

Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 42 (1933)

Heft: 2

Artikel: Osmotische Untersuchungen in Java I

Autor: Blum, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-28420>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Osmotische Untersuchungen in Java I.

Von *G. Blum*, Freiburg.

Eingegangen am 26. August 1933.

In den letzten Jahren sind unsere Kenntnisse über die osmotischen Zustandsgrößen wesentlich erweitert worden. Dabei begnügte man sich nicht mehr bloss mit der Feststellung der Grenzplasmolysewerte einiger Blattepidermen oder anderer leicht messbarer Parenchymzellen, sondern man dehnte diese Versuche auch aus auf sämtliche Blattgewebe, ja beinahe auf alle Gewebe der Pflanze. Vorsichtigerweise ging man auch immer mehr dazu über, den unschädlichen und wenigstens innert nicht allzu langer Versuchsdauer völlig impermeablen Rohrzucker als Plasmolytikum zu verwenden. Aber auch andere osmotische Größen wurden an verschiedenen Pflanzen und an vielen Standorten untersucht, wobei der osmotische Wert der normalen Zelle (hauptsächlich auf kryoskopischem Wege) und die Saugkraft von einzelnen Zellen und von Gewebe- oder Organstücken im Vordergrund standen.

Merkwürdigerweise wissen wir noch sehr wenig über die osmotischen Größen in den trockenen oder feuchten Tropengebieten.

Das Einzige, was uns darüber bekannt ist, stammt von *F. C. von Faber*,¹ der den Grenzplasmolysewert bei verschiedenen Mangrovepflanzen ermittelt hat und dessen Resultate damals berechtigtes Aufsehen erregten. Und später hat der gleiche Autor dieselbe Grösse bei Vertretern der Kraterflora ermittelt. Untersuchungen aus andern Pflanzengesellschaften, sowie Ermittlungen über andere osmotische Kräfte fehlen vollständig.

Als mir daher durch die Verleihung des schweizerischen Reise-Stipendiums Gelegenheit geboten wurde, eine Tropenreise durchzuführen, war der Augenblick gekommen, diese Lücke wenigstens einigermaßen auszufüllen. Ich wollte zunächst einen Einblick gewinnen in die Grössenverhältnisse der osmotischen Zustandsgrößen verschiedener Tropenpflanzen, über ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren und das Verhalten an verschiedenen Standorten.

Für die Durchführung dieser Pläne schien sich Java am besten zu eignen. Ich begab mich daher zuerst nach Buitenzorg, wo ich mich zunächst in aller Ruhe in die tropische Pflanzenwelt einarbeiten konnte. Dort arbeitete ich vor allem im Treublaboratorium des Plantentuin,

¹ *Faber, F. C. v.*: Ueber Transpiration und osmotischen Druck bei den Mangroven. *Ber. d. D. Bot. Ges.* 1913, 31, 277—281. Zur Physiologie der Mangroven. *Ber. d. D. Bot. Ges.* 41, 1923. Die Kraterpflanzen Javas in physiologisch-ökol. Beziehung. *Arb. a. d. Treublaboratorium* 1. Weltevreden 1927.

wo mir die Pflanzen des Gartens in nächster Nähe zur freien Verfügung standen, später dann auch im Cultuurtuin, wo besonders tropische Kulturpflanzen untersucht wurden. Weiter sollten dann auch die Pflanzen an ihren natürlichen Standorten verfolgt werden, wozu ich einige Pflanzengesellschaften extremer Standorte auswählte. Leider konnte dieser zweite Teil nicht in der gewünschten Masse durchgeführt werden, da verschiedene Umstände hindernd im Wege standen. Einmal war es die beschränkte Zeit von sieben Monaten und dann besonders auch die Notwendigkeit, für die glatte Durchführung der Versuche die geeignete Unterkunft zu finden. Ich musste mich nämlich bald genug überzeugen, dass das Mikroskopieren auf freiem Feld in den Tropen noch bedeutend schwieriger ist als bei uns, so dass ich genötigt war, einigermassen günstig gelegene Pflanzengebiete aufzusuchen, die in der Nähe von bewohnten Stätten lagen. Für das feuchte Urwaldgebiet war das in etwa 1400 m Höhe gelegene Berglaboratorium von Tjibodas der geeignete Platz. Ich arbeitete dort vom 29. August 1930 bis 9. September und dann wieder vom 30. Dezember bis 1. Februar 1931. Vom feuchten Westjava begab ich mich gegen das Ende der Trockenzeit in das trockene Ostjava, wo ich von anfangs Oktober bis gegen Mitte November verblieb. Zunächst war mir dort Gelegenheit geboten, mich in die dortigen Verhältnisse im physiologischen Laboratorium der Suikerproofstation in Pasoeroean einzuarbeiten. Später arbeitete ich an der Nordküste Ostjawas, in Pasir Poetih und Sitoebondo, sowie im trockensten Gebiet Javas im alten Vulkangebiet des Baloeroean (Nordoststecke der Insel), später dann auch auf der Düne und im anliegenden Urwaldgebiet von Poeger an der Südküste. An beiden Küsten hatte ich Gelegenheit gehabt, auch einige Vertreter der Mangrove zu bearbeiten, die ich dann später noch etwas vervollständigen konnte in der grossen *Avicennia*-Mangrove im Westen von Batavia, wo ich meine Untersuchungen in einem Leuchtturm am Ausgang des alten Havenkanals in Batavia durchführen konnte, der kaum 100 m von der Mangrove entfernt ist.

Vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Abschnitte, wobei im ersten die angewandten Methoden kurz besprochen werden sollen, sowie die Erfahrungen, die mit diesen bei den Tropenpflanzen gemacht wurden. In einem zweiten Abschnitt werden die gemessenen osmotischen Zustandsgrössen behandelt und im dritten Abschnitt die Beziehungen zwischen diesen und der Wasserbilanz bzw. der Transpiration.

Schliesslich sei es mir noch gestattet, der «Kommission für das schweizer. naturwissenschaftliche Reisestipendium», auf deren Vorschlag hin mir vom Bundesrat das Reisestipendium zugesprochen wurde, meinen besten Dank auszusprechen. In gleicher Weise bin ich der Erziehungsdirektion des Kantons Freiburg zu grossem Dank verpflichtet; ich wurde von ihr in weitgehendstem Masse unterstützt.

Mit lebhaftester Freude und Dankbarkeit gedenke ich der Hilfe, die mir in Java zuteil wurde. Sie äusserte sich nicht nur darin, dass mir die Plätze und Mittel der Laboratorien in zuvorkommendster Weise zur Verfügung gestellt wurden, sondern man war mir allzeit und bei jeder Gelegenheit mit wertvollen Ratschlägen, mehr als man billigerweise erwarten konnte, behilflich. In dieser Beziehung gedenke ich F. C. v. F a b e r, dann dem stellvertretenden Direktor des Plantentuin, Herrn D a m m e r m a n, besonders aber F. C. W e n t. Den Systematikern des Gartens verdanke ich manche wertvolle Hilfe in Fragen der Systematik, sowie das Bestimmen vieler Pflanzen; auch Ihnen, dem frühern und jetzigen Vorsteher des Herbariums, Herrn B e u m é e und v a n S l o v t e n, sowie v a n S t e e n i s und B a c k h u i s e n gebührt mein bester Dank. Und schliesslich danke ich dem Kurator des Plantentuin, Herrn D a k k u s, für mehrfache Hilfe und Zuvorkommenheit, sowie dem Obergärtner in Tjibodas, v a n W o e r d e n, der mir im Aufsuchen von Pflanzen des Urwaldes behilflich war.

Herr D e l s m a n, Direktor der Anstalt für Meeruntersuchung in Batavia, stellte mir ein Motorboot zur Verfügung bei meinen Untersuchungen in der *Avicennia*-Mangrove von Batavia, und Herr V e r w e y unterstützte mich im Aufsuchen günstiger Plätze.

Besonders gut aufgenommen wurde ich in Ostjava in der Proofstation in Pasoeroean. Dem Direktor der Kulturabteilung, Herrn K o n i n g s b e r g e r, gebührt für die edle Gastfreundschaft und mannigfache Hilfe mein innigster Dank, und ebenso den Herren B o o b e r g und C. A. B a c k e r, welch letzterer meine in Ostjava untersuchten Pflanzen bestimmte, und endlich danke ich Herrn v a n d e n H o n e r t und in Sitoebondo Herrn Adviseur C l a s o n. Die meteorologischen Daten der in der Nähe meiner Meßstellen gelegenen Beobachtungsstationen verdanke ich Dr. B o e r h a v e vom meteorologischen Observatorium in Batavia. Allen diesen Herren, die mir in der uneigennützigsten Weise geholfen haben und den vielen, die hier nicht genannt wurden, möchte ich an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank aussprechen.

I. Abschnitt.

Bemerkungen zur Methode.

Von den osmotischen Grössen wurden gemessen die Saugkraft von Gewebe- bzw. Organstücken, der osmotische Wert von Geweben bei Grenzplasmolyse und oft auch noch die Saugkraft des Bodens. Von den Aussenfaktoren wurden bestimmt die Lufttemperatur, die relative Feuchtigkeit in der Nähe oder unmittelbar beim Organ, dessen osmotische Grössen gemessen wurden, sowie vielfach auch noch die Verdunstung mit einer mit destilliertem Wasser gefüllten Kerze, ebenfalls

in der Nähe der Versuchspflanze. Ferner habe ich in vielen Fällen gleichzeitig mit den osmotischen Grössen die Transpiration abgeschnittener Blätter bzw. Blütenteile ermittelt.

1. Saugkraft.

a) Wenn man eine Uebersicht gewinnen will über die Verteilung der Saugkraft in verschiedenen Organen einer Pflanze oder gar einer grössern Zahl von Arten, so benützt man mit Vorteil eine der leicht zu handhabenden Methoden, die die mittlere Saugkraft des gemessenen Organs oder Gewebestückes ergibt. Am bequemsten ist die *vereinfachte Methode*, deren Handhabung seit ihrer Einführung durch U r s p r u n g¹ schon oft beschrieben worden ist, so dass ich mich darauf beschränken kann, deren Anwendungsmöglichkeit im Bereiche der untersuchten Tropenpflanzen zu beschreiben.

Vorerst seien noch einige allgemeine Bemerkungen eingeschaltet. Ich arbeitete in der Regel mit 60- oder 82facher Vergrösserung. Die Streifen kamen auf einen Objektmaßstab zu liegen, dessen einzelne, scharf geschliffene Teilstriche 0.5 mm entfernt waren und ein Teil des Objektmaßstabes 25 Teilstrichen des Okularstufenmikrometers entsprachen. Die Ablesungsgrenze war in diesem Fall bei einem halben Teilstrich (also 0.02 mm). Oder es wurde auch ein Maßstab verwendet, dessen 1 mm-Teilstriche in ein Zehntel eingeteilt waren, so dass auf 1 mm der Teilung 54 Teilstriche des Okularmaßstabes entfielen. Die Streifen waren je nach der Grösse und der Anordnung der Nerven des Organs 1—2 mm breit und 0.5—2.0 cm lang. Die Streifen wurden zuerst in Paraffinöl gemessen, nach dem Abtrocknen mit Filtrierpapier in die Rohrzuckerlösung gelegt. Dort blieben die Streifen nur solange, bis die Längenänderungen eindeutig waren; bei weichen, zarten Organen etwa 20 Minuten, bei dickeren, derben Organen oft bis eine Stunde, ausnahmsweise (bei einigen Palmen) noch länger.

Die aus volumnormalen Rohrzuckerlösungen hergestellten Verdünnungen kamen, in Konzentrationsstufen von 0.05 Mol zu je 10 cm³, in Zylindergläschen, die mit Korkstopfen gut verschlossen waren. Die Lösungen waren zu meiner Ueberraschung, trotz hoher Wärme und Feuchtigkeit, mindestens ebenso lange haltbar wie in Europa; jedenfalls machte ich die Erfahrung, dass die Verunreinigung durch Pilze weniger rasch auftritt als zu Hause während des Sommers. Offenbar sind die Pilzsporen in der Luft und an den Schnitten infolge der heftigen Regengüsse, die die Luft und die Oberfläche der Pflanzen von Sporen reinigen, weniger häufig als in Europa.

Gewöhnlich wurden zur Ermittlung der Saugkraft zwei Versuche angesetzt; der erste zur ungefähren Feststellung der Grössenordnung

¹ U r s p r u n g, A.: Zur Kenntnis der Saugkraft, VII: Eine neue Methode... Ber. d. D. Bot. Ges. 41, 1923.

der Saugkraft in weiteren Konzentrationsabständen, der zweite in Intervallen von 0.05 Mol, aus welchem dann endgültig die Grösse des Wertes ermittelt wurde.

Was nun die Längenveränderung der Streifen anbetrifft, so hängt sie neben dem anatomischen Bau des untersuchten Organs, wobei die Anordnung und Richtung der Nerven eine wichtige Rolle spielen, naturgemäss auch ab von der Konzentration der Lösungen, wie das neuerdings auch G e h l e r¹ wieder gezeigt hat. Man braucht ferner beispielsweise nur einen Blick auf die Abbildungen der Nervatur von Aroideenblättern bei E r t l² zu werfen, so wird man schon daraus erkennen, dass es infolge der Anordnung der Nerven nicht gleichgültig sein kann, wie man die Streifen herausschneidet. Die günstigste Streifenrichtung, quer oder parallel oder schräg zur Längsachse des Blattes, muss man im allgemeinen durch Probieren herausfinden.

Ein instruktives Beispiel der Längenveränderung der Streifen sei an der Dilleniacee *Wormia suffruticosa* demonstriert, wobei die Kronblätter quer zur Längsachse, die Spreite parallel zu den Seitennerven geschnitten wurden. Es zeigt (Tab. 1), wie verschiedene Organe derselben Pflanze und dieselben Organe in verschiedenem Alter sich verhalten. Besonders stark sind die Ausschläge in der grossblättrigen dicken, aber zarten Krone, im ebenfalls zarten jungen Blatt aber schon bedeutend geringer und sehr gering und dazu noch unregelmässig im alten, ausgewachsenen Blatt. Während in den ersten drei Fällen das Resultat klar vor Augen liegt, ist das im derben, etwas lederigen ausgewachsenen Blatt nicht mehr der Fall. Obwohl die meisten Längenveränderungen noch innerhalb der Fehlergrenze liegen, muss man in einem solchen Fall den Versuch noch einmal wiederholen oder zur Sicherstellung des Resultates zum Hebel Zuflucht nehmen.

Im allgemeinen geben starke Ausschläge zarte, grossblättrige Blumenkronen, während viele andere Kronen, wie die von *Saraca*, *Saurauia*, *Barringtonia asiatica*, viele Orchideenblüten mit trockenhäutigen Perigonien, nur geringe Ausschläge geben. Die Blätter verhalten sich verschieden; junge Blätter gehen meistens gut, doch geben auch junge Blätter von *Hevea*, *Manihot Glaziovii* nur kleine Differenzen, während andererseits auch ältere Spreiten von verschiedenen Aroideen, von *Macrozanonia* kleine, aber mindestens ebenso deutliche Ausschläge geben wie die vorhin erwähnten jungen Blätter von *Hevea*. Ja, es gibt sogar junge Palmblätter, die mit der vereinfachten Methode ganz eindeutig zu messen sind, wie das Beispiel von *Pinanga* zeigt, wenn man nur die Abstufungen der Zuckerlösungen weit genug nimmt. Alle andern

¹ G e h l e r, G.: Ueber das gegenseitige Verhalten von Saugkraft und Grenzplasmolysewert. In.-Diss. Freiburg, Schweiz. 1930.

² E r t l, P. O.: Vgl. Unters. üb. d. Entwicklung d. Blattnervatur der Araeen. Flora 26. N. F., 1932.

Tabelle 1.

Wormia suffruticosa.

| Konzentration des Rohrzuckers | Länge des Streifens in | | Differenz in Teilstrichen | Prozent |
|--|------------------------|------------|------------------------------|---------|
| | Paraffin | Rohrzucker | | |
| 1. Kronblatt, quer | | | | |
| 0.10 | 1541 | 1584 | + 43 | +2.8 |
| 0.20 | 1298 | 1315 | + 17 | +1.3 |
| 0.30 | 1727 | 1719 | - 9 | -0.5 |
| 0.50 | 1478 | 1455 | - 23 | -1.6 |
| 0.70 | 2014 | 1965 | - 49 | -2.4 |
| 0.90 | 1863 | 1749 | -114 | -6.1 |
| 1.00 | 1531 | 1417 | -114 | -7.3 |
| 2. Junges Laubblatt | | | | |
| 0.20 | 1376 | 1382 | + 6 | +0.4 |
| 0.30 | 1744 | 1731 | -13 | -0.7 |
| 0.40 | 1635 | 1605 | -30 | -1.8 |
| 0.50 | 2125 | 2065 | -56 | -2.6 |
| 0.60 | 1676 | 1632 | -44 | -2.6 |
| 0.70 | 1738 | 1682 | -56 | -3.2 |
| 0.80 | 1347 | 1307 | -40 | -3.0 |
| 3. Aelteres Blatt | | | | |
| 0.10 | 1144 | 1164 | +20 | +1.8 |
| 0.20 | 1655 | 1676 | +21 | +1.3 |
| 0.25 | 1665 | 1686 | +21 | +1.3 |
| 0.30 | 1521 | 1525 | + 4 | +0.3 |
| 0.35 | 1716 | 1716 | 0 | 0 |
| 0.40 | 1389 | 1388 | - 1 | -0.07 |
| 0.50 | 1752 | 1741 | -11 | -0.6 |
| 4. Altes, völlig ausgewachsenes, derbes Blatt | | | | |
| 0.30 | 1279 | 1282 | +3 | +0.2 |
| 0.35 | 1049 | 1150 | +1 | +0.01 |
| 0.40 | 906 | 910 | +4 | +0.4 |
| 0.45 | 1105 | 1108 | +3 | +0.3 |
| 0.50 | 817 | 809 | -8 | -1.0 |
| 0.55 | 980 | 979 | -1 | -0.1 |

Junge Blätter von *Pinanga Kuhlii* var. *sumatrana*.

Blatt senkrecht zur Längsachse geschnitten.

| Rohrzucker | Länge in | | Differenz in | |
|------------|----------|------------|--------------|---------|
| | Paraffin | Rohrzucker | Teilstrichen | Prozent |
| 0.30 | 1129 | 1140 | +11 | +1.0 |
| 0.50 | 1082 | 1082 | 0 | 0 |
| 0.70 | 1038 | 1029 | -9 | -0.9 |
| 0.90 | 1188 | 1176 | -12 | -1.0 |
| 1.10 | 1339 | 1313 | -26 | -2.0 |
| 1.50 | 984 | 953 | -31 | -3.1 |

Palmbblätter aber sind, wenn sie nicht ganz jung sind, so nicht zu messen. An diesem Umstand sind jedenfalls die dicken Wände der Epi- bzw. Hypodermen schuld, die offenbar in ausgewachsenem Zustand völlig starr sind. So zeigten Querstreifen durch das Blatt von *Borassus flabellifer* sowohl in stark hypo- wie auch in stark hypertonen Lösungen dieselbe Länge. Entfernte man aber die oberen und unteren Zellschichten, so ergaben die Querstreifen deutliche und eindeutige, wenn auch schwache Längenveränderungen, wie folgendes Beispiel zeigt :

Borassus flabellifer,

Längenveränderungen von Querstreifen ausgewachsener Blätter, obere und untere Zellschichten des Blattes entfernt.

| Rohrzucker- konzentration | Länge in | | Differenz in | |
|------------------------------|----------|------------|--------------|---------|
| | Paraffin | Rohrzucker | Teilstrichen | Prozent |
| 0.70 | 454 | 456 | +2 | +0.5 |
| 1.00 | 397 | 402 | +5 | +1.3 |
| 1.30 | 336 | 336 | 0 | 0 |
| 1.50 | 303 | 302 | -1 | -0.3 |
| 1.80 | 330 | 327 | -3 | -1.0 |

Ein ähnliches Verhalten fand ich bei älteren Blättern von verschiedenen andern Palmen, wie *Nipa fruticans*, *Areca Catechu*, *Medemia nobilis*. Auch bei den derben Blättern verschiedener Cycadeen kann man nach Entfernung der oberen und unteren Zellschichten mit dieser Methode ein ähnliches Verhalten konstatieren.

Sehr unregelmässig oder gar nicht reagieren dann auch viele Blätter dikotyler Bäume, selbst dann, wenn sie noch nicht ganz ausgewachsen erscheinen, wie etwa die Blätter von *Calophyllum* oder von *Nephelium mutabile* und vieler Leguminosenbäume u. a. Die Blätter der Pandanaceen und merkwürdigerweise die nicht derben Blätter vieler Aroideen (*Scindapsus* u. a.), viele saftige Blätter von Scitaminen, ferner die meisten Blätter epiphytischer Orchideen konnte ich mit der vereinfachten Methode nicht messen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass stärkere Vergrößerungen doch zum Ziele führen würden.

b) Bei den derben Blättern, besonders aber bei Palmen, Cycaden, den breitnadeligen Koniferen, wandte ich daher von vorneherein die empfindlichere *Hebelmethode*¹ an, die bei genügend starker Vergrößerung die mittlere Saugkraft des Blattquerschnitts zu messen gestattet. Die angewandte Apparatur war im Prinzip dieselbe wie sie früher beschrieben und abgebildet wurde (l. c. S. 309); nur wurde der

¹ Ursprung, A. und Blum, G.: Zwei neue Saugkraft-Methoden. Jahrb. f. wiss. Bot., 72, 254—334, 1930.

Apparat dadurch kleiner und handlicher gemacht als der Tubus des Mikroskopes an ein Messingstück angeschraubt wurde, das selbst wieder auf ein kleines Tischchen befestigt werden konnte. Das Tischchen selbst bestand aus mehreren Lagen ausgetrockneter fester Holztäfelchen, die in verschiedenen Richtungen aufeinander geleimt waren, um ein Verziehen des Holzes in der feuchten Luft zu vermeiden. Die ganze Einrichtung hat sich sehr gut bewährt.

Die Blattstücke wurden in Blättern mit weitmaschiger Nervatur in der Grösse von 2×2 mm Seite geschnitten; in solchen mit stark hervortretenden Nerven, wie etwa bei Palmblättern, richtete sich die Grösse nach dem Abstand grösserer Nerven. Bei Palmen wurde immer nur die hauptnervfreie Stelle des Blattes gewählt.

Was die Stärke des Ausschlages anbetrifft, so hängt sie auch hier nebst dem Bau des Organs von der Konzentration der Rohrzuckerlösung ab. Im allgemeinen geben saftige oder krautige Blätter stärkere, derbere weniger grosse Ausschläge. Die Blätter von *Vanilla planifolia*, die meisten Aroideenblätter, die mesomorph gebauten Blätter von *Mimusops* geben starke Ausschläge, ebenso das Blatt von *Piper Cubeba*, während das derbere Blatt von *Piper nigrum* nur geringe Ausschläge zeigt. Die meisten Dikotylenbäume mit scheinbar mesomorphen Blättern geben verhältnismässig geringe Dickenänderungen (z. B. *Thea sinensis*, *assamica*, *Crescentia cujete* u. a.), ebenso die meisten, wenn auch fleischigen Blätter der epiphytischen Orchideen. Vielfach verläuft die Dickenänderung anders, als man nach dem Aussehen des Blattes erwarten würde. So ist die Dickenänderung des derben Blattes von *Vaccinium laurifolium* grösser als diejenige des weniger derben Blattes von *Psychotria*.

Aus der grossen Zahl der Untersuchungen mit dem Hebel sei ein Farn, eine epiphytische Orchidee, ein Palmblatt und ein derbes Blatt eines Dikotylenbaumes näher erörtert.

Zunächst zeigt Tab. 2 die Dickenänderungen eines Blättchens von *Marattia sambucina* in Teilstrichen (Tlstr.). Trotzdem das Blatt ziemlich derb ist, können die Ausschläge doch bedeutend sein (5 Tlstr. = 40μ); bei einer Saugkraftdifferenz von 7,7 Atm. sind sie $6\frac{1}{2}$ Tlstr. (= 52μ). Bei einer Blattdicke von zirka 0.9 mm beträgt die Dickenänderung bei der erwähnten Saugkraftdifferenz immerhin rund $\frac{1}{18}$ der Blattdicke. Ferner verlaufen die Ausschläge eindeutig, aber es dauert länger als bei den meisten einheimischen Koniferen.¹ Wie man sieht, würde man schon nach 15 Min. die ungefähre Lage der Saugkraft herauslesen können, aber man muss das Experiment solange laufen lassen, bis sich entweder ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat

¹ Man vergleiche Malin, B.: Zur Kenntnis der Saugkraft der Koniferennadeln. In.-Diss. Freiburg (Schweiz). Protoplasma 14, 1931.

oder der Ausschlag sehr gross geworden ist, da man zum voraus nie wissen kann, ob nicht Störungen eintreten, wie sie bei der *Pinus*nadel gefunden wurden.

Tabelle 2.
Blättchen von *Marattia sambucina*.

| Saugkraft der Lösung in Atm. | Dickenänderung in Teilstrichen Ablesungszeit in Minuten | | | | | Mittlere Saugkraft in Atm. |
|------------------------------|--|-------|--------|-------|---------------|----------------------------|
| 17.8 | +0.5 | + 0.5 | + 0.75 | + 1.5 | +1.5 Teilstr. | > 17.8 |
| | 3 | 13 | 17 | 27 | 55 Min. | |
| 21.5 | 0 | - 0.5 | - 1.0 | - 1.5 | - 1.5 | < 21.5 |
| | 2 | 15 | 20 | 28 | 43 | |
| 25.5 | 0 | - 1.0 | - 2.5 | - 4 | - 5 | < 25.5 |
| | 5 | 11 | 18 | 32 | 41 | |

Tabelle 3.
Blatt von *Dendrobium carnosum*.

| Saugkraft der Lösung in Atm. | Dickenänderung Ablesungszeit nach Minuten | | | | | | | | Mittlere Saugkraft in Atm. |
|------------------------------|--|-------|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|----------------------------|
| 0.00 | 0 | 0 | + 0.5 | + 1.5 | + 2.5 | Teilstriche | | | > 0.0 |
| | 2 | 4 | 10 | 14 | 26 | Minuten | | | |
| 0.00 | 0 | + 0.5 | + 1 | + 1.5 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | > 0.0 |
| | 2 | 4 | 9 | 13 | 16 | 27 | 30 | 35 | |
| 1.3 | 0 | 0 | + 0.25 | 0 | 0 | 0 | | | = 1.3 |
| | 3 | 5 | 8 | 10 | 15 | 23 | | | |
| 2.6 | 0 | + 0.5 | + 1.0 | + 1.0 | + 0.5 | 0 | - 0.5 | - 1.5 | < 2.6 |
| | 2 | 4 | 7 | 12 | 15 | 18 | 23 | 33 | |
| | - 2.0 | - 2.5 | | | | | | | |
| | 37 | 42 | | | | | | | |
| 2.6 | 0 | - 0.5 | - 1.0 | - 1.5 | | - 2.0 | | | < 2.6 |
| | 3 | 15 | 25 | 32 | | 40 | | | |
| 4.0 | 0 | 0 | 0 | - 0.5 | - 1.0 | - 2 | - 3 | - 4.5 | < 4.0 |
| | 2 | 6 | 9 | 11 | 14 | 17 | 20 | 26 | |
| 5.3 | 0 | + 0.5 | 0 | - 0.5 | - 1 | - 2 | - 3.5 | - 5 | < 5.3 |
| | 1 | 3 | 6 | 10 | 12 | 16 | 19 | 24 | |
| 8.1 | 0 | + 0.5 | + 0.5 | - 0.5 | - 2.5 | - 4.5 | | | < 8.1 |
| | 1 | 4 | 6 | 9 | 13 | 18 | | | |
| 11.1 | 0 | - 0.5 | - 1.0 | - 1.5 | - 2.5 | - 4.0 | - 6.0 | | < 11.1 |
| | 2 | 5 | 7 | 8 | 13 | 18 | 27 | | |

Aehnlich sind die Dickenänderungen der Blätter epiphytischer Orchideen. Als Beispiel möge das an der gemessenen Stelle etwa 3 mm dicke Blatt von *Dendrobium carnosum* (Tab. 3) dienen. Die grössten Dickenänderungen betragen 11 Tlstr. (= 88 μ), also rund $\frac{1}{35}$ der Blattdicke. Im Blatt dieser Pflanze treten ähnliche Komplikationen auf wie bei *Pinus*, indem, besonders in Lösungen, deren Saugkraft in der Nähe der Blattsaugkraft liegt, zuerst eine Ausdehnung und erst

nachträglich eine Zusammenziehung stattfindet, was mit Saugkraft-differenzen in den Geweben innerhalb des Blattes in Beziehung stehen dürfte (man vergleiche die Ueberlegungen in Ursprung und Blum).¹ Die Aenderungen sind aber schliesslich so eindeutig, dass mit grösster Sicherheit eine mittlere Saugkraft des Blattes von 1,3 Atm. abgelesen werden kann.

Bei andern Orchideen habe ich diese Unregelmässigkeiten nicht bemerken können. Die Blätter der epiphytischen Orchideen konnte ich mit dem Hebel leicht messen. Am kleinsten sind die Ausschläge bei *Grammatophyllum speciosum*; dort kam es vor, dass die Messung wiederholt werden musste, da die Ausschläge nicht deutlich genug waren.

Tabelle 4.
Blatt von *Borassus flabellifer*.

| Saugkraft der Lösung in Atm. | Dickenänderung | | | | | | Mittlere Saugkraft in Atm. |
|------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| | Ablesungszeit in Min. | | | | | | |
| 11.1 | +0.5 2 | +2.0 11 | +3.0 21 | +3.5 30 | +3.5 46 | | > 11.1 |
| 14.3 | 0 1 | 0 3 | +0.5 14 | +1.0 28 | +1.5 38 | +1.5 57 | > 14.3 |
| 17.8 | 0 4 | +0.5 10 | +1 19 | +1 28 | | | > 17.8 |
| 21.5 | 0 3 | 0 12 | 0 18 | +0.5 27 | +0.5 42 | | > 21.5 |
| 21.5 | 0 5 | 0 16 | 0 23 | 0 30 | 0 48 | | = 21.5 |
| 25.5 | 0 3 | 0 10 | 0 16 | -0.5 25 | -0.5 34 | | < 25.5 |
| 34.6 | 0 2 | -0.5 8 | -0.5 15 | -1.0 25 | -1.5 32 | -1.5 48 | < 34.6 |

Mit besonderem Interesse verfolgte ich die Dickenänderungen an den Palmblättern. Es zeigte sich, dass die zwischen den grossen Längsrippen liegenden Blattstücke bei den meisten Palmblättern normale, wenn auch geringe Ausschläge geben. Ein Beispiel, das gar nicht besonders günstig ist, stellt Tab. 4 für die ausgewachsene Fieder von *Borassus flabellifer* dar. Man sieht, dass die Ausschläge regelmässig verlaufen, dass in Lösungen, deren Saugkraft in der Nähe der Blattsaugkraft liegen, die Dickenänderungen nur gering, in Lösungen mit grösserem Konzentrationsabstand aber bedeutender sind. In ähnlicher Weise verhielten sich die Blätter der meisten anderen Palmen; einige geben sogar noch stärkere Ausschläge, so dass es möglich war, die

¹ Ursprung und Blum: Zwei neue Saugkraft-Messmethoden. Jahrb. f. wiss. Bot., 72, 1930. S. 313 ff.

Saugkräfte der Grosszahl der Palmblätter in Lösungen zu bestimmen, deren Konzentrationsabstände nur 0.10 Mol betragen. Andere Palmblätter gaben kleinere Ausschläge, wie diejenigen von *Cocos nucifera*, *Phoenix farinifera*, *Licuala Rumphii*, sowie *Livistona altissima*, *Coryphatan*, *Scheelea insignis*; aber sie waren doch noch so stark, dass die Werte mit genügender Sicherheit ermittelt werden konnten. Einige wenige gaben bei der angewandten Vergrösserung sowohl in niederen wie in hohen Konzentrationen gar keinen Ausschlag, wie die Blätter einiger *Calamus*arten und *Pandanus*. Zusammenfassend lässt sich über die Palmblätter sagen, dass sie im allgemeinen eindeutig, aber langsam reagieren. Jedenfalls soll man die Stücke mindestens eine Stunde in den Lösungen verfolgen.

Tabelle 5.
Blatt von *Calophyllum Inophyllum*.

| Saugkraft der Lösung in Atm. | Dickenänderung | | | | | | Mittlere Saugkraft in Atm. |
|------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| | Zeit in Min. | | | | | | |
| 11.1 | 0 | 0 | +0.5 | -1.0 | +1.5 | +1.5 | > 11.1 |
| | 3 | 7 | 12 | 23 | 33 | 40 | |
| 14.3 | 0 | +0.5 | +0.5 | +0.5 | +0.5 | +0.5 | (ca.) > 14.3 |
| | 2 | 7 | 14 | 25 | 35 | 49 | |
| 17.8 | 0 | -0.5 | -0.5 | -1.0 | -1.0 | -1.5 | < 17.8 |
| | 4 | 11 | 17 | 23 | 36 | 58 | |
| 34.6 | 0 | 0 | -0.5 | -1.0 | -1.5 | -2.0 | < 34.6 |
| | 2 | 9 | 17 | 24 | 35 | 56 | |

Aehnlich wie die Palmblätter verhalten sich die derben Blätter verschiedener Cycadeen; auch sie reagieren langsam, geben kleine, aber eindeutige Ausschläge. Besser reagieren die breitblättrigen Koniferen.

Als Beispiel einer Dikotyle sei das derbe Blatt des Guttiferenbaumes *Calophyllum Inophyllum* in Tab. 5 ausführlicher dargestellt. Es zeigt, dass die Dickenänderungen selbst in weitauseinanderliegenden Abstufungen nur schwach sind. Sie betragen trotz einer Blattdicke von rund 2 mm nur 3½ Tlstr., etwa $\frac{1}{70}$ der Blattdicke. Allerdings war *Calophyllum* von allen überhaupt messbaren Blättern der Dikotylen dasjenige mit der geringsten Dickenänderung. Aber ich wollte gerade an diesem ungünstigen Blatte zeigen, dass es auch da, trotz der geringen Dickenänderung, möglich ist, wenigstens die Grössenordnung, bei der sich der mittlere Blattwert befindet, mit einer Genauigkeit, die für ökologische Zwecke ausreichend ist, abzulesen. Doch wäre es nach Erfahrungen an andern Blättern auch hier möglich, Ausschläge zu bekommen in Lösungen, deren Abstand 0.10 Mol nicht übersteigen, wenn man nur mit stärkeren Vergrösserungen arbeiten würde.

c) Ich habe bei meinen Messungen beide Methoden benützt; solange es möglich war, verwendete ich die vereinfachte Methode. Doch sind viele Organe so derb, dass an deren Stelle die Hebelmethode benützt werden musste und daher ist es berechtigt, sich die Frage vorzulegen, ob diese beiden Methoden vergleichbare Werte liefern, und wenn das nicht der Fall sein sollte, die Gründe der Abweichung in jedem einzelnen Falle anzugeben.

Bei der Mehrzahl der Blätter, bei denen ich beide Methoden an demselben Objekt ausprobierte, fand ich dieselben Werte, so bei *Quassia* und *Myristica* :

Blatt von *Quassia amara* (5.II.).

| | | |
|--------------------------------|------|------|
| Vereinfachte Methode | 23.4 | Atm. |
| Hebelmethode | 23.4 | Atm. |

Blatt von *Myristica fragrans* (9.II.).

| | | |
|--------------------------------|------|------|
| Vereinfachte Methode | 11.9 | Atm. |
| Hebelmethode | 11.9 | Atm. |

In anderen Fällen liegen die Werte so nahe beieinander, dass sie praktisch als gleich angesehen werden können :

Blatt von *Cerbera manghas* (5.II.).

| | | |
|--------------------------------|------|------|
| Vereinfachte Methode | 13.5 | Atm. |
| Hebelmethode | 12.7 | Atm. |

Jüngeres Blatt von *Rhododendron javanicum* (3.I.).

| | | |
|--------------------------------|------|------|
| Vereinfachte Methode | 19.6 | Atm. |
| Hebelmethode | 21.5 | Atm. |

Auch bei Blättern anderer Pflanzen habe ich beide Methoden nebeneinander angewandt und dieselben (so auch bei *Oreodoxa regia*) oder doch Werte gefunden, die nahe beieinander lagen, und es bleibt jetzt nur noch übrig, diejenigen Fälle zu besprechen, in denen die Werte verschieden ausfielen.

Das war der Fall beim äusseren Perigonblatt von *Grammatophyllum speciosum*. Für die vereinfachte Methode nahm ich Querstreifen der etwas dünneren obern Partie, für die Hebelmethode die anschliessenden etwas dickeren, nach unten liegenden Stellen :

Äusseres Perigonblatt von *Grammatophyllum speciosum*, 27.XII.

| | | |
|--------------------------------|-----|---------------------------------|
| Vereinfachte Methode | 7.4 | Atm. (oberer Teil des Perigons) |
| Hebelmethode | 8.9 | » (unterer » » » |

Wenn mit der Hebelmethode der grössere Wert gefunden wurde, so dürfte das mit dem dickeren Perigonteil zusammenhängen, dessen durchschnittliche Saugkraft wahrscheinlich grösser ist als diejenige der dünnern Partie. Es darf demnach angenommen werden, dass die beiden Methoden dieselben Werte ergeben hätten, wenn man dieselbe Stelle hätte messen können, wie die Gegenkontrolle zeigte :

| | |
|--|--------------------------------------|
| Äusseres Perigonblatt von <i>Grammatophyllum speciosum</i> , 28.XII. | |
| Vereinfachte Methode | 8.1 Atm. (unterer Teil des Perigons) |
| Hebelmethode | 7.4 » (oberer » » ») |

Grössere Differenzen fanden sich im Blatt von *Cocos* :

| | |
|---|-----------|
| Jüngere Fieder von <i>Cocos nucifera</i> (8.XII.) : | |
| Vereinfachte Methode | 32.1 Atm. |
| Hebelmethode | 23.4 » |

Bei der vereinfachten Methode wurden Querstreifen, die senkrecht zu den Blattrippen verliefen, geschnitten, bei der Hebelmethode aber Stücke in der nervfreien Partie zwischen den grossen Längsrippen heraus präpariert. Wie man ohne weiteres einsehen wird, brauchen die mit beiden Methoden erhaltenen Werte nicht übereinzustimmen, da ja nicht dasselbe gemessen wird. Der Hebel gibt hier den tieferen Wert; die zwischen den grösseren Längsrippen gelegenen Partien haben demnach eine kleinere Saugkraft als das mit der vereinfachten Methode gemessene Blattstück (Rippen + Zwischenstück), während man eher das umgekehrte Resultat erwartet hätte. Worauf das beruht, vermag ich jetzt nicht zu sagen, da wir zurzeit über die Verteilung der Saugkraft in den einzelnen Zellen eines Palmblattes nichts wissen und auch nicht darüber orientiert sind, welche Zellen des Blattes an der Ausdehnung und Zusammenziehung in den Rohrzuckerlösungen beteiligt sind und in welchem Grade sie das tun. Dass die beiden Methoden nicht in allen Palmblättern verschiedene Werte geben, zeigten junge Blätter von *Oreodoxa regia*, die gleiche Werte lieferten.

Die grösste Abweichung der mit beiden Methoden gemessenen Werte erhielt ich im Blatt von *Marsilia crenata* :

| | |
|---|-----------|
| Blatt von <i>Marsilia crenata</i> (26.XI.). | |
| Vereinfachte Methode | 11.9 Atm. |
| Hebelmethode | 4.0 » |

Dieses Resultat hängt zusammen mit dem anatomischen Bau des Blattes, der in Fig. 1 schematisiert dargestellt ist. Zur Messung mit der vereinfachten Methode wurden Querstreifen zur Längsachse eines Blättchens benutzt; wie man aus der Figur sieht, misst man mit dieser Methode die Saugkraft der Epidermen, während mit dem Hebel der Querschnitt (also Epidermis + Mesophyll) gemessen wird. Es ist daher klar, dass man in einem solchen Fall mit beiden Methoden verschiedene Werte erhalten muss, sobald die Zellen der verschiedenen Gewebe nicht dieselbe Saugkraft besitzen.

Fassen wir das über beide Methoden Gesagte zusammen, so ergibt sich, dass die gefundenen Werte für die Saugkräfte vom methodischen Standpunkt aus in den meisten Fällen untereinander vergleichbar sind;

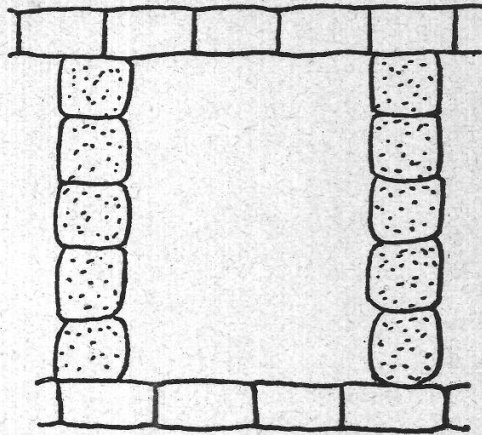
wenn es Abweichungen gibt, so sind es Ausnahmen, die entweder mit dem besonderen Bau des Objektes zusammenhängen, wie bei *Marsilia*, oder damit, dass mit beiden Methoden nicht dasselbe gemessen werden konnte.

2. Der Grenzplasmolysewert.

Ich bestimmte ihn mit der üblichen grenzplasmolytischen Methode. Während es aber bekanntlich sehr leicht ist, den osmotischen Wert einer einzelnen Zelle zu bestimmen, ist das bei einem Gewebe ganz anders. Bei der einzelnen Zelle braucht man bloss jene Rohrzuckerkonzentration zu suchen, die eben sichtbare Plasmolyse hervorruft.

Nimmt man mehrere nebeneinander liegende Zellen desselben Gewebes, so wird man in derselben Lösung verschiedene Grade der Plasmolyse finden, m. a. W., der Grenzplasmolysewert ist selbst in benachbarten Zellen des gleichen Gewebes verschieden. Bei vielen Geweben, besonders bei Epidermen, liegen in der Regel die Werte derjenigen Zellen, die die höchste und die niedrigste Grenzkonzentration zeigen, nicht weit auseinander, so dass man sich daran gewöhnt hat, diejenige Lösung als Grenzkonzentration des Gewebes anzugeben, bei der die Mehrzahl der Zellen deutliche Plasmolyse zeigt. Ganz anders liegt die Sache bei vielen parenchymatischen Geweben, besonders in denjenigen des Blattes, sobald man dazu übergeht, das Mesophyll des Blattes genauer zu analysieren, wie das teilweise schon früher bei den Palisaden des Efeu versucht wurde.¹ Bei dem damals untersuchten Blattstück schwankte Og der Palisadenzellen zwischen 0.76 und 0.94 Mol Rohrzucker. Würde man Og nach dem gewöhnlichen Verfahren der Durchschnittswerte angeben, so läge Og bei 0.84, weil bei dieser Konzentration die Mehrzahl der Zellen plasmolysiert ist. In diesem Fall liegt Og ziemlich genau in der Mitte zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert, was aber nicht immer zutrifft. Wenn man demnach den osmotischen Wert « der » Palisaden oder « des » Schwammparenchyms angeben soll, so kann man den « Mittelwert » angeben, bei dem die meisten Zellen plasmolysiert sind oder man kann die Grenzen angeben, zwischen denen Og schwankt und die Vollkommenheit ist erreicht, wenn sämtliche Zellen gezählt werden und bei den zwischen den Grenzen gelegenen Konzentrationen die Zahl der plasmolysierten Zellen ermittelt wird. Welches Verfahren man einschlagen will, hängt ab von der Ge-

Figur 1.



Marsilia crenata,
Schematischer
Blattquerschnitt.

¹ Ursprung, A. und Blum, G.: Dürfen wir.... Biol. Ztrbl. 40, 1920, S. 193—216.

nauigkeit, mit der man Og zu bestimmen wünscht und vom Ziel, das man sich setzt.

In meinem Fall habe ich das so gehalten, dass der Mittelwert angegeben wurde, wenn Og der einzelnen Zellen desselben Gewebes nicht stark verschieden war. Wenn Og in demselben Gewebe in benachbarten Schnitten stark schwankte, so gab ich die kleinsten und die höchsten in diesen Schnitten gefundenen Werte an, womit allerdings nicht gesagt ist, dass in demselben Gewebe nicht noch höhere oder tiefere Werte gefunden werden könnten.

Bei der Bestimmung des Og in einem Gewebe ist es immer von besonderer Wichtigkeit, dass für ein rasches und allseitiges Eindringen der Lösung gesorgt wird. Ich konnte diese Forderung allerdings sehr oft nur in unvollkommener Weise durchführen, dadurch, dass ich die Schnitte in den Lösungen gut durchschüttelte und dafür sorgte, dass die Schnitte in den Lösungen von Anfang an untergetaucht blieben. Besser hätte man bei vielen Blättern die Luftpumpe benützt, was aber meistens gar nicht möglich gewesen wäre.

3. Saugkraft des Substrats.

In vielen Fällen untersuchte ich auch noch die Saugkraft des Bodens und in der Mangrove Schlamm und Wasser, wobei ich die Kapillarmethode¹ anwandte. Die Hauptschwierigkeit dieser einfach und leicht zu handhabenden Methode besteht in der Verhinderung der Kondensation auf der Innenseite des Deckels und an den Kapillaren. Man muss demnach dafür sorgen, dass die Exsikkatoren keine Abkühlung erleiden, was nicht immer leicht ist. Ich habe das meistens so gemacht, dass die gut abgedichteten Gefässe unter einem grossen Quantum abgestandenem Wasser aufbewahrt wurden. Obschon auf diese Weise eine Kondensation meistens verhindert wird, gingen mir doch durch Auftreten von Tropfen am Rand der Kapillaren manche Messungen verloren.

4. Aussenfaktoren.

Von diesen bestimmte ich die Lufttemperatur am Wuchsort der Pflanze mit einem geeichten Schleuderthermometer und die relative Feuchtigkeit der Luft entweder mit einem kleinen Präzisionshygrometer oder mit einem Aspirationspsychrometer von A s s m a n n. Im letzteren Fall wurde die relative Feuchtigkeit aus der beigegebenen Psychrometertafel nach *H. Bongards* abgelesen. Die Angaben des Hygrometers und die aus der Psychrometertafel abgelesenen Feuchtigkeitsgrade differierten im Schatten um höchstens zwei relative Prozente. An der Sonne hingegen gab das Haarhygrometer bis gegen 17 %

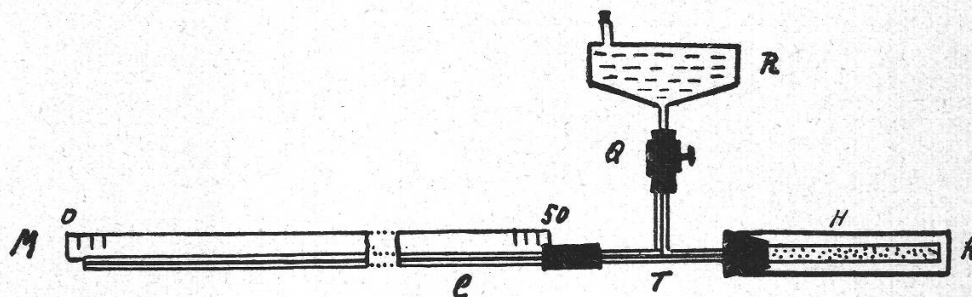
¹ U r s p r u n g, A. und B l u m, G.: Zwei neue Saugkraft-Messmethoden. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 72, 254—334, 1930.

niedrigere Werte an. Daher benützte ich dieses Hygrometer nur am Schatten. Aus der Lufttemperatur bzw. der Angabe des trockenen und nassen Thermometers wurde dann nach $Sd = f - F$ das Sättigungsdefizit in g pro m³ berechnet.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden immer in nächster Nähe des untersuchten Organs gemessen.

Ausser diesen Grössen bestimmte ich auch die Verdunstung mit Hilfe einer Kitasatokerze (Fig. 2), die in ein für den Transport bestimmtes Gehäuse aus galvanisiertem Blech eingebaut war. Die Kerze *K* stand in einem durchbohrten Kautschukzapfen mit einem *T-Stück* (T)

Figur 2.



Verdunstungsmesser.

in Verbindung, dessen eines Rohr mit der Glaskapillare *C*, das andere mit dem Wasserreservoir *R* verbunden war. Das Schlauchstück konnte mit Quetschhahn *Q* geöffnet und geschlossen werden. Ein am Gehäuse fixierter Maßstab *M* gestattete das Ablesen des von der Kerze verdunsteten Wassers an dem Kapillarrohr, dessen innerer Durchmesser 2.7 mm und dessen Länge annähernd 50 cm betrug. Ein zurückklappbarer Deckel des Gehäuses machte die Kerze frei, so dass während der Beobachtung keine Störungen der Verdunstung stattfinden konnten. Für den Transport wurde das geschlossene Rohrstück *H* über die Kerze gestülpt, womit die Verdunstung völlig unterbunden war. Das Ganze konnte mit einem während der Verdunstung nach unten geklappten Deckel verschlossen werden, so dass der ganze Apparat leicht an der Hand mitgetragen werden konnte. Auch waren Hängevorrichtungen angebracht, die das Aufhängen des Apparates in der Nähe des zu untersuchenden Organs ermöglichten. Die freie Oberfläche der Kerze betrug 48 cm². Das Ablesen soll erst nach 5 Min. beginnen, da in den ersten Minuten die Verdunstung nicht konstant ist. In einem Versuch im geschlossenen Zimmer betrug die Verdunstung bei 19.5° und 52 % rel. Luftfeuchtigkeit in den ersten 5 Min. 0.75 cm der Kapillare, in den folgenden 5 Min. während 1½ Stunden 0.65 cm. Die Angaben für die Evaporation beziehen sich auf cm³ pro dm² Fläche und Stunde.

Um die Kerze zu füllen, muss sie zuerst mit heissem Alkohol ausgekocht werden, später wird an Stelle des Alkohols heisses Wasser durchgesaugt.¹ Wenn die Luft völlig verdrängt ist, genügt für die Füllung des Reservoirs abgestandenes destilliertes Wasser.

5. *Transpiration.*

Mit den osmotischen Grössen verfolgte ich in den meisten Versuchen auch die Transpiration. Zu diesem Zwecke wurden die Blätter bzw. Blüten benützt, die unmittelbar neben denjenigen Organen angewachsen waren, deren osmotische Grössen gemessen wurden. Nach dem Abschneiden verklebte ich zuerst die Schnittstelle mit Vaseline und bestimmte das Frischgewicht des Organs, worauf ich die Schnitte des Nachbarorgans in Paraffinöl einlegte zur Bestimmung von *S* oder von *Og*. Da diese Operation immer eine gewisse Zeit beanspruchte, konnte ich die zweite Transpirationswägung nicht immer in so kurzer Zeit vornehmen, wie das wünschbar gewesen wäre. Immerhin war es mir in den meisten Fällen möglich, die erste Ablesung nach 15 Min. auszuführen. In andern Fällen, besonders wenn ich am Standort arbeitete, konnte die erste Ablesung oft erst nach 60 Min. gemacht werden. Doch glaube ich, auch diese Werte noch benützen zu dürfen, da viele Blätter, wie später noch gezeigt werden soll, ausserordentlich wenig transpirieren.

Zur Wägung benützte ich eine kleine, einfache Handwaage, die bei leichteren Blättern eine Ablesung von 0.002—0.003 g, bei schwereren eine solche von 0.005 bis 0.008 g gestattete, was im ersten Fall 1 bis 1.5 %, im zweiten von 1—3½ % des Transpirationsgewichtes mittelstark transpirierender Blätter ausmacht. Die zur Transpirationmessung bestimmten Blätter wurden entweder an einem Faden an der einen Seite der Waage befestigt oder ich legte sie bis zur folgenden Ablesung einfach auf die Waagschale. Letzteres Verfahren wendete ich hauptsächlich bei den grossen Palmfiedern an, wobei mich mehrere Versuche überzeugten, dass bei diesen Blättern kaum ein Unterschied besteht zwischen solchen und frei aufgehängten Blättern.

In Buitenzorg, in Ostjava, in der Mangrove und den offenen oder halboffenen Standorten in Tjibodas, an denen die Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede an verschiedenen Stellen nur wenig differieren, führte ich diese Transpirationmessungen nicht am Wuchsort der Pflanze durch, sondern da, wo ich meine osmotischen Versuche machte, also meistens im Laboratorium. Im feuchten Urwald hingegen, wo die klimatischen Verhältnisse ganz andere sind als im Laboratorium, wurden die Transpirationmessungen am Wuchsort der Pflanze selbst oder in allernächster Nähe durchgeführt.

¹ Ursprung, A.: Zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. Ber. d. D. Bot. Ges., 31, 388—400, 1913.

6. Abkürzungen.

Im folgenden sind für mehrfach wiederkehrende Ausdrücke folgende Abkürzungen gebraucht worden :

Sn = Saugkraft des Gewebestreifens.

Sg = Saugkraft der Zelle (des Zellinhalts) bei Grenzplasmolyse (um mit der Saugkraft des Streifens besser vergleichen zu können, wurde nicht *Og*, sondern eben die diesem Wert zugehörige Grösse in *Atm.* angegeben).

T oder *LT* = Temperatur der Luft in Centigraden.

RF = Relative Luftfeuchtigkeit in %.

Sd = Sättigungsdefizit in g pro m³.

Ev = Verdunstung der Atmometerkerze in cm³ pro Stunde und dm² verdunstender Fläche.

T = Transpiration.

II. Abschnitt.

Saugkraft und Grenzplasmolysewert.

In diesem Abschnitt sollen die gemessenen Saugkräfte und Grenzplasmolysewerte näher besprochen werden.

Die bisherigen Erfahrungen im Experiment und an Freilandpflanzen ergaben eine weitgehende Abhängigkeit beider Grössen von Aussenfaktoren. Für die Saugkraft (*Szn*) sind besonders wichtig die Feuchtigkeit des Bodens und der Luft, vor allem deshalb, weil sie stark und rasch wirken. Ein Regen auf trockenen Boden bringt die Saugkraft sofort zum Fallen,¹ andererseits steigt die Saugkraft beim Austrocknen innert einigen Stunden oft sehr stark an, wie das neuerdings *Gehler*² wieder gezeigt hat. Auch die Veränderung der Luftfeuchtigkeit bei gleichbleibendem Wassergehalt des Bodens bringt die Saugkraft zum Steigen oder Fallen, besonders wenn der Boden trocken ist. Auf diese Weise erklären sich die täglichen periodischen Schwankungen der Saugkraft. Aber die Wirkung des Regens bzw. des Sättigungsdefizits ist bei verschiedenen Arten verschieden,³ besonders bei Pflanzen mit ausgeprägten Wasserspeichern kann es oft lange gehen, bis man eine Aenderung von *Sn* nachweisen kann.⁴ Andere die Saugkraft ändernde Faktoren, wie das Licht, die Temperatur, der Wind sind bei ökologi-

¹ *Blum*, G.: Untersuchungen über die Saugkraft einiger Alpenpflanzen. *Beih. Bot. Zentralbl.*, 43, 1926.

Molz, F. J.: A study in suction force etc. *Am. J. of Bot.*, 13, 1924.

² *Gehler*, G.: Ueber das gegenseitige Verhalten etc. In.-Diss. Freiburg (Schweiz), 1930.

³ Siehe Tabelle 57 bei *Gehler*.

⁴ *Ursprung*, A.: Einige Resultate der neuesten Saugkraftstudien. *Flora* 18 u. 19, 1925.

Molz, F. J.: l. c.

Kandija, V.: Ueber die period. Schwankungen der Saugkraft. In.-Diss. Freiburg (Schweiz), 1926.

schen Untersuchungen weit weniger wichtig, weil sie langsam und in viel geringerem Grade wirksam sind.

Der Grenzplasmolysewert (Og) ist ebenfalls von den genannten Faktoren abhängig, aber die Schwankungen von Og scheinen bei der grösseren Zahl der Arten weniger stark zu sein als bei Sn (Gehler l. c., Lambrecht),¹ wobei zu beachten ist, dass Og sich auf die obere bzw. untere Epidermis bezieht, während Sn Durchschnittswerte der ganzen Organe (Blatt oder Blüte) darstellen. Nach den Studien Bäckers² wirkt auf Og sehr stark und rasch die Temperatur (bei Wasserpflanzen die Wassertemperatur, bei Erdpflanzen die der Luft) ein, wobei sich auch hier verschiedene Arten verschieden verhalten. Auch Boden- und Luftfeuchtigkeit sind wichtig, letztere aber nur dann, wenn der Boden nicht mehr sehr nass ist. Die übrigen Faktoren, wie Licht (Stärke oder Farbe), Wind, verändern Og langsam und unbedeutend, so dass sie für unsere Verhältnisse vernachlässigt werden können. — Hingegen müssen sowohl für die Saugkraft wie für den osmotischen Wert noch zwei andere Faktoren berücksichtigt werden, die verändernd wirken können, das Alter des Organs³ und der Standort.⁴ Um den Einfluss des Alters auszuschalten, wurden, wenn nichts anderes bemerkt wird, ausgewachsene Blätter und voll entwickelte Blüten- teile untersucht. Vom Standort wird in jedem Kapitel das Notwendige erörtert.

Aus diesen Bemerkungen geht hervor, dass für die Beurteilung der gemessenen Zustandsgrössen Angaben über die Bodenfeuchtigkeit, die relative Luftfeuchtigkeit und die Temperatur bzw. das Sättigungs- defizit unerlässlich sind. Um einen Anhaltspunkt für den Feuchtigkeits- grad des Bodens zu gewinnen, wurde die Regenmenge des der Mes- sung vorhergehenden Tages angegeben.

I. Kapitel.

Untersuchungen in Buitenzorg.

Nach dem soeben Gesagten dürfte es angezeigt sein, einige Grund- züge des Buitenzorger Klimas, soweit es für uns in Betracht kommt, kurz zu skizzieren.

¹ Lambrecht, E.: Beitr. z. Kenntnis der osm. Zustandsgrössen einiger Pfl. d. Flachlandes. Beitr. z. Biol. d. Pfl., 17, 1929.

² Bäcker: Ueber d. Abhängigkeit des osm. Wertes von einigen Aussen- faktoren. In.-Diss. Freiburg (Schweiz), 1919.

³ Lambrecht, E.: l. c.

Blum, G.: Zur Kenntnis der Grösse und Schwankung d. osm. Wertes. Beih. z. Bot. Ztrbl. I. Abt. 33, 1916.

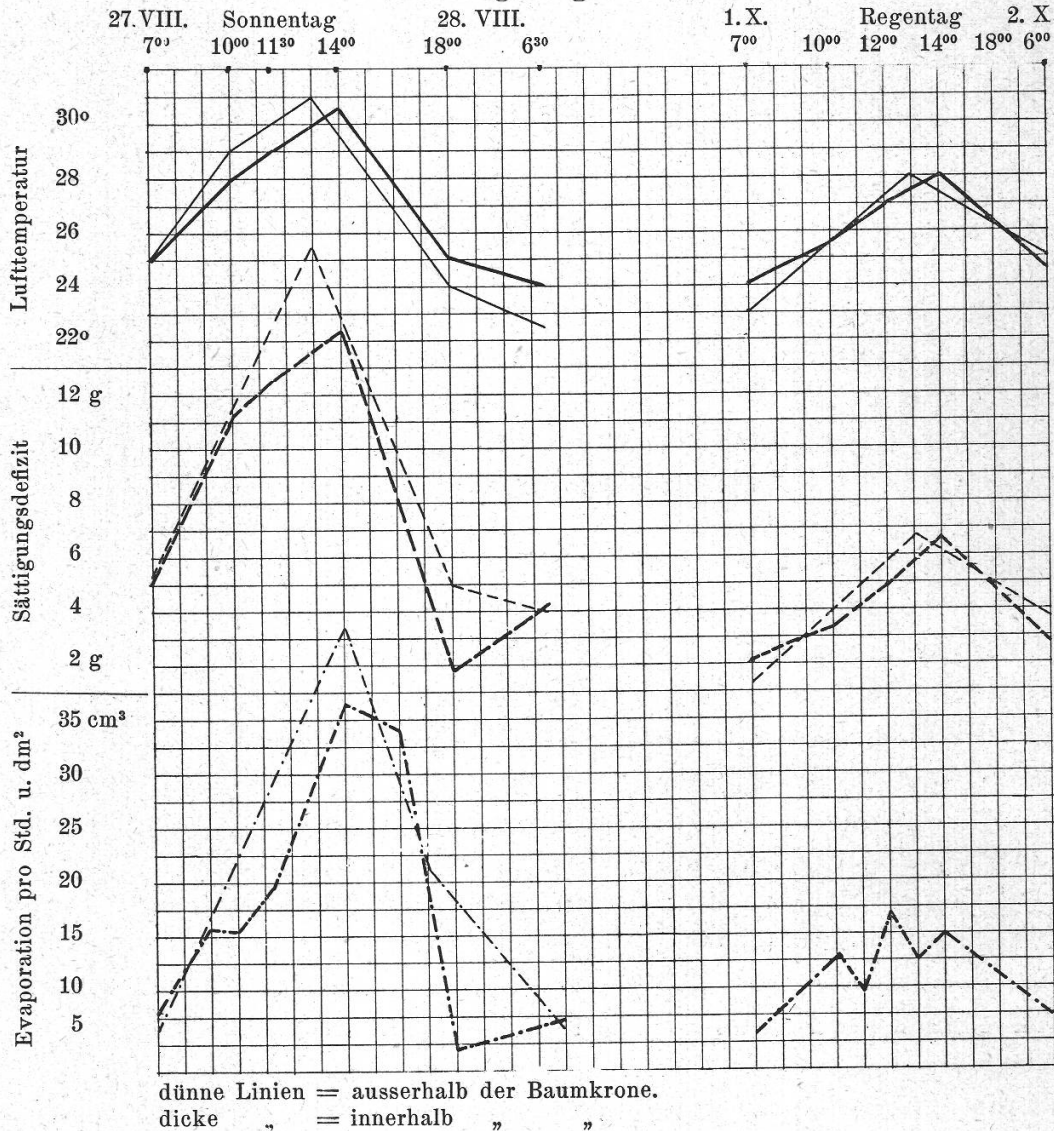
⁴ Blum, G.: Unters. üb. d. Saugkraft einiger Alpenpflanzen. Beih. Bot. Ztrbl. 43, 1926.

Blum, G.: Einige Ergebnisse der Saugkraftmessungen an Freilandpflanzen. Mitt. d. Naturf. Ges. Freiburg (Schweiz), 1926.

Nachdem schon Junghuhn¹ die wichtigsten Züge des Klimas von Java dargestellt hatte, wurde das Buitenzorger Klima durch die anziehende Schilderung Haberlands² weiteren Kreisen bekannt.

Fig. 3.

Aussenfaktoren innerhalb und ausserhalb der Baumkrone an einem Sonnen- und Regentag.



Eine eingehendere Darstellung, die sich auf die Erfahrungen von mehr als 20 Jahren bezieht, findet sich bei C. Braak.³ Das Makroklima zeichnet sich aus durch grösste Regelmässigkeit, hauptsächlich was Temperatur und Luftfeuchtigkeit anbelangt, wobei erstere nur wenig, letztere aber sehr stark schwanken kann. Die grössten Differenzen finden sich in Trockenperioden, die auch in Buitenzorg während der

¹ Junghuhn: Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart. Uebertragen von J. K. Hasskarl. Leipzig, 1857.

² Haberlandt, G.: Eine bot. Tropenreise. Leipzig 1893.

³ Braak, C.: Het Klimaat van Nederlandsch-Indie. Deel II, Vol. II (Java en Madoera). Weltevreden 1928.

Trockenzeit häufig sind. Die tiefste Temperatur fällt an solchen Tagen immer auf den Morgen zwischen 5 und 6.30 Uhr; sie schwankt dann in der Regel zwischen 20 und 23°. Sie steigt dann rasch und gleichmässig an bis um 1 Uhr mittags, wo sie einen Wert in der Nähe von 32° erreicht, dann fällt sie rasch bis gegen 6 Uhr abends auf etwa 25°, endlich langsam, bis sie am andern Morgen um 6 Uhr das Minimum erreicht hat. An Regentagen oder in den feuchtschwülen Zeiten vor einer grösseren Regenperiode ist der Temperaturgang ganz ähnlich, aber die Temperaturdifferenzen betragen oft nicht einmal 5°. Dass unter solchen Verhältnissen die Temperatur auf die Veränderung von Sn und Sg nach den bisherigen Erfahrungen keinen grossen oder überhaupt nur merkbaren Einfluss haben kann, ist leicht einzusehen. Ganz anders ist es mit der Feuchtigkeit. Sie zeigt an trockenen Tagen ein rasches Fallen bis auf 40 % und darunter am Vormittag, steigt dann im Verlauf des Nachmittags, um von etwa 7 Uhr an auf über 90 % zu bleiben. Am andern Morgen liegt schon um 4 Uhr reichlicher Tau auf allen Blättern, der sich dann bei steigendem Stand der Sonne rasch verflüchtigt. In der Regenzeit aber fällt RF nur während zwei oder drei Stunden am Vormittag auf 60 % herunter, während sie meistens mehr als zwölf Stunden auf über 90 % bleibt. Das ist die allgemeine Regel; im übrigen sind die einzelnen Tage ebenso verschieden, wie das in Europa der Fall ist.¹ Das gilt besonders für den Regen. In der Regen- wie in der Trockenzeit können die verschiedensten Regenmengen fallen von Null bis über 10 cm täglich (während meiner Messzeit vom 15. August 1930 bis 10. März 1931 in Buitenzorg). Es ist klar, dass solche Unterschiede in der Feuchtigkeit der Luft und des Bodens die osmotischen Grössen stark beeinflussen werden.

Wichtiger für uns sind die mikroklimatischen Verhältnisse. Da ist zunächst zu bemerken, dass die beiden Gärten, in denen ich meine Messungen ausführte, am besten als halboffene Standorte zu bezeichnen sind.

In Fig. 3 sind nach eigenen Messungen an einem Sonnentag und an einem Regentag die Lufttemperatur, das Sättigungsdefizit und die Evaporation innerhalb und ausserhalb der Baumkrone von *Wormia suffruticosa* dargestellt. Der Baum steht am Rande des Gartens, so dass uns die ausserhalb der Krone gemessenen Werte (dünne Linien) das Makroklima angeben dürften. Die innerhalb der Baumkrone gemessenen Werte wurden erhalten an einer schattigen Stelle zwischen mehreren grossen Blättern etwa 2 bis 2½ m von der Oberfläche der Krone entfernt. Man sieht zunächst, dass die Differenzen zwischen aussen und innen bei allen Grössen sehr gering sind, besonders am Regentag. Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass Temperatur und

¹ Man vergleiche das Zitat aus Junghuhn bei Hann, Handbuch der Klimatologie 2, 1. Teil. Stuttgart 1910.

Luftfeuchtigkeit eine kleine zeitliche Verschiebung erleiden, die so gering ist, das sie praktisch bei unseren Messungen gar nicht in Betracht kommt (man vergleiche damit die Verhältnisse im Urwald), und auch die Differenzen am Sonnentag sind so klein, dass sie die osmotischen Grössen nur in so geringem Grade beeinflussen dürften, dass sie bei den gewählten Abstufungen der Konzentrationen nicht mehr in Erscheinung treten. Ich habe noch mehrere andere Vergleiche an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten durchgeführt, wovon die meisten ein ähnliches Resultat ergaben. Grössere Unterschiede findet man erst, wenn man Vergleiche durchführt zwischen offenen freien Stellen und dicht bewachsenen Stellen des Gartens in Bodennähe. Daraus ergibt sich, dass an halboffenen Standorten die Unterschiede von Temperatur und Luftfeuchtigkeit an schattigen und sonnigen Stellen so geringfügig sind, dass sie für unsere Untersuchungen als gleichwertig behandelt werden können.¹

Die Untersuchungen in Buitenzorg wurden im Treublaboratorium des Botanischen Gartens oder im Cultuurtuin in Tjikeumeuh durchgeführt. In letzterem hatte ich Gelegenheit, die Kulturpflanzen Javas (mit Ausnahme der Obste) näher zu studieren.

Um den Wasserverlust vom Pflücken bis zur Untersuchung (je nach Entfernung zwei bis acht Min.) möglichst zu vermeiden, hüllte ich zartere Organe in Stanniol, das vielfach noch in eine Büchse eingelegt wurde. Bei derben Blättern, wie Palm- und Cykadeenfiedern ist diese vorsichtige Behandlung nicht notwendig. Wie ich mich an einigen Kontrollmessungen überzeugte, konnte in einem Palmblatt in den gewählten Konzentrationsabstufungen keine Veränderung von Sn bemerkt werden, nachdem die Fiedern zehn Minuten frei auf dem Tisch gelegen waren.

1. Die periodischen Änderungen von Sg und Sn und ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren.

a) *Wormia suffruticosa*.²

Die periodischen Änderungen untersuchte ich am eingehendsten bei der Dilleniacee *Wormia suffruticosa* Griff. Dieser etwa 5 bis 6 m hohe Baumstrauch lag am Rande des Gartens, mit der einen Seite frei gegen den offenen Platz, mit der andern von höheren Bäumen beschattet. Dieser Baum war deshalb als Standardpflanze sehr günstig, weil

¹ Meine Temperatur- und Feuchtigkeitsablesungen differieren auch sehr wenig mit denjenigen der meteorologischen Station, die etwa 1½ km entfernt ist, so dass ich in den Fällen, wo ich selbst keine Ablesung machen konnte, die Daten dieser Station benützte.

² Die Pflanzennamen des Gartens nach Dakus: An alphabetical list of plants cultivated in the Botanic Gardens, Buitenzorg. Bull. du jard. bot., série III, suppl. vol. I, 1930.

er, solange ich in Buitenzorg Untersuchungen machte (sieben Monate), immer neue Blätter und Blüten trieb, so dass zu jeder Zeit gleich alte Blätter und Blüten zur Verfügung standen. Die älteren Blätter sind derb und beinahe lederig; sie eignen sich nicht mehr zur Untersuchung (siehe Tab. 1); hingegen bilden die jüngeren Blätter und die grossen Kronblätter sehr geeignete Objekte für die vereinfachte Methode. Die meisten Blätter und zum Teil auch die Blüten waren am Vormittag der Sonne ausgesetzt, von Mittag an kamen sie in den Schatten. Vor dem Aufblühen bilden die Blüten etwa 1½ cm dicke Knöpfe, die sich während der Nacht entfalten und morgens etwa um 4 Uhr aufgehen, bis die Krone um etwa 6 Uhr tellerförmig ausgebreitet ist. Um Mittag herum fangen die Kronen an zu runzeln und fallen im Verlaufe des Nachmittags ab, an der Peripherie etwas früher, weiter innen etwas später.

Die Ergebnisse für Sn sind in Fig. 4 und Tab. 6 niedergelegt. In Fig. 4 wurden die Saugkraft des Blattes und der Krone, sowie LT, Sd, Ev und die Transpiration der Blätter dargestellt. Zu jeder Messung wurden zwei möglichst gleich alte Blätter benützt, die nahe beisammen standen, das eine zur Messung von Sn, das andere zur Bestimmung der Transpiration (20 Minuten). In Tab. 6 wurde überdies noch ein jüngeres und ein älteres Blatt gemessen. In Fig. 4 wurde die Kurve der Krone (dünne Linie) durchgezeichnet, da für die Messung um 16 und 18 Uhr noch frische Kronen im Innern des Baumes gefunden werden konnten. Beide Messungen fielen auf schöne, sonnige Tage, ohne Wolken und Regen, aber mit reichlichem Tau am frühen Morgen.

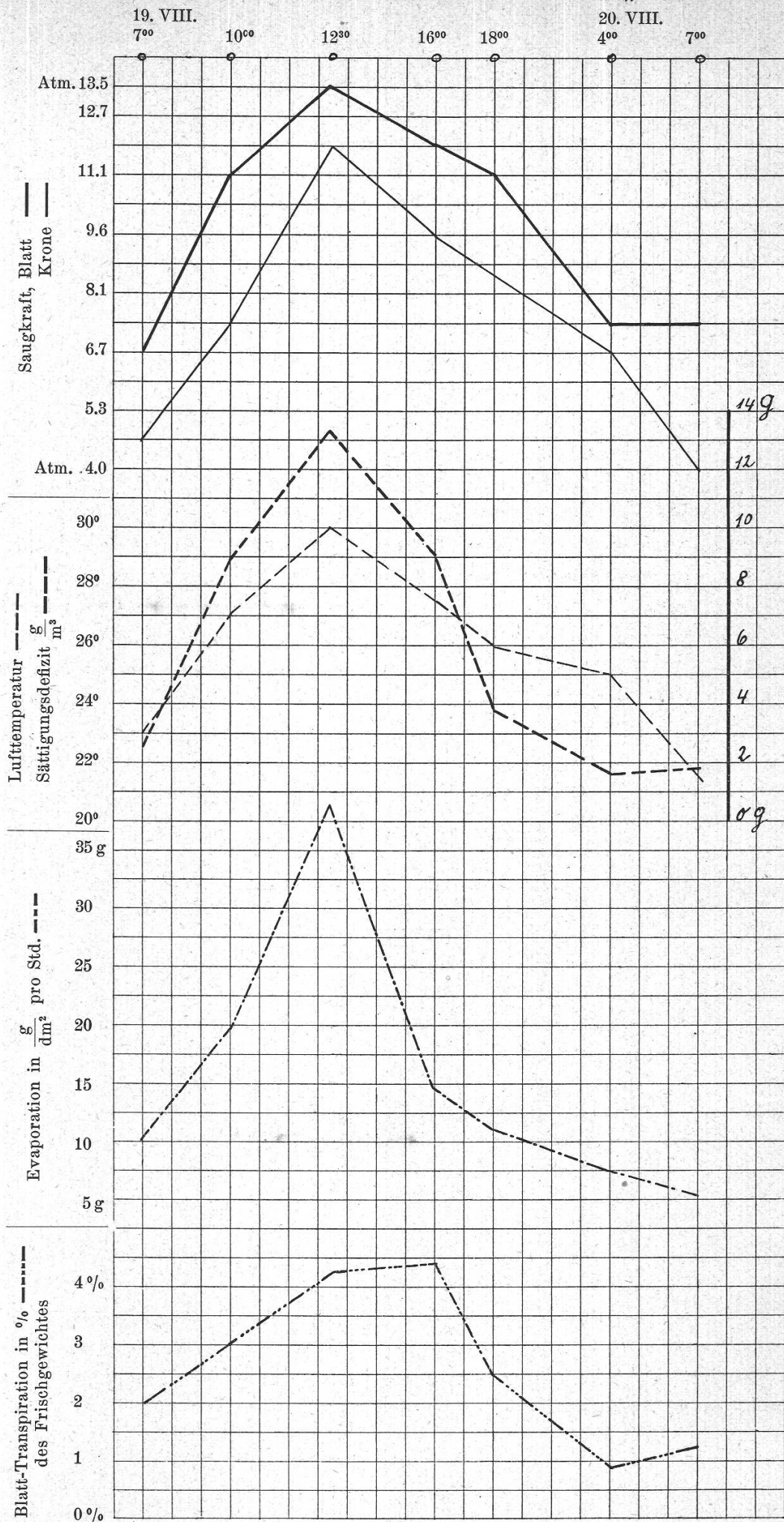
Tabelle 6.

Periodizität von Sn bei Blatt und Krone von *Wormia suffruticosa* Griff.

| 27./28. VIII. 30 | 7 ³⁰ | 10 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 18 ⁰⁰ | 4 ³⁰ | 6 ³⁰ |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Junges Blatt | 6.0 | 10.4 | 11.9 | 10.4 | 7.4 | 8.9 |
| Aelteres Blatt | 10.4 | 11.9 | 11.9 | — | 10.4 | — |
| Krone | 6.0 | 10.4 | 12.7 | — | 9.6 | 8.9 |
| L T | 25° | 28 | 29 | 25 | 23.5 | 23 |
| R F | 78 % | 58 | 56 | 92 | 85 | 80 |
| Sd | 5.1 | 11.4 | 12.6 | 1.8 | 3.2 | 4.2 |
| Ev | 7.4 | 16.0 | 19.7 | 6.6 | 6.0 | 7.7 |
| Von — bis | 7 ²⁰ —8 ²⁰ | 9 ²⁰ —10 ²⁰ | 10 ²⁰ —11 ²⁰ | 17 ³⁰ —18 ³⁰ | 4 ⁴⁵ —5 ⁴⁵ | 6 ⁴⁵ —7 ⁴⁵ |

Aus beiden Darstellungen ergibt sich, dass Sn am Morgen den kleinsten Wert hat, dann ansteigt bis zum Maximum am Mittag, um nachher wieder zu fallen bis zum folgenden Morgen. Die Kurven von Sn nehmen also denselben Verlauf wie im mitteleuropäischen Gebiet an schönen, sonnigen Tagen. Auffallend an diesen Normalkurven ist nur das abweichende Verhalten von Krone und Blatt am frühen Mor-

Tägliche Periodizität bei Blatt und Krone von *Wormia suffruticosa* Griff.



gen; während der Wert des Blattes gleich bleibt (Fig. 4) oder sogar ansteigt (Tab. 6), zeigt die Krone in beiden Fällen den tiefsten Wert erst um 7 Uhr. Es mag das zusammenhängen mit dem Tau, der auf der Krone in reicherer Masse niedergeschlagen war als auf dem Blatt, so dass um 7 Uhr das Kronblatt auf der Innenseite noch voll Tautröpfchen war, während auf dem Blatt beinahe aller Tau verdunstet war. Tab. 6 zeigt dann weiter, dass ältere Blätter bedeutend geringere Schwankungen ausführen als jüngere Blätter, die Krone sowie die jüngeren Blätter aber Schwankungen ausführen, die den kleinsten Tageswert um mehr als seine eigne Grösse übertreffen können.

Aus Fig. 4 und Tab. 6 lassen sich auch sehr gut die Einwirkungen der Aussenfaktoren ablesen. Die Sn-Kurven gehen, von der eben erwähnten Abweichung der Krone am frühen Morgen abgesehen, fast genau mit der Kurve des Sättigungsdefizits parallel bzw. parallel der Temperaturkurve und umgekehrt parallel der Luftfeuchtigkeit. Man sieht demnach auch an diesem Beispiel wieder, dass Sn von Blatt und Krone bei gleichbleibender Bodenfeuchtigkeit abhängt vom Sättigungsdefizit der Luft. In ähnlicher Weise wie Sn verlaufen Evaporation und Blatttranspiration (siehe Abschnitt III). Die gute Übereinstimmung der Kurven mag allerdings zum Teil auch damit zusammenhängen, dass T, RF und Ev zwischen den abgeschnittenen Blättern (und in der Nähe der Kronen) etwas im Bauminnern gemessen wurden. (Während am 27. August RF mittags 12 Uhr 56 betrug, gab die meteorologische Station um 13 Uhr an offenem Platz den Wert 43 an.)

Tabelle 7.
Periodizität von Sg im Blatt von *Wormia suffruticosa*.

| | 29. IX. | | 30. IX. | 1 X. |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | 9 ³⁰ | 13 ³⁰ | 7 ⁰⁰ | 7 ⁰⁰ |
| Obere Epid. | 14.3 | 13.5 | 11.9 | 8.9 |
| Palisaden | 45.4 | 46.9 | 42.5 | 42.5 |
| Schwammp. | 44.0 | 42.5 | 42.5 | 37.2 |
| Untere Epid. | 13.5 | 12.7 | 10.4 | 8.9 |
| Schliesszellen | 18.7 | 22.5 | 17.8 | 24.5 |
| LT | 29 | 29.5 | 24 | 24 |
| RF | 66 | 55 | 73 | 84 |
| Sd | 9.8 | 13.3 | 5.9 | 3.5 |
| Ev ¹ | 31.7 | 47.2 | — | 2.0 |

¹ In der auf die angegebene Zeit folgenden Stunde.

In Tab. 7 sind dann weiter einige Werte von Sg für die Blattgewebe angegeben. Die Messung wurde in einer feuchteren Periode durchgeführt. In der der ersten Messung vorangehenden Nacht fiel in Buitenzorg 10.1 cm Regen, in der folgenden Nacht nochmals 2.6 cm

und am 30. September wieder 8.7 cm. Der Boden war ziemlich gleichmässig durchfeuchtet, und RF zeigt keine grossen Unterschiede. Der 29. September zeigte nach den Angaben der Station noch viel Sonne, während sich die folgenden Tage durch sehr wenig Sonnenschein auszeichneten. So ist es erklärlich, dass Sg sich wohl verändert, aber sehr wenig, und dass die Werte anfangs höher, später tiefer liegen. Wenn man absieht von den Schliesszellen, so kann man aus der Tab. 7 immerhin deutlich erkennen, dass in allen Geweben bei höherer Temperatur und höherem Sd die Sg-Werte deutlich höher sind als an den folgenden Tagen bei tieferen T- und Sd-Werten. Die Differenzen in den Sg-Werten des Blattes sind aber gegenüber denjenigen der Sn-Werte gering (zirka 10 bis gegen 100 % bei Sn). Von einer ausgeprägten Periode bei Sg, wie eine solche bei anderen Pflanzen bei allen Blattgeweben die Regel ist, kann man hier nichts bemerken, und es fragt sich daher, ob dieses Verhalten von Sg bei *Wormia* die Regel sei oder nur vorkomme an Tagen, an denen die äusseren Faktoren nicht genügend stark schwanken. Ich habe daher diesen Versuch später nochmals in etwas modifizierter Weise wiederholt, und zwar an einem sonnigen Tag mit verhältnismässig trockenem Boden, wobei auch die Krone mitgemessen wurde (Tab. 8).

Tabelle 8.

Sn und Sg in einem jungen Blatt und der Krone von *Wormia*.

| 22. XII | Sn | | Sg im Blatt | | Sg in der Krone | | T | Sd |
|------------------|-------|-------|-------------|--------|-----------------|-----------|------|------|
| | Blatt | Krone | Ob. Epid. | Palis. | Ob. Epid. | Mesophyll | | |
| 7 ⁰⁰ | 9.6 | 8.1 | 11.9 | 43.9 | 7.4 | 11.1 | 24 | 1.7 |
| 9 ⁰⁰ | 11.9 | 8.9 | 12.7 | 43.9 | 10.4 | 11.1 | 27.5 | 5.8 |
| 12 ¹⁵ | 10.4 | 11.9 | 12.7 | 45.4 | 11.9 | 11.9 | 31 | 11.2 |
| 16 ⁴⁵ | 9.6 | — | 12.7 | 45.4 | — | — | 27 | 4.2 |

Daraus ersehen wir, dass Sn sich normal verhält, während Sg, mit Ausnahme der oberen Kronenepidermis, nur geringe Schwankungen zeigt. Dabei besitzt die Pflanze grosse, dünne, im ausgewachsenen Zustand allerdings derbe Blätter, die stark transpirieren.

In Tab. 9 ist dann weiter die Saugkraft der Krone in grösseren Zeitabschnitten dargestellt. Die Messungen wurden zwischen 6.30 und 7.30 Uhr morgens ausgeführt. Auch hier zeigt sich deutlich die Abhängigkeit von Sn von dem Sättigungsdefizit. Die Tabelle zeigt aber auch den Einfluss der Bodenfeuchtigkeit, besonders in jenen Fällen, wo Sn nicht mit Sd übereinzustimmen scheint. So am 28. August, dessen Messung auf das Ende einer zehntägigen Trockenperiode fällt und besonders auch die Oktober- und Novemberwerte, wo man bereits den Einfluss der Regenzeit und des stark durchfeuchteten Bodens sieht. In

allen diesen Fällen überwiegt der Einfluss der Bodenfeuchtigkeit denjenigen des Sättigungsdefizits.

Tabelle 9.

Sn der Krone von *Wormia suffruticosa* um 7⁰⁰ Morgens.

| | 19.VIII. | 20.VIII. | 27.VIII. | 28.VIII. | 15. IX. | 16. IX. | 17. IX. | 25. IX. | 1. X. | 14. X. | 14. XI. |
|----|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
| Sn | 4.7 | 4.0 | 6.0 | 8.9 | 7.4 | 6.0 | 5.3 | 6.0 | 4.7 | 3.3 | 3.3 |
| LT | 22.5 | 21.5 | 25 | 23 | 23 | 24 | 23.5 | 22.5 | 24 | 23.5 | 23 |
| RF | 87 | 91 | 78 | 80 | 83 | 77 | 84 | 76 | 84 | 89 | 92 |
| Sd | 2.6 | 1.7 | 5.1 | 4.2 | 3.5 | 4.9 | 2.6 | 4.8 | 3.5 | 2.3 | 1.7 |
| Ev | 8.1 | 4.5 | 7.4 | 7.7 | 8.0 | 8.8 | 5.6 | 6.0 | 2.0 | 1.2 | 1.0 |

An *Wormia* schliessen wir die an demselben Standort und in derselben Exposition vorkommenden

b) *Justicia* spec. und *Costus* spec.

an (Tab. 10), die auch am gleichen Tage (27./28. August) gemessen wurden wie *Wormia*. Bei der etwa 1½ m hohen *Justicia* wurde Sn in Blatt und Krone (quer zur Längsachse geschnitten) gemessen, die die normale Tagesperiode eines Sonnentages bei wenig feuchtem Boden zeigen. Auch die Übereinstimmung mit Sd ist gut, obwohl diese Grösse etwas später (20 bis 60 Minuten) gemessen werden musste. Auch das stark hervortretende Labellum von *Costus* (in etwa 1.8 m Höhe und frei gegen einen offenen Rasenplatz) zeigt normale tägliche Schwankungen. Leider konnte ich das Blatt nicht mit verfolgen, da gerade das Blatt von *Costus*, wie auch die Spreiten von vielen anderen Zingiberaceen nur mangelhaft reagieren; daher brauchte es auch viel Zeit, um einigermaßen annehmbare Serien zu erhalten.

Tabelle 10.

Periodizität von *Justicia* spec. und *Costus* spec. (Sn).

| 27./28. VIII. 30 | 7 ³⁰ | 10 ⁰⁰ | 13 ⁰⁰ | 18 ³⁰ | 6 ³⁰ |
|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <i>Justicia</i> | | | | | |
| Krone | 8.9 | 11.9 | 16.9 | — | 10.4 |
| Blatt | 8.9 | 13.5 | 16.9 | 11.1 | — |
| | 8 ³⁰ | 11 ⁰⁰ | 13 ²⁰ | 18 ⁵⁰ | 6 ³⁰ |
| Sd | 5.1 | 11.4 | 14.3 | 1.8 | 4.3 |
| Ev | 6.4 | 16.0 | 17.8 | 2.3 | 7.3 |
| <i>Costus</i> | | | | | |
| Lippe | 9.6 | 10.4 | 15.2 | 10.4 | — |
| | 7 ³⁰ | 11 ⁰⁰ | 13 ³⁰ | 18 ³⁰ | |

Tabelle 11.

Periodizität von *Tabernaemontana aurantiaca* Gaud.

| 12./13. IX. 30 | 8 ⁰⁰ | 9 ⁰⁰ | 11 ³⁰ | 15 ⁰⁰ | 7 ⁰⁰ | 9 ³⁰ |
|----------------|--|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Krone Sn | 8.9 | — | 8.9 | 10.4 | 6.7 | 7.4 |
| Sg { | Obere Epid. | 8.9 | 12.7 | 12.7 | 9.6 | |
| | Mesophyll | 15.2 | 19.6 | — | — | |
| | Unt. Epid. | 8.9 | 11.1 | — | — | |
| Blatt Sn | 8.1 | — | 11.9 | 12.7 | 6.7 | 8.1 |
| Sg { | Obere Epid. | | 21.5 | 25.5 | 19.6 | |
| | Wassergew. | | 25.5 | — | — | |
| | Mesophyll | | 27.6 | 29.7 | 23.4 | |
| | Unt. Epid. | | 25.5 | 25.5 | 19.6 | |
| LT | 23 | 26 | 28.5 | 27 | 22 | 26.5 |
| RF | 78 | 75 | 64 | 74 | 83 | 71 |
| Sd | 4.5 | 6.1 | 10.1 | 6.7 | 3.3 | 7.3 |
| Ev | 3.0 | 7.5 | 7.3 | 5.2 | — | — |
| | 7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰ | 8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰ | 10 ³⁰ -11 ³⁰ | 14 ⁴⁵ -15 ⁴⁵ | | |
| | Bis 11 ⁰⁰ teilweise bedeckt, dann klarer Himmel | | | | | |

c) *Tabernaemontana aurantiaca*.

Diese viel Milchsaft führende Apocynacee stand mit der einen Seite ebenfalls gegen einen freien Platz, so dass sie den ganzen Vormittag von der Sonne beschienen wurde und erst etwa um 3 Uhr nachmittags in den Schatten kam. Die Messung bezieht sich auf einen sonnigen Tag mit einigen Nebeln am Vormittag, nachdem es vier Tage nicht mehr geregnet hatte. Es wurden untersucht Sn und Sg bei Blatt und Krone. Sn zeigt in beiden Organen den normalen Gang, aber mit dem Maximum um 3 Uhr nachmittags, trotzdem Sd um diese Zeit schon stark gefallen war. Dabei ist zu bemerken, dass T und RF zwischen den Blättern gemessen wurden und nicht an der freien Aussen-seite des Baumes, wo voraussichtlich ein höheres Sd gefunden worden wäre. Es ist aber auch möglich, dass das verspätete Eintreten des Maximums mit mangelndem Wassernachschub aus dem trockenen Boden zusammenhängt, auch dann, wenn die Transpiration bei geringerem Sd kleiner geworden ist. Leider wurde die Transpiration nicht gemessen. Ein solches Nachhinken von Sn findet sich oft. Ich verweise auf das Verhalten der Krone bei *Dianthus Caryophyllus* bei Gehler¹ (in Tab. 49), wo Sn noch weiter fiel, trotzdem Sd Null geworden war (ähnlich im Perigonblatt von *Iris*), was allerdings verständlich ist. Im Gegensatz zu *Wormia* zeigt hier Sg eine ausgeprägte Schwankung, die aber lange nicht so stark ist wie bei Sn. Bei Sn beträgt die Differenz in der Krone 55 %, die grösste Sg-Differenz in der obern Epidermis

¹ Gehler G.: Ueber das gegenseitige Verhalten von Saugkraft und Grenzplasmolysewert. In.-Diss. Freiburg (Schweiz) 1930.

43 %, in den andern Geweben noch weniger; beim Blatt ist die Sn-Differenz der Tagesperiode 90 %, diejenige von Sg der am stärksten schwankenden Gewebe (obere und untere Epidermis) 30 %.

d) *Palmen.*

Von den Palmen liegen begreiflicherweise nur wenige Messungen vor, die sich zur Demonstration einer täglichen Periodizität von Sn und Sg eignen. Sn musste ferner mit dem Hebel gemessen werden; da mir nur ein Apparat zur Verfügung stand, konnte die tägliche Periode nicht in den gewünschten zeitlichen Intervallen ausgeführt werden, zumal die Durchführung einer Messungsserie 4—5 Stunden in Anspruch nimmt. Während dieser Zeit blieben die Meßstückchen in Paraffinöl liegen. Doch konnte ich wenigstens die Morgen- und Mittagswerte, wo die grössten Differenzen zu erwarten waren, an *Medemia* und *Phoenix* bestimmen.

Fieder von *Phoenix farinifera*, Roxb.

| | Sn | Sg | | T | Sd |
|--------------------------|------|-------------|-----------|------|------|
| | | Obere Epid. | Mesophyll | | |
| 12. XI. 7 ⁰⁰ | 16.0 | 37.2 | 39.8 | 24 | 2.6 |
| 12. XI. 11 ⁰⁰ | 21.5 | 39.8 | 45.4 | 30 | 12.2 |
| 13. XI. 7 ⁰⁰ | 11.1 | 34.6 | 32.1 | 23.5 | 1.9 |

Sn zeigt hier sehr starke Differenzen; etwas weniger gross sind die Schwankungen von Sg. In der obern Epidermis (Flächenschnitt) betragen sie nur 15 %, im Mesophyll (= grüne Assimilationszellen, Blattquerschnitt) aber 40 %. Auch hier schwanken die Werte mit Sd, obwohl der Boden ziemlich nass war, da es am Morgen des 12. November etwas geregnet hatte. Die tieferen Werte vom 13. November werden erklärt durch einen Niederschlag von 4.3 cm in der vorangegangenen Nacht und am frühen Morgen.

In ähnlicher Weise schwankt die an einem schattigen Standort wachsende *Medemia*, deren Fächer etwa 4 m von der Stammbasis entfernt waren. Das starke Fallen von Sn wird mit einem erneuten starken Niederschlag vom 14. November von 3,4 cm zu erklären sein.

Blatt von *Medemia nobilis* Drude.

| | Sn | Sg | | T | Sd |
|--------------------------|----------|-------------|-----------|------|-----|
| | | Obere Epid. | Mesophyll | | |
| 14. XI. 11 ⁰⁰ | ca. 42.5 | ca. 30.9 | ca. 48.4 | 29.5 | 8.9 |
| 15. XI. 7 ⁰⁰ | 12.7 | ca. 25.5 | ca. 39.8 | 22 | 2.5 |

Schliesslich stehen auch noch 2 Sn-Werte von

Sabal Adansoni Guerns.

12. Dezember, 7.00 : 8.1 Atm., Sd = 2.5

11.00 : 12.7 » Sd = 8.4

zur Verfügung, die, wie die eben erwähnten Arten, zeigen, dass auch die Palmen eine Tagesperiode von Sn und Sg besitzen, die mit dem Sättigungsdefizit fällt oder steigt.

Aehnlich wie die Palmblätter verhält sich auch das Blatt von *Dioon edule*, dessen Sn vom 20. November, mittags 12 Uhr, 34.6 Atm., am folgenden Morgen um 7 Uhr noch 21.5 Atm. betrug.

Für die Messungen von Sg ist dann noch zu bemerken, dass sie bei Palmen Mittelwerte darstellen (mindestens 50 % der Zellen deutlich plasmolysiert), die in den einzelnen Blattzellen nach oben und unten mindestens 6—7 Atm. differieren können.

e) Epiphytische und Erdorchidee.

In Tab. 12 sind miteinander verglichen die Erdorchidee *Phajus* und die epiphytische *Coelogyne Swainiana*. Die beiden aus Sumatra stammenden Pflanzen werden im Orchideenquartier des Gartens nahe beisammen kultiviert, letztere, wie auch die andern epiphytischen Orchideen, auf den Stämmchen von *Plumiera acuminata*; sie sind, wie üblich, mit Schnüren am Stamm angebunden und werden von Zeit zu Zeit während der trockenen Periode mit der Giesskanne begossen. Untersucht wurden bei beiden Orchideen die Perigonblätter. Bei *Coelogyne* reagieren die ältern Perigonblätter schwach oder unregelmässig, so dass hier nur jüngere Blütenteile verwendet wurden; ebenso sind bei *Phajus* die Perigonblätter jüngerer Blüten sehr leicht zu messen. Die Aussenfaktoren wurden in der Höhe des Blütenstandes von *Phajus* verfolgt. Der letzte schwache Regen fiel am 21. September.

Die Erdorchidee *Phajus* zeigt die normale tägliche Schwankung von Sn mit dem Maximum am Nachmittag und eine gute Uebereinstimmung mit Sd. Bei der epiphytischen *Coelogyne* kann man keine regelmässige Schwankung konstatieren (die Pflanze wurde an diesem Tage nicht begossen); Sn scheint im Gegenteil unregelmässig zu verlaufen. Das kann teilweise daher rühren, dass zur Messung Perigonblätter verschiedener Blüten, die allerdings nebeneinander und gleich entwickelt waren, genommen werden mussten. Doch kann das nicht ausschlaggebend sein, weil die Differenzen in Perigonblättern verschiedener gleich altriger Blüten in der Regel 1.3 Atm. nicht übersteigen. Auffallend ist ferner, dass die grösste prozentuale Schwankung bei *Phajus* 142 % beträgt, bei der epiphytischen Orchidee aber nur 47 %. Das kann mit der Funktion der vielen gedrängt stehenden Stengelknollen als Wasserspeicher bei *Coelogyne* zusammenhängen, deren Wasservorrat offenbar

eine gleichmässigeren und von Ausseneinflüssen unabhängigeren Wasserversorgung garantiert.

Tabelle 12.

Periodizität einer epiphytischen und einer Erdorchidee.
(*Coelogyne Swainiana*, Rolfe und *Phajus Tankervilleae* Bl.)

| Perigon | 25. IX. | | | | 26. IX. | | | 27. IX. |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | 7 ⁴⁵ | 11 ³⁰ | 15 ³⁰ | 18 ³⁰ | 6 ³⁰ | 9 ²⁰ | 16 ³⁰ | 6 ⁴⁵ |
| Coelogyne | 10.4 | 10.4 | 8.9 | 8.9 | 8.1 | 11.9 | 8.9 | 9.6 |
| Phajus | 7.4 | 10.4 | 11.4 | 8.9 | 4.7 | 9.6 | 9.6 | 7.4 |
| LT ¹ | 23 | 28 | 29 | 29 | 21 | 25.5 | 29 | 21.5 |
| RF | 76 | 59 | 54 | 81.5 | 91 | 73 | 60 | 87 |
| Sd | 4.9 | 11.2 | 13.2 | 5.3 | 1.5 | 6.2 | 11.5 | 2.4 |
| Ev | 2.0 | 7.3 | 4.5 | 3.9 | 1.5 | 6.3 | 3.8 | 1.7 |

¹ Aussenfaktoren in der Blütenstandregion von *Phajus*.

Vergleichen wir mit diesen Ergebnissen die Fig. 5, in der die gleichzeitig und an demselben Standort gemessenen Sn-Werte der Apocynace *Plumiera acuminata* angegeben sind, so sehen wir, dass auch hier ein periodisches Verhalten von Sn sowohl im Blatt wie in der Krone vorliegt. Die Saugkräfte von *Plumiera* und *Phajus* verlaufen annähernd parallel und bewegen sich in denselben Grössenverhältnissen. Um so mehr muss das Verhalten von *Coelogyne* auffallen, deren Wuchsort zwischen beiden sich befand, so dass man annehmen muss, dass die epiphytischen Orchideen sich in bezug auf das tägliche Schwanken von Sn anders verhalten als die meisten Erdpflanzen. Darauf deuten auch die an andern epiphytischen Orchideen gefundenen Werte hin, auf welche im folgenden Kapitel näher eingegangen werden soll. Nachträglich sei noch auf Sd hingewiesen, das in der Blüten- und Blattregion von *Plumiera* in etwa 1.8 m Höhe über dem Boden nur geringe Abweichungen vom Sd in der Blütenstandregion von *Phajus* in 0.6 m Höhe aufweist, hingegen ist Ev, wie zu erwarten, etwas höher.

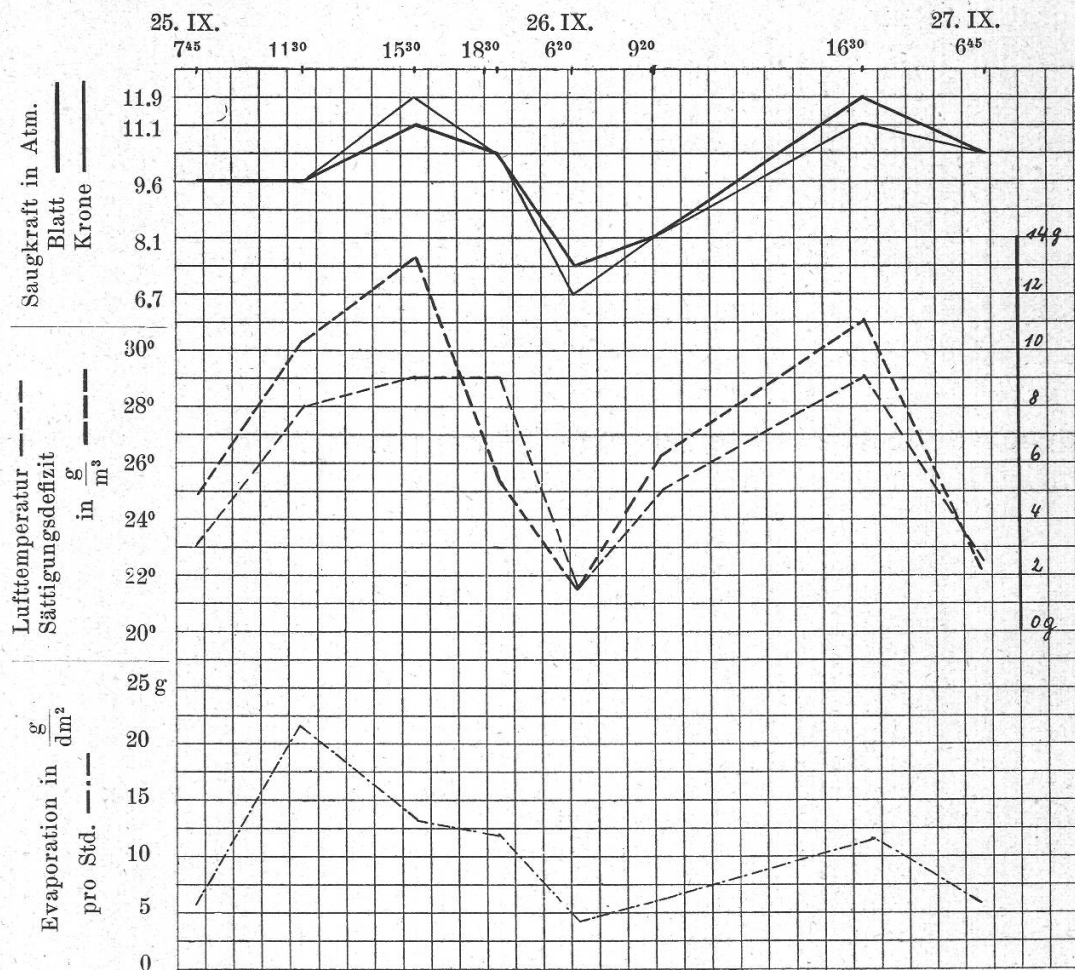
Aeusserste Fiedern von *Angiopteris spec.*

| | 27. XI. | 28. XI. | | |
|----|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | 17 ⁰⁰ | 7 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 17 ⁰⁰ |
| Sn | 17.8 | 14.3 | 16.0 | 14.3 |
| T | 25 | 24 | 27 | 23.5 |
| Sd | 5.3 | 2.6 | 5.9 | 2.5 |

f) Weiter verfolgte ich die Aenderung von Sn im Blatte eines Farns. Ich wählte dazu die im Garten in grosser Zahl angepflanzte Marattiacee *Angiopteris spec.*, deren mächtige Blätter auf einem kurzen, dicken Stamm in grösserer Zahl sassen und etwa 2—3 m lang waren.

Figur 5.

Tägliche Periodizität von Blatt und Krone bei *Plumiera acuminata* Ait.



Ich mass die seitlichen äussersten Fiedern in der Mitte eines etwa 2½ m langen Blattes, das im Schatten anderer Pflanzen lag. Der 27. November war ein Sonnentag, am 28. fiel nach Mittag ein kurzer Regen; auf diese Verhältnisse dürfte der hohe Wert vom 27. zurückzuführen sein. Man sieht, dass Sn am Mittag höher ist als am Morgen; die kleine Differenz von kaum 10 % wird jedenfalls mit der allerdings geringen Aenderung der Aussenfaktoren allein nicht zu erklären sein; es scheint, dass dieses Farn von den äusseren Faktoren weniger stark beeinflusst wird als andere Pflanzen.

Bei einem Blättchen der Polypodiacee *Dryopteris wrophylla* konnte ich an dem etwa 1 m langen Blatt (Schatten) ebenfalls keine Aenderung finden. Morgens 8 Uhr und mittags 12 Uhr wurde derselbe Wert von 27.6 Atm. gefunden.

g) Schliesslich kann ich noch zwei Werte der Liane *Macrozania macrocarpa* anführen, wovon der eine morgens 7 Uhr für Sn 32.1 Atm., der andere um 10 Uhr 34.6 Atm. gab. Beide Werte stammen von der Spitze desselben Blattes, das sich im Schatten in etwa 8 m Höhe der

rund 45 m langen Liane befand. Der Stamm hatte an der Basis einen Durchmesser von über 20 cm; er besitzt viele und weite Gefässe. Dann verfolgte ich um 8 Uhr morgens ein Blatt, dessen Länge der Leitungsbahn vom Boden an ausgerechnet 22 m betrug; es zeigte ein Sn von 39.8 Atm., also ein Ansteigen der Saugkraft pro Meter um 0.55 Atm., während für das Endblättchen von *Wistaria chinensis* von Gehler 0.44 Atm. gefunden wurde.

2. Sg in Blatt und Blüte verschiedener Pflanzen.

Bei meinen Untersuchungen kam es in erster Linie darauf an, eine gewisse Uebersicht über die osmotischen Grössen bei Tropenpflanzen zu gewinnen. Daher hielt ich mich vor allem an jene Organe und Gewebe, bei denen diese Grössen erfahrungsgemäss leicht zu messen waren, vor allem an Blätter- und Blütenteile.

A. Sg-Verteilung in Blättern.

Bei den Meso- und Hygrophyllen sind es in der Regel die Epidermen, bei denen man unter allen Blattzellen Grenzplasmolyse am besten und sichersten sehen kann. Das dürfte der eine Grund sein, weshalb die meisten Autoren, die an einer grösseren Zahl von Pflanzen Og bestimmen wollten, die Epidermis bevorzugt, die inneren Blattzellen aber vernachlässigt haben. Dann aber plasmolysieren die Epidermiszellen meistens so regelmässig, dass man, ohne grosse Abweichungen befürchten zu müssen, einen Mittelwert angeben kann. Das ist bei den Mesophyllzellen nur noch selten der Fall. Wohl findet man häufig Blätter, deren Palisaden- oder Schwammparenchymzellen nicht stark von dem üblich angegebenen Mittelwert abweichen, meistens aber sind die Sg-Werte in den Zellen des Palisadengewebes oder in denjenigen des Schwammparenchyms sehr verschieden; solche Fälle habe ich besonders bei vielen Blättern im Urwald von Tjibodas gefunden. In solchen Blättern kann es Palisadenzellen haben, deren Sg-Werte denen der Epidermiszellen naheliegen, andere, die einen doppelten oder noch höheren Wert erreichen können. Es ist deshalb verfehlt, auf Grund weniger Messungen « überzeugt » zu sein, dass die Mesophyllzellen sich nur wenig von den Epidermiszellen unterscheiden.¹ Die Angabe der Sg-Werte wurde so durchgeführt, dass ich bei Geweben, deren Zellen keine grosse Differenzen aufwiesen, den Mittelwert aufzeichnete, bei solchen mit grösseren Abweichungen vom Mittelwert ein ca. vor die Zahl setzte; in andern Blättern wurde die ganze Serie vom kleinsten bis zum höchsten Wert durchgemessen und die Maxima und Minima angegeben.

¹ Oppenheimer, H. R.: Ueber Zuverlässigkeit und Anwendungsgrenzen der üblichsten Methoden zur Bestimmung der osm. Konzentration pflanzlicher Zellsäfte, *Planta*, 16, 1932, S. 505.

Tabelle 13.
Sg-Verteilung im Blatt der Farne.

| | Datum | Sg in Atm. | | |
|---|---------------------------|-------------|--------------|--|
| | | Obere Epid. | Wassergewebe | Mesophyll |
| a) <i>Marsilia crenata</i> | 26. VIII. 8 ⁰⁰ | 21.5 | — | 21.5 |
| b) <i>Marattia sambucina</i> Bl. . . . | 21. XI. 9 ⁰⁰ | 16.9 | — | ca. 34.6 |
| <i>Angiopteris</i> spec. | 22. XI. 7 ⁰⁰ | 12.7 | — | ca. 31.1 |
| <i>Lycopodium phlegmaria</i> Gaud. | 26. XI. 8 ⁰⁰ | 24.5 | — | 25.5 |
| c) <i>Drynaria quercifolia</i> J. Sm. . | 24. XI 7 ⁰⁰ | 23.4 | — | P. ca. 93.2; Sch. ca. 58.4 ¹ |
| <i>Pleopeltis punctata</i> Bedd. . | 26. XI. 12 ⁰⁰ | 8.1 | — | ca. 23.4 |
| <i>Cyclophorus acrostichoides</i> Presl. | 26. XI. 13 ⁰⁰ | 7.4 | — | 9.6 |
| <i>Drymoglossum</i> spec. | 27. XI. 8 ⁰⁰ | 9.6 | 10.4 | ca. 11.1 |
| <i>Vittaria elongata</i> Sw. | 26. XI. 7 ⁰⁰ | 11.1 | — | 11.1—14.3 |
| <i>Platynerium bifurcatum</i> C. Chr. | 24. XI. 11 ⁰⁰ | 7.4 | 17.8 | P. 29.7; Sch. 23.4 ¹ |
| <i>Asplenium nidus</i> L. | 24. XI. 7 ⁰⁰ | 8.1 | — | 9.6 |

¹ P.=Palisaden, Sch.=Schwammparenchym. Untersucht wurden nicht die Nischen-, sondern die Normalblätter, ebenso bei *Platynerium*.

a) F a r n e.

Bei den Farnen (Tab. 13) untersuchte ich Vertreter der Wasserfarne (a), der Erdfarne (b) und der epiphytischen Farne (c). Gemessen wurde die obere Epidermis und das Mesophyll, bei *Drynaria* und *Platynerium* als Palisaden (P.) und Schwammparenchym (Sch.) ausgebildet; bei *Drymoglossum* und *Platynerium* konnte in dicken Querschnitten auch das Wassergewebe verfolgt werden.

Wenn man von einigen Beobachtungen bei B ä c h e r¹ und M e i e r² absieht, sind bis jetzt die Farne noch nie auf ihren Grenzplasmolysewert untersucht wurden. Das ist deshalb merkwürdig, weil ihre Zellen im allgemeinen günstige Objekte für grenzplasmolytische Untersuchungen darstellen und die meisten unter ihnen typische Vertreter feuchter Standorte sind.

Wenn man nun die Tab. 13 betrachtet, so findet man beim Wasserfarn *Marsilia crenata* sowohl in der Epidermis wie im Mesophyll den Wert von 21.5 Atm.; er liegt ungefähr in derselben Höhe wie ihn B ä c h e r (l. c.) in den Epidermen von *Asplenium Trichomanes* gefunden hat (14.0—27.6 Atm.). Bei den Erdfarnen tritt dann eine Differenzierung von Sg zwischen Epidermis und Mesophyll ein, indem die Werte

¹ B ä c h e r l. c.

² Meier, J.: Zur Kenntnis des osm. Wertes der Alpenpflanzen. In.-Diss. Freiburg (Schweiz), 1916.

des letzteren steigen, die Epidermis fällt, mit Ausnahme von *Lycopodium*. Unter den Farnen der Gruppe c) finden sich Vertreter verschiedener ökologischer Herkunft. *Drynaria* und *Platynerium* sind Farne, die nur in trockenen Gebieten auf Bäumen an Stellen wachsen, die der Sonne ausgesetzt sind,¹ während *Vittaria* und *Asplenium nidus* obligate Epiphyten des feuchten Urwaldes sind; auch *Cyclophorus* ist eine Pflanze schattiger, feuchter Stellen. Sg ist nun bei *Drynaria* sehr hoch, während die dicken derben Normalblätter² von *Platynerium* tiefe Werte haben, ebenso die übrigen epiphyten Farne. Ihre Werte sind sogar tiefer als die der Erdfarne *Marattia* und *Angiopteris*, deren natürlicher Standort der feuchte Waldgürtel der höheren Bergstufe ist. Die ausserordentlich tiefen Werte dieser Farne fallen besonders dann auf, wenn wir sie vergleichen mit denjenigen einheimischer Wasserpflanzen, die G a m m a³ unter normalen Verhältnissen bei *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, *Ranunculus flaccidus* und *Myriophyllum verticillatum* zwischen 12 und 14 Atm. fand.

Wir finden also die merkwürdige Tatsache, dass die epiphytischen Farne (mit Ausnahme von *Drynaria*) ein kleineres Sg aufweisen als das Wasserfarn *Marsilia* und die erwähnten Wasserpflanzen in Europa. Die wird uns nur verständlich, wenn wir vorausgreifend erwähnen, dass die meisten dieser Farne eine sehr geringe Saugkraft besitzen und dass auch die Transpiration sehr schwach ist. Zudem besitzen viele epiphytische Farne in ihren dicken Normalblättern oder auch in den Nischenblättern, die ebenfalls dick und derb sind, Organe, die offenbar als ergiebige Wasserreservoir funktionieren; da, wie aus der schwachen Transpiration und den niedern Sn-Werten hervorgeht, ihr Wasserumsatz jedenfalls gering ist, brauchen sie gar keine hohen Sg-Werte, die es ihnen ermöglichen, Sn recht hoch ansteigen zu lassen. Das ist um so auffallender, als *Asplenium nidus* und *Platynerium* völlig auf das Wasser angewiesen sind, das sie in dem von ihnen selbst gebildeten Humus vorfinden, der allerdings auch in dem an greller Sonne wachsenden *Platynerium* in den tiefen Zwischenräumen der Maschenblätter nicht so trocken ist, wie man annehmen möchte. Nicht so günstig liegen die Verhältnisse bei *Drynaria*, das zwar auch ein Nischenfarn ist, das seinen Humus zu sammeln vermag. Wenn man seine Wurzeln genauer untersucht, so wird man viele Saugwurzeln finden, die gar nicht im Humus drin sind, sondern frei in die Luft ragen. Der oberseits leicht trocken werdende Humus aber kann leicht verweht werden, so dass viele Wurzeln schliesslich entblösst da liegen; um so mehr ist *Drynaria*

¹ R a c i b o r s k i, M.: Biol. Mitt. aus Java, Flora 85, 1898.

² Siehe G o e b e l: Pflanzenbiol. Schilderungen, 1889, I. Teil, S. 222 ff.

³ G a m m a, H.: Zur Kenntnis d. Saugkr. u. d. Grenzplasmolysewertes b. Submersen. In.-Diss. Freiburg (Schweiz), 1932.

darauf angewiesen, genügend Wasser zu erhalten, was durch ein hohes Sn möglich ist; die Voraussetzung dafür aber ist ein hoher Sg-Wert.

b) Palmb l ä t t e r .

Die Bestimmung von Sg kann bei vielen Palmb l ä t t e r n ohne grössere Schwierigkeiten durchgeführt werden. In den meisten Zellen hebt sich das Plasma in normaler Weise von der Wand ab. Besonders günstig sind die Epidermiszellen der Oberseite, wenn die Wände nicht allzu stark verdickt sind, die man in Flächenschnitten untersucht; aber auch da, wo ein Wassergewebe entwickelt ist, kann man Sg in dicken Blattquerschnitten sehr bequem ermitteln; dasselbe ist der Fall im Mesophyll, vor allem, wenn Palisaden entwickelt sind. Eine besondere Erwähnung verdienen die Zellen des Mesophylls insofern, als dort die Sg-Werte in den einzelnen Zellen sehr verschieden gross sein können, so dass die für das Mesophyll angegebenen Zahlen in der Regel nur als

Tabelle 14.

Sg in den Geweben der Palmb l ä t t e r .

| Name | Datum | Länge der Leitbahn in m | Sg in Atm. | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| | | | Obere Epid. | Wassergewebe | Mesophyll | Unt. Epid. |
| <i>Phoenix farinifera</i> Roxb. | 12. XI. 7 ⁰⁰ | 2 | 37.2 | — | 39.8 | — |
| | 12. XI. 11 ⁰⁰ | " | 39.8 | — | ca. 65.8 | — |
| | 13. XI. 7 ⁰⁰ | " | 34.6 | — | 39.8 | 32.1 |
| <i>Corypha utan</i> Lam. | 9. XII. 11 ⁰⁰ | 8 | 37.2 | — | 58.4 | — |
| <i>Livistona altissima</i> Zoll. | 11. XII. 7 ⁰⁰ | 17 | 25.5 ¹ | — | ca. 83.0 | — |
| <i>Sabal Adansoni</i> Guerns. | 12. XII. 7 ⁰⁰ | 5 | 21.1 ¹ | — | — | — |
| <i>Medemia nobilis</i> Drude | 6. XII. 7 ⁰⁰ | 4 | 33.4 | — | — | — |
| <i>Borassus flabellifer</i> L. | 10. XII. 10 ⁰⁰ | 11 | — | — | ca. 62.1 | — |
| <i>Oncosperma horridum</i> Scheff. | 14. XI. 7 ⁰⁰ | 12 | 29.7 | 27.6 | ca. 83.0 | — |
| <i>Cocos nucifera</i> L. | 8. XII. 10 ⁰⁰ | 5 | 13.5 | 19.6 | ca. 34.6 | — |
| <i>Elaeis quineensis</i> Jacq. | 18. II. 10 ⁰⁰ | 12 | — | — | ca. 116.6 ² | 21.5 |
| <i>Arenga obtusifolia</i> Mart. | 17. XI. 7 ⁰⁰ | 6 | 25.5 | 25.5 | 65.8 ² | — |
| <i>Oreodoxa regia</i> H. B. & K. | 9. XII. 7 ⁰⁰ | 10 | 48.4 | 48.4 | ca. 65.8 ² | — |
| <i>Bactris minor</i> Jacq. | 11. XII. 17 ⁰⁰ | 2 | 25.5 | 24.5 ³ | — | — |
| <i>Scheelea insignis</i> Karst. | 13. XII. 11 ⁰⁰ | 8 | 25.5 | — | 65.8 ² | 51.6 ⁴ |
| <i>Areca Catechu</i> L. | 17. XI. 10 ⁰⁰ | 1.5 | 19.6 | — | 39.8 | 21.5 |
| <i>Licuala Rumphii</i> Bl. | 13. XI. 12 ⁰⁰ | 1.5 | 29.7 | 27.6 | ca. 38 0 | — |
| <i>Freycinetia funicularis</i> Merr. | 13. XII. 17 ⁰⁰ | 2 | 11.1 | 9.6 | — | — |
| | nach 20-stünd. Liegen | — | 13.5 | 17.8 | — | — |
| | 14. XII. 10 ⁰⁰ | 14 | 13.5 | 11.9 | — | — |

¹ Obere Epidermis keine sichtbare Plasmolyse; dafür konnte die Hypodermis gemessen werden.

² Palisaden.

³ Hypodermis, nicht als typisches Wassergewebe ausgebildet.

⁴ Schwammparenchym.

rohe Mittelwerte aufzufassen sind, die nach oben und unten stark variieren können. Bei anderen Palmen, wie bei *Cyrtostachys Lakka*, *Borassus flabellifer*, *Caryota mitis*, *Nipa fruticans* u. a. ist das Bestimmen von Sg schwieriger oder es geht gar nicht. Womit das zusammenhängt, habe ich nicht verfolgt.

Die Werte sind in Tab. 14 zusammengestellt. In der dritten Kolonne ist die Länge der Leitbahnen angegeben von der Bodenoberfläche bis zur Meßstelle. Vergleicht man die Sg-Werte mit der Länge der Leitbahnen, so finden wir bei gleicher Distanz verschiedene Werte, bei kurzen Leitbahnen kann man höhere, bei längeren tiefere Werte finden. Daraus geht erneut hervor,¹ dass das Sg mit zunehmender Länge der Leitbahnen nicht zunehmen muss. Auf die Angabe von Aussenfaktoren wurde in dieser Tab. verzichtet, da von den angeführten 19 Messungen am frischen Blatt 8 auf morgens 7 Uhr fielen, wo die äusseren Faktoren so wenig voneinander abweichen, dass ihre Differenzen auf Sg kaum einen Einfluss haben werden. Die am späteren Vormittag oder abends ausgeführten Versuche geben erfahrungsgemäss gegenüber den 7 Uhr-Werten etwas höhere Zahlen, die aber bei den Palmen selten so stark abweichen wie bei den meisten anderen Pflanzen, so dass man sie unter Berücksichtigung des eben erwähnten Umstandes mit den Morgenwerten vergleichen kann.

Betrachtet man das Verhalten der verschiedenen Gewebe zueinander, so liefert die obere Epidermis höhere Werte als die untere, was schon früher² in den meisten Blättern gefunden wurde. Aber die höchsten Werte hat auch wieder das Mesophyll und das Maximum findet sich in den Palisaden, sobald ein solches Gewebe ausgebildet wird. Doch existiert zwischen der Epidermis und den Palisaden bzw. dem Mesophyll kein konstantes Verhältnis, was am besten bei *Phoenix* zu sehen ist, wo das Verhältnis obere Epidermis—Mesophyll am Morgen 1 : 1, am Mittag 1 : 2 ist. Daraus sieht man, wie verschieden sich die einzelnen Gewebe verhalten, eine Erfahrung, die in diesem Ausmass bei europäischen Pflanzen noch nicht gefunden wurde. Bei tagesperiodischen Schwankungen von Sg verliefen die Kurven der einzelnen Gewebe z. T. parallel oder wenigstens in derselben Richtung. Grosse Differenzen zwischen Epidermis und Mesophyll finden wir weiter bei *Livistona*, *Oncosperma*, *Cocos nucifera*, *Corypha utan*, *Areca Catechu*, *Arenga obtusifolia*, *Elaeïs guineensis*, *Scheelea*, d. h. bei fast allen Palmen, bei denen beide Gewebe miteinander verglichen werden konnten. Am gröss-

¹ Ursprung, A. und Blum, G.: Ueber d. Verteilung d. osm. Wertes in d. Pflanze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 34, 1916.

Gehler, l. c.

² Blum, G.: Zur Kenntnis d. Grösse u. Schwankung d. osm. Wertes. Beih. z. Bot. Ztrbl. I., Abt. 33, 1916.

ten ist das Verhältnis Epidermis—Mesophyll bei *Elaeis*, etwa 1 : 5; bei *Oncosperma*, *Livistona*, *Scheelea* ist es 1 : 3. Eine Erklärung dieser Beobachtung, dass einmal Sg in beiden Geweben ungefähr gleich sein kann, ein anderes Mal den doppelten bis fünffachen Wert aufweist, dürfte nicht so einfach sein; auf jeden Fall kann dieses Verhalten von Sg nicht einfach mit verschiedenem Verhalten der Arten erklärt werden, wie das Beispiel von *Phoenix* zeigt. Vergleicht man zunächst jene Fälle, bei denen Sg in Epidermis und Mesophyll ungefähr denselben Wert aufweist (es betrifft *Phoenix* morgens 7 Uhr, *Oreodoxa regia* am 9. Dezember, 7 Uhr, *Licuala Rumphii* 13. November, 12 Uhr), so kann konstatiert werden, dass sowohl Boden wie Luft sehr viel Feuchtigkeit enthielten, während Boden- und Luftfeuchtigkeit bedeutend geringer waren, wenn in beiden Geweben grössere Differenzen gefunden wurden. Daraus scheint hervorzugehen, dass im Mesophyll der Palmen die Bildung und der Abbau osmotisch wirksamer Substanzen stark abhängig sein kann von der Boden- bzw. Luftfeuchtigkeit oder von beiden zusammen.

Bei einigen Palmen konnte auch das unter der obern Epidermis meist einschichtige Wassergewebe gemessen werden. Es zeigt fast immer Werte, die in der Nähe der Epidermiswerte liegen; bald sind sie etwas höher, bald etwas tiefer, nur bei *Cocos nucifera* ist es um 45 % höher als die Epidermis. Die Messung bei *Freycinetia* gibt uns einen Hinweis auf die Bedeutung des Wassergewebes, die bekanntlich als die eines Wasserreservoirs gedeutet wird.¹ Im normalen frischen Blatt ist Sg der Epidermis 11.1 Atm., Sg des Wassergewebes 9.6 Atm.; nach 20stündigem Liegen steigt Sg der Epidermis auf 13.5 Atm., Sg des Wassergewebes aber auf 17.8 Atm. Nun kommt es bei der Wasserwanderung von Zelle zu Zelle zuerst auf Sn an und erst nachher auf Sg, da dieses die Voraussetzung für ein grösseres Ansteigen von Sn schafft. Unter der Voraussetzung, dass sich Sn beim Austrocknen ähnlich verhält wie Sg, was wahrscheinlich ist, so kann, bei Annahme einer allseitig gleichen Verteilung der Saugkraft in den beiden Zellen, die Epidermis anfangs Wasser aus dem Wassergewebe aufnehmen. Das Wassergewebe bildet also beim Beginn der Austrocknung die Wasserreserve für die Epidermis. Später kehrt sich das Verhältnis um, und es scheint, dass dann beide Gewebe zusammen dem Mesophyll als Reservoir zu dienen haben.

Was nun den Vergleich der Sg-Werte bei den verschiedenen Arten anbetrifft, so kann ein solcher im allgemeinen nur durchgeführt werden, wenn von jeder Art mehrere Messungen, am besten Maximum- und Minimumwerte, vorliegen. Doch können wir in diesem Falle aus

¹ Westermaier, M.: Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems. Jahrb. f. wiss. Bot., 14, 1883.

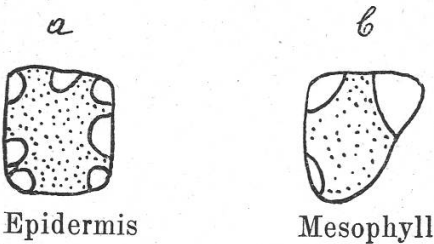
dem Verhalten der oberen Epidermis bei *Phoenix* und *Freycinetia* entnehmen, dass die Schwankungen in diesem Gewebe bei den Palmen sehr gering sein werden, so dass wir die angegebenen Epidermiswerte als ungefähre Mittelwerte auffassen dürfen. Unter dieser Annahme können wir eine Gruppe mit tiefen Werten (*Sabal Adansoni*, *Cocos nucifera*, *Areca Catechu* und *Freycinetia*) unterscheiden, deren Höhe ungefähr mit den Sg-Werten europäischer Mesophyten¹ übereinstimmt, während alle anderen Werte über 25 Atm. zeigen bis zum Maximum von 48.4 Atm. bei *Oreodoxa*. Das Mesophyll kann zum Vergleich der Arten nicht gebraucht werden, da es bei der einzelnen Art zeitlich sehr stark schwanken kann (*Phoenix*) und die Messungen zu verschiedenen Tageszeiten ausgeführt wurden. Hingegen sei noch auf den kleinsten Wert von 34.6 Atm. bei *Cocos nucifera* und auf den höchsten von zirka 116.6 Atm. bei *Elaeïs* hingewiesen, der zu den höchsten Sg-Werten gehört, die ich in Java finden konnte.

c) Sg in Orchideenblättern.

In Tab. 15 sind die Sg-Werte in den Blättern verschiedener Orchideen zusammengestellt. Diese Orchideen wuchsen im Orchideenquartier des Gartens auf kleinem Raume beisammen, mit Ausnahme von *Grammatophyllum*, das in der Canarienallee war, und *Vanilla*, die im Cultuurtuin an einem Drahtzaun in die Höhe kletterte. Unter a) finden sich in der Tabelle die Erdorchideen, unter b) die epiphytischen Orchideen.

Bei den untersuchten Orchideen zeichnen sich viele Zellen durch unregelmässige Plasmolyse nach Figur 6

Figur 6.



aus, wobei die Epidermiszellen mehr die Form a, die Mesophyllzellen meistens die Plasmolyseform b zeigten. Wann soll man in einem solchen Fall Grenzplasmolyse annehmen? Sinngemäss dann, wenn man die erste Abhebung des Plasmas von der Wand bemerkt. Bei meinen Abstufungen der Kon-

zentrationen war es fast immer so, dass man nicht eine, sondern gleichzeitig mehrere Einbuchtungen des Plasmas gleichzeitig sah, während in der nächst tieferen Konzentration noch keine Spur einer Plasmolyse bemerkt werden konnte. Ich war daher gezwungen, dann « Grenz »-Plasmolyse anzunehmen, wenn der Protoplast die Form der Fig. 6 angenommen hatte.

In manchen Blättern werden die Verhältnisse noch mehr kompliziert, wie z. B. in den Palisaden von *Dendrobium carnosum*. Hier finden sich zwischen kleineren chlorophyllreichen Palisadenzellen grosse,

¹ Lambrecht, E.: Beitrag z. Kenntnis der osm. Zustandsgrössen einiger Pflanzen des Flachlandes. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen 17, 1929.

Tabelle 15.

Sg im Orchideenblatt.

| Name | Datum | Sg in Atm. | | | Morphologische Besonderheiten |
|---|---------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|---|
| | | Obere Epid. | Mesophyll | Unt. Epid. | |
| a) <i>Phajus Tankervilleae</i> Bl. | 23. IX. 8 ⁰⁰ | 11.1 | 23.4 | | Kleine Erdknolle. |
| <i>Coelogyne asperata</i> Lindl. | 18. XII. 12 ⁰⁰ | 8.1 | 23.4 | | Stengelknollen. |
| <i>Vanilla planifolia</i> Andr. | 19. II. 13 ⁰⁰ | | 10.4 | 5.3; 14.3 ¹ | Dicke Blätter. |
| b) <i>Agrostophyllum tenue</i> J. J. S. | 18. XII. 10 ⁰⁰ | 11.1 | 32.1 | | Flachstengel und dicke Blattscheiden. |
| <i>Coelogyne Swainiana</i> Rolfe | 26. IX. 9 ²⁰ | 13.5 | 16.9; 12.7 ² | 13.5 | Viele Stengelknollen. |
| | 27. IX. 6 ⁴⁵ | 11.9 | 16.9 | 13.5 | |
| <i>Liparis spec.</i> | 20. XII. 18 ⁰⁰ | 6.0 | 10.4 | | Wenig verdickter Stengel. |
| <i>Eria cymbiformis</i> J. J. S. | 16. XII. 7 ⁰⁰ | 6.7 | 7.4 | | Flachstengel und dicke Blätter. |
| <i>Cymbidium arthropurpureum</i> Rolfe | 17. XII. 7 ⁰⁰ | 10.4 ³ | 12.7—48.4 | 8.9 | Dicke Stengel ohne Knollen. |
| <i>Dendrobium carnosum</i> Reichb. | 17. XII. 7 ⁰⁰ | 7.4 ⁴ | | | Dicke Blätter. |
| <i>D. purpureum</i> Roxb. . | 16. XII. 13 ⁰⁰ | 11.1 | | | Dünne Blätter, Stengel 6 mm dick. |
| <i>D. erectifolium</i> J. J. S. | 18. XII. 7 ⁰⁰ | 16.0 | 24.5 | | Dünne Blätter. |
| <i>D. luxurians</i> J. J. S. . | 20. XII. 8 ⁰⁰ | 8.1 | | | Stengelknollen und dicke Blätter. |
| <i>Xiphidium coeruleum</i> Aubl. | 16. XII. 17 ⁰⁰ | 7.4 | 17.8 | | Blattdicke verschieden, Stengel 5 mm dick. |
| <i>Grammatophyllum speciosum</i> Bl. | 9. XII. 17 ⁰⁰ | 14.3 | ca. 17.8 | | Derbe, dünne Blätter, Stengel ca. 1½ cm dick. |
| <i>Sarcanthus javanicus</i> J. J. S. | 16. XII. 11 ⁰⁰ | 8.9 | 9.6 | | Dicke Blätter. |
| <i>Thrixspermum calceolus</i> Reichenb. | 16. XII. 9 ⁰⁰ | 7.4 | 8.1 | | Dicker Stengel und dicke Blätter. |

¹ Schliesszellen.
² Mesophyll, das der untern Epidermis anliegt.
³ Wassergewebe.
⁴ Siehe Text.

wasserreiche, chlorophyllarme Zellen. Die ersteren verhalten sich bei Plasmolyse normal; die letzteren hingegen falten sich vor Eintritt der Plasmolyse ein. Die ersten sichtbaren Anzeichen einer weitwelligten Faltung bemerkt man in 0.5 Mol. Legt man Querschnitte oder dicke Flächenschnitte der Blattoberseite in 0.6 Mol ein, so krümmen sich die

Schnitte so, dass die Blattaussenseite konvex wird, und in 1.0 Mol ist die Krümmung so stark, dass die Schnittränder sich berühren. Die kleinen Palisadenzellen sind dann in normaler Weise, ohne Faltung der Wand, plasmolysiert, die Wände der Wasserzellen aber sind stark gefaltet, und man sieht in einzelnen Zellen das erste Abheben des Protoplasten von der Wand (stets Desplasmolyse machen, da leicht Verwechslung mit angeschnittenen Zellen möglich ist). Zwischen diesen beiden extremen Formen gibt es manche Uebergänge von der kleinen, normal sich verhaltenden Palisadenzelle zu der dickbauchigen, langen Wasserzelle.

In Tab. 15 sind ausser den Sg-Werten einige morphologische Besonderheiten angegeben, die bei der Beurteilung der osm. Grössen von Bedeutung sein können. Eine besondere Erwähnung verdient die Dicke der Blätter, die bei demselben Blatt verschieden sein kann und deren grössere Dicke durch eine grössere Zahl von Mesophyllzellen erreicht wird. So ist das Blatt von *Xiphidium coeruleum* an der Basis 2.5 mm dick, an der Spitze aber nur ungefähr 0.1 mm; an der Spitze besitzt es vier, an der Basis aber 30 Mesophyllzellen. Trotzdem sind die Sg-Werte in den einzelnen Zellen des Mesophylls nicht so stark voneinander abweichend, wie man zunächst erwarten könnte; bei *Xiphidium* betragen die Differenzen nach oben und unten etwa 2—3 Atm. vom angegebenen Mittelwert, so dass ich mich mit der Angabe einer einzelnen Zahl begnügen konnte. Eine eindeutige Differenz zwischen Ober- und Unterseite des Mesophylls konnte ich nur bei *Coelogyne Swainiana* nachweisen, während ich bei *Cymbidium* das einzige Blatt fand, in dem die Mesophyllwerte in den einzelnen Zellen sehr weit auseinanderlagen und zudem in unregelmässiger Weise verteilt waren. Bei *Agrostophyllum* war es mir nur möglich, die der oberen Epidermiszellen anliegenden grünen Mesophyllzellen zu messen; daher ist dieser Wert verhältnismässig hoch ausgefallen; es ist mehr als wahrscheinlich, dass er bedeutend tiefer liegen würde, wenn auch die vielen fast chlorophyllosen Zellen der Blattunterseite mitberücksichtigt worden wären.

Die Betrachtung der Tab. 15 lehrt, dass in der Höhe von Sg kein Unterschied zwischen Erd- und epiphytischen Orchideen zu finden ist. Ferner sind auffallend die verhältnismässig tiefen Werte, die sich auch bei Arten finden, die gar keine typischen Vertreter feuchter Standorte sind wie etwa *Grammatophyllum*, das an Stellen wachsen kann, wo Sd sehr hoch steigen kann. Ebenso können auch manche *Dendrobium*arten an Stellen vorkommen, die zeitweise eine sehr niedere Luftfeuchtigkeit aufweisen. Die Orchideen nähern sich demnach in ihren Sg-Werten den Sukkulenten, die in der Regel kleine Sg-Werte haben, was auch aus den Sin-Messungen von *Walter*¹ erschlossen werden kann.

¹ Walter, H.: Die Hydratur der Pflanze. Jena 1931.

Was das Verhältnis von Epidermis zum Mesophyll anbetrifft, so ist letzteres durchwegs höher, besonders bei den beiden Erdorchideen *Phajus* und *Coelogyne*.

Eine Beziehung zwischen der Grösse von Sg und der Ausbildung von Wasserspeichern lässt sich aus der Tabelle nicht erschliessen. Im Gegenteil besitzen *Phajus* und *Coelogyne asperata*, die Knollen besitzen, höhere Sg-Werte als *Vanilla* ohne Knollen. Ebenso hat *Coelogyne Swainiana* mit vielen Stengelknollen höhere Werte als *Liparis* mit wenig verdicktem Stengel, und ähnlich ist es bei *Dendrobium*arten, wo *D. luxurians* mit Stengelknollen und dicken Blättern nicht viel tiefere Werte hat als *D. purpureum* mit dünnen Blättern und mässig dickem Stengel oder *Sarcanthus* mit dicken Blättern. Einzig *Agrostophyllum* scheint unter den epiphytischen Orchideen hohes Sg im Mesophyll zu haben; dabei ist auch die Blatt-Transpiration ziemlich hoch.

d) Sg in Blättern von anderen Monokotylen.

Die bis jetzt nicht behandelten Monokytengruppen sind in Tab. 16 zusammengestellt. Es handelt sich vor allem um einige Arten der Araaceen und Scitamineen. Am besten ist Sg bei diesen etwas schwierig zu untersuchenden Arten in der oberen Epidermis und im Wassergewebe (an dicken Blattquerschnitten) zu bestimmen. Sehr schwer ist die Plasmolyse wegen der Kleinheit und rundlichen Gestalt der Zellen und der schwierigen Herstellung der Schnitte im Mesophyll zu sehen, so dass Sg des Mesophylls nur selten ermittelt werden konnte.

Auch hier sind die Sg-Werte fast durchwegs tief. Nur *Alpinia Galanga* hat am 10. Dezember, 17 Uhr, höhere Werte, was vielleicht damit zu erklären ist, dass diese Messung in die Zeit einer dreitägigen Trockenperiode fiel. Der Umstand, dass dieselbe Pflanze morgens 7 Uhr viel tiefere Werte zeigt, deutet auf eine wahrscheinlich stärkere tägliche Periodizität hin, wie das für die Saugkraft von *Costus* schon früher (Tab. 10) dargestellt wurde. Verhältnismässig hohe Werte zeigen dann auch noch die beiden Erdbromeliaceen mit 15.2 Atm. und der grossblättrige *Amorphophallus* mit zirka 14.3 Atm.; sonst liegen die Epidermiswerte tief. Das Wassergewebe hat auch hier Werte, die in der Nähe der Epidermis liegen, einmal etwas höher, dann wieder etwas tiefer.

In den beiden Arten *Costus Lucanusianus* und *Carludovica speciosa* konnten auch die Palisaden untersucht werden; ihre Werte sind sehr hoch; sie mögen etwas zu hoch ausgefallen sein, weil die rundliche Gestalt der Zellen das Ablesen des Grenzplasmolysewertes erschwert, so dass eine Konzentration verwendet werden muss, die diejenige der Grenzkonzentration stark übersteigt, bis es überhaupt möglich ist, die Grenzplasmolyse zu bestimmen. Im Gegensatz zu diesen hohen Werten

findet man im Mesophyll der Bromeliacee *Pitcairnia* ausserordentlich tiefe Werte. Jedenfalls liegt hier der einzige Fall vor, wo Sg im Mesophyll so tiefe Werte zeigt im Vergleich zur Epidermis (Funktion der Wasserspeicherung).

Tabelle 16.

Sg im Blatt verschiedener Monokotylen.

| Name | Datum | Sg in Atm. | | | |
|---|---------------------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| | | Obere Epid. | Wassergewebe | Palisaden | Unt. Epid. |
| A r a c e e n. | | | | | |
| <i>Philodendron erubescens</i> C. Koch | 15. XII. 7 ⁰⁰ | 9.6 | | | |
| <i>Ph. sagittifolium</i> Liebm. | 15. XII. 12 ⁰⁰ | 9.6 | 7.4 | | |
| <i>Amorphophallus campanulatus</i> Bl. | 19. XI. 9 ⁰⁰ | ca. 14.3 | | | |
| <i>Scindapsus aureus</i> Engl. | 23. VIII. 8 ⁰⁰ | 9.6 | | | |
| S c i t a m i n e e n | | | | | |
| <i>Costus Lucanusianus</i> K. Schum. | 27. XI. 11 ⁰⁰ | 11.1 | 11.1 | ca. 39.8 | |
| <i>Costus spec.</i> | 28. XI. 16 ³⁰ | 7.4 | 8.1 | | |
| <i>Curcuma domestica</i> Val. | 10. II. 7 ⁰⁰ | 8.1 | 8.1 ¹ | | 6.7; 9.6 ² |
| <i>Alpinia Galanga</i> Swartz. | 10. XII. 17 ⁰⁰ | 25.5 | 21.5 | | |
| | 13. XII. 7 ⁰⁰ | 12.7 | 15.2 | | |
| <i>Amomum Cardamomum</i> Willd. | 20. II. 10 ⁰⁰ | 13.5 | 11.1 ¹ | | |
| <i>Maranta amabilis</i> | 6. XII. 12 ⁰⁰ | 8.9 | | | |
| A n d e r e M o n o k o t y l e n. | | | | | |
| <i>Pitcairnia angustifolia</i> Redouté | 24. XII. 9 ⁰⁰ | 15.2 | | 6.0 ³ | |
| <i>Aechmea spec.</i> | 24. XII. 11 ⁰⁰ | 15.2 | | | |
| <i>Guzmania lingulata</i> Mez. | 26. XII. 9 ⁰⁰ | 8.1 | | | |
| <i>Carludovica speciosa</i> | 12. XII. 11 ⁰⁰ | 14.3 | | 34.6 | |
| <i>Tacca macrantha</i> Limpricht . . . | 29. XI. 12 ⁰⁰ | 15.2 | | | |

¹ Schliesszellen in der oberen Epidermis.
² Schliesszellen in der unteren Epidermis.
³ Mesophyll.

e) Sg in Blättern dikotyler Bäume (Tab. 17).

Die Epidermen und das Schwammparenchym untersucht man an Flächenschnitten, die Palisaden an Querschnitten, wobei in Palisaden- und Schwammparenchymzellen immer Deplasmolyse gemacht werden soll, um Täuschungen durch angeschnittene Zellen zu vermeiden.

1. *Vergleich der Gewebe.* Unter allen Geweben der dikotylen Blätter der Bäume hat die Epidermis die niedrigsten Werte; man findet demnach auch bei den Bäumen der Tropen dieselbe Erscheinung, wie sie in Europa bei allen bisher untersuchten Spreiten der Bäume gefunden wurde. In 26 Fällen ist die obere Epidermis höher als die untere, in 6 Fällen sind beide gleich und in einem Fall, bei *Quassia amara* zeigt

die untere Epidermis einen etwas höheren Wert; der letztere kann ein Zufallswert sein.

Die Sg-Werte in der unteren Epidermis schwanken von 8.1 bis zirka 34.6 Atm., die der oberen von 8.9 bis zirka 39.8 Atm.; bei der letzteren fallen die Hälfte in den Bereich von 15—20 Atm., von den restierenden die grössere Zahl auf über 20 Atm. Bei der unteren Epidermis fallen etwa ein Drittel in den Bereich von 15—20 Atm., von den übrigbleibenden die grössere Hälfte auf unter 15 Atm.

Die Schliesszellen zeigen mit Ausnahme von *Tamarindus* überall höhere Werte als die Epidermis; die angegebenen Zahlen stellen übrigens nur rohe Mittelwerte dar, da die Abweichungen von Mittelwert auch in benachbarten Schliesszellen derselben Schnitte sehr bedeutend sein können.

Die höchsten Werte finden wir auch hier im Palisadenparenchym; es stimmt demnach auch dieser Befund mit den früheren Messungen in Europa¹ überein. Doch kann das Verhältnis obere Epidermis—Palisaden erheblichen Schwankungen unterworfen sein, wie aus Tab. 18 hervorgeht. Dieses Verhältnis ist selbstverständlich bei keiner Art konstant, aber es übersteigt doch erfahrungsgemäss weder nach unten noch nach oben einen gewissen Betrag, der allerdings aus diesen Messungen nicht ersichtlich ist. Doch dürften die angegebenen Verhältnisse auch bei weiteren Messungen nicht stark geändert werden, da sowohl unter den niedern wie unter den hohen Zahlen Messungen aus jeder Zeit während des Vormittags angegeben sind; in der Regel ist bei derselben Art die grösste Differenz in den Geweben am Mittag, die kleinste am Morgen zu finden. Während dieses Verhältnis obere Epidermis—Palisaden bei europäischen Arten etwa 1 : 2, bei der Buche 1 : 3 ist, finden wir bei den Tropenbäumen einen starken Wechsel dieses Verhältnisses, der von 1 : 1.2 bei *Cerbera manghas* bis auf 1 : über 10 bei *Mimusops globosa* steigen kann; bei der Mehrzahl der Blätter übersteigt dieses Verhältnis 1 : 3; es ist also meist grösser als bei europäischen Pflanzen. Ohne auf diese Verhältniszahlen allzu grosses Gewicht legen zu wollen, schien mir diese Tatsache doch erwähnenswert, da man daraus ersieht, wie verschieden Sg in benachbarten Zellen sein kann. Ein Zusammenhang zwischen diesem Verhältnis und der systematischen Verwandtschaft oder dem ökologischen Typus ist nicht ersichtlich. Wohl findet man das niederste Verhältnis bei *Cerbera manghas* L. (= *C. Odollam* Gärtner.), die in Salzsümpfen wächst; andererseits haben die typischen Vertreter der Mangrove ebenfalls kleine Verhältnisse E : P. Doch finden sich in der Tab. 18 wieder Arten desselben ökologischen Typus in tieferen (*Eriodendron*) wie in höheren Verhältniszahlen (*Bombax*).

¹ Blum, G.: Zur Kenntnis d. Grösse u. Schwankung d. osm. Wertes. Beih. Bot. Zentralbl. I. Abt. 33, 1916.

Etwas tiefer liegen die Sg-Werte im Schwammparenchym. Auch hier, wie bei den Palisaden, bedeuten die Zahlen, bei denen keine oberen und unteren Grenzen angegeben sind, Durchschnittswerte, die nach beiden Seiten stark differieren können. Im allgemeinen entspricht einem hohen Palisadenwert auch ein hoher Sg-Wert des Schwammparenchyms und nur selten gibt es von dieser Regel grössere Abweichungen wie etwa bei *Funtumia elastica* oder bei *Macadamia ternifolia* und *Bombax malabaricum*.

Sehr unregelmässig ist Sg in den Schliesszellen. Mit Ausnahme von *Tamarindus indica* liegen ihre Werte immer höher als diejenigen der angrenzenden Epidermis, wobei sich die Schliesszellen bei *Annona*, *Swietenia*, *Samadera Erythroxyton novogranatense*, *Bombax*, *Bixa*, *Crescentia* durch grosse Differenzen besonders auszeichnen.

2. *Dieselben Gewebe bei verschiedenen Arten.* Die tiefsten Epidermiswerte finden sich bei *Semecarpus heterophylla*. Dieser Giftbaum kommt in den feuchten Wäldern Javas vor; er hat ziemlich weiche Blätter, die zudem stark transpirieren. Aehnlich tiefe Werte von 8.1 bis 9.6 Atm. zeigt die in den feuchten Urwäldern Südasiens wachsende Bombacacee *Bombax malabaricum*. Zu den Bäumen mit tiefen Werten gehören *Theobroma Cacao* und *Bixa Orellana*, beide im Schatten wachsend, ferner die beiden Milchsaftbäume *Ficus elastica* und *Funtumia elastica*, während *Hevea* zu den Pflanzen mit hohen Werten einzureihen ist. Auch *Cerbera Manghas* zeigt im Durchschnitt keine hohen Sg-Werte, trotzdem man seit F a b e r¹ allgemein geneigt ist, den Mangroven recht hohe « osmotische Drucke » zuzuschreiben.

Die höchsten Zahlen fand ich im Palisadenparenchym von *Mimusops globosa*; sie gehören mit über zirka 116 Atm. zu den höchsten, die bisher angegeben wurden. Ich legte Querschnitte des Blattes in Lösungen verschiedenster Konzentration von 0.5 Mol bis 2.00 Mol. In keiner dieser Lösungen trat Plasmolyse ein, weder nach 15 Minuten noch nach 3 Stunden, während im Schwammparenchym zwischen 1.4 und 1.8 Mol in normaler Zeit Plasmolyse zu erzielen war. Da auch das Schwammparenchym Sg-Werte bis zu 93.2 Atm. hat, ist anzunehmen, dass in den Palisadenzellen Werte von 116.6 Atm. möglich sind, und dass diese Werte nicht etwa durch rasches Permeiren des Rohrzuckers oder ein eventuelles Nichteindringen der viskösen Rohrzuckerlösung in den Schnitt vorgetäuscht wurden, zumal sämtliche Schnitte ganz untergetaucht waren. Ebenfalls bis 116 Atm. steigen die Palisaden von *Erythroxyton Coca* und *Hydnocarpus anthelmintica*. Das ist bei diesen Beiden deshalb merkwürdig, weil die anliegende obere Epidermis Werte

¹ F a b e r, F. C. von: Ueber Transpiration und osm. Druck bei Mangroven. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 31, 1916. Zur Physiologie der Mangroven. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 41, 1923.

von nur 19.6 Atm. zeigt. Andere Arten mit hohen Sg-Werten, vor allem in den Palisaden, sind *Macadamia* (Proteaceae), *Tamarindus indica*, *Quassia amara*, *Samadera indica* (Simarubaceae), *Erythrocydon Coca*, *Hydnocarpus anthelmintica*, *Thea assamica*, *Carica Papaya*, *Palaquium Gutta* und *Crescentia cujete*, die alle, in den Palisaden 70, im Schwammparenchym 50 Atm. erreichen oder übersteigen können.

Tabelle 17.
Sg in den Blättern dikotyler Bäume.

| Name | Datum | Sg in Atm. | | | | | T | Sd | Regen in mm |
|---|--------------------------|---------------|------------|-----------------------|-----------------|--------------------|------|------|----------------|
| | | Obere Epid | Palisaden | Schwamm- parenchym | Untere Epid. | Schließ- zellen | | | |
| <i>Ficus elastica</i> Roxb. . | 16. II. 7 ⁰⁰ | 16.0 | 32.1 | 27.6 | 16.0 | | 26 | 3.9 | 3 |
| <i>Macadamia ternifolia</i> . | 11. II. 12 ⁰⁰ | 17.8 | ca. 83.0 | 39.8 | | | 31 | 12.1 | — |
| <i>Annona muricata</i> L. . | 5. III. 7 ⁰⁰ | 16.0 | 58.4 | 25.5—58.4 | 15.2 | 25.5 | 21.5 | 2.4 | 8 |
| <i>Myristica fragrans</i> Houtt. | 9. II. 10 ⁰⁰ | 17.8 | 45.4 | 25.5—45.4 | | | 27 | 6.3 | — |
| <i>Hevea brasiliensis</i> Müll. Arg. | 6. II. 11 ⁰⁰ | 34.6 | | | 30.9 | 32.1 ¹ | 28.5 | 6.0 | — |
| | 11. II. 9 ⁰⁰ | 27.6 | 73.9 | 58.4 | 25.5 | | 28 | 6.9 | — |
| <i>Tamarindus indica</i> L. | 20. II. 7 ⁰⁰ | 25.5 | ca. 73.9 | ca. 51.6 | 23.4 | 16.9 | 21 | 1.6 | 53 |
| <i>Aleurites montana</i> . . | 7. II. 13 ⁰⁰ | 16.9 | 29.7—73.9 | 21.5—58.4 | 16.9 | | 28 | 6.8 | — |
| <i>Swietenia macrophylla</i> | 10. II. 9 ⁰⁰ | 17.8 | | ca. 45.4 | 17.8 | ca. 25.5 | 26.5 | 4.8 | 12 |
| <i>Quassia amara</i> L. . . | 5. II. 10 ⁰⁰ | 19.6 | ca. 83.0 | 34.6—73.9 | 20.6 | 23.4 | 28 | 7.9 | 3 |
| <i>Samadera indica</i> Gärtner. | 6. II. 7 ⁰⁰ | 26.6 | ca. 83.0 | ca. 51.6 | 23.4 | ca. 48.4 | 21.5 | 2.4 | — |
| <i>Erythrocydon Coca</i> Lam. | 19. II. 11 ⁰⁰ | 19.6 | ca. 116.6 | ca. 51.6 | 11.1 | | 24.5 | 4.5 | 4 |
| <i>E. novogranatense</i> Hieron. | 19. II. 7 ⁰⁰ | 21.5 | 45.4—65.8 | 39.8—51.6 | 14.3 | ca. 27.6 | 21 | 0.9 | 4 |
| <i>Semecarpus heterophyl- la</i> Bl. | 18. II. 12 ⁰⁰ | 8.9 | | | 8.1 | | 25 | 3.5 | 24 |
| <i>Nephelium mutabile</i> Bl. | 5. III. 9 ⁰⁰ | 17.8 | ca. 74—93 | | 16.9 | | 23.5 | 2.3 | 8 |
| <i>Grewia paniculata</i> . . | 7. II. 7 ⁰⁰ | 18.7 | | | 16.0 | | 23 | 1.7 | — |
| <i>Eriodendron anfractu- osum</i> | 15. II. 8 ⁰⁰ | 21.5 | 51.6 | 32.1 | 21.5 | ca. 32.1 | 24.5 | 2.6 | 30 |
| <i>Bombax malabaricum</i> . | 19. II. 9 ⁰⁰ | 9.6 | 58.4 | 23.4 | 8.1 | ca. 19.6 | 23 | 1.6 | 4 |
| <i>Theobroma Cacao</i> L. . . | 8. II. 7 ⁰⁰ | 17.8 | ca. 34.6 | ca. 25.5 | 16.9 | ca. 32.1 | 24 | 1.7 | — |
| <i>Thea assamica</i> | 9. II. 7 ⁰⁰ | 13.5 | ca. 83.0 | ca. 65.8 | 11.9 | ca. 16.0 | 22.5 | 1.6 | — |
| <i>T. sinensis</i> Sims. . . . | 9. II. 9 ⁰⁰ | 12.7 | 39.8—65.8 | ca. 45.4 | 11.1 | 16.9 | 25.5 | 4.5 | — |
| <i>Calophyllum Inophyl- lum</i> L. | 22. XII. 9 ⁰⁰ | 27.6 | | | | | 26.5 | 7.0 | 17 |
| <i>Mammea americana</i> L. | 5. II. 12 ⁰⁰ | 23.4 | | 34.6—58.4 | 20.6 | | 29 | 11.5 | 3 |
| <i>Dryobalanops acumi- nata</i> | 16. II. 9 ⁰⁰ | 19.6 | ca. 58.4 | | 17.8 | | 27.5 | 5.8 | 3 |
| <i>Bixa Orellana</i> L. . . . | 14. II. 11 ⁰⁰ | 14.3 | 25.5—45.4 | | 12.7 | 25.5 | 30 | 5.5 | 7 |
| <i>Hydnocarpus anthel- mintica</i> Pierre | 12. II. 12 ⁰⁰ | 19.6 | 83.0—116.6 | ca. 73.9 | 17.8 | | 27 | 4.5 | — |
| <i>Carica Papaya</i> L. . . . | 17. II. 14 ⁰⁰ | 25.5 | ca. 93.2 | | 23.4 | 29.7 | 28 | 4.6 | 5 |
| <i>Eugenia aromatica</i> Berg. | 18. II. 7 ⁰⁰ | 17.8 | 51.6 | ca. 34.6 | 16.0 | | 24 | 0.9 | 24 |
| <i>Palaquium Gutta</i> Baill. | 6. II. 9 ⁰⁰ | 16.9 | ca. 83.0 | | 14.3 | | 23.5 | 4.2 | — |

¹ Untere Nervepidermis.

| Name | Datum | Sg in Atm. | | | | | T | Sd | Regen in mm |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------|--|-----------------------|-----------------|--------------------|------|-----|----------------|
| | | Obere Epid. | Palisaden | Schwamm- parenchym | Untere Epid. | Schließ- zellen | | | |
| <i>Chrysophyllum oliviforme</i> | 7. II. 11 ⁰⁰ | 24.5 | 34.6—73.9 | | 24.5 | 29.7-65.8 | 27 | 2.9 | — |
| <i>Achras Zapota</i> L. | 12. II. 7 ⁰⁰ | 19.6 | ca. 51.6 | ca. 45.4 | 17.8 | | 23.5 | 1.7 | — |
| <i>Mimusops globosa</i> | 12. II. 9 ⁰⁰ | 19.6 | über 116.6 | 58.4—93.2 | 19.6 | | 24 | 1.7 | — |
| <i>Diospyros discolor</i> Willd. | 15. II. 8 ⁰⁰ | 17.8 | ca. 65.8 | | 17.6 | | 24.5 | 2.9 | 30 |
| <i>Strychnos nux vomica</i> L. | 7. II. 9 ⁰⁰ | ca. 39.8 | | | ca. 34.6 | | 24.5 | 3.6 | — |
| <i>Cerbera Manghas</i> L. | 5. II. 7 ⁰⁰ | 27.6 | 32.1 | 27.6 | 21.5 | 25.5 | 23 | 0.8 | 3 |
| <i>Funtumia elastica</i> Stapf. | 15. II. 10 ⁰⁰ | 16.0 | ca. 58.4 | 25.5 | 13.5 | 16.0 | 28 | 7.9 | 30 |
| <i>Coffea liberica</i> | 4. II. 9 ⁰⁰ | 19.6 | | | | | 25 | 4.4 | 8 |
| <i>Psychotria heterophylla</i> | 6. II. 13 ⁰⁰ | 20.6 | { 65.8-58.4 ¹ 58.4-45.4 ² | | 19.6 | 23.4-32.1 | 30 | 7.0 | — |
| <i>Crescentia cujete</i> L. | 12. II. 11 ⁰⁰ | 12.7 | ca. 93.2 | ca. 65.8 | 12.7 | 18.7 | 27 | 2.1 | — |
| <i>Barringtonia asiatica</i> Kurz. | 15. XI. 10 ⁰⁰ | | | | 11.1 | | 29 | 8.0 | 34 |

¹ Obere Palisadenreihe.
² Untere Palisadenreihe.

Tabelle 18.

Verhältnis des Sg-Wertes : Obere Epidermis-Palisaden.

| Buitenzorg | Verhältnis | Europa | Verhältnis |
|--|-------------|---|-------------|
| <i>Cerbera Manghas</i> | 1 : 1.2 | <i>Helleborus foetidus</i> ¹ | 1 : 2 |
| <i>Ficus elastica</i> | 1 : 2 | <i>Urtica dioica</i> | ca. 1 : 2 |
| <i>Theobroma Cacao</i> | 1 : 2 | <i>Fagus silvatica</i> | ca. 1 : 3 |
| <i>Eriodendron anfractuosum</i> | 1 : 2.4 | <i>Hedera Helix</i> ² | ca. 1 : 1.8 |
| <i>Myristica fragrans</i> | 1 : 2.5 | | |
| <i>Achras Zapota</i> | 1 : 2.6 | | |
| <i>Tamarindus indica</i> | 1 : 2.9 | | |
| <i>Dryobalanops acuminata</i> | 1 : 3.0 | | |
| <i>Funtumia elastica</i> | 1 : 3.6 | | |
| <i>Diospyros discolor</i> | 1 : 3.7 | | |
| <i>Samadera indica</i> | 1 : 3.7 | | |
| <i>Thea sinensis</i> | 1 : ca. 4 | | |
| <i>Quassia amara</i> | 1 : 4.2 | | |
| <i>Nephelium mutabile</i> | 1 : 4.5 | | |
| <i>Macadamia ternifolia</i> | 1 : 4.6 | | |
| <i>Palaquium Gutta</i> | 1 : 4.9 | | |
| <i>Hydnocarpus anthelmintica</i> | 1 : ca. 5 | | |
| <i>Erythroxyton Coca</i> | 1 : 5.9 | | |
| <i>Bombax malabaricum</i> | 1 : 6.1 | | |
| <i>Thea assamica</i> | 1 : 6.2 | | |
| <i>Crescentia cujete</i> | 1 : 7.3 | | |
| <i>Mimusops globosa</i> | 1 : über 10 | | |

¹ Blum, G.: Zur Kenntnis der Grösse und Schwankung des osm. Wertes. Beih. I, Bot. Ztrbl. 1916.
² Beck, W.: Cane sugar and potassium nitrate as plasmolysing agents. Protoplasma. 1, 1926.

Diese Werte erscheinen auf den ersten Blick für das feuchte Buitenzorger Klima sehr hoch, zumal die meisten Messungen in den feuchten Februar fallen, der sich weniger durch starke als durch mässigere, andauernde Regen auszeichnete.¹ Wenn wir weiter die Luftfeuchtigkeit betrachten, so beträgt die Differenz nasses-trockenes Thermometer (meteorolog. Station Buitenzorg) meistens 1—2 Grad; RF liegt um 7 Uhr morgens in der Nähe von 90 %, mittags um etwa 80 % herum; im ganzen Monat gab es nur 2 regenfreie Tage. Wenn trotzdem relativ hohe Sg-Werte gefunden wurden, so darf eben nicht vergessen werden, dass sich diese Pflanzen auch für trockene Zeiten einzurichten haben, die auch in Buitenzorg wochenlang dauern können. So gab es im August 1930, das kein besonders trockenes Jahr war, zwei Trockenperioden von 8 bzw. 11 Tagen und noch eine solche von 9 Tagen Ende September, an denen kein Tropfen Regen fiel und RF über Mittag auf unter 45 % fiel, während allerdings am Morgen oft reichlicher Tau auf allen Blättern lag, der sich aber bald nach Sonnenaufgang verflüchtigte. Zudem handelt es sich hier um die Palisaden von Baumblättern, und hier kann ein hohes Sg nur von Nutzen sein als Vorbedingung für ein unter Umständen nötiges Ansteigen der Saugkraft. Immerhin fallen alle hohen Werte auf verhältnismässig weniger feuchtes Wetter und sie beziehen sich zum Teil auf Arten mit ledrigen Blättern (*Nephelium mutabile*, *Mimusops*) oder auf solche, die aus Trockengebieten stammen (*Crescentia* u. a.).

f) Blätter dikotyler Kräuter, Sträucher und Lianen.

Die Sg-Werte sind in Tab. 19 zusammengestellt. Die untersuchten vier Kräuter haben alle tiefe Werte, deren obere Epidermis zwischen 8 und 14 Atm. schwankt; nur *Soja* zeigt ein hohes Sg von 22.5 Atm. in der unteren Epidermis. Das sind Zahlen, die denen der europäischen Kräuter entsprechen.¹ Und ähnlich ist es mit den Werten in den Palisaden und im Schwammparenchym; das erstere Gewebe zeigt bei *Arachis hypogaea* den Wert von 34.6 Atm., das letztere bei *Soja hispida* 37.2 Atm. Beide Messungen stammen von schönen Tagen. Auch hier sind die Schliesszellen wieder höher als die anliegenden Epidermiszellen. Tiefe Sg-Werte wurden dann auch bei dem an schattigen Orten wachsenden *Chloranthus officinalis* gefunden und ebenso bei *Hibiscus Rosa sinensis*, deren Blätter verhältnismässig weich sind. Dagegen zeigt *Manihot utilissima* sehr hohe Werte, die im Schwammparenchym 65.8 in den Palisaden 93.2 Atm. erreichen. Damit liegen ihre Werte ungefähr in derselben Höhe wie bei *Hevea*.

¹ Vergleiche auch Braak, C.: Het Klimaat van Nederlandsch-Indië (Java en Madoera) Weltevreden 1928.

² Blum, G., l. c. — Bächer, J., l. c. — Gehler, M. G., l. c. — Lambrecht, E., l. c.

Tabelle 19.
Sg in den Blättern dikotyler Kräuter, Sträucher und Lianen.

| Name | Datum | Sg in Atm. | | | | | | T | Sd | Regen in mm |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|------|-----|----------------|
| | | Obere Epid. | Wasser- gewebe | Palisaden | Schwamm- parenchym | Untere Epid. | Schliess- zellen | | | |
| <i>Peperomia titymaloides</i> | 2. III. 9 ⁰⁰ | { ca. 8.1 9.6 ¹ | 6.7 9.6 ¹ | | | 8.1 | ca. 25.5 | 23.5 | 0.8 | ? |
| <i>Soja hispida</i> | 14. II. 7 ⁰⁰ | | | | 37.2 | 22.5 | 34.6 | 24 | 1.7 | 7 |
| <i>Tephrosia candida</i> D. C. | 20. II. 12 ⁰⁰ | 14.3 | | | | | | 27 | 5.7 | 53 |
| <i>Arachis hypogaea</i> . . . | 20. II. 7 ⁰⁰ | 11.9 16.6 ² | | ca. 34.6 | ca. 21.5 | 10.4 | 11.9 | 21 | 1.6 | 53 |
| <i>Manihot utilisima</i> Pohl. | 14. II. 8 ⁰⁰ | | | 93.2 | 65.8 | 16.9 | ca. 23.4 | 25 | 1.8 | 21 |
| <i>Hibiscus Rosa sinensis</i> | 4. II. 11 ⁰⁰ | | | | | 16.0 | 20.6 | 28 | 6.8 | 33 |
| <i>Chloranthus officinalis</i> | 8. II. 12 ⁰⁰ | 19.6 11.1 ³ | | | | 16.0 | 8 | 27 | 4.1 | — |
| | 9. II. 12 ⁰⁰ | 11.1 ³ | | | | | | 29 | 6.0 | 13 |
| | 10. II. 7 ⁰⁰ | 11.1 ³ | | | | | | 23.5 | 1.7 | 8 |
| <i>Piper Cubeba</i> L. | 10. II. 11 ⁰⁰ | 14.3 | | In 2.00 Mol keine Plasm. | | | | 29 | 4.6 | 8 |
| <i>P. nigrum</i> | 10. II. 13 ⁰⁰ | 14.3 | 15.2 | ca. 116.6 | | ca. 19.6 | 19.6 | 30 | 6.4 | 8 |

¹ Nach 2tägigem Liegen auf dem Tisch. ² Schliesszellen in der oberen Epidermis. ³ Weisses Hochblatt.

Eine Gruppe für sich scheinen die beiden *Piper*arten zu bilden, mit tiefen Epidermis-, aber hohen Palisadenwerten, die jedenfalls auf über 116 Atm. liegen. Auch hier wurden diese Werte wieder, wie bei *Mimusops*, auf verschiedene Weise sicherzustellen versucht, so dass diese Zahlen Anspruch hoher Wahrscheinlichkeit für sich beanspruchen dürfen. Während bei *P. nigrum* in 2 Mol in den meisten Palisadenzellen Plasmolyse zu sehen war, konnte bei *P. Cubeba* weder nach kurzer Zeit noch nach drei Stunden keine Spur einer solchen beobachtet werden.

B. Sg-Verteilung in Blüten.

a) Sg in Blüten von Monokotylen.

Bei einigen Monokotylen wurden dann auch noch verschiedene Sg-Werte in Blüten ermittelt; die untersuchten Gewebe und Organe sind in Tab. 20 ausführlich mitgeteilt.

Tabelle 20.

Sg in Blüten von Monokotylen.

| Name | Datum | Blütenteil | Obere Epid. | Mesophyll | Untere Epid. |
|--|---------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|
| <i>Costus spec.</i> | 22. VIII. 7 ⁰⁰ | Lippe | 6.7 | 8.1 ¹ | 7.4 |
| <i>Kämpferia pulchra</i> . . . | 17. XI. 10 ³⁰ | " | 2.6 | 3.3 | — |
| | | | 3.3 ² | 4.0 ² | — |
| <i>Alpinia Romburghiana</i> . | 15. XII. 17 ⁰⁰ | " | 10.4 | 8.7 | 10.4 |
| | | Perigon | 8.9 | 7.4 | 8.1 |
| <i>Coelogyne asperata</i> . . . | 18. XII. 12 ⁰⁰ | Lippe ³ | 2.4 | 8.1 | — |
| <i>Grammatophyllum speciosum</i> | 23. VIII. 8 ³⁰ | Perigon | 15.2 | 11.1 | 8.1 |
| <i>Pitcairnia angustifolia</i> . | 23. XII. 7 ⁰⁰ | Inneres Perigon | — | 8.1 | 9.6 |

¹ Wassergewebe der Blattoberseite.
² Nach 1stündigem Liegen der Blüte auf dem Tisch.
³ Seitenlappen der Lippe.

Bis jetzt ist Sg in den verschiedenen Geweben von Blütenteilen noch nicht untersucht worden, was wohl begreiflich erscheint, da die Präparation des Mesophylls im lebenden Zustand nicht sehr leicht ist. Aus Tab. 20 geht zunächst hervor, dass Sg in den verschiedenen Geweben der weichen Blütenteile viel ausgeglichener ist als im Blatt. Bei *Alpinia* besitzt das Mesophyll sogar geringere Werte als die Epidermen, und bei *Grammatophyllum* ist es tiefer als die obere Epidermis. Wenn bei dieser Pflanze gleichzeitig die untere Epidermis einen Sg-Wert hat, der nur etwas mehr als halb so hoch ist wie der der oberen Epidermis, so dürfte dies durch die starke Rückwärtskrümmung des Perigonblattes bedingt sein, die die untere Epidermis in den Schatten, die obere Epidermis aber in starke Sonnen- und Windexposition bringt. Am tiefsten fand ich Sg in den Geweben der zarten Perigon-

blätter der im tiefen Schatten kultivierten, nur etwa 12 cm hohen *Kämpferia pulchra* mit 2.6 Atm. in der Epidermis, 3.3 Atm. im Mesophyll. Ein mehrfaches Wiederholen der Messung zeigte, dass das kein Zufallswert sein kann. Der Boden am Wuchsort der Pflanze war feucht, RF betrug 86 %; die äusseren Bedingungen für einen tiefen Sg-Wert waren demnach vorhanden. Dass er auch höher steigen kann, zeigt die Messung eines Perigonblattes, das etwa eine Stunde auf dem Arbeitstisch liegen blieb und bereits starkes Welken aufwies; in beiden Geweben stieg Sg um ungefähr ein Viertel des Anfangswertes. *Kämpferia* besitzt demnach die tiefsten Sg-Werte, die in Buitenzorg gefunden wurden. Dass auch die anderen untersuchten monokotylen Blüten niedrige Werte aufweisen, begreift man, da alle von Kräutern schattiger Standorte stammen, mit Ausnahme von *Grammatophyllum*, das aber auch die höchsten Grenzplasmolysewerte aufweist.

b) Sg in Dikotylenblüten.

Die Sg-Werte in Tab. 21 stammen von Pflanzen, die an relativ schattigen Standorten vorkamen; ferner sind alle untersuchten Kronen « fleischig ». Die Werte sind in sämtlichen Geweben tief und sehr ausgeglichen. Im Mesophyll sind etwas höhere Werte als in den Epidermen. Wenn wir diese Zahlen mit den Monokotylenblüten vergleichen, so finden wir folgende Durchschnittswerte (ohne *Grammatophyllum*):

| | Blüten | |
|---------------------------|------------|----------|
| | monokotyle | dikotyle |
| Obere Epidermis | 7.2 | 10.5 |
| Mesophyll | 7.1 | 14.7 |

Bei den Monokotylen ist der Unterschied von oberer Epidermis und Mesophyll ausserordentlich klein, während die dikotylen Blüten sich eher dem Blattpus nähern: kleinere Epidermis-, höhere Mesophyllwerte, was auch aus den Einzelmessungen hervorgeht. Hier drängt sich wieder ein Vergleich auf mit europäischen Pflanzen, deren Sg von Gehler¹ an vielen Dikotylenblüten in der Epidermis von Kronblättern gemessen wurde und die dort in Tab. 29 zusammengestellt sind. Sie findet den niedersten Wert (an frischen Kronen) bei *Dahlia variabilis* (9.6 Atm.) und die höchsten Werte von 23.4 Atm. bei *Cydonia maliformis*. Der Mittelwert aller Kronblätter ist 17.6. Bei den Dikotylenblüten in Buitenzorg, deren Zahl allerdings nur gering ist, schwanken die Werte der obern Epidermis von 7.4 bis 12.7 Atm. mit einem Mittelwert von 10.5 Atm. Die Schwankung beträgt bei den Buitenzorger Pflanzen 72 % des kleinsten Wertes, bei den europäischen Pflanzen aber 144 %. Daraus folgt, dass sowohl die Schwankungen wie auch die

¹ Gehler, G., l. c. S. 34.

absoluten Grössen der Grenzplasmolysewerte in der Epidermis bei den Buitenzorger Pflanzen geringer sind als in Europa.

Tabelle 21.
Sg in Dikotylenblüten.

| Name | Datum | Organ | Sg in Atm. | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|-------|-------------|-----------|--------------|----------------|
| | | | Obere Epid. | Mesophyll | Untere Epid. | Schliesszellen |
| <i>Amherstia nobilis</i> | 16. IX. 8 ⁰⁰ | Fahne | 12.7 | 15.2 | 13.5 | |
| <i>Tephrosia candida</i> | 20. II. 11 ⁰⁰ | " | 12.7 | | | |
| <i>Hibiscus Rosa sinensis</i> | 4. II. 11 ⁰⁰ | Krone | | | 16.0 | 20.6 |
| <i>Wormia suffruticosa</i> | 22. XII. 7 ⁰⁰ | " | 7.4 | 11.1 | | |
| | | " | 10.4 | 11.1 | | |
| | | " | 11.9 | 11.1 | | |
| | 4. III. 9 ⁰⁰ | " | 8.9 | | | |
| <i>Plumiera acuminata</i> | 1. X. 7 ⁰⁰ | " | 12.7 | | 12.7 | |
| <i>(Tabernae montana) aurantiaca</i> | 12. IX. 11 ³⁰ | " | 8.9 | 15.2 | 8.9 | |
| | 13. IX. 7 ⁰⁰ | " | 9.6 | | | |

C. Vergleich von Sg in den verschiedenen Gruppen.

Im folgenden soll noch versucht werden, für die Sg-Werte eine gewisse Uebersicht zwischen den einzelnen Gruppen zu erhalten.

Farne.

| | Unter 10 Atm. | 10—15 Atm. | 15—20 Atm. | Ueber 20 Atm. |
|-----------------|---------------|------------|---------------|---------------|
| Obere Epidermis | 5 | 2 | 1 | 3 |
| Mesophyll | 4 | 6 | 1 | — |
| | Unter 20 Atm. | 20—40 Atm. | Ueber 40 Atm. | |

Palmblätter.

| | Unter 20 Atm. | 20—30 Atm. | Ueber 30 Atm. |
|-----------------|---------------|------------|---------------|
| Obere Epidermis | 3 | 7 | 3 |
| Mesophyll | 4 | 6 | 3 |
| | Unter 40 Atm. | 40—70 Atm. | Ueber 70 Atm. |

Orchideenblätter.

| | Unter 8 Atm. | 8—12 Atm. | Ueber 12 Atm. |
|-----------------|---------------|------------|---------------|
| Obere Epidermis | 5 | 8 | 3 |
| Mesophyll | 5 | 6 | 4 |
| | Unter 10 Atm. | 10—20 Atm. | Ueber 20 Atm. |

Blätter anderer Monokotylen.

| | Unter 10 Atm. | 10—20 Atm. | Ueber 20 Atm. | |
|------------------|---------------|------------|---------------|---------------|
| Obere Epidermis | 7 | 8 | 1 | |
| Untere Epidermis | 1 | 11 | 3 | 1 |
| | Unter 8 Atm. | 8—15 Atm. | 15—20 Atm. | Ueber 20 Atm. |

Blätter der dikotylen Bäume.

| | Unter 15 Atm. | 15—20 Atm. | 20—25 Atm. | Ueber 25 Atm. |
|------------------|---------------|------------|-------------|----------------|
| Obere Epidermis | 6 | 20 | 5 | 8 |
| Untere Epidermis | 11 | 14 | 8 | 3 |
| | Unter 40 Atm. | 40—70 Atm. | 70—100 Atm. | Ueber 100 A tm |
| Palisaden | 4 | 14 | 10 | 3 |
| | Unter 30 Atm. | 30—50 Atm. | 50—70 Atm. | Ueber 70 Atm. |
| Schwammparenchym | 5 | 11 | 7 | 2 |

Monokotyle Blüten.

| | Unter 8 Atm. | 8—12 Atm. | Ueber 12 Atm. |
|-----------------|--------------|-----------|---------------|
| Obere Epidermis | 3 | 1 | 1 |
| Mesophyll | 2 | 4 | — |

Dikotyle Blüten.

| | Unter 8 Atm. | 8—12 Atm. | Ueber 12 Atm. |
|-----------------|--------------|-----------|---------------|
| Obere Epidermis | 1 | 5 | 3 |
| Mesophyll | — | 3 | 2 |

Diese Zusammenstellung gestattet in Verbindung mit den in Tab. 22 angeführten kleinsten und grössten Sg-Werten einen gewissen Einblick in die Grössenordnung in den wichtigsten Geweben der Blätter und Blüten der hier dargestellten Pflanzengruppen.

Tabelle 22.

Vergleich von Sg in den wichtigeren Geweben der verschiedenen Gruppen.

| Sg-Wert | Obere Epidermis | | Palisaden | | Schwamm- parenchym | | Untere Epidermis | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------|-----------------------|------------------------|------------------|----------|
| | klein- ster | grösster | klein- ster | grösster | kleinster | grösster | klein- ster | grösster |
| <i>a) Blätter:</i> | | | | | | | | |
| <i>Farne</i> | | | | | | | | |
| Erdfarne | 12.7 | 24.5 | | | 25.5 ¹ | ca. 34.6 ¹ | | |
| Epiphytische F. | 7.4 | 23.4 | 23.4 | 93.2 | 9.6 | 23.4 | | |
| <i>Palmen</i> | 11.1 | 39.8 | | | ca. 34.6 ¹ | ca. 116.6 ¹ | | |
| <i>Orchideen</i> | | | | | | | | |
| Erdorchideen | 8.1 | 11.1 | | | 10.4 | 23.4 | | |
| Epiphytische O. | 6.0 | 14.3 | | | 7.4 | 48.4 | | |
| <i>Andere Monokotylen</i> | 7.4 | 25.5 | | | | | 6.7 | 9.6 |
| <i>Dikotyle Bäume</i> | 8.9 | ca.39.8 | 29.7 | über116.6 | 21.5 | 93.2 | 8.1 | ca.34.6 |
| <i>Andere Dykotylen</i> | 8.1 | 19.6 | ca.34.6 | über116.6 | ca. 21.5 | 37.2 | 8.1 | 22.5 |
| <i>b) Blüten:</i> | | | | | | | | |
| Monokotyle Bl. | 2.6 | 10.4 ² | | | 3.3 ¹ | 11.1 ¹ | 7.4 | 10.4 |
| Dikotyle Bl. | 7.4 | 12.7 | | | 11.1 | 15.2 | 8.9 | 16.0 |

¹ Mesophyll.

² Die grossen Blüten des epiphytischen *Grammatophyllum speciosum* stehen mit einem Sg-Wert von 15.2 Atm. ganz isoliert da.

Bei den Blüten finden wir bei den Monokotylen die niedrigeren Sg-Werte als bei den Dikotylen; bei ersteren liegen fast alle unter 12 Atm., während bei den letzteren die Mehrzahl ebenfalls unter 12 Atm. bleibt, aber doch manche diesen Wert übersteigen.

Bei den Blättern finden wir die tiefsten Werte bei den Orchideen, und zwar sowohl in der Epidermis wie im Mesophyll. An diese schliessen sich die Araceen, Bromeliaceen und Scitamineen an. Die Farne, meist Vertreter schattiger Standorte, bleiben mit der Epidermis in der Grössenordnung der krautigen Monokotylen, während das Mesophyll sich schon den höhern Werten der dikotylen Kräuter (und auch Sträucher) nähert. Auch die Epidermis der letzteren bleibt noch tief (Tab. 19). Im Gegensatz zu diesen relativ tiefen Sg-Werten stehen die hohen Werte bei den Palmen und den dikotylen Bäumen. Bei letzteren liegen die meisten Epidermiswerte zwischen 15 und 20 Atm., aber sehr viele kommen noch im Intervall von 20 und 30 Atm. vor, während bei den Palmen sogar die Mehrzahl zwischen 20 und 30 Atm. liegt. Auch im Mesophyll haben die Palmen hohe Sg-Werte, meistens im Bereich von 40—70 Atm. Im dikotylen Blatt liegen bei derselben Grössenordnung die meisten Werte im Schwammparenchym; in den Palisaden aber herrscht neben dieser auch noch die Grössenordnung von 70 bis 100 Atm. vor.

Es ist schon mehrfach (besonders von Blagowestschenski)¹ die Frage aufgeworfen worden, ob eine Beziehung bestehe zwischen der Grösse des Grenzplasmolysewertes und der systematischen Stellung der Pflanze. Nach den Buitenzorger Untersuchungen lässt sie sich dahin beantworten, dass das nur in sehr entferntem Masse der Fall ist; in den Blüten ist die Grössenordnung der Sg-Werte ungefähr dieselbe bei den Monokotylen wie bei den Dikotylen. Bei den Blättern bilden die krautigen Monokotylen mit tiefen Werten eine erste Gruppe, die dikotylen Bäume und die Palmen (die schwierig zu messenden Gräser wurden nicht untersucht) eine dritte Gruppe mit hohen Sg-Werten, während die dikotylen Kräuter (und vielleicht auch die Sträucher) einer zweiten Gruppe mit mittleren Sg-Werten angehören, der auch noch die Farne angegliedert werden können. Eine Beziehung von Sg und niederen systematischen Einheiten konnte bis jetzt nicht gefunden werden.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf die Tab. 22, in der die kleinsten und grössten Sg-Werte zusammengestellt sind, so finden wir die Maximalwerte bei zirka 116 Atm. und darüber in den Palisaden von dikotylen und Palmblättern. Werte von dieser Grössenordnung sind

¹ Blagowestschenski, A. W.: Der osm. Wert b. d. Gebirgspfl. Mittelasiens. Jahrb. 65, 1926. Untersuch. üb. d. osm. Werte b. Pflanzen Mittelasiens. Jahrb. 69, 1928.

seit Fitting¹ und Faber² bekannt, allerdings mit Salzen ermittelt, bei denen man ohne eingehendere Untersuchung nie wissen kann, was für eine Rolle die Permeabilität bei der Ermittlung dieser Zahlen gespielt hat. Viel interessanter sind in unserer Tabelle die Minimumwerte in den Epidermen, die Zahlen erreichen, die bis anhin noch nicht gefunden wurden. Selbst bei europäischen Wasserpflanzen fand Gamma³ selten Werte unter 10 Atm. und auch in der Epidermis von Kronblättern findet sich bei Gehler nur ein Wert von 9.6 Atm., und Lambrecht, der eine grosse Zahl europäischer Krautpflanzen untersucht hat, gibt die tiefsten Sg-Werte von 7 Atm. in der Blattepidermis einer verdunkelten *Vicia Faba* an. Aber in Buitenzorg konnte selbst im Mesophyll der epiphytischen Orchidee *Eria cymbiformis* ein Wert von 7.4 Atm. gefunden werden und in deren Epidermis 6.7 Atm., während die Epidermis einer *Liparis* sogar den Wert von 6 Atm. zeigte. Grenzplasmolysewerte von 10 Atm. zeigten sich in Blüten und auch in den Blättern krautiger Monokotylen in Buitenzorg sehr häufig, und selbst bei den sonst hohes Sg zeigenden Epidermen der Palmen und dikotylen Bäume geht es auf 11.1 bzw. 8.1 Atm. herunter, d. h. auf Werte, die in der Regel nur europäischen Wasserpflanzen zukommen. Alle diese Werte werden aber übertroffen von der kleinen, im Schatten wachsenden Zingiberacee *Kaempferia pulchra*, in deren Perigonepidermis ein Wert von nur 2.6 Atm. gefunden wurde, der damit das Minimum der Sg-Werte darstellt.

3. Die Saugkraft in Blatt und Blüte verschiedener Pflanzen.

Die Zahlen für die Saugkraft (Sn) stellen Durchschnittswerte für Streifen aus dem Blatt oder der Blüte dar, die mit der vereinfachten (V) oder mit der Hebelmethode (H) erhalten wurden. Da die meisten Pflanzen starke tägliche Schwankungen ausführen, muss bei der Beurteilung der Sn-Werte gebührende Rücksicht auf die Aussenfaktoren, vor allem auf Boden- und Luftfeuchtigkeit, genommen werden. Daher sind in den Tabellen die Werte für das Sättigungsdefizit zur Zeit der Messung, der Temperatur und der Regenmenge des vorigen Tages in mm angeführt.

a) Sn bei Farnen (Tab. 23).

Aus II 1 geht hervor, dass die Farne keine bedeutenden täglichen Schwankungen von Sn ausführen. In der Tabelle 23 muss bei der Beurteilung der Werte berücksichtigt werden, dass fast sämtliche Messungen

¹ Fitting, H.: Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. f. Bot., 3, 1911.

² Faber: Ueber Transpiration und osm. Druck bei den Mangroven. Ber. d. D. Bot. Ges. 31, 1913.

³ Gamma, l. c.

Tabelle 23.
Saugkraft bei Farnen und Gymnospermen.

| Name | Datum | Länge der Leit- bahn in m | Sn in Atm. | | LT | S d | Regen | |
|---|-----------|------------------------------------|------------|---------------|----------------------------------|---------|----------|----|
| | | | Spreite | Methode | | | | |
| Farne: | | | | | | | | |
| a) <i>Marsilia crenata</i> | 28. XI. | 8 ⁰⁰ | — | { 11.9 4.0 | V ¹ H ¹ | 24 — | 1.7 — | 0 |
| b) <i>Marattia sambucina</i> | 21. XI. | 9 ⁰⁰ | 0.6 | 19.6 | H | 23 | 2.5 | 18 |
| <i>Angiopteris spec.</i> ² | 22. XI. | 7 ⁰⁰ | 2 | 27.6 | H | 23 | 2.5 | 0 |
| <i>Dictyopteris sambucina</i> | 21. XI. | 12 ⁰⁰ | 1 1/2 | 19.6 | H | 29 | 7.8 | 18 |
| <i>Alsophila glabra</i> | 27. XI. | 9 ⁰⁰ | 3 | 27.6 | H | 26 | 5.3 | 13 |
| <i>Lygodium circinatum</i> | 22. XI. | 11 ⁰⁰ | 5 | 29.6 | H | 29 | 7.8 | 0 |
| <i>Dryopteris urophylla</i> | 22. XI. | 12 ⁰⁰ | 0.7 | 34.6 | H | 29.5 | 7.8 | 0 |
| | 27. XI. | 8 ⁰⁰ | 0.7 | 27.6 | H | 24 | 1.7 | 13 |
| | | 12 ⁰⁰ | 0.7 | 27.6 | H | 24.5 | 2.7 | |
| <i>Psilotum complanatum</i> | 26. XI. | 10 ⁰⁰ | | 11.9 | H | 23.5 | 1.7 | 1 |
| <i>Lygodium phlegmaria</i> | 28. XI. | 8 ⁰⁰ | 0.4 | 14.3 | H | 24 | 2.6 | 0 |
| c) ³ <i>Drynaria quercifolia</i> | 24. XI. | 7 ⁰⁰ | 0.8 | 17.8 | H | 23.5 | 2.5 | 4 |
| <i>Pleopeltis punctata</i> | 26. XI. | 12 ⁰⁰ | 0.6 | 16.0 | H | 27 | 5.8 | 1 |
| <i>Cyclophorus acrostichoides</i> | 26. XI. | 13 ⁰⁰ | 0.35 | 4.0 | H | 27 | 4.9 | 1 |
| <i>Drymoglossum spec.</i> | 27. XI. | 8 ⁰⁰ | 1.3 | 8.1 | H | 24 | 1.7 | 13 |
| <i>Vittaria elongata</i> | 26. XI. | 7 ⁰⁰ | 2 | 4.7 | H | 23 | 1.6 | 1 |
| <i>Platynerium bifurcatum</i> | 24. XI. | 11 ⁰⁰ | 0.6 | 6.7 | H | 27 | 5.8 | 4 |
| | 7. XI. | 7 ⁰⁰ | 0.6 | 6.7 | H | 24 | 3.5 | 6 |
| <i>Asplenium nidus</i> | 25. VIII. | 7 ⁰⁰ | 0.5 | 25.5 | V | 21 | 1.6 | 0 |
| | 24. XI. | 9 ⁰⁰ | 0.5 | 11.1 | H | 24 | 3.5 | 4 |
| Coniferen und Cycadeen: | | | | | | | | |
| <i>Podocarpus imbricatus</i> | 29. XI. | 7 ⁰⁰ | 12 | 12.7 | H | 23 | 2.4 | 10 |
| <i>P. polystachyus</i> | 29. XI. | 8 ⁰⁰ | 15 | 23.4 | H | 23.5 | 2.6 | 10 |
| <i>Agathis obtusa</i> | 20. XI. | 7 ⁰⁰ | 20 | 21.5 | H | 23 | 2.5 | 0 |
| <i>Encephalartos caffer</i> | 20. XI. | 9 ⁰⁰ | 2 | 21.5 | H | 24 | 3.5 | 0 |
| <i>Dioon edule</i> | 20. XI. | 12 ⁰⁰ | 1 | 34.6 | H | 29 | 7.9 | 0 |
| <i>Zamia muricata</i> | 20. XI. | 7 ⁰⁰ | 1 1/2 | 9.6 | H | 23 | 2.5 | 0 |

¹ V = Vereinfachte, H = Hebelmethode.

² Siehe auch Tagesperiode unter II 1.

³ Höhe der Meßstelle über dem Wuchsort auf Ast oder Stamm.

im letzten Drittel des Monats November ausgeführt wurden, der sich, mit Ausnahme vom 22. XI., mit starkem Regen, durch mässige Niederschläge auszeichnete. Die Luftfeuchtigkeit am Morgen bewegte sich um 90 % herum, am Mittag zwischen 60 und 80 %. Trotzdem die Werte zu verschiedenen Tageszeiten gemessen wurden, dürften sie nach dem Vorstehenden ohne grössere Korrekturen direkt miteinander vergleichbar sein. Wenn z. B. *Drynaria* am 24. XI., morgens 7 Uhr, bei einem Sd von 2.5 die Saugkraft von 17.8 Atm. zeigt, *Platynerium* am gleichen Tag bei dem weit höheren Sd von 5.8 ein Sn von nur 6.7 Atm. hat, so ist klar, dass diese Sn-Werte mit den Aussenfaktoren nur wenig zu tun haben. Gerade dieses Beispiel zeigt aber auch, wie vorsichtig man

bei der Beurteilung der Sn-Werte sein muss, denn daraus folgt noch lange nicht, dass jetzt (unter den epiphytischen Farnen) *Drynaria* eine hohe, *Platynerium* aber eine tiefe Saugkraft habe. Ich vermute gerade in diesem Fall, wo es sich um zwei möglichst vergleichbare Arten (was Standort und anatomischer Bau anbetrifft) handelt, dass die Saugkräfte beider ziemlich gleich sein werden, und wenn in diesem speziellen Fall doch so verschiedene Werte gefunden wurden, so hängt das zusammen mit der Methode, indem bei *Drynaria* bei der « Reaktion » alle Gewebe des Blattes, bei *Platynerium* aber zur Hauptsache nur das Wassergewebe beteiligt war, was auch daraus hervorgeht, dass der Blattquerschnitt ohne Wassergewebe ein Sn von 15.2 Atm. ergab. Hingegen glaube ich, dass die tiefen Werte bei *Cyclophorus*, *Drymoglossum* und *Vittaria* nicht oder doch nicht ausschliesslich so zu erklären sind, trotzdem auch sie ein, allerdings wenig entwickeltes, Wassergewebe besitzen. Ihr tiefer Wert ist hier vielmehr der Ausdruck des feuchten Standortes und der günstigen Wasserversorgung in den dicken Moospolstern (am natürlichen Standort) auf den Aesten und Stämmen der Bäume des Urwaldes.

In Tab. 23 sind Wasserfarne (*a*), Erdfarne (*b*) und epiphytische Farne (*c*) getrennt angeführt. Unter den letzteren sind es die grossblättrigen, die die höheren Werte besitzen (mit *Platynerium*). Von den epiphytischen Farnen heben sich die Erdfarne durch hohe Werte deutlich ab, so dass man in bezug auf Sn folgende Gruppen unterscheiden kann :

Wasserfarn : tiefe Saugkraft : 4.0 Atm.

Epiphytische Farne feuchter Standorte tiefe Saugkraft : 6.5 Atm.

Epiphytische Farne weniger feuchter Standorte höhere Saugkraft : zirka 16 Atm.

Erdfarne höchste Saugkraft mit zirka 24 Atm. Mittelwert.

b) Sn bei Coniferen und Cycadeen.

Die drei untersuchten Coniferen bewegen sich zwischen 12.7 und 23.4 Atm., wobei zu bemerken ist, dass alle Nadeln von schattigen Stellen stammen. Mit diesen Werten stimmen die von Malin¹ gemessenen Saugkräfte der Koniferennadeln in Europa überein, mit Ausnahme von *Picea excelsa* und *Pinus silvestris*, die höhere Werte ergaben.

Unter den drei untersuchten Cycadeen fand ich bei *Dioon edule* den höchsten Wert von 34.6 Atm., der im Vergleich zu den am Morgen gemessenen Saugkräften von 21.5 Atm. bei *Encephalartos caffer* und von 9.6 Atm. bei *Zamia muricata* zu hoch sein dürfte, da er mittags bei trockenem Boden und hohem Sd gemessen wurde. Aus den an-

¹ Malin, B. : Zur Kenntnis der Saugkraft d. Koniferennadeln. In.-Diss. Freiburg, Schweiz. 1931.

geführten Zahlen dürfte sich jedenfalls soviel ergeben, dass die Saugkräfte der Coniferen- und Cycadeennadeln im Buitenzorger Garten derselben Grössenordnung angehören.

c) Saugkraft der Palmblätter.

In Tab. 24 scheiden wir zuerst die Pandanaceen mit relativ tiefen Werten aus, wobei Sn bei *Freycinetia* auffallend gering ist. Dass in einem solchen Blatt die Saugkraft auch höher steigen kann, zeigt die Messung nach eintägigem Liegen desselben Blattes auf dem Tisch, wobei Sn von 9.6 auf 23.4 Atm. anstieg.

Tabelle 24.
Saugkraft bei Palmen.

| Name | Datum | Länge der Leitbahn in m | Saugkraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------|-----|-------------|
| <i>Phoenix farinifera</i> ¹ | | | | | | |
| <i>Corypha utan</i> | 9. XII. 11 ⁰⁰ | 8 | ca. 34.6 | 26 | 5.5 | 1 |
| <i>Licuala Rumphii</i> | 13. XI. 12 ⁰⁰ | 2 | 34.6 | 29.5 | 8.2 | 0 |
| <i>Livistona altissima</i> | 11. XII. 7 ⁰⁰ | 17 | ca. 73.9 | 24 | 2.6 | 0 |
| <i>Sabal Adansoni</i> | 12. XII. 7 ⁰⁰ | 5 | 8.1 | 28 | 2.6 | 0 |
| <i>Medemia nobilis</i> ¹ | | | | | | |
| <i>Borassus flabellifer</i> | 10. XII. 10 ⁰⁰ | 11 | 51.6 (V ²) 21.5 (H) | 24 | 3.5 | 7 |
| <i>Caryota urens</i> | 25. VIII. 10 ⁰⁰ | 8 | 39.8 | 27.5 | 9.1 | 0 |
| <i>Arenga obtusifolia</i> | 17. XI. 7 ⁰⁰ | 5 | 9.6 | 23 | 2.5 | 104 |
| <i>Oncosperma horridum</i> | 14. XI. 7 ⁰⁰ | 12 | ca. 45.4 | 24 | 1.7 | 49 |
| <i>Cyrtostachys Lakka</i> | 14. XI. a. m. | 4 | 29.7 | 25 | 3.8 | 0 |
| <i>Pinanga Kuhlii</i> | 25. VIII. 7 ⁰⁰ | 7 | 14.3 | 21 | 1.6 | 0 |
| <i>Areca Catechu</i> | 17. XI. 10 ⁰⁰ | 3 | 6.7 | 28 | 7.9 | 4 |
| <i>Cocos nucifera</i> | 8 XII. 10 ⁰⁰ | 5 | 23.4 | 27 | 4.9 | 10 |
| <i>Elaeis guineensis</i> | 18. II. 10 ⁰⁰ | 12 | 19.6 | 24 | 1.7 | 24 |
| <i>Oreodoxa regia</i> | 9. XII. 7 ⁰⁰ | 10 | 39.8 | 23 | 1.6 | 1 |
| <i>Bactris minor</i> | 11. XII. 17 ⁰⁰ | 2 | 19.6 | 26 | 2.8 | 0 |
| <i>Nipa fruticans</i> | 12. XI. 7 ⁰⁰ | 2 | 16.0 | 24 | 2.6 | 0 |
| | 6. XII. 10 ⁰⁰ | 2 | 21.5 | 28 | 7.6 | 10 |
| | 16. I. 10 ⁰⁰ | 2.4 | 21.5 | 28 | 7.9 | 8 |
| <i>Scheelea insignis</i> | 13. XII. 11 ⁰⁰ | 8 | 12.7 | 26 | 7.2 | 0 |
| <i>Pandanus labyrinthicus</i> | 19. XI. 7 ⁰⁰ | 6 | 14.3 | 24 | 2.6 | 27 |
| <i>Freycinetia funicularis</i> | 13. XII. 17 ⁰⁰ | 2 | 9.6 | 25 | 3.6 | 0 |
| | | | 23.4 ³ | — | — | — |
| | 14. XII. 10 ⁰⁰ | 2 | 11.1 | 28 | 7.9 | 6 |

¹ Siehe Tagesperiode.

² Vereinfachte Methode (Epi- und Hypodermis weggeschnitten).

³ Nach 24stündigem Liegen auf Tisch.

Was die Palmen anbetrifft, so sei zunächst auf die Tagesperiode verwiesen (II 1), wo *Phoenix farinifera* eine Sn-Schwankung von 94 % und *Medemia* eine solche von 235 % zeigte, wobei erstere eine Palme

sonniger, letztere eine solche mehr schattiger geschlossener Standorte ist. Wir müssen demnach bei der Beurteilung der Sn-Werte die Aussenfaktoren hier mehr als bei den Farnen berücksichtigen und das Hauptgewicht weniger auf einzelne Messungen als auf die Grössenordnung derselben legen. Unter diesem Gesichtspunkt schaltet der tiefe Wert von 9.6 Atm. bei *Arenga obtusifolia* aus, da er nach einem Regen von 104 mm und hoher Luftfeuchtigkeit erhalten wurde. Aus diesem Grund dürfte aber dieser Wert auch das Minimum bei dieser Palme darstellen. Anders verhält es sich bei dem noch tieferen Wert von 6.7 Atm. bei *Areca Catechu*. Da er bei grossem Sd und verhältnismässig trockenem Boden in der Mitte des Vormittags erhalten wurde, ist anzunehmen, dass er in der Nähe eines Mittelwertes im *Arecablatt* liege. Allerdings war die Palme nur etwa 4 m hoch. Und endlich hat noch *Sabal Adansoni* tiefe Werte, die auch hier charakteristisch zu sein scheinen, da sie auch am Mittag nur bis 12.7 Atm. (siehe S. 579) ansteigt. Diesen tiefen Sn-Werten stehen die Palmen mit sehr hohen Saugkräften gegenüber; es betrifft das ausschliesslich hochstämmige Palmen, *Livistona altissima* mit zirka 73.9 Atm., *Oncosperma horridum* mit zirka 45.4 Atm. und auch noch *Oreodoxa regia* mit 39.8 Atm. Der Wert von 51.6 Atm. bei *Borassus flabellifer* kommt daher, weil in diesem Fall ausschliesslich das Innengewebe (mit abgeschnittenen Epidermen) untersucht wurde. Der gesamte Blattquerschnitt zeigte gleichzeitig 21.5 Atm. Das deutet darauf hin, dass auch hier die höchste Saugkraft in den Zellen des Mesophylls liegt, wie das bisher immer gefunden wurde. Wir finden also bei Palmen Saugkräfte von 6.7 bis zirka 73.9 Atm., wobei die hohen Werte ausschliesslich Palmen mit langen Leitungsbahnen zukommen. Leider war es mir unmöglich, mich näher mit den Beziehungen Saugkraft und Länge der Wasserleitungsbahnen einzulassen, die voraussichtlich gerade hier sehr aufschlussreich gewesen wären.

d) Saugkraft der Orchideen.

Die Blütenteile wurden fast ausschliesslich mit der vereinfachten, die Blätter mit der Hebelmethode untersucht. In Tab. 25 sind unter a) die Erdorchideen, unter b) die epiphytischen Orchideen angeführt.

Wie aus Tab. 12 hervorgeht, führt das Perigon der epiphytischen Orchidee *Coelogyne Swainiana* nur geringe und unregelmässige Schwankungen von Sn im Verlaufe eines Tages durch, während gleichzeitig die Erdorchidee *Phajus* starke und normale tägliche Veränderungen zeigt. Bei ersterer betragen die grössten Abweichungen vom kleinsten Wert nur 47 %, bei letzterer aber 142 %.

Was Sn der Blüten anbetrifft, so liegen alle ihre Werte zwischen 5.3 und 9.6, wobei ein Unterschied zwischen epiphytischen und Erdorchideen nicht nachweisbar ist. Bei den Blättern ist zuerst das Verhalten bei *Grammatophyllum speciosum* interessant, weil man hier bei

Tabelle 25.
Saugkraft bei Orchideen.

| Name | Datum | Organ | Saugkraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|---|---------------------------|---------------|----------------------|------|------|----------------|
| a) <i>Phayus Tankervilleae</i> ¹ Bl | 18. XII. 12 ⁰⁰ | Blatt | 6.7 | 28 | 9.4 | 0 |
| <i>Coelogyne asperata</i> Lindl. | | Lippe | 6.7 | | | |
| <i>Trichoglottis retusa</i> Bl. . . . | 23. IX. 10 ⁰⁰ | Blatt | 13.5 | 28 | 9.4 | 0 |
| | | Perigon | 5.3 | | | |
| b) <i>Agrostophyllum tenue</i> J. J. S. | 18. XII. 10 ⁰⁰ | Blatt | 24.5 | 26 | 5.5 | 6 |
| <i>Coelogyne Swainiana</i> ¹ Rolfe . | 1. X. 8 ⁰⁰ | Perigon | 9.6 | 23 | 1.6 | 0 |
| <i>Liparis spec.</i> | 20. XI. 8 ⁰⁰ | Blatt | 6.0 | 23.5 | 2.5 | 0 |
| <i>Eria cymbiformis</i> J. J. S. . . . | 16. XII. 7 ⁰⁰ | " | 4.7 | 23 | 3.4 | 23 |
| <i>Cymbidium atropurpureum</i> Rolfe | 17. XII. 7 ⁰⁰ | " | 8.1 | 23 | 2.6 | 6 |
| <i>Dendrobium carnosum</i> Reichb. | 17. XII. 7 ⁰⁰ | " | 1.3 | 23 | 2.6 | 6 |
| <i>D. purpureum</i> Roxb. | 16. XII. 13 ⁰⁰ | " | 5.3 | 30.5 | 11.8 | 23 |
| <i>D. erectifolium</i> J. J. S. . . . | 18. XII. 7 ⁰⁰ | " | 19.6 | 23 | 2.6 | 0 |
| <i>D. luxurians</i> J. J. S. | 20. XII. 8 ⁰⁰ | " | 5.3 | 23 | 2.6 | 0 |
| <i>Xiphidium coeruleum</i> Aubl. . . | 16. XII. 17 ⁰⁰ | Blatt, Spitze | 3.3 | 26 | 3.0 | 0 |
| | | " Basis | 5.3 | | | |
| <i>Grammatophyllum speciosum</i> Bl. | 23. VIII. 8 ³⁰ | Blatt | 32.1 | 24 | 4.5 | 0 |
| | | Perigon | 8.9 ² | | | |
| | | | 7.4 ³ | | | |
| | 9. XII. 17 ⁰⁰ | Blatt, Spitze | 14.3 | 24 | 4.5 | 1 |
| | | " Basis | 8.1 | | | |
| <i>Sarcanthus javanicus</i> J. J. S. | 16. XII. 11 ⁰⁰ | Blatt | 5.3 | 29 | 8.0 | 23 |
| <i>Thrixspermum calceolus</i> Reichenb. | 16. XII. 9 ⁰⁰ | " | 2.3 | 25 | 5.3 | 23 |

¹ Siehe Tagesperiode.
² Hebelmethode.
³ Vereinfachte Methode.

gleichem Sättigungsdefizit das Verhalten von Sn in der Trockenzeit bei ausgetrocknetem Substrat und in der Regenzeit bei feuchtem Substrat sehen kann. Gleichzeitig bemerken wir die grossen Differenzen, die bei derselben Pflanze (die verglichenen Blätter stammen von demselben Individuum an ähnlicher Stelle) vorkommen, die jedenfalls nicht nur durch Veränderung des Wanddruckes, sondern auch durch solche von Sg hervorgerufen werden. Jedenfalls gehört *Grammatophyllum* zu denjenigen Pflanzen, die, mit einer Sn-Aenderung von 125 %, einer weitgehenden Anpassung an verschiedene Feuchtigkeitsverhältnisse fähig sind, was ja schliesslich mit seinem exponierten Standort auf hohen Bäumen gut übereinstimmen würde. Von den übrigen epiphytischen Orchideen stammen nur noch *Sarcanthus javanicus* und *Dendrobium carnosum* aus Java, wo sie Arten des untern Gebirgswaldes darstellen.

Letztere zeigt die ausserordentlich niedere Saugkraft von 1.3 Atm.; das ist der tiefste Wert, der bis jetzt im Blatt einer Landpflanze gemessen wurde. Selbst die in Blättern europäischer Wasserpflanzen¹ gefundenen Saugkräfte übersteigen in der Regel den Wert von 1.3 Atm. Die Erklärung liegt im ausserordentlich « fleischigen » Bau des Blattes, das sich aus vielen Schichten chlorophyllarmer Zellen zusammensetzt, so dass das Blatt das Aussehen eines typischen Sukkulentenblattes bekommt. Im Gegensatz zu diesem tiefen Wert zeigt *Dendrobium erectifolium* die hohe Saugkraft von 19.6 Atm., während die übrigen *Dendrobium*-arten auch bei hohem Sd nicht über 5.3 Atm. hinausgehen. Dieses ganz verschiedene Verhalten der vier *Dendrobium*-arten ist nicht zufällig, sondern jedenfalls mit ihrem Bau verknüpft. *D. erectifolium* mit dem höchsten Sn besitzt keine äusserlich sichtbaren Wasserspeicher; es hat dünne Blätter und keinen verdickten Stengel. *D. purpureum* hat ebenfalls dünne Blätter, aber einen verhältnismässig wohlentwickelten Stengel von der gleichmässigen Dicke von etwa 6 mm (siehe Tab. 15), während *D. luxurians* neben dicken Blättern noch viele kleine Stengelknollen besitzt und *D. carnosum* mit wenig dickem Stengel, aber dafür um so dickeren Blättern ausgezeichnet ist. Diese Beziehungen zwischen der Ausbildung von Wasserspeichern und der Grösse der Saugkraft lassen sich auch bei den anderen epiphytischen Orchideen nachweisen. *Thrispermum calceolus* hat bei mittlerem Sd ebenfalls eine sehr tiefe Saugkraft von 2.3 Atm., aber in einem dicken Stengel und in den dicken Blättern eine grosse Zahl wohlausgebildeter Wasserspeicher. *Agrostophyllum tenue* mit seinem dünnen Flachstengel und ebenfalls dünnen Blattspreiten hat unter den epiphytischen Orchideen nebst *Grammatophyllum* die höchste Saugkraft; die kurzen, dicken Blattscheiden üben offenbar ihre Funktion als Wasserreservoir nur in sehr bescheidenem Masse aus. *Xiphidium coeruleum* besitzt ebenfalls sehr tiefes Sn zwischen 3.3 und 5.3 Atm.; als Wasserspeicher können hier der ordentlich dicke Stengel (5 mm) und die vielen dicken Blätter angesehen werden, während *Cymbidium atropurpureum* ein höheres Sn von 8.1 Atm. hat; es besitzt wohl einen verhältnismässig dicken Stengel, aber dünne Blätter. Und *Coelogyne Swainsoniana* zeigt wieder ein höheres Sn; es hat wohl viele, aber kleine Stengelknollen und dünne Blätter. Auch *Eria cymbiformis* besitzt in seinen dicken Blättern wohlentwickelte Wasserspeicher; das dürfte auch der Grund der tiefen Saugkraft von nur 4.7 Atm. sein.

Weniger abhängig von der Ausbildung der Wasserspeicher sind jedenfalls die Erdorchideen, besonders wenn sie, wie das bei unseren Arten der Fall ist, im Schatten auf feuchtem Boden leben. Man sieht

¹ G a m m a, H.: Zur Kenntnis der Saugkraft u. d. Grenzplasmolyse-Wertes der Submersen. In.-Diss., Freiburg, Schweiz. 1932.

daher aus Tab. 25, dass keine der angeführten Arten weder eine besonders tiefe, noch besonders hohe Saugkraft besitzt. Wenn die meist epiphytische Orchidee *Trichoglottis retusa* ein etwas höheres Sn besitzt, so dürfte das mit dem relativ hohen Sd zusammenhängen.

e) Saugkraft der anderen Monokotylen.

Die grossblättrigen Araceen haben als Vertreter schattiger, feuchter Standorte fast ausnahmslos eine geringe Saugkraft. Bei *Philodendron erubescens* wurden auch zwei ungefähr gleich entwickelte Blätter in verschiedener Höhe untersucht. Obwohl die Differenz der Länge der Leitbahnen nur 1.5 dm beträgt, findet man einen Sn-Unterschied von 2.1 Atm. Daher darf man wohl annehmen, dass bei diesen Pflanzen noch höhere Saugkräfte gefunden werden könnten, wenn man sie in grösserer Höhe untersuchen würde, obwohl *Scindapsus aureus* auch in 6½ m Höhe ein Sn von nur 9.6 Atm. zeigte. Eine einzige Ausnahme macht *Epipremnum falcifolium* mit einem Sn-Wert, der 34.6 Atm. übersteigt. Trotz dem hohen Sättigungsdefizit scheint mir dieser Wert zu hoch zu sein, und es ist sehr wohl möglich, dass irgendwelche unkontrollierbare methodische Fehler diese hohe Saugkraft vortäuschten. In allen Lösungen bis 1.0 Mol dehnten sich die Schnitte aus. Bei den übrigen Araceen liegen alle Werte zwischen 9.6 und 5.3 Atm.; sie entsprechen in ihrer Grössenordnung demnach den epiphytischen Orchideen des Gartens oder den auf dem Wasser schwimmenden Blättern von *Callitriche palustris*.¹

Bei den Musaceen untersuchte ich das Blatt von *Heliconia indica*, das an dessen Basis 12.7, an dessen Spitze (zirka 45 cm Differenz) 16,0 Atm. zeigte. Diese Werte sind infolge des hohen Sd ebenfalls hoch, was der tiefere Wert von 11.9 Atm. der Basis bei etwas tieferem Sättigungsdefizit andeutet. Ebenfalls bei austrocknendem Boden wurde die Zingiberacee *Costus* spec. untersucht. Sein Labellum zeigt morgens den tiefen Wert von 6.0 Atm., der dann bis zum Abend auf 11.9 ansteigt. Die viel höheren Werte in Tab. 10 sind offenbar die Folge des trockenen Bodens nach achttägiger regenloser Zeit und des noch höheren Sd. Noch höher ist das Blatt mit 17.8 Atm., während annähernd unter denselben Verhältnissen das Blatt des mehr im Schatten stehenden *C. Lucasianus* nur 8.1 Atm. zeigt. Auch die anderen Zingiberaceen haben ganz verschiedene Saugkräfte. In den Blüten wurde die Lippe immer höher gefunden als ein äusseres « Perigonblatt » (*Alpinia* spec. und « *A. Romburghiana*), was mit der grösseren Dicke zusammenhängen kann.² Den tiefsten Wert von nur 1.3 Atm. fand ich bei

¹ Blum, G.: Einige Ergebnisse der Saugkraftmessungen an Freilandpflanzen. Mitt. d. Naturf. Ges. Freiburg, Schweiz, 4, 1926.

² Man vergleiche die Ueberlegungen bei Blum, Untersuchungen über die Saugkraft einiger Alpenpflanzen. Beil. Bot. Ztrbl. Abt. I. 43, 1926.

Tabelle 26.
Saugkraft der übrigen Monokotylen.

| Name | Datum | Länge der Leit- bahn in m | Organ | Saug- kraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|----------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|------|------|-------------------|
| Araceen. | | | | | | | |
| <i>Philodendron spec.</i> | 23. VIII. 7 ⁰⁰ | 2 | Blatt | ca. 8.7 | 21.5 | 1.5 | 0 |
| <i>Ph. erubescens</i> | 15. XII. 7 ⁰⁰ | 0 35 | Blatt, alt | 7.4 | 23 | 1.7 | 1 |
| | | | Blatt, jung | 7.4 | | | |
| | | 0 2 | Blatt, alt | 5.3 | | | |
| <i>Ph. sagittifolium</i> | 15. XII. 12 ⁰⁰ | 1 1/2 | Blatt | 9.6 | 27 | 6.0 | 1 |
| <i>Amorphophallus onco- phyllus</i> | 19. XI. 9 ⁰⁰ | 1 | " | 8.1 | 25 | 3.9 | 27 |
| <i>A. campanulatus</i> | 19. XI. 9 ⁰⁰ | 1 1/2 | " | 9.6 | 25 | 3.9 | 27 |
| <i>Scindapsus spec.</i> | 23. VIII. 8 ⁰⁰ | 3 | " | ca 8.9 | 22 | 1.6 | 0 |
| <i>S. aureus</i> | 8. XII. 17 ⁰⁰ | 6 1/2 | " | 9.6 | 25.5 | 4.1 | 10 |
| <i>Epipremnum falcifolium</i> . | 23. VIII. 10 ⁰⁰ | 5 | " | > 34.6 | 27 | 8.2 | 0 |
| Scitamineae. | | | | | | | |
| <i>Helicornia indica</i> | 21. VIII. 10 ⁰⁰ | 1 1/2 | Blatt, Basis ca. | 11.9 | 28 | 8.5 | 0 |
| | 11 ⁰⁰ | | " " | 12.7 | 29.5 | 10.5 | 0 |
| | 11 ⁰⁰ | | Blatt, Spitze | 16.0 | 29.5 | 10.5 | 0 |
| <i>Costus spec.</i> ¹ | 22. VIII. 7 ⁰⁰ | 1.6 | Lippe | 6.0 | 21 | 1.7 | 0 |
| | 11 ⁰⁰ | | " | 6.0 | 29.5 | 10.5 | 0 |
| | 13 ⁰⁰ | | " | 8.1 | 30.5 | 16.9 | 0 |
| | 26. VIII. 17 ³⁰ | 1.5 | " | 11.9 | 28 | 8.2 | 0 |
| | 28. XI. 16 ³⁰ | 1.3 | Blatt | 17.8 | 26 | 4.7 | 0 |
| <i>C. Lucanusianus</i> | 27. XI. 10 ⁰⁰ | 1.5 | " | 8.1 | 25 | 3.9 | 10 |
| <i>Kämpferia pulchra</i> | 17. XI. 10 ³⁰ | 0.18 | Lippe | 1.3 | 25 | 3.9 | 4 |
| | | | | 2.6 ² | | | |
| <i>Curcuma domestica</i> | 10. II. 7 ⁰⁰ | 1 1/2 | Blatt | 3.3 | 23.5 | 1.9 | 12 |
| <i>Alpinia spec.</i> | 9. XI. 9 ⁰⁰ | 2 | Lippe | 5.3 | 24.5 | 3.7 | 18 |
| | | | Perigon | 4.0 | | | |
| <i>A. Galanga</i> | 29. XI. 7 ⁰⁰ | 1.8 | Blatt | 17.8 | 23 | 2.5 | 10 |
| | 10. XII. 17 ⁰⁰ | 1.6 | " | 22.5 | 25 | 2.9 | 7 |
| | 13. XII. 7 ⁰⁰ | 1.6 | " | 14.3 | 23 | 0.8 | 0 |
| <i>A. Romburghiana</i> | 15. XII. 17 ⁰⁰ | 1.5 | Lippe | 9.6 | 26 | 3.0 | 1 |
| | | | Perigon | 6.0 | | | |
| <i>Zingiber odoriferum</i> | 28. XI. 16 ⁰⁰ | 2.3 | Blatt | 14.3 | 26 | 3.0 | 0 |
| <i>Z. gramineum</i> | 29. XI. 9 ⁰⁰ | 1.5 | " | 12.7 | 24.5 | 4.4 | 0 |
| <i>Z. dealbatum</i> | 20. II. 11 ⁰⁰ | 1 | " | 9.6 | 26.5 | 4.0 | 53 |
| <i>Ammomum Cardamomum</i> | 20. II. 10 ⁰⁰ | 1 | " | 8.1 | 26 | 3.9 | 53 |
| <i>Maranta amabilis</i> | 6. XII. 12 ⁰⁰ | 0.3 | Blatt | 7.4 | 30 | 12.4 | 0 |

¹ Siehe Tagesperiode.

² Nach 3stündigem Liegen auf Tisch.

| Name | Datum | Länge der Leit- bahn | Organ | Saug- kraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|---------------------------|-------------------------------|---------------|------------------------------|------|------|-------------------|
| Bromeliaceen. | | | | | | | |
| <i>Pitcairnia angustifolia</i> | 23. XII. 7 ⁰⁰ | 0.8 | Blatt | 8.9 | 25.5 | 6.3 | 0 |
| Redouté | 12 ⁰⁰ | | " | 8.1 | 30 | 10.5 | 0 |
| | 7 ⁰⁰ | | Perigon | 6.0 | 25.5 | 6.3 | 0 |
| | 24. XII. 7 ⁰⁰ | 0.6 | Blatt, Spitze | 7.4 | 23 | 1.7 | 0 |
| | 9 ⁰⁰ | | Blatt, Basis | 8.9 | 25.5 | 4.7 | 0 |
| <i>Aechmea spec.</i> | 24. XII. 11 ⁰⁰ | 0.5 | Blatt | 6.7 | 29 | 8.4 | 0 |
| <i>Guzmania lingulata</i> Mex. | 26. XII. 9 ⁰⁰ | 0.5 | " | 5.3 | 27 | 7.9 | 0 |
| <i>Arundo Donax</i> L. | 26. XI. 14 ⁰⁰ | 1.8 | " | 18.7 | 28 | 8.2 | 34 |
| <i>Carludovica speciosa</i> (Cyclanthaceae) | 12. XII. 11 ⁰⁰ | 1.6 | " | 12.7 | 28 | 8.2 | 0 |

der grossen, etwas zarten Lippe von *Kämpferia pulchra*, die allerdings an einer der schattigsten Stellen des Gartens stand. Nach dreistündigem Liegen auf dem Tisch stieg er auf 2.6 Atm. an. Solche Werte an ganzen Organen wurden bis anhin nur bei einigen europäischen Wasserpflanzen gefunden;¹ aber selbst dort bildeten sie nicht einmal die Regel, da die meisten Saugkräfte höher liegen. Die Blätter schwanken zwischen 8.1 und 22.5 Atm., und nur in einem einzigen Fall von *Curcuma domestica* wurde wieder die ausserordentlich tiefe Saugkraft von 3.3 Atm. gefunden, obwohl diese Pflanze nicht gerade an einem sehr schattigen Standorte wuchs, aber der Boden war damals stark feucht. Immerhin ist das die tiefste Blattsaugkraft, die in Buitenzorg gefunden wurde. Dann habe ich noch die Saugkraft der überall an schattigen Stellen sich ausbreitenden *Maranta amabilis* gemessen mit einem Wert von 7.4 Atm. bei hohem Sättigungsdefizit.

Die Bromeliaceen zeigen als Schattenpflanzen mit meist dicken, fleischigen Blättern sehr tiefe Sn-Werte, die von 5.3 bis 8.9 Atm. steigen. Auch die oft stark entwickelten Wassergewebe dürften Sn herunterdrücken. Von einer täglichen Periodizität ist unter solchen Umständen nicht viel zu bemerken (man vergleiche das Verhalten von Sn in den untersten Urwaldstufen von Tjibodas), wie das Blatt von *Pitcairnia angustifolia* zeigt.

Bei der einer ganz anderen ökologischen Gruppe angehörigen Cyclanthacee *Carludovica speciosa* ist die Saugkraft deutlich höher: 12.7 Atm. und bei der in der Nähe wachsenden Graminee *Arundo Donax* gar 18.7 Atm., was allerdings nur in einem jüngeren Blatt festgestellt werden konnte.

¹ G a m m a, H.: Zur Kenntnis der Saugkraft u. d. Grenzplanolyse-Wertes b. Submersen. In.-Diss., Freiburg, Schweiz. 1932.

f) Die Saugkraft in den Blättern dikotyler Bäume.

Um die in Tab. 27 zusammengestellten Saugkräfte dikotyler Baumblätter richtig beurteilen zu können, sei nochmals auf Fig. 4 und Tab. 6 verwiesen, wo das Verhalten von Sn im Verlaufe trockener, sonniger Tage am Blatt von *Wormia suffruticosa* näher verfolgt wurde. Daraus geht hervor, dass die Spreite starke tägliche Schwankungen von Sn ausführt, die bei jüngeren Blättern etwa 100 %, bei älteren etwa 14 % des kleinsten Tageswertes erreichen kann. Weitere Daten über tägliche periodische Schwankungen von Sn bei derselben Pflanze finden sich in Tab. 27. In ähnlicher Weise ändert sich Sn im Blatte von *Tabernaemontana aurantiaca*, wo die Differenz annähernd 90 % ausmacht (Tab. 11), und im Blatt von *Plumiera acuminata* (Fig. 5) mit einer maximalen Schwankung von 60 %. Diese Aenderungen im Verlaufe eines Tages lassen sich zurückführen auf Aenderungen des Sättigungsdefizites der Luft.

Ferner muss die Wirkung der Bodenfeuchtigkeit bzw. des Regens bekannt sein, da ein solcher Sn herabsetzt,¹ und zwar bei verschiedenen Arten in ganz verschiedenem Grade.² Wie ein Regen bei Tropenbäumen wirken kann, wurde bei der Caesalpiniacee *Saraca* näher untersucht.

Wirkung eines Regens auf Sn im Blatt von *Saraca spec.*

| | Vor Regen | Nach Regen (104 mm) |
|---------------------|-----------|------------------------|
| Junges Blatt . . . | 14.3 | 12.7 |
| Älteres Blatt . . . | 29.7 | 16.9 |

Am 15. September wurden drei gleich entwickelte junge Blättchen an der Spitze eines hängenden Schüttblattes von *Saraca* gemessen; alle zeigten ein Sn von 14.3 Atm., während gleichzeitig ein älteres, ausgewachsenes Blatt, dessen Insertion 1 m tiefer war, ein Sn von 29.7 Atm. hatte. Am Nachmittag und in der darauffolgenden Nacht fiel nach einer etwa sechstägigen Trockenperiode eine Regenmenge von 104 mm. Am folgenden Morgen wurden benachbarte Blätter an demselben Zweig zu derselben Tageszeit wieder gemessen. Das junge hängende Blättchen zeigte ein Sn von 12.7 Atm., das ältere ein solches von 16.9 Atm.; das erstere erniedrigte Sn um 11 %, das ältere um 43 %.

Auf die Wirkung des Regens sind jedenfalls auch die Sn-Differenzen bei *Wormia* zurückzuführen, wenn man die Augustwerte des

¹ Ursprung, A.: Einige Resultate d. neuesten Saugkraftstudien. Flora 18/19 N. F. 1925. — Kandija, V.: Ueber d. period. Schwankungen d. Saugkraft. In.-Diss. Freiburg, Schweiz. 1926.

² Blum, G.: Untersuchungen über die Saugkraft einiger Alpenpflanzen. Beih. Bot. Ztrbl. I. Abt. 43, 1926.

trockenen Bodens mit den Dezemberwerten des feuchten Bodens vergleicht (Tab. 6 und 8). Im August betrug der durchschnittliche Tageswert im älteren Blatt 11.1, im Dezember aber nur 10.4 Atm. Bei derselben Pflanze liegen die Einzelwerte (Tab. 27) in den trockenen Zeiten zwischen 6.7 und 13.5 Atm., an den Tagen mit feuchtem Boden zwischen 6.7 und 11.9 Atm., und der Durchschnitt liegt im ersteren Fall bei 10.5, im letzteren bei 9.9 Atm.

Wenn wir die Blätter von *Saraca* mit dem Verhalten europäischer Arten vergleichen, so beträgt die Sn-Abnahme nach Regen in Prozenten :

| Alpen | Ebene | Buitenjorg |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <i>Erinus alpinus</i> . . . 9 % | <i>Euphorbia esula</i> . . 41 % | <i>Saraca</i> , junges B. . . 11 % |
| <i>Biscutela levigata</i> . . 16 % | | altes B. . . 43 % |
| <i>Gentiana lutea</i> . . . 16 % | | |
| <i>Helianthemum num.</i> 17 % | | |
| <i>Saxifraga aizoon</i> . . 23 % | | |
| <i>Sempervivum tect.</i> 29 % | | |
| <i>Satureia alpina</i> . . . 61 % | | |
| <i>Geranium silv.</i> . . . 0 % | | |

Die Abnahme von Sn ist demnach bei Alpenpflanzen ganz verschieden, obwohl alle, mit Ausnahme von *Geranium*, dem Regen in gleicher Weise ausgesetzt waren und die einzelnen Individuen kaum 50 m weit voneinander entfernt waren. Aus der Ebene besitzen wir noch keine streng vergleichbaren Zahlen über die Wirkung eines Regens, wenn man nicht *Euphorbia esula* herbeiziehen will, deren Sn Lambrecht¹ bei mittelfeuchtem Boden zu 29, zwei Tage später nach Regen zu 17 Atm. fand. Hingegen zeigen eine ganze Reihe von Versuchen mit künstlich bewässerter Erde,² dass erhöhter Wassergehalt des Bodens Sn mehr oder weniger rasch und stark zum Fallen bringt.

Schliesslich sei auch noch auf das Verhalten von Sn bei jungen und alten Blättern hingewiesen. Die ausführlichsten Versuche stammen von Gehler,³ indem sie ältere und jüngere Blätter bei *Parthenocissus tricuspidata* in derselben Insertionshöhe miteinander verglich. Unter 20 verschiedenen Versuchen fand sie Sn in acht Fällen in alten und jungen Blättern gleich, in acht Fällen hatte das jüngere, in vier das ältere eine höhere Saugkraft. Der Unterschied ist demnach nicht eindeutig. Nicht viel anders liegt es bei meinen Versuchen, bei

¹ Lambrecht, E.: Beitr. z. Kenntnis d. osm. Zustandsgrössen einiger Pflanzen d. Flachlandes. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen 17. 1929.

² Ursprung, A., l. c. — Hauck, L.: Untersuchungen über d. Einfluss d. Bodenfeuchtigkeit auf die Saugkraft der Pflanzen. Bot. Archiv, 24, 1929.

³ Gehler, G., l. c.

Tabelle 27.

Sn in den Blättern dikotyler Bäume.

| Name | Datum | Länge der Leitbahn in m | Saug- kraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|------|------|-------------------|
| <i>Ficus elastica</i> | 16. II. 7 ⁰⁰ | ca. 7 | 16.0 | 24 | 1.7 | 4 |
| <i>Castilloa elastica</i> | 16 II. 8 ⁰⁰ | ca. 6 | 23.4 | 25.5 | 2.8 | 4 |
| <i>Macadamia ternifolia</i> | 11. II. 12 ⁰⁰ | 4 | 10.4 | 30 | 11.8 | 0 |
| <i>Annona muricata</i> L. | 5. III. 7 ⁰⁰ | 4 | 11.1 | 24 | 3.5 | — |
| <i>Myristica fragrans</i> Houtt. | 9. II. 10 ⁰⁰ | 6 | 11.1 ¹ | 26 | 3.7 | 13 |
| | | | 11.1 ² | | | |
| <i>Amherstia nobilis</i> Watt. | 16 IX. 8 ⁰⁰ | 8 | 15.2 ³ | 23.5 | 3.5 | 12 |
| | 26. VIII. 7 ³⁰ | 6.5 | 21.5 ³ | | | 0 |
| | | 6 | 21.1 ⁴ | | | |
| | | 7 | ca. 11.5 ⁵ | | | |
| <i>Saraca spec.</i> | 16. IX. 10 ⁰⁰ | 5 | 12.7 ³ | 28 | 11.2 | 104 |
| | | | 16.0 ⁴ | | | |
| | 15. IX. 10 ⁰⁰ | 6 | 14.3 ³ | 27.5 | 7.8 | 0 |
| | | | 29.7 ⁴ | | | |
| <i>Bauhinia flammifera</i> Ridl. | 15. IX. 11 ⁰⁰ | 5 | 17.8 | 28.5 | 8.1 | 0 |
| <i>Tamarindus indica</i> | 20. II. 7 ⁰⁰ | 5 | 19.6 | 21 | 1.3 | 53 |
| <i>Hevea brasiliensis</i> Müll. Arg. | 6. II. 11 ⁰⁰ | 6 | <29.7 | 29 | 7.8 | 0 |
| | 11. II. 9 ⁰⁰ | 6 | 4.7 | 25.5 | 5.4 | 0 |
| | 14. II. 9 ⁰⁰ | 6 | 8.1 | 26 | 2.8 | 7 |
| <i>Manihot Glaziovii</i> Müll. Arg. | 14. II. 9 ⁰⁰ | 7 | 14.3 | 26 | 2.8 | 7 |
| | 11. II. 7 ⁰⁰ | 7.3 | 12.7 ³ | 22.5 | 1.7 | 0 |
| | | | 4.7 ⁴ | | | |
| <i>Aleurites montana</i> | 7. II. 13 ⁰⁰ | 2 | 19.6 | 27.5 | 6.0 | 0 |
| <i>Swietenia macrophylla</i> | 10. II. 9 ⁰⁰ | 7 | 11.1 | 25.5 | 4.7 | 12 |
| <i>Quassia amara</i> | 5. II. 10 ⁰⁰ | 2 | 23.4 | 26 | 5.5 | 3 |
| <i>Samadera indica</i> | 6. II. 7 ⁰⁰ | 2 ^{1/2} | 19.6 | 21.5 | 2.4 | 0 |
| <i>Erythroxylon Coca</i> | 19. II. 11 ⁰⁰ | 1 | 19.6 | 22.5 | 0.9 | 4 |
| <i>E. novogranatense</i> | 19. II. 7 ⁰⁰ | 2 | 21.5 | 21 | 0.3 | 4 |
| <i>Semecarpus heterophylla</i> | 18. II. 12 ⁰⁰ | 5 | 14.3 | 24 | 1.7 | 24 |
| <i>Grewia paniculata</i> | 7. II. 7 ⁰⁰ | 7 | 19.6 | 23 | 1.7 | 0 |
| <i>Eriodendron anfractuosum</i> | 15. II. 8 ⁰⁰ | 8 | 12.7 | 24.5 | 2.7 | 30 |
| <i>Bombax malabaricum</i> | 19. II. 9 ⁰⁰ | 2 | 11.9 | 22 | 1.4 | 4 |
| <i>Theobroma Cacao</i> | 8. II. 7 ⁰⁰ | 4 ^{1/2} | 8.1 ⁴ | 24 | 1.7 | 0 |
| | 8 ⁰⁰ | | 10.4 ³ | 25 | 2.8 | |
| <i>Saurauia ramiflora</i> K. u. V. | 21. XI. 8 ⁰⁰ | 3 | 6.7 | 24 | 2.8 | 18 |
| <i>Wormia suffruticosa</i> Griff. | 16. VIII. 7 ⁰⁰ | 4 | 6.7 ³ | 21.5 | 1.1 | 0 |
| | 10 ⁰⁰ | 3.6 | 13.5 ⁴ | 28 | 7.1 | |
| | 8 ⁰⁰ | 4 | 9.6 ⁶ | 22.5 | 1.4 | |
| | | | 8.9 ⁷ | | | |

¹ Hebelmethode.
² Vereinfachte Methode
³ Junges Blatt (Fiedern hängend).
⁴ Älteres Blatt (Fiedern ausgebreitet)
⁵ Rotes Hochblatt.
⁶ Blattspitze.
⁷ Blattbasis.

| Name | Datum | Länge der Leitbahn in m | Saug- kraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|------|-----|-------------------|
| <i>Wormia suffruticosa</i> Griff. . . . | 23. VIII. 11 ⁴⁵ | 4.3 | 13.5 | 28.5 | 7.9 | 0 |
| | 26. VIII. 17 ⁰⁰ | 4.2 | 13.5 | 27.5 | 7.8 | 0 |
| | 29. IX. 9 ³⁰ | 4.1 | 11.9 | 25.5 | 6.4 | 0 |
| | 30. IX. 7 ⁰⁰ | 4.2 | 6.7 | 23.5 | 3.5 | 0 |
| | 1. X. 10 ¹⁵ | 4.3 | 6.7 | 28 | 6.8 | 0 |
| | 14. XI. 10 ¹⁵ | 4.3 | 6.7 | 28 | 6.0 | 41 |
| | 14. XI. 13 ³⁰ | 3.9 | 8.9 | 30.5 | 9.3 | 41 |
| | 22. XII. 7 ⁰⁰ | 4.0 | 9.6 | 23.5 | 1.7 | 17 |
| | 9 ⁰⁰ | 3.9 | 11.9 | 25 | 3.8 | |
| 12 ¹⁵ | 3.9 | 10.4 | 30 | 10.0 | | |
| <i>Thea assamica</i> (Must) Hds. . . . | 9. II. 7 ⁰⁰ | ca. 2 | 9.6 ⁴ | 22.5 | 1.7 | 0 |
| | | | 5.3 ³ | | | |
| <i>T. sinensis</i> L. | 9. II. 9 ⁰⁰ | 1 | 4.7 | 24 | 3.9 | 0 |
| <i>Mammea americana</i> | 5. II. 12 ⁰⁰ | 4 | 25.5 | 28 | 7.1 | 3 |
| <i>Dryobalanops acuminata</i> | 16. II. 9 ⁰⁰ | 4 | 17.8 | 25 | 3.8 | 3 |
| <i>Bixa Orellana</i> L. | 14. II. 11 ⁰⁰ | 1 ^{1/2} | 25.5 | 29 | 5.5 | 7 |
| <i>Hydnocarpus anthelmintica</i> | 12. II. 12 ⁰⁰ | 3 ^{1/2} | 13.5 | 25.5 | 1.9 | 0 |
| <i>Carica Papaya</i> | 16. II. 14 ⁰⁰ | 3 ^{1/2} | 21.5 | 26 | 3.1 | 3 |
| <i>Eugenia aromatica</i> | 18. II. 7 ⁰⁰ | 4 ^{1/2} | 26.6 | 24 | 0.9 | 24 |
| <i>Palaquium Gutta</i> (Hook.) Burk. | 6. II. 9 ⁰⁰ | 12 | 27.6 | 23 | 2.4 | 0 |
| <i>Chrysophyllum oliviforme</i> | 7. II. 1 ⁰⁰ | 6 | 32.1 | 27 | 3.2 | 0 |
| <i>Achras Zapota</i> | 12. II. 7 ⁰⁰ | 1 ^{1/2} | 6.0 | 23.5 | 1.8 | 0 |
| <i>Mimusops globosa</i> | 12. II. 9 ⁰⁰ | 2 | 9.6 | 24.5 | 1.8 | 0 |
| <i>Diospyros discolor</i> | 15. II. 8 ⁰⁰ | 6 | 12.7 | 24 | 2.6 | 30 |
| <i>Strychnos nux vomica</i> | 7. II. 9 ⁰⁰ | ca. 5 | 32.1 | 25 | 3.8 | 0 |
| <i>Plumiera acuminata</i> Ait. | 1. X. 7 ⁰⁰ | 2 | 6.7 | 23 | 1.7 | 0 |
| <i>Cerbera Manghas</i> L. | 5. II. 7 ⁰⁰ | 5 | 12.7 ¹ | 23 | 0.9 | 3 |
| | | | 13.5 ² | | | |
| <i>Funtumia elastica</i> Stopf. | 15. II. 11 ⁰⁰ | 7 | 9.6 | 30 | 6.4 | 30 |
| <i>Spathodea campanulata</i> | 6. III. 11 ⁰⁰ | 15 | 25.5 ³ | — | — | — |
| <i>Coffea liberica</i> | 4. II. 9 ⁰⁰ | 2 ^{1/2} | 21.5 | 24 | 3.5 | 8 |
| <i>Psychotria bacteriophila</i> | 6. III. 13 ⁰⁰ | 4 | 17.8 ³ | — | — | — |
| | | | 12.7 ⁴ | | | |
| <i>Crescentia cujete</i> L. | 12. II. 11 ⁰⁰ | 4 ^{1/2} | 13.5 | 25 | 1.7 | 0 |

¹ Hebelmethode.
² Vereinfachte Methode.
³ Junges Blatt (Fiedern hängend).
⁴ Aelteres Blatt (Fiedern ausgebreitet).

denen gleichzeitig an demselben Spross immer ein jüngeres mit einem älteren Blatt verglichen wurde, wobei, mit einer einzigen Ausnahme, das jüngere Blatt 0.5—1 m höher lag als das ältere. Trotzdem ist das Sn der älteren Blätter bei *Thea assamica* und besonders bei den beiden Leguminosen höher als das Sn des höher inserierten jungen Blattes. Bei letzteren hängt die Blattspindel mit den jungen Blättchen als « Schüttblatt » schlaff herunter, und erst nach einigen Tagen hebt sich die Spindel und die jungen Blätter breiten sich waagrecht aus. Dabei

werden die vorher gummiweichen jungen Blättchen derb, und ihr Sn steigt an. Nur in einem Fall wurde Sn in jüngerem und älterem Blättchen gleich gefunden; offenbar war der Altersunterschied nicht genügend, um die Sn-Differenz genügend zum Ausdruck zu bringen. Die Sn-Differenz bei diesen Schüttblättern ist in alten und jungen Blättchen so gross, dass sie wohl kein Zufall sein kann und offenbar mit der Entfaltungsbewegung von der hängenden zur ausgebreiteten, waagrechteten Stellung zusammenhängt. *Theobroma Cacao*, *Psychotria bacteriophila* und *Manihot Glaziovii* zeigen alle in den jüngeren Blättern ein bedeutend höheres Sn.

| | Jung | Alt |
|---|------|------|
| <i>Amherstia nobilis</i> | 21.5 | 21.5 |
| | 12.7 | 14.3 |
| <i>Saraca spec.</i> | 12.7 | 16.0 |
| | 14.3 | 29.7 |
| <i>Psychotria bacteriophila</i> | 17.8 | 12.7 |
| <i>Thea assamica</i> | 5.3 | 9.6 |
| <i>Theobroma Cacao</i> | 10.4 | 8.1 |
| <i>Manihot Glaziovii</i> | 12.7 | 4.7 |

Die höchsten Sn-Werte finden sich bei niederem Sd bei *Strychnos* und *Chrysophyllum* mit 32 Atm. und in einem älteren Blatt von *Saraca* mit 29.7 Atm. Die tiefsten Werte von nur 4.7 Atm. in jüngeren Blättern vom chinesischen Tee und im ausgewachsenen Blatt von *Manihot Glaziovii*; auch im jungen Blatt von *Thea assamica* fand sich ein Wert von nur 5.3 Atm. Alle diese tiefen Werte wurden an Blättern gefunden, die im Schatten wuchsen. Weiter ist bemerkenswert, dass unter allen 71 Messungen sich nur acht Werte über 25 Atm. und nur sieben zwischen 20 und 25 Atm. zu finden sind; also mehr als drei Viertel aller Werte liegen unter 20 Atm., davon wieder ein Drittel unter 10 Atm. Und der Durchschnitt aller Messungen liegt bei 14.8 Atm., also für die Saugkräfte von Baumblättern relativ tief. Vergleicht man mit diesen Werten die Durchschnittssaugkräfte europäischer Bäume, wie sie an jungen Baumblättern von Gehler¹ gemessen wurden, so findet man dort für vier Baumarten mit 19 Messungen im europäischen Klima 12.6 Atm., wobei *Cydonia maliformis* mit 14.8 Atm. genau dem Durchschnitt der Buitenzorger Baumblätter entspricht. Die Schwankung liegt bei europäischen Baumblättern zwischen 8.1 und 22.5 Atm.; in Buitenzorg zwischen 4.7 und 32.1 Atm. Bei diesem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass Gehler¹ ihre Blätter im Frühjahr gemessen hat, während die meisten Untersuchungen in Buitenzorg in die Regenzeit fielen; an beiden Orten dürften die erhaltenen Zahlen im Sommer bzw.

¹ Gehler, G., l. c.

in der Trockenzeit noch weit höher steigen. Trotzdem ist voraus-
zusehen, dass sich im Verhältnis nicht viel ändern wird, so dass man
sagen darf: Die Saugkräfte dikotyler Baumblätter liegen im mittel-
europäischen Klima ungefähr bei derselben Grössenordnung wie in
Buitenzorg.

Versuchen wir endlich noch, verschiedene Arten miteinander zu
vergleichen. Da uns sehr wenig Mittelwerte aus mehreren Messungen
zur Verfügung stehen, müssen wir uns beim Vergleich der Arten so
helfen, dass die bei hoher Boden- und Luftfeuchtigkeit erhaltenen rela-
tiv zu tiefen Werte ausgeschaltet werden und ebenso die Werte, die
bei sehr trockenem Boden und hohem Sd gemessen wurden, wie z. B.
Macadamia am 11. Februar, 12 Uhr, entsprechend beurteilen. Wenn
diese aus Nordaustralien stammende Proteacee trotzdem nur einen
Wert von 10.4 Atm. hat, so darf man daraus mit grösster Wahrschein-
lichkeit schliessen, dass diese Pflanze sehr tiefes Sn hat, auch wenn man
die Streuung der Saugkraft nicht kennt. Und in ähnlicher Weise wird
man schliessen dürfen, dass *Eugenia aromatica*, die bei ganz feuchtem
Boden und kleinem Sd eine Saugkraft von 26.6 Atm. hat, eine Art ist, die
relativ hohes Sn zeigt. Unter diesen Gesichtspunkten haben folgende Bäume

Hohe Saugkräfte

Castilloa elastica
Amherstia nobilis
Tamarindus indica
Quassia amora
Erythroxylon Coca
E. novogranatense
Bixa Orellana
Carica Papaya
Eugenia aromatica
Palaquium Gutta
Chrysophyllum oliviforme
Strychnos nux vomica
Spathodea campanulata
Mimusops globosa

Tiefe Saugkräfte

Macadamia ternifolia
Hevea brasiliensis
Manihot Glaziovii
Swietenia macrophylla
Theobroma Cacao
Wormia suffruticosa
Thea assamica
T. sinensis
Achras Zapota
Plumiera acurminata
Funktumia elastica

Unter den Bäumen mit hohem Sn sind fast alle Arten Pflanzen
der Ebene entweder von offenen Standorten oder dann breiten sie in-
folge ihrer Höhe in den oberen Stufen des geschlossenen Waldes ihre
Blätter an der Sonne aus. Die Bäume mit tiefem Sn hingegen wachsen
zum Teil in geschlossenen Formationen oder in verhältnismässig feuch-
tem Boden. Die Bäume mit mittlerem Sn sind zum Teil Waldbäume
(*Saurauia*, *Semecarpus* u. a.), also Vertreter mehr feuchter Standorte
oder Arten mit stark entwickelten Stämmen, die vielleicht als Wasser-
speicher besondere Bedeutung haben. Auf jeden Fall scheint aus der
Tab. 27 hervorzugehen, dass die Höhe von Sn in erster Linie weder
mit der systematischen Stellung, noch von der Länge der Leitbahnen

abhängt, sondern vor allem mit der morphologischen Ausbildung der Organe oder dem Standort in Beziehung steht.

g) *Sn* in den Blättern dikotyler Kräuter, Sträucher und Lianen.

Die in Tab. 28 gemessenen dikotylen Pflanzen sind in ihrem Vorkommen und in ihrem Habitus so verschieden, dass sich ihre Besprechung einzeln rechtfertigt.

Tabelle 28.

Sn in den Blättern dikotyler Kräuter, Sträucher und Lianen.

| Name | Datum | Länge der Leitbahn in m | Saugkraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|--|-------------------------|-------------------|------|-----|-------------|
| <i>Peperomia titymaloides</i> | 2. III. 9 ⁰⁰ 2 Tage auf Tisch | 0.1 | 5.4 6.7 | 23.5 | 0.8 | ? |
| <i>Soja hispida</i> | 14. II. 7 ⁰⁰ | 0.5 | 17.8 | 24 | 1.7 | 7 |
| <i>Arachis hypogaea</i> | 20. II. 7 ⁰⁰ | 0.3 | 11.1 | 21 | 1.6 | 53 |
| <i>Peireskia grandiflora</i> | 17. IX. 8 ⁰⁰ | 2.5 | 6.0 | | | |
| <i>Thephrosia candida</i> D. C. | 20. II. 12 ⁰⁰ | 2.0 | 16.0 | 27 | 5.7 | 53 |
| <i>Thevetia neriifolia</i> Juss. | 15. XI. 9 ⁰⁰ | 3.4 | 11.1 | 24 | 2.3 | 34 |
| <i>Justicia spec.</i> | Siehe Tages- periode | | | | | |
| <i>Hibiscus Rosa sinensis</i> | 4. II. 11 ⁰⁰ | 1.5 | 14.3 | 28 | 6.8 | 33 |
| <i>Manihot utilissima</i> Pohl. | 13. II. 7 ⁰⁰ | 1.5 | 7.4 | 22.5 | 1.6 | 58 |
| | 14. II. 8 ⁰⁰ | 1.5 | 12.5 | 25 | 2.8 | 21 |
| <i>Chloranthus officinalis</i> | 8. II. 12 ⁰⁰ | 2.8 | 11.1 | 27 | 4.1 | — |
| | 8. II. 11 ⁰⁰ | 3.0 | 5.5 ¹ | 27 | 4.4 | 2 |
| | 9. II. 12 ⁰⁰ | 3.0 | 6.7 ¹ | 29 | 4.6 | 8 |
| | 10. II. 7 ⁰⁰ | 3.0 | 6.0 ¹ | 23.5 | 1.7 | 8 |
| <i>Piper Cubeba</i> L. | 10. II. 11 ⁰⁰ | 2.0 | 10.4 ² | 29 | 4.6 | 8 |
| | 10. II. 10 ⁰⁰ | 4.5 | 16.0 ³ | 28 | 4.4 | 8 |
| <i>P. nigrum</i> L. | 10. II. 13 ⁰⁰ | 2.5 | 10.4 ² | 30 | 6.4 | 8 |
| <i>Macrozania macrocarpa</i> Cogn. | 20. VIII. 10 ⁰⁰ | 8 | 34.6 | 26 | 9.5 | 5 |
| | 21. VIII. 7 ¹⁵ | 8 | 32.1 | 22.5 | 1.6 | — |
| | 8 ³⁰ | 22 | 39.8 | 24.5 | 5.8 | — |

¹ Weisses Hochblatt.

² Aelteres Blatt.

³ Jüngerer Blatt.

Peperomia titymaloides, ein aus Amerika stammendes, kaum 13 cm hohes Pflänzchen, wuchs im tiefen Schatten in vielen Individuen dicht zusammen. Die Blätter sind etwa 2—3 mm dick. Davon nimmt das hypodermale Wassergewebe der Blattoberseite mehr als ein Drittel ein, und auch das Wassergewebe der Blattunterseite ist in mehreren flachen Zellen entwickelt, allerdings bei weitem nicht so stark wie das aus senkrecht zur Blattfläche gestreckten, weitleumigen Zellen bestehende Wassergewebe der Oberseite. Die Hebelmethode gab ein *Sn* von 5.4 Atm. (Tab. 28). Wurde das Wassergewebe entfernt und nur das Assimila-

tionsgewebe der Blattmitte unter den Hebel gelegt, so ergab sich ein Sn von 6.0, also eine etwas höhere Saugkraft. Nachdem das abgeschnittene Nachbarblatt, dessen Schnittfläche mit Vaseline verklebt war, zwei Tage auf dem Laboratoriumstisch gelegen war, stieg Sn des Blattes auf 6.7 Atm., Sn des Assimilationsparenchyms allein aber auf 8.1 Atm. Da im ersteren Fall sehr wahrscheinlich nur die Saugkraft des Wassergewebes gemessen wurde (man vergleiche das bei *Platycerium* Gesagte), kann man annehmen, dass das Wassergewebe bei Austrocknen um 1.3, das Assimilationsgewebe aber um 2.7 Atm. gestiegen ist. Daraus geht hervor, dass das Wassergewebe nicht nur eine anatomische Bezeichnung der wasserhaltigen Zellgewebe ist, sondern auch als Wasserreservoir funktioniert, wenn es beim Wasserverlust auch wirklich notwendig wird, was bekanntlich zum erstenmal Westermaier¹ auf ganz anderem Wege nachgewiesen hat.

Soja hispida und *Arachis hypogaea* sind Pflanzen offener und zuweilen auch sehr trockener Standorte, so dass man trotz nassen Bodens ihre hohen Werte von 17.8 bzw. 11.1 Atm. sehr wohl begreifen kann. Diese Werte liegen übrigens gar nicht so übermässig hoch, wenn man sie vergleicht mit den an europäischen Krautpflanzen von Molz, Lambrecht und mir gefundenen Sn-Werten. In ähnlicher Höhe liegen auch die Blattwerte der Papilionacee *Tephrosia*, der Apocynacee *Thevetia*, sowie diejenigen von *Hibiscus rosa sinensis*.

Die gut entwickelte, über 2 m hohe *Manihot utilissima* scheint starke periodische Schwankungen auszuführen, da an demselben Blatt einmal 7.4 und bei nur schwach erhöhtem Sd 12.5 Atm. gefunden wurden. Eine starke tägliche Aenderung von Sn ist übrigens bei Pflanzen auf offenem Feld stets anzunehmen, wenn nur Sd genügend stark sich ändert, wie das ja in Buitenzorg an solchen Standorten der Fall ist.

Ein recht merkwürdiges Verhalten fand ich an dem etwa 3 m hohen Strauch *Chloranthus officinalis*, der hier im Kulturgarten angepflanzt, sonst aber in Westjava bis 2100 m steigen soll.² Im Laubblatt, dessen Leitbahnen 2.8 m lang waren, fand ich ein Sn von 11.1 Atm., während in den höhergelegenen weissen, chlorophyllosen Hochblättern ein Sn zwischen 5.5 und 6.7 Atm. gefunden wurde. Es ist klar, dass es bei der Wasserversorgung nicht zuerst auf die mittlere Saugkraft eines Organs, sondern auf das Sn der im Blatt an den Gefässen grenzenden Leitparenchymzellen ankommt.

Unter den Lianen verfolgte ich zuerst die schon früher besprochene (I 1 g) *Macrozania*. Sehr auffallend ist bei dieser Pflanze der hohe Wert, der trotz langer Leitungsbahn ausserordentlich hoch er-

¹ Westermaier, M.: Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems. Jahrb. f. wiss. Bot., 14, 1883.

² Koorders, S. H.: Exkursionsflora von Java, 2, Jena 1912.

scheint; jedenfalls wurden bei keiner Dikotyle in Buitenzorg höhere Saugkräfte gefunden. Auch bei *Piper nigrum* und *P. Cubeba* finden wir verhältnismässig hohe Saugkräfte, wobei bei letzterer Liane das jüngere Blatt ein um 50 % höheres Sn hat als das alte. Dieses zum voraus unerwartete Ergebnis hängt zusammen mit der starken Transpiration der Lianenblätter (III).

h) Die Saugkraft der dikotylen Blüten.

Die Saugkraft dikotyler Blüten ist in Tab. 29 zusammengestellt; ferner finden sich in Fig. 4, in den Tabellen 6, 8, 10 und 11 die täglichen Schwankungen von Sn. Aus diesen geht hervor, dass die tägliche Periodizität je nach dem Wassersättigungszustand des Bodens und der Luft bei derselben Pflanze verschieden stark ausfallen kann. Sie beträgt bei *Wormia* 110 und 153 % des kleinsten Wertes an regenfreien Tagen der Trockenzeit, 48 % bei feuchtem Boden und geringen Veränderungen von Sd. Bei einer blaublütigen *Justicia* ist die maximale Schwankung 90 % an einem schönen Tag der Trockenzeit, und bei *Tabernaemontana* nur 55 %. Während demnach die meisten Blüten starke Sn-Schwankungen ausführen, scheint es doch auch solche zu geben, wie aus Tab. 29 hervorgeht, die auch bei grösseren Sd-Differenzen nur geringe Aenderungen zeigen; so insbesondere die Fahne von *Cassia Fistula*.

Den kleinsten Sn-Wert finden wir mit 3.3 Atm. bei *Wormia* nach einem Regen bei dauernd nassem Boden (Tab. 9). Bei derselben Pflanze ist der höchste Wert von 12.7 Atm. am Mittag eines schönen Tages der Trockenzeit zu finden. Die Differenz beträgt demnach zirka 285 %. Den höchsten Kronenwert finden wir ebenfalls in der Trockenzeit bei einer gelbblühenden *Justicia* an offenem Standort mit 15.2 und bei einer blaublütigen Art derselben Gattung mit 16.9 Atm. Verhältnismässig gering sind auch die Sn-Differenzen in der fleischigen Krone von *Amherstia nobilis*, wo sie nur 100 % betragen, trotzdem die Blüten der grellen Sonne ausgesetzt waren.

Die meisten Kronenwerte bewegen sich zwischen 7 und 11 Atm. Nur bei der an schattigen Stellen wachsenden *Saurauia ramiflora* zeigt die fleischige Krone den Wert von 4.7 Atm., und auch die Blüte von *Brixa Orellana*, ebenfalls im Schatten, hat nur ein Sn von 6.7 Atm.

Vergleicht man diese Zahlen mit den von Gehler¹ an Pflanzen des Freiburger Klimas erhaltenen Werten, die ein Minimum von 6.0 und ein Maximum von 16.8 Atm. fand, so ist ein Unterschied kaum zu bemerken. Das gilt noch in vermehrtem Masse, wenn man die zahlreichen Messungen an Freilandpflanzen bei Molz² vergleicht, dessen

¹ Gehler, G., l. c.

² Molz, F., l. c.

Tabelle 29.
Sn in Dikotylenblüten.

| Name | Datum | Länge der Leit- bahn in m | Saug- kraft in Atm. | LT | Sd | Regen in mm |
|--|----------------------------|---------------------------------|---|------|------|----------------|
| <i>Amherstia nobilis</i> | 14. IX. 8 ³⁰ | 8 | 9.6 ¹ 9.6 ² | 25 | 5.5 | 0 |
| | 11 ⁴⁵ | 8 | 11.9 ¹ 11.9 ² | 29 | 11.5 | |
| | 15. IX. 8 ⁰⁰ | 8 | 8.9 ³ 6.0 ² 10.4 ⁴ | 24 | 4.3 | 0 |
| | 16. IX. 8 ⁰⁰ | 8 | 7.4 ² 11.1 ¹ | 24 | 4.3 | 12 |
| | 26. VIII. 10 ⁰⁰ | 7 | 10.4 | 28 | 11.4 | 0 |
| <i>Saraca spec.</i> | 21. XI. 10 ⁴⁰ | 7.5 | 9.6 | 28.5 | 6.9 | 5 |
| | 14. XI. 12 ⁰⁰ | 4.5 | 9.6 ² | 29 | 6.7 | 49 |
| <i>Cassia Fistula</i> L. | 15. XI. 7 ⁰⁰ | 4.6 | 8.9 ² | 23 | 1.6 | 34 |
| | 12 ⁰⁰ | 4.7 | 8.9 ² | 29.5 | 8.8 | |
| <i>Arachis hypogaea</i> | 20. II. 9 ⁰⁰ | 0.3 | 6.7 ² | 23.5 | 4.2 | 53 |
| <i>Tephrosia candida</i> D. C. | 20. II. 11 ⁰⁰ | 2 | 6.7 ² | 26 | 5.5 | 53 |
| <i>Quassia amara</i> | 5. II. 10 ⁰⁰ | 2.5 | 8.9 | 27 | 6.7 | 3 |
| <i>Hibiscus Rosa sinensis</i> | 4. II. 11 ⁰⁰ | 1.5 | 8.1 | 28 | 7.9 | 33 |
| <i>Saurauia ramiflora</i> K. u. V. | 21. XI. 8 ⁰⁰ | 4.3 | 4.7 | 24 | 3.5 | 18 |
| <i>Wormia suffruticosa</i> Griff. ⁵ | 17. IX. 12 ⁰⁰ | 4.6 | 11.9 | 29 | 11.5 | 104 |
| | 15 ⁰⁰ | 4.5 | 8.1 | 27 | 5.8 | |
| | 29. IX. 9 ³⁰ | 4.6 | 11.9 | 25 | 4.4 | 0 |
| | 30. IX. 7 ⁰⁰ | 4.5 | 8.9 | 23.5 | 4.2 | 0 |
| | 22. XII. 7 ⁰⁰ | 4.6 | 8.1 | 24 | 4.3 | 17 |
| | 9 ⁰⁰ | 4.6 | 8.9 | 25 | 4.6 | |
| 12 ¹⁵ | 4.7 | 11.9 | 29.5 | 10.0 | | |
| 4. III. 9 ⁰⁰ | 3.6 | 8.1 | | | 0 | |
| <i>Bixa Orellana</i> | 14. II. 11 ⁰⁰ | 1.7 | 6.7 | 29 | 8.0 | 7 |
| <i>Plumiera acuminata</i> ⁵ | 1. X. 7 ⁰⁰ | 2.5 | 7.4 | 24 | 4.3 | 0 |
| <i>Cerbera Manghas</i> | 5. II. 8 ⁰⁰ | 5 | 8.9 | | | 3 |
| <i>Justicia spec. a.</i> ⁵ | 17. IX. 7 ⁰⁰ | 1.8 | 8.1 | 23 | 3.4 | 104 |
| | 12 ⁰⁰ | 1.8 | 11.9 | 29 | 9.8 | |
| | 15 ⁰⁰ | 1.75 | 13.5 | 28 | 6.0 | |
| <i>J. spec. b.</i> | 26. VIII. 17 ³⁰ | 1.6 | 15.2 | 27 | 7.6 | 0 |
| | 28. VIII. 6 ³⁰ | 1.5 | 10.4 | 22 | 3.3 | 0 |
| <i>Coffea liberica</i> | 4. II. 9 ⁰⁰ | 2.6 | 8.9 | 25 | 5.4 | 8 |
| <i>Barringtonia asiatica</i> | 15. XI. 10 ⁰⁰ | 5 | 7.4 | 27.5 | 6.8 | 34 |

¹ Vorblatt.
² Fahne.
³ Vorblatt, offen.
⁴ „ geschlossen.
⁵ Siehe Tagesperiode.

Werte zwischen 2.5 und 23.5 Atm. liegen. Und vergleicht man schliesslich die Mittelwerte aller gemessenen Kronen, die bei Gehler bei 9.6 Atm., in Buitenzorg bei 8.6 Atm. liegen, so sieht man auch hier

wieder den geringen Unterschied, wobei aber doch der Eindruck erweckt wird, dass die Kronen der Buitenzorger Pflanzen eher tiefere Saugkräfte besitzen, was, trotz höherer Temperatur, die Sn erhöhend wirkt, dem feuchten Klima zuzuschreiben ist.

i) *Sn-Vergleich der verschiedenen Gruppen.*

Der Mittelwert von 24.0 Atm. bei den Lianen wird durch die lange *Macrozania* mit ihren hohen Werten an die oberste Stelle gerückt, der, wie die Lianen des Urwaldes zeigen werden, nicht den wirklichen Verhältnissen entspricht.

Tabelle 30.

Mittelwerte, Minima und Maxima der Saugkraft.

| | Mittelwerte | Minima | Maxima |
|---|-------------|--------|------------------|
| Blät t e r. | | | |
| <i>Farne</i> : Wasserfarne | 8.0 | 4.0 | 11.9 |
| Epiphytische Farne | 11.2 | 4.0 | 25.5 |
| Erdfarne | 21.6 | 11.9 | 34.6 |
| <i>Coniferen</i> | 19.2 | 12.7 | 23.4 |
| <i>Cycadeen</i> | 21.9 | 9.6 | 34.6 |
| <i>Palmen</i> | 22.8 | 6.7 | ca. 73.9 |
| <i>Orchideen</i> : Erdorchideen | 8.1 | 6.7 | 13.5 |
| Epiphytische Orchideen | 9.7 | 1.3 | 32.1 |
| <i>Araceen</i> | 8.3 | 5.3 | 9.6 ¹ |
| <i>Scitamineae</i> | 12.6 | 3.3 | 22.5 |
| <i>Bromeliaceen</i> | 7.5 | 5.3 | 8.9 |
| <i>Dikotyle Bäume</i> | 14.8 | 4.7 | 32.1 |
| <i>Lianen</i> | 24.0 | 10.4 | 39.8 |
| <i>Kräuter und Sträucher</i> | 9.4 | 5.4 | 17.8 |
| Bl ü t e n. | | | |
| <i>Erdorchideen</i> | 8.1 | 4.7 | 11.4 |
| <i>Epiphytische Orchideen</i> | 9.4 | 7.4 | 11.1 |
| <i>Araceen</i> | 6.5 | 1.3 | 11.9 |
| <i>Monokotyle Blüten</i> | 5.3 | 1.3 | 15.2 |
| <i>Dikotyle Blüten</i> | 8.6 | 3.3 | 8.6 |

¹ *Epipremnum falciifolium* mit einem Sn > 34.6 steht unter den Araceen ganz isoliert da und wurde daher im Mittelwert nicht mitgerechnet.

Unter den Pflanzen mit hohen Werten stehen die Palmen an erster Stelle, was vor allem durch die hohen Saugkräfte der hochstämmigen Vertreter dieser Familie bewirkt wird. Dann folgen die Cycadeen, die, obwohl sie niedere Pflanzen sind, doch ziemlich starke Saugkräfte entwickeln. Womit das zusammenhängt, lässt sich ohne eingehendere Untersuchung nicht erklären, doch vermute ich, dass die vielen dickwandigen Blattzellen starke Saugkräfte entwickeln müssen, um die Widerstände der Wand zu überwinden. Dann folgen der Grössenordnung nach die Erdfarne, dann die Coniferen und erst zuletzt die

dikotylen Bäume. Besonders auffallend ist in dieser Reihe das hohe Sn der Farne, das nicht etwa durch hohe Sn-Werte einiger weniger Vertreter zustande gekommen ist, sondern durch hohe mittlere Werte fast aller untersuchten Erdfarne. Angesichts der sehr geringen Transpiration (siehe unter III) der Erdfarne und ihres schattigen Standortes müssen ihre Saugkräfte als ausserordentlich hohe bezeichnet werden.

Die niedersten mittleren Sn-Werte finden wir bei den Bromeliaceen, dann folgen die Erdorchideen, die Araceen, die epiphytischen Orchideen und zuletzt die Scitamineen, die von allen erwähnten monokotylen Kräutern und Stauden noch die sonnigsten Standorte bewohnen. Dass die epiphytischen Orchideen grössere Saugkräfte haben werden als die Erdorchideen, war zum voraus zu erwarten, obwohl es unter ersteren eine ganze Reihe Vertreter hat, die infolge ihres Baues und ihres Vorkommens ausserordentlich tiefe Saugkräfte zeigen. Die dikotylen Kräuter und Sträucher nehmen als Schattenpflanzen eine mittlere Stellung ein.

Während die Mittelwerte der Blätter zwischen 7.5 und 24.0 Atm. liegen, schwanken die Mittelwerte der Blüten bei den verschiedenen Gruppen nur zwischen 6.5 Atm. bei den Araceen und 9.4 Atm. bei den epiphytischen Orchideen. Auch die maximalen Saugkräfte liegen in der bescheidenen Höhe von nur 11.9 Atm. Wir sehen demnach auch hier wieder, dass bei den Blüten sowohl die Mittel- wie die höchsten Werte der Saugkraft bedeutend tiefer liegen als in den Blattspreiten.

4. Vergleich von Sn und Sg.

Wenn im folgenden noch ein Vergleich beider Grössen durchgeführt werden soll, so kann es sich nicht um die Besprechung einzelner Werte handeln; das ist schon deshalb untunlich, weil bei Sn das ganze Organ, bei Sg aber einzelne Zellen gemessen wurden. Es ist ja klar, dass Sn kleiner sein muss als die Summe der Sg aller Zellen des untersuchten Blattstückes (von Ausnahmen, die theoretisch bei Wasserzellen möglich sind, sehen wir hier ab). Um aber diesen Vergleich durchzuführen, reichen meine Sg-Messungen nicht aus. Daher sollen nur die Mittelwerte, die Maxima und Minima von Sg in Tab. 31 mit den entsprechenden Zahlen von Sn in Tab. 30 noch kurz besprochen werden.

Eine Uebersicht beider Tabellen zeigt zunächst, dass die einzelnen Gruppen ihrer Grössenordnung nach sowohl für Sn wie für Sg ziemlich gut übereinstimmen. Das gilt vorerst für die Blüten, wo sowohl Sn wie Sg in sämtlichen Geweben bei den Monokotylen tiefer liegen als bei den Dikotylen. In den Blättern findet man die höchsten Sn-Werte bei den Palmen; dasselbe ist der Fall für das Sg der Palmen. Dann folgen der Grössenordnung nach bei Sg die Blätter der dikotylen Bäume, während bei Sn dieselben dikotylen Baumblätter in der Mitte stehen.

Tabelle 31.
Mittelwerte, Minima und Maxima von Sg.

| | Obere Epidermis | | | Mesophyll | | | Untere Epidermis | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|------|-----------|-----------|------|------------------|----------|------|
| | Mittel | Max. | Min. | Mittel | Max. | Min. | Mittel | Max. | Min. |
| Blätter. | | | | | | | | | |
| Epiphytische Farne | 10.7 | 23.4 | 7.4 | 30.1 | ca. 93.2 | 9.6 | | | |
| Erdfarne | 18.0 | 24.5 | 12.7 | 30.4 | ca. 34.6 | 25.5 | | | |
| Palmen | 27.9 | 48.4 | 11.1 | 50.3 | ca. 116.6 | 34.0 | 25.1 | 32.1 | 21.5 |
| Erdorchideen | 9.6 | 11.1 | 8.1 | 19.1 | 23.4 | 10.4 | | | |
| Epiphytische Orchideen | 10.0 | 14.3 | 6.0 | 16.7 | 48.4 | 8.1 | 12.0 | 13.5 | 8.9 |
| Araceen | 10.8 | ca. 14.3 | 9.6 | | | | | | |
| Bromeliaceen | 12.8 | 15.2 | 8.1 | | | | | | |
| Scitamineen | 12.4 | 25.5 | 8.9 | | | | | | |
| Dikotyle Bäume | 19.1 | ca. 39.8 | 8.9 | 60.8 | 116.6 | 29.7 | 17.6 | ca. 34.6 | 8.1 |
| » Kräuter | 11.4 | | | — | — | — | 15.8 | | |
| » Sträucher | 10.7 | | | 31.9 | 65.8 | 21.5 | 16.0 | | |
| » Lianen | 14.3 | | | | | | 19.6 | | |
| Blüten. | | | | | | | | | |
| Monokotyle Bl. | 8.4 | 15.2 | 2.6 | 7.8 | 11.1 | 3.3 | 8.7 | 10.4 | 7.4 |
| Dikotyle Bl. | 10.4 | 15.2 | 7.4 | 12.3 | 15.2 | 11.1 | 12.3 | 16.0 | 8.9 |

Das dürfte doch wohl heissen, dass die Palmen die osmotischen Reserven besser ausnützen müssen als die Bäume, denen sie in viel weiterem Ausmasse zur Verfügung stehen, denn es ist

Sn : Sg bei den Palmen wie 1 : 2

Sn : Sg bei den dikotylen Baumblättern wie 1 : 2.8

wenn wir für die Grössen die Mittelwerte einsetzen unter der Voraussetzung von 8 Mesophyllschichten im Palmblatt und 2 Palisaden- und 4 Schwammparenchymlagen im Dikotylenblatt. Mag diese Rechnung noch so roh sein, so gestattet sie uns wenigstens einen Einblick in die Grössenordnung der osmotischen Kraftreserven der beiden wichtigsten Wasserverbraucher in Buitenzorg.

Anderseits liegen die Sn- und Sg-Werte bei den Orchideen sehr nahe beisammen und bei den Erdfarnen, während die epiphytischen Farne wieder ein grösseres Verhältnis von Sn zu Sg haben. Auch die übrigen monokotylen Kräuter scheinen ein kleines Verhältnis Sn : Sg zu haben. Daraus geht hervor, dass im allgemeinen die im Schatten lebenden Pflanzen in bezug auf Sg eine relativ höhere Saugkraft besitzen als die Pflanzen, die ihre Blätter zum grösseren Teil an der Sonne ausbreiten.

Schon aus früheren Messungen¹ ging hervor, dass die verschiedenen Arten und bei diesen wieder die einzelnen Organe in ihren Minimum- und Maximumwerten sehr stark differieren können und dass auch die Streuung sowohl von Sg wie von Sn von Art zu Art verschieden ist. Besonders für Sn ist das wieder neuerdings an vielen Arten des mitteleuropäischen Klimas von L a m b r e c h t² und von H a u c k³ gezeigt worden. Die äussersten Punkte der Streuung hängen naturgemäss stark ab von der Zahl der Messungen und von der Untersuchung derselben Art unter möglichst verschiedenen klimatischen Einflüssen und an verschiedenen Standorten. Leider erlaubte es mir die Zeit nicht, die Arten nach dieser Richtung hin in genügender Weise untersuchen zu können, doch seien in der folgenden Tabelle 32 die Minimal- und Maximalwerte von Sn der mehrmals untersuchten Arten angegeben, um wenigstens einen Einblick in die Schwankung einiger Arten zu erhalten. Die Schwankungen von Sn betragen im Maximum etwa 300 % des kleinsten Wertes bei *Grammatophyllum*, Blatt, und bei der Krone von *Wormia*. Die meisten Schwankungen sind bedeutend geringer. Jedenfalls reichen sie nicht an die Differenzen von vielen europäischen Krautpflanzen heran, wo sie z. B. bei *Bellis perennis* 500 % betragen können. Auch H a u c k fand bei ausgetrocknetem Boden nach Zugabe von Wasser

¹ Blum, G.: Einige Ergebnisse der Saugkraftmessungen an Freilandpflanzen. Mitt. d. Naturf. Ges. Freiburg (Schweiz), 4, 1926.

² Lambrecht, E., l. c.

³ Hauck, L.: Untersuchungen über d. Einfluss d. Bodenfeuchtigkeit auf die Saugkraft der Pflanzen. Bot. Archiv, 24, 1929.

eine Herabsetzung von Sn von ähnlicher Grössenordnung (z. B. *Aporis foetida*, *Circaea lutetiana*, *Impatiens Nolitangere*). Die Schwankung von Sg scheint bei *Wormia* bedeutend geringer zu sein; sie betrug für

| | | | |
|--|------|-------|------|
| Obere Epidermis Krone | 60 % | Blatt | 61 % |
| Palisaden bzw. Mesophyll Krone | 7 % | » | 10 % |
| Schwammparenchym | — | » | 18 % |
| Untere Epidermis | — | » | 52 % |
| Schliesszellen | — | » | 38 % |

Noch geringer ist die Sg-Schwankung im Blatt von *Tabernaemontana* mit 30 % in der oberen Epidermis und in den Palisaden, während sie im Blatt von *Phoenix* und *Medemia* 15—20 % in der oberen Epidermis und 40 bzw. 22 % im Mesophyll beträgt. Man ist geneigt, diese geringen Schwankungen dem ausgeglichenen Buitenzoger Klima zuzuschreiben.

Tabelle 32.

Minimum und Maximum von Sn bei den mehrmals untersuchten Pflanzen.

| Pflanze | Organ | Maximum erreicht | | Minimum erreicht | | Differenz in | |
|---|---------|------------------|----------------------------|------------------|------------------------------|--------------|-----|
| | | Atm. | um | Atm. | um | Atm. | % |
| <i>Grammatophyllum speciosum</i> | Blatt | 32.1 | 23. VIII. 8 ³⁰ | 8.1 | 9. XII. 17 ⁰⁰ | 24.0 | 296 |
| <i>Wormia suffruticosa</i> | Krone | 12.7 | 27. VIII. 12 ⁰⁰ | 3.3 | 14. XI. XII. 7 ⁰⁰ | 9.4 | 285 |
| | Blatt | 13.5 | 19. VIII. 12 ³⁰ | 6.0 | 27. VIII. 7 ³⁰ | 7.5 | 125 |
| <i>Medemia nobilis</i> | Blatt | 42.5 | 14. XI. 11 ⁰⁰ | 12.7 | 15. XI. 7 ⁰⁰ | 29.8 | 234 |
| <i>Costus spec.</i> | Lippe | 15.2 | 27. VIII. 13 ⁰⁰ | 6.0 | 22. VIII. 7 ³⁰ | 9.2 | 153 |
| <i>Phajus Tankervilleae</i> | Perigon | 11.4 | 25. IX. 15 ³⁰ | 4.7 | 1. X. 8 ⁰⁰ | 6.7 | 142 |
| <i>Amherstia nobilis</i> | Blatt | 21.5 | 16. IX. 8 ⁰⁰ | 8.9 | 15. IX. 8 ⁰⁰ | 12.6 | 141 |
| <i>Saraca spec.</i> | Blatt | 29.7 | 15. IX. 10 ⁰⁰ | 12.7 | 26. VIII. 10 ⁰⁰ | 17.0 | 134 |
| <i>Justicia spec.</i> | Krone | 16.9 | 27. VIII. 13 ⁰⁰ | 8.1 | 17. IX. 7 ⁰⁰ | 8.8 | 92 |
| | Blatt | 16.9 | 27. VIII. 13 ⁰⁰ | 8.9 | 27. VIII. 7 ³⁰ | 8.0 | 111 |
| <i>Phoenix farinifera</i> | Blatt | 21.5 | 12. XI. 11 ⁰⁰ | 11.1 | 13. XI. 7 ⁰⁰ | 10.4 | 94 |
| <i>Arenga obtusifolia</i> | Blatt | 17.8 | 17. XI. 13 ⁰⁰ | 9.6 | 17. XI. 7 ⁰⁰ | 8.2 | 85 |
| <i>Tabernaemontana aurantiaca</i> | Krone | 10.4 | 12. IX. 15 ⁰⁰ | 6.7 | 13. IX. 7 ⁰⁰ | 3.7 | 55 |
| | Blatt | 12.7 | 12. IX. 15 ⁰⁰ | 6.7 | 13. IX. 7 ⁰⁰ | 6.0 | 89 |
| <i>Plumiera acuminata</i> | Krone | 11.9 | 25. IX. 15 ³⁰ | 6.7 | 26. IX. 6 ²⁰ | 5.2 | 77 |
| | Blatt | 11.9 | 26. IX. 16 ³⁰ | 7.4 | 26. IX. 6 ²⁰ | 4.5 | 61 |
| <i>Hevea brasiliensis</i> | Blatt | 8.1 | 14. II. 9 ⁰⁰ | 4.7 | 11. II. 9 ⁰⁰ | 3.4 | 72 |
| <i>Bauhinia flammifera</i> | Blatt | 17.8 | 15. IX. 11 ⁰⁰ | 11.9 | 16. IX. 11 ⁰⁰ | 5.9 | 49 |
| <i>Coelogyne Swaniana</i> | Perigon | 11.9 | 26. IX. 9 ⁰⁰ | 8.1 | 26. IX. 6 ²⁰ | 3.8 | 47 |
| <i>Angiopteris spec.</i> | Fieder | 17.8 | 27. XI. 17 ⁰⁰ | 14.3 | 28. XI. 7 ⁰⁰ | 3.5 | 31 |
| <i>Chloranthus officinalis</i> | Krone | 6.7 | 9. II. 12 ⁰⁰ | 5.3 | 8. II. 11 ⁰⁰ | 1.4 | 26 |
| <i>Macrozania macrocarpa</i> | Blatt | 39.8 | 21. VIII. 8 ³⁰ | 32.1 | 21. VIII. 7 ⁰⁰ | 7.7 | 24 |

II. Kapitel.

Untersuchungen im Urwaldgebiet von Tjibodas.

Das Urwaldgebiet von Tjibodas liegt am Nordostabhang des Doppelvulkans Gede-Pangerango; es beginnt in etwa 1400 m ü. M. und zieht sich in mässiger Steigung gegen Kandang Badak zu, einem in etwa 2400 m Höhe liegenden Sattel zwischen den beiden Vulkanen. Dieser Urwald gehört der Hauptsache nach zum javanischen Regenwald der dritten *Junghuhnschen* Höhenstufe; er geht weiter oben in den Nebelwald über, der seinerseits nach oben mit den Kraterpflanzen des Gede abschliesst. Am unteren Rande dieser Reservation liegt das Berglaboratorium von Tjibodas, in dem ich die meisten meiner Untersuchungen durchführte. Vor dem Waldrand liegen Garten und Park, die mir günstige Gelegenheit boten, die Pflanzen dieses offenen Standortes mit denjenigen des geschlossenen Waldes zu vergleichen. Weiter abwärts ist das hügelige Gelände mit Kulturfeldern aller Art überzogen, die hauptsächlich mit Tee oder europäischen Kulturpflanzen bepflanzt sind.

1. Das Klima.

Das *Makroklima* weicht in wesentlichen Punkten von demjenigen Buitenzorgs ab. Eine kurze Besprechung des Klimas von Tjibodas, die auf einer siebenjährigen Beobachtung beruht, findet sich bei B r a a k.¹ Dieser Zusammenstellung und den klimatischen Beobachtungen, die in Tjibodas in der Nähe des Laboratoriums an offenem Standort regelmässig gemacht werden und die mir in freundlicher Weise vom meteorologischen Observatorium in Batavia zur Verfügung gestellt wurden, verdankt der folgende Abschnitt über das Makroklima seine Entstehung. — Die nächstliegenden Beobachtungsstationen finden sich unten im Tal in Batjet (1100 m) und auf dem Pangerango (3000 m).

Die gesamte durchschnittliche jährliche Regenmenge ist mit 350 cm in Tjibodas geringer als in Buitenzorg mit 427 cm. An beiden Orten fällt der meiste Regen nachmittags zwischen 12 und 17 Uhr; hingegen ist die Regenintensität während der Regenzeit in Tjibodas am grössten morgens zwischen 6 und 8 Uhr, wo sie 12—13 beträgt, während sie am Nachmittag zwischen 4 und 7 liegt. In Buitenzorg aber ist die Regenintensität mit 6—9 nachmittags am grössten und am Morgen mit etwa 3 kaum halb so gross. Die Regendauer ist im Januar bis Februar in Tjibodas dreimal grösser als im Juli bis September, während in Buitenzorg dasselbe Verhältnis $3\frac{1}{2} : 1$ beträgt. Auch ist die Gesamtregendauer in Tjibodas grösser als in Buitenzorg.

¹ B r a a k, C.: Het Klima van Nederlandsch-Indië, II, 2, Weltevreden, 1928. Siehe auch F a b e r, Jahrb. f. wiss. Bot. 56, 1915.

Schon daraus geht hervor, dass das Klima Tjibodas trotz geringerer Regenmenge feuchter ist als in Buitenzorg, was dann aber besonders der Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit zeigt. Die mittleren Minima und Maxima für RF betragen in den Monaten Januar bis Februar in Tjibodas 77 und 97, in Buitenzorg 58 und 95. Im Juli bis September sind die entsprechenden Zahlen 30 und 87 für Tjibodas, 35 und 90 für Buitenzorg, wobei immer zu beobachten ist, dass auch in Tjibodas an offener Stelle gemessen wird.

Die Temperaturen schwanken im Januar bis Februar in Tjibodas zwischen 11.2 und 25.3°, im Juli bis Oktober zwischen 10.1 und 26.8°, in Buitenzorg zwischen 21 und 30.5° bzw. 19.5 und 32.5°. Auch ist der Gang der Temperaturkurven an beiden Orten ein verschiedener. Während die Temperatur sowohl für die niedersten Werte am Morgen wie für die höchsten Beträge um 12 Uhr oder etwas nachher eine Spitzkurve ergibt, verlaufen Minimum und Maximum in Tjibodas in einer mehr flacheren Kurve.

Ein weiterer Unterschied besteht in der Dauer des Sonnenscheins, der z. B. im Januar 1931 in Buitenzorg 140 Stunden betrug, in Tjibodas aber nur 89 Stunden. In diesem Monat gab es in Tjibodas zwei beinahe wolkenlose Tage, in Buitenzorg aber vier. Hingegen ist die Zahl der beinahe sonnenlosen Tage während der Regenzeit an beiden Orten gleich gross. Die Verkürzung der Sonnenscheindauer in Tjibodas beruht hauptsächlich auf der Entstehung einer Wolkenwand in der Nebelstufe des Doppelvulkans am frühen Vormittag, so dass an vielen Tagen die Bewölkung schon oft vor 10 Uhr beginnt, während es in Buitenzorg auch am Nachmittag noch viele Sonnenscheinstunden gibt. Auch in der Trockenzeit ist die Dauer des Sonnenscheins in Buitenzorg grösser, was wieder auf die längere Nebelbedeckung in Tjibodas über Mittag und am Nachmittag zurückzuführen ist. Am Vormittag besteht zwischen beiden Orten nur ein geringer Unterschied.

Wie aus dem I. Kapitel hervorging, sind die *mikroklimatischen* Unterschiede in Buitenzorg gering. Das ist ganz anders im Urwald und besonders in Tjibodas, wo sich die Unterschiede durch die Höhenlage noch verstärken.

In den Tabellen 33 und 34, sowie in Fig. 7 sind die uns interessierenden Aussenfaktoren an typischen Tagen der Trocken- und der Regenzeit an zwei Stellen des Regenwaldes und an offenem Standort angegeben. Der letztere findet sich ausserhalb des Urwaldes an unbeschatteter Stelle in der Nähe eines Gebüsches von *Rhododendron ledifolium*; die Aussenfaktoren wurden hier in zirka 1 m über Boden abgelesen. Im Urwald mass ich unmittelbar über dem Boden (0.1 m), also zwischen den Kräutern der untersten Urwaldstufe und in zirka 1 m Höhe, wo bereits die höheren Kräuter und die niederen Holzpflanzen ihre Blätter ausbreiten. Da mir nicht genügend Apparate zur Verfügung standen,

konnte ich die Messungen an allen drei Standorten nicht an denselben Tagen durchführen. In Tab. 33 (und Fig. 7) stammen die Ablesungen für den Urwald vom 2. und 3.IX., die vom offenen Standort vom 4. und 5.IX. Alle diese Tage vom 2.—5.IX. waren regenfreie, sonnige Tage. In der Regenzeit (Tab. 34) stammen die Messungen im Urwald in 0.1 m Höhe (dieselben Stellen wie in der Trockenzeit) vom 5. bis 7., die in 1 m Höhe Urwald und offenem Standort vom 7. bis 9. Januar. Die Niederschläge betragen am 5.I. 66 mm, an allen folgenden Tagen zusammen 23 mm, auf alle Tage ziemlich regelmässig verteilt.

Tabelle 33.

Aussenfaktoren im Urwald und auf offenem Standort in der Trockenzeit.

| | 6 ⁰⁰ | 8 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 15 ⁰⁰ | 18 ⁰⁰ | 6 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 16 ⁰⁰ | 19 ⁰⁰ |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Urwald, 0.1 m hoch | | | | | | | | | |
| LT | 14.5 | 15.5 | 17.0 | 18.0 | 17.0 | 14.0 | 18.5 | 18.0 | 17.0 |
| RF | 98 | 97 | 97 | 96 | 94 | 97 | 95 | 94 | 95 |
| Sd | 0.25 | 0.40 | 0.44 | 1.0 | 0.87 | 0.36 | 0.8 | 0.9 | 0.7 |
| Ev | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.24 | 0.18 | 0.10 | 0.21 | 0.42 | 0.36 |
| Urwald, 1 m hoch | | | | | | | | | |
| LT | 14 | | 20 | 18.5 | 18 | 13 | | | |
| RF | 95 | | 90 | 95 | 95 | 95 | | | |
| Sd | 0.6 | | 1.7 | 0.8 | 0.77 | 0.57 | | | |
| Ev | 0.14 | | 0.58 | 0.35 | 0.28 | 0.20 | | | |
| Offener Standort, 1 m hoch | | | | | | | | | |
| LT | 13.5 | 14.0 | 22.0 | 21.0 | 20.0 | 14.0 | 22 | | |
| RF | 75 | 60 | 72 | 73 | 87 | 80 | 75 | | |
| Sd | 3.0 | 4.8 | 5.4 | 4.9 | 2.2 | 2.4 | 4.9 | | |
| Ev | 0.46 | 1.40 | 2.76 | 2.87 | 1.52 | 0.31 | 3.64 | | |

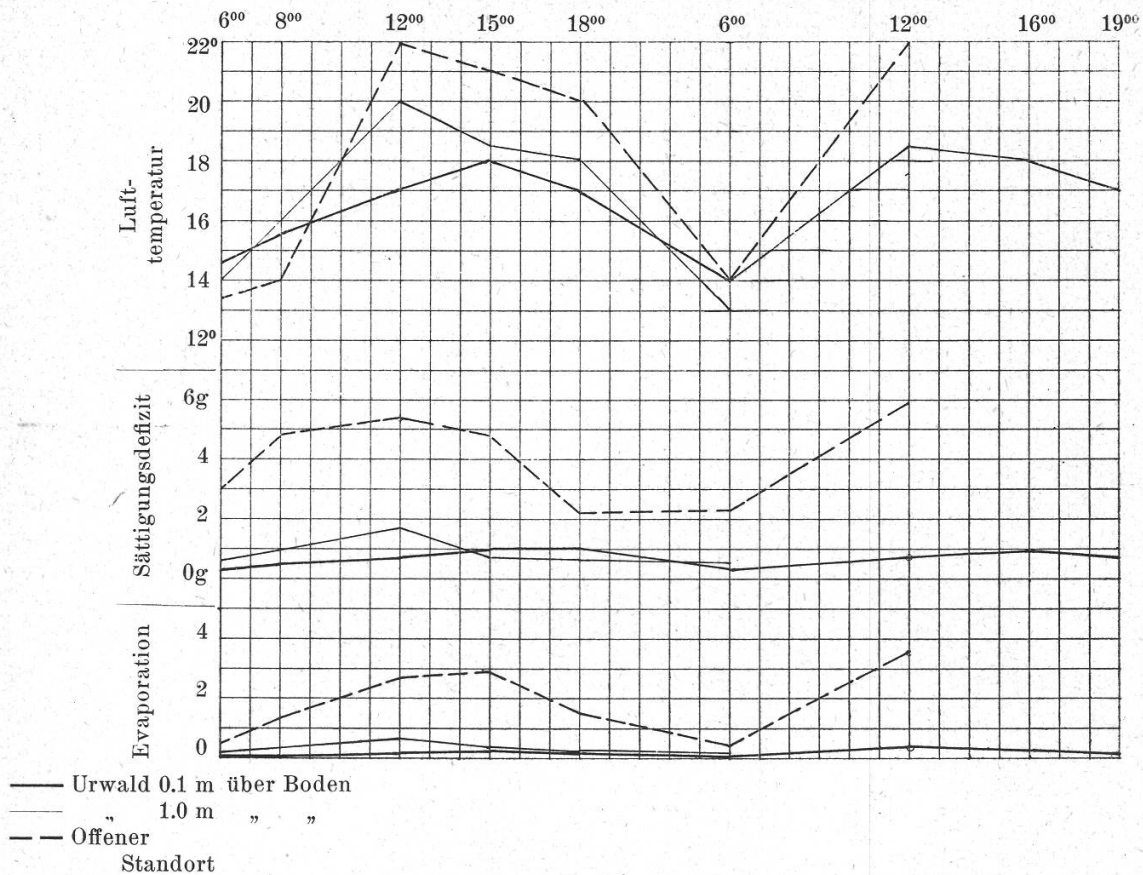
Tabelle 34.

Aussenfaktoren im Urwald und auf offenem Standort in der Regenzeit.

| | 16 ⁰⁰ | 8 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 17 ⁰⁰ | 8 ⁰⁰ | 11 ⁰⁰ |
|---------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Urwald, 0.1 m hoch | | | | | | |
| LT | 18 | 15 ¹ / ₄ | 18.5 | 19 | 16 | 18 |
| RF | 97.5 | 98.5 | 96 | 98 | 98 | 96.5 |
| Sd | 0.38 | 0.20 | 0.63 | 0.32 | 0.27 | 0.54 |
| Ev | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Urwald, 1 m hoch | | | | | | |
| LT | 19 | 16 ¹ / ₄ | 19 | 19.5 | 19 | 19.5 |
| RF | 97.5 | 96 | 90.5 | 95.5 | 95.5 | 92 |
| Sd | 0.41 | 0.55 | 1.55 | 0.76 | 0.73 | 1.34 |
| Ev | 0.12 | 0.07 | 0.26 | 0.16 | 0.08 | 0.14 |
| Offener Standort 1 m hoch | | | | | | |
| LT | 19 | 19.5 | 21.5 | 18.5 | 20 | 23.5 |
| RF | 96.5 | 90.5 | 83 | 95.5 | 89 | 72 |
| Sd | 0.57 | 1.60 | 3.20 | 0.81 | 1.90 | 5.94 |
| Ev | 2.9 | 0.6 | 0.88 | 0.36 | 0.42 | 2.3 |

Fig. 7.

Aussenfaktoren im Urwald und auf offenem Standort (Trockenzeit).



Die Tab. 33 (Fig. 7) zeigt beim offenen Standort den bekannten Verlauf an schönen sonnigen Tagen, der sich von demjenigen in Buitenzorg (Fig. 3) nur durch die geringeren Ausschläge unterscheidet. Ganz anders ist es im Urwald in 1 m Höhe; die Temperatur ist tiefer am Tag, etwas höher am frühen Morgen, die relative Feuchtigkeit ist bedeutend grösser und die Verdunstung viel geringer. Betragen am ersteren Standort die Temperaturdifferenz 7.5°, so sind sie im Urwald in 1 m nur noch 6°; noch geringer sind die Differenzen von RF, 27 bzw. 5%. Im Urwald sind die Aussenfaktoren ausgeglichener als an offenem Standort. Dies ist noch viel ausgeprägter in der Nähe des Bodens, wo die Unterschiede der Temperatur nur noch 3.0°, diejenigen von RF noch 4% betragen. Gibt es im Garten von Buitenzorg an schönen, sonnigen Tagen im Innern der Krone von *Wormia* noch Sättigungsdefizite von 12 und mehr, so sind sie in Tjibodas kaum mehr 1.0 bzw. 1.7; in den unteren Partien des Urwaldes (1 m) und selbst an nassen Tagen erreichen in Buitenzorg RF und Sd nur vorübergehend Werte, wie sie in der untersten Urwaldstufe selbst in der Trockenzeit dauernd herrschen. Es ist klar, dass solche Feuchtigkeitswerte im tiefen Urwald auch in der Regenzeit nicht mehr stark übertroffen werden können (Tab. 34). Aus dieser Tabelle geht hervor, dass in der Regenzeit in

Bodennähe die Luftfeuchtigkeit nicht mehr unter 96 % geht; RF ist demnach in der Regenzeit noch ausgeglichener als in der Trockenzeit, wo sie grössere Schwankungen ausführen kann; deren Differenzen betragen kaum mehr 3 %. Der Verdunstungsmesser zeigte in jenen Tagen während 48 Stunden in Bodennähe keine Spur einer Wasserabgabe; die Luft in Bodennähe ist demnach in der Regenzeit gesättigt und tatsächlich immer feucht. Auch in der Trockenzeit sah ich RF nur selten und nur vorübergehend in Bodennähe auf unter 95 % fallen, wie es in Tab. 33 einmal der Fall war. Wir können daher mit Recht von einer immer feuchten, ja sogar praktisch von einer immer gesättigten Stufe des Regenwaldes reden, wenn wir darunter die bodennahe Stufe der kleinsten Urwaldkräuter verstehen.

Aber schon in 1 m Höhe, in der Laubblattzone der grösseren Kräuter und der kleinsten Sträucher und Bäume ändert sich das Bild. RF führt auch in der Regenzeit (Tab. 34) Schwankungen bis 8 % aus, es geht bis gegen 90 % herunter, die Temperatur der Luft ist schon etwas höher und RF kann, besonders in der Trockenzeit, wenigstens vorübergehend auf unter 90 % fallen, und damit kann auch das Sättigungsdefizit der Luft Werte annehmen, die den Minimalwerten an offenen Standorten nahekommen. Wir können in dieser Stufe von 1 m über Boden wohl noch von einem immer feuchten Klima reden, aber die Luft ist nur noch vorübergehend (praktisch) gesättigt.

In den niederen und höheren Baumkronen des Urwaldes konnte ich die Aussenfaktoren nicht messen. Doch ist anzunehmen, dass dort Verhältnisse vorliegen, die denjenigen in 1 m Höhe nicht unähnlich sein werden, anderseits aber schon denen des offenen Standortes entsprechen. Ich glaube aber doch, den wesentlichen Unterschied des Mikroklimas des Urwaldes und des offenen Standortes gezeigt zu haben. Er besteht darin, dass am offenen Standort viel stärkere Schwankungen der Aussenfaktoren vorkommen als im geschlossenen Regenwald. Trotzdem zeigt auch der Urwald auf kürzesten Distanzen feine mikroklimatische Unterschiede, die berücksichtigt werden müssen, wenn man auf dem Gebiet der Wasserversorgung arbeiten will. Wie verschieden die Aussenfaktoren an derselben Stelle, aber in verschiedener Höhe über dem Boden sein können, geht ferner aus folgenden Messungen hervor :

| Feuchter Urwald | Über Boden | T | RF | Sd |
|-----------------------|------------|------|------|------|
| 5. I. 8 ⁰⁰ | 1 cm | 17.5 | 100 | 0 |
| | 5 " | 17.5 | 98 | 0.30 |
| | 30 " | 17.5 | 97.5 | 0.38 |
| | 60 " | 17.5 | 96.5 | 0.53 |

Diese Messungen wurden ausgeführt im dichtesten Urwald, als der Tau von allen Blättern abtropfte und aus dem Wald dichte Nebel verdampfenden Wassers aufstiegen.

Die meisten Messungen führte ich im Januar 1931 durch, der mit 385 mm Niederschlag ein richtiger Regenmonat war, aber in der Regenmenge doch hinter Buitenzorg zurückblieb, wo sie 552 mm betrug. Auch die Maxima der Niederschläge waren bedeutend geringer als in Buitenzorg; sie betrugen 66 mm am 5. Januar, an dem es in Buitenzorg keinen Tropfen regnete. Hier fiel die maximale Regenmenge von 185 mm am 10. Januar, wo umgekehrt Tjibodas ohne Niederschlag blieb. (Man sieht übrigens an diesem Beispiel, wie lokal verschieden die Klimate Javas sind, obwohl beide Orte in Luftlinie nicht einmal 30 km auseinander liegen. Wenn man einen Vergleich will, so erinnert das Klima Javas in dieser Beziehung an die so verschiedenen Lokalklimate unserer Alpen. Dieselbe Erfahrung werden wir später wieder in Ostjava machen.) Es gab in diesem Monat sogar zwei Tage ohne Niederschläge (in Buitenzorg sieben) und 13 Tage, an denen sie kleiner als 8 mm waren.

2. Einteilung der Standorte.

Das zunächst scheinbar unentwirrbare Durch- und Uebereinander des Regenwaldes löst sich bei näherer Betrachtung in verschiedene Stockwerke auf, die auch als Standorte bezeichnet werden können, da die äusseren Faktoren im Urwald vor allem nicht in horizontaler, sondern in vertikaler Richtung sich ändern. Zuunterst finden sich die kleinen Kräuter des Urwaldes, die im allgemeinen die Höhe von 50 bis 70 cm kaum übersteigen. Hier herrscht fast immer Schatten, und nur selten findet sich eine Lücke in den oberen Stockwerken des Urwaldes, durch die auf kurze Zeit direktes Sonnenlicht bis zu diesen Kleinkräutern hinunterdringen kann. Dann kommen die höheren Kräuter und die niederen Holzpflanzen, die ungefähr 1 m hoch werden und die schon öfter das direkte Licht der Sonne erhalten. Auch die Luftfeuchtigkeit nimmt hier zeitweise ab, so dass sie in besonderen Fällen auf unter 90 % sinken kann. Aber wir können auch dieses Stockwerk mit den untersten Kräutern zum immer feuchten rechnen. Es setzt sich in unserer Höhenstufe des Regenwaldes vor allem aus Melastomaceen und Gesneriaceen zusammen. Dann folgt als drittes Stockwerk dasjenige, das sich aus höheren Stauden, vor allem auch Zingiberaceen zusammensetzt und von dem wir hier keine Vertreter untersucht haben. In etwa 4 bis 7 m Höhe breiten sich die Kronen der kleineren Bäume aus, die in unseren Betrachtungen die dritte Gruppe bilden. Zu ihr zählen wir die Bäume, die zeitlebens diese Grösse nicht übersteigen, aber auch diejenigen, welche höher werden, zurzeit aber die Grösse dieser Gruppe erreicht haben. Als weitere Gruppe unterscheiden wir die höheren Bäume, deren oberste Teile der Laubkrone bereits das Dach des Urwaldes bilden und das in den meisten Fällen in einer Höhe von etwa 12 bis 20 m liegt. Die von mir untersuchten Blätter

konnten allerdings selten in den obersten Partien dieser Bäume gepflückt werden; sie stammen meistens von Stellen, die unterhalb der oberen Saumlinie des Waldes liegen, aber doch von Stellen, die wenigstens teilweise von den Sonnenstrahlen erreicht wurden. Von den Riesenbäumen, die den Urwald überragen, kommt in dieser Höhenstufe bei Tjibodas nur der Rasamalah (*Altingia excelsa*) in Betracht. Eine fünfte Gruppe bilden die Lianen; einige von diesen erreichen kaum die Länge von 3 m, andere wieder sind sehr lang. Unter den Epiphyten finden sich fast ausschliesslich solche, die zwischen der Bodenoberfläche und der Höhe von etwa 10 m wachsen; sie leben demnach im allgemeinen im immer feuchten Urwaldgebiet.

Von den ausserhalb des Urwaldes im Garten, Park oder Kulturland untersuchten Pflanzen unterscheiden wir die Kräuter des offenen Standortes, die Holzpflanzen des offenen Standortes und die baumartigen Monokotylen, denen auch *Yucca gloriosa*, *Pitcairnia* und *Furcraea* angeschlossen sind.

3. Die Messungen im Innern des Urwaldes.

Die Untersuchung der zarteren Kräuter des Regenwaldes wurde meistens im Urwald selbst unter dem Schutz eines Glasdaches vorgenommen; die andern Pflanzen untersuchte ich im benachbarten Laboratorium.

a) Kleine Kräuter des Urwaldes.

In der Nähe des Urwaldbodens zeigen die äusseren Faktoren, die die osmotischen Zustandsgrössen beeinflussen, nur sehr schwache Veränderungen, und es fragt sich: Wie ändern sich hier die osmotischen Grössen? Es kann hier eine Messung an *Elatostemma* vorgeführt werden, die gerade in die Zeit der stärksten klimatischen Gegensätze fällt.

Tabelle 35.

Verhalten von Sn im Blatt von *Elatostemma pedunculatum* Miq.¹

| Datum | Höhe über Boden in cm | Sn Atm. | LT | RF | Sd | Ev | Regen in mm |
|----------------------------|-----------------------|---------|------|----|------|------|-------------|
| 31. VIII. 14 ³⁰ | 30 | 5.3 | 17 | 97 | 0.44 | 0.17 | 0 |
| 1. IX. 9 ⁰⁰ | 30 | 2.6 | 16 | 98 | 0.27 | 0 | 124 |
| 2. IX. 8 ⁰⁰ | 10 | 5.3 | 15.5 | 97 | 0.40 | 0.06 | 0 |
| | 60 | 6.0 | | | | | |
| 10 ⁰⁰ | 10 | 5.3 | | | | | |
| | 60 | 5.3 | | | | | |
| 12 ⁰⁰ | 40 | 5.3 | 17 | 97 | 0.44 | 0.12 | |
| 15 ⁰⁰ | 40 | 6.0 | 18 | 96 | 1.0 | 0.24 | |
| 18 ³⁰ | 40 | 5.3 | 17 | 94 | 0.87 | 0.18 | |
| 3. IX. 7 ⁰⁰ | 40 | 4.7 | 14.0 | 97 | 0.38 | 0.10 | 0 |
| 12 ⁰⁰ | 40 | 6.7 | 18.5 | 95 | 0.8 | 0.21 | |
| 5. IX. 12 ⁰⁰ | 40 | 6.7 | 16.5 | 96 | 0.64 | 0.18 | 0 |

¹ Nach eigener Bestimmung nach der «Flora von Tjibodas» von S. H. Koorders ist die Art wahrscheinlich *E. pedunculatum*, mit der die scharfen, grobgesägten Blattränder übereinstimmen.

Diese etwa 50 bis 70 cm hohe Urticacee kommt nur an sehr feuchten Stellen des Urwaldes vor. Wie man aus Tab. 35 sieht, ist ein wesentlicher Unterschied von Sn in verschiedener Höhe über Boden nicht zu bemerken. Auch verläuft Sn im Verlaufe eines Tages (der Trockenzeit) so gleichmässig, dass von einer periodischen Schwankung nicht gesprochen werden kann. Dass das Sn aber immerhin einer stärkeren Veränderung fähig ist, zeigt der 1. September, wo Sn mit 2.6 Atm. nur die halbe normale Höhe erreicht. Der äusserst heftige Regen des vorangehenden Nachmittags (von 16 Uhr an) und der Nacht geben die Erklärung dieses Verhaltens. Ebenso kann Sn auch höher steigen, wenn nach einer Reihe schöner, sonniger Tage der Boden nicht mehr vollständig durchnässt ist und Sn längere Zeit die für diesen Standort üblichen Maxima annimmt. Die Saugkraft des Bodens (in 3—5 cm Tiefe) ist nach starkem Regen $> 0.0 < 0.7$ Atm.; nach mehreren regenlosen Tagen schwankt sie um 0.7 Atm. herum. Bei dieser Gelegenheit wurde auch Sg im Blatt gemessen. Es ist

| | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|------|------|
| Sg, Blatt, 5. IX. 9 ⁰⁰ , | Obere Epidermis | 6.7 | Atm. |
| | Palisaden | 16.0 | » |
| | Schwammparenchym | 10.4 | » |
| | Untere Epidermis | 7.4 | » |
| | Schliesszellen | 14.3 | » |

Die Sg-Verteilung im Blatt ist demnach dieselbe wie bei den meisten dikotylen Kräutern mit flächenförmiger Spreite. Wenn die untere Epidermis ein höheres Sg hat als die obere Epidermis, so mag das eine vorübergehende Erscheinung sein, und dasselbe dürfte für den hohen Wert der Schliesszellen gelten.

Ein anderes Kraut, das an solchen feuchten Stellen vorkommt, ist *Impatiens platycephala*; es geht allerdings auch an offenere Plätze, wenn sie nur schattig und feucht sind, und im Urwald scheint es nicht nur an die allerfeuchtesten Stellen gebunden zu sein.

Tabelle 36.

Sn in Blatt und Krone von *Impatiens platycephala*.

| | 2. IX. | 3. IX. | | | |
|-------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | 19 ⁰⁰ | 7 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 16 ⁰⁰ | 18 ⁰⁰ |
| Krone . . . | 4.0 | 5.3 | 6.0 | 4.7 | 4.0 |
| Blatt . . . | 7.4 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.7 |

Bei der Krone, die in ungefähr 50 cm Höhe liegt, kann man bereits eine Tagesperiode erkennen mit einem Minimum am Abend und einem Maximum am Mittag; die Krone reicht also schon über die unterste dampfgesättigte Stufe des Urwaldes hinaus. Das tieferliegende Blatt zeigt keine deutlichen Anzeichen einer Sn-Periode. Wenn

An den feuchtesten und schattigsten Stellen des Regenwaldes kommt der bleichbraune Saprophyt *Gastrodia abscondita* J. J. S.¹ vor. Bei dieser etwa 15 cm hohen Orchidee gelang es mir, einige Messungen am äusseren Perigonblatt auszuführen. Sn war am 23. Januar, 11 Uhr, 6 Atm., während Sg in der äusseren Epidermis 7.4 Atm., im Mesophyll zirka 15.2 Atm. betrug.

Eine grössere krautartige Pflanze der Höhenstufe von 1400 bis 1600 m, die am Boden oder auf vermodernden Stämmen kriecht und klettert, ist die mit fleischigen, grossen Blattspreiten versehene Gesneriacee *Agalmyla parasitica*. Die von mir untersuchte Pflanze lag auf einem alten Stamm im tiefsten Schatten; sie erhob sich höchstens 35 cm über dem Boden. Im Blatt wurden folgende Saugkräfte gefunden :

| | 1. IX. | 3. IX. | | 4. IX. | | |
|------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | 9 ⁰⁰ | 16 ⁰⁰ | 19 ⁰⁰ | 7 ³⁰ | 12 ⁰⁰ | 17 ⁰⁰ |
| Atm. . . . | 4.7 | 4.7 | 5.3 | 4.0 | 4.7 | 4.7 |

In diesem Blatt scheint eine periodische tägliche Veränderung von Sn vorzukommen, wobei aber immer an die Verhältnisse der Trockenperiode zu denken ist, in der die Klimafaktoren für eventuelle Aenderungen von Sn die denkbar günstigsten sind. Sd war am Abend des 3. September deutlich höher als am Morgen (Tab. 33). Im Januar konnte ich eine Aenderung von Sn an Blättern derselben Pflanze nicht mehr wahrnehmen; vom Morgen bis zum Abend hatte das Blatt immer dasselbe Sn von 4.0 Atm.

Ueber Sg in den Blattgeweben orientiert die folgende Uebersicht :

| | 4. IX. | 5. IX. |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| | 11 ⁰⁰ | 7 ⁰⁰ |
| Obere Epidermis | 6.0 | 6.0 |
| Wassergewebe, obere Schicht . . . | 8.1 | 6.0 |
| " untere " | 6.0 | |
| Palisaden | 12.7—21.5 | 17.8—25.5 |
| Schwammparenchym, obere Schicht . | 14.3 | 13.5—19.6 |
| " mittlere " | 11.1 | 11.1 |
| " untere " | 8.9 | 8.9 |
| Untere Epidermis | 6.0 | 6.0 |
| Schliesszellen | 5.3—8.1 | 5.3—8.1 |

An lichterem Stellen des Urwaldes und am Rand desselben wächst *Sanicula europaea*. Das untersuchte Blatt aus 45 cm Höhe zeigte folgende Werte bei einem RF von 91 und Sd von 1.3 :

¹ Smith, J. J. S.: Die Orchideen von Java, 1905, S. 74.

— Icones bogoriensis 1906, Tafel C III.

31. I. 12⁰⁰ Sn : 16,9 Atm.

Sg : Schwammparenchym 17,8 Atm.
 Untere Epidermis 12,7 »
 Schliesszellen 14,3 »

Einwirkung von Aussenfaktoren.

Die bisherigen Erfahrungen ergaben ein sehr konstantes Verhalten von Sn und Sg am natürlichen Standort; das hängt zusammen mit der geringen Veränderung der die osmotischen Grössen beeinflussenden Aussenfaktoren, die in den untersten Partien des Regenwaldes eine solche Gleichmässigkeit zeigen, dass man sie praktisch als konstant ansehen kann. An diesem kontinuierlich gleichmässigen Gang von Aussenfaktoren und osmotischen Grössen ändern auch kleinere Regen gar nichts; es braucht schon sehr starke Niederschläge, bis im Blatt klare Differenzen der osmotischen Grössen wahrgenommen werden können. Zwei Messungen nach sehr starkem Regen liegen vor für die Blätter von *Elatostemma pedunculatum* und *Agalmyla parasitica* für Sn und bei letzterer auch für Sg.

Sn vor und nach Regen.

| | Vor Regen | Nach Regen | Regenmenge |
|---|-----------|------------|------------|
| <i>Elatostemma pedunculatum</i> , 1./2. IX. | 5.3 | 2.6 | 124 mm |
| <i>Agalmyla parasitica</i> , 31. XII. | 6.0 | 4.7 | 16 „ |

Sg vor und nach Regen im Blatt von *Agalmyla parasitica*.

| 31. XII. 1930 | Vor Regen | Nach Regen |
|----------------------------|-----------|------------|
| Obere Epidermis | 5.3 | 5.3 |
| Wassergewebe | 5.3 | 5.3 |
| Palisaden | ca. 21.5 | ca. 21.5 |
| Schwammparenchym | ca. 19.6 | ca. 20.6 |
| Untere Epidermis | 4.7 | 4.7 |
| Schliesszellen | ca. 9.6 | 6.0—7.4 |

Während also die Saugkraft sofort und deutlich reagiert, ist von einem Sinken von Sg nichts zu bemerken. Bei *Elatostemma* fällt Sn nach dem heftigen Regen von 124 mm auf die Hälfte des normalen Wertes, von 5.3 auf 2.6 Atm., was bekanntlich auch bei Alpenpflanzen nach viel geringeren Regenmengen und bei mesophytischen Kräutern nach starker Wässerung des Bodens vorkommen kann (H a u c k , U r s p r u n g , M o l z l . c.).

Austrocknungsversuche.

Schliesslich wurden noch einige Austrocknungsversuche vorgenommen, indem einzelne Blätter oder Zweige oder ganze Pflanzen abgeschnitten und an verschiedenen Stellen aufgehängt wurden (weitere Angaben unter Abschnitt III).

Elatostemma spec. Blatt 1 abgeschnitten und am Standort der Pflanze in Blatthöhe aufgehängt. Blatt 2 abgeschnitten und in der Nähe des Standortes unter dem Glasdach aufgehängt. Blatt 3 abgeschnitten, vor dem Urwald an der Sonne aufgehängt.

Sn vor und nach dem Austrocknen.

| | Anfangswert | Endwert |
|-------------------|-------------|-------------------|
| Blatt 1 | 5.3 Atm. | 6.0 Atm. (2 Std.) |
| » 2 | 5.3 » | 6.0 » (1 Std.) |
| » 3 | 5.3 » | 7.4 » (1 Std.) |

Nach der Unterbrechung der Leitbahnen steigt also die Saugkraft an, sehr wenig an den natürlichen Standorten, sehr stark (40 %) an der Sonne.

Agalmyla parasitica. Hier wurden zwei gleichentwickelte Blätter abgeschnitten; das eine wurde sofort untersucht, das andere 1½ Stunde an der Sonne aufgehängt und dann gemessen.

| 5. IX. 11 ⁰⁰ bzw. 12 ³⁰ | Blatt frisch | Nach 1½ Std. |
|---|--------------|--------------|
| <i>Sn</i> : | 8.9 | 9.6 |
| <i>Sg</i> : ob. Epid. | 6.7 | 6.7 |
| Wassergewebe, ob. . | { 7.4— | { 6.7— |
| unt. . | | |
| Palisaden | 17.8 | 17.8 |
| Schwamm., ob. Sch. | 10.4 | 11.9 |
| mittl. " | 10.4 | 10.4 |
| unt. " | 8.9 | 9.6 |
| unt. Epid. | 7.4 | 7.4 |
| Schliesszellen . . . | 6.7 | 7.4 |

Während Sn nach 1½stündigem Austrocknen mässig ansteigt, kann bei Sg keine deutliche Veränderung bemerkt werden. Die hohe Saugkraft des frischen Blattes von 8.9 Atm. zeigt ferner, dass eine mehrtägige Schönwetterperiode sich bis in die untersten Stufen des Urwaldes bemerkbar machen kann, wenn das Blatt, wie im vorliegenden Fall, allseitig freiliegt.

Stellt man die bei den Vertretern der untersten Urwaldstufe gemessenen Saugkräfte so zusammen, dass bei denjenigen, die mehrmals untersucht wurden, die kleinsten und grössten Werte angegeben werden, so erhalten wir :

| | Minimum | Maximum von Sn |
|---|--------------------|----------------|
| <i>Elatostemma pedunculatum</i> , Blatt | 2.6 Atm. | 6.7 Atm. |
| <i>E. spec.</i> , Blatt | 8.1 " | 8.9 " |
| <i>E. spec.</i> , beim Austrocknen | 5.3 " | 7.4 " |
| <i>Impatiens platycephala</i> , Krone | 4.0 " | 6.0 " |
| <i>Impatiens platycephala</i> , Blatt | 6.0 " | 7.4 " |
| <i>Agalmyla parasitica</i> , Blatt frisch | 4.0 " | 5.3 " |
| <i>Agalmyla parasitica</i> , beim Austrocknen | 8.9 " | 9.6 " |
| <i>Peperomia levifolia</i> , Blatt | 5.3 " | — |
| <i>Gastrodia abscondita</i> , Perigon | 6.0 " | — |
| Durchschnittswert aller Sn am | } Krone Blätter | |
| natürlichen Standort | | |
| | 5.6 " | |

Wir sehen, dass Sn auch am feuchtesten aller Landstandorte sehr stark schwanken kann, wenn man das Verhalten von Sn längere Zeit verfolgt, während die Veränderung dieser Grösse im Verlaufe eines Tages sehr gering ist. Die extremsten Werte liegen bei 2.6 bzw. 8.9 Atm. (und beim Austrocknen 9.6 Atm.). Die meisten Saugkräfte liegen zwischen 4 und 6 Atm. und der Mittelwert der Krone von *Impatiens platycephala* bei 4.8 Atm., während M o l z (l. c.) für die an feuchteren Standorten lebenden Gewächse mitteleuropäischer Pflanzen einen Mittelwert von 7.0 Atm. angibt. Der Mittelwert der Blätter ist 5.6 Atm. In den Alpen besitzen die Frühjahrsblüher der Alpenwiese die niedrigsten Blattwerte; sie liegen bei 7.1 Atm. Für die Ebenenpflanzen liegt der Mittelwert nach G e h l e r (l. c.) bei 12.0 Atm. und L a m b r e c h t (l. c.) fand die meisten Blattsaugkräfte der krautigen Flachlandpflanzen zwischen 8 und 16 Atm. Daraus geht hervor, dass die Kräuter der untersten Stufe des Regenwaldes durchschnittlich die niedersten Saugkräfte besitzen, die bisher an Landpflanzen gefunden wurden.

Stellt man in gleicher Weise die osmotischen Werte in den einzelnen Geweben zusammen, so bekommt man folgende Minima und Maxima :

| | Minimum | Maximum |
|----------------------------|----------|----------|
| Obere Epidermis | 4.7 Atm. | 8.9 Atm. |
| Palisaden | 12.7 " | 25.5 " |
| Schwammparenchym | 8.9 " | 20.6 " |
| Untere Epidermis | 4.7 " | 8.1 " |
| Schliesszellen | 4.7 " | 14.3 " |

Die Sg-Mittel aller am natürlichen Standort untersuchten Gewebe sind für :

| | | |
|----------------------------|------|------|
| Obere Epidermis | 6.4 | Atm. |
| Palisaden | 18.7 | » |
| Schwammparenchym | 12.8 | » |
| Untere Epidermis | 6.1 | » |
| Schliesszellen | 8.0 | » |

Bei europäischen Landpflanzen fand G e h l e r im Blatt ein Epidermismittelwert von 14.8 Atm., und L a m b r e c h t fand Sg in der unteren Blattepidermis der Flachlandkräuter meistens zwischen 12 und 20 Atm. Bei europäischen dikotylen und monokotylen Wasserpflanzen fand G a m m a (l. c.) in der Epidermis fast alle Werte von Sg zwischen 9 und 14 Atm. Wir finden demnach die merkwürdige Tatsache, dass die niedrigen Kräuter des feuchten Urwaldes in ihren Epidermen tiefere Grenzplasmolysewerte besitzen als die untergetauchten Wasserpflanzen in Mitteleuropa. Die höchsten Werte der Urwaldkräuter sind ungefähr gleich hoch wie die tiefsten Sg-Werte der europäischen Wasserpflanzen. Aber die Sg-Verteilung im Blattgewebe der Urwaldkräuter ist dieselbe wie in allen andern Blättern mit flächenförmiger Spreite: tiefste Werte in den Epidermen, Schliesszellen unregelmässig, höhere Werte im Schwammparenchym und die höchsten Werte in den Palisaden.

b) Höhere Kräuter und kleine Holzpflanzen des Urwaldes

(an demselben Standort wie a).

Hier sollen jene aufrechten, nicht kletternden und nicht epiphytisch lebenden Kraut- und Holzpflanzen behandelt werden, die ihre Blätter in einer Höhe von ungefähr 1 m ausbreiten, also bereits jener Höhe über dem Urwaldboden angehören, in der die Temperatur stärkere Schwankungen ausführt und die relative Feuchtigkeit zeitweise, wenigstens in der Trockenzeit, auf 90 % und vorübergehend auch noch tiefer fallen kann. An lichterem Stellen bekommen ihre Blätter vorübergehend direktes Sonnenlicht.

Ich untersuchte hier die beiden Melastomaceen *Medinilla laurifolia* und *M. verrucosa*, beides typische Vertreter des javanischen Regenwaldes, erstere 1 m, letztere 1.2 m hoch; ferner die beiden Gesneriaceen *Cyrtandra arborescens* in der Nähe eines Baches, etwa 0.8 m hoch, und eine kleinblättrige *Cyrtandra*art, die vielleicht *C. Sandei*¹ ist, etwa 1 m hoch, und die Acanthacee *Peristrophe*, vielleicht *acuminata*² Nees.

¹ Sie hat einen Blattschopf an der Spitze des Stengels, der nach K o o r d e r s (Flora von Tjibodas, S. 120, III 1) für *C. Sandei* charakteristisch sein soll.

² Bei K o o r d e r s (Flora von Tjibodas) ist der Artname mit Fragezeichen versehen. Dort heisst es « bis ½ m hoch »; mein Exemplar war zirka 1,3 m lang. Nach M i q u e l (« Flora van Nederlandsch Indië », 2. Teil, 1856) ist die Art nur vom Plantentuin bekannt mit « corolla purpurea pubescens, Java (?) ». Im « Icones bogoriensis » habe ich die Art noch nicht beschrieben gefunden.

Tabelle 37.

Sn bei höheren Kräutern und kleinen Holzpflanzen des Urwaldes.

| | 1. IX. | 2. IX. | | | 3. IX. | | Mittel |
|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|--------|
| | 12 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | 15 ⁰⁰ | 18 ⁰⁰ | 7 ⁰⁰ | 12 ⁰⁰ | |
| <i>Medinilla laurifolia</i> , Blatt | 5.3 | 6.0 | 6.0 | 5.3 | 6.0 | 6.7 ¹ | 5.9 |
| <i>Cyrtandra Sandei</i> (?) Blatt | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 4.7 | 6.0 | 5.2 |

¹ Kurze Zeit von der Sonne beschienen.

| | | | |
|--|----|----------------------------|------|
| <i>Cyrtandra Sandei</i> , Blatt | 5. | I. 10 ⁰⁰ : 4.7 | Atm. |
| <i>Medinilla verrucosa</i> , Blatt | 2. | I. 12 ⁰⁰ : 4.7 | » |
| <i>Cyrtandra arborescens</i> , Blatt | 8. | I. 8 ⁰⁰ : 4.0 | » |
| <i>Peristrophe</i> , Krone | 4. | IX. 17 ⁰⁰ : 4.7 | » |
| <i>Peristrophe</i> , Blatt | 5. | IX. 10 ⁰⁰ : 8.1 | » |

Die Tagesschwankungen von Sn sind hier, wie bei den Kräutern des untersten Stockwerkes, nur gering, und sie verlaufen nicht regelmässig. Wahrscheinlich wären die Differenzen auch hier grösser, wenn es, wie bei *Elatostemma*, möglich gewesen wäre, Sn auch am Morgen des 1. September nach dem starken Regen der vorangehenden Nacht zu messen. Die Sn-Werte sind bei der verholzten *Medinilla* etwas höher als bei der krautigen *Cyrtandra*. Das Sn der übrigen Arten liegt etwa gleich hoch, während das Blatt von *Peristrophe* mit 8.1 Atm. die höchsten Werte zeigt, was vielleicht damit zusammenhängt, dass es am Ende einer trockenen Periode gemessen wurde. Der Mittelwert aller Blätter liegt mit 5.5 Atm. fast gleich hoch wie der Mittelwert der niedrigen Kräuter (5.6 Atm.). Der Grenzplasmolysewert ist in den Mesophyllzellen wieder bedeutend höher als in den Epidermen; die Schliesszellen verhalten sich, wie gewohnt, ausserordentlich verschieden. Die Mittelwerte der Gewebe sind um ein Geringes höher als bei den niedern Kräutern.

Tabelle 38.

| | <i>Medinilla verrucosa</i> | <i>Cyrtandra spec.</i> | <i>Cyrtandra arborescens</i> | Mittel | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|-----|
| Obere Epidermis | 11.1 | 7.4 | 6.0 | 4.0 | 7.1 |
| Wassergewebe | — | — | — | 6.0 | — |
| Palisaden | ca. 45.4 | 16.9 | — | — | — |
| Schwammparenchym | — | 14.3 | — | — | — |
| Untere Epidermis | 8.1 | 6.7 | 5.3 | 5.3 | 6.2 |
| Schliesszellen | — | ca. 14.3 | 6.0 | 8.1 | 9.5 |
| | 2. I. 12 ⁰⁰ | 9. IX. 8 ⁰⁰ | 5. I. 10 ⁰⁰ | 8. I. 8 ⁰⁰ | |

Im Anschluss an diese Gruppe sollen noch zwei andere eingeführte krautartige Gewächse behandelt werden, die sich am Rand des Urwaldes oder an den Wegen, die in diesen führen, stark verbreitet haben. Es sind das die etwa 3 m hohe Solanacee *Pseudodatura arborea* v. Zijp

(= *Datura arborea* L.)¹ am Rand des Urwaldes und *Eupatorium ianthinum* Hemsl., das bis über 2 m hoch werden kann und bis in den feuchten Urwald eindringt.

Von *Pseudodatura* wurde die hängende Krone, die bis über 15 cm lang werden kann, im oberen Drittel, also noch innerhalb der Röhre, nebst anderen Blütenteilen gemessen. Es war

| | Krone (ob. Drittel) | Kelch (Mitte) | Staubfaden | Griffel |
|--|---------------------|---------------|------------|---------|
| Sn: 31. VIII. 9 ⁰⁰ | 6.7 | 4.7 | 4.0 | 9.6 |
| 12 ⁰⁰ | 6.7 | — | — | — |
| 16 ³⁰ | 5.3 | — | — | — |
| Sg: 31. VIII. 16 ³⁰ , obere Epidermis | | | 12.7 | |
| Mesophyll | | ca. | 14.3 | |
| untere Epidermis | | | 9.6 | |

Die Saugkraft der Krone ist trotz ihrer grossen Oberfläche (sie kann als Kegel berechnet bis 700 cm² betragen) sehr klein, und am Saum beträgt Sn nicht mehr als 7.4 Atm.; sie ist also nicht höher als das Perigon von *Crocus albiflorus* im feuchten Alpenfrühling. Noch kleiner ist Sn vom Kelch und vom Staubfaden. Merkwürdig hoch ist die Saugkraft des Griffels mit 9.6 Atm., was vielleicht mit seiner Dickenentwicklung zusammenhängt. Obwohl Sn des Griffels meistens tiefer liegt als Sn der äusseren Blütenteile, wurden doch auch in der Alpenflora Griffelwerte gefunden, welche die der Krone bedeutend überstiegen.² Sg verhält sich wie in den meisten anderen Kronblättern, indem das Mesophyll etwas höhere Werte hat als die Epidermen, unter denen die äussere (untere) Epidermis ein kleineres Sg hat. Sehr schwierig ist hier die Messung des Mesophylls, da seine Zellen sehr zart und stark verzweigt sind. Eine deutliche Tagesperiode von Sn ist an der Krone nicht wahrzunehmen, im Gegensatz zu *Eupatorium ianthinum*, bei der für Sn der Krone (längs) und des Blattes folgende Werte gefunden wurden :

| <i>Eupatorium ianthinum</i> | 31. I. | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | 7 ³⁰ | 8 ³⁰ | 11 ⁰⁰ |
| Blatt. | 6.7 | 7.4 | 13.5 Atm. |
| Krone | 5.3 | 6.0 | 6.7 „ |

¹ Van Zijp, C.: *Pseudodatura* nov. gen. in Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië LXXX, S. 24. Nach van Steenis im Jahre 1920 von van Zijp falsch angeschrieben (C. G. G. J. van Steenis: *Brugmansia* or *Pseudodatura*? Bull. du Jardin Botanique. Vol. XI, Série III, 1930, S. 15).

² Blum, G.: Untersuchungen über die Saugkraft einiger Alpenpflanzen. Beih. Bot. Ztrbl. I., Abt. 43, 1926.

Hier zeigen also beide Organe eine deutliche Tagesperiode, obwohl die etwa 2 m hohe Pflanze im Innern des Urwaldes, allerdings nicht an einer sehr feuchten Stelle wuchs und eine hohe Feuchtigkeit herrschte.

c) *Die kleineren Bäume des Regenwaldes.*

Hierher rechne ich die Bäume, die auch am Ende ihres Lebens die Höhe von etwa 6 oder 7 m nicht übersteigen und diejenigen, die wohl höher werden, zurzeit aber die eben angegebene Grösse erreicht haben. Sie breiten ihre Laubkronen im Schatten der grösseren Bäume aus, empfangen aber durch das oft lichte Laubdach des Urwaldes stellenweise direktes Sonnenlicht, und nur ein Teil der Laubkrone muss sich längere Zeit oder vielleicht das ganze Jahr hindurch mit diffusum Licht begnügen. Wohl sind ihre Stämme und Aeste meist sehr dicht mit Lianen und Epiphyten überzogen, aber an den dünneren Endzweigen kann man genügend Blätter in allen Entwicklungsstadien finden.

Fast alle Messungen machte ich an den in den Jahren 1898 bis 1903 von Koorders¹ oder später von Bruggeman nachkontrollierten und neu angeschriebenen Bäumen, Sträuchern und Lianen. Seine Liste² gibt uns zugleich einen Einblick in die Reichhaltigkeit der Holzpflanzen im Gebiete von Tjibodas, wenn man bedenkt, dass sie fast ausschliesslich nur jene Holzpflanzen berücksichtigt, die in der Höhenstufe von 1450 und 1500 m und in gut erreichbarer Nähe des Laboratoriums liegen. Diese Liste gibt 565 Nummern an, die 205 Arten umfassen, die 116 verschiedenen Gattungen angehören. Die meisten Vertreter stellen die Familien der Fagaceen (hauptsächlich tropische *Quercus*arten), Moraceen (fast ausschliesslich *Ficus*arten), Lauraceen, Euphorbiaceen, Myrtaceen (meistens *Eugenia*arten) und Rubiaceen.

Tabelle 39.
Sn im Blatt der kleineren Bäume.

| Name | Familie | Datum | Höhe des Blattes über Boden in m | Saugkraft in Atm. | Regen in mm |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|
| <i>Myrica cerifera</i> | Myricaceae | 26. I. 16 ⁰⁰ | 4½ | 3.3 | 13 |
| <i>Quercus cuspidata</i> | Fagaceae | 24. I. 16 ⁰⁰ | 2½ | 8.1 | 7 |
| <i>Villebrunea rubescens</i> | Urticaceae | 28. I. 10 ⁰⁰ | 7 | 2.6 | 4 |
| <i>Ficus spec. I</i> | Moraceae | 10. I. 8 ⁰⁰ | 6½ | 23.4 | 8 |
| <i>F. spec. II</i> | Moraceae | 6 I. 8 ⁰⁰ | ca. 3 | 16.0 u. 25.5* | 66 |
| <i>Turpinia pomifera</i> | Staphylaeaceae | 28. I. 7 ⁰⁰ | 7 | 12.7 | 4 |
| <i>Saurauia spec.</i> | Dilleniaceae | 6. I. 11 ⁰⁰ | 2 | 13.5 | 66 |
| <i>Pyrenaria serrata</i> | Theaceae | 19. I. 18 ⁰⁰ | 3 | 11.1 | 12 |
| <i>Olea javanica</i> | Oleaceae | 29. I. 16 ⁰⁰ | 3 | 14.3 | 12 |
| Mittel | | | | 13.0 | |

* Jüngerer (16.0) und älteres Blatt (25.5).

¹ Koorders, S. H.: Flora of Tjibodas, Batavia 1918—1924.

² Bruggeman, M. L. A.: The numbered trees, shrubs and lianes in the forest of Mount Gede near Tjibodas. Bull. du Jardin Botanique de Buitenzorg, série III, vol. II, 1927.

Quercus cuspidata und *Ficus II* im älteren Blatt geben mit dem Hebel ganz geringe Ausschläge, aber doch so, dass ihr Sn noch mit genügender Deutlichkeit abgelesen werden kann. Die jüngeren Blätter dieses *Ficus*, wie übrigens die meisten jungen Blätter der anderen Bäume, lassen sich auch mit der vereinfachten Methode messen. Doch benützte ich fast immer die Hebelmethode, mit der ich ausgewachsene, aber nicht zu alte Blätter mass.

Die Blätter dieser niedrigen Urwaldbäume zeigen unerwartet grosse Differenzen ihrer Saugkräfte, die weder mit den Unterschieden der relativen Luftfeuchtigkeit, noch mit den Niederschlägen oder anderen Standortsfaktoren erklärt werden können; denn auch die Sn-Differenzen des Bodens betragen im feuchten Urwald höchstens 2 Atm. in etwa 10 cm Tiefe in relativ nassem und relativ trockenerem Boden. Wir finden aber die tiefen Werte von 2.6 Atm. bei *Villebrunea rubescens* und 3.3 Atm. bei *Myrica cerifera* nach schwachem Regen und die hohe Saugkraft, speziell bei *Ficus II*, nach sehr starkem Regen. Ebenso liegt nach dem starken Regen von 66 mm die Saugkraft von *Saurauia*, die ganz im Schatten höherer Bäume wächst, mit 13.5 Atm. relativ hoch. Diese Differenzen der Saugkraft können demnach nur erklärt werden durch Unterschiede im anatomischen Bau dieser Bäume bzw. durch die Differenzen der Leitungswiderstände im Parenchym der Absorptionszone oder in den Gefässen oder in den Parenchymzellen des Blattes. Das Mittel aller Sn-Werte liegt mit 13.0 Atm. mehr als doppelt so hoch als bei den Vertretern der beiden vorher besprochenen Gruppen.

Tabelle 40.

Sg in den Blättern der kleineren Bäume des Urwaldes.

| | Obere Epidermis | Palisaden | Schwamm-parenchym | Untere Epidermis | Schliesszellen |
|--|-----------------|-----------|-------------------|------------------|----------------|
| <i>Myrica cerifera</i> | 15.2 | 73.9 | 25.5 | 12.7 | — |
| <i>Quercus cuspidata</i> | 20.6 | 45.4 | 16.0 | 16.0 | ca. 23.4 |
| <i>Villebrunea rubescens</i> | 12.7 | ca. 40—70 | ca. 17.8 | 10.4 | 16.0 |
| <i>Ficus spec. II</i> ¹ | 12.7 | — | — | 8.1 | 16.9 |
| <i>Turpinia pomifera</i> | 11.1 | ca. 83 | — | 11.9 | 11.9 |
| <i>Saurauia spec.</i> | 19.6 | ca. 34.6 | — | 15.2 | 16.0 |
| <i>Pyrenaria serrata</i> | 9.6 | ca. 116.6 | 39.8—83.0 | 8.1 | ca. 37.2 |
| <i>Olea javanica</i> | 13.5 | ca. 116.6 | 65.8 | 10.4 | — |
| Mittel | 14.4 | 60.1 | 41.3 | 11.6 | 20.2 |

¹ Jüngerer Blatt.

In Tab. 40 sind die Grenzplasmolysewerte dieser Blätter angegeben. Die Zeit, in welcher Sg gemessen wurde, ist dieselbe wie in Tab. 39 und daher in vorliegender Tabelle nicht wiederholt.

Was hier vor allem auffällt sind die Gegensätze zwischen den Sg-Werten der Epidermen und des Mesophylls, die im Palisadenparen-

chym in den meisten Fällen den dreifachen Wert der oberen Epidermis übersteigen und im Schwammparenchym in den meisten Fällen den doppelten Wert der unteren Epidermis, manchmal aber auch den vierfachen derselben ausmachen. Im Gegensatz zu diesem Verhältnis des Sg zwischen den einzelnen Geweben sind die Werte in den Epidermen der verschiedenen Arten sehr ausgeglichen, so dass sie kaum 40 % vom Mittelwert abweichen, und selbst die grössten und die kleinsten Epidermiswerte sind um kaum mehr als den zweifachen Wert voneinander verschieden. Die Palisaden haben durchwegs hohe Werte, ja sie steigen bei *Pyrenaria* und *Olea javanica* zu den höchsten an, die bis jetzt bei Palisaden gefunden wurden. Die Werte des Schwammparenchyms sind sehr verschieden. Wenn allerdings Sg bei *Quercus cuspidata* nur 16.0 Atm. gefunden wurde, so hängt das damit zusammen, dass dort die der unteren Epidermis anliegenden Zellen gemessen wurden; denn erfahrungsgemäss nimmt der Sg-Wert des Schwammparenchyms von den Palisaden zur unteren Epidermis ab. Dasselbe gilt teilweise auch für *Villebrunea*, so dass auch dort der mittlere Wert für das Schwammparenchym etwas höher liegen dürfte. Die Schliesszellen verhalten sich wieder sehr unregelmässig; durch deren hohe Werte bei *Pyrenaria* wird auch der Mittelwert derselben übermässig erhöht. So sehr man sich auch hüten wird, den Mittelwerten allzu grosses Gewicht beizulegen, dürften sie doch hier die Sg-Verhältnisse in den Blättern der kleineren Bäume des Urwalds gut charakterisieren.

d) *Die grösseren Bäume des Regenwaldes.*

Die obersten Teile der Baumkrone sind dem Sonnenlicht in vollem Masse ausgesetzt, während die innern Teile derselben sehr oft, infolge der meist kleinen Blätter, die vielfach weit auseinanderliegen und selten waagrechte Lage einnehmen, recht viel direktes Sonnenlicht bekommen, und nur selten kann man Baumkronen oder Teile derselben finden, die längere Zeit nur mit diffusem Licht auskommen müssen. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die Laubkrone eines Baumes von noch höheren Bäumen überragt und auf diese Weise beschattet wird. Gerade der Riesenbaum dieser Höhenstufe (*Altingia excelsa*), der im ausgewachsenen Zustande alle anderen überragt, besitzt ein so lichtiges Laubwerk mit meist nach unten gestellten Blattspreiten, dass man wohl kaum von einem schattenspendenden Baum sprechen kann.

Die von mir untersuchten Blätter stammen nur zum kleinsten Teil vom oberen Teil der Baumkrone; sie mussten fast immer von Stellen genommen werden, die unterhalb der oberen Saumlinie des Waldes im Innern der Baumkrone lagen; aber sie waren doch meistens an Stellen, die von der Sonne wenigstens vorübergehend, besonders am Vormittag, beschienen werden konnten. Aus diesem Grunde und weil die Messungen in die Regenzeit fielen, stellen demnach die Sg- und besonders

die Sn-Werte nicht Höchstzahlen dar, die vermutlich in der Trockenzeit bedeutend höher ausgefallen wären.

Tabelle 41.

Sn in den Blättern der grösseren Bäume des Regenwaldes.

| Name | Familie | Datum | Länge der Leitbahn in m | Saugkraft in Atm. | Regen in mm |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| <i>Quercus Pseudomolucca</i> . | Fagaceae | 30. I. 16 ⁰⁰ | 13 ^{1/2} | 16.9 | 4 |
| <i>Castanea argentea</i> . . . | " | 26. I. 13 ⁰⁰ | 12 | 9.6 | 13 |
| <i>Ficus cuspidata</i> | Moraceae | 12. I. 10 ⁰⁰ | 7 | 30.9 | 10 |
| <i>F. variegata</i> | " | 27. I. 12 ⁰⁰ | 10 | 11.1 | 13 |
| <i>F. spec. III</i> | " | 14. I. 10 ⁰⁰ | 6 | 11.1 | 7 |
| <i>Michelia montana</i> . . . | Magnoliaceae | 28. I. 12 ⁰⁰ | 11 | 8.9 | 4 |
| <i>Acronychia laurifolia</i> . . | Rutaceae | 19. I. 17 ⁰⁰ | 9 | 16.0 | 19 |
| <i>Dysoxylum alliaceum</i> . . | Meliaceae | 17. I. 12 ⁰⁰ | 8 | 11.9 | 10 |
| <i>Ostodes paniculata</i> . . . | Euphorbiaceae | 13. I. 11 ⁰⁰ | 8 ^{1/2} | 9.6 | 16 |
| <i>Evonymus javanica</i> . . . | Celastraceae | 30. I. 12 ⁰⁰ | 9 ^{1/2} | 25.5 | 4 |
| <i>Schima Noronhae</i> | Theaceae | 19. I. 14 ⁰⁰ | 8 ^{1/2} | 14.3 | 19 |
| <i>Eurya acuminata</i> | " | 30. I. 7 ⁰⁰ | 9 | 21.5 | 4 |
| <i>Flacourtia Rukam</i> | Flacourtiaceae | 28. I. 8 ⁰⁰ | 7 | 10.6 | 4 |
| <i>Macropanax dispernum</i> . . | Araliaceae | 29. I. 14 ⁰⁰ | 9 | 8.1 | 12 |
| <i>Schefflera rigida</i> | " | 30. I. 10 ⁰⁰ | 9 | 8.9 | 4 |
| <i>Symplocos Henschelii</i> . . . | Symplocaceae | 29. I. 10 ⁰⁰ | 8 | 15.2 | 12 |
| <i>Tarenna polycarpa</i> | Rubiaceae | 29. I. 7 ⁰⁰ | 7 ^{1/2} | ca. 25.5 ¹ | 12 |
| | | | 4 ^{1/2} | 9.6 ² | |
| <i>Altingia excelsa</i> | Hamelidaceae | 13. I. 7 ⁰⁰ | 16 | ca. 16.0 ¹ | 16 |
| | | 8 ⁰⁰ | 14 | 12.7 ² | |
| | | 14 ⁰⁰ | 17 | 23.4 ¹ | |
| | Mittel | | | 15.1 | |

¹ Aelteres Blatt.
² Jüngerer Blatt.

Die höchste Saugkraft findet sich in Tab. 41 bei *Ficus cuspidata* mit 30.9 Atm.; auch unter den niederen Bäumen war es eine *Ficus*art, die mit 23.4 Atm. das höchste Sn zeigte. Auch hier muss die Erklärung offenbar wieder im anatomischen Bau gesucht werden, da auch bei *Ficus cuspidata* die Standortsfaktoren eher eine tiefe Saugkraft vermuten liessen. Im Gegensatz dazu besitzen *Ficus variegata* und *Ficus III* tiefe Werte. Die anderen Bäume mit hohen Werten sind die Celastracee *Evonymus javanica* und die Symplocacee *Symplocos Henschelii* mit je 25.5 Atm. und *Altingia excelsa* mit 23.4 Atm. im alten Blatt, während das tiefer liegende jüngere Blatt mit 12,7 Atm. einen äusserst geringen Wert aufweist. Die Messung eines älteren Blattes in fast derselben Höhe um 7 Uhr morgens und nach Mittag lässt auf stärkere tägliche Schwankungen von Sn bei *Altingia* schliessen. Der zirka 25 m hohe Baum stand am Rande des Waldes, und es betrug um

| 7 ⁰⁰ | 14 ⁰⁰ |
|-----------------|------------------|
| T = 18.5 | 23 |
| RF = 95 | 72 |
| Sd = 0.8 | 5.8 |

Die äusseren Bedingungen für eine starke Sn-Differenz bei den gemessenen Blättern waren demnach gegeben; sie betrug 7.4 Atm. oder 46 %. Merkwürdig ist nur, dass dieser hohe Baum trotz verhältnismässig starkem Sd (13. Januar, 14 Uhr) und am Waldrande bereits schon angetrockneten Bodens keine höheren Saugkräfte entwickelt, obwohl er stark transpiriert (Abschnitt III) und bei seinem raschen Wachstum jedenfalls kein geringes Wasserbedürfnis hat. *Evonymus javanica* und *Symplocos Henschelii* besitzen trotz hohem Sn eine bedeutend kleinere Transpiration; zudem war *Evonymus* völlig im Schatten von andern Bäumen überschattet, und Sd betrug zur Zeit der Messungen im Innern der Baumkrone nur 2.1.

Die tiefsten Saugkräfte finden wir bei den beiden im Innern des Waldes stehenden Araliaceen *Schefflera* und *Macropanax* mit 8.9 und 8.1 Atm. bei einem Sd von 0.8 und 1.6 und nassem Boden, aber ohne starke Niederschläge. Auch die Magnoliacee *Michelia montana*, die an lichter Stelle als die beiden Araliaceen steht, zeigte bei einem Sd von 1.1 eine Saugkraft von 8.9 Atm. Wenn auch die Euphorbiacee *Ostodes paniculata* ein Sn von nur 9.6 Atm. besitzt, so dürfte das dem allseits beschatteten Standort, verbunden mit grosser Bodenfeuchtigkeit, zuzuschreiben sein. Hingegen kann das tiefe Sn von 9.6 Atm. bei *Castanea argentea* nicht allein auf diese Ursachen zurückgeführt werden, da der Boden wohl sehr feucht, Sd aber zur Zeit der Messung beim untersuchten Blatt 2.4 betrug und die Krone des Baumes in der Nähe des Waldrandes frei über die andern Bäume hinausragte. Eine besondere Beachtung verdienen die beiden *Ficus*arten, *F. variegata* und *F. III.* mit ihren tiefen Sn-Werten von 11.1 Atm., weil bei ihren nächsten Verwandten bedeutend höhere Saugkräfte gemessen wurden. Beide haben dasselbe Sn, obwohl die Länge der Leitbahnen um 4 m differiert und obgleich bei *Ficus variegata* Sd zur Zeit der Messung 3.2, bei *Ficus III* aber nur 1.1 betrug; auch die Niederschläge waren im letztern Fall geringer. Wir sehen also auch an diesem Beispiel wieder deutlich, dass man die Verschiedenheit oder Gleichheit von Sn mit den äusseren Faktoren allein nicht restlos erklären kann.

Der Mittelwert ist mit 15.1 Atm. etwas höher als in den Blättern der kleinern Urwaldbäume, und die Werte der einzelnen Arten weichen, mit der Ausnahme von *Ficus cuspidata*, nicht so stark voneinander ab, wie man sich das von den europäischen Arten her gewöhnt ist. Offenbar macht sich die Wirkung der äusserst gleichmässig verlaufenden Klimafaktoren bis in die grössten Bäume des Urwaldes hinauf bemerkbar.

In Tab. 42 sind die Grenzplasmolysewerte in den Blättern der grossen Bäume des Urwaldes angegeben. Sie wurden gleichzeitig mit Sn ermittelt.

Tabelle 42.

Sg in den Blättern der grösseren Bäume des Regenwaldes.

| Name | Obere Epidermis | Palisaden | Schwamm- parenchym | Untere Epidermis | Schliesszellen |
|---|-----------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------|
| <i>Quercus Pseudomolucca</i> | 17.8 | ca. 65.8 | ca. 27.6 | 16.9 | — |
| <i>Castanea argentea</i> | 17.8 | 51.6—73.9 | — | — | — |
| <i>Ficus cuspidata</i> | 16.0 | 42.5—93.2 | 34.6—73.9 | 16.0 | — |
| <i>F. variegata</i> ¹ | 14.3 | 39.8—93.2 | 45.4—73.9 | 14.3 | 18.7 |
| <i>F. spec. III</i> | 11.9 | ca. 93.2 | ca. 25.5 | 13.5 | — |
| <i>Michelia montana</i> | 21.5 | 65.8—73.2 | 58.4—73.2 | 17.8 | 21.5 |
| <i>Acronychia laurifolia</i> | 14.3 | ca. 83.0 | ca. 58.4 | 16.0 | — |
| <i>Dysoxylum alliaceum</i> | 16.0 | 32.1 | 25.5 | 13.5 | — |
| <i>Ostodes paniculata</i> | 14.3 | 42.5 | 39.8 | 12.7 | 19.6 |
| <i>Evonymus javanica</i> | 24.5 | 45.4 | 25.5—42.5 | 22.5 | — |
| <i>Schima Noronhae</i> | 17.8 | ca. 73.9 | ca. 42.5 | 16.0 | 25.5 |
| <i>Eurya acuminata</i> | 16.0 | ca. 73.9 | ca. 32.1 | 15.2 | 16.0 |
| <i>Flacourtia Rukam</i> | 11.1 | ca. 65.8 | ca. 21.5 | 10.4 | — |
| <i>Macropanax dispersum</i> | 25.5 | 93.2 | 39.8—83.0 | 11.9 | 13.5 |
| <i>Schefflera rigida</i> | 11.1 | Bis 73.9 | ca. 33.9 ² | 11.1 | — |
| | | | ca. 29.7 ³ | | |
| <i>Symplocos Henschelii</i> | 14.3 | 93.2 bis über 120 | ca. 93.2 | 13.5 | 21.5 |
| <i>Tarenna polycarpa</i> | 19.6 | 37.2—73.9 | ca. 27.6 | 10.4 | 21.5 |
| <i>Altingia excelsa</i> 7 ⁰⁰ | 23.4 | ca. 83.0 | 51.6 | 22.5 | ca. 39.8 |
| 14 ⁰⁰ | 25.5 | 88.0 | — | 25.5 | — |
| Mittel | 17.5 | 70.0 | 41.4 | 15.0 | 23.0 |

¹ Nervparenchym der kleineren Gefässbündel 13.5; Parenchymzellen, die an die Milchröhren grenzen 19.6 Atm.
² Obere, den Palisaden anliegende Schichten.
³ Untere, der unteren Epidermis anliegende Schichten.

Der Vergleich der verschiedenen Blattgewebe zeigt wieder das gewohnte Verhalten: Sg am tiefsten in den Epidermen, wobei die untere Epidermis in der Regel etwas tiefere Werte hat als die obere; sehr hohe Werte in den Palisaden, wobei sie in den einzelnen Zellen sehr verschieden sein können, besonders wenn mehrere Palisadenschichten entwickelt sind, etwas tiefere, aber immer noch sehr hohe Werte im Schwammparenchym, die sich in bezug auf die Unterschiede in den Schichten und Zellen wie die Palisaden verhalten und verschiedenes Verhalten der Schliesszellen. In allen diesen Punkten schliessen sich die höheren Bäume an die Blätter der kleinen Urwald-bäume an.

Auch wenn man das Sg derselben Gewebe bei verschiedenen Arten miteinander vergleicht, so finden wir auch hier wieder viel Aehnlich-

keiten mit Gruppe c. Die Werte der einzelnen Arten weichen in allen Geweben verhältnismässig wenig vom Mittelwert ab. Das kleinste Sg in der obern Epidermis ist 11.1 Atm., das grösste 25.5; die Abweichung vom Mittelwert 17.5 ist demnach kaum 40 % und bei der untern Epidermis wäre sie noch geringer, wenn der vereinzelt hohe Wert von 25.5 Atm. bei *Altingia* nicht mitgezählt wird. Etwas grösser sind die Differenzen im Mesophyll, wo die Abweichung vom Mittelwert über 80 % bei den Palisaden und über 100 % im Schwammparenchym betragen kann.

Am kleinsten ist Sg in den nach *Allium* riechenden Blättern der Meliacee *Dysoxylum*, die ein charakteristischer Vertreter des westjavanischen Regenwaldes von der Ebene bis in die mittlere Gebirgsstufe ist. Besonders tief liegt das Sg des Mesophylls, 32.1 Atm. in den Palisaden, 25.5 im Schwammparenchym, während die Epidermen relativ hohe Werte haben. Dadurch findet sich hier eine solche Annäherung von Sg in den verschiedenen Geweben, wie das bei keinem andern Baum mehr zu sehen ist. Auch bei *Ostodes paniculata*, ebenfalls einem Bewohner des Regenwaldes der unteren Höhenstufen, finden wir ein ähnliches Verhalten, verbunden mit tiefen Werten. Etwas höher, aber immer noch tief liegen die Werte bei *Evonymus javanica*, einem Baum, der im Regenwald vorkommt, aber bereits auch im Trockenwald des Djatibestandes zu finden ist.

Nach den tiefsten Werten berechnen wir die Blätter mit dem höchsten Sg. Sie finden sich einmal bei allen drei *Ficus*-arten. Diesen scheinen im allgemeinen somit nicht nur hohe Sn-, sondern auch hohe Sg-Werte eigentümlich zu sein. Die höchsten Werte aber finden wir bei *Symplocos*, einem hohen und seltenen Baum des westjavanischen Regenwaldes, der in seinen Palisaden Werte erreichen kann, die 120 Atm. übersteigen. Hohe Werte können auch die Palisaden der beiden Araliaceen erreichen. Die unter allen Blättern wohl am offensten Standorte lebenden Blätter der *Altingia* besitzen ebenfalls hohe Sg-Werte in allen Geweben, besonders aber in den Epidermen.

e) Die Lianen des Urwaldes.

Bei den Lianen unterscheiden wir diejenigen, die höchstens 3—4 m lang sind, von denen, die grössere Längen erreichen. Zu ersteren gehören bei unseren untersuchten Arten *Ficus* spec. IV, *Nepenthes gymnamphora*, die im schattigen Felsenquartier des Gartens angepflanzt war, *Lasianthus purpureus* und *Ardisia fuliginosa* im tiefen Schatten des Waldes.

Die in der Tabelle 43 angegebenen Längen der Leitbahnen sind Schätzungen, die durch die verschlungenen Windungen mancher Lianen oft recht schwer gemacht wurden.

Tabelle 43.

Die Saugkraft in den Blättern von Lianen.

| Name | Familie | Datum | Länge der Leitbahn in m | Saugkraft in Atm. | Regenmenge in mm |
|---|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|
| <i>Ficus spec. IV</i> | Moraceae | 14. I. 8 ⁰⁰ | 1 | 19.6 | 21 |
| <i>Ficus spec. V</i> | " | 23. I. 13 ⁰⁰ | 9 ^{1/2} | 12.7 | 8 |
| <i>Polygonum chinense</i> | Polygonaceae | 17. I. 14 ⁰⁰ | 7 | 17.8 | 10 |
| <i>Luvunga eleutherandra</i> | Rutaceae | 25. I. 15 ⁰⁰ | 25 | 15.2 | 4 |
| <i>Celastrus racemulosa</i> | Celastraceae | 25. I. 12 ⁰⁰ | 3 | 12.7 | 4 |
| | | | 45 | 15.2 | |
| <i>Piper Rindu</i> ¹ | Piperaceae | 24. I. 14 ⁰⁰ | 14 | 9.6 | 7 |
| <i>Landukia Landuk</i> | Vitaceae | 19. I. 7 ⁰⁰ | 1 ^{1/2} | 9.6 | 19 |
| | | 24. I. 10 ⁰⁰ | 14 | 11.1 | |
| | | 11 ⁰⁰ | 2 ^{1/2} | 8.9 | |
| <i>Nepenthes gymnamphora</i> ² | Nepenthaceae | 30. I. 18 ⁰⁰ | 1.2 | 4.0 | 4 |
| | | 31. I. 6 ⁰⁰ | 1.2 | 4.0 | 4 |
| <i>Embelia Ribes</i> | Myrsinaceae | 17. I. 10 ⁰⁰ | 3 | 9.6 | 10 |
| | | | 7 | 11.1 | |
| <i>Tetrastigma levigatum</i> | Vitaceae | 8. I. 10 ⁰⁰ | 9 ^{1/2} | 8.9 | 2 |
| <i>Lasianthus purpureus</i> | Rubiacea | 11. I. 12 ⁰⁰ | 1 ^{3/4} | 16.0 | 0 |
| <i>Ardisia fuliginosa</i> | Myrsinaceae | 11. I. 14 ⁰⁰ | 4 | 9.6 | 0 |
| Mittel | | | | 11.6 | |

¹ Park.
² Rocker

Von den in Tab. 43 angegebenen Arten sind *Ardisia fuliginosa*, *Celastrus racemulosa*, *Luvunga eleutherandra* und *Polygonum chinense* Pflanzen, die ausser im Regenwald auch in der Ebene und wie *Celastrus* sogar in dem trockenen Djatiwald (*Tectona grandis*) vorkommen. Alle anderen Lianen sind ausschliesslich Vertreter des Regenwaldes, von denen *Piper Rindu* und *Embelia Ribes* nur in der Höhenstufe von etwa 1400 bis 1500 m gedeihen.

Bei *Celastrus*, *Landukia* und *Embelia* wurden Blätter mit verschiedener Länge der Leitbahn miteinander verglichen, wobei solche möglichst ähnlicher Exposition ausgewählt wurden. Es ist denn auch die Transpiration der beiden verschieden hoch gelegenen Blätter bei *Landukia* (bezogen auf das Frischgewicht) gleich. Der Unterschied zwischen den tiefer und höher gelegenen Blättern ist sehr gering; er beträgt bei

| | |
|-------------------------------------|--|
| <i>Celastrus racemula</i> | 2.5 Atm. auf 42 m Leitbahn = 1 Atm. pro 16.8 m |
| <i>Landukia Landuk</i> | 2.2 " " 11 ^{1/2} " " = 1 " " 5.3 " |
| <i>Embelia Ribes</i> | 1.5 " " 4 " " = 1 " " 2.7 " |
| | oder 0.06 Atm. pro m Leitbahn bei <i>Celastrus</i> . |
| | 0.19 " " " " " <i>Landukia</i> . |
| | 0.37 " " " " " <i>Embelia</i> . |

Der Saugkraftanstieg in den Blättern liegt demnach bei derselben Grössenordnung wie bei der Mittelnervepidermis von *Parthenocissus tricuspidata*.¹ Die Sn-Anstiege pro Meter sind etwas kleiner als im Blatt von *Wistaria chinensis*.

Betrachtet man die gewonnenen Werte, so ist die geringe Sn-Differenz der Arten bemerkenswert; sie wäre noch kleiner, wenn man nur die wildwachsenden Arten betrachtet und die im Felsquartier des Gartens angepflanzte *Nepenthes gymnamphora* mit ihren 4 Atm. weglässt. Leider können wir den Sn-Anstieg auf die Einheit der Länge mit Ausnahme der schon erwähnten Pflanzen nicht berechnen, da man dazu auch die Leitbahn Absorptionszone-Bodenoberfläche kennen müsste. Immerhin sieht man aus Tab. 43, dass sich diese Lianen nicht gleich verhalten. Wir können deutlich fünf verschiedene Typen unterscheiden :

- a) Lianen mit kurzen Leitbahnen und dabei tiefem Sn : *Nepenthes*, *Embelia*.
- b) Lianen mit langen Leitbahnen und tiefem Sn : *Piper Rindu*.
- c) Lianen mit kurzen Leitbahnen und hohem Sn : *Ficus IV*, *Lasianthus*, *Polygonum*.
- d) Lianen mit langen Leitbahnen und hohem Sn : *Luvunga*.
- e) Mittlere Leitbahnlänge und mittelhohes Sn : *Landukia* und *Te-trastigma*.

Die einzigen Pflanzen, die man noch am besten mit den Lianen vergleichen kann, sind die hohen Bäume des Urwalds. Auch sie besitzen lange Leitbahnen, und beide breiten ihre Blätter ungefähr an demselben Standorte aus. Sehen wir von dem besonderen Fall von *Nepenthes* ab, der offenbar einen eigenen physiologischen Liantypus darstellt, so finden wir :

| | Hohe Bäume | Lianen |
|--------------------------|------------|--------|
| Minimum von Sn | 8.1 | 8.9 |
| Maximum von Sn | 30.9 | 19.6 |
| Mittel | 15.1 | 12.4 |

Das Mittel der Lianen liegt doch bedeutend unter dem Mittel der Laubbäume, was mit dem Fehlen übermässig hoher Sn-Werte bei den Lianen zusammenhängt. Betrachtet man aber die Längen der Leitbahnen (über Boden), so würde die Sn-Zunahme bei den Bäumen 1.63 Atm., bei den Lianen 1.34 Atm. pro Meter betragen; die Lianen wären demnach im Stande, bei gleicher Länge mit geringeren Saugkräften auszukommen, eine Annahme, die die physiologische Anatomie schon längst aus dem weiten Bau der Gefässe abgeleitet hat und mit dem geringeren Leitwiderstand in den weiteren Gefässen erklärt hat.

¹ Gehler, G., l. c.

Dieser Unterschied in den Palisaden rührt weniger von vereinzelt besonders hohen Palisadenwerten in den Lianen her, sondern von höhern Sg-Mittelwerten der einzelnen Arten.

Was die Unterschiede der einzelnen Arten anbetrifft, so sind sie in den Epidermen, ähnlich wie bei den Bäumen, gering. Das Minimum der oberen Epidermis liegt bei 8.1 Atm.; das Maximum bei 22.5 Atm.; die entsprechenden Zahlen für die untere Epidermis lauten: 7.4 und 21.5 Atm. Ebenso gering sind die Differenzen im Schwammparenchym und in den Schliesszellen, während sie in den Palisaden mit dem kleinsten Wert von 28.6 und dem grössten von 116.6 Atm. grösser sind.

Die geringsten Werte zeigt im Durchschnitt *Embelia Ribes*, dann auch *Ardisia fuliginosa* und *Tetrastigma levigatum*. Das ist deshalb interessant, weil wir hier keine Beziehungen finden können zwischen der Grösse von Sg und der systematischen Verwandtschaft und ebenso wenig zwischen Sg und dem Vorkommen, da *Ardisia* sowohl im Regenwald der Gebirge wie in den wärmeren und auch trockeneren Wäldern der Ebene vorkommen kann, während die andern beiden Arten auf die feuchten Regenwälder der Gebirge beschränkt sind. *Polygonum chinense* aber kommt auch an Stellen vor, die nicht als ausgesprochen feuchte angesehen werden können; trotzdem ist Sg in allen Geweben tief. *Landukia Landuk* ist nur auf feuchte Regenwälder beschränkt, trotzdem ist Sg verhältnismässig hoch. *Nepenthes gymnamphora* zeichnet sich durch grosse Gegensätze in den einzelnen Geweben aus, während bei *Embelia* die Sg-Werte der Gewebe sehr ausgeglichen sind.

f) Die Epiphyten.

Unter Epiphyten verstehe ich jene Pflanzen, die, vom Erdboden völlig losgelöst, auf anderen Pflanzen leben. Es finden sich darunter obligate Epiphyten, wie *Asplenium nidus* oder *Taeniophyllum*, solche, die fast ausschliesslich epiphytisch leben, aber doch da und dort auch im Erdboden fortkommen können, wie manche Orchideen, dann Pflanzen, die je nach der Höhenstufe Epiphyten oder Erdpflanzen sind (*Rhododendron javanicum*) und solche, die in der Regel in der Erde wurzeln, unter ihnen zusagenden Bedingungen aber ausnahmsweise epiphytisch leben (*Schefflera rigida*). Auch habituell finden wir alle Uebergänge von Kräutern bis zu Baumsträuchern.

Sehr wichtig ist bei Epiphyten die genaue Angabe des Standortes, sowohl der näheren Umgebung, wie auch die Höhe über Boden; der Wuchsort ist in der Kolonne des Standortes als Höhe in Meter über dem Erdboden angegeben. Bei unseren Epiphyten sind wohl sämtliche Wuchsorte des Urwaldes dicht mit Moosen und anderen Pflanzen bewachsene schattige Stellen, so dass die Standortsfaktoren denen der unteren Stufen des feuchten Urwaldes entsprechen dürften. Als einziger offener Standort im Urwald muss zum Teil der von *Trichopho-*

rum bezeichnet werden, da *T. pulchrum* beinahe am Rande des Urwaldes auf der Lichtseite der Baumstämme wuchs, wo es am Morgen direkt von der Sonne beschienen werden konnte. *T. longiflorum* wuchs ganz am Rande des Urwaldes. Die « offenen » Standorte befinden sich im Park oder in der Rockery, wo die Pflanzen meist innerhalb einer Baumkrone wuchsen.

Tabelle 45.
Die Saugkraft in den Blättern der Epiphyten.

| Name | Standort | Datum | Saugkraft in Atm. | Regen in mm |
|--|----------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|
| <i>Vittaria elongata</i> | Schattigster Urwald; 3½ m | 22. I. 8 ⁰⁰ | 11.1 | 26 |
| <i>Asplenium nidus</i> | Schattigster Urwald; 3½ m | 22. I. 11 ⁰⁰ | 12.7 ¹ | 26 |
| <i>Taeniophyllum spec.</i> | Offener Standort; 1½ m . . . | 31. I. 16 ⁰⁰ | 4.0 | 4 |
| <i>Appendicula ramosa</i> | Schattiger Urwald; 2½ m . . . | 22. I. 7 ⁰⁰ | 8.1 | 26 |
| <i>Ceratostylis simplex</i> | Offener, schattiger Standort | 22. I. 13 ⁰⁰ | 12.7 | 26 |
| <i>Dendrobium montanum</i> | Offener, schattiger Standort | 22. I. 14 ⁰⁰ | 5.3 | 26 |
| <i>Dendrochilum pallidiflavens</i> | Offener, schattiger Standort | 23. I. 7 ⁰⁰ | 9.6 | 8 |
| <i>Ridleyella paniculata</i> | Offener, schattiger Standort | 23. I. 14 ⁰⁰ | 14.3 | 8 |
| <i>Liparis spec.</i> | Schattigster Urwald; 2 m . . . | 1. IX. 9 ⁰⁰ | 8.9 | 40 |
| <i>Schoenorchis juncifolia</i> ² | Offener Standort; 2 m | 29. VIII. 6 ³⁰ | 6.0 | 0 |
| | | 26. I. 7 ⁰⁰ | 10.4 | 13 |
| <i>Peperomia levifolia</i> | Schattigster Urwald; 0,4 m | 1. I. 9 ⁰⁰ | 6.7 | 40 |
| <i>Schefflera rigida</i> | Schattiger Urwald; 3 m | 17. I. 7 ⁰⁰ | 17.8 | 10 |
| <i>Vaccinium coriaceum</i> | Offener Standort; 2 m | 7. I. 7 ⁰⁰ | 9.6 | 0 |
| <i>V. laurifolium</i> | Offener Standort; 2½ m | 12. I. 9 ⁰⁰ | 16.9 | 10 |
| <i>Rhododendron javanicum</i> | Rockery; 2 m | 27. I. 7 ⁰⁰ | 23.4 | 13 |
| <i>Trichosporum pulchrum</i> | Off. Standort, Urwald; 1,5 m | 7. I. 11 ⁰⁰ | 3.3 ⁵ | 0 |
| | | 8. I. 13 ⁰⁰ | 2.0 ³ | 2 |
| | | | 5.3 ³ | } 7 |
| | | | 5.3 ⁴ | |
| | | | 5.3 ⁵ | |
| <i>T. longiflorum</i> | Off. Standort, Urwald; 1,6 m | 8. I. 18 ⁰⁰ | 11.9 ⁶ | 2 |
| | | | 2.6 ⁵ | |

¹ Junges Blatt, oberer Teil.
² Nur inneres Parenchym.
³ Nur Wassergewebe und obere Epidermis.
⁴ Assimilationsparenchym und untere Epidermis.
⁵ Ganzes Blatt.
⁶ " " nach 26-stündigem Austrocknen.
⁷ Nach 2-stündigem Austrocknen.

In Tab. 45 ist die Saugkraft der Epiphyten dargesellt. Beginnen wir mit der Orchidee *Taeniophyllum spec.*,¹ die auf einem Ast einer

¹ Koorders: (Flora von Tjibodas) gibt unter *Taeniophyllum* zwei Arten an: a) Blütenstände abstehend behaart: *T. hirsutum* (Blütenstände ± 7 cm lang); b) Blütenstände nicht behaart: *T. glandulosum* (Blütenstände ± 5 cm lang und warzig). Ob unsere Pflanze zu einer von diesen Arten gehört, konnte nicht entschieden werden.

im Park angepflanzten *Thuja* wuchs. Gemessen wurde der Wurzelspross auf einem in zirka $1\frac{1}{2}$ m Höhe sich ausbreitenden Ast, der im Querschnitt ein ungleichseitiges Dreieck darstellt. Zur Untersuchung unter dem Hebel wurde dieser Wurzelspross so zurechtgeschnitten, wie es die gestrichelten Geraden in Fig. 8 zeigen; die Messung stellt also zur Hauptsache Sn des Mesophylls dar. Die Saugkraft beträgt nur 4 Atm., wobei zu berücksichtigen ist, dass es vorher geregnet hatte, worauf aber eine kurze Aufhellung ohne Nebel erfolgte. Andere Teile konnten nicht gemessen werden, da die Blütenstandachse dünn und hart ist und die Pflanze sich bereits im Zustand der Fruktifikation befand, so dass auch keine Blütenteile gefunden werden konnten.

*Vittaria elongata*¹ ist eine Polypodiacee des schattigsten Urwaldes, deren etwa 0.8 m lange, schmale Blätter, die an der Basis und an der Spitze zungenartig verschmälert sind, von den Aesten ihrer Tragpflanzen herunterhängen. Das Blatt ist mehr als 1 mm dick und besitzt ein schwach ausgebildetes Wassergewebe. Sn ist für diesen Standort verhältnismässig hoch, was um so mehr auffällt, als ein Blatt derselben Art im Buitenzorger Garten nur eine Saugkraft von 4.7 Atm. hatte und in der vorangehenden Nacht ein starker Regen gefallen war. Auch das Sg im Urwald war bedeutend höher als in Buitenzorg. Wahrscheinlich hängt diese Differenz damit zusammen, dass beim Urwaldexemplar die Länge der Leitbahn vom Ast bis zur Meßstelle etwa 70 cm, beim Gartenexemplar aber kaum 40 cm betrug.

Fig. 8.



Bei *Asplenium nidus*, das in der Nähe in derselben Höhe wuchs, wurde ein jüngeres Blatt im oberen Viertel gemessen. Sn betrug 12.7 Atm., zeigte demnach fast denselben Wert wie im Buitenzorger Garten bei feuchter Luft.

Fast an derselben Stelle war auch *Appendicula ramosa*, die mit 8.1 Atm. bei einem Sd von 0.3 eine Saugkraft von 8.1 Atm. entwickelte, also beinahe gleich hoch wie *Liparis spec.* unter ähnlichen Bedingungen.

Die folgenden Orchideen waren unmittelbar vor dem Rand des Urwaldes kultiviert. Unter diesen scheint insbesondere die am Gede gemeine *Schoenorchis juncifolia*,² die im Park auf *Ilex latifolia* wächst, besonders widerstandsfähig zu sein. Exemplare dieser Art, die unter einem Glasdach im Urwald an einem Draht seit über einem Jahr aufgehängt waren, trieben immer noch neue Blüten, und man hatte noch gar nicht den Eindruck, als ob sie dem Tode nahe wären. Der Querschnitt der Blätter ist herzförmig mit der Rinne nach oben (innen). Dieses Blatt kann sowohl mit dem Hebel wie auch mit der vereinfach-

¹ Siehe Bild in H. Christ: Die Farnkräuter der Erde. Jena 1897, S. 53.

² Man vergleiche J. J. Smith: Die Orchideen von Java, Bd. 6, der Flora von Buitenzorg, Leiden 1905.

ten Methode gemessen werden, wenn die Epidermen entfernt werden; dann ist Sn 6.0 Atm., während mit dem Hebel Sn zu 10.4 Atm. gefunden wird. Im letzteren Fall misst man den ganzen Blattquerschnitt, im ersteren die wasserhaltigen und wenig chlorophyllführenden Mesophyllzellen. Unter den Orchideen des offenen Standortes hat das höchste Sn von 14.3 Atm. die aus Neuguinea stammende *Ridleyella paniculata*, während die in den höheren Gebirgen Javas vorkommende *Dendrobium* die kleinste Saugkraft von 5.3 Atm. zeigt.

Unter den dikotylen Epiphyten ist das mit stark entwickeltem Wassergewebe versehene Blatt der *Trichosporum*arten schon deshalb interessant, weil es sich gerne an helleren, der Sonne ausgesetzten Stämmen ansiedelt. Das ganze Blatt hat ein Sn von 3.3 Atm., während das Wassergewebe allein (+ obere Epidermis) 2.0 Atm. zeigt bei einem Sd von 5.8. Nach zweistündigem Austrocknen, nach Aufhängen in der Sonne, steigt das Sn des ganzen Blattes auf 5.3, wobei das Assimilationsparenchym und das Wassergewebe dieselbe Saugkraft von 5.3 Atm. annehmen. Nach 26stündigem Austrocknen stieg Sn des ganzen Blattes auf 11.9 Atm.; es war in diesem Zustand nicht mehr möglich, die Gewebe getrennt zu untersuchen.

Recht verschieden sind die Blätter der Ericaceen, die von 9.6 Atm. bei *Vaccinium coriaceum* bis zu 23.4 Atm. bei *Rhododendron javanicum* schwanken, während *V. laurifolium* mit 16.9 Atm. die Mitte zwischen den erstgenannten einnimmt. Dabei sind die Blätter der beiden Vaccinien dick und derb, während die javanische Alpenrose geradezu weiche Blätter hat, die in ihrer Konsistenz am besten mit jüngeren Blättern ihrer alpinen Schwestern zu vergleichen sind.

Bei der Betrachtung der Tab. 45 fallen die grossen Differenzen der einzelnen Arten auf, die von etwa 3 Atm. bei den beiden *Trichosporum* und 4 Atm. im Wurzelspross von *Taeniophyllum* bis zu 23.4 Atm. im Blatt der javanischen Alpenrose gehen. Diese Unterschiede lassen sich sicher grösstenteils durch den Standort erklären. Obwohl gerade die Arten mit den tiefsten Saugkräften nicht an den allerfeuchtesten Standorten vorkommen, so sind sie doch in der Nähe des Erdbodens zu finden, während gerade die Vertreter unserer epiphytischen Ericaceen und auch die oberen Blätter der *Schefflera* der Sonne völlig exponiert sind, und auch ihr Wurzelort ist jedenfalls trockener als derjenige der auf dem Stamm eng anliegenden und zum grössten Teil kriechenden *Taeniophyllum* und *Trichosporum*. Dazu kommt noch, dass die Blätter der letzteren dem Stamm anliegen, diejenigen der Ericaceen und der *Schefflera* aber sich frei in die Luft erheben. Daraus folgt, dass die letzteren im allgemeinen in einer trockeneren, die ersteren aber in einer feuchteren Luft leben müssen und nur vorübergehend bei direkter Besonnung in eine trockenere Atmosphäre kommen, wie bei *Trichophorum* angegeben wurde. Tatsächlich war Sd in der Nähe der

äusseren Blätter bei *Rhododendron javanicum* morgens 7 Uhr schon 1.0, mittags aber 3.7 betrug und am Nachmittag noch 2.3. Bei *Trichosporum* bleibt Sd am Morgen und am Nachmittag unter 1.5; es steigt nur über Mittag vorübergehend, aber dann bis 5.3.

Bei der Orchidee *Vanda tricolor* wurde an offenem Standort das Perigon gemessen mit einem Sn von 4.7 Atm.

In Tab. 46 findet sich der Grenzplasmolysewert in einzelnen Geweben von Epiphytenblättern. Auch hier sind es wieder die Ericaceen, die die höchsten Werte zeigen; neben diesen dann auch das etwas derblättrige *Asplenium nidus*. Andererseits sind es wieder *Taeniophyllum* und *Trichosporum*, die auch für Sg am tiefsten sind, nebst der *Schoenorchis juncifolia*. Gerade an letzterem Beispiel kann man sehen, dass Höhe von Sg und Dürre-resistenz nicht parallel zu gehen brauchen, da diese Orchidee wohl eine der dürre-resistentesten Arten ist und trotzdem in beiden Geweben ein kleines Sg hat.

Tabelle 46.

Sg in den Blättern der Epiphyten.

| Name | Obere Epi-dermis | Wasser-gewebe | Meso-phyll | Pa-li-saden | Schwamm-parenchym | Untere Epi-dermis | Schliess-zellen |
|---|-----------------------|---------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| <i>Vittaria elongata</i> | 12.7 | | 27.6 | | | | |
| <i>Asplenium nidus</i> | 23.4 | | 1 | | | 17.8 | |
| <i>Taeniophyllum spec.</i> | | | 10.4 ² | | | | |
| <i>Appendicula ramosa</i> | 11.9 | | | | | | |
| <i>Ceratostylis simplex</i> | 8.9 | 8.9 | | | | | |
| <i>Dendrobium montanum</i> | 6.7 | | Max. 21.5 | | | | |
| <i>Dendrochilum pallidifla-vens</i> | 16.0 | | 19.6-39.8 | | | | |
| <i>Ridleyella paniculata</i> | 10.4 | | | 65.8 | 19.6—29.7 | 17.6 | |
| <i>Schoenorchis juncifolia</i> | 10.4 ³ | | 14.3 | | | | |
| <i>Schoenorchis juncifolia</i> | 6.7-12.7 ⁴ | | 5.3-12.7 | | | | |
| <i>Schefflera rigida</i> | 17.8 | | | 48.4 | ca. 25.5-31.6 | 17.8 | ca. 19.6 |
| <i>Vaccinium coriaceum</i> | | | | | | 15.6 | 16.0 |
| <i>V. laurifolium</i> | 23.4 | | | 24.5-27.5 | | 21.5 | |
| <i>Rhododendron javanicum</i> | 23.4 | | | | | 19.6 | |
| <i>Trichosporum pulchrum</i> ⁵ | 7.4 | 6.0 | | | | 7.4 | |
| <i>Trichosporum pulchrum</i> ⁶ | 11.9 | 11.9 | | | | 10.4 | |
| <i>T. longiflorum</i> | 5.3 | 5.3 | | | | 4.7 | |

¹ In 1.5 Mal einige Zellen plasmolysiert.
² Chlorophyllhaltiges Mesophyll des Wurzelsprosses.
³ 29. VIII. 6³⁰.
⁴ 26. I. 7⁰⁰.
⁵ 9. I. 8⁰⁰, frisches Blatt.
⁶ Nach 45-stünd. Austrocknen.

Unter den Geweben zeigen bei den verschiedenen Arten die beiden Epidermen die grössten Unterschiede, indem sich die kleinsten zu den

grössten Werten verhalten wie 1 : 4.5 bei *Trichosporum longiflorum* und *Vaccinium laurifolium*. Recht nahe beisammen sind auch hier die Grenzplasmolysewerte der Wassergewebe. Die Zellen des Wassergewebes liessen sich bei *Ceratostylis* in normaler Weise, ohne Faltung der Wand, plasmolysieren, während bei *Trichosporum* fast in allen Wassergewebezellen zuerst eine starke Faltung in Lösungen eintrat, deren Konzentration etwas unter dem Grenzplasmolysewert lagen. Sobald aber die Konzentration der « Grenz »-Plasmolyse erreicht war, trat sofort starke Plasmolyse ein, indem noch einige Plasmastränge an der Wand angeheftet blieben.

Das Mesophyll zeigt, wie üblich, keine besonders starken Differenzen bei den einzelnen Arten; ihr Sg liegt auch immer dem der oberen Epidermis ziemlich nahe. Sobald aber eine Trennung in Palisaden und Schwammparenchym stattfindet, werden auch ihre Sg-Differenzen grösser, was hier in besonders instruktiver Weise die Orchidee *Ridleyella* zeigt, wo eine solche Gewebedifferenzierung stattgefunden hat, was bei den Orchideen sonst nur selten eintritt. Die untere Epidermis hat auch hier entweder gleiche oder aber meist tiefere Werte als die obere; weshalb sie bei *Ridleyella* besonders hoch sind, vermag ich nicht zu sagen.

Eine spezielle Beachtung verdient *Asplenium nidus*, dessen Sn im Urwald und im Buitenzorger Garten annähernd gleich gross ist, während ihr Sg in Buitenzorg etwa drei kleiner ist als im Urwald, obwohl beide Exemplare ungefähr gleich stark entwickelt waren und die Standortbedingungen im Urwald für ein tieferes Sg sprachen. Die Erklärung kann nur in der Annahme einer total verschiedenen Zusammensetzung der osmotisch wirksamen Stoffe des Zellsaftes gesucht werden.

g) Erd- und Epiphytenstandort.

Aus dem vorhergehenden geht noch in keiner Weise hervor, wie sich die Epiphyten von den Erdpflanzen unterscheiden. Meist wird doch angenommen, dass die ersteren grössere Schwierigkeiten in der Wasserversorgung zu überwinden hätten als die Erdpflanzen, also auch höhere Saugkräfte haben müssten. Wenn wir aber die bisherigen Ergebnisse betrachten, so finden wir wohl Vertreter unter den Epiphyten, deren Sn über 20 Atm. liegt, aber im Durchschnitt sind die Saugkräfte mit 10.2 Atm. geringer als die Mittel sowohl der kleineren wie der grösseren Bäume, auf denen sie wachsen. Daher war es nötig, dieselben Arten wenn möglich gleichzeitig an den beiden Standorten zu verfolgen.

Ficus spec. I. Blatt.

| | | | |
|-------------------|--------|-------------------|-----------------------|
| Erde | 10. I. | 8 ⁰⁰ , | Saugkraft = 23,4 Atm. |
| Epiphyt | | 7 ⁰⁰ , | » = 24,5 » |

Rhododendron javanicum. Blatt.

| | | Sn | Sg | | T | Sd |
|-------------|------------------------|------|-----------|------------|------|------|
| | | | Ob. Epid. | Unt. Epid. | | |
| Erde . . . | 21. I. 8 ⁰⁰ | 12.7 | 17.8 | 17.8 | 15.5 | 0.26 |
| Epiphyt . . | 7 ⁰⁰ | 23.4 | 23.4 | 19.6 | 16.0 | 1.0 |

Vaccinium laurifolium. Blatt.

| | | Sn | Sg | | Palisaden | T | Sd |
|---------------|------------------------|------|-----------|------------|-----------|----|-----|
| | | | Ob. Epid. | Unt. Epid. | | | |
| Erde | 21. I. 8 ⁰⁰ | 14.3 | 16.0 | 17.8 | 23.4 | 18 | 0.3 |
| Epiphyt . . . | 9 ⁰⁰ | 16.9 | 23.4 | 21.5 | 22.5—27.5 | 21 | 1.6 |

Schefflera rigida. Blatt.

| | | Sn | Regen | Sg | | | | T | Sd |
|-------------|-------------------------|------|-------|---------|-----------------|-----------------------|---------------|------|-----|
| | | | | Ob. Ep. | Palisaden | Schwamm- parenchym | Unt. Epid. | | |
| Erde . . . | 30. I. 10 ⁰⁰ | 8.9 | 4 mm | 11.1 | Max. 73.9 | 29.7—33.9 | 11.1 | 19.5 | 1.5 |
| Epiphyt . . | 17. I. 7 ⁰⁰ | 17.8 | 10 mm | 17.8 | Mittel ca. 48.4 | 25.5—34.6 | 17.8 | 19 | 0.7 |

Alle vier untersuchten Arten haben am Epiphytenstandort eine höhere Saugkraft als am Bodenstandort, aber die Differenz ist bei den verschiedenen Pflanzen ganz verschieden, was mit den Unterschieden der klimatischen Faktoren allein nicht erklärt werden kann. *Ficus* I, Erdpflanze, war etwa 6 m hoch; die untersuchten Blätter befanden sich in einer Höhe von etwa 3½ m über Boden. Die Blätter des epiphytischen *Ficus* befanden sich etwa in derselben Höhe über Boden; beide wuchsen im Urwald nicht weit voneinander entfernt. Die Feuchtigkeit war voraussichtlich an beiden Stellen nicht stark verschieden, und so erscheint es begreiflich, dass die Sn der beiden Blätter nahe beisammen liegen und der Epiphyt eine nur um kaum 5 % höhere Saugkraft hat. Die Messung von *Rhododendron javanicum* fiel in eine Periode starker Regen und grosser Luftfeuchtigkeit; trotzdem ist der Unterschied der Saugkraft beim Erd- und Epiphytenstandort sehr gross; er beträgt beinahe 100 %, trotzdem T und Sd, in Blattnähe gemessen, so gering sind, dass ihre Differenzen allein keinen Unterschied von Sn ergeben hätten. Auch Sg ist in den beiden Epidermen beim Epiphyten deutlich höher als am Standort. Geringer ist die Sn-Differenz bei *Vaccinium laurifolium*, obwohl es zur selben Zeit wie *Rhododendron* untersucht wurde; vielleicht hat sich hier die knollige Verdickung an der Basis des Stengels, die gewöhnlich als Wasserspeicher aufgefasst wird,¹ beim Epiphyten durch Erniedrigung des Sn bemerkbar gemacht. Die Diffe-

¹ v. Faber, F. K.: Die Kraterpflanzen Javas usw., Weltevreden 1927.

renz von Sn beträgt hier nur rund 18 %. Sg ist in den Epidermen wieder deutlich höher beim Epiphyten; in den Palisaden ist ein Unterschied nicht bemerkbar. Sehr gross ist die Saugkraftdifferenz bei *Schefflera* mit einer um etwa 100 % höheren Saugkraft beim Epiphyten, obwohl Sd kleiner ist. Auch hier finden wir wieder in den Epidermen den deutlichen Unterschied zwischen Erd- und Epiphytenstandort, während das Mesophyll sich wie bei *Vaccinium* verhält. Auch F a b e r¹ fand bei den Epiphyten in der oberen Blattepidermis einen höheren Grenzplasmolysewert (mit KNO³ gemessen) als in den Solfataren, während die Geröllhalde noch höhere Werte ergab, was ja infolge der bei schönen Tagen eintretenden trockenen Luft über den Geröllfeldern begreiflich ist, besonders, wenn gleichzeitig ein grobes Geröll die Ansammlung feuchten Humus verhindert. Schliesslich zeigt *Peperomia levifolia* als Bestandteil der niedersten Urwaldkräuter als Erdpflanze ein Sn von 4.7, als Epiphyt in etwa 0.4 m Höhe über dem Boden 6.7 Atm., obwohl ihre Wurzeln unter einem dicken Moospolster wachsen.

4. Die Messungen auf offenem Standort.

Sie umfassen ursprüngliche oder kultivierte Pflanzen, die im Garten oder im Park vor dem Urwald wachsen.

a) Kräuter.

Das in Java stark verbreitete, verwilderte *Nasturtium officinale*, dessen Blätter etwa 5—10 cm über dem Wasserspiegel eines langsam fliessenden Gewässers gemessen wurden, zeigt als Pflanze eines offenen Standortes mit stark wechselndem Sd eine ausgeprägte tägliche Periodizität der Saugkraft, deren Maximum auf den Mittag und das Minimum auf den Morgen bzw. Abend fällt. Die Differenz beträgt 110% des kleinsten Wertes, was für eine Pflanze, deren grösster Teil in Wasser getaucht ist, ausserordentlich viel bedeutet, besonders wenn man bedenkt, dass es Krautpflanzen gibt, die bei stärksten Wasserdifferenzen des Bodens geringere Sn-Differenzen zeigen (H a u c k l. c.). Viel tiefer liegt die Saugkraft bei *Jussiaea*, die mit Ausnahme der Blüten und einiger Blätter ganz unter Wasser getaucht war. Das Sn des Blattes von 3.3 Atm. gehört zum tiefsten Wert, der an offenem Standort gemessen wurde, ist aber immer noch höher als der Blattwert von *Elatostemma* im tiefsten Urwald oder des epiphytischen *Trichosporum longiflorum* mit 2.6 Atm.

Die höchsten Sn-Werte besitzen das Blatt der auf einer Wiese wachsenden *Oxalis latifolia* und das Blatt von *Nasturtium* am sonnigen Nachmittag der Trockenzeit mit 11.1 Atm. Die Kräuter des offenen

¹ v. F a b e r, F. K.: Die Kraterpflanzen Javas usw., Weltevreden 1927.

Standortes haben demnach in Tjibodas sehr tiefe Saugkräfte. Ihre Blattmittel übersteigen mit 7.7. Atm. diejenigen der Urwaldkräuter mit 5.5 und 5.9 Atm. nur um etwa 40 %, was angesichts der Unterschiede des Sättigungsdefizits nicht viel bedeutet. Und die Blüten (bzw. Kronen) übersteigen die Mittelwerte der Urwaldkräuter nur wenig (Blätter). Von diesen Mittelwerten weichen nun die Einzelwerte in ihren absoluten Grössen sehr wenig ab, am stärksten noch die Blätter mit 3.3 bzw. 11.1 Atm. Während bei den Blüten der kleinste Wert bei 3.3 liegt (*Impatiens platycephala*), ist der höchste mit nur 7.4 Atm. im monokotylen Perigonen bei etwas höherem Sd zu finden. Das Minimum von 3.3 Atm. bei *Impatiens* hängt zusammen mit der grossen Luft- und Bodenfeuchtigkeit bei niedriger Transpiration. Dasselbe dürfte für die Krone von *Oxalis* und die Spatha von *Zantedeschia* gelten, wie auch für das Blatt von *Loasa* und von *Viola tricolor* mit der höheren Saugkraft von 9.6 Atm., das zudem noch mit Tautröpfchen besetzt war.

Tabelle 47.

Sn bei Kräutern des offenen Standortes.

| Name | | Organ | Datum | Saugkraft in Atm. | Sd | Regen in mm |
|-----------------------------------|---------------|-----------|-------------------------|----------------------|------|----------------|
| <i>Zantedeschia aethiopica</i> . | Zierpflanze | Spatha | 30. I. 18 ⁰⁰ | 4.7 | 1.5 | 4 |
| <i>Zephyranthes rosea</i> . . . | " | Perigon | 9. IX. 12 ⁰⁰ | 7.4 | 4.5 | 0 |
| | | " | 26. I. 15 ⁰⁰ | 6.0 | 0.35 | 13 |
| <i>Canna hybrida</i> | " | " | 9. IX. 13 ⁰⁰ | 7.4 | 4.5 | 0 |
| <i>Nasturtium officinale</i> . . | Verwildert | Blatt | 3. IX. 15 ⁰⁰ | 11.1 | 4.6 | 0 |
| | | " | 19 ⁰⁰ | 7.4 | 0.7 | |
| | | " | 4. IX. 9 ⁰⁰ | 5.3 | 2.1 | 0 |
| | | " | 12 ⁰⁰ | 8.9 | 4.9 | |
| | | " | 14 ³⁰ | 8.9 | 3.8 | |
| <i>Euphorbia pulcherrima</i> . | Zierpflanze | Hochblatt | 5. IX. 15 ³⁰ | 6.0 | 2.3 | 0 |
| <i>Oxalis latifolia</i> | Einheimisch | Blatt | 31. I. 13 ⁰⁰ | 11.1 | 2.5 | 4 |
| | | Krone | | 4.0 | | |
| <i>Impatiens platycephala</i> . | " | Blatt | 30. I. 14 ⁰⁰ | 6.0 | 1.5 | 4 |
| | | Krone | | 3.3 | | |
| <i>Viola tricolor</i> | Kultiviert | Blatt | 26. I. 8 ⁰⁰ | 9.6 | 2.3 | 13 |
| <i>Jussieuia repens</i> | Wasserpflanze | Blatt | 27. I. 16 ⁰⁰ | 3.3 | 1.1 | 13 |
| | | Krone | | 4.7 | | |
| <i>Loasa papaverifolia</i> . . . | Kultiviert | Blatt | 30. I. 17 ⁰⁰ | 4.0 | 1.6 | 4 |
| <i>Chrysanthemum maximum</i> | " | Zunge | 27. I. 8 ⁰⁰ | 4.7 | 2.4 | 13 |
| | | | | 6.6 | | |
| | | | | 7.7 | | |
| | | | | 5.4 | | |

In den Blättern von *Viola* und *Jussieuia* wurde auch noch Sg gemessen. Seine Grössen sind die folgenden :

| | <i>Viola tricolor</i> | <i>Jussiaea repens</i> |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| Obere Epidermis | 16.0 | 6.7 |
| Schliesszellen | 14.3 | 6.7 |
| Palisaden | 27.6 | |
| Schwammparenchym | 25.5 | |
| Untere Epidermis | 15.2 | |
| Schliesszellen | 11.9 | |

Man sieht auch hier den deutlichen Unterschied im Verhalten von Sg in der oberen Epidermis und deren Schliesszellen bei der Wasserpflanze *Jussiaea* mit nur 6.7 Atm., gleich gross in beiden Zellarten, und 16.0 Atm. in der oberen Epidermis der Erdpflanze und 14.3 Atm. in den Schliesszellen dieses Gewebes.

b) Holzpflanzen.

Zuerst sei das Verhalten von Sn und Sg im Verlaufe eines Tages studiert! Als erstes Beispiel soll die nach einer Seite freistehende *Eucalyptus saligna*, deren Blätter etwa 15-18 m über Boden sich befanden, behandelt werden. Sie zeigt ausserordentlich starke Differenzen, sobald ein starker Regen (die Stärke und Dauer des Regens ist hier und in den folgenden Angaben der Tagesperiode durch Dicke und Länge der Striche angedeutet) den Boden durchnässt. Aus dem Verhalten von Sn am Nachmittag des 10. I. und am folgenden Morgen sieht man deutlich das Ueberwiegen des Einflusses der Boden- über die Luftfeuchtigkeit. Auch Sg macht unter dem Einfluss des Regens die Senkung mit; sie macht aber nur etwa 5—10 % aus, während Sn um etwa 40 % sinkt.

Eucalyptus saligna, Blatt.

| | Sn | Sg | | | | Sd | Regen |
|-------------------------|------|-----------------|-------------|--------------|------------------|-----|-------|
| | | Obere Epidermis | Palisaden | | Untere Epidermis | | |
| | | | Obere Reihe | Untere Reihe | | | |
| 10. I. 10 ⁰⁰ | 29.7 | 43.5 | 53.2 | 45.4 | 42.5 | 4.0 | |
| 15 ⁰⁰ | 32.5 | 42.5 | 54.9 | 51.6 | 42.5 | 5.3 | |
| 11. I. 7 ⁰⁰ | 34.6 | | | | | 2.1 | ■ |
| 16 ⁰⁰ | 21.5 | 39.8 | 51.6 | 42.5 | 39.8 | 1.8 | ■ |

An dem grossen, weichen Kornblatt von *Rhododendron javanicum* sieht man vom 30. auf den 31. Dezember wieder den Einfluss des durchnässten Bodens, so dass trotz Erhöhung von Sd die Saugkraft nicht ansteigt. Ganz anders verhält sich Sn am 4. September, wo der Boden bereits etwas ausgetrocknet ist und Sd allein sich geltend machen kann; die Folge ist eine normale Periodizität von Sn im Ver-

Rhododendron javanicum, Krone.

| | Sn | Sg | | Sd | Regen |
|---------------------------|-----|-----------------|-----------|-----|-------|
| | | Obere Epidermis | Mesophyll | | |
| 4. IX. 8 ⁰⁰ | 6.7 | | | 2.8 | |
| 9 ³⁰ | 7.4 | | | 3.1 | |
| 12 ⁰⁰ | 9.6 | | | 4.9 | |
| 19 ⁰⁰ | 6.7 | | | 0.8 | |
| 30. XII. 15 ⁰⁰ | 7.4 | 10.4 | 12.7 | 4.7 | ■ |
| 31. XII. 7 ⁰⁰ | 6.7 | 9.6 | 10.4 | 3.6 | ■ |
| 10 ⁰⁰ | 6.7 | | | 5.5 | |

Rhododendron ledifolium, Krone.

| | Saugkraft | Sd | Regen | Sg | |
|---------------------------|-----------|-----|-------|-------------------|-------------------|
| | | | | Obere Epidermis | Mesophyll |
| 30. VIII. 9 ⁰⁰ | 9.6 | 8.0 | ■ | | |
| 31. VIII. 7 ⁰⁰ | 4.0 | 0.3 | ■ | | |
| 9 ⁰⁰ | 6.0 | 1.2 | | | |
| 12 ⁰⁰ | 6.7 | 1.5 | ■ | | |
| 14 ⁰⁰ | 5.3 | 0.6 | | | |
| 17 ⁰⁰ | 6.0 | 0.6 | | | |
| 3. IX. 8 ⁰⁰ | 6.7 | 4.2 | | | |
| 12 ⁰⁰ | 10.4 | 5.4 | | | |
| 15 ⁰⁰ | 7.4 | 4.3 | | | |
| 19 ⁰⁰ | 6.7 | 1.6 | | | |
| 4. IX. 8 ⁰⁰ | 6.7 | 2.8 | | | |
| 9 ³⁰ | 7.4 | 3.1 | | | |
| 12 ⁰⁰ | 9.6 | 4.9 | | | |
| 17 ⁰⁰ | 6.7 | 0.8 | | | |
| 9. IX. 11 ⁰⁰ | 8.1 | 5.4 | ■ | | |
| 31. XII. 7 ⁰⁰ | 6.7 | 3.6 | ■ | 10.4 | 12.7 |
| 10 ⁰⁰ | 9.6 | 5.5 | | 11.1 | 13.5 |
| 17 ⁰⁰ | 8.1 | 1.4 | | 12.7 | 14.3 |
| 4. I. 9 ⁰⁰ | 6.0 | 0.8 | ■ | 11.1 | 12.7 |
| 21. I. 10 ³⁰ | 6.0 | 1.5 | ■ | 8.9 | — |
| Blatt | | | | | |
| 21. I. 10 ⁰⁰ | 14.3 | 1.5 | ■ | 20.6 ¹ | 51.6 ² |

¹ Obere und untere Epidermis.
² Palisaden und 27.6 Atm. Schliesszellen.

laufe des Tages, obwohl die oberen Teile unserer Pflanze am Schatten lagen, aber ganz frei der Atmosphäre ausgesetzt waren. Ganz ähnlich verhält sich das aus China stammende, aber an ganz freiem Standort angepflanzte *Rhododendron ledifolium*. Auch es zeigt eine tägliche periodische Schwankung von Sn und Sg an regenfreien Tagen, deren Maxima und Minima mit denen von Sd am Mittag oder am frühen Nach-

mittag bzw. am frühen Morgen oder abends zusammenfallen. Ein schwacher Regen macht sich auf Sn kaum bemerkbar. Ihr Wert bleibt konstant, während ein starker Regen sie innert kurzer Zeit zum Fallen bringt (31. August, 14 Uhr). Das Blatt hat eine bedeutend höhere Saugkraft als die Krone, obwohl die Leitbahnen der letzteren länger sind.

Die Saugkräfte der an offenem Standort gemessenen Blätter und Kronen sind in Tabelle 48 zusammengestellt. Die mit * bezeichneten Arten sind Ueberreste des ehemaligen Urwaldes, die noch von K o o r d e r s numeriert wurden.

Bei den Spreiten wurden ausgewachsene, nicht zu alte Blätter gewählt. Doch verglich ich bei mehreren Arten zu gleicher Zeit sehr junge und ältere derbe Blätter. Bei *Pinus Puddum* war das nicht möglich, weil sich alle Blätter in demselben Entwicklungszustand befanden, so dass die erste Messung das Sn der kaum entfalteten Blätter enthält, während die Blätter, die nach drei Wochen wieder untersucht wurden, wohl ihre endgültige Grösse erreicht hatten, aber noch weich waren. In allen Fällen haben die ganz jungen Blätter, deren Mesophyll noch keine klare Scheidung von Palisaden und Schwammparenchym erkennen liess, eine geringere Saugkraft. Sie ist bei

| | | | |
|----------------------------|-----------|---------|-------------------------------|
| <i>Laurus nobilis</i> | | um 44 % | tiefer als in ältern Blättern |
| <i>Cinnamomum Camphora</i> | | 68 % | " " " " " |
| <i>Thea sinensis</i> | | 50 % | " " " " " |
| <i>Pinus Puddum</i> | | 42 % | " " " " " |

Dieser Unterschied erstreckt sich auch auf die Phyllodien von *Acacia podalyriifolia*, bei der Sn der jungen Sprosse um 35 % tiefer liegt als bei ausgewachsenen Phyllodien.

In den Blättern der grossen Bäume des geschlossenen Waldes liegt die höchste Saugkraft bei 30.9 Atm., und nur ein kleiner Teil übersteigt den Wert von 20 Atm. Bei den Holzpflanzen des offenen Standortes liegt die höchste Saugkraft mit 34.6 Atm. im Blatt von *Eucalyptus saligna*, und mehr als ein Drittel aller Messungen liegen über 20 Atm. Schon daraus geht hervor, dass die Holzpflanzen des offenen Standortes eine höhere Saugkraft besitzen als die des Urwaldes, was sich dann auch in den Mittelwerten zeigt, die bei den hohen Bäumen des Urwaldes 15.1 Atm., in Tab. 48 aber 17.7 Atm. betragen, wobei *Eucalyptus* mit ihren hohen Werten nicht mitgerechnet ist. Während ferner die Bäume des Regenwaldes infolge ausgeglichenerer Standortverhältnisse auch gleichmässige Sn haben, die vom Mittelwert nicht sehr stark abweichen, finden wir am offenen Standort die grössten Unterschiede. Bei ersteren liegt das Minimum von Sn bei 8.1 Atm., hier aber bei 4.0 Atm., dort liegt das Maximum bei 30.9, hier bei 34.6 Atm.; die maximalen Differenzen sind demnach dort 22.8, hier aber 30.6 Atm. Dabei sind die Niederschläge dieselben; die Ursache der höheren Sn-

Werte der Bäume des offenen Standortes müssen demnach z. T. in der Differenz von S_d beruhen oder in Unterschieden der Transpiration, die ja zum Teil auch von S_d abhängt. Die kleinsten Werte finden wir hier bei dem im Schatten wachsenden Teestrauch und bei *Ficus diversifolia*, ebenfalls am feuchten Standort und im Schatten. Die höchsten Saugkräfte, die man hier findet, scheinen weniger mit Standortsfaktoren zusammenzuhängen, als mit den Eigenschaften der Arten; so finden wir sie in Familien, denen ganz allgemein hohe S_n -Werte zukommen, wie *Agathis* 27.6 Atm. (Pinacee) oder *Melaleuca*, *Eucalyptus*, *Eugenia cuprea*, auch *Callistemon*, also lauter Myrtaceen, die auch an trockeneren Standorten vorkommen. Auch *Saurauia pendula* ist kein ausschliesslicher Bewohner des Regenwaldes, indem sie auch in lichterem Wäldern vorkommen kann. Dass endlich die Acacien hohe Werte zeigen, ist nach ihrer Herkunft nichts Auffallendes.

Die Kronen zeigen das gewohnte Bild, indem ihre Werte innert geringen Grenzen schwanken (4.7—13.5 Atm.) und tiefer liegen als die Blätter; der Mittelwert ist in Tab. 48 7.2 Atm., der Mittelwert aller Kronen der Holzpflanzen am offenen Standort 6.4 Atm. Der höchste Wert war in der zarten Krone von *Pirus Puddum*, das vom Südhang des Himalaja stammt, mit 13.5 Atm., trotz sehr geringem S_d . Das Minimum wurde in den Kronblättern einer im Gartenbeet kultivierten Rose mit 4.7 Atm. gefunden.

Tab. 49 zeigt die Grenzplasmolysewerte in Krone und Blatt der Holzpflanzen des offenen Standortes. In der Krone ist das S_g des Mesophylls wieder gleich oder nur wenig höher als die obere Epidermis. Ein besonderes Verhalten zeigt dann vor allem das Mesophyll im Phylloodium von *Acacia melanoxydon*, indem die kleinen inneren Zellen ein bedeutend höheres S_g haben als die grösseren und mehr Chlorophyll enthaltenden äusseren Zellen. Die flächenartig verbreiterten Sprosse von *Colletia cruciata* verhalten sich im Prinzip wie die Blätter: kleinere Epidermiswerte, grössere Mesophyllwerte.

Wenn man die einzelnen Gewebe des Blattes miteinander vergleicht, so findet man auch hier wieder das gewohnte Verhalten der Laubblätter: Sehr grosse Differenzen von oberer Epidermis und Palisaden, dann geringere Werte im Schwammparenchym und beinahe immer die kleinsten Werte in der Epidermis; die Schliesszellen sind verschieden; meist sind ihre S_g -Werte grösser als die der unteren Epidermis. Bei *Schinus molle* sind die Schliesszellen der Blattoberseite mit 34.6 Atm. etwas höher als die der Unterseite mit einem Mittel von 32.1 Atm. Bei der Rubiacee *Gardenia jasminoides* sind die Nebenzellen mit 37.2 Atm. nur unbedeutend tiefer als die Schliesszellenwerte mit 39.8 Atm. Diese Art zeigt auch die höchsten S_g -Werte der Schliesszellen, die zudem etwa $2\frac{1}{2}$ mal grösser sind als die umliegenden Epidermiszellen. Beim Vergleich der Gewebe sind neben dem normalen Ver-

Tabelle 48.
Saugkraft der Holzpflanzen des offenen Standortes.

| Name | Organ | Datum | Saugkraft in Atm. | Sd | Regen in mm |
|--------------------------------------|---------------|---------------------------|----------------------------|-----|----------------|
| <i>Agathis australis</i> | Blatt | 24. I. 8 ⁰⁰ | 27.6 | 2.2 | 7 |
| <i>Magnolia grandiflora</i> . . . | " | 27. I. 15 ⁰⁰ | 12.7 | 1.1 | 13 |
| | Krone | 10 ⁰⁰ | 7.4 | 2.6 | |
| <i>Laurus nobilis</i> | Älteres Blatt | 25. I. 7 ⁰⁰ | 12.7 | 2.0 | 4 |
| | Jüngerer " | | 6.7 | | |
| <i>Cinnamomum Camphora</i> . | Älteres Blatt | 14. I. 15 ⁰⁰ | 32.1 | 0.3 | 7 |
| | Jüngerer " | 16 ⁰⁰ | 10.4 | 0.3 | |
| <i>Thea sinensis</i> | Älteres Blatt | 25. I. 10 ⁰⁰ | 8.1 | | 4 |
| | Jüngerer " | 9 ⁰⁰ | 4.0 | 2.4 | |
| * <i>Saurauia pendula</i> | Blatt | 9. I. 14 ⁰⁰ | 26.6 | 2.4 | 13 |
| <i>Elaeocarpus obtusa</i> | Blatt | 18. I. 17 ⁰⁰ | 14.3 | 1.6 | 28 |
| <i>Schinus molle</i> | " | 20. I. 14 ⁰⁰ | 17.6 | 0.8 | 18 |
| <i>Grevillea spec.</i> | " | 25. I. 19 ⁰⁰ | 16.0 | 0.9 | 4 |
| <i>Ficus diversifolia</i> | " | 15. I. 9 ⁰⁰ | 4.0 | 0.8 | 7 |
| Kultivierter Rosenstrauch | Kronblatt | 30. I. 16 ⁰⁰ | 4.7 | 0.8 | 4 |
| <i>Pirus Puddum</i> | Junges Blatt | 3. I. 12 ⁰⁰ | 13.5 | 1.9 | 7 |
| | Älteres " | 27. I. 12 ⁰⁰ | 23.4 | 3.2 | 13 |
| | Krone | 3. I. 12 ⁰⁰ | 13.5 | 1.9 | 7 |
| <i>Eriobotrya japonica</i> | Blatt | 14. I. 12 ⁰⁰ | 20.6 | 1.2 | 21 |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | Phyllodium | 18. I. 7 ⁰⁰ | 32.1 | 1.5 | 28 |
| <i>A. podalyriifolia</i> | Älteres | 28. I. 14 ⁰⁰ | 19.6 | 1.6 | 4 |
| | Phyllodium | | | | |
| | Jüngerer | | 12.7 | | |
| | Phyllodium | | | | |
| <i>Medinilla speciosa</i> | Blatt | 9. I. 16 ⁰⁰ | 28.6 | 2.0 | 13 |
| <i>Colletia cruciata</i> | Normalspross | | sehr unregel- mässig | | |
| <i>Tristania laurina</i> | Blatt | 18. I. 13 ⁰⁰ | 27.6 | 1.6 | 28 |
| <i>Melaleuca genistifolia</i> . . . | " | 18. I. 10 ⁰⁰ | 29.7 | 1.0 | 28 |
| <i>Phoebe declinata</i> | " | 18. I. 15 ⁰⁰ | 17.8 | 1.2 | 28 |
| <i>Gleditschia micrantha</i> | " | 18. I. 12 ⁰⁰ | 17.8 | 1.2 | 28 |
| <i>Pittosporum undulatum</i> . . . | " | 23. I. 18 ⁰⁰ | 27.6 | 1.5 | 8 |
| <i>Echinocarpus australis</i> . . . | " | 21. I. 18 ⁰⁰ | 19.6 | 2.9 | 3 |
| * <i>Eugenia cuprea</i> | " | 17. I. 16 ⁰⁰ | 23.4 | 2.4 | 10 |
| * <i>Eugenia spec.</i> | " | 21. I. 13 ⁰⁰ | 8.1 | 3.7 | 3 |
| <i>Callistemon coccineus</i> | " | 28. I. 16 ⁰⁰ | 17.8 | 0.8 | 4 |
| <i>Rhododendron javanicum</i> | Krone | 9. IX. 10 ⁰⁰ | 6.0 | 3.8 | 0 |
| | | 13 ⁰⁰ | 7.4 | 6.2 | |
| | | 27. I. 14 ⁰⁰ | 4.7 | 1.3 | 13 |
| | | 30. XII. 15 ⁰⁰ | 7.4 | 4.7 | |
| | | 31. XII. 7 ⁰⁰ | 6.7 | 3.6 | |
| <i>Firmiana platanifolia</i> | Blatt | 20. I. 16 ⁰⁰ | 11.9 | 1.0 | 18 |
| <i>Viburnum photinoides</i> | " | 23. I. 15 ⁰⁰ | 21.5 | 3.7 | 8 |
| <i>Gardenia jasminoides</i> | " | 26. I. 10 ⁰⁰ | 8.9 | 3.1 | 13 |
| <i>Cinchona succirubra</i> | " | 15. I. 12 ⁰⁰ | 12.7 | 1.6 | 7 |
| | Mittel Blatt | | 17.7 | | |
| | Mittel Krone | | 7.2 | | |

halten der meisten Blätter nur diejenigen hervorzuheben, bei denen Sg in allen Geweben annähernd gleich ist; es sind das die Blätter der Myrtacee *Tristania laurina* und *Cinchona succirubra*.

Tabelle 49.

Grenzplasmolysewert der Holzpflanzen des offenen Standortes.

| | Organ | Obere Epidermis | Palisaden | Schwamm-parenchym | Untere Epidermis | Schliesszellen |
|---|--------------|-----------------|------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| <i>Agathis australis</i> | Blatt | 24.5 | 73.9 | | | |
| <i>Magnolia grandiflora</i> | Krone | 15.3; 13.5 | | | | |
| <i>Laurus nobilis</i> | ält. Blatt | 30.9 | 58.4 | | 29.7 | |
| <i>Cinnamomum Camphora</i> | " " | 21.5 | 58.4 | | 17.8 | ca. 32.1 |
| <i>Thea sinensis</i> | Blatt | 16.0 | 39.8—65.8 | 23.4 | 11.9 | 12.7 |
| <i>Saurauia pendula</i> | " | 14.3 | 54.3—93.2 | 39.8—51.6 | 17.8 | 19.6 |
| <i>Elaeocarpus obtusa</i> | " | 15.2 | 39.8—48.4 | 25.5 | 14.3 | |
| <i>Schinus molle</i> | " | 19.6 | 45.4 | | 16.0 | 34.6; 32.1 |
| <i>Grevillea spec.</i> | " | 24.5 | 73.9—116.6 | | | |
| <i>Ficus diversifolia</i> | " | 9.6 | | | 9.6 | |
| <i>Pirus Puddum</i> | " | | | | 19.6 | 25.5 |
| <i>Eriobotrya japonica</i> | " | 18.7 | 39.8 | | 16.0 | |
| <i>Acacia melanoxydon</i> | Phyllodium | | 21.5 | 39.8 | | |
| <i>A. podalyriifolia</i> | " | 32.1 | 58.4 | 27.6 ¹ | | |
| <i>Colletia cruciata</i> | Normalspross | 11.9 | | 34.6 ² | | 29.7 |
| <i>Eugenia cuprea</i> | Blatt | 17.8 | 32.1 | 25.5 | 18.7 | |
| <i>E. spec.</i> | " | 16.0 | 65.8 | | 17.8 | |
| <i>Tristania laurina</i> | " | 27.6 | 29.7 | | 22.5 | |
| <i>Melaleuca genistifolia</i> | " | 29.7 | 48.4 65.8 | | | |
| <i>Phoebe declinata</i> | " | 21.5 | 37.2 | 32.1 | 16.9 | |
| <i>Gleditschia micranthea</i> | " | 23.4 | 34.6 | 32.1 | 19.6 | ca. 29.7 |
| <i>Pittosporum undulatum</i> | " | 16.0—23.4 | ca. 73.9 | ca. 48.4 | 16.0—25.5 | bis 54.9 ³ |
| <i>Echinocarpus australis</i> | " | 25.5 | 65.8 | 37.2 | 20.6 | 24.5 |
| <i>Rhododendron javanicum</i> | Krone | 11.1 | | 11.9 | 8.9 | |
| | " | 23.4 | | | | 16.0 |
| <i>Firmiana platanifolia</i> | Blatt | 18.7 | | 33.4 | 17.8 | 29.7 |
| <i>Viburnum photinoides</i> | " | 16.9 | 93.2 | 32.1 | 16.9 | 20.6 |
| <i>Gardenia jasminoides</i> | " | 32.1 | 58.4 | 39.8 | 16.0 | 39.8 (37.2) |
| <i>Cinchona succirubra</i> | " | 11.1 | 17.8 | 16.9 | 11.1 | 16.9 |
| | Mittel Blatt | 20.6 | 55.5 | 34.4 | 17.4 | 28.6 |
| | Mittel Krone | 15.8 | | | | |

¹ Wassergewebe.

² Mesophyll, chlorophyllhaltig.

³ Sg kann in nebeneinander liegenden Zellen der (besonders der unteren) Epidermis sehr verschieden sein. Es kann z. B. eine Epidermiszelle in 0.7 Mal eben Grenzplasmolyse zeigen, während die Nachbarzelle stark plasmolysiert ist.

Unter den einzelnen Arten sind deutlich solche mit hohen von denen mit tiefen Werten zu unterscheiden. Zu ersteren gehören *Agathis australis*, die aus trockenen Gebieten stammende Proteacee *Grevillea*, ebenso die aus ariden Gebieten Australiens stammende *Pittosporum undulatum*; auch die Dilleniacee *Saurauia pendula* besitzt hohe Sg-

Werte. Die, tiefe Grenzplasmolysewerte zeigenden Arten gehören bestimmten Familien an; es sind *Cinchona* und *Gardenia* (Rubiaceen), dann auch die Leguminosen *Gleditschia* und unter den Acacien besonders *A. melanoxyton*, die Lauracee *Phoebe declinata* (während *Laurus nobilis* bedeutend höhere Werte hat); tiefes Sg haben dann noch *Eriobotrya japonica*, die Anacardiacee *Schinus molle* und *Eugenia cuprea*. Alle diese Pflanzen mit tiefen Sg-Werten wurden bei sehr feuchtem Boden und grosser Luftfeuchtigkeit gemessen (Tab. 48), so dass anzunehmen ist, dass das tiefe Sg dieser Blätter vor allem eine Folge der Standortsfaktoren ist. Die Arten mit hohem Sg wurden allerdings bei weniger feuchtem Boden, aber immerhin kleinem Sd untersucht; Sg könnte demnach bei noch grösserer Wassersättigung des Bodens tiefer liegen, aber doch nicht so geringe Werte annehmen, dass ihr Sg auch nur annähernd demjenigen der andern Gruppe entsprechen würde, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die hohen Sg-Werte diesen Pflanzen als charakteristisches Merkmal zugehören.

Die Mittelwerte aller Arten liegen in den Epidermen und Schliesszellen höher als in den Epidermen der grossen Urwaldbäume, bedeutend tiefer hingegen im Mesophyll, sowohl im Schwammparenchym als besonders in den Palisaden.

c) *Angepflanzte Liliaceenbäume und andere Monokotylen des Parkes.*

Im Park von Tjibodas sind verschiedene Liliaceenbäume angepflanzt, die meist aus trockenen Gebieten stammen. Ihre Blätter sind vielfach derb, oft sogar sehr hart. Trotzdem lassen sie sich mit dem Hebel besser messen als die meisten Palmblätter. Die Ausschläge, die sie in verschiedenen Konzentrationsabstufungen geben, sind deutlich, manchmal über Erwarten stark, und die Zeit, in der sie erfolgen, wesentlich kürzer als bei vielen Palmen, so dass die Blattstücke selten länger als 40 Minuten in der Lösung bleiben mussten. Diese Ausschläge betragen in Teilstrichen des Okularmikrometers (Objektiv 3 und Okular 2) beispielsweise in :

| | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.00 Mol |
|--|-----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|----------|
| <i>Dasyilirion acrotrichum</i> | | + 8 | + 4 ^{1/2} | + 4 | - 7 | | |
| <i>Xanthorrhoea hastilis</i> | | | + 2 ^{1/2} | + 1 ^{1/2} | + 1 ^{1/2} | + 1 | - 3 |
| <i>Nolina recurvata</i> | + 1 | + 1/2 | - 1 ^{1/4} | | | | |
| <i>Cordyline terminalis</i> | | | + 4 | + 3 | + 1 ^{1/4} | - 3 | |

Also sogar bei dem äusserst harten, viel Bastfasern enthaltenden Blatt von *X. hastilis* gibt es zwar schwache, aber sehr eindeutige Ausschläge. Allerdings ist die Querschnittsgestalt, die die Form eines Rhombus hat, bei den *Xanthorrhoea*arten so, dass nicht der ganze Querschnitt unter den Hebel gelegt werden kann. Um ein Umfallen zu ver-

hindern, muss er durch Abschneiden zweier einander gegenüberliegender Kanten etwas zurechtgestutzt werden. Die flächenartigen Blätter der anderen Liliaceen lassen sich ohne weitere Präparation messen.

Tabelle 50.

Die Saugkraft der Blätter einiger Liliaceenbäume und anderer Monokotylen.

| Name | Länge der Leitbahn in m | Datum | Saugkraft in Atm. | Sd | Regen in mm |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------|-----|-------------|
| <i>Dasyliirion acrotrichum</i> | 2.5 | 16. I. 7 ⁰⁰ | 19.6 | 0.9 | 4 |
| <i>Xanthorrhoea hastilis</i> | 0.3 | 16. I. 9 ⁰⁰ | 25.5 | 2.7 | 4 |
| <i>X. Preissii</i> | 8 | 19. I. 9 ⁰⁰ | 34.6 | 1.6 | 19 |
| <i>Dracaena spec.</i> | 2.5 | 20. I. 11 ⁰⁰ | 9.6 | 0.9 | 18 |
| <i>Nolina recurvata</i> | 2 | 20. I. 8 ⁰⁰ | 11.1 | 0.7 | 18 |
| <i>N. longifolia</i> | 1 | 20. I. 10 ⁰⁰ | 6.0 | 0.7 | 18 |
| <i>Jucca gloriosa</i> | 1.8 | 16. I. 10 ⁰⁰ | 16.0 | 3.2 | 4 |
| <i>Cordyline terminalis</i> | 3.5 | 19. I. 11 ⁰⁰ | 23.4 | 1.6 | 19 |
| <i>Furcraea tuberosa</i> | 0.6 | 27. I. 17 ⁰⁰ | 9.6 | 1.1 | 13 |
| <i>Pitcairnia pungens</i> | 0.8 | 21. I. 15 ⁰⁰ | 19.6 | 1.2 | 13 |

Wie aus der Tabelle 50 hervorgeht, sind die Saugkräfte dieser Liliaceenbäume sehr verschieden, obwohl die Standortsfaktoren, insbesondere Sd, nicht stark voneinander abweichen. Besonders hoch ist das in dessen Mitte untersuchte Blatt von *Xanthorrhoea Preissii*, dessen Leitbahnen allerdings etwa 8 m lang sind, während *X. hastilis* noch ohne Stamm in nur 30 cm Höhe ebenfalls ein hohes Sn von 25.5 Atm. hat. Eine ähnlich hohe Saugkraft besitzt auch das Blatt von *Cordyline terminalis*, das mit 3.5 m über Boden ein Sn von 23.4 Atm. hat. Die niederen Saugkräfte finden sich durchwegs bei Pflanzen mit dicken, fleischigen Blättern, also mit stark entwickelten Wassergeweben, wie bei einer *Dracaena*, die von den kanarischen Inseln stammt, bei *Nolina longifolia* aus Mexiko und bei den sehr dicken Blättern von *Furcraea*. Während demnach die sukkulenteren Blätter einen Mittelwert von nur 9.0 Atm. haben, zeigen die nicht mit besonderen Wasserspeichern ausgerüsteten flächenförmigen Blätter einen solchen von 17.9 Atm. und die einen anderen Bautypus zeigenden Blätter der *Xanthorrhoea*arten 25.5—34.6 Atm.

In Tab. 51 sind dann noch einige Grenzplasmolysewerte dieser monokotylen Pflanzen angegeben. Die Epidermen plasmolisieren ziemlich gleichmässig, so dass die angegebenen Zahlen gute Mittelwerte darstellen dürften. Auch tritt die Plasmolyse trotz den manchmal dicken Wänden dieser Epidermen innert einer halben Stunde anstandslos ein, wenn die Flächenschnitte so dünn sind, dass sie neben den intakten Epidermiszellen nur noch die diesen anliegenden Nachbarzellen im angeschnittenen Zustande enthalten. Die für das Mesophyll angegebenen Zahlen hingegen stellen nur grobe Mittelwerte dar, da die

Tabelle 51.
Grenzplasmolysewert der in Tabelle 50 angegebenen Pflanzen.

| Name | Obere Epidermis | Mesophyll | | Untere Epidermis | |
|---|-----------------|-----------|----------|------------------|-------------------|
| | | äusseres | inneres | | |
| <i>Dasylirion acrotrichum</i> | 23.4 | 39.8 | 29.7 | | |
| <i>Xanthorrhoea hastilis</i> | | 28.6 | | | |
| <i>X. Preissii</i> | ca. 39.8 | ca. 51.6 | ca. 45.4 | ca. 42.5 | |
| <i>Dracaena spec.</i> | | 54.9 | 47.0 | | |
| <i>Nolina recurvata</i> | | 39.8 | 39.8 | 29.7 | |
| <i>N. longifolia</i> | | 30.9 | 27.6 | 29.7 | |
| <i>Jucca gloriosa</i> | 27.6 | 29.7 | 23.4 | | |
| <i>Cordyline terminalis</i> | 19.6 | ca. 33.4 | | | 23.4 ¹ |
| <i>Pitcairnia pungens</i> | 17.8 | 29.7 | | 17.8 | 16.0 ² |

¹ Schliesszelle der Blattoberseite.
² Wassergewebe.

im Mesophyll liegenden Zellen in Bau, Form und Inhalt so verschiedenartig sind, dass man zur genaueren Darstellung von Sg mehrere Untergruppen unterscheiden müsste, die in ihren Sg-Werten unter sich differieren. Ich glaubte aber, diese Zahlen doch mitteilen zu sollen; sie geben doch ein Bild von der Grössenordnung der Sg-Werte im Blatt dieser merkwürdigen Pflanzen. In mehreren Fällen konnte ein Unterschied gemacht werden zwischen chlorophyllhaltigen äusseren Zellen und solchen, die weniger Chlorophyll enthalten oder ein reines Wassergewebe darstellen und weiter innen liegen. In jedem Blatt zeigt das letztere Gewebe ein geringeres Sg als das chlorophyllhaltige äussere Gewebe, wobei die Differenz bei *Dasylirion* sehr gross, bei den *Nolina*-arten gering oder gar Null ist. Wenn die Gewebe miteinander verglichen werden, so ist insofern ein Unterschied mit anderen Blättern zu bemerken, als die Differenzen von Sg zwischen Epidermis und Mesophyll bei den baumartigen Liliaceen klein sind, während die Bromeliacee *Pitcairnia* und das Blatt von *Cordyline* das übliche Verhalten der Laubblätter zeigen. Diese geringen Unterschiede von Sg in den verschiedenen Geweben sind für viele monokotyle Pflanzen charakteristisch, und zwar immer dann, wenn das Mesophyll gleichmässig ausgebildet und besonders wenn es sich nicht in Palisaden und Schwammparenchym differenziert hat oder dann auch in Blättern mit stark entwickelten Wassergeweben ohne deutlich abgegrenztes Chlorophyllgewebe.

5. Vergleich einzelner Pflanzen des geschlossenen und des offenen Standortes.

Es ist nicht leicht, Arten zu finden, die gleichzeitig im geschlossenen Regenwald und auf offenen Plätzen vorkommen. Eine Krautpflanze dieser Art ist *Impatiens platycephala*, die wohl im dichten Ur-

wald, aber doch an Stellen wächst, deren Boden nicht sehr feucht ist. Andererseits kommt sie auch auf der offenen Wiese vor dem Urwald vor, überall da, wo in der Nähe eines fließenden Wassers der Boden feucht bleibt und wo sie von Bäumen, wenigstens während des grössten Teils des Tages, im Schatten bleiben kann. Sie zeigt dann, zu gleicher Zeit untersucht, folgende Saugkräfte :

Impatiens platycephala, Urwald und offener Standort.

| 30. I. 14 ⁰⁰ | Blatt | Krone |
|----------------------------|-------|-------|
| Offener Standort | 6.0 | 3.3 |
| Urwald | 4.0 | 2.6 |

Am offenen Standort ist Sn in Blatt und Krone höher als im Urwald. In welcher Weise dies von den Klimafaktoren abhängt, zeigt das Blatt von *Saurauia pendula*, von der noch ein Exemplar, das seinerzeit von Koorders numeriert wurde, als Rest des ehemaligen Urwaldes jetzt an ziemlich freiem Standort steht.

Saurauia pendula, Urwald und offener Standort.

| Blatt | Sn | Sg | | | | | T | Sd | Regen | | |
|--|------|-----------------|-----------|-------------------|------------------|----------------|------|------|-------|-----|---|
| | | Obere Epidermis | Palisaden | Schwamm-parenchym | Untere Epidermis | Schliesszellen | | | | | |
| 10. I. 16 ⁰⁰ { Offener Standort | 27.6 | | | | | | 20.5 | 3.0 | | | |
| { Urwald | 22.5 | | | | | | 19.0 | 1.5 | | | |
| 11. I. 8 ⁰⁰ { Offener Standort | 39.6 | 14.3 | 54.3 | 93.2 | 39.8 | 51.6 | 16.0 | 19.6 | 20.5 | 3.9 | |
| { Urwald | 27.6 | 10.4 | 51.6 | 83.0 | 21.5 | 51.6 | 9.6 | 11.1 | 19.0 | 1.6 | |
| 9 ⁰⁰ Offener Standort | 19.6 | | | | | | | | 22.5 | 0.9 | ■ |
| 17 ⁰⁰ { " " | 16.0 | | | | | | | | 20.0 | 1.2 | |
| { Urwald | 19.6 | | | | | | | | 18.5 | 0.7 | |

Auch hier ist sowohl Sn wie Sg im Urwald bei gleicher Höhenlage der Blätter und ungefähr derselben Exposition (auch das Blatt des an offenem Standort wachsenden Exemplars wurde von einer schattigen Stelle genommen) tiefer; diese Differenz hängt wohl in erster Linie mit dem verschiedenen Verhalten von Sd zusammen. Nach einem Regen aber kann sich das Verhältnis umkehren, indem Sn am offenen Standort nach Regen stärker fällt als im Urwald, was ja schliesslich begreiflich ist, da der Urwaldboden, besonders in der Regenzeit, immer feucht ist, während der Boden des offenen Standortes austrocknen kann; zudem kann das Wasser am offenen Standort besser ablaufen als im Urwald.

Weiter wurde untersucht der Epiphyt *Trichosporum pulchrum*, der im Urwald an einer schattigen Stelle und am Rande des Urwaldes auf

einem Stamm einer *Alsophila*, der am Vormittag eine kurze Zeit von der Sonne beschienen werden konnte, wuchs. Die Saugkraft ist auch hier wieder beim Exemplar des trockenen Standortes bedeutend höher als im Urwald. Sg verhält sich verschieden; in den Epidermen des Blattes ist es im Urwald tiefer; das Wassergewebe des Blattes, sowie die äussere Kronenepidermis, sind an beiden Standorten gleich.

Trichosporum pulchrum, Urwald und offener Standort.

| 10. I. 10 ⁰⁰ | Sn | | Sg Blatt | | | Sg Krone |
|----------------------------|-------|-------|-----------------|--------------|------------------|-------------------|
| | Blatt | Krone | Obere Epidermis | Wassergewebe | Untere Epidermis | Äussere Epidermis |
| Offener Standort | 3.3 | 4.7 | 6.0 | 4.7 | 6.0 | 6.0 |
| Urwald | 1.6 | 3.3 | 4.7 | 4.7 | 5.3 | 6.0 |

6. Sn und Sg an verschiedenen Standorten.

Wenn wir schliesslich noch eine Uebersicht gewinnen wollen über die Grösse von Sn und Sg an den verschiedenen Standorten (Sn in Tab. 52, Sg in Tab. 53), so sehen wir zunächst im Urwald ein allmähliches Ansteigen sowohl für Sn wie für Sg mit zunehmender Höhe über Boden von den kleineren zu den grösseren Kräutern, von da über die kleineren zu den grösseren Bäumen. Sn hängt cet. par. vor allem ab von dem Wassergehalt des Bodens, von der Wassersättigung der Luft und steigt auch an mit zunehmender Länge der Leitbahnen. Der Boden ist für alle vier Gruppen derselbe. Die Zunahme von Sn (und Sg) beruht daher auf der Veränderung des Sättigungsdefizits der Luft mit grösserem Abstand vom Boden (wie unter «Klima» dieses Kapitels näher ausgeführt wurde) und auch auf der ansteigenden Grösse der Pflanzen. Von einer einzigen Abweichung abgesehen, steigen auch die Minimum- und Maximumwerte in derselben Reihenfolge an. Die Lianen stehen mit ihren Werten in der Nähe der Bäume, was leicht verständlich ist, da sie ihre Blätter im allgemeinen in derselben Höhe über Boden ausbreiten wie die Bäume und daher denselben Standortsfaktoren unterworfen sind wie jene. Wenn ihre Saugkräfte etwas tiefer liegen als diejenigen der Bäume, so glauben wir das mit dem geringeren Leitwiderstand im Stamm in Beziehung bringen zu müssen. Bei den Epiphyten müssen wir unterscheiden zwischen solchen mit einem stark ausgebildeten Wassergewebe und solchen ohne anatomisch differenziertes Wassergewebe. Erstere besitzen eine bedeutend geringere Saugkraft, die diejenige der Kräuter des Urwaldbodens nur wenig übertrifft, obwohl unter ihnen neben solchen an immer feuchten Standorten auch Vertreter sehr offener Standorte vorkommen (besonders Orchideen, die aber dem sukkulenten Typus, sei es durch dicke Blätter oder ebensolche Stengel oder Wasserknollen, angehören). Die

Tabelle 52.

Vergleich der Saugkraft an den verschiedenen Standorten des Urwaldes und des offenen Gebietes.

| | Mittel | Minimum | Maximum |
|---|--------|------------------------|---------|
| <i>Urwald.</i> | | | |
| Niedere Kräuter, Krone | 4.8 | 4.0 | 6.0 |
| Niedere Kräuter, Blatt | 5.4 | 2.6 | 7.4 |
| Höhere Kräuter und niedere Holz- pflanzen, Krone | 5.9 | 4.7 | 6.7 |
| Höhere Kräuter und niedere Holz- pflanzen, Blatt | 6.1 | 4.0 | 13.5 |
| Kleinere Bäume, Blatt | 13.0 | 2.6 | 25.5 |
| Grössere Bäume, Blatt | 15.1 | 8.1 | 30.9 |
| Lianen, Blatt | 12.4 | 8.9 | 19.6 |
| Epiphyten mit Wassergewebe, Blatt . | 8.4 | 2.6 | 14.3 |
| Epiphyten ohne Wassergewebe, Blatt | 16.4 | 9.6 | 23.4 |
| <i>Offener Standort.</i> | | | |
| Kräuter, Krone | 5.4 | 3.3 | 7.4 |
| Kräuter, Blatt | 7.7 | 5.3 (3.3) ¹ | 11.1 |
| Holzpflanzen, Krone | 7.2 | 4.7 | 13.5 |
| Holzpflanzen, Blatt | 17.7 | 4.0 | 34.6 |
| Liliaceenbäume, sukkulente Blätter . | 9.6 | | |
| Liliaceenbäume, Flächenblätter . . . | 17.9 | 6.0 | 23.4 |
| Liliaceenbäume, 4kantige Blätter . . | 30.0 | 25.5 | 34.6 |

¹ Bei der Wasserpflanze *Jussiaea*.

letzteren haben sehr hohe Saugkräfte, die sogar das Sn der grössten Urwaldbäume übertreffen, obwohl ihre Standortsfaktoren von denjenigen der obersten Baumblätter nicht stark abweichen dürften. Auch die Blätter der grössten Bäume des Regenwaldes stehen eben durch ihre Gefässe in beständiger Verbindung mit dem unerschöpflichen Wasserreservoir des immer feuchten Urwaldbodens, während die Wurzeln der Epiphyten oft an Stellen wachsen, die bei steigendem Sd leicht wasserarm werden.

Am offenen Standort haben die Kräuter sowohl in der Krone wie im Blatt die geringsten Saugkräfte, die aber diejenigen der Urwaldkräuter um durchschnittlich 20 % übersteigen. Die Holzpflanzen des offenen Standortes zeigen ein grösseres Sn als die Kräuter, und Sn liegt auch höher als bei Holzpflanzen des Waldes.

Eine besondere Stellung nehmen die Liliaceenbäume ein, sowohl in bezug ihres Verhaltens an demselben Standort wie die Hölzer, als auch unter den Monokotylen. Bei ihnen lassen sich drei Gruppen unterscheiden, deren Sn-Grösse mit der morphologischen Ausbildung des Blattes parallel geht, wobei die mit sukkulenten Blättern die kleinste Saugkraft besitzen; höher liegen diejenigen mit Spreitenblättern, und

Tabelle 53.

Mittlere Grenzplasmolysewerte der Blattgewebe im Urwald und an offenen Standorten.

| | Obere Epidermis | Wassergewebe | Palisaden | Schwammparenchym | Untere Epidermis | Schliesszellen |
|---|-----------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|
| <i>Urwald.</i> | | | | | | |
| Kleine Kräuter | 6.3 | 5.7 | 18.7 | 12.8 | 6.1 | 8.0 |
| Grössere Kräuter u. kleine Holzpflanzen | 7.1 | | | | 6.2 | 9.5 |
| Kleinere Bäume | 14.4 | | 60.1 | 41.3 | 11.6 | 20.2 |
| Grössere Bäume | 17.5 | | 70.0 | 41.4 | 15.0 | 23.0 |
| Lianen | 12.6 | | 65.6 | 29.0 | 12.4 | 16.0 |
| Epiphyten mit Wassergewebe | 11.0 | 6.7 | 18.9 ¹ | | 11.9 | |
| Epiphyten ohne Wassergewebe | 23.9 | | 33.4 | 30.0 | 18.6 | 17.8 |
| <i>Offener Standort.</i> | | | | | | |
| Holzpflanzen | 20.6 | | 55.5 | 34.4 | 17.4 | 28.6 |
| Liliaceenbäume | 27.6 | | 36.7 ² | | | |

¹ Mesophyll,
² Inneres und äusseres Mesophyll.

die sogenannten Grasblättrigen mit rhombischem Blattquerschnitt haben mit 30.0 Atm. das höchste Mittel unter allen in Tjibodas gemessenen Pflanzen.

Mit diesem Verhalten von Sn in diesen Gruppen stimmt im wesentlichen auch der Grenzplasmolysewert überein. Auch hier finden wir ein Ansteigen von Sg mit zunehmender Höhe des Stockwerkes über dem Urwaldboden, wobei die Epidermis, die Schliesszellen von den niederen Kräutern zu den hohen Bäumen um rund das Dreifache ansteigen, das Schwammparenchym um das 3½fache und die Palisaden mit zunehmender Höhe und Lichtfülle um das Vierfache. Die Lianen liegen mit ihren Sg-Werten wieder tiefer wie Sn, wobei der hohe Wert in den Palisaden charakteristisch ist und sich demjenigen der hohen Bäume nähert. Bei den Epiphyten müssen wir auch für Sg wieder unterscheiden zwischen solchen mit stark entwickelten Wassergeweben mit kleinerem Sg und solchen ohne Wassergewebe, bei welchen Sg wieder hoch liegt, indem sich hier insbesondere die Epidermen durch hohe Werte auszeichnen, während die Palisaden stark zurücktreten.

Am offenen Standort ist, im Gegensatz zu Sn, ein bedeutender Unterschied der Sg-Werte zwischen den Holzpflanzen und den Liliaceenbäumen nicht zu konstatieren. Die Epidermis der ersteren liegt etwas tiefer, aber die Mesophyllzellen scheinen etwas höher zu sein als die entsprechenden Gewebe der Liliaceenbäume, wobei der in den Tabellen angegebene Mittelwert den Durchschnitt aller Mesophyllzellen

angibt, während das Mittel des farblosen Mesophylls 35.5, der des chlorophyllhaltigen aber 41.1 Atm. beträgt. Das Sg der Holzpflanzen des offenen Standortes ist in den Epidermen etwas höher, in den Mesophyllzellen etwas tiefer als das Sg der Urwaldbäume.

7. Zusammenfassung der Ergebnisse in Tjibodas.

Der Regenwald in Tjibodas setzt sich aus mehreren übereinanderliegenden Stockwerken zusammen, die ebenso vielen Standorten entsprechen. Das unterste Stockwerk bilden die kleinen Kräuter des Urwaldes; sie werden in der Regel kaum 50 cm hoch. Dann folgen die grösseren Kräuter und die niederen Holzpflanzen, die ihre Blätter zwischen 0.5 und 1 m über Boden ausbreiten. Die das dritte Stockwerk bildenden grösseren Kräuter und Stauden (meist Zingiberaceen) wurde hier nicht weiter untersucht. Dann folgen die kleineren Bäume in 5—7 m Höhe, und über ihnen breiten die grossen Bäume des Urwaldes ihre Kronen aus, die nur noch überragt werden von den Kronen der *Altingia excelsa*, des einzigen Riesenbaumes dieser Höhenstufe in Tjibodas.

Die *kleinen Kräuter des Urwaldes* haben die tiefsten Saugkräfte mit einem Mittelwert von 5.4 Atm. in den Blättern und 4.8 Atm. in ihren Kronblättern. Die grössten und kleinsten Werte schwanken zwischen 2.6 und 7.4 bzw. zwischen 4.0 und 6.0 Atm. Damit liegen ihre Saugkräfte bedeutend tiefer als die der europäischen Krautpflanzen feuchter Standorte, für die Molz (l. c.) einen Kronenmittelwert von 7.0 Atm. angibt, und auch tiefer als die Blattwerte der Frühblüher der Alpen, die unter den Alpenpflanzen mit 7.1 Atm. die tiefsten Saugkräfte haben. Die tägliche Schwankung der Saugkraft ist sehr gering und unregelmässig (Max. 1.6 Atm.), was mit beinahe völliger Konstanz der Luftfeuchtigkeit zusammenhängt, die in der Nähe des Urwaldbodens auch an schönen Tagen der Trockenzeit um kaum 4 % schwankt und mit 94 % ihren kleinsten Wert erreicht und an Regentagen nie unter 96 % ging; die Wasserabgabe des Verdunstungsmessers war in der Regenzeit tagelang Null. Die Bodensaugkraft hegt an solchen Tagen in der Nähe der Bodenoberfläche (3 cm tief) zwischen 0.0 und 0.7 Atm., nach längerer regenloser Zeit zwischen 0.7 und 1.3 Atm.; sobald die Sonnenstrahlen aber nur kurze Zeit den Boden erreichen können, steigt sie bis auf 2 Atm. an. Hingegen sind in der Trockenzeit doch grössere Saugkraftschwankungen möglich, wenn nach mehreren schönen, regenlosen Tagen ein starker Regen (in unserem Fall 124 mm) fällt; unsere *Elatostemma* liess dann die Blattsaugkraft von 5.3 auf 2.6 Atm. fallen, während die grössten Sn-Differenzen an schönen Tagen 1.6 Atm. nicht überstiegen.

Auch die Grenzplasmolysewerte liegen sehr tief. Die obere Epidermis hat einen Mittelwert von 6.4 Atm. (Min. 4.7) und die untere

Epidermis einen solchen von 6.1 Atm. Bei Krautpflanzen des mitteleuropäischen Klimas ist bei Gehler (l. c.) in der oberen Blattepidermis ein Mittelwert von 14.8 Atm auszurechnen, und Lambrecht (l. c.) fand den Grenzplasmolysewert der unteren Blattepidermis bei Flachlandpflanzen zwischen 14 und 20 Atm. Ferner liegen bei monokotylen und dikotylen Wasserpflanzen die Epidermiswerte nach Gamma fast ausschliesslich zwischen 9 und 14 Atm. Die niedrigen Kräuter des Regenwaldes besitzen demnach in ihren Epidermen tiefere Grenzplasmolysewerte als die untergetauchten Wasserpflanzen Mitteleuropas. Auch im Schwammparenchym ist der Mittelwert von Sg nur 12.8 Atm. und in den Palisaden 18.7 Atm. Die Grenzplasmolysewerte in den verschiedenen Geweben sind bei diesen Kräutern in derselben Weise verteilt wie bei allen Blättern mit flächenförmiger Spreite: Niedrige Epidermis- und Schliesszellenwerte, höhere Werte im Schwammparenchym und die höchsten in den Palisaden. Es beträgt das Verhältnis Epidermis : Schwammparenchym : Palisaden etwa 1 : 2 : 3.

Bereits etwas höher, aber immer noch sehr tief (sowohl Saugkraft wie Grenzplasmolysewert) sind die *höheren Kräuter* und die *niederen Holzpflanzen* des tiefsten Urwaldes mit Blattmittelwerten von 6.1 Atm. Saugkraft und 7.1 Atm. in der oberen, 6.2 Atm. Sg in der unteren Epidermis. In dieser Höhe von 1 m über Boden kann die relative Feuchtigkeit selbst an regenlosen Tagen der Regenzeit bis auf 90 % herunterfallen und in der Trockenzeit vorübergehend selbst unter diesen Wert.

Dann folgen der Grössenordnung nach die *kleineren Bäume* mit einem Saugkraftmittelwert von 13.0 Atm. und schliesslich die *hohen Urwaldbäume* mit 15.1 Atm. Mittelwert (Max. 30.9). Diese Zunahme der Saugkraft mit der Höhe über der Bodenoberfläche bei gleichem Boden ist die Folge abnehmender relativer Luftfeuchtigkeit, verbunden mit zunehmender Länge der Leitbahnen. Die Luft der bodennahen Schichten im Innern des Urwaldes ist nicht bloss immer feucht, sondern praktisch gesättigt, indem die relative Luftfeuchtigkeit nur vorübergehend und sehr selten auf unter 96 % fällt, während sie bereits in 1 m Höhe auf 90 % und darunter fallen kann. Je grösser die Höhe, um so grösser werden auch die Differenzen der Luftfeuchtigkeit, indem morgens und in der Nacht in den Kronen der hohen Laubbäume eine sehr feuchte Luft vorherrscht, die aber am Tage (bei schönem Wetter) auf 75 % herunterfallen kann. In den obersten Stockwerken des Urwaldes herrschen demnach bereits Feuchtigkeitsverhältnisse, die denen des offenen Standortes entsprechen. Auch die Grenzplasmolysewerte steigen in allen Geweben mit zunehmender Höhe; besonders ausgeprägt ist dieses Ansteigen in den Palisaden, wo es mit 70.0 Atm. Mittelwert bei den hohen Bäumen das Maximum erreicht. Dabei verhalten sich die einzelnen Arten aber sehr verschieden.

Die folgende Gruppe der *Lianen* hat etwas tiefere Blattsaugkräfte als die hohen Urwaldbäume, obwohl die Standortsfaktoren ihrer Blätter ähnliche sind, was trotz längerer Leitbahn dem geringeren Leitungswiderstand in den Gefässen zugeschrieben werden dürfte.

Bei den *Epiphyten* müssen wir unterscheiden zwischen solchen mit stark ausgebildeten Wassergewebe, die mit einem Mittelwert von 8.4 Atm. (Saugkraft) die Urwaldkräuter nur wenig übertreffen und sogar tiefer liegen als die kleineren Urwaldbäume, trotzdem sie vielfach ähnlichen Standortsfaktoren unterworfen sind oder wie viele Orchideen sogar an halboffenen Standorten leben. Die Erklärung muss im sukkulenten Bau ihrer Blätter oder in der Ausbildung andersartiger Wassergewebe in Form verdickter Stengel oder Wassergewebsknollen bzw. in der Kürze der Leitbahnen gesucht werden. Ganz anders verhalten sich die Epiphyten ohne sichtbares Wassergewebe, die mit 16.4 Atm. mittlerer Saugkraft sogar die grossen Bäume des Urwaldes übertreffen. Sie zeichnen sich vor diesen ferner aus durch das ausgeglicheneres Verhalten des Grenzplasmolysewertes in den verschiedenen Geweben, indem Sg der oberen Epidermis einen mittleren Wert von 23.9 Atm. hat, in den Palisaden 33.4 Atm. In den hohen Urwaldbäumen sind die entsprechenden Zahlen 17.5 und 70 Atm.

Vergleicht man dieselbe Art am Erd- und am Epiphytenstandort, so ist die Saugkraft bei letzterem immer höher, aber die einzelnen Arten verhalten sich sehr verschieden. Während die Differenz von Erd- und Epiphytenstandort im Blatt von *Ficus I* nur etwa 5% beträgt, ist sie bei *Schefflera rigida* 100% und bei *Rhododendron javanicum* über 80%, was mit der Verschiedenheit der Standortsfaktoren allein nicht erklärt werden kann, denn der Unterschied besteht auch unmittelbar nach starkem Regen und ähnlichem Sättigungsdefizit (*Rhododendron javanicum* 12.7 Atm. Erde, 23.4 Atm. Epiphyt). Der Grenzplasmolysewert ist am Epiphytenstandort besonders in der Epidermis höher; in den Mesophyllzellen ist der Unterschied gering.

Was das Verhalten der einzelnen Arten in diesen verschiedenen Gruppen anbetrifft, so finden sich die grössten Abweichungen bei den Bäumen, während die Kräuter, besonders aber die Lianen, ein mehr ausgeglicheneres Verhalten der Saugkraft aufweisen. So ist das

| | Minimum | Maximum |
|-------------------------------|---------------|----------|
| | der Saugkraft | |
| bei den kleinen Kräutern . | 2.6 Atm. | 7.4 Atm. |
| grösseren Kräutern . | 4.7 " | 6.7 " |
| Lianen | 8.9 " | 19.6 " |
| kleineren Bäumen . | 2.6 " | 25.5 " |
| grösseren Bäumen . | 8.1 " | 30.9 " |

Der Grenzplasmolysewert verhält sich in den verschiedenen Geweben bei diesen Gruppen etwas verschieden. So ist die Abweichung vom Mittelwert in den Epidermen der grossen Bäume gering, sehr stark dagegen in den Palisaden, die von 32.1 bis auf über 120 Atm. ansteigen. Aehnlich ist es bei den Lianen, während bei den Epiphyten gerade auch das Mesophyll sich durch nicht sehr stark abweichende Werte auszeichnet.

Am *offenen Standort* haben wieder die Kräuter mit einem Blattmittel von 7.7 und einem Kronenmittel von 5.4 Atm. die geringste Saugkraft; sie ist aber immerhin rund 20 % höher als diejenige der Urwaldkräuter aber fast um die Hälfte tiefer als diejenige der mitteleuropäischen Kräuter. Die Holzpflanzen sind mit dem Mittelwert von 17.7 Atm. ebenfalls höher als die grossen Bäume des Urwaldes mit 15.1 Atm. Beim Grenzplasmolysewert sind es bezeichnenderweise die Epidermen, deren Werte die der Urwaldbäume übersteigen, während im Mesophyll die Holzpflanzen des offenen Standortes kleinere Werte besitzen.

Vergleicht man dieselben Arten im Urwald und an offenem Standort, so haben letztere durchwegs höhere Saugkräfte. Ein starker Regen kann das Verhältnis ändern, indem die Werte am offenen Standort bedeutend stärker fallen, so dass die Saugkraft dort kleiner wird als im Wald (das Blatt von *Saurauia pendula* fällt nach Regen im Urwald von 27.6 auf 19.6 Atm., am offenen Standort aber von 39.6 auf 16.0 Atm.). Sg verhält sich etwas verschieden. In der Regel ist der Grenzplasmolysewert im Urwald in allen Geweben oder dann wenigstens in den Epidermen tiefer. Die Erklärung liegt in der verschiedenen Grösse des Sättigungsdefizites bzw. der relativen Luftfeuchtigkeit, die an offenem Standort die bekannten täglichen Schwankungen ausführen, während sie in der untern Stufe des Urwaldes sehr gering sind und zudem die schon mehrmals erwähnten hohen Werte zeigen.

Am offenen Standort wurden dann auch noch verschiedene *Liliaceenbäume* untersucht. In bezug auf die Saugkraft müssen wir unter diesen drei Gruppen unterscheiden, solche

1. mit sukkulenten Blättern und tiefer Saugkraft (Mittelwert 9.6 Atm.),
2. mit flächenförmiger Spreite und höherer Saugkraft (Mittelwert 17.9 Atm.),
3. mit vierkantigen Blättern, sog. Grasbäume mit hoher Saugkraft (Mittelwert 30.0 Atm.).

Der Grenzplasmolysewert in den Blättern dieser Liliaceenbäume ist nicht stark verschieden. Er liegt in der oberen Epidermis sehr hoch (27.6 Atm. Mittel) und im Mesophyll im Mittel bei 36.7 Atm., wobei das chlorophyllhaltige Mesophyll mit einem Mittel von 41.1 Atm. etwas höher liegt als das chlorophyllfreie mit 35.5 Atm.
