

Diatomeen auf Pflanzen in der Namib

Ute Rumrich, Manfred Rumrich, Horst Lange-Bertalot

Diatomeen sind mikroskopisch kleine, einzellige Algen. Sie leben normalerweise im Wasser, wobei zwischen Arten, die nur im Süßwasser und solchen, die ausschließlich im Salzwasser vorkommen, zu unterscheiden ist. Nur vereinzelte Arten geben sich mit einem mehr oder weniger feuchten Boden als Lebensraum zufrieden. Man bezeichnet diese als Erd-Diatomeen.

Generell unterscheiden sich Diatomeen von anderen Algen dadurch, daß sie ihr Protoplasma mit einem Gehäuse aus Kieselsäure umgeben, eine Eigenheit, der im deutschen Sprachraum die häufig verwendete Bezeichnung Kieselalgen zugrunde liegt. Anhand der Baupläne dieser „Skelette“ lassen sich die über 20 000 bekannten Arten sicher bestimmen. Wie in anderen Gewässern kommen Diatomeen auch in den Quellen, Rivieren und Wasserstellen der Namib vor. Erst kürzlich wurde jedoch festgestellt, daß Diatomeen, deren angestammter Lebensraum das Süßwasser ist, selbst auf dem Wüstenboden der Namib vorkommen können (Dinteria Nr. 20, 1989). In diesem Fall siedeln sie sich unter Kieselsteinen an, wohin einerseits während des hier häufig herrschenden Nebels ein Mindestmaß an Feuchtigkeit abgeleitet wird, andererseits bei intensiver Sonneneinstrahlung diese durch die Lichtfilterwirkung der Kiesel auf ein verträgliches Maß reduziert wird.

Ausgehend von der Frage, ob es noch weitere ähnliche ökologische Nischen gibt, wurden verschiedene Pflanzen untersucht. Es schien nicht ausgeschlossen, daß hier möglicherweise doch ausreichend Schatten und durch Tau und Nebel ein Minimum an Feuchtigkeit vorhanden sein könnte. Ausgewählt hierfür wurden Pflanzen, die für die Namib typisch sind: der Talerstrauch *Zygophyllum stapfii*, das damit verwandte *Zygophyllum simplex* sowie die sog. Bleistiftpflanze *Arthroa leubnitziae*. Alle drei Arten zählen zu den Halophyten, den salzliebenden Pflanzen. Untersucht wurden außerdem die beiden Flechten *Xanthoparmelia walteri* und *Teloschistes capensis*.

Zygophyllum stapfii und *Zygophyllum simplex* widerstehen der extremen Trockenheit durch ihre Sukkulenz. *Arthroa leubnitziae* dagegen ist nicht sukkulent, sondern hat eine Pfahlwurzel, die bis in feuchtere Bodenschichten reicht. Die beiden Flechtenarten sind ebenfalls an die Bedingungen der Wüste hervorragend angepaßt.

Darüber hinaus schien es interessant zu sein, die möglicherweise auf den Pflanzen zu findenden Diatomeen-Arten mit denen zu vergleichen, die unter Kieselsteinen vorkommen. Deshalb wurden in unmittelbarer Nähe der Pflanzenstandorte auch Steinproben zur Untersuchung gesammelt.

Methodik

Von den höheren Pflanzen wurden zur Untersuchung Blätter und Stengel verwendet, von den Flechten größere Thallusstücke. Alle Proben wurden in konzentrierter Salpetersäure gekocht, bis sich das organische Material auflöste und die Kieselsäureskelette der Diatomeen zurückblieben. Diese wurden nach mehrmaligem Spülen mit Wasser (bis etwa pH 7) unter dem Lichtmikroskop bei 1000facher Vergrößerung gemustert.

Die Kieselsteine wurden, zur Ablösung des gallertigen Blau- und Grünalgen-Belages, in dem sich auch die Diatomeen befinden, in konzentrierter Salzsäure 30 Minuten gekocht. Der so erhaltene Bodensatz wurde mehrfach mit Wasser gespült. Zum Auflösen des restlichen organischen Materials wurde konzentrierte Schwefelsäure zugegeben und anschließend Kaliumpermanganat (Oxydation) und Oxalsäure (Entfärbung) bis der Bodensatz nahezu weiß war. Die entsprechende mikroskopische Untersuchung erfolgte nach erneutem Neutralisieren durch Spülen mit Wasser.

Die Sammelstellen (Standorte) waren folgende:

Swakopmund = ca. 3-4km nördlich von Swakopmund, Entfernung zum Meer ca. 2km; Myle 8 = ca. 0,8-1km vom Meer; Myle 14 = ca. 2km vom Meer; Oranjemund = etwa 10km südlich der Oranje-Mündung, Entfernung zum Meer ebenfalls ca. 2km.

Ergebnisse

Auf allen Pflanzen wurden Diatomeen gefunden. Den hier gefundenen Arten sind, um einen Vergleich zu vereinfachen, in der Tabelle die Arten der unter Kieseln gefundenen Diatomeen vorangestellt. Auffallend ist zunächst die große Anzahl verschiedener Diatomeen-Arten, unter denen ganz eindeutig Erd- und Salzwasserformen dominieren. Es kommen jedoch auch andere, offensichtlich ubiquitäre Arten vor, deren Lebensraum bisher praktisch ausschließlich im Süßwasser gesehen wurde. Letztere variieren ausgesprochen stark. Trotzdem lassen sich im wesentlichen die Ergebnisse der Pflanzen-Proben mit denen vergleichen, die sich aus den Untersuchungen der Kieselsteine ergeben.

Als Besonderheit ergab sich, daß zwei Arten von Meeres-Diatomeen, die sonst in großer Anzahl gefunden wurden, südlich von Swakopmund nicht nachzuweisen waren.

	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	11.89	11.89	11.89	
	Myle 8	Myle 8	Myle 14	Myle 14	Myle 14	Myle 14	Myle 14	Oranje- mund Kiesel	Oranjam. Telo- schistes capensis	19.4.88 Swakop- mund Kiesel	19.4.88 Swakopm. Xantho- parmelia walteri	11.89 Swakopm. Zygo- phyllum stapffii	11.89 Swakopm. Zygo- phyllum simplex	11.89 Swakopm. Arthrae- rua leub- nitziae
<i>Achnanthes clevei</i>	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes coarctata</i>	-	1,4	-	-	1,2	10,3	-	-	3,6	-	-	-	-	0,7
<i>Achnanthes exigua</i>	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes lanceolata</i>	-	-	-	-	1,6	-	0,5	-	-	0,8	-	-	-	-
<i>Achnanthes minutissima</i>	-	-	-	-	3,7	-	19,5	0,9	1,8	3,2	13,5	5,6	4,5	3,5
<i>Achnanthes subudsonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinoprychus undulatus</i>	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora coffaeiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	0,7
<i>Amphora pediculus</i>	-	0,5	-	-	1,2	1,3	1,0	-	-	-	-	1,3	2,6	0,7
<i>Amphora cf. pediculus</i>	-	25,7	-	2,4	1,2	-	1,0	-	-	-	-	-	-	2,1
<i>Anomoconis vitrea</i>	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	0,3	-	0,7
<i>Caloneis spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-
<i>Cocconeis disculus</i>	-	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	-	5,9	1,3	1,4
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	-	-	1,2	-	-	0,9	-	-	-	24,7	4,5	9,9
<i>Cocconeis scutellum</i>	-	-	-	0,4	0,4	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-
<i>Cocconeis spec.</i>	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	5,6	-	1,4
<i>Cyclotella spec.</i>	-	-	-	-	2,5	-	1,0	-	1,8	-	-	-	0,6	-
<i>Cymbella amphicephala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,7
<i>Cymbella cesatii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
<i>Cymbella hustedii</i>	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
<i>Cymbella microcephala</i>	2,5	-	-	-	0,4	-	-	-	-	1,6	-	1,3	-	0,7
<i>Cymbella pusilla</i>	-	21,1	-	-	3,3	1,3	-	-	-	-	-	0,9	-	0,7
<i>Cymbella silesiaca</i>	-	-	-	-	0,8	2,6	1,5	-	-	-	-	1,9	1,3	0,7
<i>Cymbella tumidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Delphinopsis karsternii</i>	18,8	3,8	18,2	15,8	10,3	5,1	-	-	-	11,2	13,5	0,3	2,6	16,3
<i>Denticula kuetzingii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	2,1
<i>Diatoma elongatum</i>	-	-	-	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	4,5	-	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis interrupta</i>	6,3	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-
<i>Diploneis spec.</i>	-	-	-	-	0,4	-	1,0	-	-	-	-	0,3	-	-
<i>Eunotia bilunaris</i>	-	-	-	-	-	-	8,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia exigua</i>	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	4,0	-	-	-	-

3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	3.3.89	27.3.89	19.4.88	11.89	11.89	11.89
Myle 8	Myle 14	Myle 14	Myle 14	Myle 14	Oranje- mond Kiesel	Swakopm. Xantho- parmelia walteri	Swakopm. Zygo- phyllum stapffii	Swakopm. Zygo- phyllum simplex	Swakopm. Arthrae- rua leub- nitziae
1,3	4,5	2,8	0,8	2,6	15,1	-	-	1,3	-
Eunotia implicata	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eunotia spec.	1,3	2,8	-	-	-	4,4	-	-	0,7
Fragilaria arcus	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0
Fragilaria brevistriata	-	-	-	-	-	4,5	1,3	0,6	2,1
Fragilaria capucina	13,6	0,4	-	-	1,5	5,6	1,9	-	-
Fragilaria construens	2,5	3,2	-	-	4,4	-	-	-	-
Fragilaria famelica	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
Fragilaria spec.	-	-	-	6,4	-	-	-	-	-
Frustulia rhomboides	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-
Frustulia vulgaris	-	-	-	-	-	-	1,6	-	0,7
Gomphonema angustatum	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-
Gomphonema angustum/minutum	-	-	-	-	2,0	-	3,4	-	-
Gomphonema gracile	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphonema grovei	-	-	-	-	5,4	-	0,3	0,6	-
Gomphonema obscurum	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphonema parvulum	0,5	4,5	-	-	-	-	3,8	-	1,4
Gomphonema spec.	-	0,8	0,8	1,3	-	-	-	0,6	-
Hantzschia amphioxys	13,0	23,3	11,8	16,7	1,5	11,2	0,6	19,5	9,2
Mastogloia elliptica	-	-	-	-	-	3,4	-	-	-
Melosira nyassensis	-	-	1,6	-	1,0	-	-	-	-
Melosira varians	-	-	0,8	-	-	-	5,9	-	-
Melosira spec.	-	-	4,5	-	-	4,5	-	-	-
Navicula atomus	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-
Navicula cryptocephala	-	-	-	-	6,3	-	1,3	0,6	2,1
Navicula cryptotenella	-	-	-	-	-	3,2	0,3	-	-
Navicula erifuga	1,9	-	2,1	-	-	-	-	-	-
Navicula gregaria	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-
Navicula halophila	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Navicula lanceolata	-	-	-	1,3	-	-	0,6	-	-
Navicula mutica	17,5	18,2	20,2	16,7	3,9	25,8	2,5	33,8	14,2
Navicula neoveutricosa	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-
Navicula nivalis	6,3	2,4	3,7	3,8	1,0	-	-	6,5	3,5
Navicula radiosa	-	-	-	-	2,9	-	-	-	-
Navicula aff. recens	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-
Navicula tripunctata	-	-	3,3	1,3	-	-	-	-	-

Navicula spec.	5,7	-	-	2,0	-	-	-	2,4	-	0,6	-
Nitzschia amphibia	-	-	0,4	-	-	-	-	1,6	2,2	5,3	-
Nitzschia dissipata	-	-	-	-	-	1,5	-	0,8	-	-	0,6
Nitzschia elegantula	1,0	-	-	-	-	-	-	3,2	-	2,2	-
Nitzschia fonticola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-
Nitzschia frustulum	-	-	-	0,4	-	2,9	1,8	-	-	6,9	1,9
Nitzschia gracilis	-	-	-	-	-	11,7	-	-	-	-	-
Nitzschia lacuum	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-
Nitzschia wipplingeri	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	1,6	0,7
Nitzschia spec.	1,4	-	-	2,0	1,3	1,5	-	-	4,5	2,2	0,7
Opephora marina	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paralia sulcata	10,0	13,6	24,5	3,7	11,5	-	-	8,8	-	1,3	12,8
Pinnularia borealis	18,8	1,4	4,5	8,3	5,0	6,4	1,8	2,4	4,5	-	2,1
Pinnularia interrupta	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	0,6	-
Pinnularia subcapitata	-	-	-	-	-	1,3	0,5	2,4	-	-	-
Pinnularia spec.	-	-	4,5	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Rhicosphenia abbreviata	0,5	-	-	0,4	-	-	-	-	-	1,6	0,7
Rhopalodia spec.	-	-	0,4	-	1,3	-	-	0,8	-	-	-
Stauroneis spec.	-	-	-	-	1,3	-	0,9	-	-	-	0,7
Tabellaria fenestrata	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-
Tabellaria flocculosa	-	-	-	0,4	-	1,0	-	-	-	0,9	-
Thalassiosira spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GA spec.	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	0,7

(Legende zur Tabelle:)

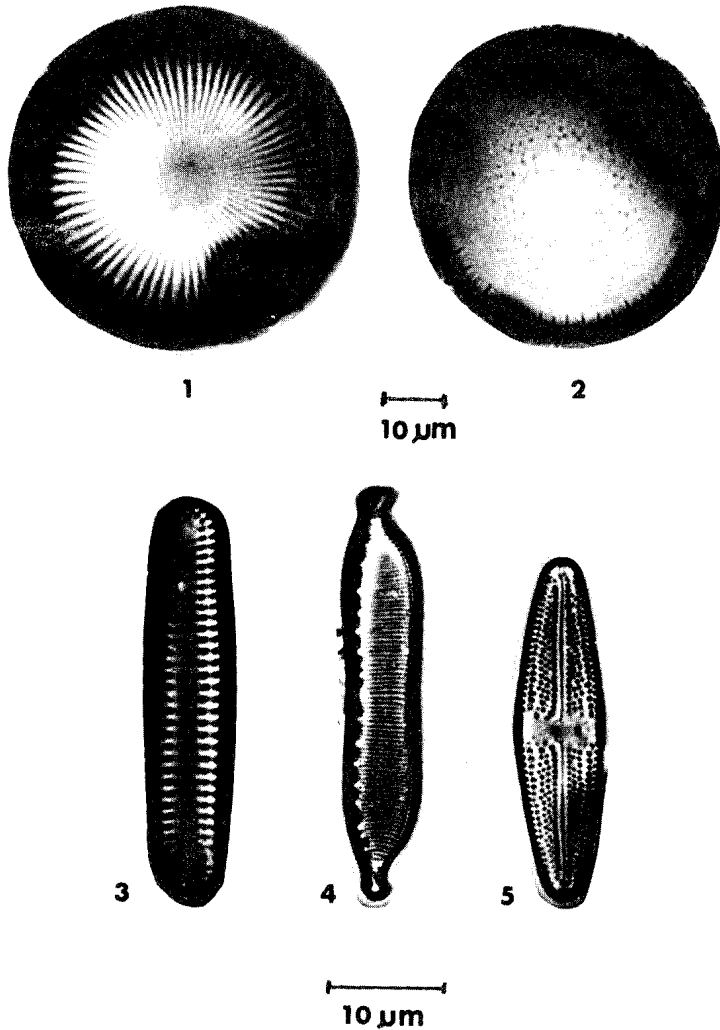
Diatomeen, die im Küstenbereich der Namib auf Pflanzen und unter Kieselsteinen gefunden wurden, in alphabetischer Auflistung. Zahlenangaben in Prozent. Da es unumgänglich war, häufig auf- bzw. abzurunden, ergeben die Summen der Diatomeen-Arten eines Standortes nicht immer 100%.

Typische Erd-Diatomeen sind: *Hantzschia amphioxys*, *Navicula mutica*, *Navicula neoventricosa*, *Navicula nivalis* und *Pinnularia borealis*.

Typische Meeres-Diatomeen sind: *Actinopterychus undulatus*, *Cocconeis scutellum*, *Delphineis karstenii*, *Opephora marina*, *Paralia sulcata* und *Thalassiosira spec.*

Alle anderen Arten sind den Süßwasser-Diatomeen zuzurechnen.

GA spec. bedeutet: Diatomeen, die lediglich in Gürtelband-Ansicht (seitlich) zu sehen waren und deshalb nicht den exakt bestimmbareren Arten zugerechnet werden konnten.



(Legende zur Abb.)
 Fig. 1 und 2 = *Paralia sulcata*; Fig. 3 = *Delphineis karstenii*;
 Fig. 4 = *Hantzschia amphioxys*; Fig. 5 = *Navicula mutica*.
 (Fig. 1 - 3 = Meeres-Diatomeen, Fig. 4 und 5 = Erd-Diatomeen)

Diskussion

Die überaus große Variationsbreite der vorgefundenen Arten läßt darauf schließen, daß sowohl auf den untersuchten Pflanzen als auch unter den Kieselsteinen Bedingungen herrschen müssen, die zumindest für verschiedene Erd-, Salz- und Süßwasser-Diatomeen gleichermaßen akzeptabel sind. Daß die Zusammensetzung der Arten dort lediglich durch Anwehen zustande kommt, ist kaum anzunehmen. Es kann außerdem vermutet werden, daß eine Ansiedlung nicht von der taxonomischen oder ökologischen Charakteristik der

Trägerpflanzen (sukkulente bzw. nicht sukkulente Halophyten oder Flechten), sondern von anderen Faktoren abzuhängen scheint. Da sämtliche Proben dem unmittelbaren Küstenbereich der Namib (in keinem Fall weiter als ca. 2 km vom Meer entfernt) entstammen, macht sich ganz offensichtlich nicht nur der Einfluß des Nebels bemerkbar. Auch die Verdriftung von Meerwasser in Form feiner Gischt dürfte eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Im Vergleich hierzu fanden sich auf Blättern von Pflanzen aus dem Großraum Frankfurt am Main fast ausschließlich Erd-Diatomeen, die sich allerdings in der Mehrzahl nicht mit den Arten deckten, die auf den Namib-Pflanzen gefunden wurden. Salzwasser-Diatomeen konnten, wie auch erwartet, um Frankfurt nicht festgestellt werden.

Trotz der wechselnden Vielfalt der Diatomeen-Arten, die für alle Namib-Proben gilt, fällt doch eine Häufung sowohl für Meeres-als auch für Erd-Diatomeen auf, die sich vornehmlich auf je zwei Arten konzentriert. Es sind dies *Delphineis karstenii* und *Paralia sulcata* als Meeres-Diatomeen sowie *Hantzschia amphioxys* und *Navicula mutica* als Erd-Diatomeen. Bemerkenswert hierbei ist jedoch, daß die beiden Salzwasser-Arten an der Sammelstelle Oranjemund weder auf der von dort stammenden Flechte, noch unter dem Kieselstein vom gleichen Standort zu finden waren. Dies deckt sich auffallend mit dem Ergebnis der vorangegangenen Untersuchung (Dinteria Nr. 20, 1989). Seinerzeit konnten unter Steinen, die küstennah um Lüderitz gesammelt wurden (Entfernung zum Meer weniger als 2 km), ebenfalls keine Meeres-Diatomeen, dafür aber massenhaft Süßwasser-Formen nachgewiesen werden. Es fällt schwer, hinter beiden Ergebnissen Zufallsfunde zu vermuten.

Dagegen hat sich die frühere Vermutung nicht bestätigt, daß sich nämlich unter Kieseln stets ein Mikro-Biotop herausbilden könnte, der Salzwasser-Arten selbst in Küstennähe unter Einfluß des Meeres keine ausreichenden Lebensbedingungen bietet. Denn zumindest für den Bereich um Swakopmund zeigen die vorliegenden Ergebnisse, daß solche Arten dort sowohl unter Kieseln, als auch auf Pflanzen vorkommen.

Über mögliche Konstellationen, die es den Diatomeen überhaupt erlauben, sich unter den extremen Namib-Bedingungen auf Pflanzen anzusiedeln, lassen sich vorerst nur Vermutungen antellen. Wahrscheinlich kommen hier noch andere Faktoren zur Wirkung, als dies unter den Kieselsteinen der Fall ist, zumal man für letztere inzwischen im Modell der sog. „Fensteralgen“ eine durchaus plausible Erklärung gefunden hat.

Literatur

- Bock, W. (1963): Diatomeen extrem trockener Standorte. *Nova Hedwigia* V, 1/2: 199-254
- Brendemühl, J. (1949): Über die Verbreitung der Erddiatomeen. *Arch. Mikrobiol.* 14: 407-449
- Cholnoky, B.J. (1958): Einige Diatomeen-Assoziationen aus Südwest-Afrika. *Senckenbergiana, Biol.* 39: 315-326
- Cholnoky, B.J. (1963): Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der Diatomeen des Swakop-Flusses in Südwest-Afrika. *Revista Biologica* 3: 233-260
- Friedmann, I., Lipkin Y. & Ocampo-Paus, R. (1967): Desert Algae of the Negev (Israel). *Phycologica* 6 (4): 185-200
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 1. Teil, G. Fischer, Stuttgart, 876 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 2. Teil, G. Fischer, Stuttgart, 596 pp.

- Lund, J.W.G. (1945, 1946): Observations on Soil Algae, I. The Ecology, Size and Taxonomy of British Soil Diatoms
I. *New Phytol.*, 44: 126-219 (1945)
II. *New Phytol.*, 45: 56-110 (1946)
- Pankow, H. (1976): Algenflora der Ostsee II. Plankton (einschließlich benthischer Kieselalgen), G. Fischer, Stuttgart, 494 pp. 26 pl.
- Ricard, M. (1987): Diatomophycées. Atlas du phytoplancton marin, vol. 2: 1-297, Paris
- Rumrich, U., Rumrich, M. & Lange-Bertalot, H. (1989): Diatomeen als „Fensteralgen“ in der Namib-Wüste und anderen ariden Gebieten von SWA/Namibia. *Dinteria* 20, Windhoek S.W.A.
- Vogel, S. (1955): Niedere „Fensteralgen“ in der südafrikanischen Wüste. *Beitr. Biol. Pfl.* 31: 45-135