

OVER ZADEN, DIE VAN HET GEWONE TYPE AFWIJKEN, EN OVER BROEDKNOPPEN, DIE AAN ZADEN DOEN DENKEN.

Men stelt zich een zaad gewoonlijk voor als een met reservevoedsel gevuld voortplantingsorgaan, dat zich als gevolg van een bevruchtingsproces uit een zaadknop ontwikkeld heeft, en dat bij volkomen rijpheid alleen wat water behoeft om zijn ontwikkeling tot een nieuw plantje te kunnen aanvangen. Onaanvechtbaar is in deze voorstelling van het zaad feitelijk echter alleen zijn karakterisering als een voortplantingsorgaan, dat zich uit een zaadknop ontwikkelt: de overige bijzonderheden zijn daarentegen zonder uitzondering bijkomstigheden, die wel vaak aangetroffen worden, maar die bij nader onderzoek toch niet onontbeerlijk blijken. Zaden, waarin nagenoeg geen reservevoedsel aanwezig is, zijn bv. lang niet zeldzaam: men moet ze natuurlijk zoeken onder de kleintjes. In dit opzicht wordt het record wel geslagen door de Orchideeën, waar een enkele vrucht al over de honderd duizend zaadjes kan bevatten. Door de geringe hoeveelheid reservevoedsel komt de kieming hier dan ook in den regel spoedig tot stilstand; alleen wanneer het kiempje gelegenheid krijgt organisch voedsel op te nemen, kan het op normale wijze tot een jong plantje uitgroeien. Dit gebeurt bijvoorbeeld, wanneer men de zaadjes op een suikerhoudenden voedingsbodem tot ontkieming brengt. In de natuur onttrekt het kiempje deze stoffen echter aan schimmeldraden, waarmee het op zijn groeiplaats toevallig in aanraking komt; normalerwijs gaat het plantje dus een verbinding aan met een schimmel, die ten deele in zijn wortel opgenomen wordt. Deze verbinding blijft ook later bestaan en stelt de plant in staat voortdurend een gedeelte van zijn voeding aan den schimmel te onttrekken. Hierdoor kunnen de Orchideeënwortels het in den regel ook stellen zonder de groote oppervlakte-ontwikkeling, die men elders gewoonlijk bij het wortelstelsel opmerkt. Zijn ze toch betrekkelijk goed ontwikkeld, dan hebben ze meestal een bijzondere functie; bij de epiphytische Orchideeën zijn ze bv. vaak door de ontwikkeling van bladgroen in de schors van beteekenis geworden voor de koolzuurassimilatie, terwijl een dikke, vloeipapierachtige huidlaag regenwater opslurpt en tijdelijk bewaart. De uitbuiting van den wortelschimmel geschiedt aan den anderen kant bij sommige soorten zoo grondig, dat deze het zonder bladgroen en dus zonder zelf koolhydraten te vormen kunnen stellen. Deze bladgroenlooze Orchideetjes (het zijn meest kleine plantjes) vindt men hoofdzakelijk in vochtige bosschen, waar de bodem bijzonder geschikt is voor de ontwikkeling van den schimmel. Bij andere plantenfamilies komt een dergelijke afhankelijkheid van bodemschimmels voor, bv. bij vele *Burmanniaceae*, die nimmer bladgroen bezitten, en bij de families der *Polygalaceae* en der *Gentianaceae*, waar men evenals bij de Orchideeën alle overgangen vindt van de normaal bebladerde, groene plant tot volkomen bladgroenlooze saprophyten met in vliezige schubben veranderde bladeren. Ook bij deze planten vindt men in het algemeen zeer kleine, voedselarme zaden. Kleine zaadjes zijn verder ook karakteristiek voor bladgroenlooze planten, die, zooals de *Rafflesiaceae* en de *Balanophoraceae*, als parasieten op andere zaadplanten leven, en bij planten, die weliswaar bladgroen bezitten, maar die toch hun voedsel ten deele met

behulp van zuigwortels aan andere planten onttrekken, bv. bij een aantal *Scrophulariaceae*. Bij al deze planten gaat de kiem te gronde, wanneer het worteltje niet tijdig in aanraking komt met een orgaan, waaraan het voedsel kan onttrekken. Bij parasieten, die bladgroen bezitten, kunnen de zaden echter ook betrekkelijk groot zijn, bv. bij de *Loranthaceae* en *Santalaceae* en bij de parasitische klimplant *Cassytha*. Daar bij de *Loranthaceae* het kiemworteltje veelal moet beginnen met zich door een laag dood en voedselarm weefsel heen te boren, is hier een zekere hoeveelheid reservevoedsel in het algemeen zeker wel noodig.

Het voedsel zelf kan zich op zeer verschillende plaatsen in het zaad bevinden. In enkele gevallen is het ten deele in de zaadhuid afgezet en deze dringt dan vaak — zooals bij het pinang-zaad en bij de muskaatnoot — plooivormig in het kiemwit binnen, dat daardoor gemarmerd wordt. Wellicht kan ook een deel van het voedsel in den bij sommige zaden aanwezigen zaadmantel, of in het zoogenaamde kiempropje, door het kiemende zaad verbruikt worden. In het algemeen zijn deze aanhangsels echter al verdwenen, voordat de kieming begint; deze zaden worden immers hoofdzakelijk verspreid door dieren, die zich met den zaadmantel of met het kiempropje voeden. Veel gewoner echter is het, dat het voedsel afgezet is in het kiemwit of in de kiem zelf; in het laatste geval zit het meestal in de zaadlobben. In sommige gevallen is het voor een deel of bijna heelemaal in het *hypocotyl* afgezet, dat dan het uiterlijk van een knolletje heeft en de ruimte binnen de zaadhuid bijna geheel vult. De zaadlobben zijn in zulke gevallen dikwijls heel klein en moeilijk te herkennen, zoodat men ze bij een oppervlakkige beschouwing licht over het hoofd ziet en geneigd is het *hypocotyl* voor het kiemwit aan te zien. Deze toestand treft men bv. aan bij de para-noot en bij de zaden van de tot dezelfde familie behorende *Barringtonia*'s. Ook bij de vivipare zaden van de *Rhizophoraceae* is het grootste deel van het reservevoedsel in het *hypocotyl* afgezet, dat hier, zooals wel algemeen bekend is, reeds aan den boom zaad- en vruchtwand doorboort en tot aanzienlijke lengte uitgroeit. Men zou er licht toe geneigd zijn aan te nemen, dat de aanwezigheid van het voedsel in de kiem zelf een snelle kieming zou bevorderen, maar dit is zeker geen algemeene regel; verdeelt men de zaden naar de plaats, waar het voedsel afgezet is, in groepen, dan vindt men in elk dezer groepen snelle en langzame kiemers.

Dat bevruchting niet altijd noodzakelijk is voor de ontwikkeling van kiembare zaden, is reeds in tal van gevallen gebleken. Krijgt men bij een plant, waarvan men, voordat de bestuiving plaats gevonden kan hebben, de stempels weggenomen heeft, toch kiembare zaden, dan heeft men met zoo'n geval te doen. Bij sommige Composieten kan men, door in de knop het bovendeel van het hoofdje met een scheermes weg te snijden, alle bloemen van hun stempels (en meeldraden) berooven, maar niet bij alle planten is deze operatie zoo gemakkelijk uit te voeren en vaak moet men, om zekerheid te verkrijgen, zijn toevlucht nemen tot mikrosopisch onderzoek. Moeilijker aantoonbaar wordt het verschijnsel ook, wanneer het vruchtbeginsel voor zijn verdere ontwikkeling een prikkel behoeft, die het in normale omstandigheden door de bestuiving ontvangt. Om in zoo'n geval te bewijzen, dat de bevruchting overbodig is, kan men voor de bestuiving gebruik maken van gedood stuifmeel of van een stuifmeelextract.

Dat een zaad ook niet altijd water behoeft op te nemen om te kunnen kiemen, blijkt bij

enkele planten, die op plaatsen voorkomen, waar water doorlopend schaars of door een hoog zoutgehalte voor de plant moeilijk opneembaar is; in de eerste plaats dus op het strand of in de mangrove. De mangroveplanten zijn door hun viviparie grootendeels van het water onafhankelijk; bij de soorten, die in de zoutrijkste zône groeien, hebben de kiemplanten bovendien buitengewoon lange hypocotylen, die bij hun val een eindweegs in de weke modder indringen, waardoor het worteltje tegen het periodiek zeer hoog stijgende zoutgehalte aan de oppervlakte beschermd is. De zaden van de meeste strandplanten zullen

ongetwijfeld voor hun kieming wel tijden afwachten, waarin de grond voldoende zoet water toegevoerd krijgt, maar één soort treft men onder hen toch aan, die daarvan onafhankelijk is; dit is onze *Crinum asiaticum* (fig. 1), een plant die overigens ook wel op vochtiger standplaats voorkomt. Neemt men bij deze plant de groote, bolvormige zaden uit de vliezige vrucht en bewaart men ze droog in een doos of in een glazen buisje, dan zal men ze al na enkele dagen gekiemd vinden. Soms kiemen ze trouwens al in de vrucht. Deze zaden moeten dus, behalve de noodzakelijke vaste voedingsstoffen, ook een voldoende voorraad water bevatten. Bij andere



Fig. 1. *Crinum asiaticum* L. langs het strand van de Wijnkoopsbaai.
De rijpe vruchten liggen op het zand, waar de zaden
onmiddellijk kiemen.

soorten van dit geslacht, meest bewoners van de dorre Aziatische en Afrikaansche steppen, vindt men eveneens dergelijke waterrijke, gemakkelijk kiemende zaden.

Bij waterarme zaden, waar overigens voldoende vaste voedingsstoffen aanwezig zijn, is aan den anderen kant watertoevoer alleen niet altijd voldoende om de kieming mogelijk te maken. Dit komt somtijds, doordat het water niet in voldoende mate opgenomen kan worden. Dit kan weer het gevolg zijn van de aanwezigheid van een voor water ondoorlaatbaar hulsel, hetzij in den vruchtwand, hetzij in de zaadhuid, of van een hulsel, dat zoo weinig rekbaar is, dat het slechts een geringe zwelling van den inhoud toelaat, en tegelijk zoo stevig, dat de zwellende inhoud het niet kan doen barsten. Het bezit van dergelijke hulsels stelt de zaden in staat van het water gebruik te maken als verspreidingsmiddel. Ze zijn dan ook een algemeen kenmerk van de vruchten en zaden, die

men op het strand en langs rivieroevers aangespoeld vindt, bv. bij de *Barringtonia*-vruchten en bij de zaden van *Entada phaseoloides*, de „zeeboonen”, van *Caesalpinia crista*, de „knikkertjes”, van *Mucuna* etc. Ook bij zaden, die in het algemeen niet door stroomend water verspreid worden, treft men niet zelden dergelijke ondoorlaatbare

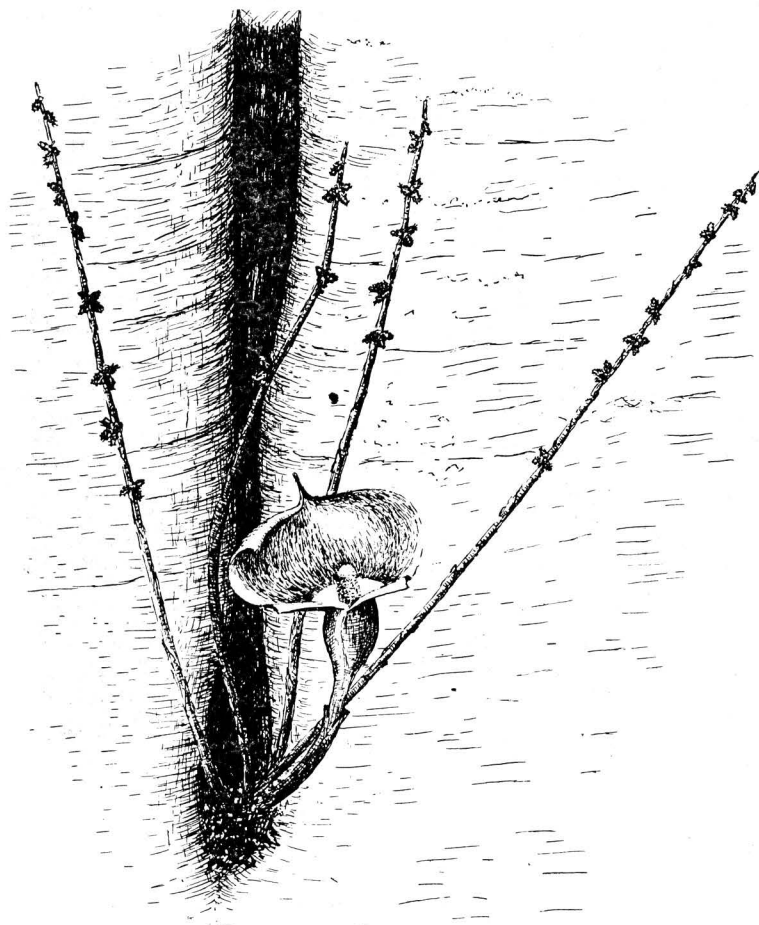


Fig. 2. *Remusatia vivipara* (Roxb.) Schott in een spleet van een boomstam, zooals ze zich in den drogen tijd voordoet: bloeiend met broedknoppen.

de sawah uit zaden, die in de modder van de natte sawah wel aanwezig waren, maar daarin niet konden kiemen. In andere gevallen weer speelt het licht een rol. Merkwaardig is, dat het licht bij sommige zaden juist een tegenovergestelde uitwerking heeft en de kieming vertraagt of verhindert.

Van meer belang dan de invloed van zuurstoftoevoer of van belichting is de gedwongen rustperiode, die vaak tusschen de uitstrooiing van het zaad en de kieming ingeschakeld is, en die we wel met den naam van „narijping” aanduiden. Dat de trap van ontwikkeling, waarin de kiem bij het begin dezer periode verkeert, daarbij — voorzoover dit

hulsels aan, zoo bv. bij de zaden van verscheidene *Acacia*- en *Albizia*-soorten. Van de om hun looistofhoudende bast aangeplante Australische *Acacia*'s verkrijgt men na den rooi een nieuwe opstand door den afval van takken en bladeren, die op het terrein achtergebleven is, te verbranden; de zaden, die in groot aantal in den grond aanwezig zijn, maar die in normale omstandigheden niet of bijna niet kiemen, verschroeien dan oppervlakkig en krijgen daarvoor gelegenheid water op te nemen. Om dezelfde reden krijgt men van *Albizia montana* een goeden opslag, als het zaad op een afgebrand veld in de nog heete asch uitgestrooid wordt.

Ook bij zaden, waar de zaadhuid of andere hulsels geen beletsel vormen, behoeft er bij toevoer van water nog niet altijd kieming op te treden. Soms is zuurstofgebrek de oorzaak: dit verklaart bv. het opschieten der onkruiden op de drooggeleg-

uitwendig te beoordeelen is — van weinig belang is, blijkt wel daaruit, dat narijping bij allerlei soort van zaden een rol speelt zoowel bij zaden met kleine kiemen als bij zaden, waar de kiem het kiemwit geheel en al verdrongen heeft. Van welken aard de veranderingen zijn, die het zaad gedurende deze periode ondergaat, is echter nog grootendeels onbekend.

Ook voortplantingsorganen, die zich niet uit zaadknoppen ontwikkelen, kunnen eigenaardigheden vertoonen, die met die der zaden overeenstemming vertoonen. Sommige daarvan spreken wel haast van zelf: zeker niemand zal er aan twijfelen, dat dergelijke „broedknoppen” meer of minder aanzienlijke hoeveelheden reservevoedsel zullen moeten bevatten. De afzetting van reservestoffen is hier zelfs algemeener dan bij zaden; broedknoppen, die zóó klein zijn, dat ze, zooals de orchideeënzaden, zonder bijvoeding niet tot plantjes kunnen uitgroeien, zijn mij althans niet bekend. Ook in hun gedrag ten opzichte van water en in het voorkomen van gedwongen rustperiodes vindt men echter punten van overeenkomst.

Broedknoppen worden het meest aangetroffen bij planten, waarbij vegetatieve vermeerdering een op den voorgrond tredend proces is; in de eerste wel bij waterplanten. Doordat deze hun voedsel over hun heele oppervlakte, voorzoover deze met het water in aanraking is, opnemen,

zijn de verschillende deelen van het lichaam bij hen veel minder van elkaar afhankelijk dan bij de landplanten en het is dan ook niet te verwonderen, dat zelfs kleine stengelstukjes, voorzoover er maar een knop aan voorkomt, weer tot nieuwe planten kunnen uitgroeien. De twee moeilijkheden, die bij landplanten een dergelijke onbeperkte vegetatieve vermeerdering in den weg staan, de noodzakelijkheid van een voedsel- en waterreserve, waaruit geput kan worden, zoolang de plant nog niet in staat is water en voedsel in voldoende mate van buiten op te nemen en het gevaar van verstopping der bij de afscheiding geopende transportbanen door het binnendringen van lucht in de vaten, moeilijkheden, die in den regel alleen bij de ondergrondsche deelen en dan nog alleen, wanneer de grond voldoende vochtig is, ondervangen kunnen worden, spelen bij de waterplanten geen rol. De sterke vegetatieve vermeerdering op zich zelf helpt hen echter niet in den strijd tegen ongunstige omstandigheden, bv. niet tegen het uitdrogen van de poelen en plassen, waarin ze voorkomen. Om dergelijke ongunstige

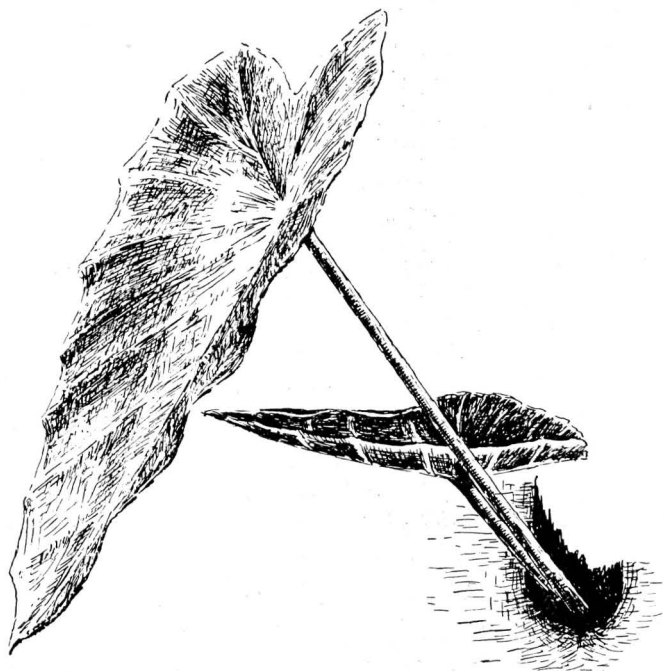


Fig. 3. *Remusatia vivipara* (Roxb.) Schott, in den regentijd.

perioden door te komen worden nu de broedknoppen gevormd, vaak in den vorm van knolletjes of bolletjes, maar soms ook als sterk verkorte stengeldeelen met min of meer vereenvoudigde bladeren, die met elkaar een bolvormig lichaampje vormen. Door hun grooter soortelijk gewicht, hoofdzakelijk het gevolg van een onderdrukking der intercellulaire ruimten, waaraan de gewone stengels en bladeren hun zweef- of drijfvermogen danken, zinken ze naar den bodem, waar ze in de modder de ongunstige periode overleven. Hier ontmoeten we nu de eerste treffende overeenkomst met zaden; ook deze broedknoppen moeten in den regel een gedwongen rustperiode, een soort „narijping” dus, doormaken, voor ze in staat zijn zich tot nieuwe planten te ontwikkelen.

Zooals boven reeds uiteengezet is, speelt de vegetatieve voortplanting bij landplanten een minder belangrijke rol dan bij waterplanten, en de vorming van broedknoppen, d.w.z. van vegetatieve voortplantingsorganen, die op bijzondere wijze voor hun taak toegerust zijn, is zelfs tamelijk zeldzaam. Bij de *Agave's* en *Fourcroya's*, waar men aan den voet van de plant nieuwe rozetten kan zien ontstaan aan het eind van uitloopers, vindt men in de bloeiwijze een groote hoeveelheid broedknoppen. Bij de *Dioscorea's*, waar in den grond vermeerdering optreedt door de vorming van nieuwe knollen, worden er somtijds ook knolletjes gevormd in de oksels der bladeren en zoo is het ook bij *Amorphophallus*; de broedknolletjes worden hier echter op de bladschijf gevormd. Bij *Dioscorea* en *Amorphophallus* vertoonen de broedknoppen twee eigenaardigheden, die bij zaden in het algemeen nog sterker op den voorgrond treden: aan den eenen kant een reductie van het watergehalte en aan den anderen kant de ontwikkeling van een beschermend hulsel, hier in den vorm van een kurkhuidje.

Dat broedknolletjes ook — evenals vruchten en zaden — speciale inrichtingen voor verspreiding kunnen bezitten, zien we bij *Remusatia vivipara* (fig. 2 en 3). Deze Aroidee komt op Java tusschen 150 en 1200 m boven zee, voornamelijk op rotsen, voor, en groeit zoowel op kalk- als vulkanisch gesteente, zoomede in bosschen; soms ook op stronken of epiphytisch, o.a. op d j a t i. De plant bezit een knol, die men echter niet te zien krijgt, daar ze verscholen zit in een spleet of uitholling van den rots of stam, waarop ze groeit. In den natten tijd draagt ze een paar groote bladeren, terwijl in den drogen moesson de bloeikolf met de gele bloeischeede en een aantal spruiten voor den dag komen, die rijkelijk met kleine broedknoppen bezet zijn. Merkwaardig is nu in de eerste plaats, dat deze spruiten klaarblijkelijk geen andere functie hebben dan juist de productie van broedknoppen, en in de tweede plaats, dat de broedknoppen bezet zijn met kleine schubbetjes, die in een omgebogen stekelpuntje eindigen. De broedknoppen zijn hier dus toegerust met een verspreidingsinrichting, die bij vruchten weliswaar niet zoo heel zeldzaam is, maar die bij broedknoppen overigens, zoover mij bekend, niet voorkomt. Ze kunnen daardoor door badjings en andere kleine zoogdieren en vogels, die zich langs den stam of rots bewegen, aan haren of veeren meegesleept worden en elders op denzelfden of op een nabijstaanden boom of rots weer afgestreken worden. Als voortplantingsorganen zijn deze broedknoppen dus wel even goed toegerust als de meeste vruchten en zaden.