

# Welche Pflanzen sollen wir „Xerophyten“ nennen?

Von Z. Kamerling.

In der Pflanzenbiologie und in der physiologischen Anatomie gibt es wohl keinen anderen Begriff, welcher so vielfach benutzt wird und trotzdem so schwer definiert werden kann, als die Begriffe Xerophyten und xerophiler Bau.

Ursprünglich hat man diejenigen Pflanzen, welche an trockenen, dürren Standorten vorkommen, Xerophyten genannt, damals war es ein pflanzengeographischer Begriff. Nach und nach hat man jedoch sich mehr und mehr angewöhnt, diverse morphologische und anatomische Eigenthümlichkeiten als „xerophile Anpassungen“ zu betrachten und heutzutage wird die Entscheidung, ob eine Pflanze zu den Xerophyten gehört oder nicht, häufiger im anatomisch-physiologischen Laboratorium als draußen am natürlichen Standorte der Pflanze getroffen.

Nach und nach ist der Begriff Xerophyt ziemlich unklarer, anatomisch-physiologischer anstatt klarer, pflanzengeographischer Natur geworden. In den Definitionen der Lehr- und Handbücher zeigt sich die Umbildung, welche dieser Begriff nach und nach erfahren hat.

Wiesner<sup>1)</sup> definiert 1889: „Die typischen Xerophyten, Gewächse, welche auf den trockensten Böden auftreten, der Einwirkung hoher Sonnenwärme ausgesetzt und darauf angewiesen sind, auch in sehr trockener Luft zu leben“, und legt mit dieser Definition noch den Nachdruck auf den Standort.

Jost<sup>1)</sup> definiert 1913: „Die Pflanzen trockener Standorte, die Einschränkungen in der Transpiration aufweisen, nennt man Xerophyten,“ und legt hier schon den Nachdruck auf die Anpassungen zur Einschränkung der Transpiration.

Man hat heutzutage den sonderbaren Gegensatz, daß immer die Rede ist von den Anpassungen der Xerophyten, um die Transpiration

---

1) Wiesner, Biologie der Pflanzen, pag. 82. Wien 1889.

2) Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 3. Aufl., pag. 61. Jena 1913.

einzuschränken und daß trotzdem zahlreiche Pflanzen, welche sehr viel verdunsten und deren abgeschnittene Blätter innerhalb weniger Stunden vertrocknen, bei den Xerophyten eingereiht werden.

Meines Erachtens würde es Empfehlung verdienen den Ausdruck Xerophyten nicht aufzufassen als rein pflanzengeographischen und auch nicht als ausschließlich anatomisch-physiologischen Begriff, sondern ausschließlich solche Pflanzen Xerophyten zu nennen, welche für ihre normale Lebensverrichtungen verhältnismäßig wenig Wasser brauchen und welche, infolgedessen, sehr widerstandsfähig sind gegen Trockenheit. Der Schwerpunkt der Definition wurde in dieser Weise nach der physiologischen Seite verlegt.

Verfasser hat in den letzten Jahren auf Java und in Brasilien zahlreiche Versuche angestellt, um ein Urteil zu gewinnen über die Wasserbilanz von verschiedenartigen tropischen Pflanzen. Es stellte sich heraus, daß einige Arten pro Tag maximal nur 2—10 % ihres Gewichtes durch Verdunstung verlieren und dazu eine disponibele Wasserreserve haben von 50—60 %. Derartige Pflanzen können, wie sofort einleuchtet, lang, bisweilen sehr lang ohne neue Wasseraufnahme aushalten; es sind diese Pflanzen, welche man mit gutem Rechte Xerophyten nennen darf.

In Gegensatz zu diesen gibt es andere Pflanzen, welche gleichfalls bei den Xerophyten eingereiht werden, wobei jedoch pro Tag eine Menge Wasser verdunstet wird, welche fast gleich groß oder sogar größer ist als das Frischgewicht der Pflanze. Solche Arten können keinen Tag aushalten ohne Wasseraufnahme aus dem Boden. Man könnte sie vielleicht als Pseudoxerophyten gegenüber den wirklichen Xerophyten stellen; jedenfalls ist es, meiner Ansicht nach, nicht zulässig beide Typen in eine gemeinschaftliche Rubrik zu vereinigen.

Bei meinen Versuchen wurden ganze Pflanzen oder beblätterte Äste sofort nach dem Abschneiden und nachher mehrfach, nach kürzeren oder längeren Intervallen, gewogen. Man bekommt auf diese Weise ein Urteil darüber, wie groß die Verdunstung im Anfang ist, wenn die Gewebe der Pflanze sich noch in denselben wassergetränktem Zustande als an der intakten Pflanze befinden, und wie die Verdunstungsintensität sich ändert, je nachdem die Pflanze nach und nach wasserärmer wird.

Diese Methode ist jedenfalls die einfachste und zweckmäßigste, um ein Urteil über die Transpirationsgröße und Transpirationsregulierung zu gewinnen. Versuche mit Potometern habe ich nicht angestellt, die Genauigkeit der Ablesung würde zwar eine größere gewesen sein, es

hätte sich jedoch dabei ein unkontrollierbarer, unter Umständen sehr bedeutender Fehler eingeschlichen, da man ja bei Versuchen mit Potometern nicht ohne weiteres die aufgesaugte und die verdunstete Wassermenge gleichsetzen kann.

Mit einigen Beispielen werden wir den Gegensatz zwischen Xerophyten und Pseudoxerophyten erläutern. Wir fangen mit den echten Xerophyten an.

### I. *Dendrobium secundum*<sup>1)</sup>.

*Dendrobium secundum* ist eine epiphytische Orchidee, welche auf Java in den, in der Trockenzeit blattlosen Djatiwäldern der Ebene häufig vorkommt. Die Pflanze hat dicke, häufig mehr als 60 cm lange Stammknollen und dünne häutige Blätter; die meisten Exemplare zeigen eine ziemlich große Anzahl kahle und nur wenige beblätterte Sprosse. Mit drei Pflanzen dieser Art wurde vom 5. Juli bis 26. August 1905 zu Buitenzorg experimentiert. Die Versuchspflanzen waren an einer hellbeleuchteten, windigen, schattigen Stelle unter einem Dach aufgehängt, wurden nicht begossen oder bespritzt und nicht vom Regen oder Tau befeuchtet.

Die Versuchsergebnisse ergeben sich aus der folgenden Tabelle I:

**Tabelle I.**

| Datum der Wägungen | Anzahl der Tage seit dem Anfang des Versuches | Gesamtgewicht der drei Versuchspflanzen in g | Gewichtsabnahme seit der vorigen Wägung |                               |                                                                                 | Totale Verdunstung seit dem Anfang des Versuches in % |
|--------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                    |                                               |                                              | total in g                              | durchschnittlich pro Tag in g | durchschnittlich pro Tag in % des ursprünglichen Gewichtes der Versuchspflanzen |                                                       |
| 5. Juni            | Anfang des Versuches                          | 1301,5                                       | —                                       | —                             | —                                                                               | —                                                     |
| 8. „               | 3                                             | 1244,5                                       | 57                                      | 19                            | 1,46                                                                            | 4,38                                                  |
| 13. „              | 8                                             | 1200,5                                       | 44                                      | 8,8                           | 0,676                                                                           | 7,76                                                  |
| 18. Juli           | 43                                            | 1070,5                                       | 130                                     | 3,7                           | 0,284                                                                           | 17,75                                                 |
| 26. August         | 82                                            | 931,5                                        | 139                                     | 3,56                          | 0,273                                                                           | 28,43                                                 |

Als der Versuch beendet wurde, waren die drei Versuchspflanzen noch vollkommen frisch und zeigten noch keinen erheblichen Blatt-

<sup>1)</sup> Kamerling, Over de verdamping van epiphytische orchideën. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederl. Indië 1911, Bd. LXXI.

verlust. Zweifellos würde die Verdunstung noch längere Zeit in derselben Weise weitergegangen sein, bis es zu bedeutendem Blattverlust kam.

## II. *Sophronites cernua*.

Diese epiphytische Orchidee mit kleinen Knollen und dickfleischigen, mehr oder weniger der Unterlage angedrückten Blättern kommt im botanischen Garten zu Rio de Janeiro und in der Umgebung dieser Stadt ziemlich häufig vor, meistens an Stämmen und dicken Ästen im schattigen Hochwalde. Nach dem Standorte zu schließen, ist diese Art bedeutend empfindlicher gegen Trockenheit als *Dendrobium secundum*. Zum Versuch wurden zwei Exemplare verwendet, welche vorsichtig von der Unterlage gelöst und an einer gut beleuchteten schattigen Stelle auf den Arbeitstisch im Laboratorium aufgehoben wurden.

**Tabelle II.**

| Datum<br>der<br>Wägungen              | Anzahl der<br>Tage seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gesamt-<br>gewicht<br>der zwei<br>Versuchs-<br>pflanzen<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                               |                                                                                             | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                       |                                                             |                                                                 | total<br>in g                              | durch-<br>schnitt-<br>lich<br>pro Tag<br>in g | durchschnittlich<br>pro Tag in % des<br>ursprünglichen<br>Gewichtes der<br>Versuchspflanzen |                                                                      |
| 9. Mai 1913<br>nachm. 2 $\frac{1}{4}$ | Anfang des<br>Versuches                                     | 33,3                                                            | —                                          | —                                             | —                                                                                           | —                                                                    |
| 10. Mai<br>vorm. 9                    | 19 Stunden                                                  | 31,1                                                            | 2,2                                        | mehrs als<br>2,2                              | mehr als<br>6,6                                                                             | 6,6                                                                  |
| 11. Mai                               | 2 Tage                                                      | 29,1                                                            | 2,0                                        | 2,0                                           | 6,0                                                                                         | 12,6                                                                 |
| 12. „                                 | 3 „                                                         | 27,3                                                            | 1,8                                        | 1,8                                           | 5,4                                                                                         | 18,0                                                                 |
| 15. „                                 | 6 „                                                         | 24,8                                                            | 2,5                                        | 0,83                                          | 2,5                                                                                         | 25,5                                                                 |
| 21. „                                 | 12 „                                                        | 22,55                                                           | 2,25                                       | 0,375                                         | 1,12                                                                                        | 32,3                                                                 |
| 28. „                                 | 19 „                                                        | 21,2                                                            | 1,35                                       | 0,193                                         | 0,58                                                                                        | 36,3                                                                 |
| 6. Juni                               | 28 „                                                        | 19,7                                                            | 1,5                                        | 0,166                                         | 0,5                                                                                         | 40,8                                                                 |

Beim Abschluß des Versuchs waren die Blätter, vorwiegend die älteren, runzelig, beide Pflanzen waren jedoch noch vollkommen frisch und eine der beiden fing zu blühen an.

## III. *Tillandsia spec.*

Die zu diesem Versuch benutzte *Tillandsia*-Art war in der Umgebung von Rio de Janeiro nicht selten an kahlen Felswänden, häufig gemeinschaftlich mit *Cereus*-Arten, *Selaginella convoluta* und Poly-

*podium vaccinifolium*. Die Stengel waren ziemlich lang, mit verhältnismäßig reichlicher Wurzelbildung, meistens abwärts gerichtet, während die dickfleischigen, grauen, kurzen, starren Blätter in einer eigentümlichen Weise aufwärts gekrümmt waren. An ihren natürlichen Standorten ist diese Art häufig während des ganzen Vor- und Nachmittags den brennenden Sonnenstrahlen ausgesetzt.

Von den Experimenten, welche mit dieser Art angestellt wurden, erwähne ich die Resultate eines Versuches, wobei eine Pflanze auf den Arbeitstisch im Laboratorium aufgehoben wurde.

Tabelle III.

| Datum<br>der<br>Wägungen | Anzahl der<br>Tage seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>der<br>Versuchs-<br>pflanze<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                               |                                                                                            | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                             |                                                | total<br>in g                              | durch-<br>schnitt-<br>lich<br>pro Tag<br>in g | durchschnittlich<br>pro Tag in % des<br>ursprünglichen<br>Gewichtes der<br>Versuchspflanze |                                                                      |
| 5. Mai 1913              | Anfang des<br>Versuches                                     | 25,25                                          | —                                          | —                                             | —                                                                                          | —                                                                    |
| 6. „                     | 1                                                           | 24,85                                          | 0,40                                       | 0,40                                          | 1,58                                                                                       | 1,58                                                                 |
| 7. „                     | 2                                                           | 24,55                                          | 0,30                                       | 0,30                                          | 1,19                                                                                       | 2,77                                                                 |
| 8. „                     | 3                                                           | 24,40                                          | 0,15                                       | 0,15                                          | 0,59                                                                                       | 3,36                                                                 |
| 11. „                    | 6                                                           | 23,85                                          | 0,55                                       | 0,18                                          | 0,71                                                                                       | 5,54                                                                 |
| 16. „                    | 11                                                          | 23,15                                          | 0,70                                       | 0,14                                          | 0,55                                                                                       | 8,32                                                                 |
| 23. „                    | 18                                                          | 22,45                                          | 0,70                                       | 0,10                                          | 0,396                                                                                      | 11,09                                                                |
| 28. „                    | 23                                                          | 21,90                                          | 0,55                                       | 0,11                                          | 0,435                                                                                      | 13,27                                                                |
| 6. Juni                  | 32                                                          | 20,90                                          | 1,00                                       | 0,11                                          | 0,435                                                                                      | 17,23                                                                |

Als der Versuch beendet wurde, war die Versuchspflanze noch vollkommen frisch und hatte einen Blütenstand entwickelt.

Die Verdunstung ist bei dieser und anderen *Tillandsia*-Arten, auch bei *Bromelia Karatas*, an der Sonne nur verhältnismäßig wenig stärker als im Schatten. Die Spaltöffnungen zeigen eine eigentümliche, im Bau begründete Starre, wodurch nur in geringem Grade Regulierung der Transpiration stattfinden kann.

In dieser Hinsicht beobachten wir einen typischen Gegensatz zwischen den oben genannten Bromeliaceen (und der nachher zu erwähnenden *Pandanus*-Art), wo der Spaltöffnungsapparat wenig beweglich ist, einerseits und einigen anderen Xerophyten, wie z. B. *Fourcroya gigantea* und *Philodendron pertusum*, wo der Spaltöffnungsapparat leicht beweglich ist, andererseits.

IV. *Rhipsalis Cassytha*.

Epiphytische *Rhipsalis*-Arten mit hängenden, zylindrischen Stengeln kommen in der Küstengegend von Brasilien, zwischen Campos und Rio de Janeiro sehr häufig vor, besonders im schattigen Hochwalde.

Von den mit diesen Pflanzen angestellten Experimenten, erwähne ich eine in Rio de Janeiro angestellte Versuchsreihe, wozu eine große Versuchspflanze im Laboratorium aufgehängt war.

Tabelle IV.

| Datum<br>der<br>Wägungen | Anzahl der<br>Tage seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>der<br>Versuchs-<br>pflanze<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                          |                                          | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                             |                                                | total<br>in g                              | durch-<br>schnittlich<br>pro Tag<br>in g | durch-<br>schnittlich<br>pro Tag<br>in % |                                                                      |
| 21. Jan. 1913            | Anfang des<br>Versuches                                     | 121,7                                          | —                                          | —                                        | —                                        | —                                                                    |
| 22. „                    | 1                                                           | 120,05                                         | 1,65                                       | 1,65                                     | 1,36                                     | 1,36                                                                 |
| 23. „                    | 2                                                           | 117,5                                          | 2,55                                       | 2,55                                     | 2,10                                     | 3,46                                                                 |
| 24. „                    | 3                                                           | 114,9                                          | 2,6                                        | 2,6                                      | 2,13                                     | 5,59                                                                 |
| 25. „                    | 4                                                           | 112,75                                         | 2,15                                       | 2,15                                     | 1,77                                     | 7,35                                                                 |
| 28. „                    | 7                                                           | 109,3                                          | 3,45                                       | 1,15                                     | 0,94                                     | 10,18                                                                |
| 30. „                    | 9                                                           | 107,1                                          | 2,2                                        | 1,1                                      | 0,904                                    | 11,99                                                                |
| 1. Februar               | 11                                                          | 105,0                                          | 2,1                                        | 1,05                                     | 0,86                                     | 13,72                                                                |
| 6. „                     | 16                                                          | 98,85                                          | 6,15                                       | 1,23                                     | 1,01                                     | 18,77                                                                |
| 18. „                    | 28                                                          | 86,0                                           | 12,85                                      | 1,07                                     | 0,88                                     | 29,33                                                                |
| 27. „                    | 37                                                          | 78,5                                           | 7,5                                        | 0,83                                     | 0,68                                     | 35,49                                                                |
| 7. April                 | 76                                                          | 58,5                                           | 20,0                                       | 0,51                                     | 0,42                                     | 51,93                                                                |
| 5. Mai                   | 104                                                         | 50,6                                           | 7,9                                        | 0,28                                     | 0,23                                     | 58,42                                                                |
| 6. Juni                  | 136                                                         | 44,7                                           | 5,9                                        | 0,18                                     | 0,15                                     | 63,27                                                                |

Die eigentümliche Erscheinung, daß die Intensität der Verdunstung im Anfang während 3 Tage steigt, um nachher beträchtlich zurückzugehen, wird wahrscheinlich vom Bau der Stomata bedingt<sup>1)</sup>.

Die Versuchspflanze war beim Abschluß des Versuchs noch zum größten Teil lebendig, nur an einzelnen Stellen abgestorben und vertrocknet.

V. *Polypodium vaccinifolium*.

Dieser kleine Farn mit verhältnismäßig dickem, fleischigem Rhizom und kleinen, einigermaßen fleischigen Blättern kommt in der Küsten-

1) Kamerling in de Verslagen v. d. Koninkl. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Afd. Natuurkunde 1913—1914, Bd. XXII.

gegend von Brasilien häufig epiphytisch und an kahlen Felswänden vor. Es wurden mit dieser Art zahlreiche Versuche angestellt, eine während 2 1/2 Monat fortgesetzte Versuchsreihe lieferte die folgenden Resultate. Die Versuchspflanze lag auf dem Arbeitstisch im Laboratorium.

Tabelle V.

| Datum<br>der<br>Wägungen | Anzahl der<br>Tage seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>der<br>Versuchs-<br>pflanze<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                               |                                                                       | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                             |                                                | total<br>in g                              | durch-<br>schnitt-<br>lich<br>pro Tag<br>in g | durchschnittlich<br>pro Tag in %<br>des ursprüng-<br>lichen Gewichtes |                                                                      |
| 18. Febr. 1913           | Anfang des<br>Versuches                                     | 5,9                                            | —                                          | —                                             | —                                                                     | —                                                                    |
| 19. „                    | 1                                                           | 5,62                                           | 0,28                                       | 0,28                                          | 4,74                                                                  | 4,74                                                                 |
| 20. „                    | 2                                                           | 5,36                                           | 0,26                                       | 0,26                                          | 4,4                                                                   | 9,14                                                                 |
| 21. „                    | 3                                                           | 5,1                                            | 0,26                                       | 0,26                                          | 4,4                                                                   | 13,54                                                                |
| 22. „                    | 4                                                           | 4,9                                            | 0,2                                        | 0,2                                           | 3,39                                                                  | 16,95                                                                |
| 25. „                    | 7                                                           | 4,4                                            | 0,5                                        | 0,166                                         | 2,81                                                                  | 25,42                                                                |
| 28. „                    | 10                                                          | 4,1                                            | 0,3                                        | 0,1                                           | 1,69                                                                  | 30,51                                                                |
| 3. März                  | 13                                                          | 3,85                                           | 0,25                                       | 0,083                                         | 1,4                                                                   | 34,74                                                                |
| 7. April                 | 48                                                          | 2,2                                            | 1,65                                       | 0,047                                         | 0,796                                                                 | 62,71                                                                |
| 16. „                    | 57                                                          | 2,0                                            | 0,2                                        | 0,022                                         | 0,373                                                                 | 66,1                                                                 |
| 5. Mai                   | 76                                                          | 1,7                                            | 0,3                                        | 0,0158                                        | 0,268                                                                 | 71,18                                                                |

Beim Ende des Versuchs waren die Blätter fast alle vertrocknet, jedoch nicht abgeworfen; einzelne Blätter waren noch einigermaßen frisch, die jungen Teile des Rhizoms noch vollkommen lebendig, die älteren Teile vielleicht abgestorben.

## VI. *Philodendron pertusum*.

Großblätterige, kletternde Araceen, welche, wenn sie eine gewisse Entwicklung erreicht haben, semiepiphytisch weiter leben und mittels langer Luftwurzeln aus dem Boden Wasser und Nährsalze aufnehmen, gehören zu den Charakterpflanzen des brasilianischen Waldes.

Mit einem großen, abgeschnittenen Blatte einer solchen Art, wahrscheinlich *Philodendron pertusum*, wurde ein Versuch angestellt. Das Versuchsblatt hatte eine Oberfläche von mehreren Quadratdezimetern und lag im Laboratorium auf den Arbeitstisch.

Die Versuchsergebnisse ergeben sich aus der Tabelle VI auf der nächsten Seite.

Tabelle VI.

| Datum<br>der<br>Wägungen | Anzahl der<br>Tage seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>des<br>Versuchs-<br>blattes<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                          |                                          | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                             |                                                | total<br>in g                              | durch-<br>schnittlich<br>pro Tag<br>in g | durch-<br>schnittlich<br>pro Tag<br>in % |                                                                      |
| 21. Jan. 1913            | Anfang des<br>Versuches                                     | 33,6                                           | —                                          | —                                        | —                                        | —                                                                    |
| 22. „                    | 1                                                           | 29,9                                           | 3,7                                        | 3,7                                      | 11,01                                    | 11,01                                                                |
| 23. „                    | 2                                                           | 29,1                                           | 0,8                                        | 0,8                                      | 2,38                                     | 13,39                                                                |
| 24. „                    | 3                                                           | 28,6                                           | 0,5                                        | 0,5                                      | 1,49                                     | 14,88                                                                |
| 25. „                    | 4                                                           | 28,25                                          | 0,35                                       | 0,35                                     | 1,04                                     | 15,92                                                                |
| 26. „                    | 5                                                           | 27,98                                          | 0,27                                       | 0,27                                     | 0,80                                     | 16,72                                                                |
| 28. „                    | 7                                                           | 27,45                                          | 0,53                                       | 0,265                                    | 0,80                                     | 18,30                                                                |
| 30. „                    | 9                                                           | 27,0                                           | 0,45                                       | 0,225                                    | 0,67                                     | 19,64                                                                |
| 6. Februar               | 16                                                          | 25,37                                          | 1,63                                       | 0,233                                    | 0,69                                     | 24,49                                                                |
| 9. „                     | 19                                                          | 24,65                                          | 0,72                                       | 0,24                                     | 0,71                                     | 26,63                                                                |
| 13. „                    | 23                                                          | 23,65                                          | 1,0                                        | 0,25                                     | 0,74                                     | 29,61                                                                |
| 18. „                    | 28                                                          | 22,60                                          | 1,05                                       | 0,21                                     | 0,62                                     | 32,65                                                                |
| 21. „                    | 31                                                          | 21,90                                          | 0,70                                       | 0,233                                    | 0,69                                     | 34,82                                                                |
| 24. „                    | 34                                                          | 20,60                                          | 1,30                                       | 0,433                                    | 1,29                                     | 38,69                                                                |
| 27. „                    | 37                                                          | 19,10                                          | 1,50                                       | 0,50                                     | 1,49                                     | 43,15                                                                |

Am 21. Februar, also 31 Tage nach dem Anfang des Versuchs, fing das Blatt stellenweise sich zu verfärben an; am 27. Februar war es größtenteils mißfarbig und offenbar abgestorben.

Die sechs erwähnten Pflanzen und viele andere, welche sich in derselben Weise benehmen, wie z. B. die meisten epiphytischen Orchideen, einige epiphytische Farne und viele andere Epiphyten, die Cactaceen (nach einem einzigen Versuche zu urteilen auch die normal beblätterte *Peireskias*), alle oder fast alle Bromeliaceen, die meisten oder alle semiepiphytischen Araceen, die Mesembryanthemaceen, die Crassulaceen usw. bieten tatsächlich sehr bedeutenden Widerstand an Trockenheit, wir können diese Pflanzen mit gutem Recht Xerophyten nennen.

Einen scharfen Gegensatz hierzu bilden verschiedene andere Pflanzen, welche auch bei den Xerophyten eingereiht werden, weil man wegen morphologischen und anatomischen Eigentümlichkeiten gemeint hat, daß ihre Verdunstung gering sein würde, eine Annahme, welche sich jedoch beim Versuch als unrichtig herausstellt.

Als Beispiele von solchen Pseudoxerophyten erwähne ich

#### VII. *Casuarina equisetifolia*.

Diese Pflanze kommt in den Strandvegetationen von Sumatra und Java wildwachsend respektive verwildert vor, und auch angepflanzt be-

gegnet man dieser Art häufig. Wegen der eigentümlichen Blattreduktion und der assimilierenden Stengel hat man diese Art bei den Xerophyten eingereiht.

Tatsächlich verdunstet *Casuarina equisetifolia* jedoch sehr stark und diese Art kommt denn auch ausschließlich vor an Standorten, wo sie mit ihrem sehr weit ausgebreitetem Wurzelsystem dem Boden viel Wasser entziehen kann. Bei einem Versuch, genommen am Strande bei Batavia mit einem abgeschnittenen Ast, welcher von  $\frac{1}{2}9$ — $\frac{1}{2}12$  den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurde, beobachtete ich <sup>1)</sup> die folgende Verdunstung.

Tabelle VII.

| Zeitpunkt<br>der<br>Wägungen | Zeit ver-<br>gangen seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>des<br>Ver-<br>suchs-<br>astes<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                                    |                                                    | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                              |                                                   | total<br>in g                              | durchschnitt-<br>lich pro<br>Viertelstunde<br>in g | durchschnitt-<br>lich pro<br>Viertelstunde<br>in % |                                                                      |
| 29. Sept. 1911               | Anfang des                                                   | 76                                                | —                                          | —                                                  | —                                                  | —                                                                    |
| vorm. 8.30                   | Versuches                                                    |                                                   |                                            |                                                    |                                                    |                                                                      |
| „ 9.30                       | 1 Stunde                                                     | 70                                                | 6                                          | 1,5                                                | 2,0                                                | 7,9                                                                  |
| „ 10.15                      | $1\frac{3}{4}$ „                                             | 64                                                | 6                                          | 2,0                                                | 2,6                                                | 15,8                                                                 |
| „ 11.15                      | $2\frac{3}{4}$ „                                             | 59                                                | 5                                          | 1,25                                               | 1,6                                                | 22,4                                                                 |

Die Menge Wasser, welche von *Casuarina equisetifolia* pro Viertelstunde verdunstet wird, stimmt bei diesem Versuche ungefähr überein mit den Mengen, welche die echten Xerophyten pro Tag durch Verdunstung verlieren.

Zweifellos ist auch bei verschiedenen anderen Pflanzen mit reduzierten Blättern und grünen assimilierenden Stengeln die Verdunstung sehr beträchtlich. Die *Equisetum*-Arten verdunsten wohl alle sehr stark, und auch *Sarothamnus scoparius* und die *Asparagus*-Arten verdunsten wohl bedeutend stärker als die echten Xerophyten.

#### VIII. *Loranthus dichrous* und andere Pflanzen mit isolateralen, vertikal gestellten Blättern.

Die obengenannte *Loranthus*art mit großen, einigermaßen fleischigen, isolateralen, vertikalgestellten Blättern, kommt in der Um-

1) Kamerling, Is de indo-maleische Strandflora xerophyt? Natuurkundig Tijdschrift voor Nederl. Indië 1912.

gebung der Stadt Campos in Brasilien sehr häufig vor. Isolateraler Blattbau wird häufig aufgefaßt als eine Einrichtung zur Einschränkung der Transpiration, als eine xerophile Anpassung. Bei *Loranthus dichrous* ist jedoch und wahrscheinlich gleichfalls bei allen verwandten, normal beblätterten Loranthaceen, die Verdunstung sehr beträchtlich.

Bei einem in Campos angestellten Versuch, wobei frisch abgeschnittene beblätterte Zweige von *Loranthus dichrous* der Sonne ausgesetzt wurden, verloren die Versuchszweige pro Viertelstunde 7,6—4 % ihres Gewichtes. Nach 2 Stunden hatten die Versuchszweige 36 % an Gewicht verloren und fingen schon zu vertrocknen an.

Auch bei einigen anderen Pflanzen mit isolateralen Blättern beobachtete ich eine sehr starke Verdunstung.

Die in der Mangrove wachsenden *Sonneratias* werden bei den Xerophyten eingereiht auf Grund des Salzgehaltes ihres Substrates; der isolaterale Bau und die Vertikalstellung der Blätter werden als xerophile Anpassung betrachtet. Am Strande einer der Koralleninsel in der Nähe von Batavia wurde ein Versuch angestellt mit einem Ast von einer *Sonneratia*, welche im unvermischten Meereswasser auf dem Korallenriff wuchs. Der Ast wog ursprünglich 189 g und verdunstete innerhalb 20 Minuten (11.58—12.18) nicht weniger als 14 g, ein durchschnittlicher Verlust von 5,7 % des Gewichtes pro Viertelstunde entsprechend.

Die *Eucalyptus*-Arten werden wegen der Vertikalstellung der Blätter, wegen des Baues der Spaltöffnungen und der Wachsbekleidung der Blätter bei den Xerophyten eingereiht. Bei einem Versuch am Strande in der Nähe von Batavia verdunstete ein Ast von *Eucalyptus spec.*, welcher ursprünglich 35 g wog, in einer Stunde — vormittags 8.30 bis 9.30 — nicht weniger als 5 g, einem durchschnittlichen Verdunstungsverlust von 3,6 % pro Viertelstunde entsprechend.

Es mag sein, daß einige Pflanzen mit Vertikalstellung der Blätter eine so geringe Verdunstung zeigen, daß sie zu den Xerophyten gerechnet werden können; im allgemeinen darf man jedoch Vertikalstellung der Blattspreiten nicht ohne weiteres als xerophile Anpassung betrachten.

---

1) Is de indo-maleische Strandflora xerophyt? l. c.

IX. *Telanthera maritima* und andere sukkulente Strandpflanzen.

Viele Strandpflanzen sind sukkulent und zeigen infolgedessen eine gewisse habituelle Ähnlichkeit mit den sukkulenten Cactaceen, Mesembryanthemaceen und Crassulaceen. Man neigt im allgemeinen dahin, diese Strandsukkulente in biologischer Hinsicht bei den sukkulenten Xerophyten einzureihen.

Diese Auffassung entspricht den Tatsachen nicht, die sukkulente Strandpflanzen verdunsten im allgemeinen stark, häufig sogar sehr stark.

Es ergab z. B. ein, am 12. Mai 1913 in Rio de Janeiro, mit der am dortigen Strande häufigen sukkulenten Amarantacee, *Telanthera maritima*, angestellter Versuch die folgenden Resultate.

Tabelle VIII.

| Zeitpunkt<br>der<br>Wägungen | Zeit ver-<br>gangen seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>der<br>Ver-<br>suchs-<br>pflanze<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                             |                                             | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                              |                                                     | total<br>in g                              | durch-<br>schnittlich<br>pro Stunde<br>in g | durch-<br>schnittlich<br>pro Stunde<br>in % |                                                                      |
| 12. Mai nachm. 2.20          | Anfang des<br>Versuches                                      | 30,6                                                | —                                          | —                                           | —                                           | —                                                                    |
| „ 2.55                       | 35 Minuten                                                   | 30,2                                                | 0,4                                        | 0,68                                        | 2,2                                         | 1,3                                                                  |
| „ 3.50                       | 90 „                                                         | 29,8                                                | 0,4                                        | 0,43                                        | 1,4                                         | 2,6                                                                  |
| 13. Mai vorm. 8.50           | 18½ Stdn.                                                    | 25,2                                                | 4,6                                        | 0,27                                        | 0,9                                         | 17,6                                                                 |
| nachm. 3.10                  | 25 „                                                         | 23,3                                                | 1,9                                        | 0,29                                        | 0,9                                         | 23,8                                                                 |
| 14. Mai vorm. 8.30           | 42 „                                                         | 19,9                                                | 3,4                                        | 0,19                                        | 0,62                                        | 34,9                                                                 |
| nachm. 3.50                  | 49½ „                                                        | 18,0                                                | 1,9                                        | 0,26                                        | 0,85                                        | 41,1                                                                 |

Die Versuchszweige waren im Laboratorium aufgehängt. Der Versuch wurde beendet weil die Versuchszweige anfangen abzusterben. Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß im Freien, am Strande, die Verdunstung dieser Pflanze eine viel stärkere sein wird als bei diesem, in einem beschatteten, fast windfreien Raum angestellten Versuch.

Ähnliche Resultate wie *Telanthera maritima* gab in Brasilien noch eine andere sukkulente Amarantacee, und zwar *Iresine Portulacoides*.

Bei Versuchen zu Batavia hatte ich schon vorher mit den sukkulenten Strandformen von *Ipomoea pes caprae* und *Vitis trifolia*

und mit dem sukkulenten *Sesuvium Portulacastrum* ähnliche Resultate bekommen.

Ein Ast von der sukkulenten Strandform von *Ipomoea pes caprae* verdunstete z. B. am besonnten Strande einer der Koralleninseln am 23. August 1911 innerhalb 12 Minuten — vormittags 10.20 bis 10.32 — 3,5 g. Der Ast wog ursprünglich 59 g, wir beobachteten also hier unter den normalen Vegetationsbedingungen eine Verdunstung von 29,6 % pro Stunde. Die Strandsukkulente unterscheiden sich von den meisten Innlandsukkulente durch ihre starke Verdunstung und es entspricht den Tatsachenbestand nicht, wenn man die Strandsukkulente bei den Xerophyten einreicht und hier von xerophilen Anpassungen redet. In dieser Hinsicht schließe ich mich unbedingt an Marion Delf<sup>1)</sup> und Chermeson<sup>2)</sup> an, welche gleichfalls nachdrücklich betont haben, daß man die Halophyten nicht bei den Xerophyten einreihen darf.

#### X. *Spinifex squarrosus*.

Diese eigentümliche Graminee wird von Schimper speziell erwähnt als Beispiel einer Pflanze, wo in der Wachsbeleidung und in dem stark entwickelten Wassergewebe die schwierige Wasserversorgung der Dünenpflanzen zum Ausdruck gelangen soll.

*Spinifex squarrosus* verdunstet jedoch, ungeachtet der „xerophilen Anpassungen“ außerordentlich stark und kann keinen Tag ohne Wasseraufnahme aus dem Boden aushalten, wie sich aus dem folgenden am Strande der Koralleninsel Purmerend bei Batavia angestellten Versuch ergibt:

---

1) Marion Delf, Transpiration and Behaviour of Stomata in Halophytes. Annals of Botany 1911, Vol. XXV. „From the foregoing observations it may be concluded that the stomata of *Salicornia* and of *Aster tripolium* (two of the most typical British halophytes) do not show the features characteristic of either a xerophilous plant, as Schimper's theory would lead one to expect, or of a fresh-water marsh plant as Stahl supposed. They rather resemble those of a typical mesophyte . . .“

2) H. Chermeson, Recherches anatomiques sur les plantes littorales. Annales des sciences naturelles Botanique 1910, 9<sup>e</sup> Série, Tome XII. „L'assimilation des halophytes aux xérophytes résulte donc de la confusion faite par Schimper entre les deux parties différentes de la flore littorale; en réalité les plantes halophiles véritables ne présentent le plus souvent pas de caractères xérophiles; de tels caractères, aux moins dans les marais, seraient d'ailleurs bien difficiles à expliquer, malgré les arguments de Schimper; du reste, plusieurs espèces des marais salés ont, au contraire, certaines particularités hygrophiles.“

Tabelle IX.

| Zeitpunkt<br>der<br>Wägungen | Zeit ver-<br>gangen seit<br>dem Anfang<br>des Ver-<br>suches | Gewicht<br>der<br>Ver-<br>suchs-<br>pflanze<br>in g | Gewichtsabnahme<br>seit der vorigen Wägung |                                             |                                             | Totale<br>Verdunstung<br>seit dem<br>Anfang des<br>Versuches<br>in % |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                              |                                                     | total<br>in g                              | durch-<br>schnittlich<br>pro Stunde<br>in g | durch-<br>schnittlich<br>pro Stunde<br>in % |                                                                      |
| Vormittags 10.50             | Anfang des<br>Versuches                                      | 180                                                 | —                                          | —                                           | —                                           | —                                                                    |
| „ 11.3                       | 13 Minuten                                                   | 168,5                                               | 11,5                                       | 53                                          | 29,4                                        | 6,4                                                                  |
| „ 11.15                      | 25 „                                                         | 160                                                 | 8,5                                        | 42,5                                        | 23,6                                        | 11                                                                   |
| „ 11.35                      | 45 „                                                         | 152                                                 | 8                                          | 24                                          | 13,3                                        | 15,5                                                                 |
| Nachmittags 12.35            | 95 „                                                         | 140                                                 | 12                                         | 14,4                                        | 8                                           | 22,2                                                                 |
| „ 5.0                        | 6 Stunden                                                    | 127                                                 | 13                                         | 2,9                                         | 1,6                                         | 29,4                                                                 |
| Nächster Tag <sup>1)</sup>   |                                                              |                                                     |                                            |                                             |                                             |                                                                      |
| Nachmittags 4.0              | 29 „                                                         | 104,5                                               | 22,5                                       | 1                                           | 0,55                                        | 42                                                                   |
| „ 7.30                       | 32 1/2 „                                                     | 84                                                  | 20,5                                       | 5,8                                         | 3,2                                         | 53,3                                                                 |

Die Verdunstung von *Spinifex squarrosus* wird zwar bei Wassermangel sehr bedeutend herabgesetzt, der Wasserverlust ist jedoch so stark — unter den normalen Wachstumsbedingungen bei genügender Wasserversorgung  $\pm 30\%$  und als Minimum im Schatten noch  $0,55\%$  des Gewichtes pro Stunde —, daß die Pflanze, trotz der eintretenden Regulierung der Verdunstung unter den normalen Vegetationsbedingungen am zweiten Tage absterben würde, wenn die Wasseraufnahme aus dem Boden plötzlich aufhörte. Es kommt mir nicht begründet vor, in solchem Fall von Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration, von xerophilen Anpassungen zu reden.

#### XI. *Tribouchina pilosissima*.

Ebensowenig wie die häufig vorkommende Wachsbekleidung dürfen wir die nicht selten bei Dünenpflanzen zu beobachtende starke Behaarung als xerophile Anpassung betrachten.

*Tribouchina pilosissima* ist eine strauchartige Melastomacee mit sehr dicht seidenartig behaarten Blättern, welche bei Rio de Janeiro in der Dünenformation und an offenen grasigen Standorten auf den Hügelabhängen ziemlich häufig vorkommt.

Beblätterte Zweige dieser Pflanze welken außerordentlich schnell. Bei einem Versuch im Laboratorium mit Ästen, welche am vorigen Nachmittag gesammelt waren und nachts in Wasser gelegen hatten, bekam ich die folgenden Resultate:

1) Die Pflanzen waren mitgenommen worden und wurden nachts, und am zweiten Tag des Versuchs im Schatten, im Laboratorium aufgehoben.

Vormittags 10.45 wogen die zwei, vorsichtig oberflächlich abgetrockneten Versuchszweige 9,2 g, um 11.30 nur noch 8,4 g, nachmittags um 12.20 noch 7,65 g, um 3.10 noch 6,65 g. Die Blätter waren um diese Stunde sehr stark gewelkt und fingen schon zu vertrocknen an. Wir beobachteten hier also im Schatten einen Verdunstungsverlust von je 11,6 %, 9,8 % und 3,6 % pro Stunde.

Andere Beispiele von sehr dicht behaarten Pflanzen, welche trotzdem stark verdunsten, gibt es viele. Die stark behaarte *Ficus pilosa*, welche habituell der unbehaarten *Ficus elastica* sehr ähnlich sieht, verdunstet z. B. gleichfalls viel stärker als diese.

## XII. *Euphorbia thymifolia*.

*Euphorbia thymifolia* ist eine kleine, sehr tief wurzelnde, krautige Pflanze mit schlaff niederliegenden, kleinblättrigen, nicht angewurzelten Zweigen, welche an kahlen, trockenen Stellen auf Java und in Brasilien häufig vorkommt. Man sieht diese Pflanze z. B. vielfach als Unkraut auf Kieswegen in Gärten oder in Rissen von zementierten Böden, falls solche während einen großen Teil des Tages von der Sonne beschienen werden.

Von xerophilen Anpassungen, in dem Sinne, daß diese Pflanze eine verhältnismäßig geringe Verdunstung zeigen würde, ist keine Rede; im Gegenteil, die Verdunstung von *Euphorbia thymifolia* ist stärker als von mir bei irgendeiner anderen Pflanze beobachtet wurde.

Bei einem Versuch in Campos mit einer Pflanze, welche in einem Riß eines Zementbodens wuchs, beobachtete ich die folgende Gewichtsabnahme:

**Tabelle X.**

|            |       | Beobachtetes<br>Gewicht<br>in g | Im Verhältnis<br>zum Gewicht<br>beim Anfang<br>des Versuches<br>in % |
|------------|-------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Vormittags | 10.53 | 4,4                             | 100                                                                  |
| „          | 11.00 | 3,8                             | 86,4                                                                 |
| „          | 11.08 | 3,2                             | 72,7                                                                 |
| „          | 11.23 | 2,5                             | 56,8                                                                 |

Verengerung der Spaltöffnungen scheint gar nicht stattzufinden, während der ersten 7 Minuten wird 13,6 % des ursprünglichen Gewichtes verdunstet, während der folgenden 8 Minuten 13,7 %.

Es war ein sehr heißer Tag, die Lufttemperatur im Schatten  $\pm 34^{\circ}$ , das Thermometer neben der Versuchspflanze auf dem Zementboden zeigte  $52^{\circ}$ .

Jedenfalls verdunstet *Euphorbia thymifolia* wenn die Pflanze einen großen Teil des Tages von der Sonne beschienen wird, pro 24 Stunden mindestens eine Menge Wasser, welche mit dem sechs- bis achtfachen Gewichte der beblätterten Zweige übereinstimmt.

Ebenso wie *Euphorbia thymifolia*, verhalten sich mehrere an solchen Standorten vorkommende Pflanzen. Auch Volkens erwähnt in seinen Studien über die Flora der Arabisch-Ägyptischen Wüste krautige Pflanzen mit zarten Blättern, welche offenbar sehr stark verdunsten, aber ihren Wasserbedarf der tieferen Schichten des Bodens entnehmen.

Man darf meines Erachtens *Euphorbia thymifolia* und ähnliche Pflanzen, welche an scheinbar sehr trockenen Standorten vorkommen, jedoch tatsächlich sehr stark verdunsten, nicht unter die Xerophyten einreihen.

### XIII. Eintrocknende und bei Befeuchtung auflebende Pflanzen.

Auch diese Pflanzen, wozu auch die Flechten, die meisten Laub- und viele Lebermoose gehören, möchte ich nicht zu den Xerophyten rechnen.

Mehrere in dieser Weise lebende Pteridophyten wurden von mir untersucht. Als Beispiele erwähne ich:

*Selaginella convoluta* kommt bei Rio de Janeiro nicht selten an kahlen Felswänden vor und wird auch in den trockenen wüstenähnlichen Gegenden des Innern vielfach beobachtet. Die Pflanze breitet ihre Zweige bei Befeuchtung aus und zeigt sodann eine frischgrüne Farbe. Bei Wassermangel rollen die Äste sich zusammen und die ganze Pflanze sieht sodann aus wie ein fahlgrauer Knäuel. Im Laboratorium verlor eine frische Pflanze von *Selaginella convoluta* in  $1\frac{1}{2}$  Stunden 22,6 % ihres Gewichtes und die Pflanze war nach 20 Stunden fast lufttrocken. Bei trockenem hellem Wetter vertrocknet die Pflanze an ihren normalen Standorten jedesmal im Laufe des ersten regenlosen Tages und sie bleibt nachher im Zustande latenten Lebens, bis sie unter dem Einfluß eines Regenschauers sich wieder belebt. Vegetieren tut die Pflanze nur während der Regenzeit. In ähnlicher Weise verhalten sich wohl auch *Selaginella lepidophylla* und andere solche Arten.

*Polypodium incanum* kommt in der Küstenregion von Brasilien (auch in Mittel- und Nordamerika) sehr häufig vor als Epiphyt an Baumstämmen. Die Pflanze lebt, wie schon von Schimper beobachtet wurde, in ähnlicher Weise wie die Laubmoose. Die Verdunstung ist ebenso wie bei *Selaginella convoluta* außergewöhnlich stark. Einige Pflanzen von *Polypodium incanum* verloren im Laboratorium innerhalb 1 Stunde 21 % und in weniger als 3 Stunden 40 % ihres Gewichtes. Innerhalb 24 Stunden waren sie lufttrocken. Man sieht auch im Freien diese Art jedesmal am zweiten oder dritten regenlosen Tage im Zustande latenten Lebens übergehen.

*Polypodium angustum* verhält sich ähnlich, diese Art zeigte im Laboratorium innerhalb 1 Stunde 10 % Gewichtsverlust, innerhalb 3 Stunden 22 %, nach 24 Stunden waren auch die Pflanzen dieser Art fast lufttrocken.

*Polypodium lanceolatum* verlor im Laboratorium in 3 Stunden 30 %, in 24 Stunden mehr als 50 %.

Eine Pflanze des dicht wollig behaarten, gleichfalls eintrocknenden und sich wieder neu belebenden *Polypodium lepidopteris* verlor innerhalb 24 Stunden im Laboratorium mehr als 40 %. Auch diese Art, welche häufig an mehr besonnten Standorten — an Mauern und wohl auch an Felsen — vorkommt als die drei vorher genannten *Polypodium*-Arten, vertrocknet im Freien jedesmal am zweiten oder dritten regenlosen Tag.

In ähnlicher Weise verhalten sich noch verschiedene andere *Polypodium*-Arten und auch einige andere Farne, wahrscheinlich auch einige dicht wollig behaarte *Aneimia*-Arten, wobei der wollige Haarfilz meistens als xerophile Anpassung, als Einrichtung zur Herabsetzung der Transpiration betrachtet wird.

Es ist meines Erachtens jedoch verfehlt, bei einer derartig starken Transpiration von Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration, von xerophilen Anpassungen zu reden.

#### XIV. Periodisch das Laub abwerfende tropische Bäume.

Die während der Trockenzeit kahl stehenden tropischen Bäume zeigen im allgemeinen eine verhältnismäßig starke, häufig sogar eine sehr starke Verdunstung. Für *Tectona grandis* beobachtete ich im Laboratorium<sup>1)</sup> bei Versuchen in Rio de Janeiro eine Verdunstung von 8,1 % des Gewichtes, während der ersten Stunde des Versuches. Die

---

1) Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 1913, Bd. XXXI.

Blätter des Versuchsastes waren innerhalb 24 Stunden ganz und gar vertrocknet.

*Cassia fistula* verdunstete im Laboratorium innerhalb der ersten Stunde 8,4 ‰, die Blätter waren gleichfalls nach 24 Stunden total vertrocknet.

Für *Bombax spec.* beobachtete ich unter denselben Bedingungen eine Verdunstung von 3,3 ‰ pro Stunde am Anfang des Versuches; nach 48 Stunden waren die Blätter fast vertrocknet und fingen an abzusterben.

Die Lebensvorgänge verlaufen bei den periodisch entblätterten tropischen Bäumen in einer ausgeprägt rhythmischen Weise; bei Wassermangel treten diese Arten in einen Zustand minimalen Lebens ein, gerade wie außerhalb der Tropen die meisten überbleibenden Pflanzen in einen Zustand der Winterruhe übergehen.

Wenn man den Ausdruck Xerophyten auffaßt als ausschließlich pflanzengeographischen Begriff, leuchtet es ein, verschiedene periodisch entblätterte tropische Bäume bei den Xerophyten einzureihen. Einige von den schon vorher genannten Pflanzen, wie *Selaginella convoluta*, *Polypodium lepidopteris*, viele Flechten, einige Laubmoose und einzelne Lebermoose würde man dann gleichfalls zu den Xerophyten rechnen.

Wenn wir jedoch die Xerophyten definieren als Pflanzen, welche für ihre normalen Lebensverrichtungen wenig Wasser brauchen und infolgedessen sehr widerstandsfähig sind gegen Wassermangel, darf man derartige Pflanzen, wie *Cassia fistula*, *Tectona grandis*, die Bombaceen, *Selaginella convoluta*, *Polypodium lepidopteris* usw., welche für ihre normalen Lebensverrichtungen viel Wasser brauchen, jedoch mit Leichtigkeit in einen Zustand minimalen oder latenten Lebens übergehen, nicht bei den Xerophyten einreihen. Vielleicht würde hier der von Schimper in etwas anderem Sinne verwendete Ausdruck Tropophyten angebracht sein; man könnte alsdann Temperaturtrophophyten und Feuchtigkeits-trophophyten unterscheiden.

In dieser Weise würde der scharfe physiologische Gegensatz zwischen dem sehr wenig verdunstenden *Polypodium vaccinifolium* und den anderen genannten *Polypodium*-Arten in den Namen sofort ausgeprägt sein: *Polypodium vaccinifolium* — Xerophyt; *Polypodium incanum*, *lepidopteris* usw. — Feuchtigkeits-trophophyt.

## XV. Tropische Bäume mit lederartigen Blättern, welche nicht periodisch entblättert stehen.

Die in diese Kategorie gehörenden Pflanzen zeigen im allgemeinen eine ziemlich geringe Verdunstung und einige Vertreter dieser Gruppe nähern sich in dieser Hinsicht den echten Xerophyten.

Bei einem Versuch in Rio de Janeiro verlor ein beblätterter Ast einer *Garcinia spec.* im Laboratorium in den ersten 24 Stunden 7 % seines Gewichts und erst nach 6 Tagen fing das älteste Blatt zu vertrocknen an. Die pro Zeiteinheit verdunstete Menge war inzwischen herabgesetzt bis auf 3 % des ursprünglichen Gewichts pro 24 Stunden.

Ein beblätterter Ast von *Mimusops coriacea* verlor, gleichfalls im Laboratorium, innerhalb der ersten 24 Stunden 7 % seines Gewichtes.

Für beblätterte Zweige von *Ficus elastica* beobachtete ich in Batavia, gleichfalls im Schatten, einen Verlust von 4,5 % innerhalb der ersten 24 Stunden; nach 5 Tage war die Verdunstung bis auf 3 % pro 24 Stunden herabgesetzt, die Versuchszweige fingen jedoch an abzusterben.

Für *Mangifera indica* beobachtete ich bei Versuchen im Freien, in der Sonne, auf dem Strande bei Batavia, innerhalb 3 Stunden einen Gewichtsverlust von 6 %. Im Laboratorium, bei Versuchen in Rio de Janeiro, beobachtete ich einen Verlust von 11 % innerhalb der ersten 24 Stunden, und die Versuchszweige fingen nach 4 Tagen, als die Verdunstung bis auf 7 % pro 24 Stunden gesunken war, zu vertrocknen an.

An einem Ast von *Calophyllum inophyllum* beobachtete ich im Freien, in der Sonne, auf dem Strande bei Batavia innerhalb 2 Stunden einen Verlust von 6,2 %.

12 Blätter eines in der Dünenformation auf den Koralleninseln bei Batavia wachsenden *Pandanus* verloren im Laboratorium innerhalb der ersten 20 Stunden  $\pm 5\%$  ihres Gewichtes. Schließlich verringerte sich der Verdunstungsverlust für die jungen Blätter bis auf 3 % pro 24 Stunden. Nach 14 Tagen waren die jungen Blätter noch nicht vollständig abgestorben. Im Freien, in der Sonne ist die Verdunstung der *Pandanus*-Blätter auffällig gering; bei den wiederholt versuchten Wägungen am Strande der Koralleninsel konnte ich nie eine deutliche Gewichtsabnahme der Versuchsblätter konstatieren, es blieb der Gewichtsverlust also immer innerhalb der, bei solchen großen Blättern allerdings ziemlich weiten Grenzen der Versuchsfehler.

Ein beblätterter Ast von *Rhizophora spec.* verlor in der Sonne, auf dem Strande einer der Koralleninseln bei Batavia, innerhalb  $4\frac{1}{2}$  Stunden 10,7 % seines Gewichtes.

Beblätterte Äste von *Bruguiera gymnorhiza* verloren im Laboratorium zu Batavia innerhalb 24 Stunden 8,2 %, davon in den ersten 4 Stunden 3,4 %. Nach 4 Tagen war die Verdunstung herabgesetzt bis auf 5 % pro 24 Stunden, die Äste fingen jedoch an abzusterben.

Viele Vertreter dieser Gruppe, z. B. die *Garcinien* und *Ficus elastica*, sind einheimisch im tropischen Regenwalde, halten jedoch ohne Nachteil ziemlich lange Trockenperioden aus.

*Calophyllum inophyllum* wächst am Meeresstrande im Sand. Die *Rhizophoras* und *Bruguieras* wachsen ausschließlich in der Mangrove- oder in der Nipahformation, wo ihnen eine unbeschränkte Menge Wasser zur Verfügung steht. Nie beobachtet man diese Pflanzen an Stellen, wo der Boden nicht nahezu mit Wasser gesättigt ist. Die Wurzel der echten Mangrovegewächse können offenbar nur aus einem nahezu mit Wasser gesättigtem Boden ihren Wasserbedarf decken.

Es ist denn auch meines Erachtens vollkommen unmotiviert die *Rhizophora*- und *Bruguiera*-Arten bei den Xerophyten einzureihen, diese Pflanzen verdunsten zwar nicht besonders stark, sind jedoch gar nicht widerstandsfähig gegen Wassermangel.

Die auf Java in der Dünenformation und in verhältnismäßig dünnen Gegenden vorkommenden *Pandanus*-Arten würde man eventuell als Übergangsformen zu den Xerophyten betrachten können. Diese Pflanzen verdunsten offenbar auch in der Sonne nur wenig und haben im fleischigen Stamm eine große Wasserreserve; der Wasserbedarf scheint zwar etwas, jedoch verhältnismäßig nicht viel größer zu sein als bei den, in den brasilianischen Dünenregionen vorkommenden *Bromelia Karatas* und *Nidularias*.

*Mangifera indica*, *Garcinia spec.*, *Calophyllum inophyllum*, *Mimusops coriacea* und *Ficus elastica* möchte ich nicht zu den Xerophyten rechnen. Es ist noch eine sehr weite Kluft zwischen diesen Pflanzen, deren abgeschnittene beblätterte Zweige im Schatten mindestens 3 % ihres Gewichtes pro Tag verlieren und innerhalb 6 Tagen vertrocknen und dem untersuchten *Philodendron*, wovon ein abgeschnittenes Blatt sich 31 Tage frisch erhielt und schließlich nur 0,7 % pro Tag verdunstete. Hierzu kommt noch, daß das untersuchte *Philodendron* eine typische Schattenpflanze ist, welche sich im Laboratorium ungefähr in ihrer normalen Lichtintensität befindet, daß also

die gefundene Minimumverdunstung von 0,7 % des Blattgewichtes pro Tag ungefähr der geringsten Verdunstung unter den normalen Vegetationsbedingungen gleichkommt. Die untersuchten Pflanzen mit lederartigen Blättern, *Ficus elastica*, *Mimusops coriacea*, *Garcinia spec.*, *Calophyllum inophyllum*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Mangifera indica* sind jedoch keine typischen Schattenpflanzen und verdunsten wahrscheinlich im Freien unter allen Umständen beträchtlich mehr als die im Schatten, im Laboratorium gefundenen 3 % des Gewichtes der beblätterten Zweige.

Ich möchte denn auch unbedingt *Philodendron* und die sich ähnlich verhaltenden anderen semiepiphytische Araceen zu den Xerophyten rechnen und die oben genannten Pflanzen mit lederartigen Blättern nicht als solche betrachten.

Daß es jedoch Pflanzen gibt, wo man in Zweifel sein kann, ob man sie bei den Xerophyten einreihen soll oder nicht, leuchtet ein. Eine scharfe Grenze zwischen xerophyten und nicht xerophyten Pflanzen ist überhaupt nicht zu ziehen. Daß einige *Pandanus*-Arten einen Übergang darstellen, wurde schon erwähnt. So gibt es auch unter den epiphytischen Orchideen einige Arten, welche verhältnismäßig sehr stark verdunsten, wie z. B. das javanische *Dendrobium Pandaneti* und einige brasilianische *Stenoptera*-Arten. Unter den epiphytischen Farnen gibt es auch mehrere Arten, z. B. *Polypodium Brasiliense* und *Polypodium decurrens*, welche verhältnismäßig stark verdunsten, ohne daß man sie jedoch bei den Feuchtigkeitstropophyten einteilen könnte. Die Bromeliaceen darf man zwar fast ausnahmslos zu den Xerophyten rechnen, es gibt jedoch welche, wie z. B. eine bei Rio de Janeiro häufige *Pitcairnia*, wo diese Einteilung doch kaum begründet erscheint.

Trotz dieser zweifelhaften Fälle kommt es mir vor, daß die Entscheidung, ob eine Pflanze als Xerophyt bezeichnet werden soll oder nicht, viel sicherer geschehen kann durch einfache Verdunstungsversuche als durch eine anatomische Untersuchung.

---

Wenn wir uns die historische Entwicklung der heutzutage gültigen anatomisch-physiologischen Auffassung über „Xerophyten“ und „xerophilen Bau“ klarzulegen versuchen, glaube ich, daß hierin noch ein Rest steckt von der, übrigens fast verschollenen Meinung, welche die Transpiration als eine entweder bedeutungslose oder schädliche Nebenerscheinung der Kohlensäureaufnahme, als ein notwendiges Übel be-

trachtete. Dazu kam die — an der Hypothese des Kampfes ums Dasein als formgestaltendes Prinzip entlehnte — Auffassung, daß die Pflanzengestalten entstanden wären durch langsame, schrittweise Anpassung an bestimmte Standorte. Man betrachtet bei dieser Auffassung den Standort als die Konstante, die Pflanze jedoch als die Variable, welche sich im Laufe der Zeiten an die Konstante adaptiert hat.

Dieser Auffassung kommt tatsächlich Gültigkeit zu für verschiedenartige Variationen innerhalb der Grenzen der Art, sogenannte Standortsvariationen, lokale Rassen und Modifikationen unter dem Einfluß der Umgebung. Diese Variationen sind unter Umständen bei plastischen Arten sehr beträchtlich und sind auch vielfach experimentell erforscht. Man darf hier meines Erachtens mit gutem Rechte den Ausdruck Anpassung verwenden und also sagen, daß irgendeine Pflanzenart sich an das Leben im Hochgebirge, im Wasser, im Schatten oder an der Sonne anpaßt, d. h. daß diese Pflanze in bestimmter, experimentell zu verfolgender Weise auf ihre Umgebung reagiert. Vieles deutet jedoch dahin, daß diese Reaktionen der Pflanze auf ihre Umgebung zwar nicht als Erscheinungen der fluktuierenden Variabilität betrachtet werden dürfen, jedoch gerade wie diese, nur in beschränktem Maße akkumulativ und erblich sind.

In Gegensatz zu diesen „Anpassungen“ wird man häufig, wo man mit Unterschieden außerhalb der Grenzen der Art zu tun hat, sich auf den Standpunkt zu stellen haben, daß die Art durch Mutationen in unbestimmter Richtung entsteht und gewissermaßen konstant ist. Wenn irgendeine Art mit bestimmter Struktur und bestimmten physiologischen Eigentümlichkeiten sich einen Platz erobern kann, wo die Wachstumsbedingungen ihr zusagen, erhält sie sich; findet sie keinen ihr zusagenden Platz, so stirbt die Art aus. Bei dieser Betrachtungsweise ist die Pflanze die Konstante, der Standort die Variable.

Im allgemeinen beobachtet man, neben vielen indifferenten Merkmalen und Eigenschaften, eine deutliche Übereinstimmung zwischen den normalen Standort irgendeiner Pflanzenart und ihren morphologischen, anatomischen und physiologischen Eigentümlichkeiten. Diese Übereinstimmung braucht jedoch nicht notwendig derart gedeutet zu werden, daß diese Pflanzenart sich an diese Umgebung angepaßt hätte, sondern kann ja auch erklärt werden durch die Annahme, daß jede Pflanzenart sozusagen verschiedenartige Standorte durchprobiert hat und sich schließlich erhält in derjenigen Umgebung, welche am besten stimmt zu ihren unveränderlichen morphologischen, anatomischen und physiologischen Merkmalen.

Wenn man die Berechtigung dieser Auffassungsweise anerkennt, ist es empfehlenswert den Ausdruck „Anpassung“ in solchen Fällen zu vermeiden. Wenn man sagt, daß die *Opuntias* sich in jeder Hinsicht an das Leben in der Wüste „angepaßt“ haben oder daß sie zahlreiche „xerophile Anpassungen“ aufweisen, liegt an diesem Ausdruck der Gedanke zugrunde, daß die *Opuntias* ein Produkt ihrer Umgebung wären.

Sagt man jedoch, daß die *Opuntia*-Arten viele Eigenschaften zeigen, wodurch sie sich speziell eignen für das Leben in der Wüste, so konstatiert man eine Tatsache und läßt unentschieden, ob die Eigentümlichkeiten der Gattung *Opuntia* eine Folge sind von der Umgebung oder ob umgekehrt, das Leben in der Wüste eine Folge ist von der Eigenart der Gattung *Opuntia*.

Wenn man in dieser Weise des „in dubiis abstinere“ eingedenk bleibt und die ungenügend motivierte Benutzung des Ausdrucks „Anpassung“ vermeidet, steht man sozusagen freier und unabhängiger gegenüber den vielen Problemen, welche auf dem Grenzgebiete der vergleichenden Pflanzenanatomie und Pflanzenphysiologie noch der Untersuchung zugänglich sind.

Man darf alsdann auch nicht mehr auf Grund des Vorkommens irgendwelcher anatomischer Merkmale von „xerophiler Anpassung“ reden und infolge einer bloß anatomischen Untersuchung entscheiden ob eine Pflanze „xerophyt“ sei oder nicht. Man darf dann nur diejenigen Pflanzen Xerophyten nennen, welche tatsächlich für ihre normalen Lebensverrichtungen wenig Wasser brauchen und welche im Freien sehr widerstandsfähig sind gegen Wassermangel.

Botanisches Laboratorium Leiden, Februar 1914.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [106](#)

Autor(en)/Author(s): Kamerling Z.

Artikel/Article: [Welche Pflanzen sollen wir „Xerophyten“ nennen? 433-454](#)