

#### 44. R. Marloth: Die Schutzmittel der Pflanzen gegen übermäßige Insolation.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 5. Juli 1909.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß viele Pflanzen der Wüsten und Halbwüsten ein fahles, erdfarbenes Äußere besitzen, indem die Epidermis der Achsen sowohl wie der Blätter durch verschiedenartige Überzüge, wie Wachs oder Harz, weiß- oder graugefärbt oder -bereift erscheint; viele Arten sind stark behaart oder mit einer dicken, lederartigen Epidermis versehen, durch welche das grüne Gewebe kaum hindurchscheint, und bei anderen sind die Blätter oder auch die ganzen Pflanzen braun, rost- oder lehmfarben geworden.

Es gibt in der Flora Südafrikas z. B. eine ganze Anzahl von Pflanzen mit ganz weißen Blättern, welche diese Farbe entweder Haarüberzügen verdanken (*Leucadendron*, *Helichrysum*, *Senecio*-Arten, *Kleinia cana* usw.), oder welche mit wachsartigem Mehle überzogen sind, wie mehrere *Cotyledon*-, *Crassula*-, *Mesembrianthemum*- und *Euphorbia*-Arten. Andere sind in der Natur braun oder rostfarben, indem die Epidermis oder das Hypoderm stark gefärbt ist, wie z. B. bei *Mesembrianthemum dolabriforme* L., *Haworthia viscosa* Haw., *Apicra bullulata* Willd.

Man hat die meisten dieser Besonderheiten fast nur mit dem Schutze gegen Transpiration<sup>1)</sup> in Verbindung gebracht, doch dürfte diese Erklärung in vielen Fällen nicht genügen. Die braune Farbe ist vielmehr ein Schutzmittel gegen Insolation, um das grüne Gewebe vor dem zerstörenden Einflusse allzu grellen Sonnenlichtes zu bewahren. Ebenso dürfte das durch das Schrumpfen der Oberhaut, durch mehliges Überzüge oder durch Behaarung herbeigeführte graue Äußere vieler Wüstenpflanzen einen mildernden Einfluß auf das einfallende Licht ausüben und so den Pflanzen neben dem

1) Über die mannigfachen Einrichtungen, welche die Pflanzen der Karroo und anderer regenarmer Landstriche Südafrikas zum Schutze gegen übermäßige Transpiration besitzen, siehe das Kapitel über Ökologie in R. MARLOTH, Das Kapland, Jena 1908.

Schutze gegen Transpiration auch den gleichen Dienst gegen übermäßige Insolation bieten.

Daß die gedrungene Form und die weiße, graue oder braune Farbe vieler Wüstenpflanzen nicht nur dem Mangel an Wasser zuzuschreiben ist, sondern auch von der intensiveren Bestrahlung abhängt, beweist das Verhalten dieser Pflanzen bei der Kultur in einem etwas weniger sonnigen Klima, z. B. schon in Kapstadt, wo immerhin noch 54 pCt. der möglichen Bestrahlung verzeichnet werden, während Deutschland im Durchschnitt 38 pCt. und die Britischen Inseln nur 30 pCt. erhalten. Kugelige Pflanzen, z. B. *Crassula columnaris*, strecken sich hier, auch wenn sie so trocken wie möglich gehalten werden, bald zu einer Säule; das an seinem natürlichen Standorte (Tanqua-Karoo) ockerfarbene *Mesembrianthemum truncatum* Thunb. (Burchell's *M. turbiniforme*) erzeugt in Kapstadt nur grüne Blätter, und viele andere in der Natur mißfarbige Arten erzeugen hier während des Winters (Regenzeit!) frisch-grüne Blätter.

Andererseits leiden diese Pflanzen stark durch Sonnenbrand, falls sie im Anfang des Sommers unvermittelt aus dem Glashause, in dem man sie im Winter zum Schutze gegen den Regen halten muß, in das Freie gestellt werden; selbst mitten im Sommer sind mir an Tagen mit besonders intensivem Sonnenschein noch Stapelien, Euphorbien, Mesembrianthemen, Kleinien, Haworthien und andere Sukkulente auf der nach Norden gekehrten Seite so stark geschädigt worden, daß die Pflanzen nachher eingingen. Augenscheinlich hatte sich die Schutzwirkung der Epidermisschichten im Laufe des Winters zu weit abgeschwächt; die Pflanzen waren verweichlicht worden.

Sehen wir von der großen Zahl der Pflanzen ab, bei welchen ein genügender Schutz gegen allzu grelles Licht durch Verdickung, Färbung oder Bekleidung der Epidermis erreicht wird, so verbleiben für unsere Betrachtung einige andere, unter besonders extremen Bedingungen lebende Arten, bei welchen dieser Schutz in noch vollkommenerer Weise durch besondere Organe erreicht wird. Die von mir beobachteten Vorrichtungen dieser Art lassen sich in drei Gruppen anordnen.

I. Gruppe. Der Schutz der Blätter wird durch häutige Stipularbildungen, welche sie überragen und verdecken, bewirkt.

Hierher gehören die drei *Anacampseros*-Arten, welche die Sektion *Avonia* bilden, also: *A. ustulata* E. Mey., *A. quinaria* E. Mey. und *A. papyracea* E. Mey. Die häutigen Nebenblätter bestehen aus

großzelligen, an die Blätter der *Sphagnum*-Moose erinnernden Zellen, welche mit großer Leichtigkeit Wasser aufsaugen, und dadurch im Stande sind, den Pflanzen den Tau oder jeden noch so geringen Regen nutzbar zu machen. Die winzigen aber fleischigen Blättchen sind frisch grün, jedoch völlig zwischen den dachziegelig angeordneten Nebenblättern verborgen<sup>1)</sup>.

II. Gruppe. Die jungen Blätter sind fleischig und frisch-grün wie bei der ersten Gruppe, besitzen aber keine Nebenblätter, sondern werden von den vertrockneten Resten der alten Blätter, welche sie wie eine Scheide umgeben, gegen das Licht geschützt.

Als bestes Beispiel dieser Gruppe sei *Mesembrianthemum fibulaeforme* Haw. gewählt, eine Pflanze, welche in der Litoralwüste von Namaland, z. B. bei Angra Pequena, auf den kahlen Gneißfelsen ziemlich häufig ist. Wie die Abbildung zeigt, besteht jede Pflanze aus einer großen Zahl kurzer, dicht aneinander gedrängter Triebe, welche ein flach gewölbtes, nur wenige Zentimeter im Durchmesser haltendes Polster bilden. Wie bei den anderen Arten der Sektion *Sphaeroidea* endet jedes Zweiglein mit einem fleischigen Körperchen, welches eigentlich aus zwei an den Rändern verwachsenen Blättern besteht. Meist deutet ein an dem gestutzten Ende des Körperchens befindlicher Spalt oder auch nur eine Linie die Grenze der beiden Blätter an. An dieser Stelle erscheint die Blüte, von welcher bei den meisten Arten, z. B. *M. obconellum* Haw., *M. perpusillum* Haw. und *M. minutum* Haw., nur Kelch und Krone heraustreten, während der Fruchtknoten in dem fleischigen Körperchen eingeschlossen bleibt und sich auch, so geschützt, zur Frucht entwickelt. Zugleich mit der Frucht bildet sich im Innern des fleischigen Körperchens ein neues Blattpaar, welches nach und nach Wasser und Nährmaterial des umhüllenden Körpers aufzehrt, nur die häutigen Teile zurücklassend. Diese bleiben als Scheide an der Basis des neuen Körpers zurück und umhüllen diesen mehr oder weniger vollkommen, so daß bei einigen Arten nur das untere Drittel des Körpers, bei anderen aber selbst noch ein Teil der Endfläche bedeckt bleibt. Dieses Verhältnis ändert sich freilich bei derselben Art beträchtlich, je nach den Standorts-Verhältnissen, und besonders bei der Kultur, wo die Wasserzufuhr meist reichlicher, die Luft weniger trocken und die Besonnung, besonders im Winter, schwächer ist.

Bei *Mesembrianthemum fibulaeforme* Haw. und dem nahe ver-

1) Siehe MARLOTH l. c. Fig. 123.

wandten *M. fimbriatum* Sonder bleiben die Scheiden vieler Jahrgänge erhalten und bilden einen blättrigen weißen Filz um die Achse und das endständige Körperchen (Fig. I, 1, 2, 3). Dieses selbst

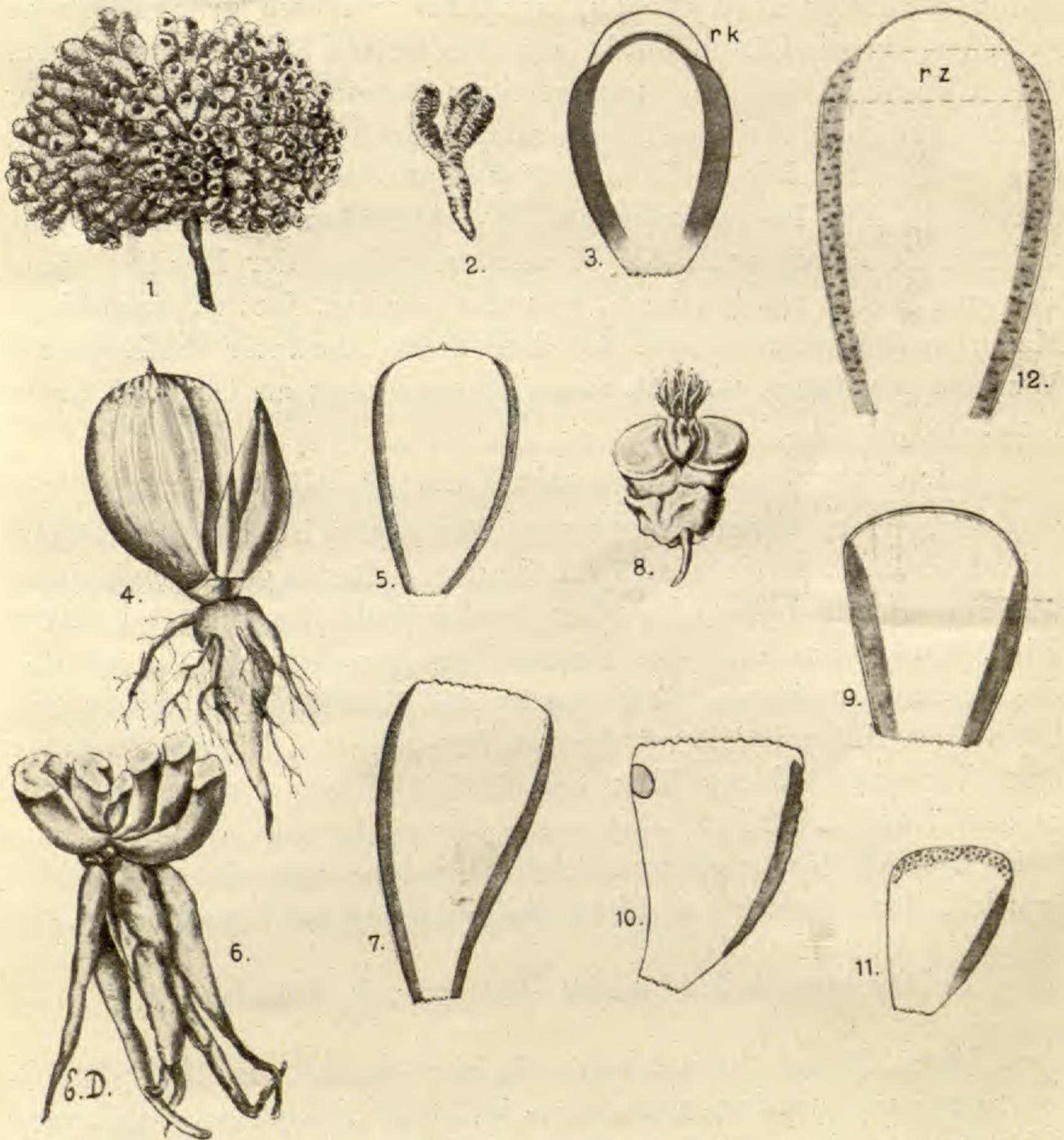


Fig. I. 1. *Mesembrianthemum fibuliforme* Haw. Nat. Gr. 2. Dasselbe, Ein Zweig. 3. Längsschnitt durch ein corpusculum; rk ist die rote Kuppe. 4. *Bulbine mesembrianthemoides* Haw. 5. Längsschnitt durch ein Blatt. 6. *Haworthia truncata* Schönland 7. Längsschnitt durch ein Blatt. 8. *Mes. opticum* Marl. 9. Längsschnitt durch ein Blatt. 10. *Mes. Hookeri* Berger, Längsschnitt durch das halbe corpusculum. 11. *Mes. truncatellum* Haw., Längsschnitt durch das halbe corpusculum. 12. *Mes. rhopalophyllum* Schl. et Diels, Längsschnitt durch ein Blatt; rz ist die rotgefärbte Zone des Hypoderms. Das Assimilationsgewebe ist bei den Durchschnitten schattiert.

bleibt für gewöhnlich kleiner als die oberste Scheide und ist so vollständig von ihr umhüllt, daß nichts von ihm zu sehen ist. Als weiterer Schutz ist sein Gipfel rot gefärbt, so daß auch das Licht,

welches etwa durch die terminale Öffnung der Scheide eindringt, oder welches beim Größerwerden des Körperchens den Gipfel direkt erreicht, beim Passieren der roten Kappe genügend gemildert wird. Selbst zur Blütezeit (April-Mai) ist nichts von dem grünen Gewebe zu sehen, da die Blüten direkt aus dem weißen Polster entspringen.

Natürlich sind die papierartigen Scheiden auch ein guter Schutz gegen allzugroße Transpiration, doch ist dies sicher nicht ihre einzige Funktion; die rote Kappe an der Spitze beweist, wie notwendig der Insolationsschutz ist. Außerdem unterstützen die weichen Scheiden auch die Wasserversorgung der Pflanze, denn Tau und Nebel werden leicht von der porösen, fast schwammigen Masse aufgenommen und so den dicht darunter befindlichen Wurzeln zugeführt, wie ich durch Beobachtung an Ort und Stelle feststellen konnte.

### III. Gruppe. Pflanzen mit Fenster-Blättern.

Bei einer dritten Gruppe von Pflanzen wird der Insolationsschutz dadurch erreicht, daß die Blätter im Boden geborgen bleiben, und nur das stumpfe oder ganz flache Ende des Blattes sichtbar wird. In diesem Teile des Blattes fehlt das Chlorophyll, so daß das Licht hier eintreten und das an den Seitenwänden des Blattes befindliche Assimilationsgewebe von innen her im diffusen Zustande erreichen kann. Jedes Blatt hat also ein Fenster, durch welches es sein Licht erhält.

Es sind bisher sechs solcher Pflanzen von mir beobachtet worden, doch zweifle ich nicht, daß es deren noch mehr gibt.

#### *Bulbine mesembrianthemoides* Haw. (Fig. I, 4 und 5).

Diese Pflanze besitzt einen kleinen fleischigen Wurzelstock, aus dem zwei bis drei ganz kurze und dick zylindrische aufrechte Blätter entspringen. Von diesen ist aber nur der abgestutzte, kreisrunde, etwa 1 cm im Durchmesser haltende Gipfel zu sehen, denn die Blätter selbst stecken ganz im sandigen Boden. Das leicht nach oben gewölbte Ende besitzt weder eine Epidermis noch grünes Gewebe, sondern besteht aus einer Anzahl (15—20) radial stark gestreckter, großer Zellen, welche sich in der Mitte treffen, äußerst dünnwandig sind und einen wasserklaren Inhalt haben. Nur der Teil des Blattes, welcher in der Erde steckt, besitzt Epidermis und Assimilationsgewebe und ist daher blaßgrün. Das Licht hat also nur von oben her Zutritt zu dem Blatte und erreicht das grüne Gewebe von innen her in diffusem Zustande.

Die jungen Blätter erscheinen mit Beginn der Winterregen

(Mai); sie haben ein zugespitztes Ende, welches ein wenig aus dem Boden hervorragt; werden sie älter und dicker, dann zerreißt die äußere Schicht mehrfach am hervorragenden Teile und schrumpft ein, meistens als kleines, vertrocknetes Spitzchen in der Mitte sitzen bleibend, so daß das zentrale Wassergewebe direkt mit der Luft in Berührung kommt.

Leider haben die von mir in Kultur genommenen Pflanzen noch nicht geblüht, so daß ihre Zugehörigkeit zur Gattung *Bulbine* nicht sichergestellt ist. Der Fundort der Pflanze ist ein sandiges Feld in der Nähe des Dorfes Maclear in der Robertson-Karoo, einem Teile der südwestlichen Kapkolonie, der besonders regenarm ist. (Jährliche Regenmenge 200 mm.)

*Haworthia truncata* Schönland<sup>1)</sup> (Fig. I, 6 und 7).

Diese Art hat sehr merkwürdige Blätter. Sie sind, entgegen der Anordnung bei allen übrigen Arten (über 60), zweizeilig gestellt und sehen aus wie abgebissen. Die Pflanze steckt ganz im Boden, und nur die gestutzten Enden der Blätter sind sichtbar. An diesen Endflächen ist kein grünes Gewebe vorhanden, da es auf die Seitenwände beschränkt ist. Die Epidermis der Endflächen ist runzelig und bei den am natürlichen Standorte wachsenden Pflanzen erdfarben. Ein besonderer Farbstoff ist nicht vorhanden, aber die Endfläche ist mit zahlreichen erhöhten Gruppen von Zellen besetzt und dadurch sehr uneben, so daß das einfallende Licht schon beim Eintritt in das Blatt stark zerstreut wird.

*Mesembrianthemum opticum* Marloth (Fig. I, 8 und 9).

Diese Art aus der Sektion „*Sphaeroidea*“ bildet kleine flache Polster, welche aus mehreren haselnußgroßen „*corpuscula*“ bestehen und 2–4 cm im Durchmesser haben. Jedes *corpusculum* ist ein Zweig der Pflanze, dessen beide Blätter nur an den Rändern nicht aber auch oben verwachsen sind, so daß dort bei dieser Art

1) Die vorliegende Art war von mir in dieser Arbeit erst mit einem anderen Namen belegt worden. Da aber bald nach Absendung des Manuskriptes die Sitzung der Royal Society of South Africa stattfand, in welcher Herr Dr. S. SCHÖNLAND dieselbe Art unter obigem Namen demonstrierte, so habe ich meinen Namen eingezogen, um das Entstehen eines Synonyms zu vermeiden. Der obige Name wird noch in dem diesjährigen Bande der Trans. of the Royal Soc. of S. A. veröffentlicht werden. An der gleichen Stelle werden die vollständigen Diagnosen der von mir aufgestellten Arten mit Figuren zu finden sein.

ein deutlicher Spalt bleibt, welcher die Endflächen der beiden Blätter trennt. Diese abgeflachten Enden der beiden Blätter sind gelblich-weiß gefärbt, der sie umgebende Rand mehr oder weniger bräunlich. Beim Durchschneiden eines solchen Blattes stellt sich heraus, daß nur die Seitenwände Chlorophyll besitzen, oben aber das zentrale Wassergewebe direkt bis an die Epidermis reicht. Da die Pflanze an ihrem natürlichen Standorte so weit im Sande steckt, daß nur die Endflächen der Körperchen zu sehen sind, so kann das Licht nur hier eintreten und erreicht also das grüne Gewebe nur von innen her.

Die Pflanze wurde von mir in mit Sand gefüllten Felsspalten etwas südlich von Angra Pequena in der Nähe der Prinzenbucht gefunden. Blühend im April.

*Mesembrianthemum rhopalophyllum* Schlechter et Diels (Fig. I, 12 und Fig. II).

Diese Art ist nach Pflanzen benannt, welche Herr Dr. L. SCHULTZE in der Nähe der Prinzenbucht etwas südlich von Angra Pequena, in Klein-Namaland gefunden hatte, und wenn die Blüten auch nicht bekannt waren, so ist die Form der Blätter doch so eigenartig, daß die Autoren wohl berechtigt waren, diese neue Art aufzustellen.

Die Beschreibung der Blätter in der Original-Diagnose<sup>1)</sup>, sowie die gegebene Abbildung eines Bruchstückes der Pflanze entsprechen ganz dem von mir in derselben Gegend gefundenen Exemplare, doch ist eine besonders merkwürdige Eigentümlichkeit der Struktur nicht erwähnt, da sie am konservierten Material wohl nicht zu erkennen war. Die fleischigen, keulenförmig-zylindrischen Blätter besitzen nämlich in dem gestutzten und schwach gewölbten Gipfel kein Chlorophyll, so daß sich dort ein halbdurchscheinender Fleck befindet, der mir beim Sammeln der Pflanze sofort auffiel. Da die ganze Pflanze mit ihren Blättern im Sande steckt und nur die Endflächen der Blätter sichtbar sind, so ist der Nutzen dieser eigenartigen Einrichtung augenscheinlich der, daß das Licht dadurch in das Innere des Blattes eintreten und das Assimilationsgewebe nur im diffusen Zustande erreichen kann.

Die Blätter bestehen aus vier Gewebeschichten, einer sehr

1) Die Original-Diagnose in SCHULTZE, „Aus Namaland und Kalahari“, Seite 692 (Fig. auf Seite 83) lautet: „folia crassa, carnosae, glaucae, ca. 25 mm longa, inferne semiteretia, supra plana, ibique 3,5 mm lata, superne globoso-dilatata, tumida, 6 mm diamet., ideoque folium totum fere claviforme.“

kleinzelligen Epidermis mit stark verdickter Außenwand, einem Hypoderm mit doppelt so breiten und wohl drei- bis viermal längeren, wasserhellen Zellen, einem nur an den Seitenwänden des Blattes vorhandenen Assimilationsgewebe und dem zentralen Wassergewebe.

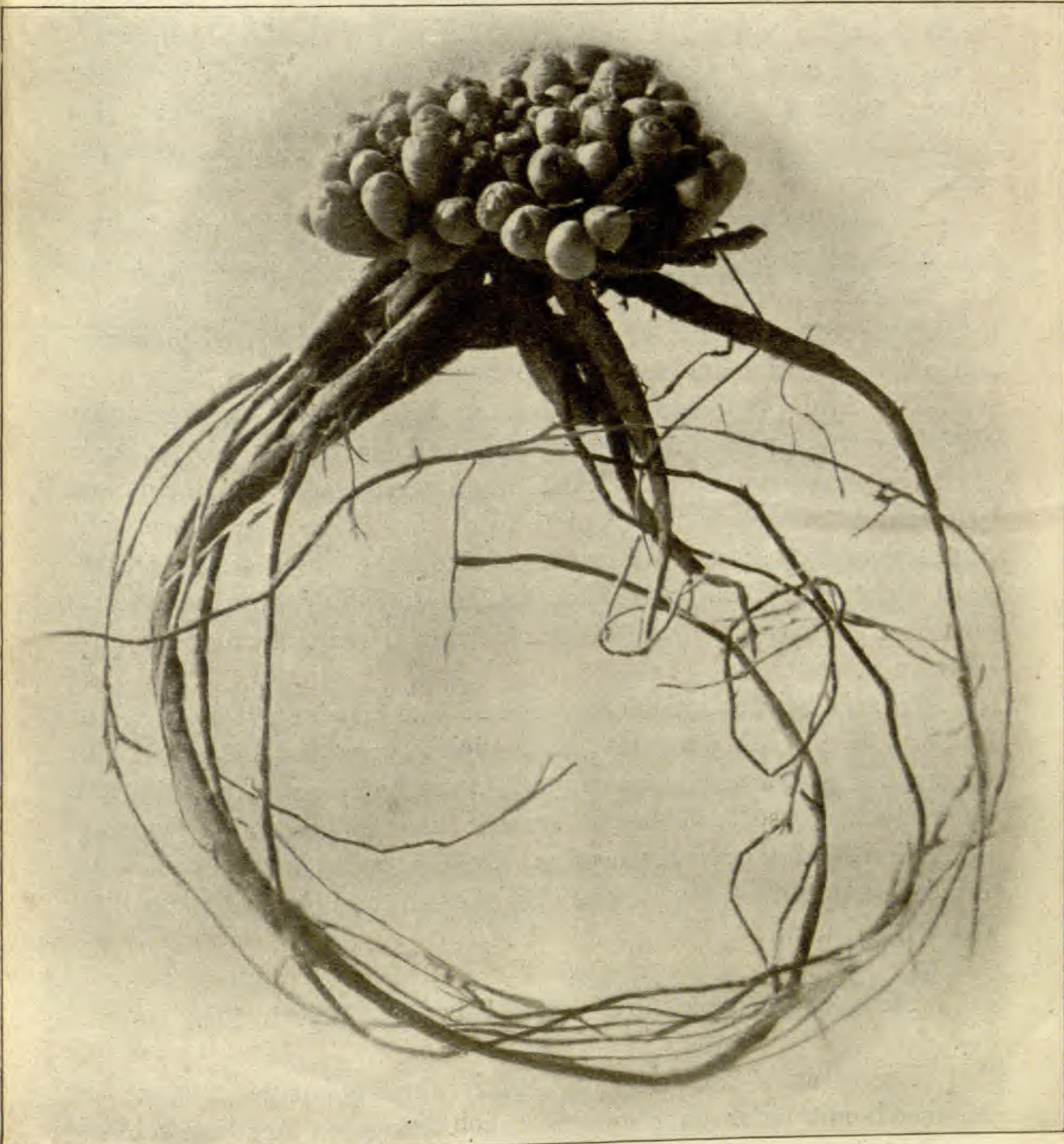


Fig. II. *Mesembrianthemum rhopalophyllum* Schlechter et Diels.

Im Assimilationsgewebe liegen größere Zellen zerstreut, welche völlig von einer dichten Masse von Rhabdiden erfüllt sind. Besonders interessant ist auch noch das Vorkommen von Anthokyan in der Zone des Hypoderms, welche den oberen Rand des Assimi-

lationsgewebes umgibt. Augenscheinlich dient der Farbstoff als weiteres Schutzmittel, da dieser Teil noch gelegentlich von direkt von außen kommenden Lichtstrahlen getroffen werden kann.

Die Verteilung der Spaltöffnungen geht diesen Mitteln zum Schutze gegen überstarke Insolation parallel, denn in der Epidermis des Fensters finden sich nur etwa 10 Stomata per Quadrat-Millimeter, in der roten Zone etwa 40 und an dem grünen, also ganz im Sande steckenden Teile über 60. Der umgebende Sand verhindert also sowohl eine allzustrarke Insolation, wie er auch die Transpiration einschränkt.

Die Maße der Gewebe sind: Gesamtdurchmesser des Blattes 6 mm, Durchmesser des zentralen Wassergewebes 4,5 mm, Dicke des Assimilationsgewebes 0,6 mm, Höhe der Hypodermiszellen in der roten Zone  $100\mu$ , in der farblosen Endregion  $60\mu$ , Höhe der Epidermiszellen  $20\mu$ , Dicke der Außenwand der Epidermiszellen 6—8  $\mu$ .

Wie die Abbildung zeigt, besitzt die Pflanze fleischige, aber sehr lang zugespitzte und fast horizontal im Sande verlaufende Wurzeln. Sie ist dadurch in den Stand gesetzt, der oberflächlichen Sandschicht, welche im Winter infolge der Nähe der Küste jede Nacht vom Nebel oder Tau mehrere Zentimeter tief durchfeuchtet wird, genügend Wasser für den Bedarf der Wachstumsperiode zu entziehen, sowie einen genügenden Vorrat für den trockenen Sommer aufzuspeichern.

Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß die eigenartige Struktur sich schon bei den jüngsten, noch ganz winzigen Blättchen der Knospen findet, welche noch völlig zwischen den alten Blättern verborgen sind. Das Fenster entsteht also nicht durch nachträgliche Zerstörung oder Absorption der Chloroplasten wie bei der *Bulbine*, sondern ist eine spezifische Eigentümlichkeit der Struktur des Organismus.

*Mesembrianthemum truncatellum* Haworth (Fig. I, 11).

Diese auch zur Sektion *Sphaeroidea* gehörige Pflanze ist mehrfach mit einer anderen ihr nahe stehenden Art verwechselt worden. Die von HOOKER (Botan. Magazine, Tab. 6077) abgebildete Art kann nicht das echte *M. truncatellum* sein, denn sonst hätte HAWORTH doch sicher die runzligen Endflächen der Blätter erwähnt. Dagegen paßt die HAWORTHsche Beschreibung vollständig auf eine andere Pflanze, welche ich durch Vermittlung von Herrn J. L. DRÈGE aus der Gegend des mittleren Vaal-Flusses (Vereeniging) erhalten habe.

Bei dieser Art sind die Endflächen des corpusculum nicht gefurcht, sondern glatt, dabei aber mit dicht gedrängten, verworrenen, braunen Linien gezeichnet. Ein Längsschnitt zeigt, daß weder unter der Epidermis der Endflächen, noch der Berührungsflächen der beiden Blätter grünes Gewebe vorhanden, so daß dies auf die Außenwand des corpusculum beschränkt ist. Die braunen Linien der Endflächen werden durch cystolithenartige Bildungen, welche durch Gerbstoff gefärbt sind, bedingt. Die Masse dieser körnigen Einlagerungen ist stark lichtbrechend, so daß dadurch das von oben eintretende Licht noch besonders gut zerstreut wird.

*Mesembrianthemum Hookeri* Berger (Fig. I, 10).

(Syn: *M. truncatellum* Hooker in Bot. Mag., Tab. 6077 und in ENGLER-PRANTL, Pfl.-Famil. III, 1. B., 48.)

Die Abbildung im Botan. Magazine, welche von PAX in die Pflanzen-Familien übernommen worden ist, gibt das Äußere der Pflanze sehr gut wieder. Freilich erkennt man daraus nicht, daß die Pflanze in der Natur ganz im Erdboden steckt und nur die in einer Ebene angeordneten Endflächen der corpuscula zeigt. Diese Endflächen sind wellig-runzelig, gelblich-grau, aber ohne besondere Zeichnung wie die des *M. truncatellum*. Beim Längsschnitt findet man, daß die Struktur ganz der des *M. truncatellum* entspricht, nur ist die Zahl der Cystolithen sehr gering, so daß sie nur vereinzelt unterhalb der Epidermis der Endfläche vorkommen, während sie bei *M. truncatellum* eine wohl abgegrenzte Schicht bilden. Die Zerstreung des Lichtes wird hier durch die Unebenheiten der Epidermis bewirkt.

Diese Pflanze erhielt ich auch durch Vermittlung von Herrn J. L. DRÈGE aus der Umgegend von Hopetown am Orangefluß.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Marloth Hermann Wilhelm Rudolf

Artikel/Article: [Die Schutzmittel der Pflanzen gegen übermäßige Insolation.  
362-371](#)