©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Über den Wasserhaushalt tropischer Loranthaceen am natürlichen Standort

Von

Volkmar VARESCHI und Fritz PANNIER

(Aus dem Instituto Botanico del M. A. C., Caracas)

Mit 6 Abbildungen

Eingelangt am 1. September 1953

„... und ich sah viele, von unseren verschiedene Bäume, und von diesen viele, welche Äste verschiedener Art hatten und alle aus demselben Stamm, und ein Ast ist von der einen, ein anderer von anderer Art und so verschiedengestaltig, daß es das größte Wunder der Welt ist."

Diese Worte schrieb KOLUMBUS in sein Logbuch im ersten Bericht, in dem der Entdecker die neue Welt schildert (NAVARRETE 1858). Wer die wuchernde Üppigkeit der Loranthaceen im tropischen Südamerika kennt, wer festgestellt hat, daß diese Halbparasiten oft die Hälfte der Baumkronen ausmachen, oft auch mehr, der wird nicht zweifeln, daß KOLUMBUS sich in seiner Beschreibung auf Bäume bezieht, welche von Loranthaceen befallen waren. Es wurde damit schon damals eine Erscheinung berührt, welche bis heute die Forschung beschäftigt: die überindividuelle Organisation Wirt—Halbparasit.

Das Wesen dieser organisierten Einheit besteht darin, daß jede der beiden beteiligten Pflanzen der andern zur bestimmenden Umwelt wird. Dabei besteht kein grundsätzlicher Unterschied, ob eine Pflanze es mit einer lebenden oder einer leblosen Umwelt zu tun hat: Immer muß sie den von außen kommenden Kräften eigene Kräfte entgegensetzen, welche ihr und dem Wirt im Rahmen eines Gleichgewichtsprozesses von weitem Spielraum das Leben möglich machen. Für Halbparasiten, wie viele Loranthaceen, die ihren Kohlenstoffhaushalt selbst bestreiten können, ist dabei die Wasserbilanz der entscheidende Faktor. Alles Wasser, das der Parasit braucht, muß über seine Haustorien dem Wirt abgezapft und alles Wasser, das der Wirt abgibt, muß durch vermehrte Leistung seiner Wasseraufnahmesysteme im Boden, seiner Wasserleitungssysteme im Stamm und seiner Organe zum Transpirationsschutz in den Blättern wieder ersetzt werden, wenn es nicht zu dauernder Schädigung zunächst

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

des Wirtes, aber schließlich auch des Halbparasiten kommen soll. In vielen Fällen würgt der Parasit seinen Wirt tatsächlich ab und sorgt noch in der letzten Phase des gemeinsamen Lebens für reichliche Fortpflanzung, ehe er mit dem Wirt zugrunde geht. Die Gleichgewichtsprozesse sind gerade in diesen Fällen sehr schwer durchschaubar, vor allem deshalb, weil es sich dabei nicht um anorganische physikalisch-chemische Aggregate, sondern um zwei Lebewesen handelt, deren Wirkungskreise sich überschneiden, außerdem aber auch deshalb, weil die meisten Untersuchungen nicht aus dem tropischen Optimumgebiet der Loranthaceen, sondern aus Mitteleuropa stammen, wo an *Viscum* die wichtigsten Studien über den Wasserhaushalt von Wirt und Halbparasit gemacht wurden. Soweit tropische Loranthaceen in Gewächshäusern untersucht wurden, sind die gewonnenen Anhaltspunkte natürlich nur Notbehelfe, welche die Arbeit am natürlichen Standort nicht ersetzen können. Allerdings begegnet die Arbeit am natürlichen Standort unter tropischen Verhältnissen allen jenen bekannten Schwierigkeiten, die dem Ökologen, insbesondere in der heißen Zone, den angestrebten Umfang seiner Messungen oft arg beschneiden. So können auch hier nur wenige Meßtage besprochen werden; dies ist jedoch dadurch gerechtfertigt, daß die Resultate eindeutig sind und im Optimumgebiet der Loranthaceen am natürlichen Standort gewonnen wurden.

Bisherige Untersuchungen

Neben den vielen Arbeiten über die Systematik der Loranthaceen nahmen seit etwa 50 Jahren die Untersuchungen über das physiologische Verhalten dieser Pflanzen als Halbparasiten einen immer größeren Raum ein. Es war von vorneherein klar, daß die Voraussetzung für die Entnahme von Wasser und Salzen ein Saugkraftgefälle sein mußte. Dieses Gefälle wurde tatsächlich festgestellt (SENN 1913). BERGDOLT 1927 wies nach, daß nicht der ganze Parasit höhere Saugkräfte als der Wirt entwickelt, sondern das kritische Gefälle vielfach auf die Zone Haustorien des Parasiten — Angegriffenes Gewebe des Wirtes lokalisiert blieb. Der Wasserverbrauch der Halbparasiten ist im allgemeinen als sehr hoch bewertet worden (HÄRTEL 1936, 1937). Andererseits fand KAMMERLING 1914, daß *Viscum* in Europa weniger stark transpirierte als die sommergrünen Bäume, welche die Wirte abgaben. HÄRTEL 1937 ging endlich über die bloßen Stichproben hinaus und untersuchte einen vollen Jahresgang der Transpiration von *Viscum album* auf *Betula alba* im Botanischen Garten in München. Der Jahreszyklus der Transpiration des Parasiten zeigte sich von dem des Wirtes abhängig. Im Sommer verhielt sich *Viscum* wie eine Pflanze feuchter Standorte: Sie transpirierte viel und die Birke beschickte sie reichlich mit Wasser. Im Winter aber, da der Wirt ohne Laub war und wenig Wasser abgeben konnte,

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

schränkte auch der Parasit seinen Wasserhaushalt ein. Im Sommer transpirierte die Mistel um ein Vielfaches stärker als der Wirt. Dabei fiel HÄRTEL auf, daß der Wirt seine Transpiration durch ein feinabgestimmtes Spaltöffnungsspiel regulierte, während die Mistel nur träge Spaltöffnungsbewegungen zeigte, welche noch dazu die Schwankungen der relativen Transpiration nicht genügend erklärten, so daß HÄRTEL autonome, plasmatische Faktoren als Ursachenkomplex annahm. Es sei hier schon erwähnt, daß sich die tropischen Loranthaceen in ihrem Spaltöffnungsspiel wie die europäischen verhielten und ebenfalls die Annahme innerer Faktoren notwendig machten, daß aber ein solches Einschränken der Transpiration in der ungünstigen Jahreszeit, wie es *Viscum* in Mitteleuropa zeigt, bei tropischen Loranthaceen nicht festgestellt wurde, sodaß diese wahrscheinlich für ihre Wirte viel gefährlicher sind als jene. Diese Vermutung bestätigt schon der bloße Augenschein, wenn man die Verbreitung und die Üppigkeit der Loranthaceen in Venezuela berücksichtigt.

Loranthaceenvorkommen in Venezuela

Die Loranthaceen gehören zu jenen Familien, die eine starke Gleichsinnigkeit zwischen systematischer Gruppierung und geographischer Verbreitung erkennen lassen. Die Gattung *Loranthus* selbst hat ihr Entwicklungszentrum in der Alten Welt und greift mit keiner Art auf die Neue über. In Europa leben nur 4 Arten von Loranthaceen, davon nur eine zur Gattung *Loranthus* gehörig. Rund 200 Arten in den asiatischen Tropen stehen rund 300 in den neotropischen Gebieten gegenüber. Venezuela allein beherbergt 10 Gattungen mit zusammen 101 Arten halbparasitischer Loranthaceen. Dazu kommt noch die Gattung *Gaiadendron,* welche nicht parasitisch ist und in zwei Arten bekannt ist. Außerdem bringt fast jedes Jahr eine Reihe neuentdeckter Arten. Noch deutlicher als im Spiegel einer Artenliste läßt sich die üppige Entfaltung der in Europa so bescheiden entwickelten Familie vom Landschaftsbild Venezuelas selbst ablesen. Im feuchten tropischen Urwald treten die Loranthaceen zwar nicht stark hervor. Aber bei genauer Untersuchung umgestürzter Bäume zeigt sich ein weit verbreiteter Befall mit Loranthaceen, nirgends aber jene Üppigkeit des Parasiten, welche das Gleichgewicht der Pflanzengemeinschaft „Urwald“ ernstlich gefährden könnte. So wurden zum Beispiel in der floristisch so beispiellos reichen Selva nublada von Rancho Grande nur ganz wenige Arten von den vielen Sammlern gefunden. Auch das typische „Cardonal“, die Kakteenwüste der extremen Trockenzonen, besitzt nur wenige, allerdings in der schütteren Vegetation schon deutlicher hervortretende Arten. So fanden LASSER und VARESCHI bei einer Bearbeitung der Medanos von Coro nur eine einzige Art von Loranthaceen in einem mehrere Quadrat-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

kilometer großen, genau untersuchten Gebiet. Dagegen wuchern viele Arten der Semiparasiten überall dort üppig, wo bei mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen das natürliche Vegetationsgefüge durch menschliche Eingriffe gewaltsam erschüttert ist. Da kommt es dann überall zu jener Schwächung von Wirtspflanzen auf Kosten ihrer Parasiten, zu jener Störung des Gleichgewichts ganzer großer Pflanzengemeinschaften, zu jenem Umbruch im Spiel der Außenfaktoren, worin für die Loranthaceen die Möglichkeit voller „räuberischer" Entfaltung liegt. Da nun in allen besiedelten Gebieten Venezuelas der durch flüchtige Kulturmaßnahmen erschütterte, halbwilde Busch („Monte") in weitem Umkreis die eigentlichen Kulturen umschließt, begleitet das Optimumgebiet der Loranthaceen den Reisenden in Venezuela durch die ganze tropische Zone, so daß der Befall noch stärker und verbreiteter erscheint, als er bei Berücksichtigung der weiten weglosen und unzugänglichen, ungestörten Urlandschaften ist.

Von den 30 Familien von Wirtsbäumen, welche durch Freilandbeobachtungen und an Hand des Herbarium Nacional festgestellt wurden, sind es vor allem sechs Familien, die bevorzugt befallen werden: *Leguminosae, Compositae, Guttiferae, Malpighiaceae, Sterculiaceae, Annonaceae.* Und aus allen diesen Familien bevorzugen die Loranthaceen vor allem jene Arten, die nicht in Urwäldern und dichter, ungestörter Vegetation wachsen, sondern die dem bereits erwähnten „Monte" angehören. Dieser „Monte" ist ein Sekundärbusch, welcher sich nach Brand und Bodenverarmung in Venezuela genau so einstellt wie die diesem Monte entsprechende „Macchia" in Italien und die „Garigue" im landwirtschaftlich ausgepowerten Teil von Spanien. Man kann beobachten, daß in dieser Monte die Loranthaceen große, üppig entwickelte Bäume in wenigen Jahren überwuchern, ja abtöten können. Auch eine andere ebenfalls künstlich hervorgerufene Pflanzengemeinschaft ist sehr dem Loranthaceenbefall ausgesetzt: Der „Cafetal", das ist jener künstliche Bestand von Schattenbäumen, welcher die Kaffeepflanzungen vor zu starker Bestrahlung schützt. Oft sind in solchen Beständen Baumkronen anzutreffen, welche nur noch Epiphyten- und Loranthaceenblätter tragen und so die vollkommen verschwundene Eigenbelaubung des Trägerbaumes vortäuschen, der längst abgestorben ist. Wie genau sich die Zone des katastrophalen Loranthaceenbefalls mit der Zone gestörter Naturvegetation deckt, kann man besonders an jenen Bestandesrändern beobachten, wo menschlich beeinflußte Sekundärvegetation unmittelbar an alte Reliktwälder oder wieder zum Gleichgewicht zurückgelangte Sekundärwälder grenzt. Im Innern des Waldes bemerkt man wenig Loranthaceen, in der Verschiebungszone des Gleichgewichts kommt es zu üppigem Befall. Dabei wird in luftigen, lichten, oft von Nebel verhangenen Berg- und Paßlandschaften das Optimum erreicht. Eine solche

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Zone im Mittelgebirge südlich von Caracas ist die Paßschwelle zwischen Los Teques und dem Araguatal, von der unten eine Messung mitgeteilt wird. Auch die im folgenden mitgeteilten Transpirationsuntersuchungen wurden in einer solchen Zone in 1350 m Seehöhe vorgenommen, und zwar auf dem „El Volcan" genannten Flachberg oberhalb Barutas bei Caracas.

Versuchspflanzen und Methodik

An dem angegebenen Standort wurden zwei Wirtspflanzen ausgewählt. Die eine war *Richeria grandis* VAHL, eine Euphorbiacee (Abb. 1), die andere war selbst eine Loranthacee, *Gaiadendron Tagua* (H. B. K.) G. DON (Abb. 2). Diese autotrophen Bäume von etwa 8 bis 10 m Höhe und 20 bis 30 cm Durchmesser in 1,30 m Höhe über dem Boden waren von *Phoradendron Zuloagae* TREL. (Abb. 1), befallen, *Gaiadendron* außerdem noch von *Phoradendron tubulosum* URB. (Abb. 2). So war es möglich, Anhaltspunkte zu gewinnen für das Studium des Parasitismus innerhalb der Familien in Vergleich mit dem zwischen systematisch weit getrennten Arten, dann auch für den Vergleich des physiologischen Verhaltens eines und desselben Parasiten auf verschiedenen Wirten. Es wurden Tagesgänge der Transpiration an einem relativ heiteren Schönwettertag am Ende der Regenzeit (15. 1. 53) und an einem fast ganz wolkenlosen typischen Trockenheitstag am Ende der Trockenzeit (3. 4. 53) aufgenommen. So konnten Anhaltspunkte für den Jahreszyklus gewonnen werden. Zu jedem Tagesgang der Transpiration wurde der der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit, der Evaporation und der Spaltöffnungsbewegungen notiert.

Zur Transpirationsmessung wurden Transpirationswagen von JUNG A.-G. benutzt. Vorversuche ergaben 10 Minuten als günstige Expositionsdauer der abgeschnittenen Blätter. Die Umrechnung dieser Werte erfolgte auf mgr/dm²/min (linke Ordinate), bzw. mgr/dm²/h (rechte Ordinate), zum leichteren Vergleich mit den ebenso angegebenen Werten HÄRTELS 1937. Die Evaporationssummen wurden mit PICHE-Atmometern gemessen und die gewonnenen Werte ebenfalls auf mgr/dm²/h umgerechnet. Dabei konnten keine geeichten Instrumente benutzt werden, so daß auf die kurvenmäßige Darstellung der relativen Transpiration verzichtet wurde, um die genauen Meßwerte der Transpiration selbst nicht zu verfälschen. Die Evaporationswerte sind jedoch ihrem Verlauf nach ausreichend genau. Die Temperatur- und Feuchtigkeitswerte wurden durch LAMPRECHTsche Thermometer und Polymeter im Schatten gemessen.

Dabei war die Temperatur der dem vollen Sonnenlicht ausgesetzten Versuchspflanzen natürlich wesentlich höher als die Temperatur der künstlich beschatteten Instrumente. Um welche Strahlungsgrößen es sich dabei handelte, zeigt die Tab. 1, welche die Gesamtstrahlung, gemessen mit dem Kugelpyranometer BELLANI (geeicht im Meteorologischen Institut von Prof. MÖRIKOFER in Davos) angibt. Die Werte gelten für

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 1. Richeria grandis VAHL (oben) als Wirt und der Semiparasit *Phoradendron Zuloagae* TREL. (unten).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2. Wirt: *Gaiadendron Tagua* (H. B. K.) G. Don (oben) als Wirt und der Semiparasit *Phoradendron tubulosum* Urb. (unten).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

den Meßtag 3. 4. 1953 (Trockenzeit) und zeigen die erreichten Summen der Gesamtstrahlung in grcal/cm².

Tabelle 1
Strahlungssummen am Versuchsort im Schatten und in der Sonne

Zeit	Strahlung grcal/cm²	
	in der Sonne	im Schatten
6,00	0,0	0,0
10,30	5,9	0,0
13,30	9,5	0,3
16,30	14,3	1,0
17,30	15,5	1,6
18,00	15,7	1,6

Diese großen Unterschiede lassen erwarten, daß die Transpirationskurven weniger der Temperaturkurve im Schatten als vielmehr der stärker durch die Strahlung bestimmten Evaporation der besonnten Atmometer entsprechen werden.

Tagesgänge von Transpiration und Stomatabewegung

a) zur Regenzeit

Phoradendron Zuloagae auf *Richeria:* Wie Abb. 3 zeigt, beginnt die Transpiration des Wirtes mit einem allmählichen Anstieg bis 6 mgr/dm²/min. Die wechselnde Bewölkung des Tages führt zu schwachen Transpirationsschwankungen. Das mittägliche Maximum ist wenig ausgeprägt. Auch das Abflauen der Transpiration gegen Abend zeigt nichts Auffälliges. Um 17,40 Uhr, bei Sonnenuntergang, ist die Transpiration noch nicht ganz zum Stillstand gekommen. Ganz anders die Transpiration des Parasiten, der rund dreimal — um 14,30 Uhr achtmal — so viel Wasser abgibt als der Wirt. Bereits der Einsatz der Transpiration am Morgen erreicht schon um 10 Uhr das Vierfache jener des Wirtes. Zwischen dem morgendlichen Anstieg und dem Maximum am Nachmittag liegt eine längerdauernde Transpirationseinschränkung über Mittag. Sie hängt offenbar mit der Bewölkung zusammen und spiegelt sich auch in den sinkenden Evaporimeterwerten. Gegenüber dem regelmäßigen Abfall der Kurven der Außenfaktoren zeigt sich die Kurve der Transpiration des Parasiten nachmittags viel stärker bewegt; vor 15 Uhr transpiriert *Phoradendron* achtmal so viel wie der Wirt, vor 17 Uhr einmal gleichviel. Es scheint, daß auf einen extremen Kurvenanstieg autonom ein starker Abfall folgt und umgekehrt auf die Senkung um 16 Uhr 30 autonom ein neuerliches Aufflackern der Transpira-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

tion vor dem abendlichen Stillstand. Gerade diese offensichtlich autonomen Schwankungen werden nicht durch das Spaltöffnungsspiel verständlich. Um 11 Uhr geht die Transpiration zurück, obwohl sich die Spaltöffnungen nicht schließen; die Transpiration ist zwar um 14 Uhr 30 bei weit geöffneten Stomata maximal, um 13 Uhr waren jedoch die Spalt-

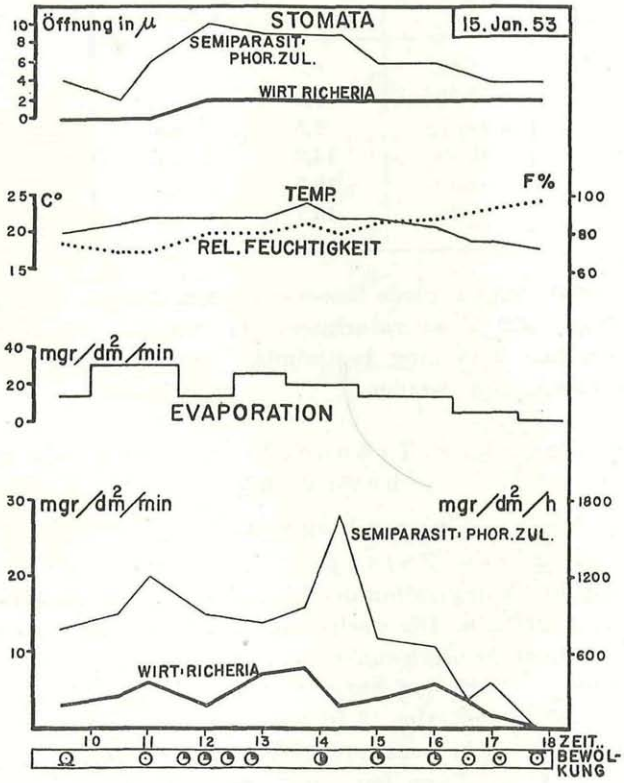

Abb. 3. Tagesgang von *Phoradendron Zuloagae* mit *Richeria* als Wirt zur Regenzeit.

öffnungen bereits ebenso weit offen, während die Transpiration nur ein Drittel betrug. Es wurden verschiedene Methoden der Spaltöffnungsmessung angewandt, ohne daß der Kurvenverlauf im wesentlichen anders wurde, als er hier wiedergegeben ist. Man darf also in dem widerspruchsvollen Kurvenverlauf eine Bestätigung der von HÄRTEL geäußerten Vermutung sehen, daß der Beginn der kräftigen Transpiration zwar mit dem Öffnen der Spaltöffnungen verknüpft ist, ebenso der abendliche Abschluß mit ihrer endgültigen Schließbewegung; sind aber die Spaltöffnungen einmal offen, so kommt ihre Bewegung nicht mehr im

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Transpirationswert zum Ausdruck, die Schwankungen der Wasserabgabe, welche jetzt noch auftreten, werden auf andere Weise (Viskositätsänderungen des Plasmas?) ausgelöst.

Phoradendron auf *Gaiadendron:* Während in dem oben angeführten Beispiel Wirt und Parasit verschiedenen Familien ange-

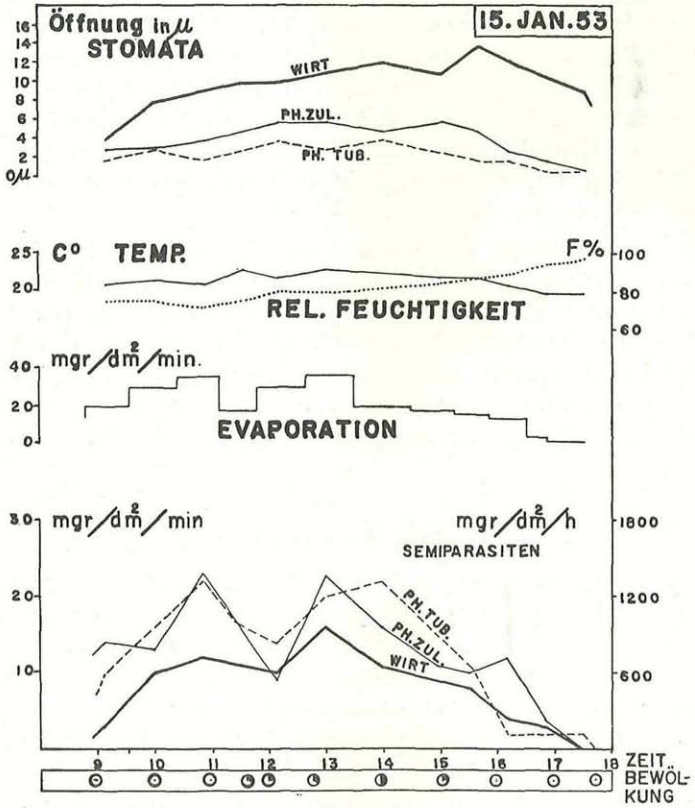

Abb. 4. Tagesgang von *Phoradendron Zuloagae* und *Ph. tubulosum* mit *Gaiadendron* als Wirt zur Regenzeit.

hören, sind hier beide Loranthaceen: Das autotrophe *Gaiadendron* ist von den Semiparasiten *Phoradendron Zuloagae* und *tubulosum* befallen. Es ist derselbe Meßtag und fast derselbe Meßort wie im obigem Falle. Sofort fällt auf (Abb. 4), daß Parasit und Wirt viel gleichsinnigere Kurven zeigen, wenn beide derselben Familie angehören, als wenn sie miteinander nicht verwandt sind. Ob sich hier eine Gesetzmäßigkeit ausspricht, kann an diesem einen Fall natürlich noch nicht entschieden werden. Jedenfalls transpirieren beide Parasiten rund doppelt so stark als der Wirt und die Gleichsinnigkeit des Kurvenspiels mit dem der Tem-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

peratur, der Luftfeuchtigkeit und der Evaporation ist deutlich. Von den beiden Parasiten zeigt *Phoradendron Zuloagae* intensivere Schwankungen als *Phoradendron tubulosum*. Der Verlauf der Spaltöffnungsbewegungen steht beim Wirt in deutlicher Beziehung zur Transpiration, bei den beiden Parasiten ist das durchaus nicht der Fall. Ihr Spaltöffnungsspiel ist träge, die Maxima der Öffnung liegen zeitlich weit ab von den Maxima der Transpiration. Es scheint also, daß auch hier autonome Regulationen zum Ausdruck kommen und daß diese Fähigkeit zu solchen Regulationen unter den Loranthaceen wohl den Parasiten, nicht aber den autotrophen Mitgliedern der Familie zukommt. Auffallend ist auch, daß *Phoradendron Zuloagae* seine Stomata auf *Gaiadendron* zur selben Zeit nur 1—2 μ weit offen hält, während sie auf *Richeria* 8—10 μ weit klaffen.

Im Ganzen zeigen die Tagesgänge zur Regenzeit bei den Wirten eine etwas trägere, niedriger verlaufende Transpirationskurve, bei den Parasiten einen stärker bewegten Verlauf, der außer von Außenfaktoren auch durch innere bestimmt wird. Da ein ausgesprochener Schönwettertag als Meßtag gewählt wurde, müssen die Normalwerte der Regenzeittage tiefer angesetzt werden. Dabei muß berücksichtigt werden, daß auch in der Regenzeit fast alltäglich wenigstens für einige Stunden die Sonne scheint.

b) Zur Trockenzeit

Phoradendron auf *Richeria:* Wie aus Abb. 5 hervorgeht, hat sich der Tagesgang der Transpiration von *Richeria* gegenüber der Regenzeit weder quantitativ noch in seinem Bewegungssinne verändert. Die kleinen „Schönwetterwölkchen" bringen eine vorübergehende Transpirationssenkung. Das Maximum ist wiederum wenig ausgeprägt. Die starke Trockenheit und Evaporation, welche für den Nachmittag in der Trockenzeit meteorologisch so bezeichnend sind, werden durch Spaltöffnungsschluß kompensiert, so daß sie in der Transpirationskurve überhaupt nicht mehr zum Ausdruck kommen. Dafür ist bei völligem Spaltenschluß vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang immer noch kutikuläre Transpiration nachweisbar. Gegenüber diesem haushälterischen Ablauf der Transpiration des Wirtes, wirkt die des Parasiten geradezu verschwenderisch. Die Transpiration übersteigt die der Wirtspflanze um ein Vielfaches, sie ist äußerst bewegt, sinkt aus äußerem Anlaß — Bewölkung um 10 Uhr und nach 13 Uhr — vorübergehend stark ab und hat zur Zeit der starken Transpirationseinschränkung des Wirtes während der größten Lufttrockenheit des Tages zwei exzessive Maxima, welche durch eine — wahrscheinlich wieder autonome — Senkung der Wasserabgabe unterbrochen sind. Beide Maxima erreichen die hohen Werte von 40 mgr/dm²/min. Die vor Härtel für *Viscum* fest-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

gestellte Transpirationseinschränkung in der für den Wasserhaushalt gefährlichen Jahreszeit trifft also in unserem Beispiel wohl für den Wirt, nicht aber für den Parasiten zu: Die Transpiration des Parasiten erweist sich als völlig gleichläufig mit der Evaporation und nur über-

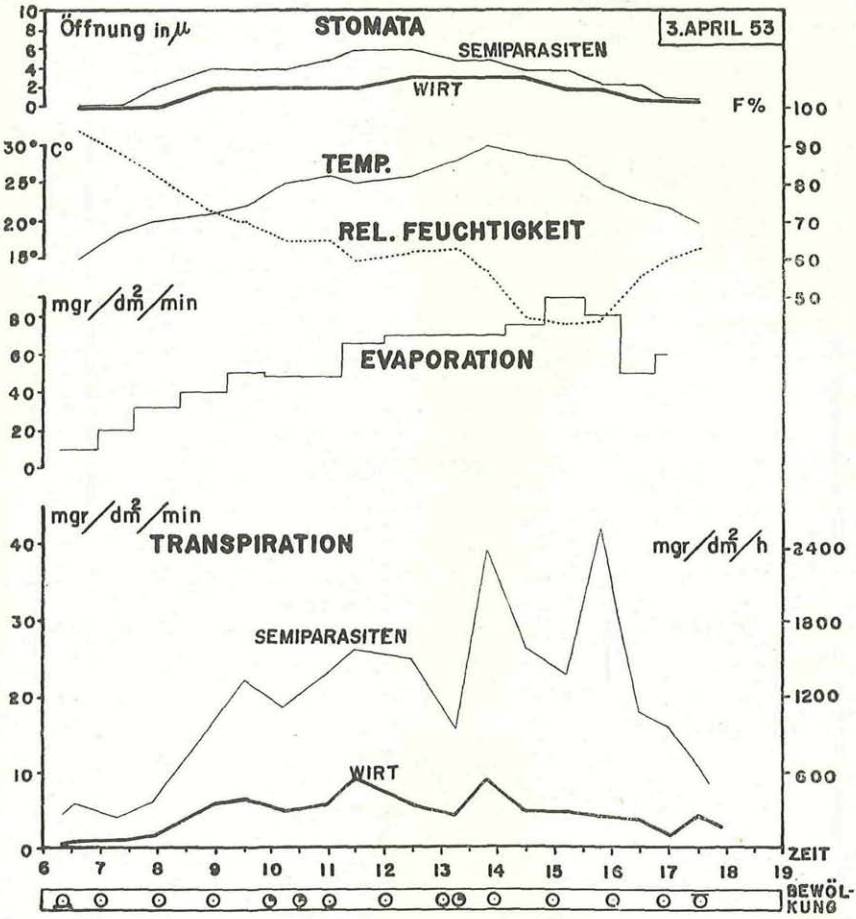

Abb. 5. Tagesgang von *Phoradendron Zuloagae* mit *Richeria* als Wirt zur Trockenzeit.

einstimmend mit dem völligen Stomataschluß, während die untertags wechselnde Stomataöffnung wiederum nicht in der Transpirationskurve zum Ausdruck kommt.

Phoradendron auf *Gaiadendron:* Ähnlich wie in der Regenzeit spricht sich auch hier (Abb. 6) die Verwandtschaft von Wirt

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

und Parasit in ähnlichen Transpirationskurven aus. Die beiden Parasiten transpirieren viel stärker als der Wirt. Es fällt auf, daß das Spalt-

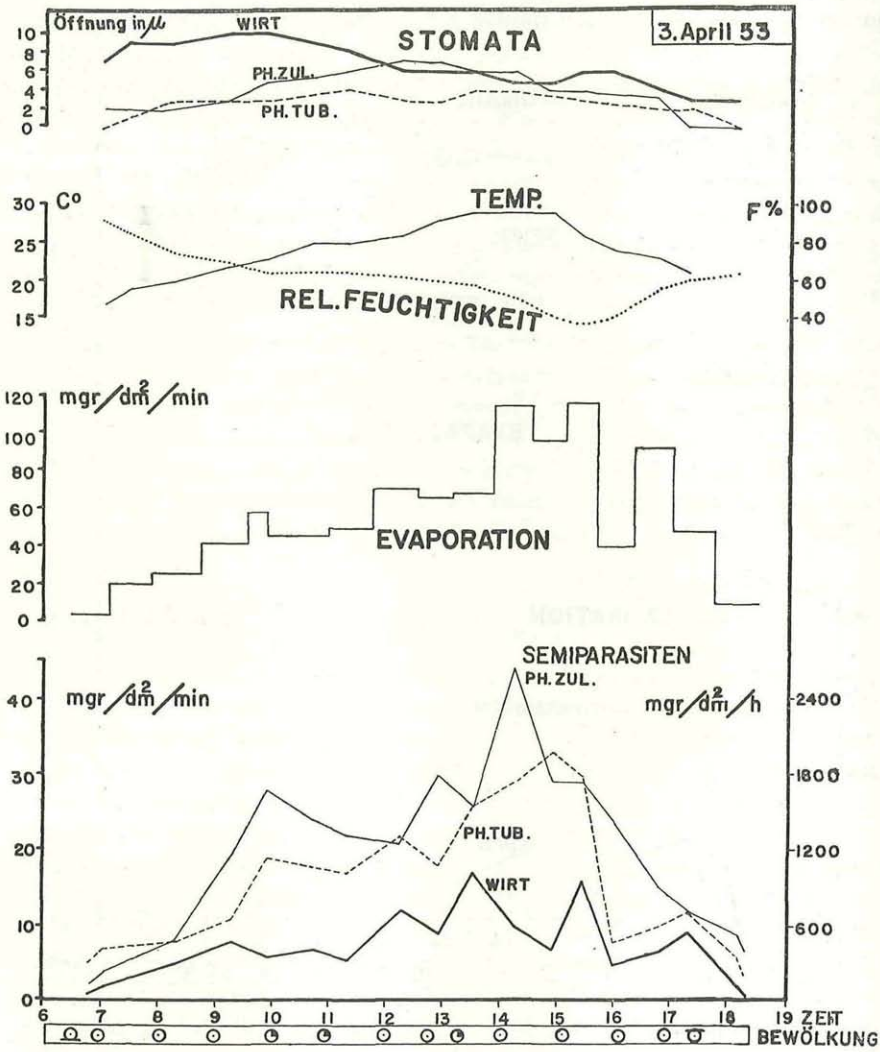

Abb. 6. Tagesgang von *Phoradendron Zuloagae* und *Ph. tubulosum* mit *Gaiadendron* als Wirt zur Trockenzeit.

öffnungsspiel des Wirtes, genau wie bei *Richeria*, so eingestellt ist, daß die gefährliche Trockenheit des Nachmittags zu zwei Maxima führt, die gegenüber den enormen Maxima der Verdunstung deutlich gedämpft erscheinen. Die Parasiten dagegen, wiederum *Phoradendron Zuloagae*

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

mehr als *tubulosum*, beantworten die extreme Trockenheit, hohe Temperatur und hohe Evaporation mit starker Wasserabgabe, ohne daß dabei Welkungserscheinungen auftreten, sodaß sie offenbar auch in der heißesten Zeit ihren Wasserhaushalt ausgeglichen halten — natürlich auf Kosten des Wirtes.

Schon auf dem Wirte *Richeria* fiel auf, daß die in der Regenzeit trägen Spaltenreaktionen des Parasiten in der Trockenzeit lebhafter werden; dies wird auf *Gaiadendron* noch deutlicher. Die Spaltöffnungsbewegungen begleiten ganz im Sinne nützlicher Regulation den Tagesverlauf, ohne im Einzelnen völlig mit der Transpirationskurve zusammenzustimmen. Im Gegenteil: *Phoradendron Zuloagae* erreicht die stärkste Öffnung der Stomata von 7 μ zwischen 11 und 13 Uhr, während die stärkste Transpiration erst nach 14 Uhr einsetzt.

Ein Überblick der Tagesgänge während der Trockenzeit zeigt, daß der Wasserhaushalt der Parasiten auch während der Stunden der stärksten Ausspannung der Wasserbilanz des Wirtes verschwenderisch bleibt, weshalb die Trockenheit die Gefährlichkeit des Befalls für den Wirt erhöht.

Stichproben aus dem Interior

Auf einer steilen und trockenen Bergsabana bei San Felipe im Staate Yaracuy 600 m s. m. war eine vereinzelte Papilionate — *Machaerium* sp. — von *Phoradendron* befallen. Die Transpirationsmessung erfolgte zur Mittagszeit während der Trockenzeit. Sie ergab für den Wirt 7,5 mgr/dm²/min und für den Parasiten 16,6 mgr/dm²/min. Aus einem Cafetal, welches in der oben erwähnten Paßlandschaft von Los Teques liegt, stammt die folgende Messung: Wirt (die Composite *Oliganthes acumimata*) 6,9 mgr/dm²/min, Parasit (ebenfalls *Phoradendron*) 20,5 mgr/dm²/min. Beide Proben zeigen größenordnungsmäßige Übereinstimmung mit den in den Tagesgängen bei Caracas gefundenen Werten.

Zusammenfassung

Es wurden die Tagesgänge tropischer Loranthaceen (*Phoradendron Zuloagae* und *Ph. tubulosum*) und ihrer Wirte, der Loranthacee *Gaiadendron* und den Euphorbiacee *Richeria*, am natürlichen Standort untersucht. Die Transpiration der Semiparasiten beträgt in der Regenzeit wie in der Trockenzeit ein Vielfaches von der ihrer Wirte. Auch in den Stunden der stärksten Evaporation während der Trockenzeit schränken die Parasiten ihre Wasserabgabe nicht ein. In dieser Hinsicht verhalten sie sich also anders als das europäische *Viscum album*, welches in dem für den Wasserhaushalt des Wirtes ungünstigen Winter seine Transpiration einschränkt. Die exzessive Transpiration der tropischen Semiparasiten erreichte sowohl in der Regen- wie in der Trockenzeit Werte über 20 mgr/dm²/min. Der höchste gemessene Wert war 43 mgr/dm²/min. Daß

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

solche Transpirationsgrößen für den Wirt katastrophal werden können, macht die Übersicht über das Auftreten des Loranthaceenbefalls in Venezuela anschaulich. Der Loranthaceenbefall wird vor allem da gefährlich, wo die natürliche Vegetationsdecke durch menschlichen Einfluß zerstört wurde.

Summary: Researched were the daily transpiration rates of tropical Loranthaceae (*Phoradendron Zuloagae, Phoradendron tubulosum*) and their hosts (*Loranthaceae: Gaiadendron, Euphorbiaceae: Richeria*) under natural conditions. The semiparasites transpire much more than their hosts as well during the rain- as during the dry season. Even during the highest evaporation in the dry season they do not restrict their transpiration and therewith behave otherwise than the european *Viscum album*, that restricts its transpiration during the winter month which are unfavorable for the water-economy of its host. The excesive transpiration of the tropical semiparasites reached values of more than 20 mg/dm²/min. as well as in the rain- as in the dry season. These high transpiration quotes can be of a very bad effect for the host plants, as shown by the survey of the distribution of *Loranthaceae*-befall in Venezuela, more over the effect can be even dangerous in those regions where the natural vegetation cover was destroyed by men.

Schrifttum

BERGDOLT E. 1927. Über die Saugkräfte einiger Parasiten. Ber. dtsch. bot. Ges. 45.

DOTTERWEICH H. 1940. Das biologische Gleichgewicht. Jena.

HÄRTEL O. 1936. Pflanzenökologische Untersuchungen an einem xerothermen Standort bei Wien. Jb. wiss. Bot. 83.

— 1937. Über den Wasserhaushalt von *Viscum album* L. Ber. dtsch. bot. Ges. 55.

HARRIS A. and HARRISON G. 1930. Osmotic concentration and water relations in the mistletoes. Ecology. 11.

KAMMERLING I. Z. 1914. Ein vergleichender Versuch über die Verdunstung von *Viscum album* und von einigen sommergrünen und immergrünen Holzpflanzen. Ber. dtsch. bot. Ges. 32.

— 1914. Verdunstungsversuche mit tropischen Loranthaceen. Ber. dtsch. bot. Ges. 32.

KOSTYTSCHEW S. 1922. Über die Ernährung der grünen Halbschmarotzer. Ber. dtsch. bot. Ges. 40.

NAVARRETE M. F. 1858. Colección de los viajes y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV. Madrid.

PANNIER F. Revisión de las Lorantháceas venezolanas (in Vorbereitung).

PITTIER H. et al. 1945. Catálogo de la Flora Venezolana. Caracas.

SENN G. 1913. Der osmotische Druck einiger Epiphyten und Parasiten. Verh. natf. Ges. Basel 24.

TAMAYO F. 1943. Proceso de la Despoblación y Reposición de las Colinas de Caracas. Caracas.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: 5_1_2

Autor(en)/Author(s): Vareschi Volkmar, Pannier Fritz

Artikel/Article: Uber den Wasserhaushalt tropischer Loranthaceen am natürlichen Standort. 140-152