

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

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 47 (1937)

Artikel: Osmotische Untersuchungen in Java II : Untersuchungen in Trockengebieten Ostjavas

Autor: Blum, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31822>

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: 23.01.2026

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

Osmotische Untersuchungen in Java II.

III. Kapitel.

Untersuchungen in Trockengebieten Ostjavas.

Von G. Blum.

Eingegangen am 15. Mai 1937.

Nachdem die vorhergehenden Kapitel (1) den Messungen von Saugkraft und osmotischem Wert im feuchten Westjava gewidmet waren, sollen in diesem Abschnitt die Messungen derselben Grössen im trockenen Ostjava behandelt werden. Zwar ist die jährliche Regenmenge an vergleichbaren Plätzen in West- und in Ostjava nur wenig verschieden. So besitzt die Ebenenstation Batavia im feuchten Westjava eine durchschnittliche jährliche Regenmenge von 181 cm (4), das vergleichbare Soerabaja in Ostjava 174 cm. Die Bergstation Tjibodas in zirka 1400 m Höhe gibt 340 cm jährlichen Niederschlag an, Tosari in Ostjava in 1700 m Höhe 205 cm. Aber es gibt auch in Ostjava viele Bergstationen mit höheren Regenmengen, ja die Beobachtungsstelle Kajoeenak bei 950 m zeigt einen jährlichen Niederschlag von 491 cm und übertrifft damit sogar die niederschlagsreichen westjavanischen Gebiete, wie etwa Buitenzorg mit 427 cm. Dagegen ist die Regenmenge in Ostjava in den Monaten Juni bis September kaum halb so gross wie in Westjava (31 cm in Batavia gegen 16 cm in Soerabaja bzw. 60 cm in Tjibodas gegen 19 cm in Tosari) und auch die relative Luftfeuchtigkeit ist in diesen Monaten in Ostjava im Durchschnitt 15—20% tiefer als in Westjava. Daraus resultiert für Ostjava eine ausgesprochene Trockenzeit, die in den Ebenen im Mai beginnt und bis in den November hinein dauert, während Westjava in diesen Monaten wohl eine regenärmere Periode durchmacht; von einer eigentlichen Trockenperiode aber kann nicht die Rede sein, besitzt doch keiner der angegebenen Monate unter 12 Regentage mit einer Regenintensität, die derjenigen der Regenzeit nicht nachsteht. Diese Trockenzeit Ostjavas äussert sich in der Pflanzenwelt durch eine ganz andere Zusammensetzung der Flora und durch einen von Westjava gänzlich verschiedenen Vegetationscharakter, der durch den in dieser Periode eintretenden Laubfall noch besonders auffällig wird. Im trockensten Teil Ostjavas, im Gebiet des Baloeran, kann man z. B. im Urwald die starke Auflockerung gegenüber dem westjavanischen Regenwald sofort erkennen und insbesondere fehlen jenem die verschiedenen Stockwerke, die für den westjavanischen Regenwald so charakteristisch sind. Auch trifft man hin und wieder ganz offene Pflanzen-

gesellschaften mit savannenartigem Aussehen, mit Schirmakazien und Dornsträuchern, und es entspricht deshalb nicht der Wirklichkeit, wenn selbst in neueren Vegetationskarten ganz Ostjava als tropisches Regenwaldgebiet eingezeichnet ist.

Alle bisherigen Arbeiten über die Abhängigkeit der Saugkraft und des osmotischen Wertes von Aussenfaktoren zeigten den starken Einfluss der Boden- und Luftfeuchtigkeit insbesondere auf die erste der genannten Größen. Es kam mir daher sehr gelegen, dass ich Gelegenheit fand, diese Zustandsgrößen auch im trockenen Ostjava, wenigstens an einigen ausgewählten Stellen, zu verfolgen und die Ergebnisse mit den in Westjava erhaltenen zu vergleichen, um so mehr, als meine Messungen gerade am Ende der Trockenzeit, von Anfang Oktober bis gegen Mitte November ausgeführt werden konnten. Zunächst verfolgte ich die noch vorhandenen Pflanzen einiger offener Plätze sowie in Parken angepflanzte Bäume und Sträucher in der Umgebung der Suikerproofstation in Pasoeroean; dann wurden Vertreter der Mangrove und des in der Nähe liegenden Sandstrand bei Pasir Poetih untersucht. Eine kleine pflanzensoziologische Studie von Booberg (5) gab mir willkommenen Anlass, mich auch mit den Dünenpflanzen der in der Nähe von Poeger an der Südküste Ostjavas gelegenen Stranddüne wie den am gegenüberliegenden Ufer des Kali Poeger am Rande des Urwaldes wachsenden Gewächsen vertraut zu machen. Endlich konnte ich einige Pflanzen, die am Ende der Trockenzeit noch belaubt waren, im trockensten Gebiet an der Nordostecke Javas, im Baloeran, untersuchen.¹

1. Die Messungen in Pasoeroean.

Von den in Pasoeroean untersuchten Pflanzen sind für unsere Frage diejenigen am interessantesten, die an offenen, freien Plätzen am Ende der Trockenzeit noch normal gedeihen. Es sind das vor allem die in Tabelle 54 aufgeführten Kräuter *Ruellia tuberosa* und *Calotropis gigantea*. Erstere ist eine kleine, kaum 30 cm hohe Acanthacee, deren grosse, zarte Kronen sich während der Nacht entfalten, am frühen Morgen aufblühen und im Verlaufe des Nachmittags des gleichen Tages verdorren und abfallen. Sowohl in der Längs- wie in der Querrichtung lassen sich diese Kronblätter mit der vereinfachten Methode sehr gut untersuchen. Die relativ dünnen Laubblätter sind etwas derb, geben aber doch bei günstiger Schnittrichtung eindeutige Ausschläge. Gemesen wurden Blätter in demselben Entwicklungsstadium, während die Kronen am Morgen nach dem vorhin erwähnten jünger, die am Abend gemessenen älter waren. Die Saugkraft der Blätter liegt in unsren Versuchen zwischen 14,3 und 18,7 Atm., im Mittel bei 17,3 Atm., die der

¹ Die in Ostjava untersuchten Pflanzen wurden in liebenswürdiger Weise von C. A. Baker in Pasoeroean bestimmt.

Tabelle 54.

Saugkraft von Blatt und Krone einiger Kräuter offener Plätze.

Name	Datum	Saugkraft in Atm.		Sd
		Blatt	Krone	
<i>Ruellia tuberosa</i>	8. X. 700	17,8	11,5	5,3
	9. X. 1100	—	14,3	11,8
	1600	14,3	16,0	18,3
	10. X. 700	18,7	11,9	9,0
	1100	18,7	15,2	20,6
	1500	17,8	15,2	16,9
	1800	18,7	15,2	14,7
	11. X. 500	15,2	15,2	3,7
	16. X. 600	—	15,2	2,6
<i>Calotropis gigantea</i>	11. X. 500	9,6	10,4	3,7
	700	11,0	11,9	5,8
	1100	23,4	19,6	19,8
	1500	19,6	16,0	11,8
<i>Ipomoea carnea</i>	8. X. 800	—	7,4	5,5
	13. X. 1300	—	14,3	18,0
	14. X. 700	18,7	10,4	5,1
<i>Convolvulus</i> spec.	14. X. 900	—	14,3	9,0
<i>Hibiscus Archeri</i>	14. X. 800	—	6,7	7,0
	15. X. 1000	11,9	—	14,8

Krone zwischen 11,5 und 16,0 Atm., Mittel 14,4 Atm. Die Saugkraft der Krone ist demnach im Vergleich mit mitteleuropäischen Kräutern nicht sehr hoch, fand doch M o l z (7) die Saugkraft in den Kronen von Kräutern, die längs von Eisenbahndämmen und Strassenrändern wuchsen, in der Regel zwischen 8 und 14 Atm., oft aber auch bis 20 Atm. Ferner zeigen auch die Laubblätter keine hohen Werte, wenn man sie vergleicht mit den von G e h l e r (6) an Kräutern erhaltenen Saugkräften, die selbst bei *Ranunculus acer* über 20 Atm. steigen können. Der Standort der *Ruellia* war ein ganz heißer, ausgetrockneter Platz, dessen Boden augenscheinlich mindestens 15 cm tief völlig trocken schien. Doch lassen sich diese niederen Werte erklären durch das tiefgehende Wurzelsystem, das die transpirierenden Teile der Pflanze in Verbindung bringt mit den feuchten tiefliegenden Bodenpartien. Tatsächlich konnte ich einige Wurzeln verfolgen bis in 35—40 cm Tiefe, ohne auf die untersten Saugwürzelchen gestossen zu sein. Weiter ist auffallend, dass von einer eindeutigen Tagesperiode nicht viel zu bemerken ist, trotzdem das Sd sehr grosse Schwankungen ausführt. Dieses Fehlen der Tagesperiode von Sn findet man sehr oft bei stark ausgetrocknetem Boden oder auch bei völlig durchnässtem Boden (2).

Einen ganz anderen Habitus besitzt die über 1 m hohe Apocynacee *Calotropis gigantea*; sie stellt ein saftiges Kraut dar mit mehr als fingerdicken Stengeln und Blattstielen und dicken, grossen, auf der Unterseite und anfangs auch auf der Oberseite etwas behaarten Blättern. Die dicken Kronblattzipfel können an Querstreifen, die Blätter an in beliebiger Richtung geschnittenen Streifen untersucht werden. Die Saugkraft der Blätter schwankt im Verlaufe des Tages von 9,6 Atm. am frühen Morgen und 23,4 Atm. am Mittag, die der Krone zwischen 10,4 und 19,6 Atm. Offenbar ist diese Pflanze infolge ihres tiefgehenden Wurzelsystems und ihrer Wasserreserven noch gut mit Wasser versorgt. Das zeigt auch die deutliche Tagesperiode, die weitgehend mit Sd übereinstimmt.

Die übrigen, in Tab. 54 angeführten Arten waren in Gärten kultiviert und wurden dort täglich begossen. Ihre Saugkräfte sind dementsprechend tief und sind, wie *Ipomoea* zeigt, stark abhängig von Sd.

Das dicke Blatt von *Calotropis gigantea* war auch ein günstiges Objekt zur Messung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse, zum besseren Vergleich mit Sn in Tab. 55 ausgedrückt in Atm. als S_{1n} . Unter der oberen Epidermis liegen drei untereinanderliegende Reihen von Palisadenzellen; ebenso wurde das Schwammparenchym unterschieden in untere Zellen, deren 2 bis 3 Schichten der unteren Epidermis anliegen und in obere Zellen, zwischen diesen und der unteren Palisadreihe. Was die Verteilung des osmotischen Wertes im Blatt anbetrifft, so zeigt sie das gewöhnliche Verhalten desselben im Blatt mit flächenförmiger Spreite: Niederste Werte in der unteren Epidermis, etwas höhere in der oberen Epidermis, noch höhere Werte im Schwammparenchym und die höchsten in den Palisaden. Im Schwammparenchym zeigen die den Palisaden anliegenden Zellen höhere Werte, als die Zellen, die an die untere Epidermis grenzen. Bei den Palisaden nimmt Og im Blattquerschnitt von oben nach unten zu. Ferner kann man auch eine deutliche Tagesperiode erkennen mit kleineren Werten am Morgen und grösseren am Nachmittag, was bekanntlich auch bei andern Krautpflanzen (3) die Regel bildet.

Am 11. Oktober, 11 Uhr, wurden die Saugkraft des Blattes und der osmotische Wert in den einzelnen Zellen des Blattes gleichzeitig gemessen. Sn verhält sich in dieser Messung zu Sg wie 1 : 1 (die Saugkraft bei Grenzplasmolyse berechnet aus der Summe der Einzelzellen im Blattquerschnitt, wobei die Zahl der oberen Zellen des Schwammparenchyms 3, die der unteren ebenfalls 3 betrug). Die Saugkraft des Blattes am Mittag liegt somit in der Nähe der Saugkraft bei Grenzplasmolyse, während das Verhältnis derselben Grössen am frühen Morgen etwa 1 : 2 beträgt.

Die Tabelle 56 gibt die Saugkraft von einigen kleineren Holzpflanzen und von Bäumen an, die in der Umgebung der Versuchsanstalt

Tabelle 55.
Grenzplasmolysewert im Blatt von *Calotropis gigantea*.

	11. X.		12. X.		
	9 ⁰⁰	11 ⁰⁰	5 ⁰⁰	15 ⁰⁰	18 ⁰⁰
Obere Epidermis	16,0	19,6	13,5	19,6	16,9
Palisaden, obere Reihe	22,5	24,5	24,5	26,6	26,6
— mittlere Reihe	22,5	24,8	26,6	28,6	29,7
— untere Reihe	23,4	26,6	26,6	29,7	30,9
Schwammparenchym :					
obere Zellen	20,6	25,4	23,4	26,6	22,5
untere Zellen	18,7	22,5	22,5	24,5	20,6
Untere Epidermis	14,3	18,7	11,9	18,7	15,2

auf freien Plätzen oder in einem Park angepflanzt sind. Bei der etwa 5 m langen *Bauhinia elongata*, die während eines grossen Teils des Tages am Schatten stand, wurden die obersten ausgewachsenen Blätter gemessen, die sehr deutliche Längenänderungen ergaben. Die Saugkräfte liegen sehr tief und zeigen eine schwache, aber deutliche Tageschwankung. Ebenso zeigt auch das Blatt von *Allamanda cathartica*, die an demselben Standorte angepflanzt war, eine tiefe Saugkraft an. Bei beiden Pflanzen dürften die niederen Werte nebst dem schattigen Standort mit dem regelmässigen und öfteren Begießen zusammenhängen. Gute Objekte zur Messung mit der vereinfachten Methode sind die Streifen aus der langen Kronröhre von *Allamanda cathartica*, die in Konzentrationen, deren Saugkraft weit von der Saugkraft der Krone wegliegt, Längenänderungen von 10 Prozent zeigen. Die Saugkraft der Krone liegt relativ hoch und scheint diejenige des Blattes zu übersteigen. Auch zeigt sie keinen Zusammenhang mit Sd; wahrscheinlich hängt hier die Saugkraft der Krone vor allem vom Alter der Blüte ab, da bei der Messung am 9. Oktober, 8 Uhr, eine ältere Krone verwendet wurde, am 16. Oktober, 6 Uhr, aber eine deutlich jüngere Krone. Anschliessend seien noch einige osmotische Werte der grossen Zellen der Krone mitgeteilt:

	15. X. 7 ⁰⁰	15. X. 18 ⁰⁰	16. X. 6 ⁰⁰
Obere Epidermis	23,4	22,5	21,5
Mesophyll	24,5	24,5	24,5
Untere Epidermis	21,5	21,5	20,6

Sie zeigen kleinere Werte in den Epidermen und grössere im Mesophyll; sie liegen fast doppelt so hoch wie die gleichzeitig gemessene Saugkraft (Tab. 56).

Tabelle 56.

Saugkraft von Blatt und Krone von Holzpflanzen offener Plätze.

Name	Datum	Saugkraft in Atm.		Sd
		Blatt	Krone	
<i>Bauhinia elongata</i>	14. X. 1200	11,1	—	16,3
	15. X. 700	9,6	—	4,9
	1000	10,4	—	14,8
	1200	11,9	—	22,8
	1800	11,1	—	13,9
	16. X. 500	8,9	—	1,4
<i>Aristolochia elegans</i>	14. X. 900	—	17,8	8,0
<i>Allamanda cathartica</i>	9. X. 800	11,9	12,7	8,8
	14. X. 1200	12,7	17,8	16,3
	15. X. 700	—	18,7	5,9
	1800	—	16,9	10,9
	16. X. 600	—	19,6	1,7
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	9. X. 1000	—	12,7	9,4
	15. X. 700	—	13,5	5,9
	1200	—	24,3	20,6
	1800	—	14,3	10,9
	16. X. 600	—	12,7	1,7
<i>Kigelia aethiopica</i>	8. X. 1100	—	8,1	11,8
<i>Adansonia digitata</i>	6. XI. 800	21,5	—	—
	1100	21,5	—	—
	1300	22,5	—	—
<i>Peltophorum pterocarpus</i>	9. X. 1200	—	10,4	10,5
<i>Mangifera indica</i>	8. X. 1600	11,9	—	—
<i>Poinciana regia</i>	9. X. 700	—	15,2	5,4
	13. X. 800	—	16,9	9,0
	1200	—	16,0	15,7
	1800	—	16,0	13,7

Unter den Bäumen verfolgte ich zuerst einen mittelgrossen Baum aus der Familie der Lythraceen, *Lagerstroemia speciosa*, der in dieser Zeit in voller Blüte stand und sich auf einem freien Platz befand. Gemessen wurde das grösste der fünf Kronblätter an einer einigermassen glatten Stelle. Aus der Tabelle geht deutlich die Abhängigkeit der Saugkraft der Krone von Sd hervor, wobei die starken Schwankungen zwischen 12,7 Atm. am frühen Morgen und 24,3 Atm. am Mittag besonders auffallen. Ganz anders verhalten sich die Kronen von *Poinciana regia*, die von einer deutlichen Tagesschwankung nichts erkennen lassen. Bei der auf einem freien Platze angepflanzten *Adansonia digitata* konnten auch die relativ zarten Blätter gemessen werden, die aus einer Höhe

von etwa 7 m stammen. Sie zeigen die hohe Saugkraft von etwa 22 Atm. und keine ausgesprochene Tagesperiode, was bei Bäumen mit grossen Wasserreservoirn zu erwarten war. Schliesslich sei noch auf die Saugkraft eines jungen Blattes des Mangobaumes hingewiesen, die den sehr tiefen Wert von 11,9 Atm. zeigt. Bereits etwas ältere Blätter oder gar die ausgewachsenen Blätter von *Mangifera indica* konnten mit der vereinfachten Methode und den mir zur Verfügung stehenden Vergrösserungen nicht mehr gemessen werden. Eine anatomische Untersuchung ergab, dass die Epidermisaußenwände, wie auch die Wände der parenchymatischen Zellen relativ dick und wohl auch starr waren.

2. Die Messungen in Pasir Poetih.

Der schmale Sandstrand von Pasir Poetih trägt gegen das Meer zu einzelne Exemplare von Vertretern der Mangrove. Im Wasser stehen da und dort zerstreut einige Dutzend Pflanzen von *Rhizophora conjugata*. Am Sandstrand, etwas über der Flutlinie des Wassers, wächst *Sonneratia albida* in allen Stadien der Entwicklung vom Keimling bis zum dicksten Baum. Auf dem nur wenig erhöhten Sandstrand findet sich an etwas feuchteren Stellen *Acanthus ilicifolius*, dessen Stelzwurzeln sich tief im Sand verbreiten. An trockenen Stellen überzieht *Ipomoea Pes caprae* mit ihren dicken Ausläufern den in den obersten 5—10 cm ganz trockenen Sand; dazwischen breiten sich eine Menge anderer saftiger Kräuter aus, u. a. auch *Sesuvium portulacastrum*. An Stellen, wo der Sand mit felsigem Untergrund, der bis an die Oberfläche vorstösst, abwechselt, finden sich kleinere Bäume, wie *Pongamia pinnata* und *Caesalpinia crista*. Etwa 200—300 m vom Strand entfernt erhebt sich im Innern des Landes ein Hügel mit kalkigem Untergrund, dessen Fuss mit *Tectona grandis* bepflanzt ist; dieser Wald ist zu dieser Jahreszeit vollständig kahl und nur an schattigen Stellen an der Basis dünnerer Stämmchen tragen vereinzelte Bäume einige grüne Blätter.

Leider genügten die wenigen Tage, die ich am Strand von Pasir Poetih verbringen konnte, nicht, um die Pflanzen dieser vier verschiedenen Standorte einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Doch dürften die in Tab. 57 mitgeteilten Messungen doch zeigen, in welcher Weise die osmotischen Grössen an diesen Stellen voneinander abweichen. Im Innern des Landes wurden die längs einer Strasse angepflanzten *Tamarindus indica* und *Tectona grandis* untersucht, am etwas felsigen Strand *Pongamia pinnata* und *Caesalpinia crista*, auf dem Sand die in dieser Tabelle angegebenen Kräuter und in der Mangrove *Sonneratia* und *Rhizophora*, deren Werte nur zum Vergleich mit den anderen Standorten aufgenommen wurden. Eine eingehendere Befprechung dieser Vertreter der Mangrove soll dem folgenden Kapitel vorbehalten werden, das auch die Messungen aus anderen Gebieten der Mangrove enthalten wird.

Tabelle 57.
Saugkraft von Pflanzen am Sandstrand von Pasir Poetih.

Name	Datum	Saugkraft in Atm.		Sd
		Blatt	Krone	
<i>Ipomoea Pes caprae</i>	18. X. 800	14,3	19,6	8,0
	19. X. 800	14,3	19,6	8,0
	1100	17,8	19,6	9,0
	1400	26,6	22,5	18,0
	1700	18,7	22,5	8,0
	21. X. 700	17,8	14,3	6,2
	1500	34,6	14,3	8,0
<i>Acanthus ilicifolius</i>	20. X. 700	—	21,5	5,5
	1400	29,7	27,6	12,6
	21. X. 900	34,6	20,6	—
	1400	34,6	23,4	—
<i>Passiflora foetida</i>	20. X. 700	—	6,0	5,5
	21. X. 900	29,7	—	7,3
	1500	29,7	23,4	—
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	21. X. 800	ca. 26,6	—	7,3
	1700	ca. 29,7	—	7,3
	22. X. 900	—	17,9	6,0
<i>Calotropis gigantea</i>	21. X. 900	21,5	—	—
<i>Sonneratia albida</i>	18. X. 600	29,7	—	7,7
	1100	33,4	—	8,3
	1400	34,6	—	18,8
<i>Rhizophora conjugata</i>	20. X. 700	29,7	—	7,7
	1400	ca. 37,2	—	8,0
<i>Pongama pinnata</i>	19. X. 1200	16,0	16,0	8,2
<i>Caesalpinia crista</i>	20. X. 700	17,8	—	8,0
	1100	27,6	—	12,2
	1400	28,6	—	13,1
	21. X. 900	25,5	—	—
	1500	27,6	—	—
Wald auf Festland				
<i>Tamarindus indica</i>	20. X. 1000	29,7	—	—
	1200	29,7	—	—
<i>Tectona grandis</i>	21. X. 1200	25,5	—	6,0
	1330	27,6	—	3,3 Regen

Etwas eingehender untersuchte ich auf dem trockenen Sand Blatt und Krone von *Ipomoea Pes caprae*. Die dicken Blätter wie auch die zarten Kronen lassen sich mit der vereinfachten Methode sehr leicht messen. Es ist aber zu empfehlen, die Blattstreifen etwas länger als gewöhnlich, mindestens etwa $\frac{3}{4}$ Stunden in der Lösung zu lassen, um deutliche Längenänderungen zu bekommen. Die Saugkraft der grossen Kronblätter liegt hoch, zeigt starke Schwankungen am Morgen und am Mittag, ohne aber eine deutliche Abhängigkeit von Sd zu zeigen. Hingegen kann im Blatt eine eindeutige tägliche Periode konstatiert werden, deren Werte zugleich grosse Differenzen aufweisen. Eine scheinbare Abweichung ergibt die Messung im Blatt vom 21. Oktober, 15⁰⁰, wo der hohen Saugkraft von 34,6 Atm. ein Sd von 8,0 gegenübersteht. Das erklärt sich daraus, dass einige Stunden vorher ein schwacher Regen fiel und das Sd herunterdrückte, dessen Wirkung auf das Sz des Blattes aber ohne Einfluss blieb. Auch die Werte der andern, auf dem Sandstrand untersuchten Pflanzen sind hoch, wenn man sie vergleicht mit den in Paseroean auf trockenem Boden gemessenen Kräutern, trotzdem Sd nicht sehr tief liegt. Der Sandboden war allerdings auch an dieser Stelle bis zu einer Tiefe von etwa 10 cm ganz ausgetrocknet, in grösseren Tiefen aber deutlich feucht. Ein grosser Teil der Wurzeln dieser Kräuter breitet sich schon in 10—20 cm Tiefe aus, wo ich viele lebende Saugwürzelchen entdecken konnte. Auch ist es nicht ausgeschlossen, dass das Meerwasser, dessen Saugkraft ich mit der Kapillarenmethode zu etwa 20—22 Atm. bestimmte, kapillar in den Sand eindringt und bis an den Standort dieser Pflanzen vordringt; die meisten der gemessenen Kräuter waren kaum 100 m von der Strandlinie entfernt.

Die beiden Bäume auf dem felsigen Strand scheinen verschiedene Werte zu besitzen, wobei *Caesalpinia crista* eine etwas höhere Saugkraft aufweist mit deutlicher Tagesperiode.

An ganz trockenem Standort im Innern des Landes untersuchte ich die beiden Bäume *Tamarindus indica* und *Tectona grandis*, bei ersterem normale ausgewachsene Blättchen in etwa 8 m über dem Boden, die allerdings nur schwache, aber deutliche Längenänderungen ergaben, bei der im Innern des Waldes wachsenden *Tectona* jüngere Blätter, die sich im Schatten an einem niedrigen Stämmchen offenbar sogar während der Trockenzeit entwickelt hatten. Die Werte beider Bäume sind sehr hoch und es ist anzunehmen, dass besonders die Blätter von *Tectona* noch bedeutend höhere Werte annehmen können, fand doch R e g l i (8) fast durchwegs unter natürlichen Verhältnissen bei ältern Blättern verschiedener Bäume höhere Saugkräfte als bei jüngeren desselben Stamms, obwohl letztere höher inseriert waren.

Im folgenden soll eine Übersicht der Saugkräfte der Blätter an verschiedenen Standorten von Pasir Poetih gegeben werden. Obwohl solche Durchschnittswerte gerade bei den osmotischen Grössen äusserst vor-

sichtig zu beurteilen sind, glaube ich doch, dass die unten angegebenen Zahlen wenigstens näherungsweise den tatsächlichen Verhältnissen an diesen Standorten entsprechen, wenn man im Sand *Acanthus ilicifolius* als Vertreter der Mangrove als zufälligen Eindringling betrachtet und *Sesuvium portulacastrum* als Sukkulente nicht in Betracht zieht. Es betragen dann die Durchschnittswerte der Blätter

bei den Krautpflanzen des Sandes	22,3 Atm.
» » Bäumen am feuchten Strand	23,8 »
» » » des festen Landes	28,1 »
» » » der Mangrove	32,9 »

Die tiefsten Werte haben demnach die im oberflächlich trockenen, in der Tiefe aber gut durchfeuchteten Sand lebenden Krautpflanzen. Die Vertreter der Mangrove, die teils im Meere stehen (*Rhizophora*) oder deren Wurzeln im vom Meerwasser durchtränkten Sand wachsen (*Sonneratia*), zeigen die höchsten Saugkräfte, die selbst die Werte der an trockenen Standorten im Innern des Landes wachsenden Bäume übertreffen, während die Bäume des felsigen Strandes sich den Kräutern nähern.

Eine besondere Beachtung verdient die Sukkulente *Sesuvium portulacastrum*. Im allgemeinen wird angenommen, dass Sukkulente niedrige Saugkräfte haben, was wohl auch meistens der Fall ist. Unter besonderen Umständen aber können auch sie recht hohe Werte erreichen, besonders dann, wenn sie langsamem Austrocknen unterworfen sind, was auch bei unserem Exemplar der Fall war. Die Pflanze breitete sich unmittelbar über dem an der Oberfläche heissen Sand aus und ihre Blätter waren etwas schlaff und dementsprechend ist die Saugkraft für eine Sukkulente hoch, indem sie den Durchschnittswert von *Ipomoea* übertrifft und ebenso den Wert von *Calotropis*.

Bei *Ipomoea* wurden ferner mehrere Messungen von Og in den Zellen des Blattes durchgeführt, die sich nur wenig voneinander unterscheiden. Daher sei hier nur eine einzige Messung vom 22. Oktober, 7 Uhr, mitgeteilt :

Obere Epidermis	16,9 Atm.
Palisaden	19,6—29,7 Atm.
Untere Epidermis	16,9 Atm.
Schliesszellen	ca. 18,7 Atm.

Das isolaterale Blatt von *Ipomoea* hat demnach in beiden Epidermen dasselbe Og. Der osmotische Wert in den Palisaden ist verschieden, aber höher als in den Epidermen, indem er zwischen 19,6 und 29,7 schwankt.

3. Die Messungen auf der Stranddüne und im Urwald von Poeger.

Im Süden von Poeger schiebt sich zwischen dem ruhigen, lagunenähnlichen Ausfluss des Kali Poeger und dem offenen indischen Ozean eine lange Düne ein, die aus feinem Sand aufgebaut ist, an ihren höchsten Stellen sich mehr als 20 m über den Wasserspiegel erhebt und deren Zunge sich langsam zwischen den beiden erwähnten Wassern senkt und ins Meer absinkt. Auf der steil abfallenden Seite der Flussmündung ist die Düne völlig vegetationslos, ebenso in der breiten, schwach geneigten Driftzone am offenen Ozean. Im mittleren Teil der Düne dagegen beginnt schon kurz nach dem Auslauf der Dünenzunge eine reichliche Vegetation, die in den tieferen Teilen eine ausgedehnte *Ipomoea Pes caprae*-Kolonie trägt, die an etwas erhöhten Stellen in eine *Ipomoea-Spinifex*-Assoziation übergeht. An noch höheren Stellen der Düne wechseln *Indigofera-Hyptis*-Gesellschaften ab mit *Pandanus* und vielen anderen Assoziationen. Sehr wichtig für den Bestand der jüngeren Teile der Düne ist ein breiter Streifen von *Spinifex*, der sich unmittelbar hinter der Drift längs der offenen Küste hinzieht und auf der Seite der vorherrschenden meist starken Winde den Boden festigt und gleichzeitig die inneren Teile der Düne schützt. Der Boden der Düne ist nur in den obersten 10—15 cm völlig trocken; die tieferliegenden Sandschichten sind deutlich feucht. Das dürfte trotz der austrocknenden Wirkung der beständig wehenden Winde damit zusammenhängen, dass diese Winde vom Meer her feuchte Luft mit sich führen, die in der Nacht im abkühlenden Sand kondensiert. So zeigt die Angabe des Sättigungsdefizits in Tab. 58 bedeutend niedrigere Werte, besonders auch am Mittag, als die Tabellen 54 und 56, die das Sd im Inneren des Landes angeben. Dementsprechend ist auch die Vegetation auf dieser scheinbar trockenen Düne teilweise sogar sehr üppig; sie setzt sich allerdings fast ausschliesslich aus xeromorphen und etwa hier und da aus sukkulenten Vertretern zusammen.

Bei der Auswahl der auf dieser Düne zu untersuchenden Arten musste ich mich auf jene beschränken, die mit der vereinfachten Methode messbar waren. Die für diesen Standort interessantesten Arten wie *Tridax*, *Pandanus*, *Spinifex* u. a. mussten daher wegfallen. Wohl scheint es mir, wie aus einigen Vorversuchen hervorgeht, möglich zu sein, mit der Hebelmethode bei genügend starken Vergrösserungen, die mir nicht zur Verfügung standen, zum Ziele zu gelangen. Überdies war es nicht möglich gewesen, diese gegen Erschütterungen empfindliche Methode an Ort und Stelle anzuwenden, da ich keinen genügend windstillen und festen Platz ausfindig machen konnte, der es mir erlaubt hätte, mit meiner Apparatur sichere Resultate zu erhalten.

Die auf der Sanddüne von Poeger gemessenen Pflanzen finden sich in Tab. 58. Ihre Standorte sind nicht sehr verschieden; einzig *Indigofera*

Tabelle 58.
Saugkraft von Dünenpflanzen bei Poeger.

Name	Datum	Saugkraft in Atm.		Sd
		Blatt	Krone	
<i>Ipomoea Pes caprae</i>	30. X. 630	8,1	—	3,8
	1300	13,5	—	—
	31. X. 600	13,5	7,4	3,8
	1300	11,1	8,1	11,2
	1. XI. 700	6,0	12,7	3,8
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	30. X. 900	12,7	—	6,2
	1300	17,8	—	9,1
<i>Calotropis gigantea</i>	31. X. 800	16,0	—	4,0
<i>Randia tomentosa</i>	700	17,8	—	4,0
<i>Crotalaria retusa</i>	30. X. 900	7,4	—	3,1
	1300	11,1	—	9,0
	31. X. 600	11,9	—	3,8
	1300	18,7	—	9,6
	1. XI. 700	21,5	7,4	3,8
<i>Indigofera sumatrana</i>	31. X. 800	26,6	—	5,7
	1300	39,8	15,2	11,2
<i>Hyptis suaveolens</i>	31. X. 800	8,1	—	2,9
	1300	11,9	—	11,2
	1. XI. 700	11,1	—	3,8

sumatrana wächst an etwas trockenerer Stelle, und das mag auch der Grund sein, weshalb ihre Blätter unter allen anderen die höchsten Werte von 26,6 bzw. 39,8 Atm. zeigen; ausserdem geht auch das Wurzelwerk dieser Pflanze nicht tief in den Boden hinein. Die übrigen untersuchten Arten weisen tiefe Werte auf, was am besten der Vergleich mit den an anderen Standorten gemessenen Pflanzen zeigt. So wurde *Calotropis gigantea* ausser auf dieser Düne auch in Pasoeroean, auf dem Sande von Pasir Poetih und im trockenen Baloerangebiet untersucht, an allen Stellen am frühen Vormittag, so dass die Zahlen sehr wohl miteinander vergleichbar sind und folgende Saugkräfte aufweisen :

Pasoeroean	11,0	Atm.
Poeger	16,0	»
Baloeran	19,6	»
Pasir Poetih	21,5	»

Obwohl die Düne als ein sehr trockener Standort erscheint, liegen die Saugkräfte doch tiefer als an den meisten anderen Standorten, weil eben der Unterboden, in dem die Wurzeln sich ausbreiten, feucht ist. Ebenso fallen die tiefen Werte von *Ipomoea* und *Sesuvium* an unserem

Standort auf, wenn man sie vergleicht mit dem Sandstrand von Pasir Poetih am Ufer der windstillen Javasee :

	Poeger	Pasir Poetih
<i>Ipomoea Pes caprae</i>	10,5 Atm.	20,6 Atm.
<i>Sesuvium</i>	15,3 »	28,2 »

Diese Werte, die grösstenteils Durchschnittswerte aus mehreren Messungen sind, zeigen deutlich, dass dieselben Arten an zwei äusserlich ähnlich scheinenden Standorten ganz verschiedene Werte aufweisen können, was offenbar mit der starken nächtlichen Taubildung auf der Düne von Poeger zusammenhängt, während an der Nordküste der Morgentau nicht so stark ist, dass er auf den Boden einen nennenswerten Einfluss ausüben könnte. Noch besser als an den obigen Zahlen sind die Unterschiede auf beiden Dünen an den Einzelwerten im Blatt von *Ipomoea* festzustellen, wo sie in Poeger zwischen 6,0 und 13,5 Atm. liegen, während sie im Sand von Pasir Poetih zwischen 14,3 und 34,6 Atm. schwanken. Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Orten scheint sich in der Tagesperiode auszudrücken. An den mehrmals untersuchten Pflanzen, besonders bei *Ipomoea* und *Crotalaria*, verlaufen Saugkraft und Sd nicht immer in demselben Sinne; an den Pflanzen von Poeger gibt es sogar auffallend viele Abweichungen von einer normalen Tagesperiode, was an der Nordküste nicht der Fall ist. An der Südküste spielen offenbar Faktoren eine Rolle, die aus der Beobachtung des Feuchtigkeitszustandes des Bodens und der Messung der Luftfeuchtigkeit allein nicht erklärt werden können. Hingegen dürfte man wohl nicht fehlgehen, wenn man dem Morgentau eine gewisse Rolle zuschiebt, der die Transpiration des Blattes herabsetzt und dadurch die Saugkraft tief hält. So dürften die Werte von *Ipomoea* zu erklären sein, die bei gleichem Sd am 1. November, 7 Uhr, nur 6,0 Atm., am 31. Oktober, 6 Uhr, aber 13,5 Atm. zeigten, ebenso diejenigen von *Hyptis* am Morgen derselben Tage.

Bei den Kronen von *Ipomoea* fallen wieder die tiefen Werte auf. Sie schwanken zwischen 7,4 bis 12,7 Atm. in Poeger, während die Kronen derselben Pflanzen in Pasir Poetih Saugkräfte zwischen 14,3 und 22,5 Atm. haben.

Gegenüber der Düne, am linken Ufer des Kali Poeger, erhebt sich ein grösserer Kalkhügel, dessen Flanken bis an dessen Fuss mit Urwald bedeckt sind. Zwischen dem Rand dieses Waldes und der Lagune, die sich zwischen dem offenen Meer und der Mündung des Kali Poeger ausdehnt, liegt eine schmale Sandzone, die sich nur wenig über den Wasserspiegel erhebt. Bei Flut staut sich auch das Wasser des Flusses so stark, dass der grösste Teil dieser Sandfläche mit Brackwasser überflutet wird und an dieser Stelle wachsen verschiedene Exemplare von *Sonneratia acida*, darunter ein grosser, dicker Baum, an dem ich die in Tab. 59 angegebenen Messungen machte. Unmittelbar hinter

Tabelle 59.
Saugkraft der Blätter von Waldpflanzen bei Poeger.

Name	Datum	Saugkraft in Atm.	Sd
<i>Conocephalus naucleiflorus</i> . . .	29. X. 700	ca. 11,1	1,8
	900	{ 12,7 6,0 } ¹	—
	1200	12,7	9,1
	1300	14,3	7,2
		6,5 ¹	
<i>Eugenia javanica</i>	29. X. 1500	16,0	—
<i>Mallotus tiliifolius</i>	29. X. 1500	32,1	6,0
	30. X. 730	17,8	4,0
	1100	29,7	10,0
	1600	29,7	—
<i>Ficus</i> spec.	1100	14,3	10,0
	1600	16,0	9,8
<i>Sonneratia acida</i>	29. X. 800	27,6	2,9
auf benachbartem Sandstrand	1100	22,5	8,0

¹ Junges Blatt.

diesen Bäumen schliesst sich der Urwald, an dessen nach Südwesten gelegenen Rand die übrigen in Tab. 59 aufgezählten Pflanzen untersucht wurden.

Etwas eingehender wurden die dicken Blätter der Moracee *Conocephalus naucleiflorus* untersucht, die mit einem mächtigen Stamm sich an andere Bäume anlehnt und in die Höhe klettert. Diese Pflanze befindet sich an einem schattigen Platz, der zudem noch vor dem Meerwind geschützt liegt. Dieser Standort dürfte auch der Grund der tiefen Saugkraft und des fast völligen Fehlens einer täglichen Schwankung sein. Interesse verdient die Messung von 9 Uhr morgens, wo etwa an derselben Stelle ein junges und ein altes Blatt untersucht wurde, wobei sich das erstere durch einen um die Hälfte geringeren Wert auszeichnet. Im Gegensatz zu dieser Pflanze lag *Mallotus tiliifolius* als kleiner Strauch an trockenerer Stelle auf etwas erhöhtem Platz an der prallen Sonne. Seine grossen Blätter zeigen in den Lösungen starke Längenveränderungen, solange sie noch nicht zu alt sind. Am Morgen ist Sn tief, entsprechend der schattigen Lage und des feuchten Bodens zu dieser Tageszeit, steigt dann sehr stark am Mittag in greller Sonne und wenigstens an der Oberfläche ganz ausgetrocknetem Boden; die Tagesperiode ist deutlich ausgeprägt. An ähnlicher Stelle, aber teilweise schattiger gelegen, wuchs ein kleiner kletternder *Ficus*, dessen Sn zu 16,0 bzw. 14,3 Atm. bestimmt wurde. Ähnliche Werte zeigt *Eugenia javanica*, deren Blattstreifen nicht gut messbar sind. Zum Vergleich

mit diesen Waldrandpflanzen sei noch auf *Sonneratia acida* hingewiesen, deren Blattsaugkraft höher liegt als diejenige der Waldrandpflanzen mit alleiniger Ausnahme von *Mallotus* an der trockenen Stelle. In der relativ tiefen Saugkraft macht sich deutlich der Einfluss des Süßwassers am Strand der Bracklagune, an welchem dieser untersuchte Baum stand, geltend, was am besten illustriert wird mit den Werten in Tab. 57 vom Meerstrand in Pasir Poetih; der Boden, auf dem *Sonneratia acida* wuchs, wurde auch bei schwacher Flut vom Meerwasser überdeckt.

4. Einige Messungen im trockenen Gebiet des Baloeran.

An der Nordostecke Javas liegt der alte Vulkan Baloeran, dessen sanft geneigte Hänge lichte, leicht begehbarer Trockenwälder tragen. An einigen Stellen, besonders da, wo der Boden an der Oberfläche aus alten Vulkanablagerungen besteht, also besonders durchlässig und trocken ist, breiten sich sawannenartige Gebiete aus, die zu den trockensten Javas gehören. Die etwas westlich gelegene Station Sitoebondo gibt eine jährliche Regenmenge von 112 cm an und das in der Nähe sich befindende Asembagoes sogar nur 91 cm, hat also den geringsten Niederschlag von allen Meßstationen der Insel. Ein Blick auf das Sd der Tab. 60 zeigt zugleich, dass auch die Luft sehr trocken ist. Der Boden ist zu dieser Jahreszeit von grossen, oft mehr als fussbreiten Trockenspalten durchzogen und die obersten Bodenschichten waren, soweit man sie verfolgen konnte, völlig trocken. An diesen Stellen befindet sich eine ärmliche, offene Vegetation, deren auffallendster Bestandteil wohl eine Schirmakazie, *Acacia leucophoea*, ist. Da und dort wachsen kleinere Bäume, besonders *Melia Azederach* und als einziges Kraut in gut erhaltenem Zustand *Calotropis gigantea*. Nicht weit von diesem Standort wuchsen mehrere Bäume mittlerer Grösse, von denen einzig *Erioglossum*, leicht kenntlich an den hellgrünen Blättern, gemessen werden konnte. Die übrigen, in Tab. 60 angeführten Pflanzen, befanden sich einige Kilometer weiter landeinwärts mitten in einem lichten Trockenwald und z. T. im Schatten höherer Bäume.

Um die Messungen in diesem weitabliegenden Gebiet, die auf offenem Felde durchgeführt werden mussten, möglichst zu vereinfachen, wurde die Gegend einige Tage vorher abgesucht, die messbaren Pflanzen markiert und durch Vorversuche die ungefähre Lage der Saugkraft bestimmt. Auf diese Weise war es möglich, die in Tab. 60 angeführten Pflanzen an einem einzigen Tage durchzumessen.

Vor allem wurden die kleinen Blättchen von *Acacia leucophoea* untersucht. Die Längenänderungen der parallel zum Mittelnerv geschnittenen Streifen waren sehr gering, aber eindeutig. Die Saugkraft der in etwa 5 m über dem Boden wachsenden Blättchen war 58,4 bzw. 73,9 Atm. Es ist dies die höchste Saugkraft, die in Ostjava an einer

Tabelle 60.
Blattsaugkraft im Trockengebiet des Baloeran.

Name	Datum	Saugkraft in Atm.	Sd
<i>Acacia leucophloea</i>	23. X. 600	73,9	9,0
	1000	58,4	17,0
<i>Melia Azedarach</i>	600	39,8	—
	800	58,4	15,2
<i>Erioglossum rubiginosum</i>	1000	37,2	—
	700	19,6	11,8
<i>Butea monospenna</i>	1300	17,9	15,8
<i>Ficus</i> spec.	1300	34,6	—
Eben belaubter Baum	13 ³⁰	29,7	—

Pflanze auf freiem Feld gefunden wurde. Offenbar sind diese höhern Werte eine Folge des trockenen Bodens. Leider gelang es nicht, in der kurzen, mir zur Verfügung stehenden Zeit auch die Saugkraft des Bodens zu ermitteln, da es nicht möglich war, die Stelle der Wurzelhaare ausfindig zu machen. Die Partien des Bodens in etwa 20—30 cm Tiefe aber hatten Werte, für die meine zweimolige Rohrzuckerlösung bei weitem nicht mehr ausreichte.

Von *Melia Azederach* untersuchte ich eines der frisch und gesund aussehenden Fiederblättchen in etwa 4 m Höhe über dem Boden, das mit 39,8 Atm. einen tieferen Wert aufweist. Von den grösseren Blättern von *Erioglossum* wurde ein älteres Blatt mit einem Sn von 58,4 und ein kleineres, offenbar jüngeres Blatt untersucht, das nur 37,2 Atm. ergab. Trotzdem *Calotropis* auf demselben trockenen und durchlässigen Boden gewachsen war, hatte es nur einen Wert von 19,6 Atm., erreichte also kaum die Saugkraft derselben Pflanze auf der Düne von Poeger, deren übrige Vertreter sonst bedeutend kleinere Werte aufwiesen. Die Pflanze aus unserem Gebiet war aber bedeutend stärker behaart als die Dünenpflanze.

Von den Pflanzen dieses Trockengebietes unterscheiden sich diejenigen im Innern des Waldes in auffallender Weise durch tiefere Werte, die nur bei einem kletternden *Ficus* die annähernde Höhe der Saugkraft der Bäume des offenen Gebietes erreichte. Es ist offenbar nicht der Unterschied der Arten, sondern des Standortes, der die Differenzen in der Höhe der Saugkraft verursacht: der offene Standort mit völlig ausgetrocknetem Boden mit hohen, der Waldstandort mit tieferen Werten.

Literatur.

1. Blum, G., 1933 : Osmotische Untersuchungen in Java. I. Ber. d. Schweizer. Botan. Ges. **42**, S. 550—680.
 2. — 1926 : Untersuchungen über die Saugkraft einiger Alpenpflanzen. Beih. Bot. Zentralbl. **43**, 1926.
 3. — 1917 : Zur Kenntnis der Grösse und Schwankung des osmotischen Wertes. Beih. Bot. Zentralbl. 1. Abt.
 4. Braak, C., 1928 : Het Klimaat van Nederlandsch-Indie. Deel II, Vol. II (Java en Madura). Weltevreden.
 5. Booberg, G., 1928 : Een plantensociologisch Onderzoek van de Duinen bij Poeger. Handelingen van het Vijfde Nederlandsch-Indisch Natuurwetenschappelijk Congress. Soerabaja.
 6. Gehler, G., 1930 : Über das gegenseitige Verhalten von Saugkraft und Grenzplasmolysewert. Inaug.-Diss. Freiburg, Schweiz.
 7. Molz, F. J., 1924 : A Study in suction force by the simplified method. Americ. Journ. of Bot. **13**.
 8. Regli, E., 1933 : Zur Kenntnis der Saugkraft von Laubholzgewächsen. Inaug.-Diss. Freiburg, Schweiz, und Beih. Botan. Zentralbl. I, **51**.
-