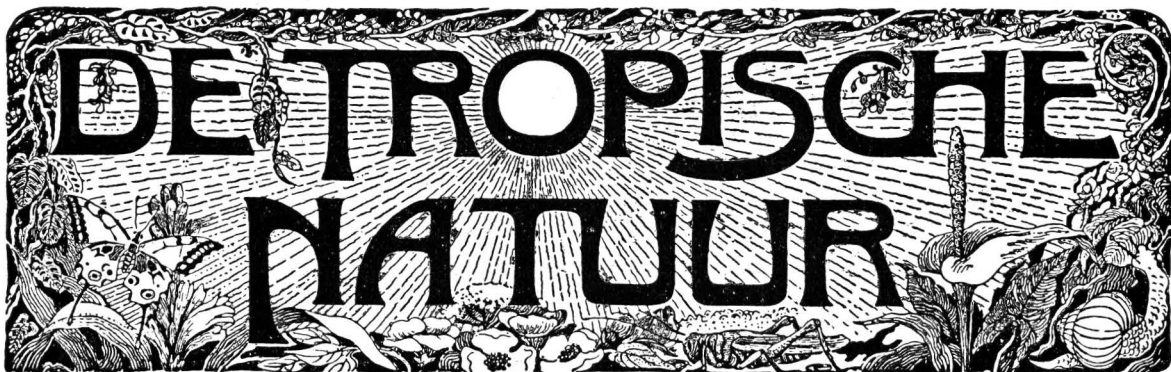




J.T

Redactie: Dr K. W. DAMMERMAN, Prof. Dr H. C. DELSMAN, Dr D. F. VAN SLOOTEN
Vaste Medewerkers: Dr J. G. B. BEUMÉE, L. COOMANS DE RUITER, Prof.
 Dr W. M. DOCTERS VAN LEEUWEN. Dr Edw. JACOBSON, Dr S. LEEFMANS,
 :- J. C. VAN DER MEER MOHR Jr., J. OLIVIER -:

Adres der Redactie: Van Imhoffweg 10, Buitenzorg

§ § ABONNEMENTSPRIJS VOOR NIET-LEDEN DER N. I. N. H. V. f 8.50 § §

OVER DE ADEMWORTELS DER MANGROVE-PLANTEN

Gedurende een vrij lang verblijf in den Maleischen Archipel wijdde ik mij meer in het bijzonder aan de studie der mangrove-vegetatie, dus van die eigenaardige moerasbosschen, welke aan tropische kusten voorkomen binnen het bereik der getijden en die dan ook bij vloed geregeld overstroomd worden. Wanneer bij eb het water terugwijkt, is het terrein der mangrove tot een doodsch moeraslandschap herschapen, welks bodem meestal bestaat uit een aan de oppervlakte weke, daaronder taai modder, waarin men hier en daar diep kan wegzakken.

Bijzonder weelderig gedijen de mangrove-bosschen aan zulke kustgedeelten, waar het land geleidelijk naar zee afloopt, d.w.z. in de eerste plaats daar, waar rivieren in zee uitmonden en vlakke overstromingsgebieden hebben doen ontstaan, welke reeds door een geringe stijging van den waterspiegel bij vloed over een groote oppervlakte onder water worden gezet.

Verscheidene vertegenwoordigers uit de mangrove-vegetatie zijn zeer opvallend door het bezit van eigenaardige luchtwortels, die loodrecht uit den bodem omhoog groeien in den vorm van vaak houtige, steltvormige organen van verschillende lengte. Het mooist zijn deze luchtwortels ontwikkeld bij de *Sonneratia*-soorten; hieronder zullen zij dan ook voor deze soorten uitvoeriger behandeld worden.

Vooraf willen wij aan de hand van de eerste 4 afbeeldingen een uiteenzetting van den groei van een *Sonneratia*-boom geven. Figuur 1 vertoont een oudere, aan den voet vertakte stam van *Sonneratia alba*, te midden van talrijke, dicht opeenstaande luchtwortels. Zooals men in fig. 4, welke van dicht bij is genomen, kan zien,

treft men naast de oudere luchtwortels, wier houtlichaam reeds vergaan is, zoodat alleen de schors is overgebleven, ook jongere aan, die veel slanker zijn en met asperge-scheuten zouden kunnen worden vergeleken. Figuur 2 geeft het inwendige van zulk een *Sonneratia-acida*-begroeiing weer. De zwakke bevestiging der boomen in den meegeevenden modderbodem komt duidelijk tot uiting door de omstandigheid, dat een gedeelte der stammen scheef staat. Ook hier is de bodem als bezaaid met luchtwortels.

De luchtwortels van *Sonneratia* ontspringen aan lange, zich in den bodem horizontaal uitstrekkende wortels, die wij *kabelwortels* zullen noemen. Daar deze in den weeken bodem geen tegenstand ondervinden, groeien zij, straalsgewijs aan den stam



Fig. 1. *Sonneratia alba* met een aan den voet vertakte stam te midden van een veld van luchtwortels, bij eb. Mangrove bij Lateri op Ambon.

Foto v. d. S.]

ontspringend, in horizontale richting verder. Zoo komt het, dat, zooals fig. 3 (links) aantoont, de uit deze kabelwortels ontspringende luchtwortels dikwijls in duidelijke rijen zijn gerangschikt.

Tot voor kort hield men de luchtwortels van *Sonneratia* voor ademwortels, d. w. z. men schreef hun het vermogen toe om zuurstof uit de atmosfeer te leiden naar de bodemwortels, die immers groeien moeten in

nauwelijks voor lucht toegankelijke modder. De bodem der mangrove nu is inderdaad, zooals de door ons verrichte metingen hebben uitgewezen, buitengewoon arm aan zuurstof, meestal zelfs nagenoeg zuurstofvrij. Anderzijds kunnen de luchtwortels werkelijk gassen doorlaten, zoodat via de luchtwortels zuurstof uit de atmosfeer tot de bodemwortels kan doordringen. Men kan ze dus vergelijken met „neuzen”, die uit de kabelwortels boven het moddervlak uitsteken.

De luchtwortels van *Sonneratia* hebben echter nog een andere en wel zeer belangrijke beteekenis, welke verband houdt met een door de botanici tot op heden geheel verwaarloosde, bijzondere eigenschap van den aard der mangrove als standplaats; de *luchtwortels weten zich nl. aan te passen aan de geleidelijke ophooging van den modderbodem der mangrove*.

Zooals reeds werd gezegd, groeien de mangrove-planten, dus ook *Sonneratia*, steeds dáár, waar zij in het bereik zijn van eb en vloed en wel in hoofdzaak nabij de mondingen der rivieren. Daar ligt bij eb de bodem droog, omdat het water

met het terugwijken van den vloed zich verzamelt in de beddingen der doorgaans talrijke zijtakken in de delta (fig. 5, I). Wanneer de vloed weer komt opzetten, stroomt het zeewater opnieuw het rivierbed binnen en stuwt daar door het rivierwater op. Dit laatste, dat rijk is aan zwevende bestanddeelen, vermengt zich nu met het zeewater, overstroomt de oevers en zet de aldaar groeiende mangrove-planten gedeeltelijk onder water (fig. 5, II). Deze opstuwing van de watermassa heeft ten gevolge, dat de zwevende bestanddeelen



Fig. 2. Een *Sonneratia-alba*-vegetatie bij eb in de mangrove van Belawan (S.O.K.). Uit den modderbodem steken talloze luchtwortels van verschillende lengte omhoog.

[Foto v. d. S.]



Fig. 3. *Sonneratia alba* met talrijke luchtwortels rondom den stam. Mangrove bij Negerilama op Ambon.

[Foto v. d. S.]

zich op den bodem afzetten, een proces, dat door de vermening van het rivierwater met het zeewater nog bevorderd wordt, want het zoutgehalte van het laatste werkt coaguleerend op de deeltjes, die daardoor aan gewicht toenemen en aldus sneller zinken.

Op deze wijze heeft de modderafzetting in de vloed-zone plaats, waardoor de bodem voortdurend wordt opgehoogd. In het mangrove-gebied van Belawan (S. O. K.) kon ik een aanwas van het substraat van

1 — 3 mm per maand vaststellen, d.i. per jaar dus het aanzienlijk bedrag van

13 — 35 mm, afgezien nog van de hoogwaterperioden, waarin deze afzetting belangrijk sterker plaats heeft.



Fig. 4. *Sonneratia alba* met oude, deels in het centrale deel reeds vergane luchtwortels, die dicht begroeid zijn met roodwieren. Mangrove bij Lateri op Ambon.

Foto v. d. S.)

jonge plant met nog jonge luchtwortels. Deze laatste vertoonen, na uitgraving, het in fig. 6 weergegeven beeld en bestaan uit een lang onderaardsch en een korter bovenaardsch gedeelte. Aan het eerst genoemde gedeelte ontspringen een aantal zwakke, horizontaal verloopende, enkelvoudig vertakte zijwortels, welke alle onderling gelijk zijn.

De verdere ontwikkeling van deze luchtwortels wordt nu beheerscht door de ophooging van het modderoppervlak. Zij groeien zoowel in de lengte als in de dikte. Wat den *lengtegroei* betreft, zoo zij allereerst vermeld, dat de luchtwortels een bepaalde lengte niet overschrijden. Het boven den bodem uitstekende gedeelte kan echter in lengte verschillen al naar gelang van het sneller of langzamer aangroeien van de modderlaag. In het laatste geval is zij langer dan bij een sneller verloopende bodemophooging. Zoo mat de in fig. 9 afgebeelde luchtwortel 38 cm, waarvan 25 cm (d.i. $\frac{2}{3}$) op rekening kwamen van het onderaardsche deel. Hoogt de bodem zich daarentegen slechts weinig op, dan verkrijgt men een omgekeerde verhouding:

Voor de boomen van de mangrove be- teekent een dergelijke aanwas een bedreiging van hun voortbestaan: na enkele jaren toch zou op deze wijze hun wortelstelsel zoo diep in den bodem onder- gewerkt zijn, dat het niet meer zou kunnen functionneeren. Om aan dit gevaar te ont- komen, bedienen de *Sonneratia's* zich van luchtwortels, die hier de eigenlijke dragers der fijnere zijwortels (*voedingswortels*) zijn.

Laat ons thans eerst nagaan hoe de zaken staan bij een

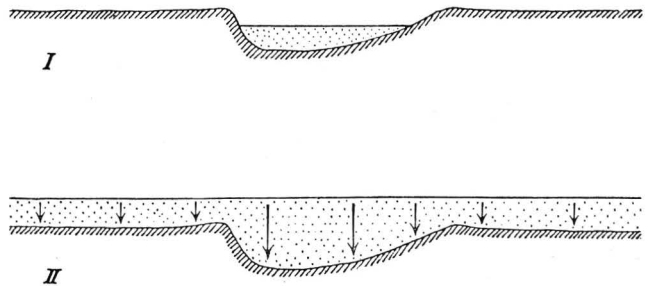


Fig. 5. Schematisch profiel door een rivierarm in een mangrove-gebied, I bij eb, II bij vloed. De zwevende bestanddeelen zijn door puntjes aangegeven; de pijlen geven het omlaagzinken dezer deeltjes weer en stellen dus het proces der sedimentatie voor.

zoo kan bij een totale lengte van 62 cm het bovenaardsch gedeelte 54 en dus het onderaardsch slechts 8 cm lang zijn.

Wat betreft den *secundairen* *diktegroe*i der luchtwortels, zoo is vooral de groei van het houtlichaam van belang. Dit houtlichaam is bij de bodemwortels opvallend dun, hetgeen wel met het buitengewoon hooge watergehalte van het substraat (tot 60%) zal samenhangen. Dientengevolge is de houtmassa van het zich in den bodem bevindend gedeelte der jonge luchtwortels ook dun. Slechts boven den grond heeft een belangrijke groei van dit houtlichaam plaats en wel voornamelijk dáár, waar de luchtwortel het substraat verlaat.

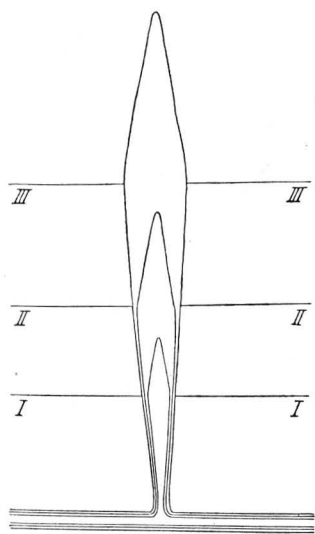


Fig. 7. Schematische schets, voorstellende den secundairen diktegroe*i* van het houtlichaam van een luchtwortel van *Sonneratia* in verband met den aanwas van het modderoppervlak. I, II en III zijn de verschillende stadia van dezen aanwas.

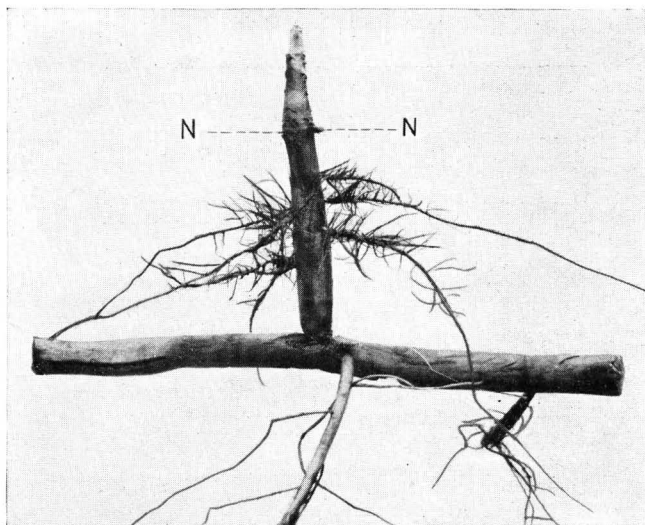


Fig. 6. *Sonneratia acid*a. Jonge luchtwortel aan de bovenzijde van een kabelwortel, ongeveer $\times \frac{1}{2}$. De lijn NN geeft aan tot hoever de luchtwortel in den grond steekt.

[Foto v. d. S.]

Daar dit niveau zich naar

gelang van de ophooging van den bodem verplaatst, ontstaat ten slotte van den voet van den luchtwortel tot aan de grens van het substraat een kegelvormig houtlichaam. Maar omdat vanaf dit oppervlak tot aan de spits van den wortel het houtlichaam weer geleidelijk aan in ontwikkeling afneemt, vertoont de luchtwortel de gedaante van een spoelvormig lichaam. — Men vergelijke het schema van fig. 7 en den in fig. 9 afgebeelden ouderen luchtwortel.

Tijdens den lengte- en diktegroe*i* der luchtwortels heeft er ook een verandering plaats bij de zijwortels. De primaire (voedings-)wortels (fig. 6) verdwijnen en worden door secundaire vervangen, welke uitsluitend dicht onder het modderoppervlak ontstaan, hetgeen in fig. 8 schematisch is voorgesteld. Hoe verder de luchtwortels doorgroeien, des te langer en krachtiger worden de nieuwe zijwortels (voedingswortels) en des te rijkelijker hun vertakkingen, zoodat zij zich ten slotte gesplitst hebben tot in de 3e orde.

Aan de oudere deelen der luchtwortels, waaraan de voedingswortels reeds verdwenen zijn, ontstaan later sterkere zijwortels, die èn minder vertakt zijn èn niet horizontaal verlopen, doch schuin of zelfs recht naar omlaag groeien. Wij kunnen *deze* zijwortels het best met den naam van *ankerwortels* bestempelen, waarmede tevens hunne vermoedelijke functie is aangegeven. De boven deze geplaatste, rijk vertakte, dunnere

wortels, die allereerst voor opname van voedingsstoffen dienen, hebben wij daarom voedingswortels genoemd. Deze laatste spreiden zich horizontaal uit dicht onder het bodemoppervlak. Vergelijkt men fig. 6 met fig. 9, dan komt op dit laatste de differentiatie der zijwortels van een ouderen luchtwortel duidelijk tot uiting. De zone der voedingswortels is hier 4–6 cm breed, terwijl in deze zone het aantal voedingswortels 28 bedraagt.

Tegenover deze buitengewone ontwikkeling van het systeem van

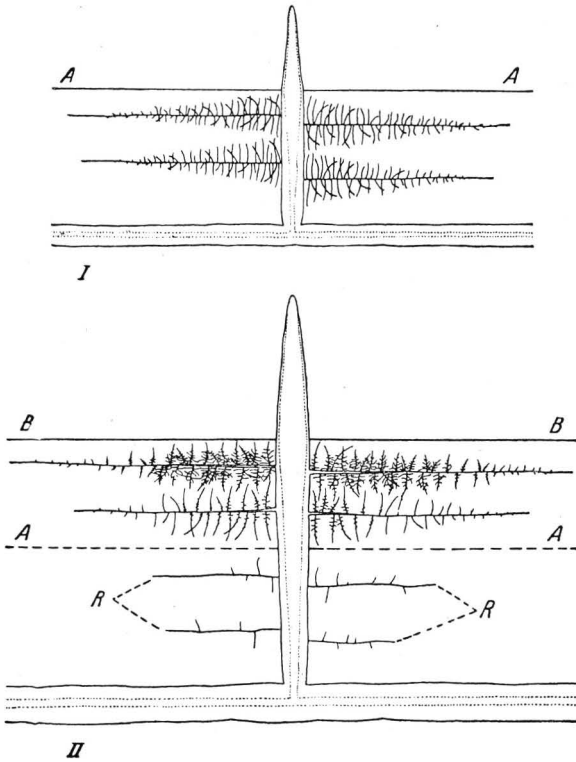


Fig. 8. Schematische schetsen van de vorming van zij-, nl. voedingswortels bij luchtwortels van *Sonneratia*. I: jonge luchtwortel, overeenkomend met die in fig. 6; II: ouder stadium. Het substraat is aangegroeid van AA tot BB. Van de oorspronkelijke zijwortels gedurende het Iste stadium zijn nog slechts resten (R) voorhanden. In hun plaats zijn onmiddellijk onder het nieuwe modderoppervlak langere en sterker vertakte zij-(voedings-)wortels ontstaan.

voedingswortels aan de luchtwortels, bezitten de vertakkingen der overige zijwortels, nl. aan die, welke uit de kabelwortels voortkomen, nagenoeg geen beteekenis. Voorzoover zij zijdelings aan deze ontspringen, groeien zij uit tot kabelwortels van de 2e orde, welke horizontaal den bodem doordringen en aan hun bovenzijde weer luchtwortels vormen. De aan de onderzijde der kabelwortels ontspringende zijwortels blijven echter klein en vertakken zich slechts weinig, zoodat zij noch tot verankering, noch tot voeding van den boom in belangrijke mate kunnen bijdragen. Zoo waren aan een deel van een kabelwortel, dat 2 sterke luchtwortels droeg, slechts 5 zwakke zijwortels

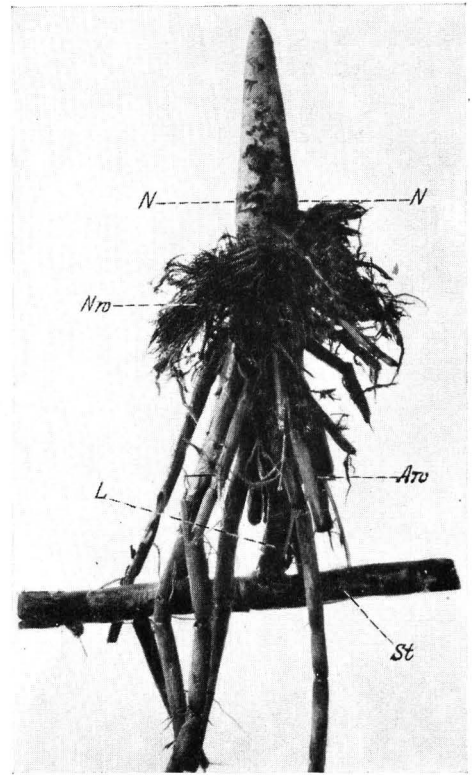


Fig. 9. Oude luchtwortel van *Sonneratia acida* aan de bovenzijde van een kabelwortel (St.), ongeveer $\times \frac{1}{7}$. Nw en Aw resp. voedings- en ankerwortels van den luchtwortel, beide slechts deels behouden. De voedingswortels zijn sterk vertakt en kunnen tot 50 cm lang worden; de ankerwortels hebben veel minder zijwortels. NN is het bodemoppervlak.

[Foto v. d. S.]

voorhanden, terwijl het onder-

aardsch gedeelte der luchtwortels daarmee zoo dicht bezet was, dat ik er van deze in totaal 106 kon tellen.

Wij kunnen dus spreken van een omgekeerde volgorde van het wortelstelsel, waarbij de voedingswortels zich niet in de diepere aardlagen, zooals gewoonlijk het geval is, doch integendeel onmiddellijk onder het bodemoppervlak bevinden. Aangezien de voedingswortels uit organen ontspringen, waaraan zich, bij voortgezette ophooging van het terrein, nieuwe zijwortels onder het oppervlak kunnen ontwikkelen, zoo bestaat de mogelijkheid, dat zodoende het geheele wortelstelsel als het ware in dezelfde mate opgeheven wordt en aldus in staat is haar plaats onmiddellijk onder het modderoppervlak te handhaven, zoodat de luchtzuurstof rechtstreeks tot het wortelweefsel kan doordringen. Wat de voedingswortels betreft, zou dus de toevoer van zuurstof door het bovenaardsch gedeelte der luchtwortels in elk geval gemist kunnen worden.

Zoo komen wij tot de slotsom, dat aan de luchtwortels van *Sonneratia* niet uitsluitend de beteekenis van ademhalingsorganen moet worden toegekend, doch dat zij veeleer beschouwd dienen te worden als een rechtstreeksche aanpassing aan den gestadigen aanwas van het bodemoppervlak, een aanpassing, welke als zoodanig in het plantenrijk geheel op zich zelf staat.

München, September 1932.

WILHELM TROLL.

EEN LUIDRUCHTIGE VISCH

Voor anker liggend in een der mondingen der groote Zuid-Sumatra-rivieren (Mesoedji, Toelang bawang, Sepoetie of Sekampong), waren we aan boord van onze schuit reeds herhaalde malen vergast op een kwaakconcert, zooals men meerdere malen te hooren krijgt nabij een kikkerrijk moeras, in den aanvang van den regentijd.

Deze kwaakgeluiden kwamen echter niet uit een moeras, maar direct uit de rivier, dus vanonder de kiel der schuit. De sterkte was zeer verschillend en dikwijls even krachtig en aanhoudend als het zwaarste kikkerconcert. Het heeft ook veel van een korten stoot op de claxon van een auto. Het eigenaardige is, dat men in den regentijd (westmoesson) alleen onmiddellijk buiten de mondingen der rivieren dit geluid hoort, waar het water brak is, en in den oostmoessontijd juist tot de grens van het brakke water, op de bovengenoemde rivieren in het midden en eind van den oostmoesson tot 10 à 15 km stroomopwaarts, en wel het sterkst juist op de grens van geheel zoet en brak water.

Het concert begon steeds (onafhankelijk van eb- of vloedtijd) tegen het invallen der duisternis en duurde meestal tot voorbij middernacht, om hierna geleidelijk af te nemen, tot het geheel verstomde tegen het aanbreken van den dag. Het was steeds duidelijk te hooren, dat het geluid door levende wezens werd voortgebracht en tevens, dat het beesten waren van verschillende grootte en (of) ouderdom te oordeelen naar de verschillende tonen, vanaf zware basstemmen tot meer zwakke, maar hoogere tonen.

Het werd soms tegen 8 — 10 uur n.m. zoo erg, dat een geregeld gesprek in de kajuit bijna niet gevoerd kon worden, daar het gesprokene nu en dan overstemd werd door het voortdurende gekwaak, hetwelk, direct onder de kiel der