakterarten unterscheiden. Daneben gibt es eine Gruppe von Aufnahmen ohne eigene Charakterarten, die nur die Kennarten der Ordnung und verschiedene Begleiter aufweisen, die meisten davon mit relativ niedriger Stetigkeit.

Einige der gesellschaftsvagen, sonst relativ niedrigsteten Arten erreichen in dieser Gruppe von Aufnahmen höhere Deckungen und Stetigkeiten als in den Gesellschaften: *Leucomium strumosum*, *Riccardia* spec. und *Plagiochila*-Arten. Verschiedene *Plagiochila*-Arten mit ihren auffälligen, wedelartig abstehenden Triebspitzen und *Riccardia* spec. sind mit teils hohen Deckungen auch an anderen Phorophyten-Arten verbreitet. Sie scheinen weder an besondere Phorophyten noch an Gesellschaften gebunden zu sein, sondern nur an das Mikroklima der luftfeuchten, lichtarmen unteren Regenwaldschichten.

Die durchschnittliche Artenzahl pro Aufnahme liegt mit 6,3 etwas niedriger als in den echten Gesellschaften. Es handelt sich häufig um Flächen mit überdurchschnittlich hoher Deckung durch Algen und Flechten. Auch die mittlere Deckung der Blütenpflanzen ist in dieser Aufnahmengruppe geringfügig höher. Möglicherweise ist diese Störung einer der Gründe dafür, dass nicht die typische Gesellschaft ausgebildet wird, sondern stattdessen unspezifische Arten den epiphytischen Bewuchs dominieren.

5.1.3.1 Syrrhopodetum proliferi ass. nov. (Typische Subassoziation: Tab. 5.3 Laufnr. 1-19

Typus: Südostbrasilien, Serra Paranáciacaba bei Apiaí (São Paulo), Lorbeerwaldartige Formation an der Zufahrt zum Parque Estadual Alto Ribeira, 820 m, S 24° 30' W 48° 42', Tab. 5.3, Laufnr. 11, 4. September 2001. Holotypus nov.

#### Habitat

Die Assoziation stellt die größte Gruppe von Aufnahmen in den Nebelwäldern (44 %) und ist in den Küstenregenwäldern über 500 m (40 %) und in den Regenwäldern des Inlands (26 %) ebenfalls stark vertreten. Die Bevorzugung dichter, vielschichtiger Wälder spiegelt sich in der mittleren Lichtzahl (2,5) wieder, die nur vom Porotricho-Syrrhopodetum incompleti unterboten wird. Die Assoziation findet sich in allen Höhen zwischen 400 und 1670 m. Die mittlere Höhe liegt bei 880 m.



Struktur und floristische Zusammensetzung  
 Syrrhopodon prolifer ist in dieser Gesellschaft mit kleinen bis mittleren Deckungen, aber hoher Stetigkeit kennzeichnend. Die Art bildet mit *Hymenodon aeruginosus* zusammen niedrige, lockere Rasen. An Stellen, an denen die Pflanzen dichter stehen, vermitteln die Klumpen von Brutkörpern an den Blattspitzen oft den Eindruck von Flechtenwuchs. Die begleitenden Lejeuneaceen besetzen v.a. die hervorstehenden Stacheln auf den Blattscheiden der Baumfarne, bilden aber auch mehr oder weniger lockere Filze über den Rasen oder anliegende Decken an den glatten Blattnarben. Eine Besonderheit innerhalb der Ordnung sind die beiden Hochrasen bildenden Begleiter *Pyrrhobryum spiniforme* und *Leucomoma trifforme*, die sonst eher in der später beschriebenen Ordnung Syrrhopodetalia gaudichaudii auftreten.

Syrrhopodetum proliferi trichocoletosum brevifissae subass. nov. (Tab. 5.3, Laufnr. 20-26)

Typus: Südostbrasilien, Osthang der Serra do Mar in der Baía da Paranaguá (Paraná), Küstenregenwald nahe Recanto Eng<sup>o</sup> Lacerda an der Estrada Graciosa, 1000 m, 25° 30' S 48° 48' W, Tab. 5.3, Laufnr. 23, 8. September 2001. Holotypus nov.

#### Habitat

Diese Subassoziation ist mit einer Ausnahme auf den Küstenregenwald in der Baía da Paranaguá beschränkt. Die Ausnahme stammt aus dem ca. 100 km weiter südlich landeinwärts gelegenen Teilgebiet bei Corupá. Den Aufnahmen ist gemeinsam, dass die Phorophyten nahe an einem Wasserfall stehen und die Epiphyten dadurch permanent durchfeuchtet werden. Somit können sich auch trockenheitsempfindliche Arten ansiedeln, z.B. die bezeichnenden Art *Trichocolea brevifissa* und eine nicht identifizierte *Bazzania*-Art. Der sehr üppige, von vielen Bachläufen durchsetzte Regenwald an der Baía da Paranaguá ist reich an Hängemoosen (Meteoriaceae, Frullaniaceae, Plagiochilaceae).

#### Struktur und floristische Zusammensetzung

Die dicken, mehrschichtigen Behänge an den untersuchten Phorophyten enthalten überdurch-

schnittlich viele Arten (10 Arten pro Aufnahme). Die Filze werden von einer *Bazzania*-Art und verschiedenen *Plagiochila*-Arten, die glatten Oberflächen von *Hymenodon aeruginosus* und *Fissidens spec.* dominiert. Lejeuneaceen sind hier kaum vertreten. In Flächen, die ständig von der Gischt eines Wasserfalls durchfeuchtet werden, ist die filigrane *Trichocolea brevifissa* präsent.

5.1.3.2 Porotricho-Syrrhopodetum incompleti ass. nov. (Tab. 5.4, Typische Subassoziation: Laufnr. 27-34)

Typus: Südostbrasilien, Serra Paranapiacaba bei Apiaí (São Paulo), sekundärer Feuchtwald nahe der Zufahrt zum Parque Estadual do Alto Ribeira, 830 m, S 24° 30' W 48° 42', Tab. 5.4, Laufnr. 12, 4. September 2001. Holotypus nov.

#### Habitat

Die höchsten Gruppenmengenanteile erreicht die Assoziation in der Mata Atlântica: 19 % der Aufnahmen unter 500 m und 34 % der Aufnahmen über 500 m gehören dieser Gesellschaft an. Wie die zuvor beschriebene Assoziation scheint das Porotricho-Syrrhopodetum incompleti Küstenregenwald mit hoher Luftfeuchtigkeit zu bevorzugen. 50 % der Aufnahmen stammen aus allen Höhenstufen der Mata Atlântica zwischen 180 und 1000 m bei Paranaguá und Corupá, aber die mittlere Meereshöhe (590 m) liegt 300 m tiefer als beim Syrrhopodetum proliferi. Das Porotricho-Syrrhopodetum incompleti scheint die niedrigsten Lichtansprüche aller vorliegenden Assoziationen zu stellen: die mittlere Lichtzahl liegt bei 2,3 (vgl. Skala, Abschnitt. 4.1.2.4). Das entspricht relativ dichtem Unterwuchs in den unteren Regenwaldschichten.

#### Struktur und floristische Zusammensetzung

*Porotrichum spec.* mit seinen häufig bis zu 6 cm vom Farnstamm abstehenden Wedeln dominiert das Erscheinungsbild dieser Gesellschaft. Die Wedel stehen deutlich aus dem Rasen von *Hymenodon aeruginosus*, *Fissidens spec.* und dem namensgebenden *Syrrhopodon incompletus* heraus. Daneben sind die häufigsten Begleiter filzbildende Arten wie *Leucomium strumosum* und *Rhynchostegium scariosum*.

### 5.1.3.3 Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici ass. nov. (Tab. 5.5, Typische Ausbildung, Laufnr. 1-9)

Typus: Südostbrasilien, Parque Estadual Caverna do Diabo bei Eldorado (São Paulo), primärer Regenwald unterhalb Cachoeira do Araça, 500m, S 24° 42' W 48° 24', Tab 5.5 Laufnr. 5, 31. August 2001. Holotypus nov.

#### Habitat

Die Verbreitung dieser Gesellschaft hat ihren Schwerpunkt in Feuchtwäldern des Inlandes. Selten wurde sie in Nebelwald oder höheren Lagen des Küstenregenwaldes gefunden. Die Aufnahmen liegen in Meereshöhen von 325 bis 1170 m. Im Schnitt sind die Standorte etwas heller als die der oben dargestellten Gesellschaften.

#### Struktur und floristische Zusammensetzung

Die Ordnungskennarten sind in dieser Gesellschaft fast nur durch *Hymenodon aeruginosus* repräsentiert. *Syrrhopodon parasiticus*, *Neckeropsis undulata* und *N. disticha* sind der Gesellschaft treu, während *Orthostichella pentasticha* vereinzelt auch im Porotricho-Syrrhopodetum incompleti zu finden ist. Alle vier Arten wurden hauptsächlich in Feuchtwäldern weiter landeinwärts gefunden und sind damit für die Bindung der Gesellschaft an diesen Waldtyp verantwortlich. Habituell ist die Gesellschaft dem Porotricho-Syrrhopodetum incompleti ähnlich. *Neckeropsis undulata* und *N. disticha* bilden Wedel und ersetzen damit in dieser Gesellschaft die *Porotrichum*-Art aus dem Porotricho-Syrrhopodetum, während *Syrrhopodon parasiticus* die Kurzrasen von *Hymenodon* anstelle des *Syrrhopodon incompleti* durchsetzt. Auch das Vorkommen von *Orthostichella pentasticha* in beiden Gesellschaften spricht dafür, dass diese in den beiden Waldtypen Feuchtwald und Küstenregenwald vikariieren.

### 5.1.4 Syrrhopodetalia gaudichaudii ord. nov.

#### Habitat

Die Gesellschaften dieser Ordnung finden sich vor allem an *Dicksonia sellowiana*, an lichten Standorten, nicht selten an Phorophyten im Frei-

stand. Da die Ordnung mit *Dicksonia* korreliert ist, hat sie eine ähnliche Verbreitung wie diese: sie wurde zum großen Teil in Araukarienwäldern des Planaltos durchschnittlich in einer Meereshöhe von 1150 m gefunden. Die Ordnung bevorzugt anscheinend exponierte Standorte. Die Wasserversorgung an diesen Standorten ist durch rasche Durchfeuchtung bei Regenfällen und ebenso rasche Austrocknung durch hohe Wind- und Sonnenexposition geprägt.

#### Struktur und floristische Zusammensetzung

Die Syrrhopodetalia *gaudichaudii* sind mit durchschnittlich 6 Arten pro Aufnahme etwas artenärmer als die Hymenodetalia *aeruginosae*. Dagegen werden in diesen Gesellschaften die höchsten mittleren Deckungen (72 %) festgestellt.

Die Ordnungskennart *Syrrhopodon gaudichaudii* und verschiedene *Campylopus*-Arten (*C. extinctus*, *C. occultus*, *C. fragilis*) dominieren diese Gesellschaft. Sie bilden Polster, oder mehrere hundert Quadratzentimeter einnehmende, mehr oder weniger dichte Kurzrasen. Andere Wuchsformen, sogar Filze, treten meist nur mit geringen Deckungen auf. Vereinzelt findet man Gehänge: *Phyllogonium viride*, *P. fulgens*, *Orthostichella pentasticha* oder *Meteoridium remotifolium*. Weit vom Substrat abstehende Wuchsformen wie Bäumchen, Schweife oder Wedel kommen überhaupt nicht vor. Eine Ausnahme bildet *Bazzania heterostipa*, die an besonders luftfeuchten, relativ wind- und sonnengeschützten Standorten dichte Filze bildet und mit ihren Triebspitzen fächerartig vom Farnstamm absteht. Decken bildende Lebermoose wachsen eng an das Substrat gepresst und meistens in Nischen, z.B. in den Lücken zwischen den Wurzeln der Dicksonien. An freistehenden Dicksonien ist diese Wuchsform nur schwach ausgeprägt.

Es gibt zwei strikt voneinander getrennte Assoziationen, in denen die dominanten polsterartigen Kurzrasen hauptsächlich von jeweils einer *Campylopus*-Art gebildet werden. Möglicherweise handelt es sich um vikariierende Arten, aber es konnte nicht ermittelt werden, welcher ökologische Faktor die Gesellschaften voneinander unterscheidet.

Die dritte Gruppe von Aufnahmen der Syrrhopodetalia *gaudichaudii* ist nicht an *Dicksonia*

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aufnahmenummer	76	64	56	34	33	37	32	57	42	86	135	61	147	174	177	62	178	46	59
Meereshöhe (m über NN)	430	650	1000	820	820	820	830	400	900	300	960	400	600	1140	1160	650	1160	180	400
Phorophyt:																			
Gattung	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Dick	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya
Borkenstruktur	aw	bs,st	aw,st	aw	aw	aw,st	aw,bs	aw,st	aw,st	bs,st	spez	bs,st	aw,bs	bs,st	bs,st	aw,st	aw,bs,st	aw	bs,st
Licht	2	1	2	3	3	2	3	2	4	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3
Aufnahmefläche:																			
Höhe (cm)	100	110	100	100	80	100	60	110	100	110	180	80	80	120	70	100	70	100	70
Exposition	W	NO	O	O	O	S	ONO	NW	SW	SW	W	NW	W	NO	O	SO	NW	W	S
Fläche (qcm)	300	600	400	300	300	300	300	300	400	200	200	300	800	400	500	300	400	200	300
Inklination (Grad)	80	90	90	90	90	80	90	100	90	90	90	90	90	95	85	80	90	80	90
Humus (mm)	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
Artenzahl	7	5	14	9	9	6	6	7	8	6	10	7	10	8	12	12	11	6	11
<b>Kennarten</b>																			
Porotrichum spec.	+	1	+	+	+	1	+	1	+	+	1	.	.	1	+	1	1	+	.
Syrhobodetum incompletus	1	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	+	5
<b>Ordnungskennarten</b>																			
Hymenodon aeruginosus	.	.	4	2	.	2	3	3	4	.	5	.	+	.	.	1	.	.	1
Lepidopilidium spec.	.	1	+	.	.	3	+	.	.	3	.	+	+	+	+	1	+	.	.
Radula nudicaulis	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	+	+	+	+	1	.	.
Fissidens spec.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	2	+	+	.	.	.	.	+
Leiomiela bartramioidea	.	.	1	+	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	2	3	3	.	.
Hypopterygium tamarisci	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.
<b>Verbandskenarten</b>																			
Metzgeria spec.	.	.	.	+	2	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.
Lophocolea muricata	+	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	2	.	.	+	.	.	.
Lophocolea martiana	.	.	1	2	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	1	.	1	+
Lejeunea flava	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Begleiter</b>																			
Orthostichella pentasticha	+	+	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Radula kegelii	.	.	.	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegium scariosum	.	.	.	.	.	.	.	1	+	3	2	1	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	1	1	.	.	.
Leucomium strumosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	1
Cyrt-hyprum minutulum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Isopterygium tenerum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Riccardia spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Zelometeorium spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Macrolejeunea	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 3	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
Lejeunea (i.s.str.) spp.	2	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.
Meteoridium remotifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	1	.	.	.	.
Prionolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
Rhodobryum spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	5	.	.
Sematophyllum spec.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chrysohypnum diminutivum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Syrhobodetum prolifer	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pyrrhobryum spiniforme	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Arachniopsis spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Mittenothamnium reptans	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Metzgeria furcata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Octoblepharum albidum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neckeropsis undulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Calymperes erosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ctenidium malacodes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Radula macrostachya	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cyclodictyon albicans	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thamniopsis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trichocolea brevifissa	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campylopus extinctus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Cheilolejeunea spec.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leucoloma trifforme	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Isopterygium subbrevisetum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acroporium spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crossotolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leskeodon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Bryohumbertia filifolia	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegium serrulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Squamidium nigricans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Symphyogyna brasiliensis	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceratolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hookeria acutifolia	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryopteris spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia uncinulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nanolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Tabelle 5.4 Porotricho-Syrhobodetum incompleti

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
145	65	47	45	43	84	148	35	66	158	44	85	79
600	650	180	180	180	350	600	820	650	600	180	300	420
Cya bs 3	Cya aw,st 1	Cya bs,st 2	Cya aw,bs,st 2	Cya aw,st 2	Cya bs,st 2	Cya aw,bs,st 2	Cya aw 3	Cya aw 2	Cya* bs,st 3	Cya aw,st 2	Cya bs,st 2	Cya aw,st 2
90	100	80	120	100	70	100	70	90	80	140	80	100
SW	N	W	W	NW	NW	W	SO	W	SO	N	O	SO
300	300	300	300	300	300	300	300	300	200	400	300	300
85	70	90	90	90	90	85	90	90	90	70	90	90
0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	1	1	0
7	11	7	11	6	5	8	7	7	6	5	5	4

+	1	+	+	.	+	1	+	+	+	1	+	1
.	+	3	2	+	+	+	+	+	1	+	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	2	4	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	+	1	.	4	+	+	.	.	.	2	4
.	3	.	+	.	.	+	4	.	.	.	+	.
.	+	.	.	+	.	+	.	1	+	.	+	.
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
+	+	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.
.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Aufnahmenummer	41	160	20	89	19	183	95	70	26	105	72	182	96	73	71	36	69
Meereshöhe (m über NN)	900	1170	500	800	500	1120	600	350	600	325	350	1120	900	350	350	820	350
Phorophyt:																	
Gattung	Cya	Cya+	Cya	Cya	Cya	Cya+	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya+	Cya	Cya	Cya	Cya	Cya
Umfang (cm)	54	30	35	34	33	27	52	32	38	30	53	38	25	26	23	40	30
Höhe (m)	5	5	3	4	3	4	8	4	5	7	9	7	5	4	7	3,5	3,5
Borkenstruktur	aw,bs,st	aw,st	aw,st	aw,st	aw,bs,st	aw	aw	aw,st	bs,st	st	bs,st	bs	aw,st	aw	aw	aw,st	bs,st
Licht	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	2	3	4	3
Aufnahmefläche:																	
Höhe (cm)	140	50	120	60	100	170	150	60	140	180	100	150	110	120	90	140	80
Exposition	NW	S	WNW	SW	O	S	NW	NO	S	O	S	NO	NO	NW	NW	NW	N
Fläche (qcm)	300	600	300	200	300	200	400	300	300	300	300	200	300	300	50	400	100
Inklination (Grad)	90	80	90	90	90	90	110	90	90	90	100	80	80	80	80	80	80
Humus (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Artenzahl	6	10	9	7	9	10	8	4	6	7	6	8	7	8	3	8	9
<b>Kennarten</b>																	
Orthostichella pentasticha	+	+	+	+	+	+	1	.	.	1	.	.	.	.	1	+	.
Syrhophodon parasiticus	.	.	.	.	.	+	+	1	+	2	+	+	1	.	.	.	.
Neckeropsis undulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neckeropsis disticha	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	1	.	.	.
<b>Ordnungskennarten</b>																	
Hymenodon aeruginosus	1	1	3	+	4	.	.	.	3	4	.	.	5	.	.	3	.
Lepidopilidium spec.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Radula nudicaulis	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens spec.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Leiomela bartramioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<b>Verbandskennarten</b>																	
Lophocolea martiana	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Lophocolea muricata	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Lejeunea flava	.	4	.	.	.	3	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.
Metzgeria spec.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
<b>Begleiter</b>																	
Cheilelejeunea spec.	1	.	.	.	.	1	.	2	.	+	1	+	.	.	4	.	.
Plagiochila spec. 9	.	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Radula spec.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Plagiochila spec. 4	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Riccardia spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	+
Leucomium strumosum	.	.	4	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegium scarosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	4
Sematophyllum spec.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Campylopus arctocarpus	+	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Isopterygium subbrevisetum	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Metzgeria furcata	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Acroporium spec.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Marchesiana brachiata	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Donnellia lagenifera	.	.	.	.	.	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campylopus extinctus	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Isopterygium tenerum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Meteoriidium remotifolium	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mittenothamnium reptans	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sematophyllum subsimplex	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
Lophocolea proteus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Crossomitrium spec.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crossotolejeunea spec.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phyllogonium viride	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sematophyllum adnatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Brachiolejeunea spec.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aureolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Dendroceros crispus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Acanthocoleus abberans	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea glaziovii	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callicostella pallida	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Papillaria deppei	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Squamidium leucotrichum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

Tabelle 5.5 Orthostichello-Syrhophodetum parasitici

Nr. 1-9 Typische Ausbildung  
 Nr. 10-17 Variante mit Neckeropsis-Arten



*sellowiana* gebunden, sondern kommt hauptsächlich auf verschiedenen *Cyathea*-Arten vor. Davon sind 7 Aufnahmen durch *Syrrhopodon prolifer* charakterisiert und auf *Cyathea* als Phorophyt beschränkt. Wegen der geringen Aufnahmezahl kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob es sich um eine eigene Gesellschaft handelt.

#### 5.1.4.1 *Campylopodetum extincti* ass. nov. (Tab. 5.6)

Typus: Südostbrasilien, Landseite der Serra do Mar bei Curitiba (Paraná), wirtschaftlich genutzter Araukarienwald nahe Quatro Barras, 800 m, S 25° 30' W 48° 50', Tabelle 5.6, Laufnr. 11, 6. September 2001. Holotypus nov.

##### Habitat

Diese Assoziation bildet die vorherrschende Gesellschaft auf Dicksonien in Araukarienwäldern, wurde aber auch in höheren Stufen (800-1500 m) des Küstenregenwaldes und der Regenwälder im Inland (dann zusammen mit *Syrrhopodon prolifer* auf *Cyathea*-Arten) angetroffen.

##### Struktur und floristische Zusammensetzung

Die Assoziation wird von dichten Rasen von *Campylopus extinctus* dominiert, einer Art, die bis jetzt nur einmal auf einer *Dicksonia* in Santa Catarina gefunden wurde. Möglicherweise ist die Art in Südostbrasilien endemisch. Denkbar ist auch, dass das Areal dieser Art größer ist, dass sie aber in anderen Gebieten nicht erkannt und unter anderen Namen gesammelt wird. Ein häufiger Begleiter ist *Isopterygium tenerum*. Selten und mit geringen Deckungen treten *Pyrrohobryum spiniforme*, *Leucobryum martianum* und *Arachniopsis* spec. auf. *Leucobryum* bildet kleine Herden am Rand der *Campylopus*-Rasen. Die anderen Arten durchsetzen den Rasen eher unauffällig. Die Verbandskennart *Lejeunea flava* tritt hier häufig und in Form auffällig üppiger Filze auf.

#### 5.1.4.2 *Campylopodetum occulti* ass. nov. (Tab. 5.7)

Typus: Südostbrasilien, Landseite der Serra do

Mar bei Curitiba (Paraná), wirtschaftlich genutzter Araukarienwald nahe Quatro Barras, 800 m, S 25° 30' W 48° 50', Tabelle 5.7, Laufnr. 1, 6. September 2001.

##### Habitat

Die Gesellschaft gehört ebenfalls in die Araukarienwälder und bevorzugt *Dicksonia sellowiana* als Phorophyten. Sie teilt sich das Habitat mit dem *Campylopodetum extincti*. Es konnten keine ökologischen Unterschiede zwischen den Standorten der beiden Gesellschaften festgestellt werden.

##### Struktur und floristische Zusammensetzung

Die Struktur gleicht der des *Campylopodetum extincti*. *Campylopus occultus* wird begleitet von *Isopterygium tenerum*, *Cheilolejeunea* spec. und *Pyrrohobryum spiniforme*. Statt *Lejeunea flava* im *Campylopodetum extincti* scheint hier *Cheilolejeunea* spec. das dominierende filzbildende Lebermoos zu sein.

#### 5.1.5 Homogenität der Aufnahmen

Die Aufnahmen wurden nach der intuitiven Methode von BRAUN-BLANQUET mit Hilfe von Charakterarten und Kennarten zu Assoziationen zusammengestellt und verschiedene Varianten durch Berechnung des Homotonitätsindex eingeschätzt. Tab. 5.8 zeigt die Homotonitätsindizes für die letztendlich ausgearbeiteten Assoziationen.

Der Homotonitätsindex  $u$  liegt in allen Gesellschaften unter 1, d.h. die Aufnahmen haben eine extrem niedrige Homotonität. Das liegt vor allem am breiten Spektrum möglicher niedrigster Begleiter. Eine Erklärung für solche niedrigen Homotonitäten wäre, dass die Aufnahmen von gestörten Standorten stammen. An solchen erwartet man noch keine ausgeprägten, stabilen Gesellschaften mit festem Arteninventar, weil der Standort in raschem Wandel begriffen ist und ein Mosaik ökologischer Bedingungen aufweist.

#### 5.1.6 Vergleich der Gesellschaften an Hand der Standortparameter

Folgende der aufgenommenen Parameter sind

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aufnahmenummer	119	113	131	132	134	98	97	159	121	126	51	118	120	116	117	100	115	124	123	128
Meereshöhe (m über NN)	1550	1370	960	960	960	890	900	1170	1375	880	800	1550	1550	1550	1550	885	1630	1400	1400	880
Phorophyt:																				
Gattung	Dick	Dick	Dick	Dick	Cya	Cya	Cya	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Cya	Dick	Dick	Dick	Dick
Umfang (cm)	90	70	75	110	70	36	46	45	100	58	95	90	70	70	160	45	95	85	85	75
Höhe (m)	3,5	3	3	3	2,5	4	2	8	5	150	4,5	3	5	4	5	2,5	3	3,5	3,5	2,5
Borkestruktur	glatt	aw	bs,st	aw,bs,s	aw	glatt	bs,st	glatt	bs,st	aw	bs,st	glatt	spez	st	glatt	spez	st	aw	bs	bs,st
Licht	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	5	5	4
Aufnahmefläche:																				
Höhe (cm)	100	150	130	60	140	90	100	150	100	70	80	200	200	130	90	5	60	120	130	
Exposition	S	W	W	O	NO	W	SO	SW	NO	NW	SSO	SO	O	W	SO	S	W	N	S	SO
Fläche (qcm)	400	400	300	400	400	300	200	200	400	100	600	900	400	400	600	400	800	100	100	400
Inklination (Grad)	90	90	90	90	85	70	90	90	80	90	80	90	70	90	85	90	90	90	90	90
Humus (mm)	5	0	3	0	0	5	5	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Artenzahl	6	4	9	9	8	4	7	10	4	6	6	7	6	5	10	9	7	6	3	5

**Kennart**

Campylopus extinctus	5	4	4	4	3	2	+	5	1	+	2	5	4	3	2	+	3	4	1
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Ordnungskennarten**

Syrhodon gaudichaudii	4	4	2	+	1	.	+	1	3	+	3	3	4	2	.	1	.	1	3	5
Bazzania heterostipa	2	.	.	.	5	3	.	.	.	.	.	+	2	.	5	5	.	.	.	.
Campylopus fragilis	.	.	4	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

**Verbandskennarten**

Lophocolea martiana	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea muricata	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lejeunea flava	.	3	4	5	2	.	1	1	.	5	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Metzgeria spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.

**Begleiter**

Isopterygium tenerum	+	+	1	2	3	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Pyrrhobryum spiniforme	.	.	1	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Leucobryum martianum	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Syrhodon prolifer	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cheilolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	+	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegium scarosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arachniopsis spec.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea proteus	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sematophyllum subsimplex	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+	.	.	.	.	.	.	.
Rhynchostegium serrulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	.	.	.	.	.



□

Laufende Nr.	1	2	5	6	9	7	3	8	4	10	11	12	13
<b>Aufnahmenummer</b>	49	162	50	94	112	109	122	127	130	110	111	125	129
<b>Meereshöhe (m über NN)</b>	800	1130	800	610	1550	960	1375	880	860	1550	1550	880	860
<b>Phorophyt:</b>													
▣ <b>Gattung</b>	Dick	Cya	Dick	Cya	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick	Dick
▣ <b>Umfang (cm)</b>	85	43	90	29	80	50	90	65	130	110	95	63	52
▣ <b>Höhe (m)</b>	3	8	4	4	4	2	4	2	7	4	5	3	2,5
▣ <b>Borkenstruktur</b>	aw	aw	bs,st	aw	aw	aw	spez	bs,st	bs	spez	glatt	spez	glatt
▣ <b>Licht</b>	5	2	4	3	3	4	3	5	5	3	3	5	5
<b>Aufnahmefläche:</b>													
▣ <b>Höhe (cm)</b>	100	110	80	120	110	80	150	150	140	110	80	200	180
▣ <b>Exposition</b>	NW	W	S	NW	SW	O	W	S	W	NO	SO	O	NO
▣ <b>Fläche (qcm)</b>	600	300	600	300	400	200	100	300	100	400	400	100	100
▣ <b>Inklination (Grad)</b>	90	85	90	80	90	70	90	90	90	90	95	90	90
▣ <b>Humus (mm)</b>	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Artenzahl</b>	6	12	5	7	6	13	7	6	9	3	3	4	7

**Kennarten**

Campylopus occultus	3	+	1	+	1	3	1	4	+	5	4	4	+
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Ordnungskennarten**

Syrrophodon gaudichaudii	2	.	3	.	4	3	3	5	1	1	2	3	3
Bazzania heterostipa	.	+	.	.	4	.	.	.	.	.	4	+	.
Campylopus fragilis	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	1

**Verbandskenarten**

Lophocolea martiana	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea muricata	.	.	.	.	2	.	.	.	+	.	.	.	.
Lejeunea flava	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Metzgeria spec.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+

**Begleiter**

Isopterygium tenerum	+	2	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.	.
Cheilolejeunea spec.	4	.	4	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
Pyrrhobryum spiniforme	.	2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Orthostichella pentasticha	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea proteus	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 7	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Anoplolejeunea conferta	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
Aureolejeunea spec.	.	.	.	.	.	.	.	1	5	.	.	.	.
Phyllogonium viride	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
Fissidens spec.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypopterygium tamarisci	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Syrrophodon prolifer	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Campylopus extinctus	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Riccardia spec.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leucomium strumosum	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Rhynchostegium scariosum	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Sematophyllum spec.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Arachniopsis spec.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cyrto-hyphnum minutulum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Sematophyllum subsimplex	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
Metzgeria australis	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila spec. 4	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Leucobryum albidum	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acanthocoleus abberans	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Lophocolea glaziovii	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Radula macrostachya	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Papillaria deppei	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Cryphaea filiformis	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Polytrichum juniperinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Plagiochila spec. 5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pterogonidium pulchellum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Tabelle 5.7 Campylopodetum occulti

	A	B	C	D
<b>A. Syrrhopodetum proliferi</b>	57	7,6	26	0,50
<b>B. Porotricho-Syrrhopodetum incompleti</b>	61	7,9	32	0,52
<b>C. Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici</b>	53	7,4	17	0,46
<b>D. Campylopodetum extincti</b>	51	6,6	20	0,44
<b>E. Campylopodetum occulti</b>	40	6,8	13	0,52
<b>H° ungewisse Hymenodetalia</b>	67	6,2	43	0,38
<b>S° ungewisse Syrrhopodetalia</b>	46	5,7	15	0,39

Tab. 5.8 Homotonitätsindex u nach DAHL (1960) der Gesellschaften und der ungewissen Gruppen. A = Gesamtartenzahl, B = mittlere Artenzahl, C = Aufnahmezahl, D = Homotonitätsindex.

## Syrhropodetalia gaudichaudii

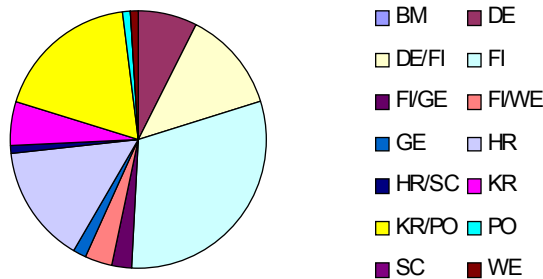


Abb. 5.2. Anteile der Wuchsformen in den Syrrhopodetalia gaudichaudii

miteinander korreliert und beeinflussen scheinbar mehr oder weniger direkt die Ausbildung der Gesellschaften: Waldtyp, Phorophytenart, Stammstruktur, Lichteinfluss, Hemerobie und Meereshöhe. Die Dicke der Humusschicht und die Exposition hatten hingegen keinen nachweisbaren Einfluss.

Da die oben genannten Parameter untereinander zum Teil stark miteinander korreliert sind, fällt die Beantwortung der Frage schwer, welcher davon für die Verbreitung der Gesellschaften entscheidend ist, bzw., ob überhaupt ein einzelner allein verantwortlich ist. Es ist nicht auszuschließen, dass andere Faktoren, die bei der Aufnahme nicht berücksichtigt wurden, eine Rolle spielen.

Am deutlichsten zeigt sich dieses Problem bei der offenbar sehr engen Verbindung zwischen Araukarienwald, den beiden Gesellschaften der Syrrhopodetalia gaudichaudii (*Campylopodetum extincti* und *Campylopodetum occulti*) und der Baumfarnart *Dicksonia sellowiana*:

Der Araukarienwald unterscheidet sich von allen anderen Waldtypen durch im Durchschnitt höhere Lagen (Abb. 5.3) stärkere Besonnung (Abb.5.4), und höhere Hemerobiegrade, die durch die forstwirtschaftliche Nutzung der Araukarienwälder zustande kommen. Charakteristisch ist das Vorkommen von *Dicksonia sellowiana* als vorherrschende Baumfarnart. *Dicksonia sellowiana* wiederum kommt (zumindest in

den zugrundeliegenden Aufnahmen) fast nur in Araukarienwäldern vor und weist daher alle eben genannten Standorteigenschaften auf.

Das *Campylopodetum extincti* und das *Campylopodetum occultum* scheinen Araukarienwälder als Habitat und *Dicksonia sellowiana* als Phorophyt zu bevorzugen. Sie treten daher häufiger an helleren und höher gelegenen Standorten auf als andere Gesellschaften. Die Aufnahmen dieser Gesellschaften waren durchweg stark wind- und sonnenexponiert und traten gehäuft auf für *Dicksonia* typischer wurzelfilziger Stammoberfläche auf (Abb.5.5).

Die Frage ist, ob diese Gesellschaften den Araukarienwald bevorzugen, weil sie dort *Dicksonia sellowiana* mit wurzelfilziger Oberfläche vorfinden, oder weil sie lichte, exponierte oder kühle Standorte bevorzugen, die sie in Araukarienwäldern finden, nicht aber in den dichten, feuchtwarmen Regenwäldern. Möglich wäre weiterhin, dass ein Standortfaktor, der noch nicht quantitativ erfasst worden ist (z.B. der pH-Wert der Stammoberfläche) das Gesellschaftsbild bestimmt.

Die vorliegenden Aufnahmen sprechen zunächst gleichermaßen für eine Abhängigkeit der Gesellschaften von der Phorophytenart wie von Klimaten, bzw. Mikroklimaten.

Vergleicht man die prozentuale Häufigkeit bestimmter Elemente der Oberflächenstruktur in den Aufnahmeflächen der Gesellschaften, erkennt man, dass vor allem *Campylopodetum*

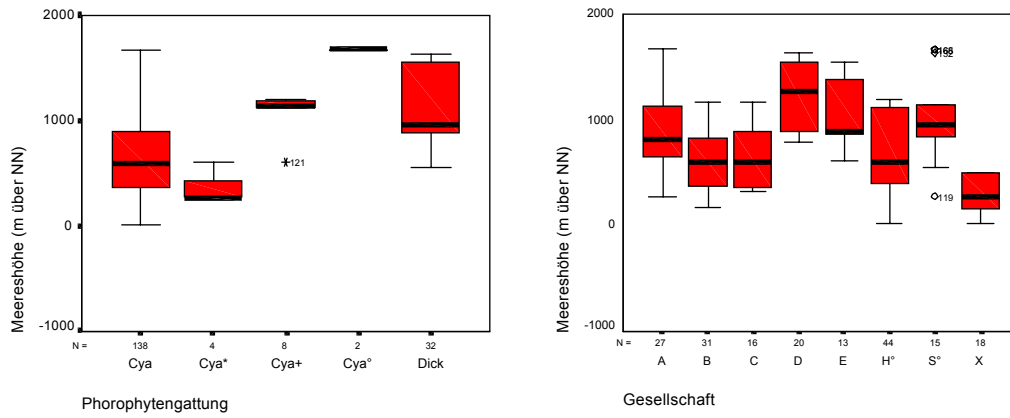


Abb. 5.3. Boxplot der Phorophytenarten, und Gesellschaften in verschiedenen Meereshöhen. Der Boxplot zeigt Aufnahmezahl N, Interquartilbereich (50 %, rote Box), Median (schwarzer Balken in der Box) und Extremfälle. Cya = *Cyathea arborea*, Dick = *Dicksonia sellowiana*, Cya\*/Cya+/Cya° = *Cyathea spec.* 1-3  
 A-C Hymenodetalia aeruginosae: A Syrrhopedetum proliferi B Porotricho-Syrrhopedetum incompleti C Orthostichello-Syrrhopedetum parasitici H° Riccardia-reiche heterogene Aufnahmen  
 D-F Syrrhopedetalia gaudichaudii: D Campylopodetum extincti E Campylopodetum occulti S° Syrrhopedon prolifer-reiche ungewisse Aufnahmen X Riccardia-reiche, nicht klassifizierte, meist artenarme Aufnahmen

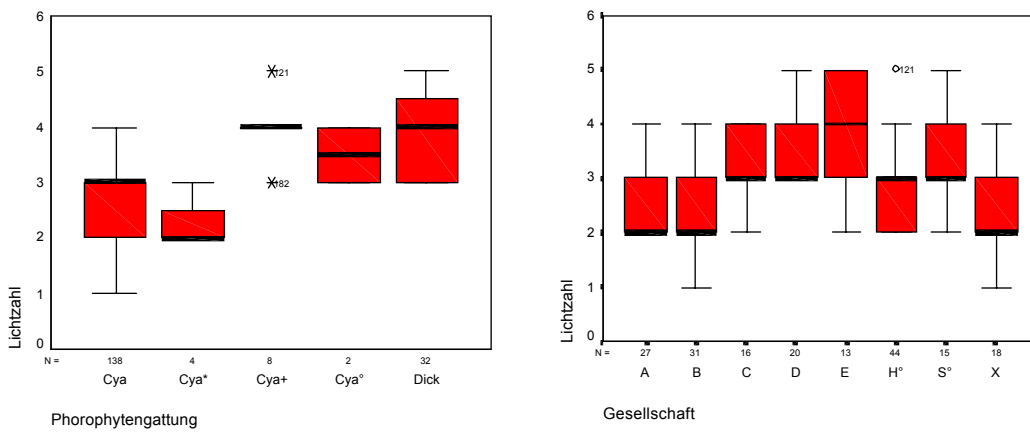


Abb. 5.4. Boxplot der Phorophytenarten und Gesellschaften in verschiedenen Lichtverhältnissen (zur Lichtzahl s. 4.1.2.4).

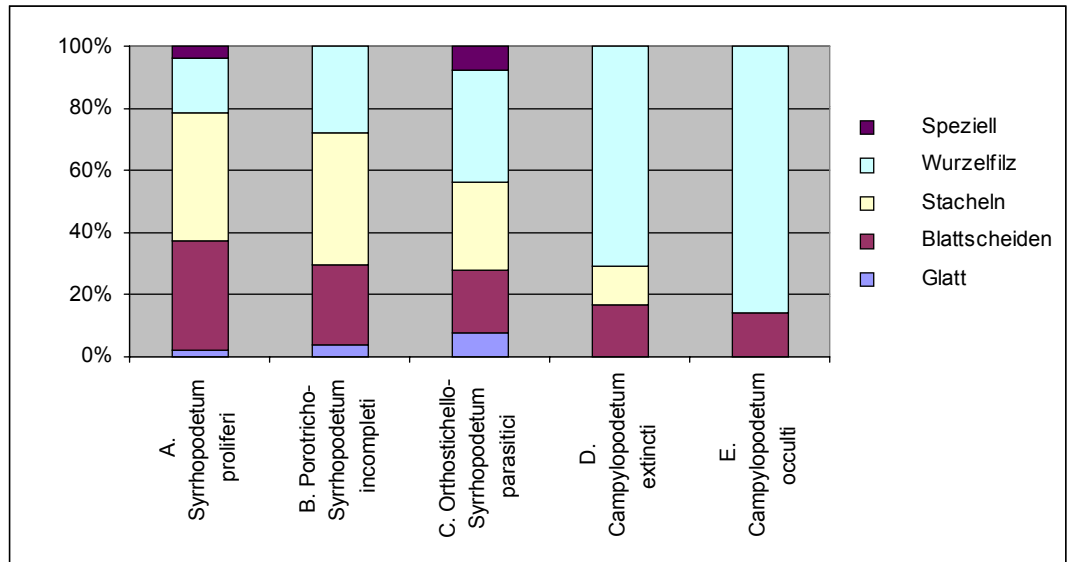


Abb. 5.5. Gruppenanteile verschiedener Oberflächenstrukturen an Aufnahmen der einzelnen Gesellschaften (Definition der Strukturelemente s. 4.1.2.5)

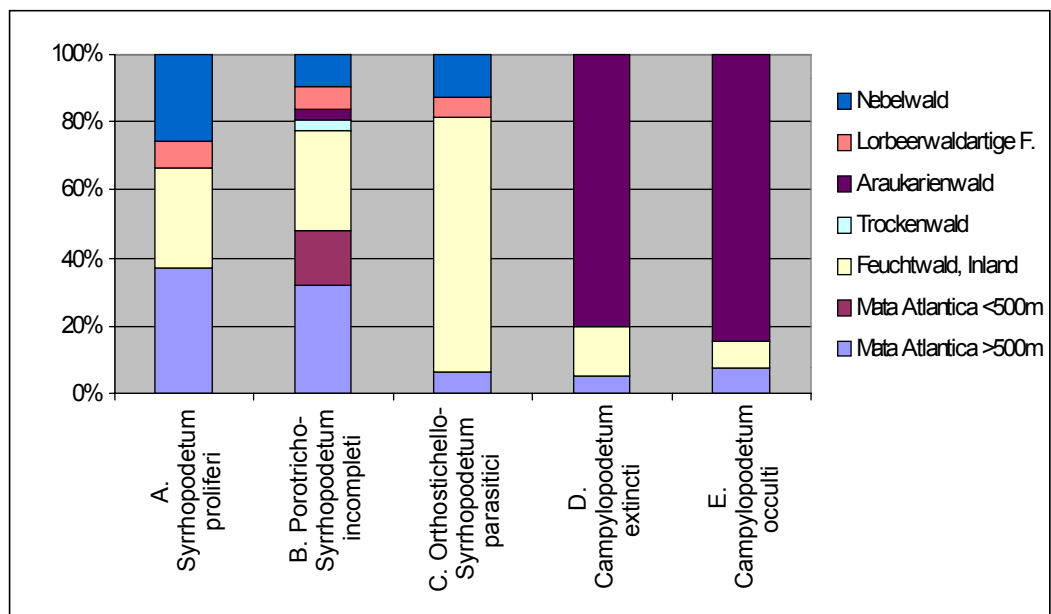


Abb. 5.6. Gruppenanteile der Waldtypen



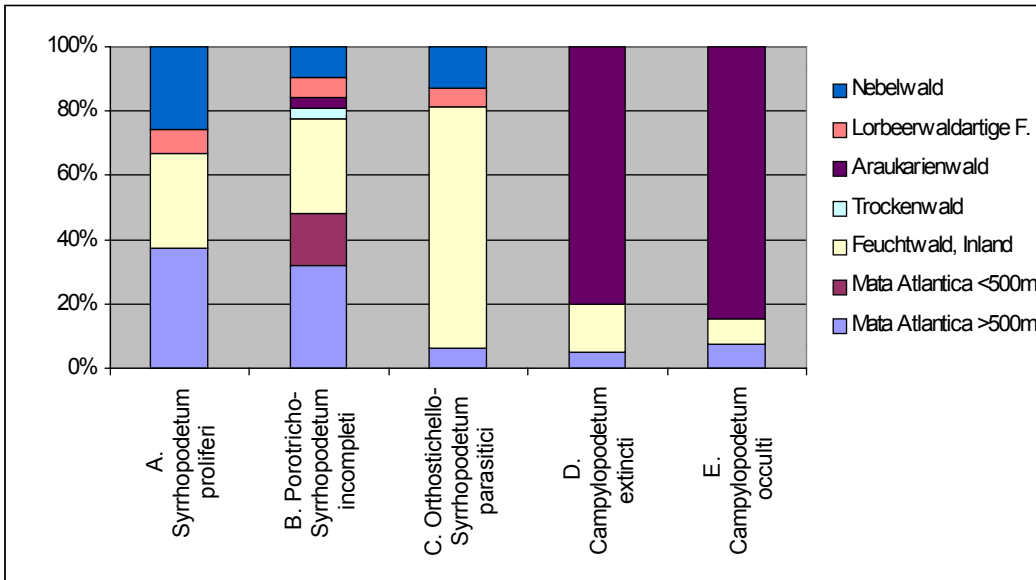


Abb. 5.7. Gruppenanteile der Aufnahmen, die an *Dicksonia sellowiana*, *Cyathea arborea* und einigen anderen *Cyathea*-Arten gemacht wurden.

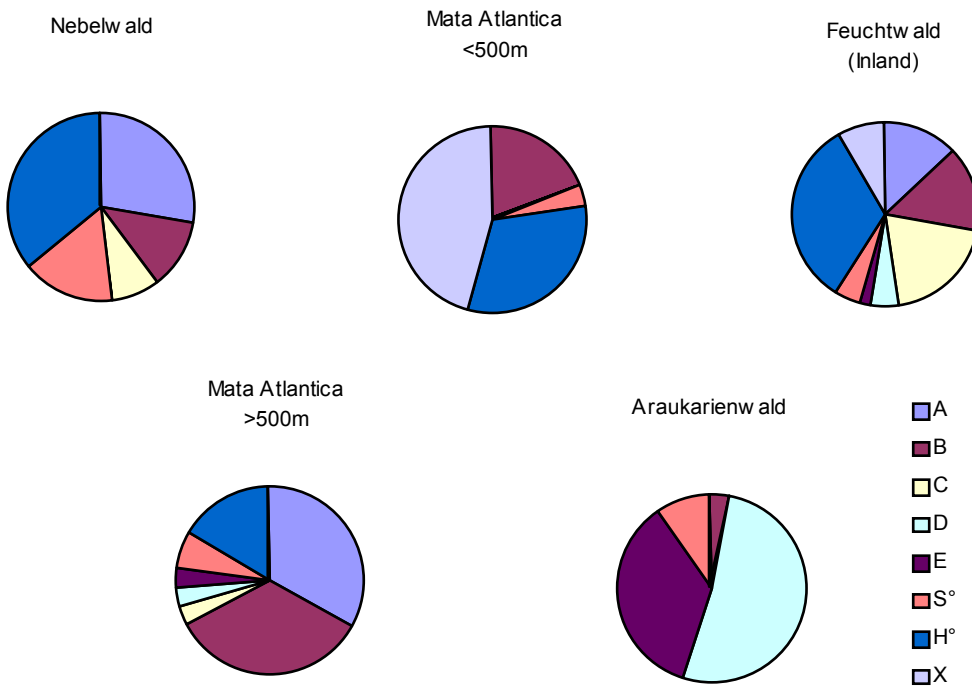


Abb. 5.8. Anteile der gefundenen Moosgesellschaften in den Hauptwaldtypen des Untersuchungsgebietes.

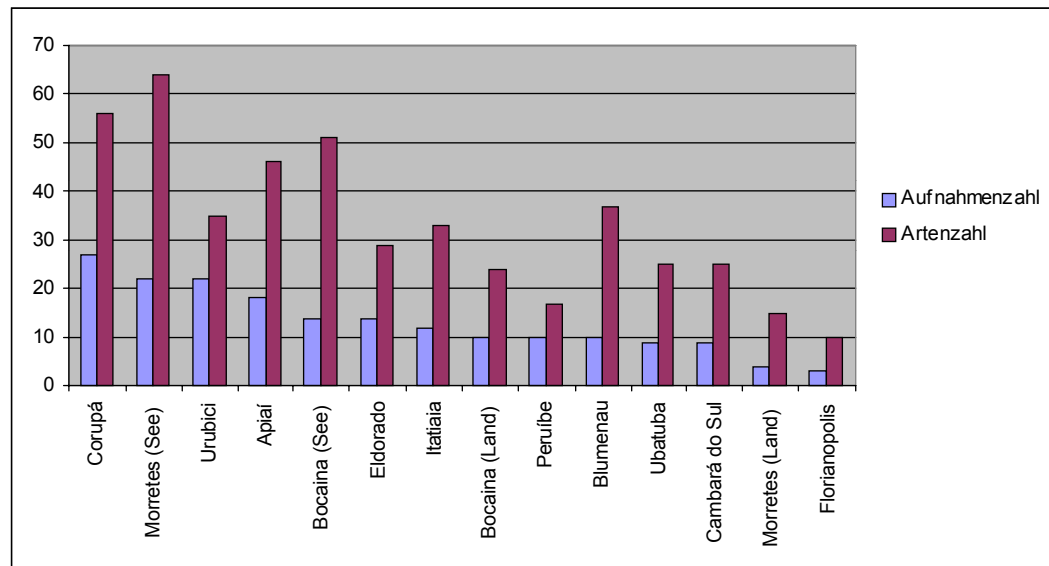


Abb. 5.9. Gesamtartenzahl und Aufnahmezahl der Teiluntersuchungsgebiete.

occuli und (weniger stark) *Campylopodetum extincti* relativ streng an ein Strukturelement, nämlich den Wurzelfilz, gebunden zu sein scheinen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass manche Elemente häufiger gemeinsam auftauchen, kann man beim *Syrrhopodetum proliferi* (weniger deutlich beim *Syrrhopodetum incompleti*) sehen, dass es meist auf Flächen mit Blattscheiden und Stacheln vorkommt. Die anderen Gesellschaften scheinen keine besondere Bevorzugung zu haben.

Ähnlich verhält es sich mit der Bindung an den Waldtyp, wie Abb. 5.6 verdeutlicht: *Campylopodetum extincti* und *occuli* sind relativ streng an den Araukarienwald gebunden: sie sind dort die dominierenden Gesellschaften (s. Abb. 5.8) und wurden auch überwiegend dort gefunden. Das *Orthostichello-Syrrhopodetum parasitici* wurde größtenteils im Inland-Feuchtwald gefunden. Die beiden anderen Gesellschaften scheinen auf den ersten Blick in verschiedenen Waldtypen verbreitet zu sein. Allerdings zeigt sich bei *Syrrhopodetum proliferi* und *Syrrhopodetum incompleti* eine deutliche Vorliebe für luftfeuchte Waldtypen, wie Mata Atlântica, Nebelwald und Feuchtwald im Inland.

Eindeutiger fällt der Vergleich der von den Gesellschaften bevorzugten Phorophyten aus (Abb. 5.7): rund 80 % der Aufnahmen von *Campylopodetum extincti* und *Campylopodetum occuli* stammen von *Dicksonia sellowiana* (der Rest von *Cyathea arborea*). Bei den Gesellschaften der *Hymenodetalia* stammen 80 bis 100 % der Aufnahmen von *Cyathea arborea*. Das *Syrrhopodetum proliferi* wurde ausschließlich auf *Cyathea arborea* gefunden.

## 5.2 Vergleich der Teiluntersuchungsgebiete

Der augenfälligste Unterschied zwischen den Untersuchungsgebieten ist das Klima und der damit verbundene Waldtyp. In vielen Teilgebieten war jeweils ein bestimmter Waldtyp mehr oder weniger vorherrschend. Daher war auch jeweils die Phorophytengattung überwiegend vertreten, die diesen Waldtyp bevorzugte: In den Araukarienwäldern der Teilgebiete 9, 13 und 14 (Serra do Mar bei Curitiba, bzw. Serra Geral bei Urubici und Cambará do Sul) wuchs hauptsächlich *Dicksonia sellowiana*, in allen anderen Teilgebieten waren ausschließlichen Cyatheen die Trägerpflanzen.

In den Gebieten 1 bis 4 wurden neben der normalerweise aufgenommenen *Cyathea arborea* noch andere Arten für Aufnahmen verwendet.

Innerhalb der einzelnen Teiluntersuchungsgebiete wurden viele Arten mit teils sehr niedrigen Stetigkeiten nachgewiesen. Die Anzahl der Aufnahmen pro Teiluntersuchungsgebiet hat höchstwahrscheinlich nicht ausgereicht, um alle niedrigsten Arten zu erfassen. Da innerhalb eines Teilgebietes praktisch auf jedem Phorophyten andere niedrigste Arten festgestellt wurden, zeigt sich der Trend, dass die nachgewiesene Artenzahl eines Teiluntersuchungsgebietes mit der Anzahl der Aufnahmen in dem Gebiet steigt (Abb. 5.9).

### 5.3 Wuchsformen

Im Untersuchungsgebiet waren alle Lebensformen (nach MÄGDEFRAU 1982) vertreten: Bäumchen, Decke, Filz, Gehänge, Hochrasen, Kurzrasen, Polster, Schweif und Wedel. Auf *Cyathea arborea* wurden Moose aller Lebensformen gefunden, auf *Dicksonia sellowiana* alle bis auf Bäumchen und Schweif. In der Analyse der Gruppenanteile zeigte sich Filz als die häufigste Lebensform in allen Teilgebieten und Höhenstufen, auf beiden Phorophyten und in den meisten Waldtypen. Auch der Anteil von Decken, Kurzrasen und Hochrasen ist auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen relativ hoch. Selten zu finden waren dagegen Bäumchen, Wedel, Gehänge und Schweif.

#### 5.3.1 Kurzrasen (KR)

Die am häufigsten vertretenen Arten dieser Wuchsform waren *Hymenodon aeruginosus*, *Fissidens* spec. und *Syrrhopodon prolifer*. Die in Neuseeland mit *Hymenodon aeruginosus* vikiarierende Art *Hymenodon pilifer* wurde in der Arbeit von ZANK (2000) wegen ihrer basalen Innovationen zu den Polstern gestellt. *Hymenodon aeruginosus* bildet dagegen keine basalen Innovationen und wächst eindeutig als lockerer Rasen. Diese Art ist verantwortlich für die hohen mittleren Gruppenanteile (bis zu 35 % in mittleren Höhenlagen zwischen 300 – 1000 m, Tab.

8.5) der Kurzrasen.

Einige Arten bilden nicht nur reine Polster, sondern ebenso oft ausgedehnte, relativ dichte Kurzrasen. Die häufigsten darunter sind *Syrrhopodon gaudichaudii*, *Syrrhopodon incompletus* und *Leucobryum martianum*. Diese Arten wurden beim Vergleich der Wuchsformen in eine eigene Klasse gestellt (KR/PO). Die Wuchsform ist mit hohen Gruppenanteilen auf *Dicksonia sellowiana* vertreten, was im Wesentlichen an der hohen Stetigkeit von *Syrrhopodon gaudichaudii* liegt.

#### 5.3.2 Hochrasen (HR)

Im Hochrasen sind die aufrechten Triebe kaum oder nicht verzweigt und können im Gegensatz zu den Kurzrasen eine beträchtliche Höhe erreichen. Der Hauptanteil der Hochrasen in diesen Aufnahmen wird von Dicranaceen bestritten, v.a. durch *Campylopus extinctus* und *Campylopus occultus*. Desweiteren sind *Pyrrhobryum spiniforme* und *Leiomela bartramioides* prominent. Der höchste mittlere Gruppenanteil dieser Lebensform wurde in den Araukarienwäldern des südlichen Planalto, bzw. in Höhenklassen von 1300 bis 1600 m festgestellt.

#### 5.3.3 Polster (PO)

Nach Mägdefrau (1982) werden Polster gewöhnlich von akrokarpnen Moosen mit basalen Regenerationstrieben gebildet. Sie sind oft dicht und im Freiland halbrund ausgebildet. Nur zwei Moosarten in den Aufnahmen werden dieser Lebensform einwandfrei zugeordnet: *Leucobryum viticulosoides* und *Orthotrichum* spec. Da diese Arten allerdings sehr selten gefunden wurden, spielen reine Polster als Wuchsform nur eine geringe Rolle. Sie erreichen erst in Höhenklassen über 1400 m einen nennenswerten mittleren Gruppenanteil und zwar nur auf *Dicksonia*. Wie schon bei den Kurzrasen erklärt, gibt es aber einen bedeutenden Anteil von Arten, die eine Mischform zwischen Polster und Kurzrasen ausbilden (KR/PO).

#### 5.3.4 Decken (DE)

Diese Wuchsform wird von Moosen mit niederliegenden Haupt- und Nebentrieben gebildet, die sich mit Hilfe von Rhizoiden dicht an das Substrat heften. Typische Vertreter dieser Wuchsform sind im Untersuchungsgebiet die Lebermoose: dazu gehören *Lophocolea muricata*, *Metzgeria spec.*, *Calypogeia*-Arten ebenso wie *Radula nudicaulis*, *Radula kegelii* und *Riccardia spec.* Nur zwei Laubmoosarten weisen diese Wuchsform auf: *Callicostella pallida* und *Cyclo-dictyon albicans*. Decken zeigen hinsichtlich der untersuchten Parameter (Phorophyt, Meereshöhe, Waldtyp, Hemerobie) keine besondere Präferenz.

#### 5.3.5 Filze (FI)

Filze bilden in allen Kategorien den höchsten Gruppenanteil aller Lebensformen. Das liegt vor allem an den hohen Stetigkeiten von *Lejeunea flava*, *Cheilolejeunea spec.*, *Lepidopilidium spec.* und *Lophocolea martiana*. Die niederliegenden Moose bilden zuweilen Rhizoide aus, verwenden sie aber nicht zum Festheften an das Substrat. Meist bilden Filze eine locker aufliegende Schicht auf Moosen anderer Wuchsformen, die direkt dem Substrat aufsitzen oder sie wachsen durch Rasen.

Arten, die zuweilen mit Rhizoiden am Substrat festhaften (z.B. einige *Lejeunea*- und *Bazzania*-Arten), die zum Teil hängend gefunden wurden (*Meteoridium* und *Squamidium*-Arten), oder deren Triebenden wedelartig vom Substrat abstehen (z.B. *Plagiochila*), wurden bei der Auswertung separat behandelt (DE/FI, DE/GE, DE/WE).

#### 5.3.6 Gehänge (GE)

Als reine Gehänge wurden nur *Phyllogonium fulgens* und *Phyllogonium viride* identifiziert. Die gefundenen *Papillaria*-Arten, *Orthostichella pentasticha*, *Meteoridium remotifolium* und andere, weniger stete Arten werden zwar eigentlich den Gehängen zugeordnet, waren aber in den vorliegenden Aufnahmen öfter als Filze ausgebildet und werden daher gesondert behandelt (FI/GE). Insgesamt sind Gehänge allerdings nur in geringem Maße vertreten.

#### 5.3.7 Schweife (SC), Wedel (WE) und Bäumchen (BM)

Unter den Wuchsformen mit kriechendem Hauptspross und abstehenden Seitensprossen unterscheidet man die mehr oder weniger unverzweigten, rund beblätterten Schweife, die flächig verzweigten, oft verflacht beblätterten Wedel und die dreidimensional verzweigten Bäumchen. Diese drei Lebensformen machen zusammen etwa 6 % der aufgenommenen Lebensformen aus und spielen damit eine eher untergeordnete Rolle in den Gesellschaften auf *Cyathea*. Bäumchen und Schweife kommen auf *Dicksonia* überhaupt nicht vor. Einzelne Aufnahmen wiesen hohe Deckungsprozente dieser Wuchsformen auf. Diese wurden aber wegen der geringen Anzahl der Aufnahmen zunächst als zufällig angesehen.

Die einzige aufgenommene Bäumchen-Form stellt *Pterobryon densum*. Vier Arten besitzen die Eigenschaften von Wedeln: *Hypopterygium tamarisici*, *Neckeropsis disticha*, *Neckeropsis undulata* und *Porotrichum spec.* Als Schweif gelten *Leucoloma triforme* und *Prionodon densum*. Die größte Gruppe bilden die Wedel, zu denen man noch eine besondere Untergruppe stellen kann: alle aufgenommenen *Plagiochila*-Arten und seltener auch *Bazzania*-Arten bilden lockere bis dichte Filze, aus denen die Spitzen der Seitentriebe fächerförmig angeordnet herausstehen. Diese Mischform wurde in den Tabellen mit FI/WE bezeichnet.

Die horizontal vom Substrat abstehenden Wuchsformen sind charakteristisch für luftfeuchte und eher schattige Standorte, wie Abb. 5.10 illustriert.

#### 5.3.8 Einfluss verschiedener Standortparameter auf das Wuchsformenspektrum

Hervorstechend ist beim Vergleich der Gruppenanteile der Lebensformen in den Höhenklassen und Waldtypen, dass die Filze in fast allen Klassen dominieren. Im Trockenwald und im Küstenregenwald in Höhen zwischen 1200 und 1400 m erlangen sie die höchsten Gruppenanteile (bis zu 100 %). Andere Wuchsformen bilden selten einen größeren Anteil als 30 %. Trotzdem sind deutliche Schwerpunkte zu erkennen (Tab. 5.10): Kurzrasen und Decken erreichen ihre höchsten Gruppenanteile in Höhen zwischen 500 und 1000

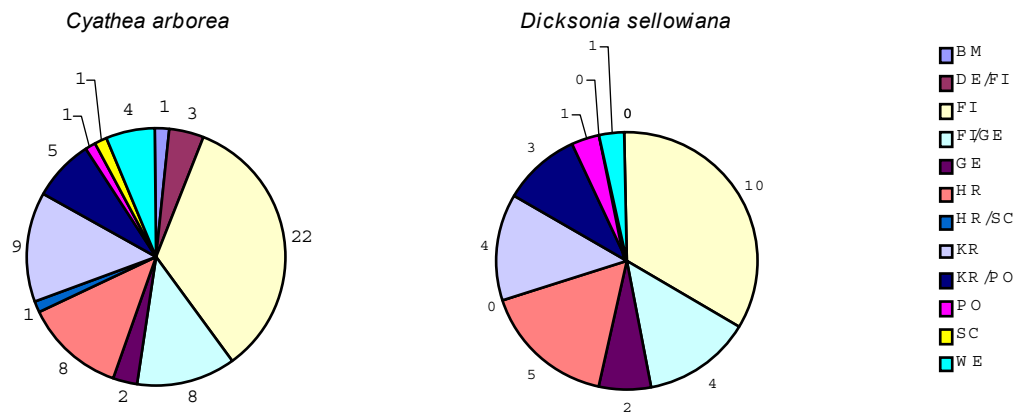


Abb. 5.10. Ungewichtete Wuchsspektren der Laubmoose auf *Cyathea arborea* und *Dicksonia sellowiana* in Brasilien.

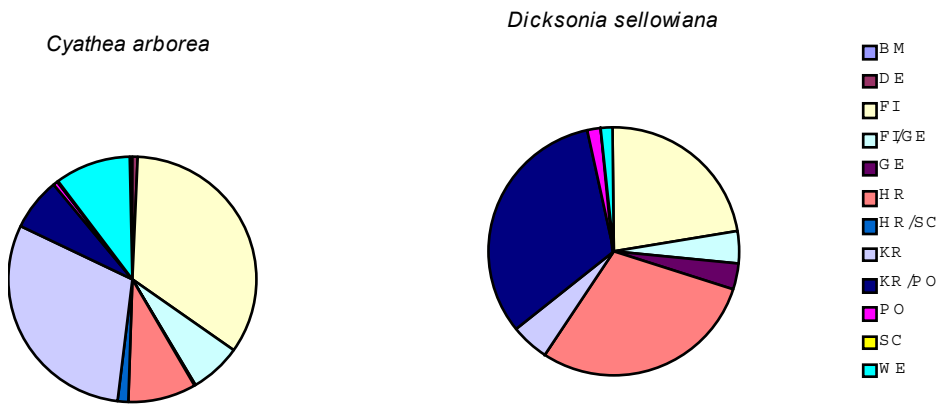


Abb. 5.11. Mittlere Gruppenanteile der Lebensformen der Laubmoose auf *Cyathea arborea* und *Dicksonia sellowiana* in Brasilien.

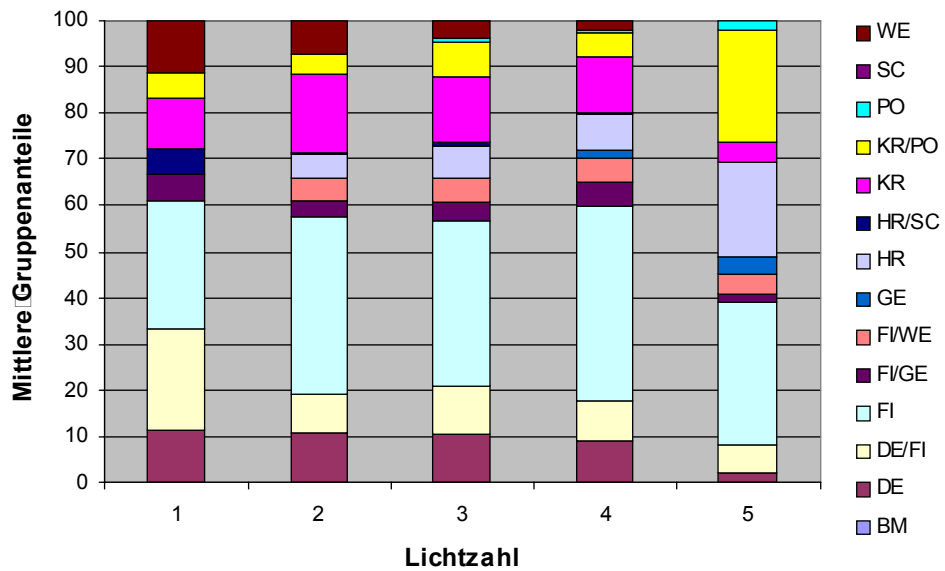


Abb. 5.12. Mittlere Deckungsprozente der Lebensformen bei unterschiedlichem Lichteinfluss (vgl. Skala Abschnitt 4.1.2.4) Polster, Hochrasen und Gehänge weisen mit steigendem Lichteinfluss größere mittlere Deckungen auf, Wedel, Schweife und Decken dagegen bei sinkendem Lichteinfluss.

m, dagegen sind Hochrasen und die Polster-Kurzrasen-Mischform (KR/PO) zwischen 1300 und 1600 m bedeutender.

Auch beim Vergleich der Waldtypen bilden sich zwei Gruppen von Wuchsformen heraus: Die Decken, Filze und reinen Kurzrasen sind schwerpunktmäßig in feuchten Waldtypen, wie Küstenregenwald, Inland-Feuchtwald und Nebelwald vertreten. Die höchsten Anteile von Hochrasen und Polster-Kurzrasen-Mischform wiederum findet man im Araukarienwald.

Dieselbe Unterscheidung spiegelt sich im Einfluss des Lichts auf die Gruppenanteile der Wuchsformen.

Der Lichteinfluss auf die Phorophyten ist eine der Eigenschaften, die Standorte im Araukarienwald in den vorliegenden Aufnahmen deutlich von anderen Waldtypen unterscheidet.

Dass die Hochrasen und die Polster-Kurzrasen-

Mischform in den Aufnahmen im Araukarienwald eine wichtige Rolle spielen, hängt möglicherweise mit dem Austrocknungsstress zusammen, der in den relativ offenen Standorten dieses Waldtyps gewiss sehr hoch einzuschätzen ist. Da die hier dominierenden Dicksonien gewöhnlich in Form kleiner, lichter Baumfarn-Haine zusammenstehen, sind die Moose darauf viel stärker Wind und Sonne ausgesetzt als sie es in den unteren Schichten mehrstöckiger Regen- und Feuchtwäldern wären. Dichte Hochrasen und die Kurzrasen-Polster-Mischform können Wasser eine beachtliche Zeit lang zwischen den Pflänzchen speichern. Die lockeren Kurzrasen, Filze und abstehende Wuchsformen, die man gewöhnlich auf *Cyathea* findet, trocknen dagegen sehr bald nach der Befeuchtung wieder aus und könnten in der wechselhaften Feuchtigkeit im Araukarienwald nur in kurzen Phasen Stoffwechsel betreiben.

#### 5.4 Vergleich der Laubmoose von Neuseeland und Südostbrasilien

In der bisher einzigen Arbeit über Moose auf Baumfarnen in Neuseeland von ZANK (2000) werden Lebensformen und –strategien der Laubmoose behandelt. Für einen umfassenden Vergleich auf der Basis vikariierender Arten oder Gesellschaftskomplexe würden zusätzliche Informationen über die epiphytischen Lebermoose in Neuseeland auf *Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa* und eine pflanzensoziologische Auswertung benötigt. Im Folgenden werden daher lediglich einzelne Laubmoosarten und die Wuchsformen der epiphytischen Laubmoose verglichen.

##### 5.4.1 Artenspektrum, Vikarismus und Pseudovikarismus

Die häufigsten Laubmoosarten (Gesamtstetigkeit >20) von *Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa* in Neuseeland sind laut ZANK (2000) *Calomnion complanatum*, *Cyathophorum bulbosum*, *Cryptopodium bartramioides*, *Hymenodon pilifer*, *Rhizogonium distichum*, *Leucobryum candidum*, *Hypnum chrysogaster*, *Achrophyllum dentatum*, *Dicranoloma menzesii*, *Weymouthia cochlearifolia*, *Ptychomnion aciculare*, *Weymouthia mollis* und *Distichophyllum pulchellum*. (Tab. 8.6 im Anhang, nach Gesamtstetigkeit sortiert). Auf dem Artniveau gibt es überhaupt keine Übereinstimmungen zwischen den von ZANK beschriebenen neuseeländischen Laubmoosen und den brasilianischen Laubmoosen der vorliegenden Arbeit (Tab. 5.8).

Einige Gattungen sind in beiden Gebieten mit unterschiedlichen Arten vertreten.

*Hymenodon* tritt sowohl in Neuseeland als auch in Brasilien mit hohen Deckungen und Stetigkeiten auf. Die Arten bevorzugen in beiden Gebieten *Cyathea* als Phorophyten, in Neuseeland allerdings nicht so stark ausgeprägt wie in Brasilien. Offenbar vikariieren die beiden Arten in Brasilien und Neuseeland, haben aber wahrscheinlich nicht dieselbe Position innerhalb ihrer jeweiligen Moosgesellschaft, denn *Hymenodon pilifer* bildet Polster (ZANK 2000), *Hymenodon aeruginosus* in Brasilien dagegen Kurzrasen.

*Pyrrhobryum bifarium* in Neuseeland vikariiert mit *Pyrrhobryum spiniforme* in Brasilien. Beide weisen eine relativ niedrige Stetigkeit auf und sind öfter auf *Dicksonia* anzutreffen als auf *Cyathea*. Die brasilianische Art wird in der vorliegenden Arbeit zur Wuchsform Hochrasen gerechnet, die neuseeländische Art wird als Bäumchen angesehen. Über die Bedeutung für die epiphytischen Moosgesellschaften lässt sich wenig sagen. In den Gesellschaften in Brasilien spielt *Pyrrhobryum* eine untergeordnete Rolle. Es taucht als Begleiter in allen Gesellschaften auf, im *Campylopodetum extincti* und *occulti* (Gesellschaften auf *Dicksonia*) ein wenig häufiger. *Pyrrhobryum mnioides* ist relativ selten und wird nicht als vikariierende Art diskutiert, denn sein Areal erstreckt sich von Australien über Afrika bis nach Südamerika.

Die für die brasilianischen Gesellschaften auf *Cyathea arborea* typische Art *Hypopterygium tamarisci* wird in Neuseeland durch mehrere Hypopterygiaceen vertreten. Die häufigste davon ist *Lopidium concinnum*; seltener sind *H. filiculaeforme*, *H. didictyon* und *Canalohypopterygium tamariscinum*. Auch die neuseeländischen Arten bevorzugen – wie die brasilianischen Arten – *Cyathea* als Phorophyten. Ob sie dort ebenfalls für ein Syntaxon charakteristisch sind, bleibt Objekt einer zukünftigen pflanzensoziologischen Überarbeitung.

In Tabelle 5.8 ist eine mögliche Vikarianz innerhalb der Dicranaceae nicht enthalten: *Dicranoloma*-Arten in Neuseeland könnten zumindest eine der brasilianischen Arten *Campylopus extincti* oder *C. occulti* ersetzen, die den Moosgesellschaften auf *Dicksonia sellowiana* ihren Namen geben. Sowohl *Campylopus* spp. als auch *Dicranoloma* spp. bilden Hochrasen und wachsen fast nur auf *Dicksonia*, wo sie mittlere Stetigkeiten und hohe Deckungen erreichen.

Die anderen in Tab. 5.11 aufgeführten Arten sind extrem selten gefunden worden. Sie haben in den Gesellschaften Brasiliens den Status seltener Begleiter. Von Vikariismus soll hier sicherheits halber nicht ausgegangen werden. Im Folgenden werden mögliche Pseudovikarianzen besprochen.

<b>Gattung</b>	<b>Neuseeländische Arten</b>	<b>Brasilianische Arten</b>
<i>Hymenodon</i>	<i>pilifer</i>	<i>aeruginosus</i>
<i>Pyrrhobryum</i>	<i>bifarium, mnioides</i>	<i>spiniforme</i>
<i>Hypopterygium</i>	<i>filiculaeforme, didictyon</i>	<i>tamarisci</i>
<i>Leucobryum</i>	<i>candidum</i>	<i>martianum, albidum</i>
<i>Papillaria</i>	<i>flavo-limbata, flexicaulis</i>	<i>deppei</i>
<i>Rhynchostegium</i>	<i>tenuifolium</i>	<i>serrulatum, scariosum</i>
<i>Hypnum</i>	<i>chrysogaster, cupressiforme</i>	<i>spec.</i>
<i>Calypstrochaeta</i>	<i>cristata</i>	<i>spec.</i>

Tab. 5.11 Gemeinsame Laubmoosgattungen auf Baumfarnen in Neuseeland und Brasilien

Die einzige Kurzrasen bildende Art, welche die hochstete brasilianische Art *Hymenodon aeruginosus* im Aufbau einer (noch hypothetischen) Moosgesellschaft in Neuseeland ersetzen könnte, ist *Calomnion complanatum*. Diese Art ist auf beiden untersuchten neuseeländischen Baumfarnen noch häufiger als *Hymenodon pilifer*. In den brasilianischen Aufnahmen hat die Art keine Verwandten derselben Gattung oder Familie. Sehr wahrscheinlich liegt eine Pseudovikarianz zwischen *Hymenodon aeruginosus* in Brasilien und *Calomnion complanatum* in Neuseeland vor. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, dass sowohl *Calomnion complanatum* als auch die beiden vikariierenden *Hymenodon*-Arten zu den wenigen Laubmoosen gehören, deren Präferenz für das Habitat Baumfarn schon bei früheren Untersuchungen aufgefallen ist (ALLISON 1931, BEEVER 1984, MARTIN 1949, SCHÄFER-VERWIMP 1989, SCOTT 1970).

Zu einigen der anfangs aufgezählten hochsteten neuseeländischen Arten konnte kein vergleichbares Gegenstück in Brasilien bestimmt werden, d.h. es existiert weder eine Art des näheren Verwandtschaftskreises noch einen Vertreter derselben Stetigkeit, Wuchsform und Phorophytenpräferenz. Die auffälligsten und häufigsten Arten darunter sind die schweifbildende Art *Cyathophorum bulbosum* und das bevorzugt in lockeren Polstern auf *Dicksonia squarrosa* wachsende *Rhizogonium distichum*.

Auch *Leucobryum candidum* hat in Brasilien

keinen hochsteten Stellvertreter. Die brasilianische Art *Leucobryum martianum* ist auf Baumfarnen ein seltener und nur spärlich wachsender Begleiter, der von morschen Baumstämmen und Wurzeln einwandert. Eine Stellenäquivalenz zwischen den in Neuseeland hochsteten Hochrasenarten *Cryptopodium bartramoides* oder *Achrophyllum* spp. und der brasilianischen *Leiomelea bartramoides* ist aus ähnlichen Gründen unwahrscheinlich: letztere wächst zwar ebenso wie die neuseeländischen Arten häufiger an *Cyathea*, ist aber bei weitem nicht so häufig meist nur spärlich ausgebildet.

Von den 65 auf *Cyathea arborea* (Brasilien) gefundenen Laubmoosarten waren 33 (51 %) spezifisch für den Phorophyten, d.h. sie wurden in den vorliegenden Aufnahmen fast nur auf *Cyathea arborea* festgestellt: die häufigsten darunter sind *Hymenodon aeruginosus*, *Porotrichum spec.*, *Lepidopilidium spec.*, *Syrrhopodon prolifer* und *Fissidens spec.*

Von den 30 Laubmoosarten auf *Dicksonia sellowiana* waren 7 Arten (23 %) für *Dicksonia* spezifisch: *Syrrhopodon gaudichaudii*, *Isopterygium tenerum*, *Campylopus extinctus* und *Campylopus occultus* wuchsen bevorzugt auf *Dicksonia sellowiana*, *Campylopus fragilis* sogar ausschließlich.

In Neuseeland sind die Präferenzen für einen Phorophyten nur bei wenigen hochsteten Arten



so ausgeprägt: *Hymenodon pilifer* bevorzugt *Cyathea smithii*, während *Rhizogonium distichum* und *Dicranoloma menziesii* für *Dicksonia squarrosa* typisch sind.

#### 5.4.2 Syntaxonomische Einordnung

Der Vergleich der Laubmoose förderte Vikarianzen und Pseudovikarianzen von Arten zutage, die zumindest in Brasilien syntaxonomisch bedeutsam sind. Die hohe Stetigkeit von *Hymenodon*-Arten in beiden Untersuchungsgebieten und ihre Spezifität für Baumfarne legt nahe, diese Gattung als charakteristisches Element für Moosgesellschaften auf Baumfarnen im Allgemeinen zu betrachten.

Die vergleichende Arbeit über epiphytische Moosgesellschaften in den Tropen von KÜRSCHNER (2000) und die vorliegende Arbeit an Moosgesellschaften in Brasilien zeigen, dass Lebermoose eine große Rolle bei der Charakterisierung der epiphytischen Gesellschaften und höheren Syntaxa spielen. Hier werden in Ermangelung einer phytosoziologischen Untersuchung die von ZANK aufgelisteten Lebermoose als Anhaltspunkte für eine mögliche syntaxonomische Eingliederung verwendet.

ZANK erkannte die Wichtigkeit der Lebermoose anhand der z.T. sehr hohen Deckungen und Artenzahlen. Besonders in den Gattungen *Bazzania*, *Chiloscyphus*, *Plagiochila* und *Schistochila* wurden viele Arten nachgewiesen. Keine der aufgezählten Arten wurde in Brasilien gefunden. Zwar kamen in beiden Gebieten Vertreter der Gattungen *Bazzania*, *Metzgeria*, *Plagiochila*, *Radula* und *Riccardia* vor, doch sind die Gattungen so artenreich und weit verbreitet, dass diese Tatsache allein nicht als signifikant gelten kann. Ein Grund für die floristischen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten mag das Klima sein: das neuseeländische Untersuchungsgebiet von ZANK befand sich in temperaten Regenwäldern, das brasilianische in tropischen bis temperaten Wäldern.

Die neuseeländischen Funde weisen nach dem jetzigen Wissensstand keine Beziehungen zur Klassengruppe *Lejeuneo-flavae*-*Frullanea ericoides* (KÜRSCHNER & PAROLLY 1998) auf.

#### 5.4.3 Wuchsformenspektren

Die ungewichteten Lebensformenspektren (Abb. 5.11) der beiden brasilianischen Phorophyten zeigen einige Ähnlichkeiten mit denen der neuseeländischen Phorophyten *Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa* (ZANK 2000).

In Neuseeland sind auf beiden Phorophyten filzbildende Arten in der Mehrzahl (ca. 25 %). Mit fast ebenso vielen Arten sind hier die Hochrasen vertreten. Je ungefähr 10 % der Arten gehören zu Decke, Polster und Wedel. Damit sind die Arten mit den Wuchsformen Decke und Wedel insgesamt und Hochrasen auf *Cyathea* prozentual stärker vertreten als in Brasilien.

Der auffälligste Unterschied zwischen den Lebensformenspektren der beiden neuseeländischen Phorophyten ist, dass auf *Cyathea* mehr Bäumchen (5 Arten) als Gehänge (3 Arten) gefunden wurden, während auf *Dicksonia* nur eine Bäumchenart, dafür aber 4 hängende Arten gefunden wurden. Zusammen nahmen die horizontal vom Substrat abstehenden Wuchsformen (Wedel, Schweif und Bäumchen) auf *Cyathea* etwa 30 % der Arten ein, auf *Dicksonia* nur etwa 15 %.

Diese Ergebnisse decken sich im Wesentlichen mit den Beobachtungen in Brasilien: Hinsichtlich der Artenzahl waren auf den beiden brasilianischen Phorophyten Sippen der Wuchsform Filz mit etwa 30 % (22 Arten auf *Cyathea arborea* und 10 Arten auf *Dicksonia sellowiana*) die stärkste Gruppe.

Bei *Dicksonia sellowiana* verteilen sich etwa 40 % der Arten auf Kurzrasen, Hochrasen und Polster. Die kleinsten Gruppen stellen die Polster (4 Arten), Gehänge (2 Arten) und Wedel (1 Art).

Auf *Cyathea arborea* gehörten 6 Arten (8 %) zu den Polstern. Etwa 10 % verteilten sich auf Schweif, Wedel und Bäumchen. Die vom Substrat abstehenden Wuchsformen sind somit deutlich stärker repräsentiert als bei *Dicksonia*. Decken und Schweife bildende Laubmoose wurden nur auf *Cyathea* gefunden.

Betrachtet man die Häufigkeit der Belege verschiedener Lebensformen (Abb. 5.12), werden die Unterschiede zwischen den beiden Phorophyten wesentlich deutlicher:

Auf *Cyathea arborea* fallen neben dem domi-

nanten Gruppenanteil von Filzen (ca. 35 %) und Kurzrasen (30 %) besonders die Wedel mit einem Anteil von 10 % ins Auge.

Bei *Dicksonia* stellen hingegen Hochrasen und kurzrasenartig ausgedehnte Polster (KR/PO) je ein Drittel aller Proben. Wedel kommen in nur 2 % aller Aufnahmen vor und andere abstehende Wuchsformen überhaupt nicht. Ausgeprägte Hängeformen (GE) fanden sich nur hier.

Im Bezug auf die Luftfeuchtigkeit und Lichtverhältnisse werden in Brasilien ähnliche Verteilungen verzeichnet wie in Neuseeland (Interpretationen vgl. Abschnitt 5.1.5). Eine auffällige Ausnahme bilden Hochrasen und Polster, die hier überraschenderweise an extrem feuchten Standorten hohe Gruppenmengenanteile erreichen. ZANK räumt ein, dass die Zuordnung der Taxa, die für die hohen Werte bei den Polstern verantwortlich sind, unsicher ist. Deswegen wird lediglich der Unterschied bei den Hochrasen als signifikant betrachtet.

Auf die Unterschiede zwischen Waldtypen wird wegen der schlechten Vergleichbarkeit der Wälder in Neuseeland und Brasilien nicht eingegangen.

In Hinblick auf Phorophytenpräferenz, Licht und Luftfeuchtigkeit zeichnet sich in Brasilien und Neuseeland ein sehr ähnliches Muster der Lebensformen ab. Eine Sonderstellung nehmen die Hochrasen ein, die in Neuseeland (im Gegensatz zu Brasilien) eher an *Cyathea*, bzw. luftfeuchtere Habitate gebunden zu sein scheinen.

Die Ähnlichkeiten zwischen Neuseeland und Brasilien, die sich beim Vergleich der Lebensformen im Bezug auf Phorophytenpräferenz, Lichtverhältnisse und Luftfeuchtigkeit ergeben, sind insofern kritisch zu betrachten, als dass die Einordnung der Arten in verschiedene Wuchsformen von Autor zu Autor differieren kann und nicht normiert ist. Die Unterschiede, die durch verschiedenen Zuweisung der Wuchsformen entstehen, sind eventuell größer als die tatsächlichen signifikanten Unterschiede. Die Wuchsformen dienen daher in der Auswertung der vorliegenden Aufnahmen nicht dem direkten Vergleich zwischen den beiden Floren, sondern der Suche nach pseudovikariierenden Arten und der Beschreibung der Gesellschaften.

## 6 Vergleich mit der epiphytischen Baumfarnvegetation in Neuseeland.

Die Arbeit aus Neuseeland (ZANK 2000) belegt ein solches gemeinsames Vorkommen der beiden dortigen Phorophytenarten *Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa*. Aus den Aufnahmen ist dort bei einigen hochsteten Laubmoosarten eine Bevorzugung hinsichtlich der Baumfarnart abzulesen. Möglicherweise liegen also in Neuseeland phorophyten-spezifische Moosgesellschaften vor. Eine mit der vorliegenden Arbeit vergleichbare phytosoziologische Untersuchung in Neuseeland könnte zeigen, ob der maßgebliche Einfluss auf die Ausbildung der Gesellschaften von klimatischen Bedingungen oder vom Trägerbaum ausgeht: Wo die beiden Baumfarnarten gemeinsam vorkommen, würden sich waldtyp- bzw. klimaabhängige Gesellschaften unterschiedslos auf beiden Arten ansiedeln. Phorophyten-spezifische Gesellschaften hingegen würden sich bei gleichen klimatischen Bedingungen größtenteils auf der bevorzugten Trägerbaumart ausbilden.

Die Klärung dieser Frage für die neuseeländischen Moose würde auch einen Anhaltspunkt liefern, welche Faktoren für die Gesellschaftsbildung in Brasilien entscheidend sind.

Das hochstete Vorkommen des neuseeländischen *Hymenodon pilifer*, einer Art, die mit dem ebenfalls hochsteten und für Baumfarne spezifischen brasilianischen *Hymenodon aeruginosus* vikariiert, spricht für eine gemeinsame Wurzel der Moosgesellschaften beider Gebiete. Unter den Laubmoosen mittlerer Stetigkeit findet man Vikarianz bei *Pyrrhobryum* und *Hypopterygium*. Bei einigen anderen Arten liegt ebenfalls Vikariismus vor, der allerdings wegen der sehr niedrigen Stetigkeit und der untergeordneten Bedeutung der Arten für die hier beschriebenen Gesellschaften wenig signifikant ist.

Insgesamt jedoch wurde bei hochsteten Arten selten Vikariismus, dagegen häufiger Stellenäquivalenz oder das Fehlen vergleichbarer Stellvertreter festgestellt. Dies ist wiederum ein Indiz dafür, dass die Moosgesellschaften auf Baumfarnstämmen sich eher konvergent auf Basis einer Anpassung an ökologische Faktoren herausgebildet haben, als durch Evolution aus einer gemeinsamen gondwanischen „Urgesellschaft“.

Der Homotonitätsindex  $u$  (DAHL 1960) liegt in allen hier beschriebenen Gesellschaften bei etwa 0,5. D.h. die Aufnahmen haben eine extrem niedrige Homotonität. Das liegt vor allem am breiten Spektrum möglicher niedrigsteter Begleiter. Solch niedrige Homotonitäten wären leicht zu erklären, wenn die Aufnahmen von gestörten Standorten stammten, an denen man noch keine ausgeprägten, stabilen Gesellschaften mit festem Arteninventar erwartet, weil der Standort in raschem Wandel begriffen ist und ein Mosaik ökologischer Bedingungen aufweist. Im Zusammenhang mit den vorliegenden Aufnahmen überrascht die niedrige Homotonität zunächst, da ein Großteil der Aufnahmen aus primären Wäldern stammt. Es besteht daher der Verdacht, dass die Baumfarne an sich kein stabiles Habitat bieten, in dem sich Klimaxgesellschaften ausbilden können. Das mag daran liegen, dass die Oberfläche der Baumfarnstämmen selbst wachstumsbedingten Veränderungen unterliegt: Blattscheiden verrotten und fallen ab, und neue Wurzeln überwachsen die Stammoberfläche. Würde sich der Verdacht bestätigen, dass Baumfarne ein instabiles Habitat bilden, könnte es sein, dass zumindest Teile der hier beschriebenen Syntaxa nicht typisch für Baumfarne sind, sondern aus anderen Gesellschaften von anderen, benachbarten Phorophyten einwandern ohne sich fest zu etablieren. Möglicherweise kommt die Vegetation auf den Baumfarnstämmen nicht über frühe, unspezifische Sukzessionsstadien hinaus. Solange über die Stabilität und die Spezifität der hier beschriebenen Gesellschaften für die beiden Phorophyten Zweifel besteht, kann man nicht davon ausgehen, dass sie lange Zeiträume unverändert an diesem Phorophyten überdauern, geschweige denn, dass sie ihren Ursprung in Gondwana haben.

#### Danksagung

Wir danken Alfons Schäfer-Verwimp für die Bestimmung und Nachbestimmung kritischer Proben, sowie Michael Lüth, der Geländearbeit in Brasilien tatkräftig unterstützt hat.

#### Literatur

- ALLISON, K.W. (1931) Mosses and their habitats in the Atiamuri District, New Zealand. *Bryologist* 34: 29-37.
- BEEVER, J. (1984) Moss epiphytes of tree ferns in a warm temperate forest, New Zealand. *Journ. Hatt. Bot. Lab.* 56: 89-95.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964) *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde.* 3. Aufl. Springer-Verlag, Berlin, Wien, New York.
- DAHL, E. (1951) Some measures of uniformity in vegetation analysis. *Ecology* 41: 805-808.
- DIERß EN, K. (1990) *Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde).* Wiss. Buchgesellschaft Darmstadt.
- DREHWALD, U. 1995. Epiphytische Pflanzengesellschaften in NO-Argentinien. *Diis. Bot.* 250.
- HELL, K. G. (1967) Briófitas talosas dos arredores da cidade de São Paulo. *Bol. Univ. São Paulo, Bot.* 25: 1-190.
- KLEMENT, O. (1955) *Prodromus der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften.* Feddes rept. Beih. 135: 5-194.
- KÜRSCHNER, H. (2000) Epiphytische Moosgemeinschaften tropischer Regenwälder. *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 12: 187-206.
- KÜRSCHNER, H., AND G. PAROLLY. (1998) Syntaxonomy of trunk-epiphytic bryophyte communities of tropical rain forests: A first pantropical approach. *Phytocoenologia* 28:357-425.
- KÜRSCHNER, H., AND G. PAROLLY. (1999) Pantropical epiphytic rain forest bryophyte communities – Coeno-syntaxonomy and floristic-historical implications. *Phytocoenologia* 29:1-52
- MÄGDEFRAU, K. (1982) Life forms of bryophytes. – In: Smith, A.J.E. (ed.): *Bryophyte ecology*, 45-58. Chapman & Hall, London, New York.
- MARTIN, W. (1949) The Bryophytes of Stewart Island – Part I. *Transactions Royal Soc. New Zealand* 77, Part 2: 257-277.

- PÔRTO, K.C. (1990) Bryoflore d'une forêt de plaine et d'altitude moyenne dans l'état de Pernambuco (Brés.): analyse floristique. *Cryptog., Bryol. Lichenol.* 11: 109-161.
- PÔRTO, K.C., S.R. Gradstein, O. Yano, S.P. Germano & D. P. da Costa (1999) New and interesting records of Brazilian bryophytes. *Tropical Bryology* 17: 39-45.
- SCHÄFER-VERWIMP, A. (1989) New or interesting records of Brazilian bryophytes II. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 67: 313-321.
- . (1991) Contribution to the knowledge of the bryophyte flora of Espírito Santo. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 69: 147-170.
- . (1992) New or interesting records of Brazilian bryophytes III. *J. Hatt. Bot. Lab.* 71: 55-68.
- SCHÄFER-VERWIMP, A. & D. M. VITAL (1989) New or interesting records of Brazilian bryophytes. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 66: 255-261.
- SCOTT, G.A.M. (1970) Vegetation studies on Secretary Island, Fjordland Part II. Epiphytic and ground cryptogamic vegetation on the northern slopes. *New Zealand Journal of Botany* 8: 30-50.
- SEHNEM, A. (1969-1980) Musgos sul-brasileiros I. *Pesquisas, Bot.* 27: 1-36 (1969); II. 28: 5-112 (1970); III. 29: 1-70 (1972); IV. 30: 1-79 (1976); V. 32: 4-170 (1978); VI. 33: 4-149 (1979); VII. 34: 4-121 (1980).
- SILLETT, S. C. (1991) Canopy bryophyte communities of a lower montane wet forest in Costa Rica: Quantitative sampling in intact forest and isolated trees. M.Sc. thesis, University of Florida, Gainesville.
- SUKOPP, H. (1972) Wandel der Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. *Ber. Landwirtsch.* 50 (1): 112-139.
- TÜXEN, R., K. OHNO & H. C. VAHLE (1977) Zum Problem der Homogenität von Assoziationstabellen. *Doc. Phytosoc. N.S.* 1: 305-320.
- VISNADI, S. R. & D. M. Vital (1995) Bryophytes from restinga in Setiba State Park, Espírito Santo State, Brazil. *Tropical Bryology* 10: 69-74.
- WOLF, J. H. D. (1993) Epiphyte communities of tropical montane rainforest in the northern Andes I. Lower montane communities. *Phytocoenologia* 22:1-52.
- YANO, O. (1981) A checklist of Brazilian mosses. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 50: 279-456.
- . (1984) Checklist of Brazilian liverworts and hornworts. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 56: 481-548.
- . (1989) An additional checklist of Brazilian bryophytes. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 66: 371-434.
- . (1995) A new additional annotated checklist of Brazilian bryophytes. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 78: 137-182.
- ZANK, S. (2000) Epiphytische Laubmoose auf *Cyathea smithii* und *Dicksonia squarrosa* an der Westküste von Neuseelands Südinsel – Artenspektrum, Lebensformen, Lebensstrategien. Unveröffentlichte Diplomarbeit FU Berlin.