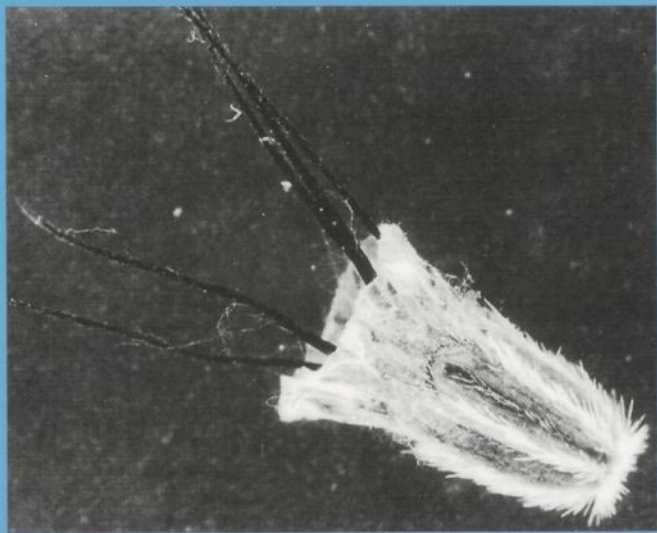


ZADEN EN VRUCHTEN



J.W.G. Pfeiffer

Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr 211

20
FE

Zaden en vruchten

Zaden en vruchten

ir. J.W.G. Pfeiffer

met een bijdrage van

drs. L.J.W. van den Wollenberg

Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse
Natuurhistorische Vereniging
1994

Dit is een uitgave van de Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging
onder redactie van A. Littel, B. Buizer, P. Beuk en G. Dirkse.
Redactieadres: Oudegracht 237, 3511 NK Utrecht.

Wetenschappelijke Mededeling KNNV, nr. 211

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Pfeiffer, J.W.G.

Zaden en vruchten / J.W.G. Pfeiffer; met een bijdrage van L.J.W. van den Wollenberg. - Utrecht:
Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. - Ill. - (Wetenschappelijke
mededeling KNNV, ISSN 0167-5524; nr. 211)
Met lit. opg.
ISBN: 90-5011-074-6
NUGI 824
Trefw.: zaden/vruchten

© Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht 1994

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, microfilm, foto-
copie of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means, without
written permission from the publisher.

Inhoud

Voorwoord	7
Inleiding	8
Begrenzing van het onderwerp	8
Plaats van vruchten en zaden in het plantenleven	8
Ontwikkeling	10
Eerste aanleg	10
Uitgroei en vrijkomen	13
Vrucht en zaad	14
Zaden die vrijkomen uit de vrucht	14
Zaden die besloten blijven in de vrucht	15
Schijnvruchten	16
Afmeting en gewicht	17
Verspreiding door middel van vruchten en zaden	18
Verspreiding door de plant zelf	19
Verspreiding met hulp van de wind	19
Verspreiding via water	22
Verspreiding door tussenkomst van dieren	23
Verspreiding door cultuurmaatregelen en transport	24
Ontkieming	24
Positie van zaden in of op de grond	24
Kiemrust	25
Doorbreking en handhaving van de kiemrust	27
Zaad in de grond, zaadbank	29
Bewaren van zaden	30
Zaad- of genenbank	30
Seminotheek	32
Foto's van vrucht- en zaadvormen	33
Literatuur	58

Voorwoord

Een aantal jaren terug kwam ik in het bezit van een verzameling zaden van cultuurgewassen die in het begin van deze eeuw, zo tussen 1910 en 1920 in ons land in land- en tuinbouw werden gebruikt. Door de grote verscheidenheid in vorm, kleur, textuur van de zaadhuid etcetera raakte ik in dit stukje plantenleven geïnteresseerd. Dat gaf de aanzet tot het bijeenbrengen van een collectie van zaden van wilde planten, die nu in ons land voorkomen. Hoewel deze verzameling nog lang niet volledig is en dat ook wel nooit zal worden (sommige zaden zijn moeilijk droog te bewaren of veranderen op den duur zeer van uiterlijk), omvat hij logischerwijs nu toch al veel meer soorten dan die van de cultuurgewassen, die op zichzelf aardig compleet is. Het bekijken van zaden en vruchten, de rijkdom aan vormen met hun aanpassingen aan de levensseisen van de plantensoort ten aanzien van verspreiding, duurzaamheid, ontkieming en

ontwikkelingsmogelijkheden, bleek heel belangwekkend en leverde een aardig veld van studie op. Daarbij was het ook interessant om iets van de variatie in vorm en aanhangsels fotografisch vast te leggen. Soms kan de zaadvorm een hulpmiddel bij de determinatie vormen. Het leek mij dat dit onderdeel van de botanie ook voor anderen interessant en van nut kan zijn. Daarom werd dit boekje samengesteld.

Het bewaren van zaden en vruchten, met behoud van kiemkracht, zoals dat in botanische tuinen nodig is vormt een apart onderwerp. Dit is in hoofdstuk VII behandeld. Daarin wordt ook kort ingegaan op het vormen van een zadenverzameling (seminothek). Drs. L.W.J. van den Wollenberg ben ik zeer erkentelijk voor het schrijven daarvan.

Naarden, december 1993

Inleiding

Begrenzing van het onderwerp

Zoals de titel aangeeft gaat het in dit werkje over zaden en vruchten: alleen de Zaadplanten (Spermatophyta) worden behandeld. Meer in het bijzonder gaat het over de zaadplanten, die in Nederland in het wild voorkomen of ingeburgerd zijn. De voorbeelden voor verschillende soorten zaden en vruchten zijn zoveel mogelijk in deze groep gezocht, met slechts enkele uitstapjes naar algemeen bekende planten uit het Middellandsezegebied en de tropen. Op enkele plaatsen worden ook vruchten of zaden behandeld, die uit andere landen hier regelmatig aangevoerd worden.

Vruchten en zaden maken deel uit van een in wezen ononderbroken cyclus van plantenleven. Toch vormen zij een (meestal) duidelijk te onderscheiden fase. Zij komen los van de moederplant of worden afgestoten en zijn nog niet tot een nieuwe plant ontkiemd. Loskomen geeft de mogelijkheid om terecht te komen op een andere plaats: nieuwe groeiplaatsen kunnen bereikt worden. In veel gevallen is er een periode waarin zaden of vruchten als zodanig voortbestaan. Hier zal het gaan over de fase: Rijpe zaden of vruchten, die los van de ouderplant zijn gekomen en die als het ware wachtende zijn op een tijd of een omstandigheid geschikt voor kieming. In het algemeen zal er sprake zijn van een benadering met het blote oog of met een geringe vergroting met de loupe. Microscoopbeelden komen slechts sporadisch aan de orde.

Plaats van vruchten en zaden in het plantenleven

In de regel bevindt zich in de bloem van de plant een vruchtbeginsel. Daarbinnen zijn een of meer zaadknoppen, waaruit zich, na vereniging van stuifmeel en eicel, zaden vormen. Dit algemene beeld vinden we in enige vorm bij de Bedektzadigen (Angiospermae); bij de Naakt-

zadigen (Gymnospermae) zijn zaadknoppen en zaden niet door een vruchtbeginsel omsloten. Daar zijn ze beschermd door schubben, die vaak in een kegel verenigd zijn.

Zaden komen op een zeker moment vrij van de moederplant, maar vaak blijft het vruchtbeginsel of delen daarvan om of aan het zaad aanwezig en komt de gehele vrucht vrij. Soms ontwikkelt de vrucht zich vlezig, waarbij zaad en vruchtdelen duidelijk te scheiden zijn. Soms ook vormt hij vliezen of haakjes en dergelijke en is hij niet meer te scheiden van het zaaddeel. En soms is het niet of niet alleen de vrucht die loskomt van de moederplant, maar zijn er andere delen van de bloem, bijvoorbeeld de bloembodem, die met het zaad vrijkomen.

In ieder geval vormen zaad of vrucht een fase, die anders dan een gewortelde plant, verplaatsbaar is. Zaden geven dan ook de mogelijkheid van *verspreiding*. Talloos zijn de toerusting die zaden en vruchten hebben om die verspreiding ook tot stand te brengen. Pluisjes en vleugeltjes om gebruik te maken van de wind, haakjes en haartjes om aan dieren te blijven hangen en vele andere. Soms zijn deze verspreidingsmiddelen alleen over korte afstand toereikend, maar ook zijn er die zeer grote aktieradius mogelijk maken. De vrucht/zaad fase is de enige waarin een plant van plaats kan veranderen, afgezien van de uitgroei van een wortelgestel (of van zogenaamde afleggers), die bij enkele soorten migratie over meerdere meters kan bewerkstelligen, maar die meestal toch beperkt of achterwege blijft.

In de zaden is het plantenleven vastgelegd in een relatief weinig kwetsbare vorm. In ongunstige omstandigheden van koude, droogte of lichttekort kunnen zaden kiemkrachtig voortbestaan. Zij vormen het middel om in die situaties te *overleven* als andere leefvormen van de soort het moeten laten afweten. Er zijn heel wat zaden die in voor een plant niet leefbare situatie lang en

soms zelfs zeer lang kiemkracht kunnen behouden en na vele jaren in gunstiger situatie weer een nieuwe plant kunnen vormen. Hoewel zij schijnbaar dood zijn desintegreren ze niet en kunnen ze reageren op goede kansen voor de kieming en de ontwikkeling van een nieuwe plant.

Teneinde de ontwikkeling van een jonge plant, voordat via de wortels voedsel bereikt kan worden, een start te geven, zijn zaden vaak toegerust met *voedselreserves*. Veel diersoorten maken daar gebruik van. Hoewel dat op zichzelf voor de plant geen directe betekenis heeft, speelt dit toch een grote rol in de levensgemeenschappen waarin de plant voorkomt en

zijn er vaak wel indirecte betekenissen, bijvoorbeeld voor de verspreiding via morsen of via mest. Ook is het vaak de omgevende (schijn)vrucht die tot een voedselbron voor dieren uitgroeit, bessen, bottels etc. Deze kan dan ook belangrijk bijdragen aan de verspreiding van het zaad. Zaden zonder of met zeer geringe voedselreserve worden vaak in grote aantallen gevormd, zodat er toch een kans is om op een direct geschikte plek terecht te komen. Ook bij verschillende parasitair levende planten of bij planten die van de aanvang af zijn aangewezen op wortelsymbiose met schimmels of bacteriën is voedselreserve nauwelijks te vinden.

Ontwikkeling

Eerste aanleg

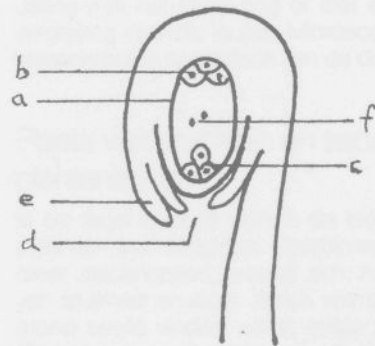
In het vruchtbeginsel van de Bedektzadigen (Angiospermen) worden één of meer zaadknoppen gevormd. Deze bestaan ieder uit een centraal deel, de nucellus genaamd. Daaromheen liggen integumenten, waaruit de latere zaadhuid zal ontstaan. Deze omhullen de nucellus geheel, behalve op één punt, dit is de micropyle.

In de nucellus ontstaat een grote cel, die zoals alle cellen van de moederplant diploïde ($2n$) is. Daarin vinden vervolgens (reduktie)delingen plaats, er ontstaan vier haploïde (n) cellen. Eén daarvan groeit verder uit, deze wordt de embryo-ozakcel. In deze cel vinden drie achtereenvolgende kermelingen ($- 2 - 4 - 8$) plaats. Van deze 8 haploïde kernen gaan er drie nabij de micropyle liggen, één ervan wordt na zich omgeven te hebben met cytoplasma en celwand de eigenlijke eicel (n); de andere twee worden de synergiden genoemd. Aan de tegenoverliggende kant van de embryo-ozakcel komen ook drie kernen te liggen. Deze krijgen ook weer celwanden; zij worden de antipoden genoemd. De resterende twee kernen liggen in het midden, zij zullen kort voor de bevruchting versmelten tot de secundaire embryo-zakkern, die dan

dus weer diploïde ($2n$) is. In dit stadium is de embryo-ozak rijp voor bevruchting. (Afb. 1.)

Bij de pollenvorming vindt eveneens een reductiedeling plaats: de stuifmeelkorrels zijn haploïde (n). Zij hebben een uitwendige wand, de exine, welke een soort-typisch uiterlijk heeft. In veel gevallen is hij voorzien is van uitsteeksels (vaak bij insecten bestuiving) in andere is hij geheel glad of voorzien van zweefmiddelen bijv. blaasjes (bij windbestuiving). Daarbinnen ligt een binnenwand, de intine. In de pollenkorrel vindt weer een deling plaats, er ontstaat een vegetatieve ("de korrel zelf") en een generatieve cel. Deze laatste cel deelt nog eens en aldus toegerust met twee haploïde (n) spermacellen en één vegetatieve is de stuifmeelkorrel gereed voor de bevruchting.

Heeft een stuifmeelkorrel de stempel van een rijpe stampert bereikt dan kan de exinewand op een van de daartoe geprogrammeerde plekken open barsten en de intine met de inhoud groeit als een stuifmeelbuis door de stijl om de zaadknop en met name de micropyle te bereiken. De synergiden verspreiden daartoe attractie stoffen. Eén van de synergiden degenerereert en de stuif-

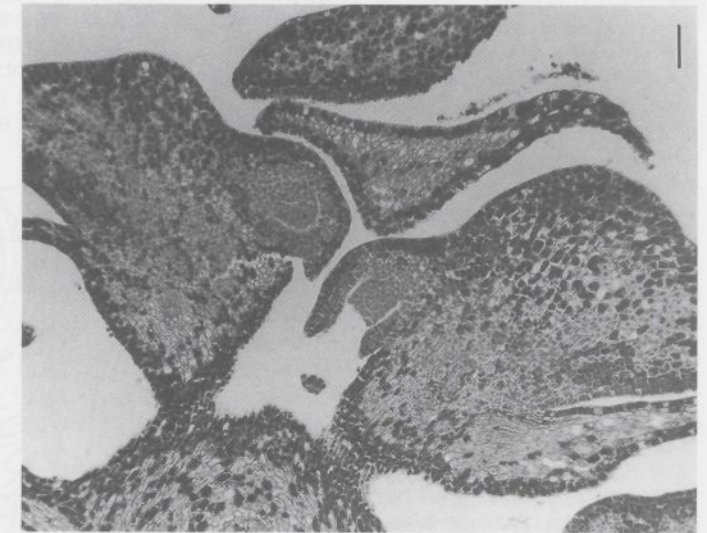


Afb. 1. Schema van de bouw van een zaadknop en van stuifmeel bij Angiospermen. a. embryo-ozak, b. antipoden, c. eicel en synergiden, d. micropyle, e. integumenten, f. embryo-zakkernen, g. exine, h. intine, i. vegetatieve cel, j. generatieve cellen

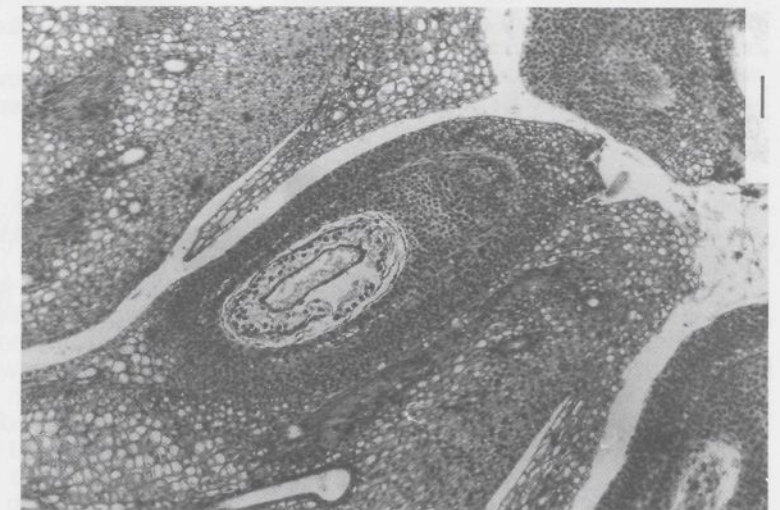
meelbuis dringt hier de embryo-ozak binnen. De vegetatieve stuifmeelcel sterft, één van de spermacellen versmelt met de eicel. Er is dan een bevruchte, diploïde ($2n$), eicel ontstaan, waaruit

de kiem zal ontstaan. De andere spermacel versmelt met de secundaire embryo-zakkern, die dan dus triploïde ($3n$) wordt. Hieruit zal het endosperm ontstaan als reserve voedsel voor

Afb. 2. Zaadknop bij Pinus, langssnede vrouwelijke kegel. Opname van handelspreparaat. Lijnstuk = 0,1 mm.



A. Eerste aanleg tussen de schubben.



B. Rijpe zaadknop, daarin de embryo-ozakcel met veel kernen. De integumenten laten de micropyle niet zien, wel een trechtervormig uiteinde.

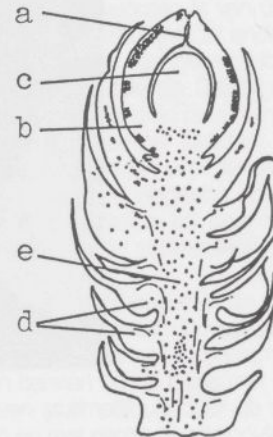
het embryo. Eigenlijk zijn er dus twee bevruchtingen tegelijk, een die leidt tot de kiem en een die leidt tot endosperm. Als een eicel door een of andere oorzaak niet bevrucht wordt, hoeft er ook geen energie gestoken te worden in de opslag van reservevoedsel in het endosperm. De boven beschreven ontwikkeling vormt een basispatroon, waarop tal van variaties bestaan. Het komt ook voor (bij het *Lilium* type) dat na de reductiedeling tot vier haploïde kernen in het eerste stadium in de nucellus geen wanden gevormd worden. Drie kernen versmelten en delen zich weer tot vier kernen (3n). Drie daarvan vormen na wandvorming de antipoden, één (3n) blijft centraal liggen. De overblijvende haploïde kern deelt weer tot vier kernen (n), drie vormen bij de micropyle de eicel met synergiden (n), de resterende blijft centraal liggen. Ook zijn er planten waarbij geen versmelting van twee kernen tot de secundaire embryozakken plaatsvindt (blijft $2 \times n$), de endosperm aanleg is dan diploïde (2n), maar ook andere combinaties ($5n$ en meer n) bestaan. Ook zijn er planten (b.v. Orchideeën) waarbij zich verder geen endosperm ontwikkelt en planten waarbij het endosperm bij de zaadontwikkeling al snel weer verloren gaat.

Bij planten die zelf reeds triploïde (3n) of hoger (xn) zijn is de normale reductiedeling uiteraard niet mogelijk. Men vindt daar een vorm van ongeslachtelijke zaadvorming, die bekend staat als agamospermie. Daarvan bestaan nog weer verschillende vormen. Bij de Paardebloemen (*Taraxacum*) neemt deze vorm van voortplanting een belangrijke plaats in (STERK ET AL., 1987).

Bij de Naaktzadigen (Gymnospermen) is de zaadaanleg niet omsloten door een vruchtbegin-sel. De nucellus, omgeven door één integument ligt op een vruchtschub. (Afb. 2A.) In de nucellus ontstaat een grote cel (2n) waarbinnen reductie deling plaatsvindt: er ontstaan vier haploïde cellen, waarvan één de vrouwelijke gametofyt wordt (n). De kern daarvan deelt zich vele malen, zonder dat er direct wandvorming optreedt. (Afb. 2B.) Nabij de micropyle ontwikkelt één kern (soms meerdere), omgeven door een wand, zich tot eicel (n). Bij de overige kernen (dit kunnen er zeer veel zijn) komt wand-

vorming op gang, het worden cellen met voedselreserves.

In de pollenkorrels heeft eveneens een reductiedeling plaats: de korrels bevatten twee haploïde (n) cellen, meestal een grotere en een kleinere. Aangekomen bij de vrouwelijke bloem, bereikt het stuifmeel, soms diep tussen de vruchtschubben, de micropyle. Daar binnen gekomen groeit de pollenbuis naar binnen in het embryozakweefsel en de grotere cel fuseert met de eicel, waardoor een diploïde bevruchte eicel (2n)



Afb. 3. Zaadknop bij *Taxus*. Naar Bracegirdle & Miles, 1973

a. micropyle, b. integument, c. nucellus, d. schubben, e. kegelas.

tot stand komt. Als er meerdere eicellen bevrucht worden gaan deze meestal op één na tijdens de verdere zaadontwikkeling weer verloren. (Afb. 3.)

Dit algemene patroon vertoont weer variaties bij de verschillende families. Bij *Ginkgo* groeit de stuifmeelbuis naar binnen in de embryozak, vervolgens komen er twee spermacellen met zweepharen vrij in een ruimte bij de eicel. Eén ervan zal fuseren met deze cel. In veel gevallen verloopt er geruime tijd tussen de bestuiving en de bevruchting. Bij de Coniferinae kan dit een jaar belopen, bij *Ginkgo* verschillende maanden.

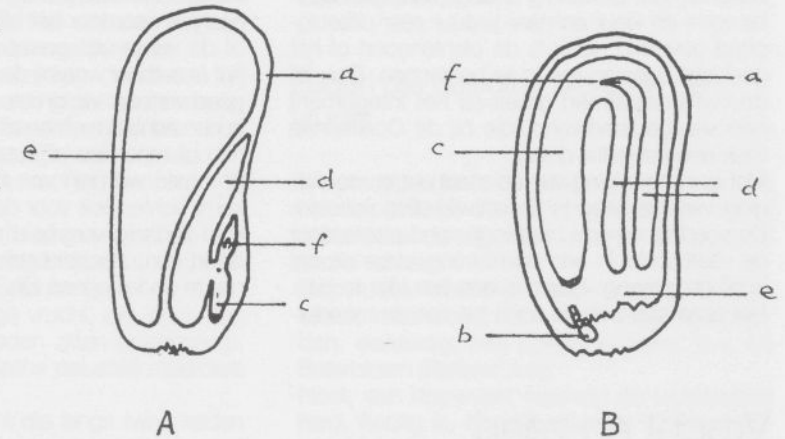
Uitgroei en vrijkomen

Na de tot standkoming van de bevruchting, gaat de eicel zich delen. Er ontwikkelt zich een korte cellenreeks; op het eind daarvan ontstaat het begin van het embryo. De aanleg van het worteltje van de kiem groeit, daarboven een verbindend deel, de hypocotyl, en tenslotte de zaad-

lob(ben). (Afb. 4.) Intussen ontwikkelt zich ook het endosperm om een voedselreserve voor de kiem te gaan vormen. In sommige gevallen wordt deze voedselreserve later opgeslagen in de zaadlobben en wordt het endosperm weer gereduceerd. Van het endosperm resteren dan een of twee cellagen gelegen rondom de kiem. (Afb. 5.)

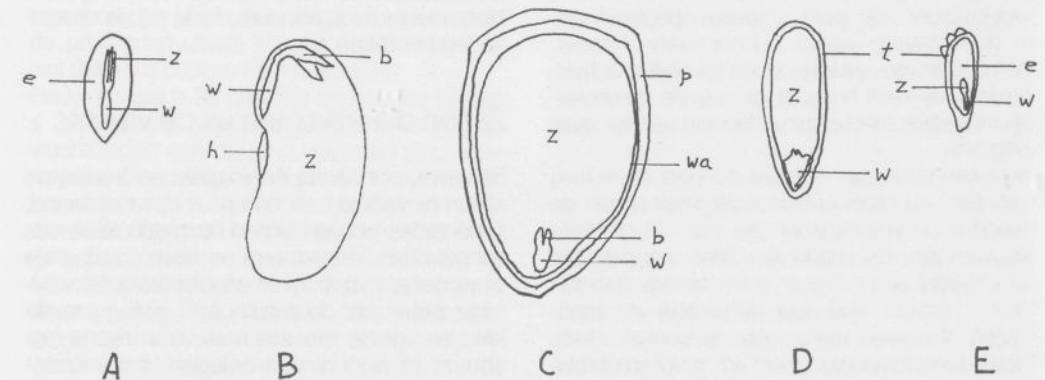
Afb. 4. Zaden met ontwikkelde kiem, schema.

A. Mais (*Zea*), B. Herderstasje (*Capsella*).
a. zaadwand, b. eicel, c. worteltje, d. zaadlob(ben), e. endosperm, f. eerste bladaanleg.



Afb. 5. Enkele zaaddoorsneden, schema.

A. Den (*Pinus*), B. Boon (*Phaseolus*), C. Hazelaar (*Corylus*), D. Zonnebloem (*Helianthus*), E. Peen (*Daucus*).
e. endosperm, w. worteltje, z. zaadlob(ben), b. eerste blaadjes, t. gefuseerde zaad- en vruchtwand, p. pericarp, wa. zaadwand, h. navel.



Meestal vindt de endospermvorming plaats door kerndeling, meteen gevolgd door celwandvorming. Soms echter is er kerndeling en ontstaat er een veelkernig cytoplasma. Bij de Kokosnoot (*Cocos nucifera*) wordt dat aange troffen als kokosmelk. De wandvorming gaat hier langzaam voort, het "vlees" wordt langzamerhand dikker.

Uit de integumenten ontwikkelt zich de zaadhuid. Deze zal het zaad gaan afsluiten en beschermen. Uiteindelijk is deze naar uiteindelijke vorm en kleur en naar textuur zeer uiteenlopend gevormd, vaak is de plantensoort of het geslacht daaraan reeds te herkennen. Ook bij de Gymnospermen groeit uit het integument een stevige zaadwand, die bij de Coniferinae vaak een vleugeltje draagt.

Met de versteviging van de zaadhuid en de droging van het zaad is de ontwikkeling voltooid. De voeding van de zaadknop vond plaats door de vaatbundel in een navelstreng, deze droogt in bij de afrijping. Soms is een breuklijn te zien. Het zaad sluit zich en komt los van de moeder-

plant. Veelal is op het rijpe zaad uitwendig de aanhechtingsplaats of het breukpunt nog te zien.

Bij een groot aantal Angiospermen wordt niet het zaad als zodanig door de plant afgestoten maar groeit het gehele vruchtbeginsel of een deel daarvan uit tot een vrucht, die met het zaad erin los komt. Deze vorm van loskomen vervult meestal een rol bij de verspreiding van het zaad. Het vruchtbeginsel wordt tot een vleugeltje voor windverspreiding; het kan begroeid zijn met haakjes waardoor het blijft hangen aan de vacht of de veren van passerende dieren (kleding!); het is eetbaar waarbij de eigenlijke zaden minder goed verteerbaar zijn etcetera.

In een aantal vruchten zitten de zaden bij rijpheid min of meer los of kunnen zij gemakkelijk los gemaakt worden van het vruchtwefsel. Het komt echter ook voor dat vruchtwand en zaadhuid zodanig vergroeid zijn dat de afzonderlijke lagen een onscheidbaar geheel vormen of zelfs niet te onderkennen zijn.

Vrucht en zaad

De vruchtbeginsels en daarmee de vruchten van de Angiospermen tonen een grote verscheidenheid in bouw. Zij bestaan uit één of uit meer vruchtbladen, die dicht- of aaneengegroeid zijn. In de ontstane hokjes kunnen één of meer, soms zeer veel, zaadknoppen tot zaden ontwikkelen. Ook komt het voor dat van de aanvankelijk meerdere zaadknoppen slechts één tot zaad uitgroeit.

Is er één hokje dan ontstaat dat door de sluiting van één vruchtblad of door vergroeiing aan de randen van vruchtbladen die zelf niet dichtgevouwen zijn. De zaadlijsten zitten wandstandig of centraal er in. Zijn er meer hokjes dan zijn deze ontstaan hetzij door de uitgroei van zaadlijsten of nerven (zgn. valse tussenschotten), hetzij door de aanwezigheid van meer vruchtbla-

den, die elk voor zich gevouwen of gesloten zijn (ware tussenschotten).

Er is sprake van een schijnvrucht als er andere bloemdelen (bloembodem, kelk) bij de vruchtaanleg betrokken zijn.

Zaden die vrijkomen uit de vrucht

Bij een groot aantal Angiospermen treden de zaden bij rijpheid naar buiten uit de vruchtwand. In de zaden worden binnen de zaadhuid steeds aangetroffen: endosperm en kiem, bestaande uit worteltje, hypocotyl en zaadlob(ben). Bij sommige zaden zijn de zaadlobben gering ontwikkeld en ligt de meeste reserve in het endosperm; bij andere daarentegen is het endo-

sperm nagenoeg geheel verdwenen en nemen de zaadlobben bijna alle ruimte in. Soms is ook het pluimpje ontwikkeld: het eerste stengeldeel en de aanleg van de eerste bladen. Bij de Gymnospermen is er geen vruchtwand en komt het zaad uit de omgevende delen van de bloeiwijze direct naar buiten. Bij de Den (*Pinus*) bijvoorbeeld komen de zaden tussen de kegelschubben uit. Zij bevatten binnen de zaadhuid een kiem, bestaande uit worteltje, hypocotyl en 6 tot 8 zaadlobben, die geheel door endosperm omgeven is. De wand is hier voorzien van een vleugel, die windtransport mogelijk maakt.

Het naar buiten komen van de zaden bij Angiospermen vindt op een groot aantal manieren plaats. Nodig is dat vrucht en zaadwand los van elkaar zijn. Naar de wijze van ontstaan en open gaan worden deze vruchten benoemd. Er is sprake van een:

-Kluisvrucht, twee, drie of meer kluisig. De afzonderlijke hokjes springen open, b.v. 5-kluisig, bij Ooievaarsbek (*Geranium*),

-Kokervrucht, eenbladige vrucht, die langs één naad waarlangs de zaden zitten openspringt, b.v. bij Dotterbloem (*Caltha palustris*) meerdere bijeen,

-Peul, eenbladige vrucht die langs twee naden openspringt (b.v. bij Leguminosae). meestal meerzadig. Soms echter blijft een peul gesloten en komt zo als geheel vrij. Enkele soorten hebben zelfs peulen die in de grond rijpen, zoals bij Onderaardse klaver (*Trifolium subterraneum*) en Aardnoot of pinda (*Arachis hypogaea*). Het komt ook voor dat een peul tussen de zaden ingesnoerd is en in eenzadige stukjes tussen de peulnaden uitvalt, b.v. bij Kruidje-roer-me-niet (*Mimosa pudica*, Mimosaceae),

-Hauw (lengte $\geq 3x$ breedte) en hauwtje (lengte $\leq 3x$ breedte), tweebladige vrucht waarbij de vruchtbladen aan de rand vergroeid zijn, overwegend meerzadig, tweehokkig door een vals tussenschot (b.v. bij *Cruciferae*); de zaden blijven vaak nog met het tussenschot samenhangen. Er zijn ook vormen waarbij de hauw in éénzadige delen uiteenvalt, pas later openen de delen zich. Ook komt voor dat de (éénzadige) snavel van de vrucht niet open gaat, de verspreiding vindt dan als vrucht plaats, b.v. bij

Zeekool (*Crambe maritima*),

-Doosvrucht, meerbladige vrucht, meerzadig, openspringend met kleppen, waarbij de kleppen op verschillende manieren kunnen opensplijten. Deze vruchten kunnen met tanden opengaan (kleppen gaan alleen aan de top open), b.v. bij Silene (*Silene*) of met spleten (kleppen blijven aan top en basis verbonden), b.v. bij Orchideae. Ook komen poriën voor, b.v. bij Klaproos (*Papaver*) of een deksel, b.v. bij Guichelheil (*Anagallis*).

Zaden die besloten blijven in de vrucht

Bij deze groep komt de gehele vrucht vrij van de moederplant, de verspreiding vindt als vrucht plaats. Naar de wijze van ontstaan en bouw is sprake van een:

-Dopvrucht, vrucht en zaadwand zijn los van elkaar, maar soms toch wel moeilijk te scheiden, eenzadig, niet openspringend, b.v. bij Boterbloem (*Ranunculus*),

-Noot, een dopvrucht waarvan de vruchtwand hard, houtig is, b.v. bij Hazelaar (*Corylus*). Er wordt wel de voorkeur aan gegeven om alleen te spreken van nootjes als de vruchten ontstaan zijn uit meerhokkige vruchtbeginsels, b.v. bij Beuk (*Fagus*) (het gaat hier om de beukenoot zelf, het napje waar er twee of drie bijeen zitten is een omhulsel),

-Splitvrucht, meerdere eenzadige hokjes, die zich niet openen en bij rijpheid uiteengaan; iedere deelvrucht is weer een dopvrucht, b.v. dubbele dopvrucht (tweenotige splitvrucht) bij Kleefkruid (*Galium aparine*). Soms zijn er vleugels aan de vrucht, b.v. dubbele splitvrucht van de Esdoorn (*Acer*). Bij de Umbelliferae wordt een tweedelige splitvrucht gevonden, waarbij de delen lang blijven hangen aan een stijlasje; men noemt deze wel hangvruchten. Een veelnotige splitvrucht is te vinden bij Kaasjeskruid (*Malva*), de delen van een 'kaasje' blijven hier overigens vaak aaneenhangen,

-Bes, vlezig of sappig, zaden vrij in het vruchtvlees liggend, b.v. bij Lelietje-van-dalen

(*Convallaria majalis*) en Aalbes (*Ribes rubrum*). Ook de vruchten van Citrus behoren hiertoe, de vruchtwand bestaat hier uit de gele of oranje buitenlaag met een sponzige witte binnenlaag met een saprijke vlezige inhoud, die in partjes verdeeld kan worden. In beginsel bevatten die ieder een of meer zaden, maar bij kweekvormen van Sinaasappels probeert men zaadvorming te voorkomen.

-Steenvrucht, een of meer harde omhulsels, die door het binnenste van de sappige vruchtwand gevormd zijn, omsluiten de zaden, b.v. met één steen bij Sleedoom (*Prunus spinosa*) en andere Prunus-soorten, Kersen bijvoorbeeld. Drie stenen zijn te vinden in de vruchtjes van de Vlier (*Sambucus nigra*). Er komen vormen voor, waarbij de vruchtjes uit een bloem bijeen blijven op een uitgegroeide bloembodem en als geheel daarvan vrijkomen, b.v. Braam en Framboos (*Rubus*) zijn verzamelingen van steenvruchtjes.

-Pitvrucht, binnen in het vruchtvlees omgeeft een leerachtige wand de zaden, het klokhuis, b.v. Appel (*Malus sylvestris*).

Soms zijn de vruchtwand en de zaadhuid geheel vergroeid, de vruchtwand is mede zaadwand geworden. Dit wordt aangetroffen bij de:

-Graanvrucht, vrucht en zaad vormen samen de korrel, zoals bij de Gramineae. Bij de tarwe (*Triticum*) komt de korrel als zodanig vrij, bij gerst (*Hordeum*) is hij ook nog besloten in kaf, dat normaliter aanwezig blijft en dat alleen met kunstgrepen te verwijderen is. Ook bij de wilde grassen komt dit vaak voor.

-Achene, de vergroeiing van vrucht en zaad bij de Compositae. In veel gevallen in deze familie is ook een haarkroon, pappus geheten, die men zich als kelk van de afzonderlijke bloempjes kan voorstellen, bij de vruchtvorming betrokken. Dit wordt dan het pluif of zweefscherm van het vruchtje, b.v. Paardebloem (*Taraxacum*).

Schijnvruchten

In veel gevallen zijn ook andere bloemdelen dan

het vruchtbeginsel bij de vruchtvorming betrokken. Onderstandige vruchtbeginsels vormen één geheel met de bloembodem. Daar is deze betrokken bij de vruchtvorming en maakt hij deel uit van de vrijkomende vrucht. Meestal spreekt men hier echter niet van schijnvruchten.

Bloem- en andere delen, die overigens deel uitmaken van schijnvruchten, kunnen zijn:

-Bloembodem, deze vormt een min of meer vlezige basis van de vruchtjes, deze laatste verlaten de moederplant genesteld op deze bloembodem. De Aardbei (*Fragaria*) vormt daarvan een voorbeeld. In andere gevallen is de rijpe bloembodem vlezig en ingestulpt. Hij vormt een schijnvrucht, waarbinnen de vruchten besloten blijven, b.v. de bottel bij de Roos (*Rosa*). Vaak vallen deze vormen op omdat zij ook vruchtachtig gekleurd zijn. Ook bij de Vlg (*Ficus*) is er een zeer vlezige ingestulpte bloembodem.

-Schutbladen, vlezig of houtig ontwikkeld. Vlezige schutbladen vormen tezamen de vrucht van de Ananas (*Ananas*). Houtige schutbladen vormen katjes, die een enkele maal als geheel de plant verlaten; meestal echter kunnen de schutbladen uiteen wijken en komen de vruchtjes eruit vrij, terwijl het kegeltje nog lang vast blijft zitten, b.v. bij Els (*Alnus*).

-Bloemdek, dit kan in zijn geheel vlezig worden, b.v. bij Moerbe (*Morus*). Hier zijn er groepen steenvruchtjes die besloten zijn in het vlezige bloemdek.

-Kelk, deze kan aanwezig blijven op het rijpe, vrijkomende vruchtje. Veelal is hij dan ontwikkeld tot haak- of stekelstructuur of tot zweeforgaan, b.v. bij Duifkruid (*Scabiosa columbaria*). Vergelijk: de zweefmiddelen van een aantal Compositae.

Een gehele bloeiwijze kan zich ook als één vrucht gedragen. Bij enkele Compositae vormt het hele bloemhoofdje een soort vrucht, het omwindsel is bijvoorbeeld van haakjes voorzien, met als gevolg dat het in zijn geheel, samen met de algemene bloembodem, verspreid wordt, de afzonderlijke vruchtjes komen later pas vrij. De verzamel-steenvruchtjes van Moerbe (*Morus*) geven een vergelijkbaar beeld.

In enkele gevallen is het een bloeiwijze met de

daaraan duidelijk van elkaar afzonderlijke vruchtjes, die de moederplant verlaat; soms voorzien van een apart schutblad als zweefblaadje. B.v. bij Linde (*Tilia*). Ook het napje dat vaak met de nootjes bij de Beuk (*Fagus*) vrijkomt vormt daar een voorbeeld van.

Bij de Gymnospermen vormt de vrouwelijke bloeiwijze van de Coniferae kegels, die soms geheel vrijkomen. Meestal echter laten de schubben van deze kegels de afzonderlijke zaden vrijkomen als het voldoende droog is voor windverspreiding, bij hoger vochtgehalte blijven de zaden tussen de schubben in de kegel. B.v. bij Den (*Pinus*) en Spar (*Picea*).

In enkele gevallen zijn in deze groep schubben vlezig ontwikkeld, waardoor een kegelbes vrijkomt. B.v. bij Jeneverbes (*Juniperus communis*). Bij Taxus (*Taxus baccata*) is het een vlezige zaadrok, die een rode schijnbes om een deel van het (naakte) zaad vormt.

Afmeting en gewicht

De afmetingen en gewichten van vruchten en zaden lopen zeer uiteen. Dat blijft het geval als men de eigenlijke zaden los maakt van de vruchten. Het deel van maat en gewicht dat door het vruchtweefsel als omhulling van het

zaad gevormd wordt, is ook zeer gevarieerd. Vlezigheid, houtigheid, de aanwezigheid van aanhangsels en dergelijke beïnvloeden deze maten zeer.

Om een indruk te geven van de variatie zijn hieronder voor enkele zaden of vruchten de grootste lengte en het gewicht (zonder aanhangsels) vermeld.

Dit geeft naast een beeld van de grote variatie in omvang en gewicht ook een beeld van de variatie in de verhouding, die bestaat tussen het aandeel van de kiem (daartoe behoren ook de zaadlob(ben)) en het aandeel overig reserve materiaal, dat meestal in de vorm van endosperm, in de zaden is opgesloten.

In het algemeen kan gesteld worden dat planten met zeer gering gewicht per zaad, daarvan grote aantallen maken. Het nieuwe plantje heeft bij kleine zaden maar weinig reservevoedsel en het zal snel zelf voedsel moeten vinden, maar door het grote aantal kunnen toch enkele zaden op daartoe geschikte plekken komen. Zaden die zwaarder zijn en meer voedselreserves bevatten worden vaak in kleinere aantallen aangemaakt. Bijzonder geringe zaadgewichten (tot rond 0.005 mg), maar zeer grote aantallen, worden aangetroffen bij plantengroepen, waarvan de groei afhankelijk is van het samengaan met mycorrhiza.

Tabel

	Lengte in mm	Gewicht in mg		
		geheel zaad	embryo	reserves buiten embryo
Grove den (<i>Pinus silvestris</i>)	4.0	6.8	0.3	5.0
Wonderboom (<i>Ricinus communis</i>)	12	325	8	236
Pitrus (<i>Juncus effusus</i>)	0.4	0.01	0.001*	0.007*
Gewone zonnebloem (<i>Helianthus annuus</i>)	16	93	51	4
Wilde peen (<i>Daucus carota</i>)	3.3	2.0	0.2*	1.5*
Mais (<i>Zea mays</i>), cult. var.	8	208	58	133

*berekend uit het volume
(Naar Bradbeer, 1992)

za, zoals Orchidaceae, Ericaceae en Pyrolaceae. Ook bij Bremrapen (Orobanchaceae), die parasitair met andere planten leven en bij volledig saprofytische planten komen zulke geringe zaadgewichten voor. De nieuwe plant kan hier alleen slagen als de kieming in de zeer directe nabijheid van de bodemschimmels, de waardplanten of de gestorven delen plaatsvindt. Heel kleine zaden komen ook voor bij planten die in open, vochtig milieu moeten groeien, zoals Pitrus (*Juncus effusus*) en Zonnedaauw (*Drosera*) soorten.

Grote en zwaardere zaden (vruchten) kunnen grote kiemen bevatten en substantieële voed-

selreserves. Een forse wortel en kiemplant kunnen op basis daarvan groeien, alvorens de jonge plant zelf op eigen kracht verder moet groeien. De zwaarste vrucht (tot rond 20 kg), maar zeer gering in aantal, wordt gevonden bij *Lodoicea maldivica* (wel de Dubbele kokosnoot of Coco de mèr genoemd). De reuzevrucht bevat één aanzienlijk zaad. Deze palm, alleen voorkomend op de Seychellen en de Maldiven in de Indische Oceaan, maakt maar 4 tot 11 vruchten tegelijk, de ontwikkeling van iedere vrucht neemt 10 jaar, terwijl de vrouwelijke bomen pas met 30 jaar vrucht gaan dragen.

Verspreiding door middel van zaden en vruchten

Als het zaad of de vrucht rijp is en loskomt van de moederplant (sommige zaden rijpen nog na in dit stadium, zie hoofdstuk V), zal het ergens weer een nieuwe groeiplaats moeten vinden. Zij kunnen gewoon naar beneden vallen en in de directe nabijheid van de ouderplant een plek vinden. Van verspreiding is dan nauwelijks sprake, alleen de oude groeiplaats heeft de neiging zich wat uit te breiden ten gevolge van de spreiding van de oude plant of door weggrollen. Bij erg veel planten vinden we echter voorzieningen om het zaad in wijder omgeving te verspreiden. Soms ook om het over grote afstanden te verplaatsen. Dat kan wegschieten of -werpen inhouden, verplaatsing door wind of via water of verplaatsing door dieren. In het laatste geval zijn er soms zeer specifieke aanpassingen aan het diergedrag ontstaan. Zelden is de plant op één transportmethode aangewezen, frequent zien we een soort tweede keus: in de eerste plaats gaat de verspreiding volgens een hoofdmethode, maar een andere methode komt ook voor. Combinaties zijn zeer algemeen. Als voorbeeld de Beuk (*Fagus sylvatica*): het zaad valt vrijwel recht naar beneden, het kan echter ook door regen wegspoelen, bij karresporen en dergelijke

ontstaat vaak een concentratie van veel vruchten, maar tenslotte zijn beukenoten voedsel voor een aantal diersoorten die ze daarbij vaak verslepen, vermorsen etc. en zo aan de verspreiding bijdragen.

Het is opvallend dat met elkaar vergelijkbare methoden van verspreiding worden aangetroffen bij soorten uit zeer uiteenlopende families. Anderzijds komen er ook binnen een bepaalde familie vaak diverse methoden voor.

Bij de verspreiding komen een groot aantal vruchten en zaden terecht op plaatsen waar zij niet kunnen kiemen of zich niet kunnen vestigen. Deze gaan dan voor de plant verloren. Soms blijven er ook zaden in reserve totdat meer geschikte omstandigheden zich voordoen en zij alsnog kunnen kiemen en groeien. Het gaat er maar om dat de zaden een zo groot mogelijke kans hebben om weer op een geschikte plaats aan te landen. Zolang de plant niet plaatselijk of geheel uitsterft, bereiken toch een aantal zaden een bestemming die voor hen geschikt is om een nieuwe plant te doen ontstaan. De mate waarin dat gebeurt is een van de factoren die bepalen of de plant ergens toe of afneemt.

Verspreiding door de plant zelf (autochorie)

Verschillende planten werpen hun zaden niet zonder meer af, maar schieten ze als het ware weg zodat er enige afstand tussen de oude plant en de valplek van de zaden komt. Meestal gebeurt dat door doordat er tijdens de rijping door verdroging spanning in de vrucht ontstaat. Deze ontkent zich op zeker moment spontaan of bij lichte aanraking door windbewegingen of door dieren. De vrucht is zo gebouwd dat deze ontlading uitworp van zaden tengevolge heeft, soms tot meer dan een meter toe.

Het bekendste voorbeeld vormen enkele Balsaminaceae: Klein- en Groot springzaad (*Impatiens parviflora* resp. *noli-tangere*) en Reuzenbalsamien (*I. glandulifera*). De doosvruchten springen hier open met kleppen, waarbij de kleppen zelf krachtig ineens krullen; de zaden worden daarbij weggeschoten.

Bij verschillende peulen van Papilionaceae is iets dergelijks waar te nemen: de twee kleppen springen met een hoorbare tik open en het zaad vliegt weg. Bij Brem (*Sarothamnus scoparius*) en Gaspeldoorn (*Ulex europaeus*) is dat bij droog weer en bezonning opvallend. Bij sommige soorten krullen de kleppen van de peul bovendien kurketrekkervormig ineen waardoor de zaden nog een duw mee krijgen. Bv. bij Lupine (*Lupinus spec.*). Ook bij de hauwen van Cruciferae komen er verschillende voor waarvan de kleppen met kracht openspringen en het zaad uitslingeren. Het zaad van Kleine veldkers (*Cardamine hirsuta*) bijvoorbeeld knettert bij de geringste beroering in het rond.

Een doosvrucht die ook een grote spanning opbouwt is te vinden bij de parasitaire Prachtschubwortel (*Lathraea clandestina*), (Orobanchaceae), bij rijpheid knapt hij open en slingert het zaad over enkele decimeters weg. De uitgeworpen zaden worden hier echter ook door het water meegenomen bij lichte overstromingen, waardoor weer nieuwe waardplanten (Populieren b.v.) bereikt worden.

De kluisvruchtjes van Ooievaarsbekken (*Geranium*) hebben stijlen die van onderaf losspringen van een centrale zuil en zich in een

boogje opkrullen. Dit gebeurt zo plotseling dat de zaden daarbij uitgeworpen worden.

Een geheel andere manier van wegschieten is te vinden bij Springkomkommer (*Ecballium elaterium*), (Cucurbitaceae). Hier is de vrucht sterk opgezwollen, de inhoud staat onder druk. Als de vrucht loskomt van de steel spuit de inhoud mét de zaden naar buiten.

Verspreiding met hulp van de wind (anemochorie)

Wind heeft eigenlijk een tweeledige werking. In de eerste plaats het uit (doos)vruchten schudden van zaden of het losschudden van vruchten, b.v. bij verschillende schermbloemigen. Dat kan ook bij kleine windsnelheid al effect hebben. Planten die met vaak wat houtige stengels wachten op de wind om hun zaad uit te strooien, staan bekend als windstaanders. Ook tal van kleine planten in lage vegetaties maken van deze uitschud-methode gebruik. Het komt overeen met het schudden dat door rondscharrelende vogels of passerende andere dieren veroorzaakt wordt. In de tweede plaats kan de wind vruchten of zaden over een zekere afstand en soms over grote afstanden meevoeren.

Als aanpassingen aan de mogelijkheden die de wind biedt kan men vinden:

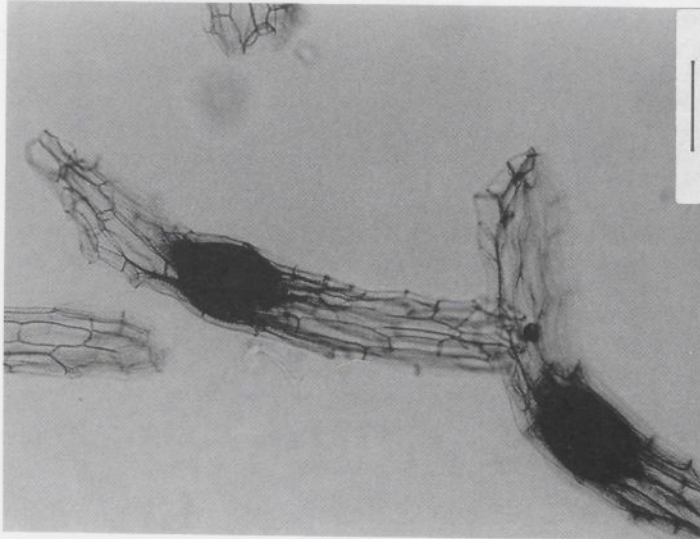
Trillen, zwiepen of zwaaien, windstaanders

Verschillende planten dragen hun rijpe vruchten op geëxponeerde punten. Door windwerking kunnen die heen en weer zwaaien, waarbij het zaad uit- of afgeworpen wordt en aldus over een beperkte afstand verspreid wordt. Het gaat daarbij vaak om doosvruchten met talrijke lichte zaden. Bij Koekoeksbloemen (*Melandrium*) zitten de met tandjes opengaande zaaddozen aan het uiteinde van opgaande stengels. Het zwiepen, dat overigens ook door langsgaande dieren veroorzaakt kan worden, is daarbij goed waar te nemen. Ook bij Klaprozen (*Papaver*) worden de zaden door zwiepen uit de zaaddozen, die op het eind van een lange dunne steel zitten, geworpen. Een iets ander beeld geeft Vinger-

hoedskruid (*Digitalis purpurea*). Hier is het een lange, hoogopgaande bloemtros, later vruchttros die tal van zaaddozen draagt. De zaden worden over langere tijd verdeeld uitgestrooid bij het heen en weer waaien van de tros.

Gering gewicht

Een grote groep planten maakt gebruik van windtransport door het geringe gewicht van hun zaden of vruchten. Bijna alle uitgeworpen lichte zaden ondergaan verplaatsingen door (harde) wind, maar bij extreme klein gewicht kunnen ook bij geringere windsnelheden, turbulenties en convectiestromingen zeer grote afstanden en moeilijke terreinen overbrugd worden. Stofzaad (*Monotropa hypopithis*) en Bremrapen (*Orobanche*) zijn hiervan voorbeelden. Stoffijn zaad omgeven door een leeg celhuidje is ook te vinden bij Wintergroen (*Pyrola*) en bij de Orchidaceae. (Afb. 6.) Zeer kleine, lichte zaden zijn voorts, onder meer, te vinden bij Russen (*Juncaceae*).



Afb. 6. Zaad van Rondbladig wintergroen (*Pyrola rotundifolia*).
lijnstuk = 0,1 mm.

Vleugels

Het bezit van vleugeltjes is ook een manier om van de wind gebruik te maken. Soms is de vrucht daarvan voorzien, soms het zaad zelf. In het bijzonder bij hoog opgaande planten (bomen) wordt van deze transportmethode gebruik gemaakt.

Vleugels aan de vrucht hebben meestal tot effect dat deze neerduwrelt, de afdaling duurt langer en de kans om door de wind gegrepen te worden is groter, in ieder geval wordt een grotere actie-radius bereikt dan door eenvoudig neer te vallen. Een voorbeeld geven Gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*) en Spaanse aak (*Acer campestre*): de splitvruchten (de bekende neusjes) dragen een grote vleugel. Bij andere planten zijn de vruchten rondom omgeven door een zweefvlies, bij lepen (*Ulmus*) is dat aan te treffen.

Vleugeltjes aan zaden zijn vliesachtig, zij komen in allerlei modellen voor. Naast een neerduwrel-effect is er vaak ook een sterk vergrote kans om over grotere afstanden meegenomen te worden door de wind. Eén forse vleugel is er bij Dennen (*Pinaceae*); Berk (*Betula*) heeft tweezijdig gevleugelde zaden, de vorm ervan varieert per soort.

'Pluis'

Haarachtige vormen komen voor bij tal van zaden en vruchten in een brede variatie van haarlengte, gekronkeldheid en gevederdheid. Pluis geeft de wind een goede vat; met behulp daarvan rondzwevend zaad weet grote afstanden te overbruggen en moeilijke barrières te nemen. Pluis is meestal opvallend wit, de haren zijn overwegend dode met lucht gevulde cellen. Als deel van de vrucht komt een haarkroon bij een groot aantal geslachten van Compositae voor. Soms door de aanwezigheid van een snavel op enige afstand van het zaadbevattende deel van de vrucht, zoals bij Paardebloem (*Taraxacum*) en Morgenster (*Tragopogon*); soms meteen daaraan vast. De haarkroon kan uit enkelvoudige haren bestaan, bv. bij Distel (*Carduus*), of uit gedeelde, zoals bij Vederdistel (*Cirsium*). Ook bij andere familie's onder meer bij enkele Valerianaceae, bv. Echte valeriaan (*Valeriana officinalis*) is een haarkroon aan te treffen. Bij enkele Dipsaceae, bv. Scabiosa (*Scabiosa*) is de haarkroon als een vliezig rokje ontwikkeld. Bij de Cyperaceae draagt het geslacht Wollegras (*Eriophorum*) uitgroeide bloemdekborstels als pluis.

Pluis aan zaad is meestal fijn van structuur. De dichtheid en de lengte van de afzonderlijke haren loopt zeer uiteen. De vruchten van planten met haarpluis aan de zaden openen zich zodanig dat de wind goede vat erop krijgen kan. Bij Basterdwederik (*Epilobium*) trekken de kleppen van de doosvruchten bij het open gaan de uiteinden van de haarkuif op de zaden mee, waardoor deze kuif mooi gespreid wordt. (Afb. 7.) Bij Populier (*Populus*) en Wilg (*Salix*) zitten de zaden geëxponeerd, ook bij lage struiken als Kruidwilg (*S. repens*) geeft dat de wind goede greep. Lang pluis is te vinden bij Katoen (*Gossypium spec.*, Malvaceae), waarvan dit ook geoogst wordt, maar ook bv. bij Ratelpopulier (*Populus tremula*). Bij vormen van Kapok (b.v. *Ceiba pentandra*, Bombacaceae), waar de haren vanuit de vruchtwand groeien begeleiden ze de zaden toch vaak op hun vlucht door de lucht. Ander pluis is te vinden bij Lisdodde (*Typha*). Hier is het steeltje van de vrucht lang behaard, deze haren vormen het pluis waarop de zeer lichte zaden in de wind zweven. (Pas te zien als de aar 'uitrafelt'.)



Afb. 7. De uitgetrokken haarkuif van een Basterdwederik (*Epilobium cf. roseum*).

Niet los raken, steppenrollers

Bij een aantal planten komt (een deel van) de vruchten niet los van de ouderplant. Verspreiding kan toch met hulp van wind plaatsvinden omdat een bloeiwijze danwel de gehele plant tegen het einde van een groeiseizoen los komt en met vruchten en al weggeblazen wordt. Zeeraket (*Cakile maritima*) stoot de bovenste helft van de tweezadige hauwen af, maar behoudt de onderste helft die dan later door de voortrollende verdroogde plant op andere plaatsen gebracht kan worden. Ook de vruchten van Zeekool (*Crambe maritima*) blijven vaak heel lang aan de oude plant vastzitten.

Vergelijkbaar hiermee is het voortwaaien van losgeraakte gemeenschappelijke bloembodems van Zilverdistel (*Carlina acaulis*) uit Midden Europa waarop de afzonderlijke vruchtjes nog vastzitten en pas geleidelijk loskomen.

Verspreiding via water (hydrochorie)

Sommige planten vormen vruchten en zaden die toegerust zijn om lange tijd te drijven op zoet of zout water. Zij groeien in, boven of nabij water, zodat de vruchten ook vaak daarin terecht komen. Door stromingen en windwerking kunnen ze zo verspreid worden. De Cocospalm (*Cocos nucifera*) aan zee groeiend, heeft vruchten die lange tijd houdbaar zijn en die over zeer grote afstanden getransporteerd kunnen worden. Door golfslag en wind op een kust geworpen kunnen ze nieuwe groeiplaatsen bereiken. De bovenste helft van de hauwen van Zeeraket (*Cakile maritima*) is dik kurkachtig. Eenmaal los van de plant wordt hij door stroming en getijde beweging naar andere plekken getransporteerd door het water; in de vloedmerken zitten vaak grote aantallen van deze vruchtjes bijeen.

In meren en sloten zijn de drijvende zaden van Gele Iis (*Iris pseudacorus*) aan te treffen, vaak bijeen gedreven in stille hoeken. Verschillende zaden kunnen enige tijd zonder schade blijven drijven nadat ze op andere wijze te water geraakt zijn, bv. Els (*Alnus*). Voor waterplanten is transport via water voor de hand liggend, bij Waterlelie (*Nymphaea alba*) drijven de zaden

weg als ze vrijkomen uit de weggrottende vrucht (ook worden ze wel door watervogels verplaatst). De zaden van Fonteinkruiden (*Potamogeton*) worden als vruchtjes verplaatst.

Verspreiding door tussenkomst van dieren (zoöchorie)

De kiem en het reservevoedsel dat opgeslagen ligt in zaadlobben of endosperm, maakt veel zaden tot een voedselbron voor dieren. Uiteraard gaat het aangevreten zaad zelf meest verloren, maar bij het pakken en zoeken ernaar worden andere zaden vaak vermorst, meege-sleept en dergelijke. Bovendien hebben sommige dieren de gewoonte om verworven zaden en vruchten niet ter plaatse op te eten doch eerst met hun buit een andere plek te zoeken. Ook dan worden zaden onbedoeld verspreid. Sommige vogels en zoogdieren bv. Vlaamse gaai, Eekhoorn, Hamster leggen wintervoorraden aan. Dit gaat gepaard met verslepen en daardoor morsen en vergeten. Een aantal zaden kan ook, voorzover niet door- of stukgebeten, het darmkanaal passeren zonder kiemkracht te verliezen. Haver uit paardenmest kan vaak weer ontkiemen. Oogstmieren, uit het geslacht *Messor* uit het Middellandsezegebied (ook uit het geslacht *Pogonomyrmex* uit Noord Amerika), slepen uit wijde omtrek graan- en andere graszaden aan. De meeste daarvan worden in het nest geborgen en gebruikt. De kafjes en de voor de mieren minder aantrekkelijke zaden worden weer uit het nest gedragen; in een kring daaromheen is vaak een krans van planten aanwezig opgeslagen uit verplaatste zaden.

Planten kunnen ook bijzonder attractieve zaden en vruchten hebben: zij zijn ingericht op hulp van dieren. Bes-, steen- en pitvruchten zijn sappig of vlezig en als zodanig geliefd bij veel dieren. Zij komen bij allerlei plantengroepen voor. Vaak zijn zij ook opvallend gekleurd en relatief makkelijk te vinden. Ook de gekleurde en gezwollen bloembodems van Rozen (*Rosa*) en van Bosaardbei (*Fragaria vesca*) hebben een voedsel-attractie betekenis. De pitten, het

eigenlijke zaad, worden vaak vermorst of elders afgeveegd en zo verspreid. Soms is het vlees kleverig, b.v. bij Maretak (*Viscum album*) en bij verschillende tropische epiphyten. Groenlingen die zaden uit rozebottels halen kunnen rond hun snavel besmeurd zijn met 'vruchtvlees' waarin nog zaden kleven.

Veel pitten zijn ook in staat om het darmkanaal ongeschonden te passeren. Opgeslokt met het vruchtvlees, bereiken ze voorzover niet stukgebeten of stukgepikt met de uitwerpselen andere plaatsen. Bijvoorbeeld de pitten van Braam (*Rubus spec.*) en Vogelkers (*Prunus padus*) in uitwerpselen van fazanten en van vossen. Bij enkele soorten bevordert een dergelijke passage zelfs de kiembaarheid.

Verschillende zaden zijn voorzien van een aanhangsel dat speciaal geliefd is bij mieren, het zogenaamde mierebroodje. Zij kunnen zulke zaden over hele afstanden meeslepen naar het nest, verliezen er de nodige en brengen vaak

het eigenlijke zaad nadat het aanhangsel afgebeten of uitgezogen is weer bij hun nest naar buiten. Stinkende gouwe (*Chelidonium majus*) vormt een voorbeeld daarvan, het 'broodje' is als wit buitje zichtbaar op de korrel, het zaad is op grote afstand van de plant te vinden, terwijl het zonder tussenkomst van mieren nagenoeg recht naar beneden valt uit de plant.

Vruchten kunnen ook toegerust zijn met stekels of haakjes waardoor ze gemakkelijk blijven hangen aan de vacht van passerende dieren, soms ook aan veren van vogels. Dit zijn zgn. Klitvruchten. Omdat ze verderop er weer afvallen of omdat de meeste dieren hun vacht regelmatig reinigen is er een goede verspreiding mogelijk. B.v. Fijne kervel (*Anthriscus caucalis*), Doornzaad (*Torilis arvensis*), Hondstong (*Cynoglossum officinale*) (Afb. 8.) en Kleefkruid (*Galium aparine*); vergelijk ook het vruchtomhulsel van Stekelnoot (*Xanthium*) en de omwindselhaakjes van Klit (*Arctium*).



Afb. 8. Detail van een der haakjes op zaad van Hondstong (*Cynoglossum officinale*). <lijnstuk = 0,1 mm).

Verspreiding door cultuurmaatregelen en transport

Een aparte vorm van verspreiding is die onder invloed van de mens. In de eerste plaats worden zaden van allerlei cultuurgewassen bewust overgebracht om bepaalde (rassen van) planten te kweken en te telen. Daarnaast is er een enorm transport van vruchten en zaden over de wereld om als voedsel of als grondstof ergens voor te dienen. Onbedoeld worden daarmee andere zaden ook meegevoerd. Als adventieven kunnen die soms ergens vaste voet krijgen zodat ze op die manier toch verspreid worden. In ons land zijn ze uit alle windstreken hier gekomen, b.v. *Amsinckia spec.* uit Noord Amerika, Grijskruid (*Berteroa incana*) uit Oost Europa en West Azie, Zeevioler (*Malcolmia maritima*) uit het Middellandse Zee gebied.

Overwegend op kortere afstand heeft het transporteren van grond voor de aanleg van wegen, spoorwegen en dergelijke invloed (typochorie). Zaden die zich in het grondpakket bevinden komen op andere plaatsen terecht. Ook worden zaden aan voertuigen en kleding overgebracht. Bermen van wegen en spoorbanen en de taluds van ingravingen of ophogingen daarvoor nemen een aparte plaats in bij de verspreiding. Enerzijds zijn bermen plaatsen waar door de wind of door neerslag aangevoerde zaden een groeiplaats kunnen vinden; taluds kunnen door bijzondere expositie of door aansnijding van bodemlagen bijzondere groeiplaatsen vormen.

Ontkieming

Positie van zaden in of op de grond

De zaden of vruchten die, al of niet verspreid, zijn neergevallen komen terecht op het oppervlak van de bodem. Zij belanden dieper of ondieper tussen de bodemdeeltjes, afhankelijk van hun eigen vorm en van de ruwheid van het bodemoppervlak. Over het algemeen is de

Anderzijds is ook het verkeer zelf een verspreidingsfactor (agestochorie). Wervelingen achter snelle voertuigen geven extra windwerking. Bij het transport van landbouwprodukten als hooi, stro, bieten, worden ook zaden van andere planten overgebracht en tendele onderweg verloren, in het bijzonder bermen geven deze soms weer vestigingsmogelijkheden. (KOSTER, 1991; SYKORA ET AL., 1993).

Bij cultuurmaatregelen die in land- en tuinbouw toegepast worden komt het algemeen voor dat aan trekkerbanden en op richels van bewerkmachines onbedoeld zaden worden verplaatst. Bij onderzoek werden op een trekker gebruikt in de hooibouw kiemkrachtige zaden van 40 soorten hogere planten aangetroffen. (BAKKER & DE VRIES, 1988). De kans dat zulke zaden verder dan van nature zou geschieden, verplaatst worden is uiteraard groot. Verschillende oogstmachines zijn er ook op gebouwd om andere dan de gewenste vruchten uit te zeven, te blazen etc. Wederom een verplaatsingsbron.

Iets meer 'natuurlijk', hoewel menselijk ingrijpen eraan ten grondslag ligt, is het feit dat ook dieren, grote grazers bijvoorbeeld, aan hun vacht of hun hoeven zaden kunnen overbrengen, als zij verweid worden of rondzwerven over een groot oppervlak. Soms wordt dat mede als een voordeel van begrazing in min of meer natuurlijke situatie genoemd. Zij kunnen ook met hun mest kiemkrachtig zaad op een andere plek deponeren.

'zaaidiepte' van nature gering, enkele millimeters, veel zaden behoeven ook geen grotere diepte om te kunnen kiemen. Andere zaden vinden in kleine scheuren in de grond en in andere ongelijkheden, bijvoorbeeld prenten van dieren een geschikte kiemplek. Soms ook bieden dergelijke ongelijkheden kleine lussen, vochtverschillen of expositieverschillen die microklimatologisch

geschikte kiemomstandigheden inhouden. Voorts kunnen de activiteiten van dieren, wormen, mollen etc. zaad dieper of te diep doen belanden.

Tal van zaden zijn min of meer rond en glad en rollen gemakkelijk in kleine oneffenheden of blijven daarin steken. De stand waarin zij zo in de bodem belanden is voor de kieming niet van merkbare betekenis. De ruwheid van de oppervlakte structuur van de bodem bepaalt de diepte waarop zij terechtkomen. Deze diepte, hoewel overwegend gering, is weer van invloed op het kiemresultaat. Iedere soort stelt specifieke eisen, waarbij kleine variaties de ene soort op een bepaalde plek meer doen slagen dan elders en de andere juist minder (HARPER ET AL., 1964). Sommige zaden kunnen zeer ondiep tot kieming komen, andere hebben duidelijk meer ruwheid of diepte nodig. Beuk (*Fagus*) komt vooral tot succesvolle kieming op plekken waar het oppervlak beschadigd is, bijvoorbeeld na verslepen van hout. Karresporen bieden voor sommige soorten ook goede kansen. Soms zijn deze verschillen niet- alleen- terug te voeren op het kiemen zelf, maar ook of meer op de groeiomstandigheden in het stadium direct daarna. De vraag is of de jonge plant zich daar kan vestigen.

Er zijn ook zaden of vruchten die naast het vallen tussen de bodemdeeltjes ook enige indringing in de bodem bewerken. De vruchtjes van de Reigersbekken (*Erodium*) boren zich door schroefvormig opwinden en hygroscopische beweging van de snabels (ex-stijlen) tussen de bodemdeeltjes. Puntige bouw en teruggedichte beharing maken de indringing effectief. De vruchtjes van Haver (*Avena*) komen vrij, besloten in hun kroonkafje dat voorzien is van een naald. Ook deze rolt zich bij droging schroefvormig op en boort de vrucht de grond in. De stand van het zaad is dan uiteindelijk min of meer rechtop. De vruchtjes van Paardebloem (*Taraxacum*) landen aan hun parachute min of meer rechtop. Zij zijn voorzien van weerhaakjes die het vast blijven zitten tussen bodemdeeltjes bevorderen. De stand waarin de achene zich uiteindelijk in de bodem bevindt is van invloed op het kiemresultaat: de rechtop-stand geeft

een groter kiempercentage dan een liggende of een ondersteboven positie. Ook bij andere Compositae die van 'pluis' voorzien zijn, bijvoorbeeld Morgenster (*Tragopogon*) en iets minder uitgesproken bij Melkdistel (*Sonchus*) is dit effect geconstateerd (SHELDON, 1974).

Kiemrust

Veel zaden kunnen direct na de vorming en het loskomen van de moederplant nog niet kiemen: zij verkeren in primaire kiemrust. De reden daarvan kan liggen in het feit dat het embryo nog niet volgroeid is, het zaad moet nog rijpen. Ook kan de zaadwand zeer hard of ondoorlatend zijn en er kunnen remstoffen in het zaad voorkomen. Hoelang deze kiemrust duurt is afhankelijk van de plantesoort, maar ook van de omstandigheden waaronder het zaad gevormd en gerijpt is. Sommige soorten kennen echter een zeer beperkte primaire kiemrust, zij kunnen bijna meteen als ze vrijgekomen zijn kiemen, Muur (*Stellaria*) en Straatgras (*Poa annua*) bijvoorbeeld. De kiemrust voorkomt dat zaden al in de moederplant kiemen. Een enkele maal gebeurt dat toch: bijvoorbeeld het schot in granen (en andere grassen) die erg vochtig op het veld gebleven zijn, de korrels lopen al in de aar uit, hetgeen meestal niet tot vestiging van een nieuwe plant leidt.

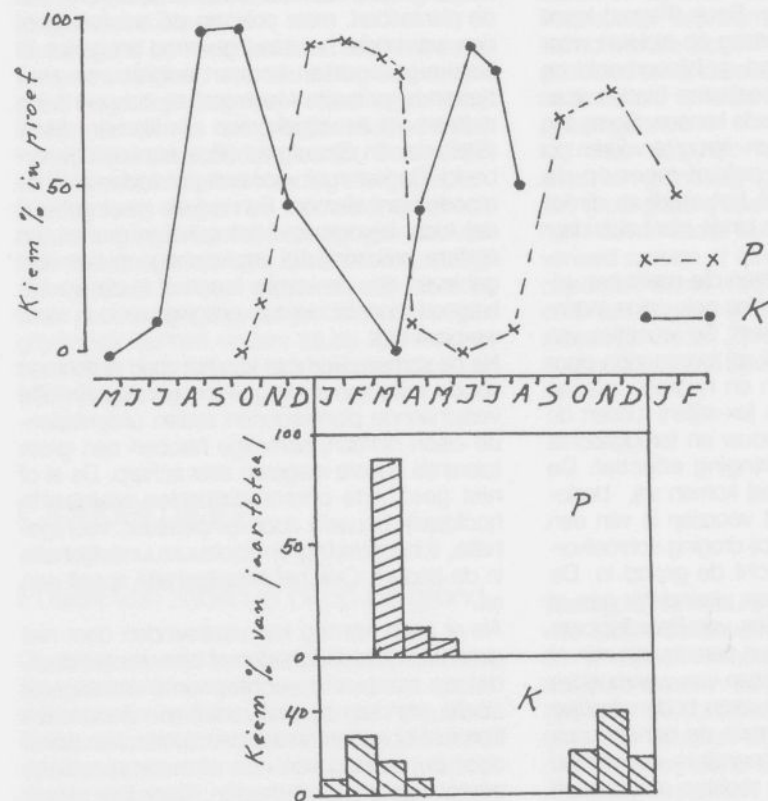
Na de primaire kiemrust kan het zaad ontkiemen als de milieu-omstandigheden gunstig zijn. De verschillende plantesoorten stellen uiteenlopende eisen hieraan, sommige hebben een grote tolerantie andere reageren zeer scherp. De al of niet geschikte omstandigheden worden in hoofdzaak bepaald door temperatuur, vochtgehalte, lichttoetreding en koolzuurzuurstofgehalte in de bodem. Ook het nitraatgehalte speelt een rol.

Als er geen kieming kan plaatsvinden door niet geschikte omstandigheden of bijvoorbeeld doordat de zaadwand vochtopname onmogelijk maakt, dan kan bij veel zaden een secundaire kiemrust optreden, welke pas doorbroken wordt door de werking van een of meer specifieke omgevingsomstandigheden. Daardoor wordt

bereikt dat planten in een periodiek klimaat pas ontkiemen als de weersomstandigheden voor deze planten het groeien mogelijk maken. Ook kunnen zaden daardoor lange tijd hun potentiële kiemkracht bewaren om deze te benutten zodra omstandigheden zich wijzigen. Diep begraven zaad van Klaproos (*Papaver*) kan na jaren ontkiemen zodra het voldoende aan de oppervlakte, in het licht, komt.

Kiemrust vertoont een soort-eigen patroon, dat nauw samenhangt met het levensritme van de latere plant. Men heeft wel indelingen gemaakt naar de aard en de doorbrekingselisen van de kiemrust (NICOLAEVA, 1982). Het verschijnsel is echter zo complex, dat deze indeling ook niet eenvoudig kan zijn. Naast planten met een

uiterst geringe kiemrust, die in een brede variatie van omstandigheden kunnen kiemen, zijn er soorten met een sterke kiemrust die alleen in specifieke situatie doorbroken wordt en waarbij kieming alleen in een scherp begrensd traject van omstandigheden mogelijk is. Er zijn najaarskiemers, voorjaarskiemers en andere. Bij een zomerannuel als Perzikkruid (*Polygonum persicaria*) zijn de zaden na de vorming in grote mate van primaire kiemrust, in late herfst en begin winter wordt deze doorbroken, maar in het late voorjaar en begin zomer bij stijgende bodemtemperaturen komt dit zaad weer in secundaire kiemrust, die weer afneemt in november-december. De kieming kan dus vooral in nawinter en vroeg voorjaar plaatsvinden, lukt het dan



Afb. 9. Kiemingsritme in een proef met zaden (boven) en in het veld waargenomen kieming (onder). P = Perzikkruid (*Polygonum persicaria*); K = Klimop-ereprijs (*Veronica hederifolia*). Combinatie van een waarneming in het veld en een proef in verschillende jaren. Naar Karssen & Post, 1990.

niet dan is er nog een volgende kans in de volgende cyclus, voorzover het zaad niet intussen verloren is gegaan door andere omstandigheden. Ook bij Klein kruiskruid (*Senecio vulgaris*) is dit beeld te zien (AARTS, 1981). Bij Brave hendrik (*Chenopodium bonus-henricus*) ontstaat de secundaire kiemrust reeds in maart-april, kieming in de zomer komt hier weinig voor. (Afb. 9.) Bij herfstkiemers als Klimop-ereprijs (*Veronica hederifolia*), die als winterannuel opgevat kan worden, daarentegen neemt de kiemrust bij stijgende bodemtemperaturen af (kieming gaat mogelijk worden) en wordt de kiemrust bij dalende bodemtemperaturen weer opgebouwd (KARSSSEN & POST, 1990). Naast planten die één kiempiek per jaar hebben komen er ook voor met twee kiempieken: in het voorjaar en in het najaar, bijvoorbeeld Kleefkruid (*Galium aparine*). Kiemrust, in het bijzonder de primaire rust, heeft als effect dat het zaad niet kiemt als de omstandigheden nog wel gunstig zijn, maar spoedig voor de plant ongunstig zullen worden door koude of droogte of tekort aan licht (daglengte). De opbouw en de vermindering van de secundaire kiemrust vormt een reserve teneinde kieming alleen te laten plaatsvinden in voor de plant weer gunstig wordende omstandigheden. Gunstig kan in dit verband ook zijn: nog niet of niet meer door andere planten in beslag genomen bodemoppervlak.

Doorbreking en handhaving van de kiemrust

Het al of niet kiemen van zaad na de primaire kiemrust is afhankelijk van een aantal fysische en chemische factoren, maar ook het doorbreken van een secundaire kiemrust wordt daarvoor bepaald. Zaden kunnen reageren op deze factoren; op een bepaald moment zijn de omstandigheden zodanig geworden dat het zaad succesvol kan ontkiemen en tot plant uitgroeien. Deze latente vorm van leven kan lang duren, verschillende soorten akkeronkruiden blijven in onbewerkte grond jarenlang, vaak meer dan 50 jaar, in staat om alsnog te ontkiemen.

Maar bij andere soorten leven de zaden veel korter, de stofwisseling en daarmee de kieming komt snel op gang als deze zaden vocht kunnen opnemen. De opbouw van een secundaire rust vindt bij die soorten minder plaats.

De eerste factor voor op gang komen van het kiemingsproces is vocht. De meeste zaden en vruchten kunnen alleen ontkiemen als er voldoende vocht in de bodem al of niet tijdelijk aanwezig is. Vochtopname wordt soms tegengegaan door de ondoordringbaarheid van de zaadwand. Veel zaden behouden hun kiemvermogen als zij na kortstondige vochtopname weer uitdrogen. Bij herhaling van dit vocht-droogte proces loopt het kiempercentage wel steeds verder terug, maar toch kan er ook na meerdere herhalingen nog kieming optreden (BERRIE & DRENNAN, 1971). Vochtopname alleen zet echter bij veel planten het kiemproces niet in gang; andere factoren kunnen de kiemrust handhaven.

Een volgende factor is de temperatuur, in absolute hoogte en in dagelijkse of seizoensschommeling. Kieming vindt niet plaats bij temperaturen onder 0° C of, soortafhankelijk, iets daarboven. Evenmin vindt succesvolle kieming plaats bij (bodem)temperaturen boven de ca 34° C. Opbouw, danwel vermindering van kiemrust vindt in veel gevallen plaats door oplopende of dalende temperatuur van de bodemlaag waarin de zaden zich bevinden. Bij verschillende soorten wordt de kiemrust bij oplopende temperaturen pas doorbroken nadat de zaden gedurende enige tijd aan koude hebben blootgestaan. Waargenomen is dat Bereklaauw (*Heracleum sphondylium*) bij rond 15° C kiemt, als de zaden eerst enige tijd 2° C meegemaakt hebben. Voor de Es (*Fraxinus excelsior*) is 2 - 3 maanden 5 - 10° C nodig, om bij oplopende temperatuur in beduidende mate te kiemen. Deze koudebehoefte zorgt ervoor dat geen kieming plaatsvindt in zomer en herfst en dat pas na de winter, in het voorjaar, de jonge plant zich moet ontwikkelen (GRIME, 1979). Voor andere zaden is gevonden dat de kieming eerst op gang komt als zij blootgesteld zijn aan dagelijks wisselende temperaturen binnen een bepaald traject. Deze situatie is uiteraard vaak aan te treffen, maar de schommeling wordt sterk gedempt als de bo-

dem door andere planten bedekt is. Deze zaden ontkiemen dan niet of blijven in kiemrust totdat de dagelijkse temperatuurgang weer groter is doordat er gaten ontstaan zijn in het vegetatiedek. Ook op enige centimeters diepte treedt reeds een aanzienlijke demping van temperatuurbeweging op. Deze soort zaden kiemen dan ook pas wanneer zij door een of andere oorzaak meer oppervlakkig zijn komen te liggen. Van groot belang is ook het licht dat het zaad bereikt. Bij veel zaden is de kieming geremd als er geen lichtinval is. Vooral bij kleine zaden speelt dat een rol. Deze bevatten weinig reservevoedsel, het kiemplantje kan niet door een bodemlaag van enige dikte heengroeien. Als zij begraven raken is er geen lichtinval en kiemen zij niet. Bij de lichtinvloed op de kieming gaat het vooral om het rode en het verrode deel van het spectrum. Rood licht bevordert de kieming; verrode straling (voor ons niet zichtbaar, 700 - 800 nm) remt de kieming. Het in de zaden aanwezige pigment fytochroom kent een rood absorberende vorm, die door de rood absorptie overgaat in een verrood absorberende vorm. Verrood absorptie zet deze vorm weer om in de rood absorptie vorm. Aanwezigheid van rood licht doet dus de verrood vorm ontstaan en deze is nodig voor de kieming. Onder een bladerdek van andere planten overheerst echter de verrode straling, waardoor de kieming geremd wordt: de kiemplant ontstaat pas als het bestaande bladerdek daartoe ruimte biedt (KARSSSEN & POST, 1990). De lichtinvloed is overigens gecompliceerd: sommige zaden kunnen in het donker kiemen na een korte blootstelling aan licht; bij andere wordt de kieming door licht geremd.

De bodematmosfeer, in het bijzonder het zuurstof- cq. koolzuurgehalte in de bodem is eveneens van invloed op de kiemingsmogelijkheden. Door wortelactiviteit van de ondergrondse delen van een vegetatiedek verlaagt het zuurstofgehalte en doet het koolzuurgehalte stijgen. Bij een aantal zaden werkt dit remmend op de kieming, pas bij herstel van een meer normale verhouding kan kieming plaatsvinden.

De aanwezigheid van andere stoffen kan het al

of niet kiemen beïnvloeden. Bij de afbraak van strooisel kunnen vloeibare of gasvormige stoffen vrijkomen die kieming remmen. Ook een grote dichtheid van zaden kan kiemremmend werken, waarschijnlijk door de vorming van remstoffen. Dit voorkomt ontkieming die nutteloos zou zijn omdat de kiemplant geen vestigingsmogelijkheden zal hebben.

Kiembetwonderend daarentegen is de aanwezigheid van nitraat. Dit kan in de bodem aanwezig zijn. Het kan ook tijdens de zaadontwikkeling al in het zaad vanuit de moederplant zijn opgenomen.

De zaadhuid biedt het zaad bescherming tegen ongunstige omgevingsinvloeden. In een aantal gevallen is hij ook de reden dat de kieming niet of moeilijk verloopt, doordat de vochtopname of het doordringen van andere factoren tegengegaan wordt. Een zekere aantasting van de wand is dan nodig om het kiemen te bevorderen. Dit kan een natuurlijke aantasting door bodemorganismen, schimmels of bacteriewerking zijn. Mechanische aantasting door aanvraat, mits van beperkte aard kan helpen. Ook het passeren van het darmkanaal van een dier kan een chemische aantasting vormen, die soms noodzakelijk is.

Bij cultuurmaatregelen worden soms chemische behandelingen als logen, of mechanische als krassen toegepast om een toereikend kiemresultaat te bereiken. Ook worden wel koude behandelingen van zaad, vlak voor de kieming, toegepast om bloei in hetzelfde jaar te bereiken. Zaden die niet in kiemrust verkeren kunnen in voor hen geschikte omstandigheden ontkiemen. Zij hebben sensoren die kunnen aangeven: de temperatuur of het temperatuurritme is geschikt, de ligging is niet te diep in de grond, er is ruimte tussen de andere planten etc. Zaden hebben ook sensoren die kunnen aangeven: er moet kiemrust zijn, de algemene bodemtemperatuur daalt of stijgt, er is geen licht genoeg etc. ook al zijn de directe factoren nog wel geschikt. (Kieming zou immers betekenen dat de plant straks in ongunstige klimatologische of andere omgevingsomstandigheden terecht zou komen.) Anderzijds kunnen deze

sensoren de kiemrust doen verminderen, zodat het zaad en daarmee de toekomstige plant kan reageren op voor hem geschikte momentele omstandigheden. Deze sensoren zetten als het ware het raam open, waarvan de kiem gebruik kan gaan maken; maar zij houden het raam dicht als de kiem niet moet gaan groeien. In

kiemrust verkerende zaden zijn vaak zeer bestendig, de zaadwand beschermt ze in veel gevallen jarenlang. Op de lange duur echter gaan ze in natuurlijke omstandigheden toch te gronde, door bacterie-aantasting, schimmels en dergelijke.

Zaad in de grond, zaadbank

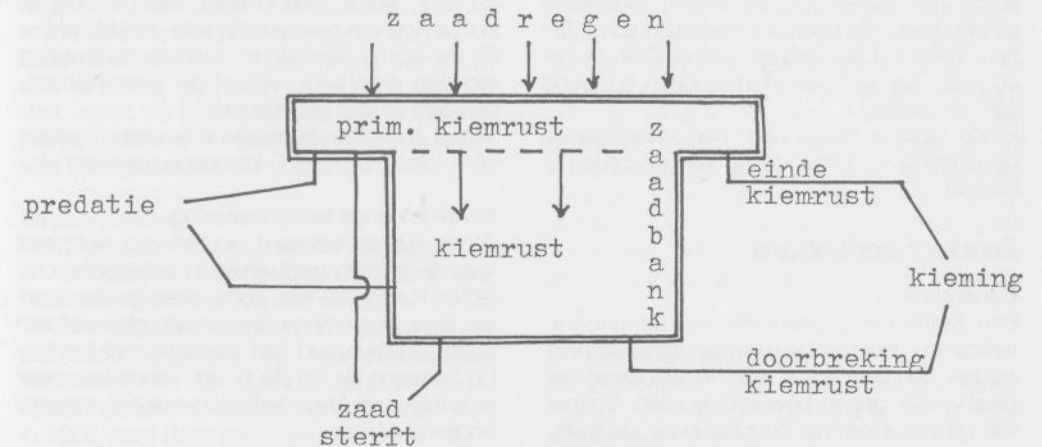
Voortdurend komen er zaden of vruchten op de grond terecht. Een deel daarvan zal door predatie of bederf verloren gaan; een deel zal ook wegwaaien of wegspoelen en elders terechtkomen. Maar ook kan een deel op of in de grond levend aanwezig blijven. Sommige zaden kunnen snel tot kieming komen. Andere zullen in primaire of later ook secundaire kiemrust verkeren. Er vormt zich een zekere voorraad van zaden, die op een geschikt moment tot kieming kunnen komen. Deze voorraad noemt men een zaadbank.

De hier opgehoopte zaadhoeveelheid zal afnemen door predatie en dergelijke, maar ook door

ontkieming van zaden na doorbreking van de kiemrust. Anderzijds zal hij toenemen door nieuwe zaadval, deze wordt wel als zaadregen aangeduid. Tenslotte zullen zaden die lang in deze zaadbank verblijven hun kiemkracht verliezen. Zij sterven en gaan door bederf teloor.

Omvang en samenstelling van de zaadbank zijn zeer uiteenlopend. De vegetatie op een bodem en in de omgeving van de standplaats is uiteraard van grote invloed. Enerzijds als producent van het zaad, anderzijds als laag die het neervallen van zaad kan belemmeren of die het doorbreken van de kiemrust door bodembedekking bemoeilijkt. De bodem zelf is door vochttoe-

Afb. 10. Zaadbank, schematisch.



stand, structuur en samenstelling mede bepalend voor de aard van de zaadbank. Daarnaast is de diepte maatgevend: binnen de bodemlaag die zaden bevat en dus aan de zaadbank meedoet is de samenstelling van de zaadvoorraad per diepte-centimeter verschillend, in het algemeen wordt de omvang ervan snel kleiner met toenemende diepte. Tenzij er sprake is van graverij door dieren (of van spitten en ploegen door mensen) overweegt alleen de betekenis van de bovenste decimeter in dit verband. Ook het seizoen is van grote invloed. De zaadregen vindt periodiek plaats, zij het voor de verschillende soorten op uiteenlopende tijden. Ook de ontkieming verloopt overwegend periodiek. In

Bewaren van zaden

Door drs. L.W.J. van den Wollenberg

Zaadbewaring heeft bij botanische instituten altijd een tweeledige functie gehad. Een voor de hand liggende reden voor het bewaren van zaden ligt in het bewaren als reservemateriaal, waaruit eventueel geput kan worden wanneer levende planten nodig zijn (zaad- of genenbank functie).

Een tweede functie van het bewaren van zaden is die van referentie-bron, in een zogeheten seminotheek. De hiervoor bewaarde zaden dienen uitsluitend als vergelijkingsmateriaal, bij het op naam brengen van plantesoorten op grond van hun zaden.

Beide functies vergen een heel verschillende benadering en behandeling van de zaden in kwestie.

Zaad- of genenbank

Genenbank

Een zaadbank is een vorm van genenbank, waarbij de genen in de vorm van zaden aanwezig zijn. Een genenbank is in het algemeen een plaats waar genen bewaard worden. Vormen van genenbanken zijn de zadenbank, de meris-

veel gevallen is de zaadbank met betrekking tot bepaalde soorten slechts gedurende een deel van het jaar aanwezig: bij een aantal soorten blijft er vrijwel geen zaad tot een volgende kiemperiode (in kiemrust) bewaard. De tijdsduur van verblijf in de zaadbank kan echter ook veel langer zijn, in het bijzonder als zaden door een of andere oorzaak begraven raken. Er zijn plantensoorten waarvan de zaden in die situatie gedurende vele jaren kiemkracht behouden. Pas als zij aan het oppervlak komen wordt de kiemrust door lichtinvloed doorbroken. Klaprozen (*Papaver*) kunnen zich massaal ontwikkelen op recent omgezette grond uit 'oud' zaad.

teembewaring, de cryogene bewaring, de levende zaadgaarde, en het reservaat (NAAR TAY, 1991).

Een reservaat kan een plaats zijn voor de bewaring van de genen van tal van wilde plantesoorten (in situ veld-genenbank).

De zaadgaarde is veelal een niet-natuurlijke standplaats waar een populatie van een bepaalde soort wordt gehandhaafd, met het oog op het winnen van zaad (ex situ veld-genenbank).

Bij de (soms stilstaande) meristeembewaring worden weefsels, veelal de groeipunten, bewaard (in vitro genenbank).

Verder is er nog de cryogene bewaring in vloeibare stikstof bij -196°C (cryogene genenbank).

Korte- en lange termijnbewaring

Zaden kunnen bewaard worden voor het geval levende planten verdwijnen. In botanische collecties kunnen tal van, soms waardevolle, soorten door onvoorziene omstandigheden verloren gaan. Reservezaad kan dan uitkomst bieden. De bewaring lijkt op die bij een zaadbank, maar is feitelijk een korte-termijn bewaring, meestal ongeveer 10 jaar.

In een echte zaadbank is er sprake van lange-termijn bewaring, meestal vele tientallen jaren. Een belangrijke reden om zaden in een zaadbank te bewaren is het veiligstellen van oude of uitheemse cultuurrassen, die nog de kenmerken bezitten die bij de huidige cultuurrassen verloren zijn gegaan.

Een voor de hand liggende taak van een zaadbank geldt bedreigde plantesoorten. Door van bedreigde populaties in het wild op een verantwoorde wijze voldoende zaden te winnen, kan, in geval van een calamiteit op de laatste standplaats van die populatie, het genetisch materiaal in stand gehouden worden, totdat passende maatregelen genomen worden.

Een belangrijke genenbank die voornamelijk zaden bewaart (zaadbank) is het Centrum voor Genenbronnen Nederland (CGN) te Wageningen, waar onder andere oude cultuurrassen worden bewaard.

Een internationale organisatie, die probeert oorspronkelijke of vroege rassen van voedselgewassen te verzamelen bij "primitieve" samenlevingen, is de International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) te Rome.

Een belangrijk verschil tussen korte- en lange-termijn bewaring is dat kiemkrachtonderzoek aan het bewaarde materiaal voor lange-termijn bewaring moet worden uitgevoerd.

Bij lange-termijn bewaring is het teruglopen van de kiemkracht een groot probleem. Om dit tegen te gaan wordt, met tussenpozen van enige jaren, van elk zaadmonster een kleine steekproef genomen, teneinde de kiemkracht vast te stellen. Blijkt deze te ver terug te lopen, dan wordt via het opkweken van voldoende planten, gevolgd door bestuiving en zaadoogst, vers zaad gewonnen (HONDELMAN, 1976).

Bewaarcondities

Het bewaren van zaden bij kamertemperatuur en de daarbijbehorende relatieve luchtvochtigheid is niet de meest ideale methode.

Ter illustratie een voorbeeld: in 1856 werd een partij zaden, ongeveer 1400 soorten omvattend, verscheept van Kew Gardens naar Melbourne, alwaar het terecht kwam in een afgesloten kast. In 1908 werd deze partij teruggevonden. Bij uit-

zaaien bleek dat na 50 jaar slechts 4% van de zaden kiemde (KLINGAMAN, 1989).

In een zaadbank dienen de condities voor het behoud van de kiemkracht optimaal gehouden te worden.

Als voorbeeld van dit laatste geldt *Trillium*, een geslacht van de Leliefamilie. Bij de beschrijving van de voorwaarden voor kieming geeft DENO (1991) aan welke behandeling dodelijk is voor de kiemkracht: droge bewaring.

In grote lijnen zijn er twee grootheden die de kiemrust van zaad beïnvloeden, te weten temperatuur en het vochtgehalte van het zaad. Een derde factor, de samenstelling van de lucht rond het zaad, speelt eveneens een rol, maar zal hier niet verder besproken worden. Schommelingen in deze grootheden kunnen de kiemrust induceren dan wel doorbreken. Ruwweg is het zo dat de kiemrust bevorderd wordt door voor de kieming ongunstige omstandigheden, te weten lage temperaturen en droogte, en dit fenomeen wordt gebruikt bij de bewaring van zaden.

Bij Koolzaad (*Brassica napus*) is onderzocht hoe het kiemingspercentage zich gedroeg bij verschillende vochtpercentages in het zaad, door te bepalen hoe lang het duurde voor het kiemingspercentage gezakt was tot 50%. Door Koolzaad te bewaren bij een vochtgehalte van 3% in plaats van 5% duurde het 12x zo lang voor de het kiemingspercentage 50% was. Als vuistregel geldt dat elke reductie in vochtgehalte van het zaad, en elke reductie in bewaar temperatuur met 5°C, een verdubbeling van de levensduur oplevert (ANONYMOUS, 1989). Voor lange-termijnbewaring is een vochtpercentage van 4%, bij een temperatuur van -18°C, een goede verhouding. Met name bij sterk olie- of vethoudende zaden is een laag vochtgehalte belangrijk (HONDELMAN, 1976). Bij korte-termijn bewaring is 4°C, en een vochtgehalte van 7-8% goed. Veel zaden van wilde soorten verdragen geen lager vochtgehalte dan 7-8% (HAWKES, 1987).

Orthodoxe en recalcitrante zaden

Bij het bewaren vallen zaden ruwweg uiteen in twee groepen, de orthodoxe zaden en de recalcitrante zaden (HAWKES, 1987).

Orthodoxe zaden zijn zaden die, mits bewaard bij lage temperatuur en lage relatieve luchtvochtigheid, lange tijd niet in kiemkracht achteruit gaan. Zaden van de Lotus (*Nelumbo nucifera*), gevonden in 1923 in Mantsjoerije, waarvan de leeftijd via de Koolstof-14 methode op ca. 1000 jaar was geschat, kiemden voor 100% (KLINGAMAN, 1989). Klingaman geeft ook een vijftal theorieën voor de oorzaak van het teruglopen van de kiemkracht, te weten het opraken van reservevoedsel voor het embryo, accumulatie van toxische stoffen of groeiremmers, afbraak van mechanismen die de kiemrust moeten beëindigen, oxydatie van celmembraan-lipiden, en de afbraak van DNA, eiwitten of andere vitale stoffen door enzymen.

Recalcitrante zaden zijn zaden die bij de genoemde condities wel teruglopen in kiemkracht, soms zeer snel. Deze kunnen veelal niet tegen het teruglopen van het vochtgehalte beneden de 30%, zoals bij veel primaire boomsoorten uit het tropisch regenwoud (tropische recalcitrante zaden). Deze laatste worden gekenmerkt door vlezig zaden die direct kiemen (geen kiemrust), een hoge ademhalingsnelheid, en een hoog vochtgehalte. Voorbeelden hiervan zijn Kapok (*Ceiba* spp.), Balsa (*Ochroma* spp.) Tropische ceder (*Cedrela* spp.), teak (*Tectona grandis*) etc. (VAZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVA, 1992). Maar ook enige boomsoorten uit de gematigde zone, zoals Eik (*Quercus* spp.) en Kastanje (*Castanea* spp.) (HAWKES, 1987).

Recalcitrante zaden kunnen soms via een specifieke behandeling toch voldoende droog bewaard worden. Voorbeelden zijn het isoleren van de kiem, die soms een lager vochtgehalte kan verdragen, of behandeling met stoffen als proline (ANONYMOUS, 1989). Hieraan wordt nog niet zolang onderzoek gedaan.

Seminotheek

Een seminotheek is een plaats waar zaden bewaard worden voor referentie-doeleinden. Zaden in een seminotheek zijn veelal zorgvuldig benaamd aan de hand van bijbehorend herbarium-materiaal (FARRON, 1977). In geval van mis-identificaties kunnen deze eenvoudig in de seminotheek hersteld worden.

Bij het verzamelen van herbarium-materiaal van wilde soorten wordt veelal ook zaad aangetroffen. Dit wordt meestal op de herbariumvellen bijgevoegd in een aparte envelop. Dit maakt het vinden van zaad van een bepaalde soort echter niet erg gemakkelijk.

Bij de bewaring van zaden in een seminotheek is het behoud van kiemkracht onbelangrijk, omdat het gaat om uiterlijke kenmerken van zaden, die deel uitmaken van een referentiecollectie. De zaden worden dan ook meestal droog bij kamertemperatuur (en bijbehorende luchtvochtigheid) bewaard.

Foto's van vrucht- en zaadvormen

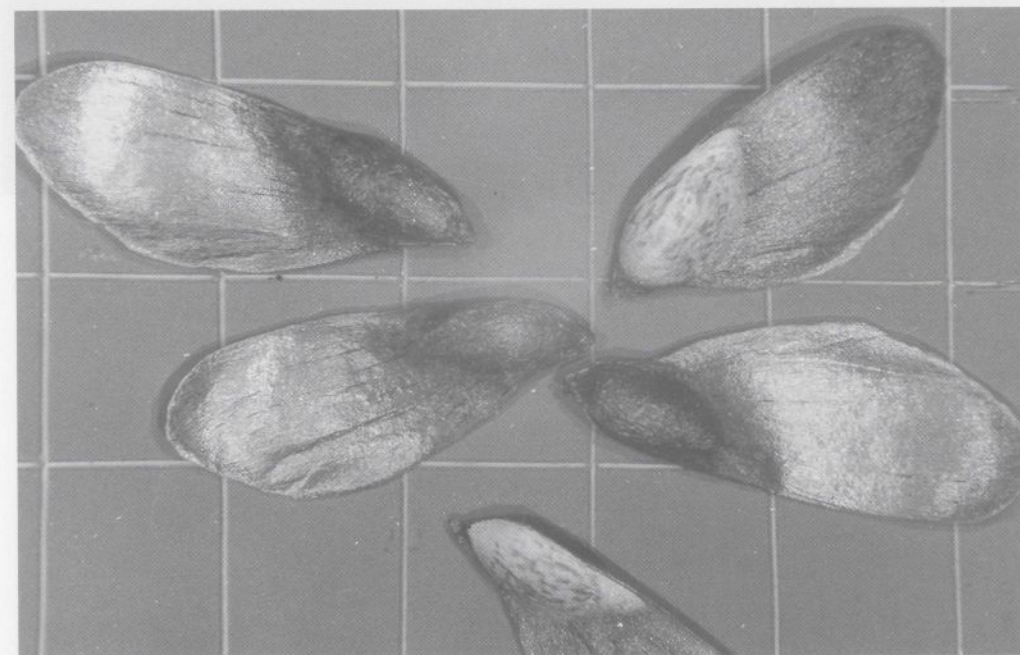
Door middel van de hierna volgende foto's is een beeld gegeven van de grote verscheidenheid van zaad- en vruchtvormen. Als onderwerp werden steeds vruchtjes of zaden genomen zoals die gemakkelijk buiten in het veld verzameld kunnen worden, er is niet geselecteerd op bijzonder gave of mooie exemplaren. Wel is getracht een beeld te geven van de spreiding in vormen en modellen die men kan aantreffen.

De afbeeldingen zijn merendeels gemaakt als macrofoto, met behulp van verlengringen en met 'omgekeerde' lens. Een ringverlichting was daaraan bevestigd. Als ondergrond is veelal gebruik

gemaakt van een stuk millimeterpapier of van een 5 mm raster dat op standaard-grijs was ingekrast. Waar dat niet het geval is werd later een lijnstuk op de afdruk aangebracht. De rastermaat of de afmeting van het lijnstuk is met <> in het onderschrift aangeduid.

Voor een aantal details werden foto's door de microscoop gemaakt; ook daarbij werd een lijnstukje voor de maat weergegeven.

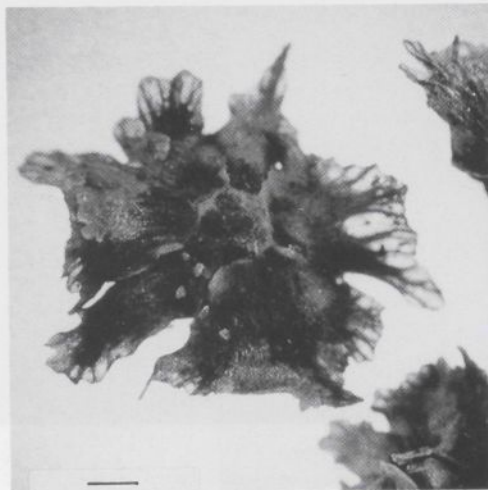
Als negatief materiaal werd Kodak T-max 100 gebruikt, vergroot werd op Ilford Multigrade onder gradatie-filter 3,5 tot 4,5.



Gevleugelde zaden van Douglasspar (*Pseudotsuga menziesii*), <> 5 mm.
De vleugels geven een 'dwarrel' effect, ook maken zij windverspreiding mogelijk.

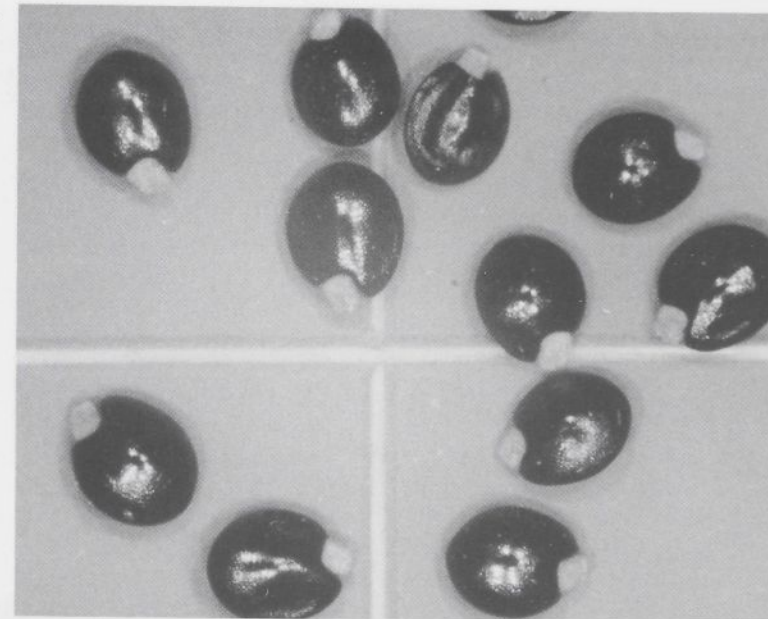


Vruchten van Waterzuring (*Rumex hydrolapathum*), ≤ 1 mm.
Bij Zuring maken bloemdekdelen in de vorm van vruchtkleppen deel uit van de vrijkomende vrucht, zij doen dienst als vleugeltjes.

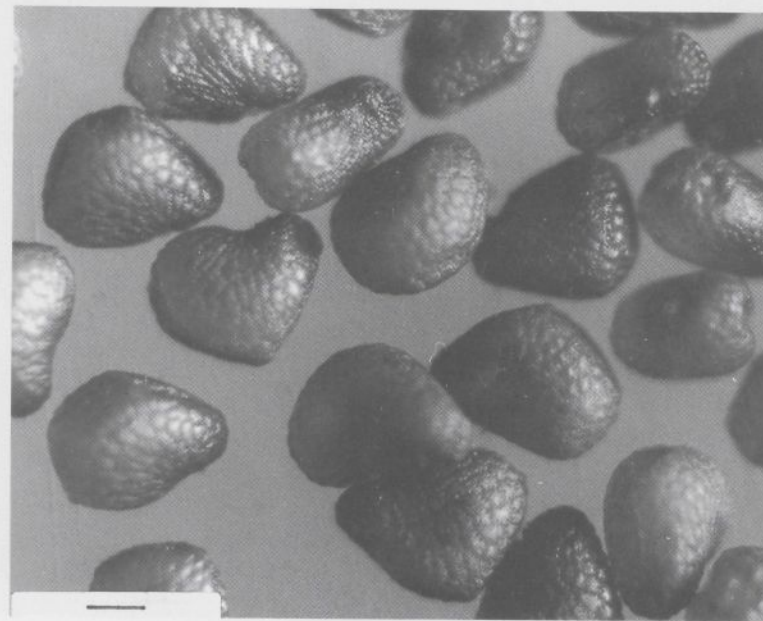


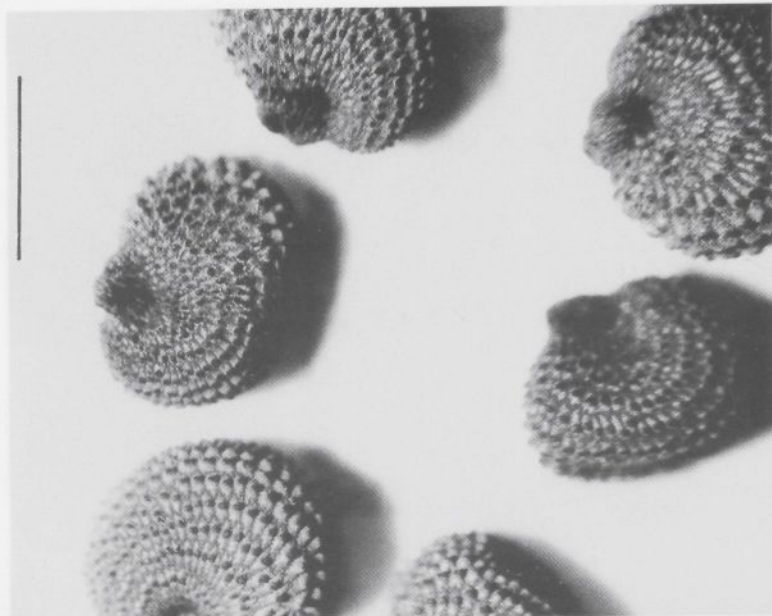
Vrucht van Loogkruid (*Salsola kali*), ≤ 1 mm.
De bloemdekklappen vormen hier een papierachtig doosje, geschikt voor wind- en waterverspreiding.

Zaadjes van Witte winterpostelein (*Claytonia perfoliata*), ≤ 5 mm.
Mierebroodjes!



De zeer kleine zaadjes van Liggende vetmuur (*Sagina procumbens*), $\leq 0,1$ mm.
In de Anjerfamilie (*Caryophyllaceae*) komen veel zaden voor die fraai getekend zijn.

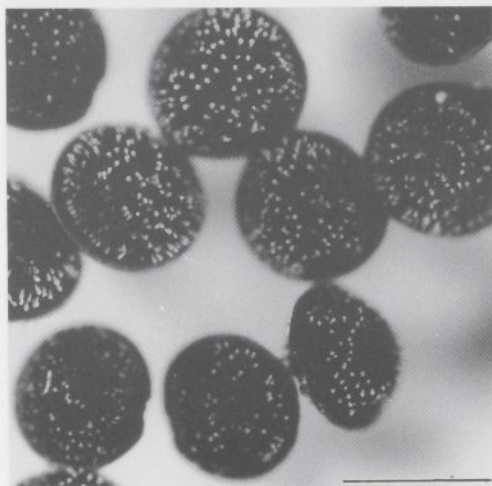




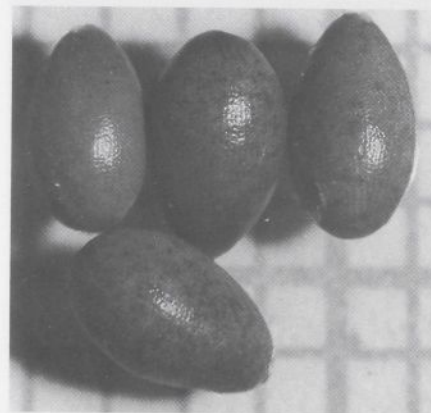
Zaadjes van
Blaassilene (*Silene*
vulgaris), ≈ 1 mm.

Rechtsonder:
Detail, $\approx 0,1$ mm.

Links onder: Het zaad van Gewone spurrie
(*Spergula arvensis*) is voorzien van witte papillen,
 ≈ 1 mm.

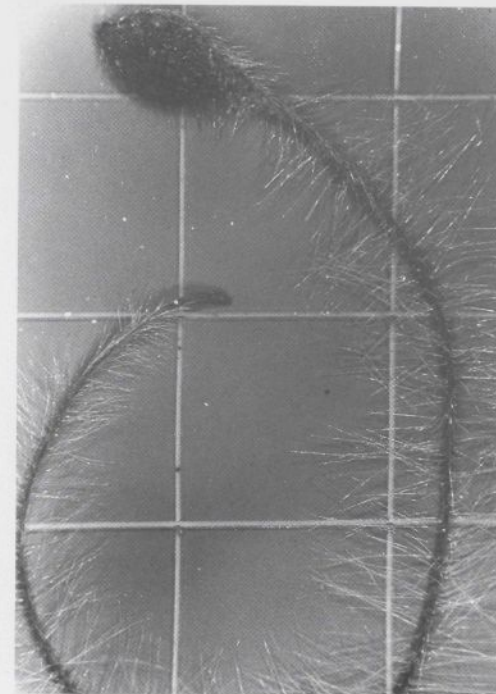


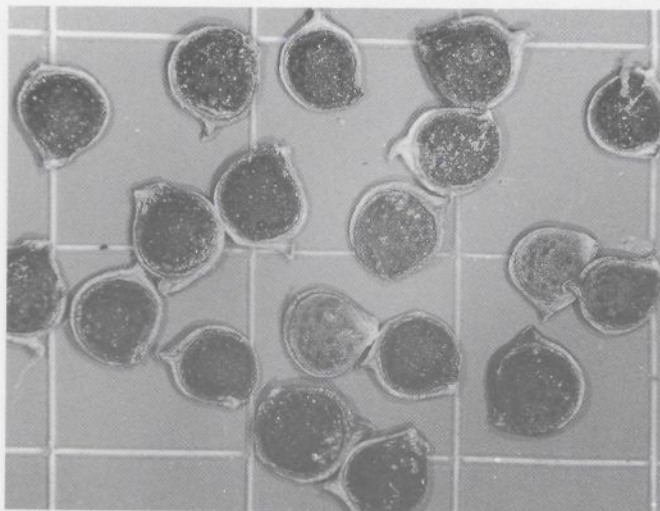
Zaden van Gerande schijn-
spurrie (*Spergularia maritima*),
zijn voorzien van een vlies-
randje, doch niet alle, $\approx 0,1$
mm.



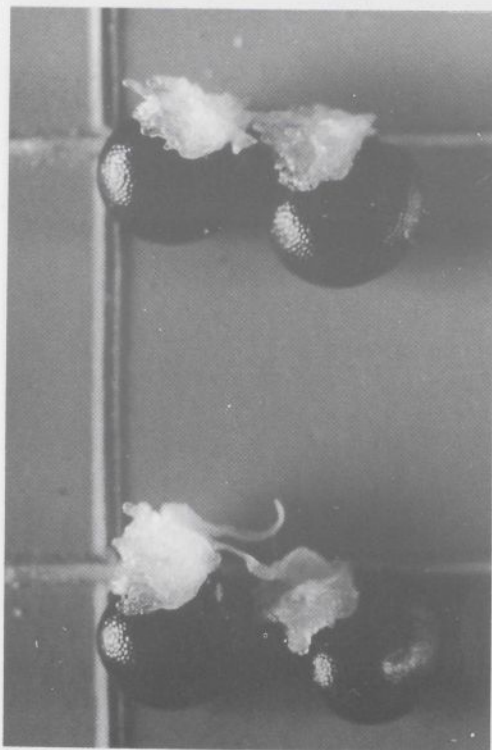
Boven: Bij de Witte waterlelie (*Nymphaea*
alba) rijpt de vrucht onder water en rot weg,
de grijsachtige zaden komen daarna vrij en
kunnen wegdrijven of worden door
watervogels verspreid, ≈ 1 mm.

Rechts: Bosrank (*Clematis vitalba*), ≈ 5 mm.
De stijl is hier uitgegroeid tot een lange,
behaarde snavel. De vrucht is daardoor
geschikt voor verspreiding door de wind.



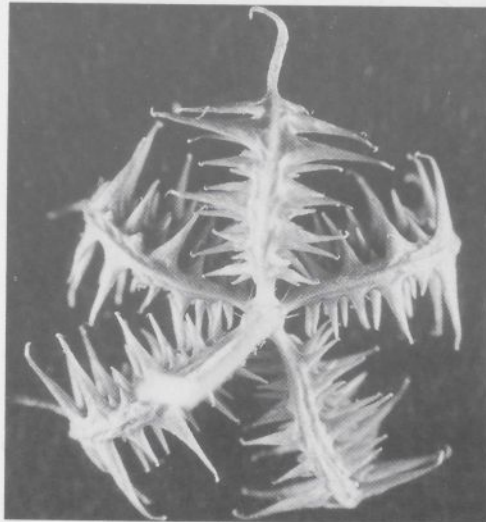


De platte dopvruchtjes van Scherpe boterbloem (*Ranunculus acris*) zijn bezet met een papilstructuur, ≈ 5 mm.



Links: De vruchtjes van de Akkerboterbloem (*N. arvensis*) zijn geheel gestekeld. Soms blijven zij lang op een hoofdje bijeen zitten.

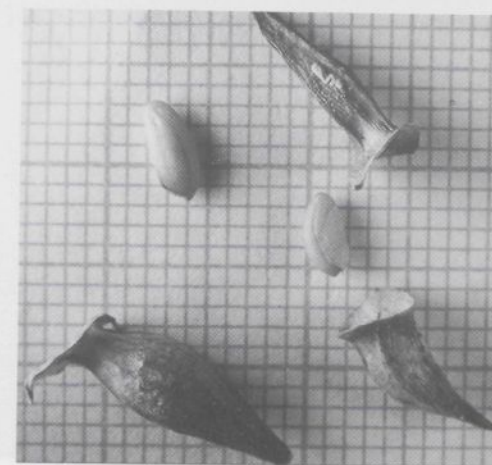
Onder: Gele helm (Pseudofumaria lutea), ≈ 5 mm. De zaden worden vaak enigszins weggeschoten uit de vrucht, bovendien dragen ze een mierebroodje.

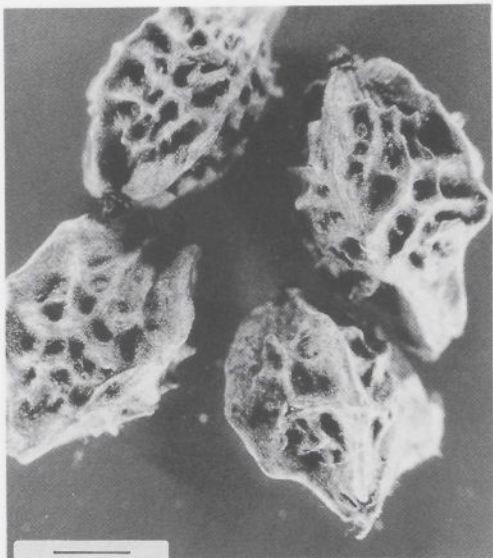


Witte krodde (*Thlaspi arvense*), ≈ 1 mm. De zaden van Cruciferen zijn vaak fraai getekend.

Vruchtsnavels en uitgepeld zaad van Zeeraket (*Cakile maritima*), ≈ 1 mm. De eenzadige snavels van de vruchten breken meestal los. Zij kunnen drijven, dankzij een kurkachtige wand, ook waaien ze wel weg. In de hoogwaterloedlijn zijn ze vaak aan te treffen.

De eenzadige 'hauw' blijft lang aan de plant zitten en wordt soms als windroller verplaatst. Vergelijk hiermee ook de bolvormige, eenzadige, snavel van de Zeekool (*Crambe maritima*) die als een minikosmosnoot over zee verspreid wordt.





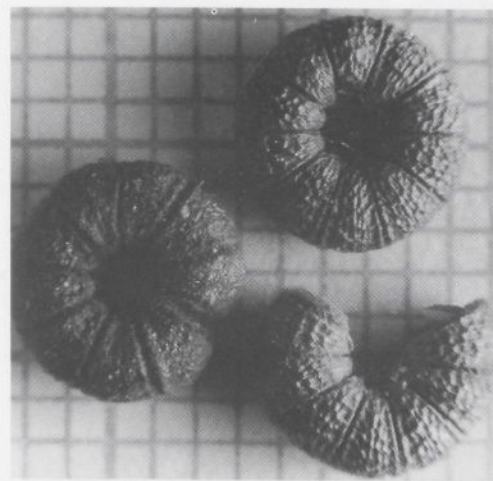
Eenzadige schijnvruchtjes van Grote pimpemel (*Sanguisorba officinalis*), $\times 1$ mm.



Mispel (*Mespilus germanica*). Bij veel geslachten van de Rozenfamilie (*Rosaceae*) neemt de bloembodem in enige vorm deel aan de vorming van de (schijn)vrucht, in de vorm van bramen, bottels, appels, kersen. Een mispel bevat enkele harde stenen als eigenlijke vruchten.



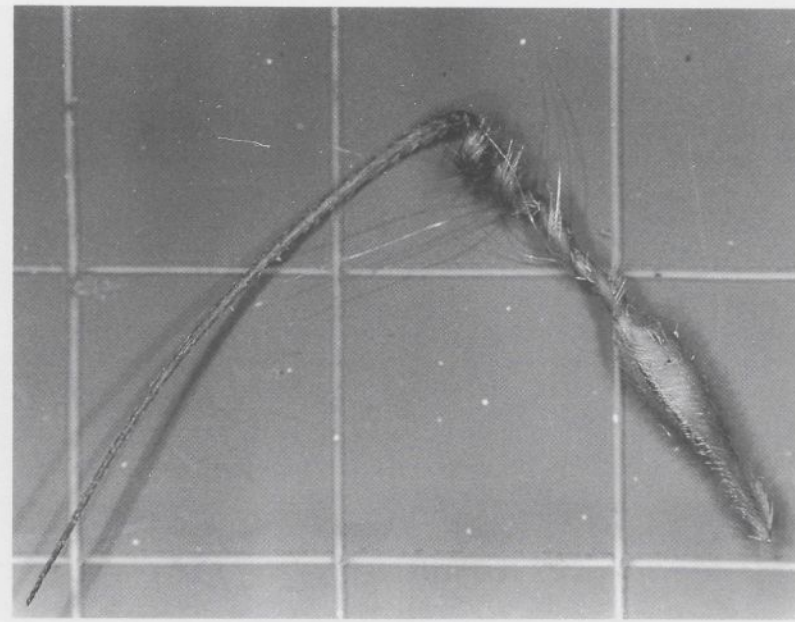
Geel nagelkruid (*Geum urbanum*), $\times 5$ mm.
De haakvormige stijl blijft aanwezig aan de dopvruchtjes, klitwerking.



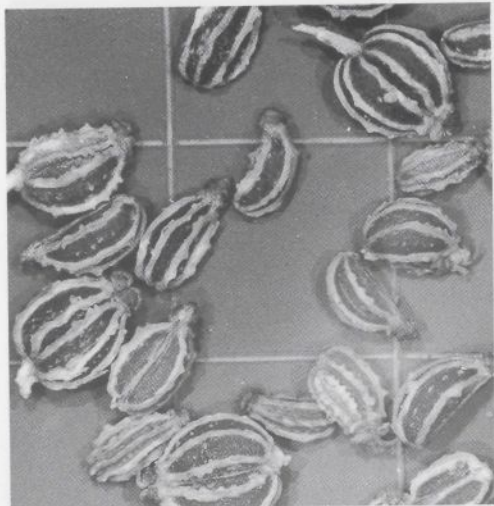
Groot kaasjeskruid (*Malva sylvestris*), $\times 1$ mm.
De ringen van splitvruchtjes vallen ook wel in eenzadige delen uiteen.



Muskuskaasjeskruid (*Malva moschata*), $\times 1$ mm.
De kaasjes vallen hier bijna altijd uiteen.

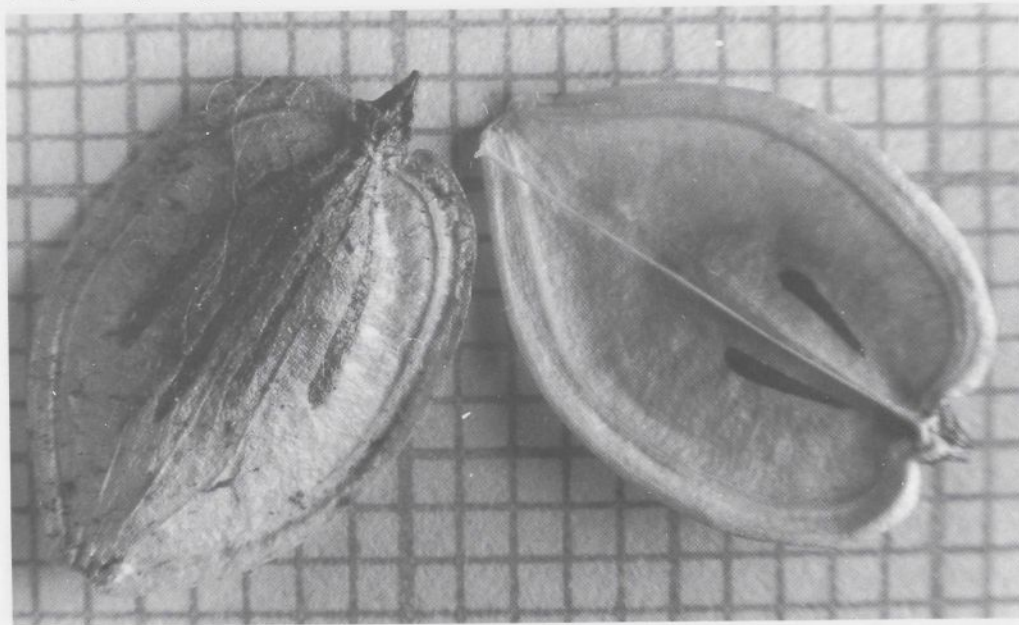


Gewone reigersbek (*Erodium cicutarium*), $\times 5$ mm.
De lange snavel rolt op of ontspant, afhankelijk van de vochtigheid, en 'boort' de vrucht de grond in, haren houden hem vast.



Gevlekte scheerling (*Conium maculatum*), $\approx$ 5mm.
Vruchtjes van veel Schermbloemigen dragen duidelijke ribbels.

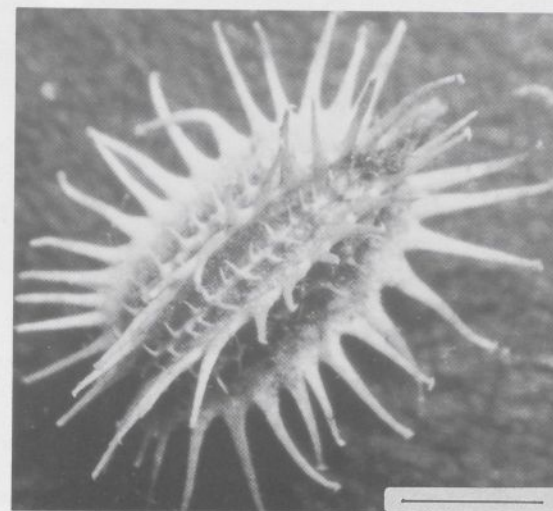
Bereklaauw (*Heracleum sphondylium*), $\approx$ 1mm.
Vruchtjes van Schermbloemigen groeien met zijn tweeën aan een carpofoor, bij een van de twee is deze hier zichtbaar als een naaldje over het zaad. Bij onder meer Bereklaauw zijn de vruchtjes afgeplat en enigszins gevleugeld, geschikt voor windtransport.



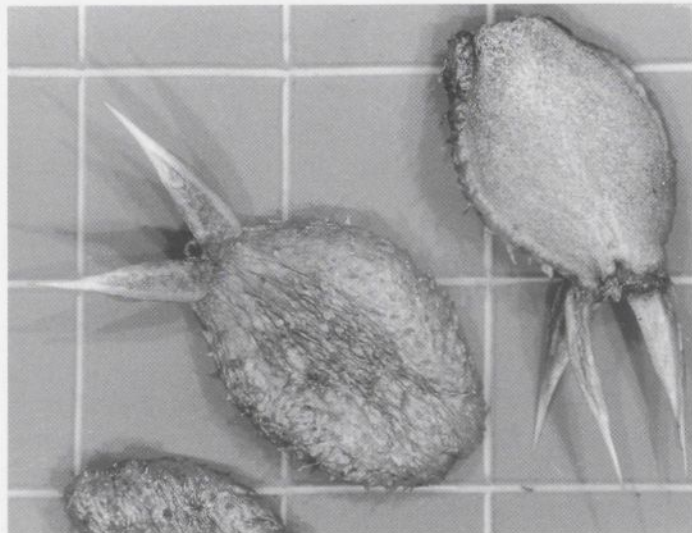
Fluitekruid (*Anthriscus sylvestris*), $\approx$ 1 mm.
De vruchtwand is nagenoeg glad, vrucht valt gemakkelijk tussen gras etc. in op de grond.



Fijne kervel (*A. caucalis*), $\approx$ 1 mm.
De vruchtwand is geheel met fijne haakjes bezet, klitwerking.

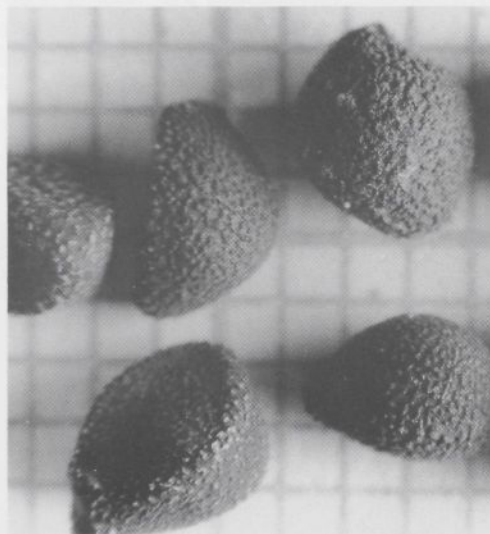


Vruchtjes van Wilde peen (*Daucus carota*) zijn geheel stekelig en hakig, $\approx$ 1 mm.



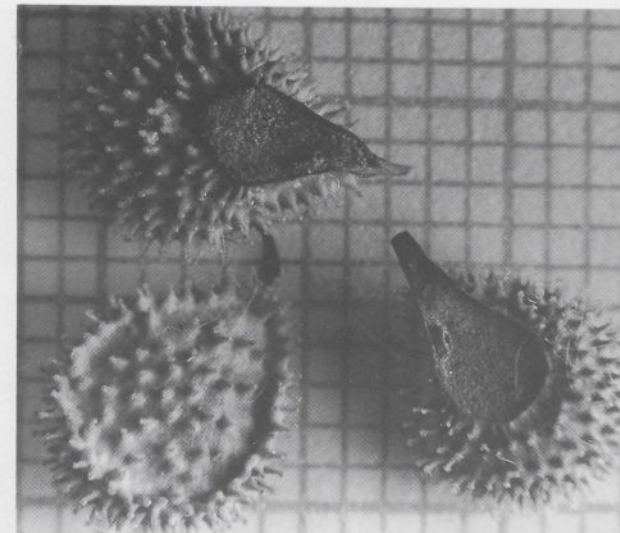
Blauwe zeedistel (*Eryngium maritimum*), ≈ 1 mm.
Behaarde vruchtwand, met twee harde stekels.

Zaden van Akkerwinde (*Convolvulus arvensis*)
hebben een bobbelige zaadwand, ≈ 1 mm.



Gevlekt longkruid (*Pulmonaria officinalis*), ≈ 5 mm.
De splitvruchtjes van Ruwbladigen (*Boraginaceae*) hebben veelal een dikke wand, het uiterlijk ervan is kenmerkend per soort, de navel is vaak goed te onderscheiden.

De vruchtjes van Veldhondstong (*Cynoglossum officinale*) zijn met zeer sterke haakjes bezet, ≈ 1 mm.
Er is een sterke klitwerking, zie voor een detail ook afb. 8.

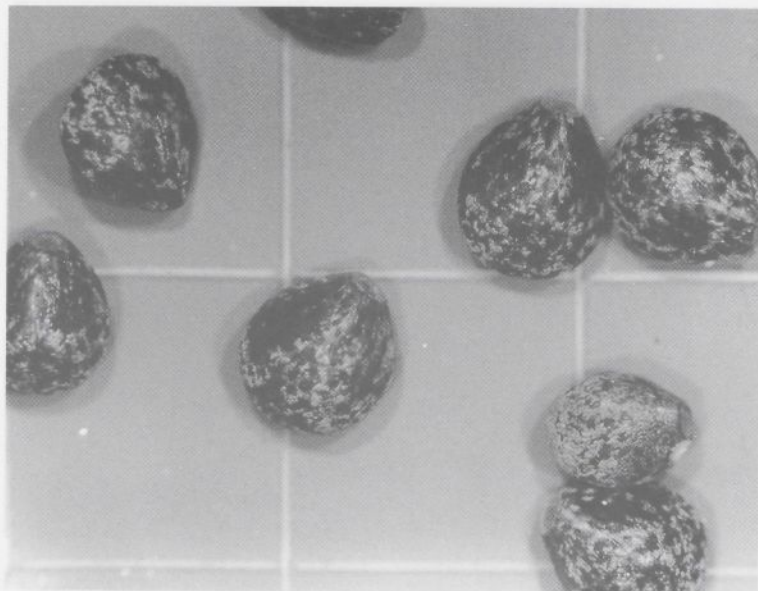


Gewone brunel (*Prunella vulgaris*), ≈ 1 mm.
Mierebroodjes!

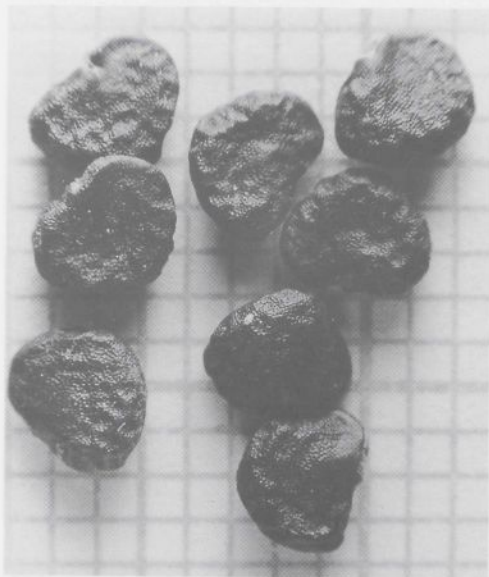


Slangekruid (*Echium vulgare*), ≈ 1 mm.

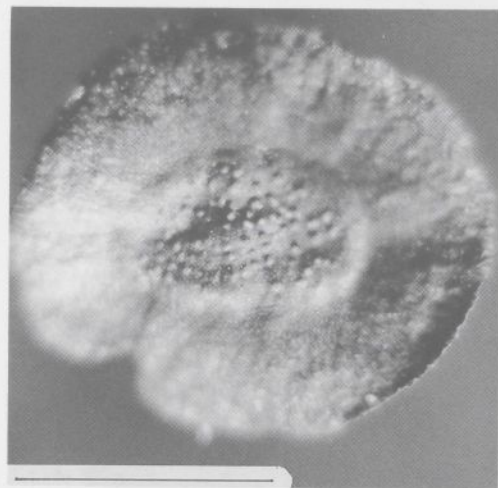




De zaadjes van
Bleekgele hennepnetel
(*Galeopsis segetum*)
zijn getekend als kie-
vitseitjes, ≈ 5 mm.

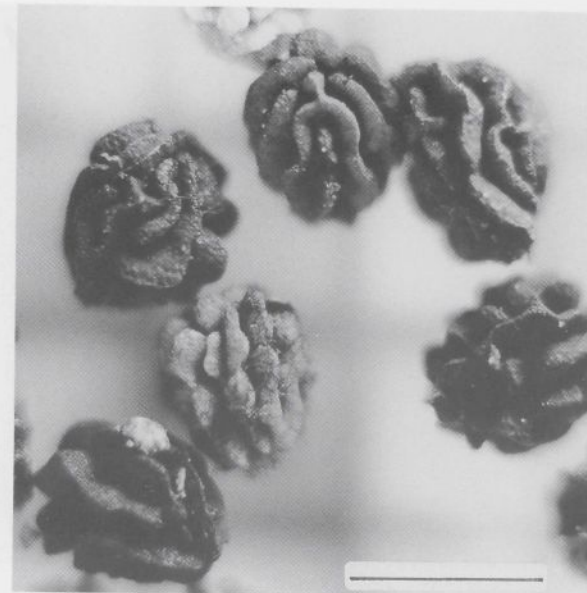


Doornappel (*Datura stramonium*), ≈ 1 mm.
De talrijke zaadjes zijn overdekt met een putjes-
patroon.

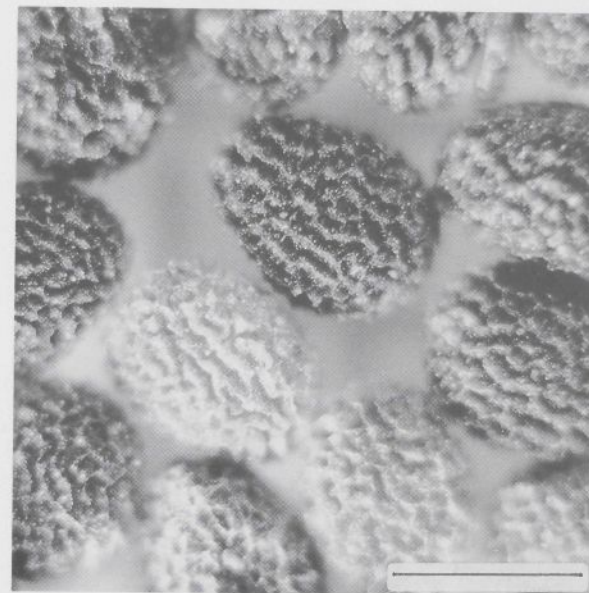


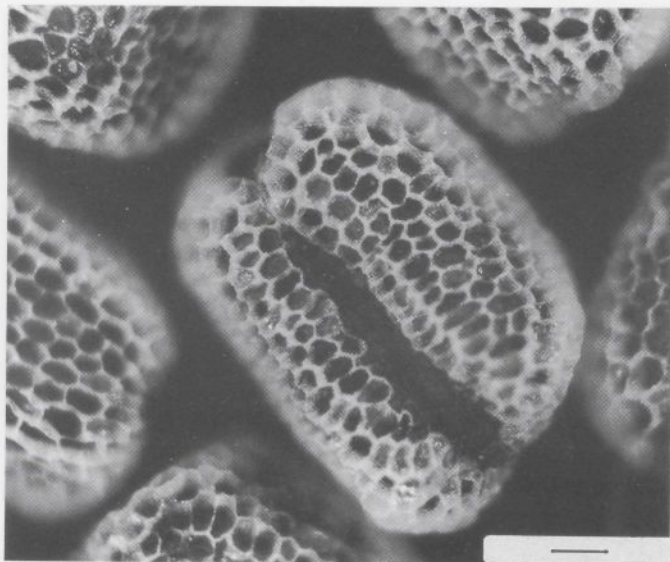
Het zaad van Vlasbekje (*Linaria vulgaris*) is van
een ringvlies voorzien, terwijl het midden, het
eigenlijke zaad papillen draagt, ≈ 1 mm.
De zaadjes van de leden van de Helmkruidfamilie
(*Scrophulariaceae*) vertonen een zeer grote
vormenrijkdom.

Zaad van Muurleeuwebek (*Cymbalaria
muralis*) draagt typische ribbels, ≈ 1
mm.



Zaad van Eironde leeuwebek (*Kicksia
spuria*) heeft een fijnere ribbel-structuur,
 ≈ 1 mm.
Dit zaad komt vaak vrij in een lichte kleur,
bij verdere afrijping wordt het donker.

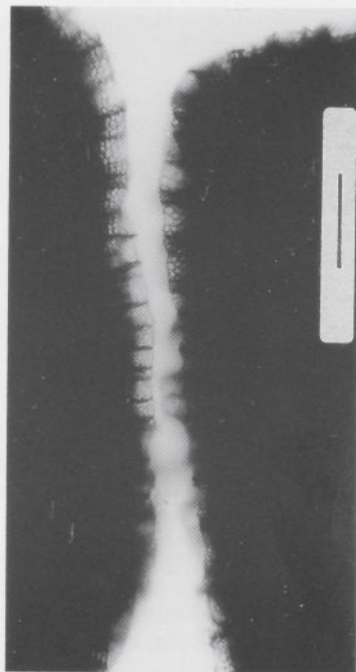
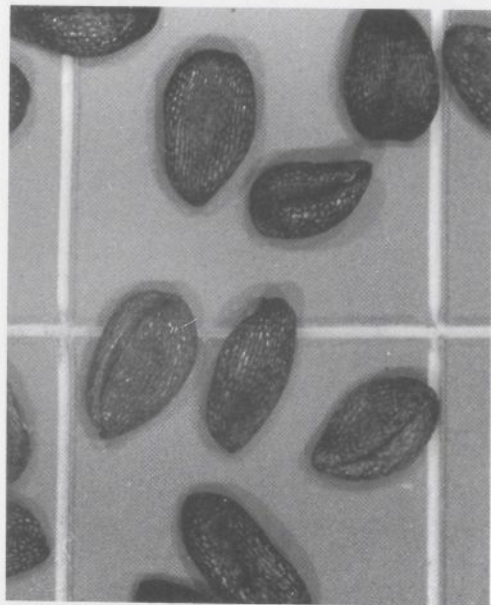




Gewoon vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea*), $\approx 0,1$ mm. Deze zaadjes zijn bedekt met een honingraat-structuur.

Detail, langs het zaad gezien, $\approx 0,1$ mm. De wandjes van de structuur zijn zelf ook nog weer honingraat-achtig.

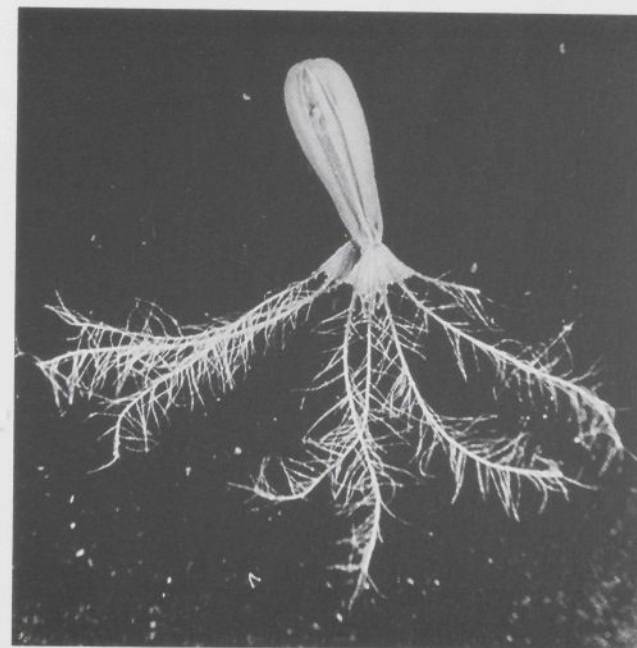
Zaden van Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*) zijn bedekt met een fijne netwerk-structuur, ≈ 5 mm.



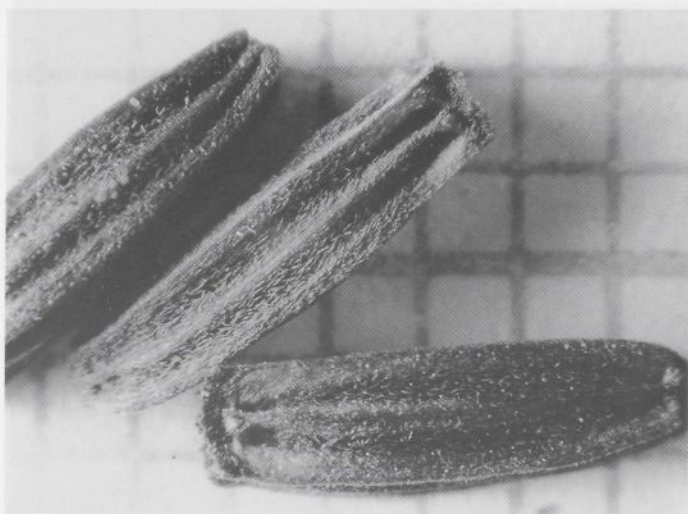
Zaden van Grote ratelaar (*Rhinanthus angustifolius*) zijn vliezige schijfjes, ≈ 5 mm. Ze worden door de wind verspreid en drijven wellicht ook weg.



De zaden van Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*), ≈ 1 mm. Deze zijn bijna 3 mm lang, glad, glanzend. De zaden van Grote weegbree (*P. major*) en Ruige weegbree (*P. media*) zijn geribbeld en kleiner, resp. ca. 1,5 mm en ca. 1 mm lang.

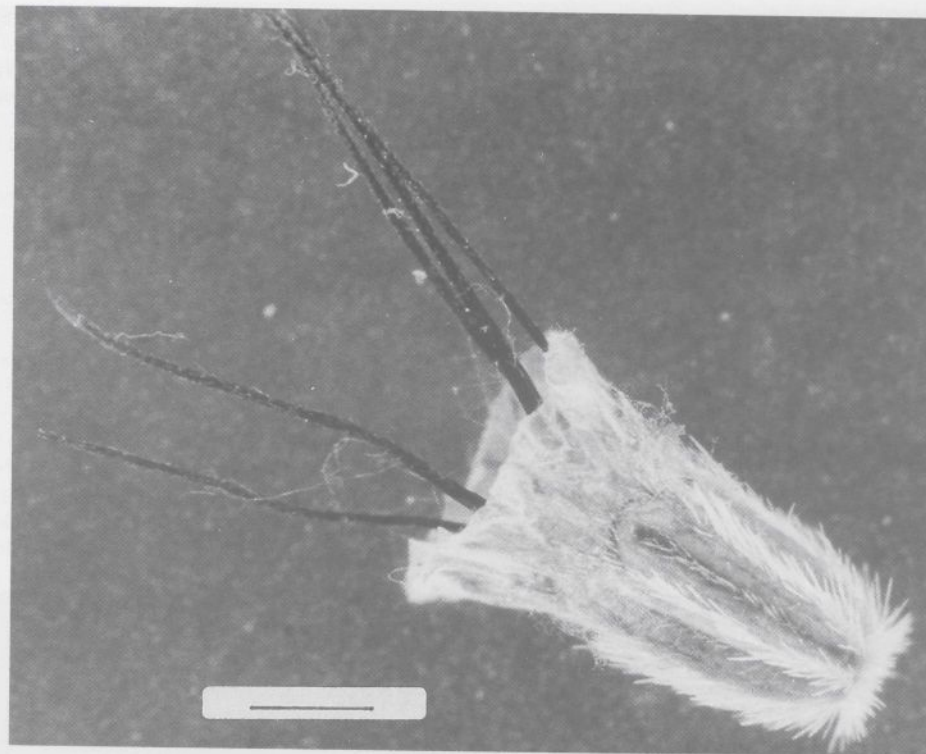
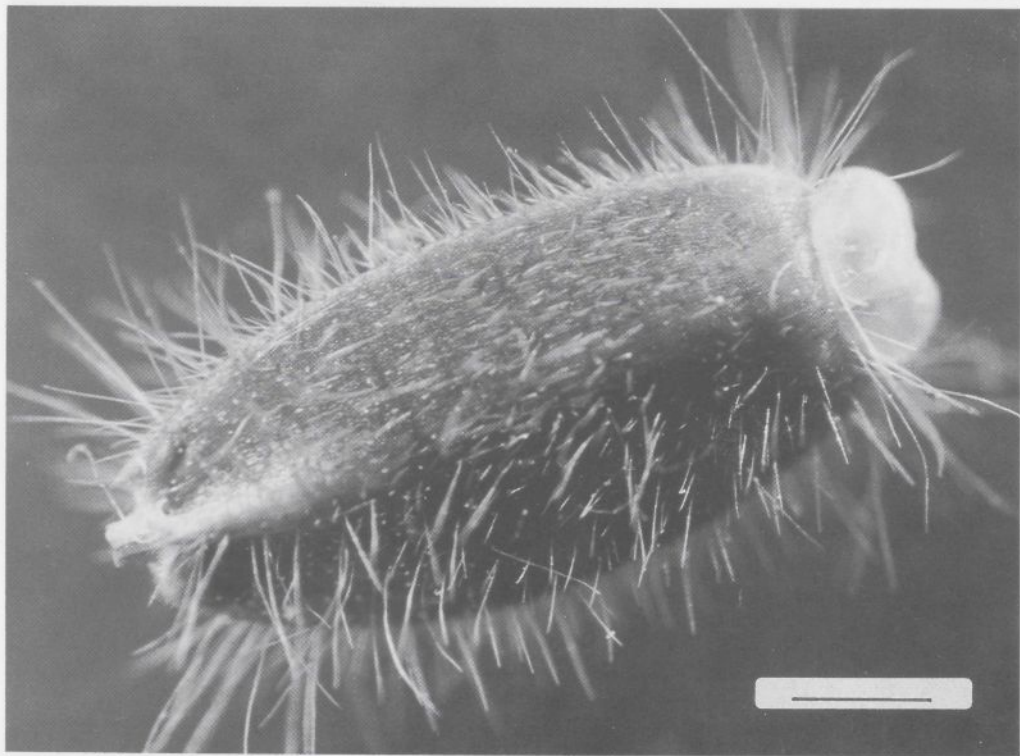


Echte valeriaan (*Valeriana officinalis*), ≈ 1 mm. Vruchtpluis en een vliezig 'rokje' zorgen voor windtransport.



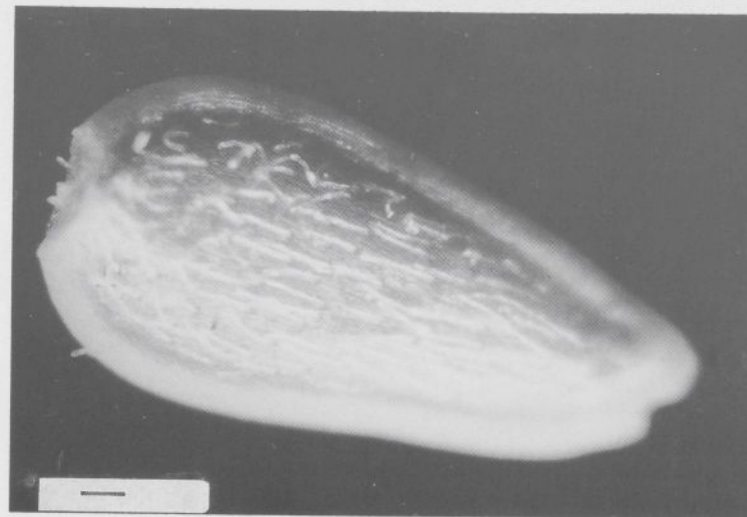
Grote kaardebol (*Dipsacus fullonum*), ≈ 1 mm.
Schijnvruchtjes, die door
zwaaien van de lange stengel
met de kaardebol verspreid
worden.

Beemdkroon (*Knautia arven-
sis*), ≈ 1 mm.
Het zaad komt gemakkelijk vrij
uit de omgevende bloemde-
len, voorzien van een miere-
broodje.



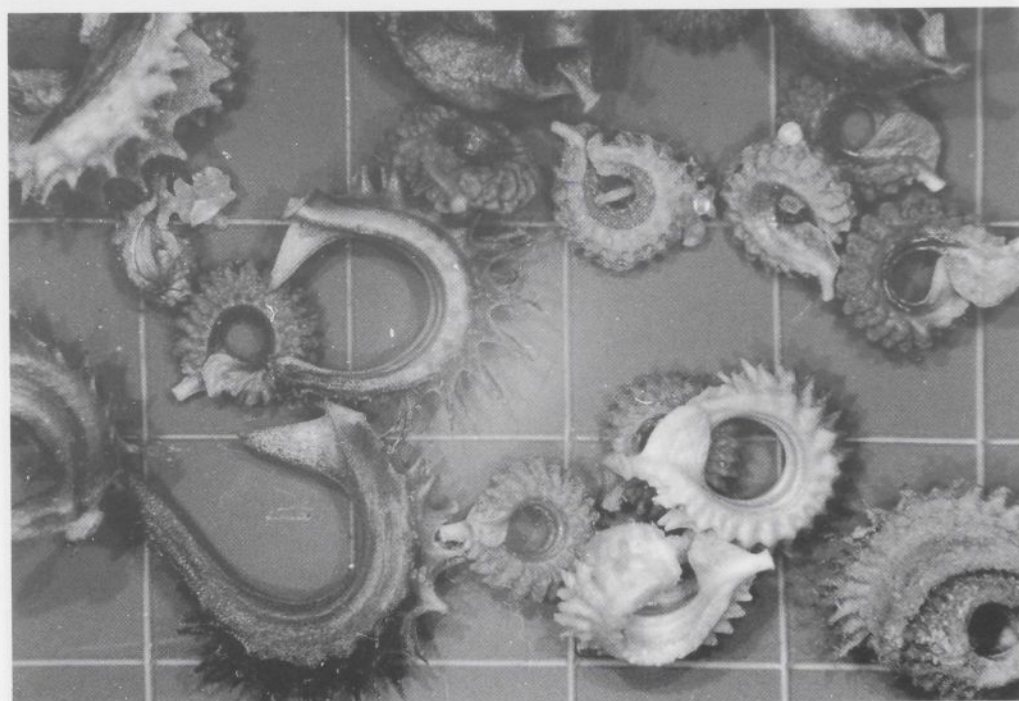
Duifkruid (*Scabiosa columbaria*), ≈ 1 mm.
Het zaad blijft vaak
besloten in de vliezige
bloemdelen die een
'rokje' vormen.

Madeliefje (*Bellis peren-
nis*), $\approx 0,1$ mm.
Bij een aantal
Composieten komen de
vruchtjes achenen) vrij
zonder haarkroontje, dit
is afwezig of breekt al
snel weg.





Knikkend tandzaad (*Bidens cernua*), ≈ 5 mm.
Bij deze vruchtjes zijn enkele
stijve getande naalden aanwe-
zig, klitwerking.



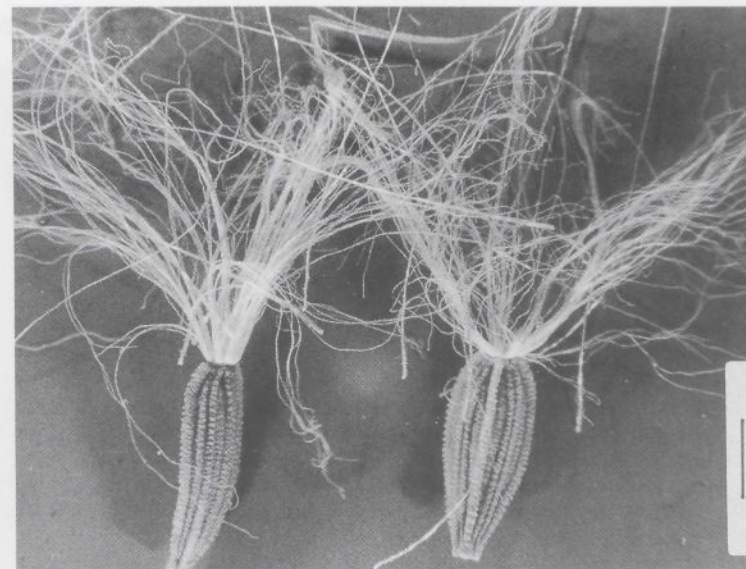
Aknergoudsbloem (*Calendula arvensis*), ≈ 5 mm. Gebogen
vruchtjes, enige klitwerking.

Gewone melkdistel
(*Sonchus oleraceus*),
 ≈ 1 mm.

Een haarkroon, die als
zweefscherm dienst
doet, zit direct op de
vrucht.

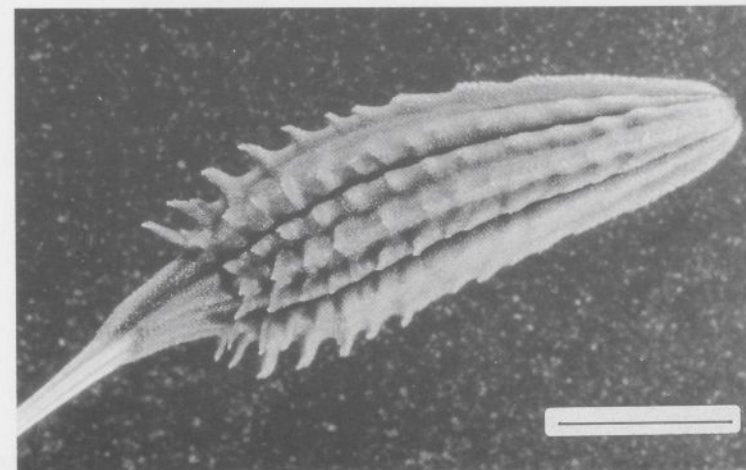
Bij andere soorten, b.v.
bij Kaal knopkruid
(*Galinsoga parviflora*)
bestaat de haarkroon
uit vliezige slipjes.

Bij veel 'zweef'com-
positen, vruchten met
een mooi parachute-
tje als haarkroon, zijn de
vruchtjes zelf bezet met
fijne haakjes.



Paardebloem
(*Taraxacum spec.*), ≈ 1 mm.

Bij deze soorten zit de
haarkroon op een sna-
vel, deze is hier buiten
beeld.



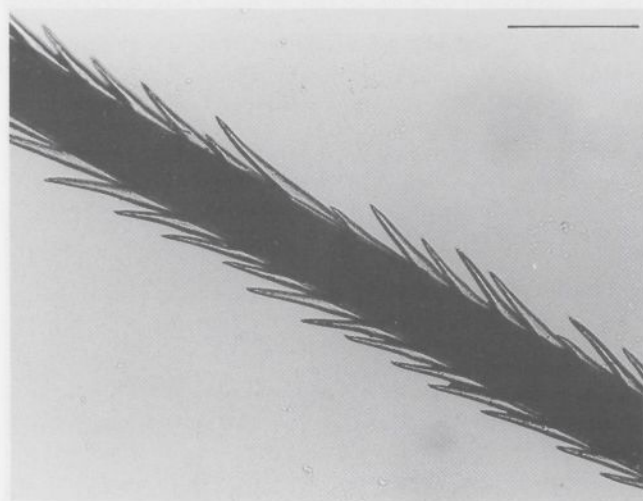
Op pagina 54-55: Afzonderlijke haren uit de haarkroon van enkele Composieten, ≈ 0.1 mm.



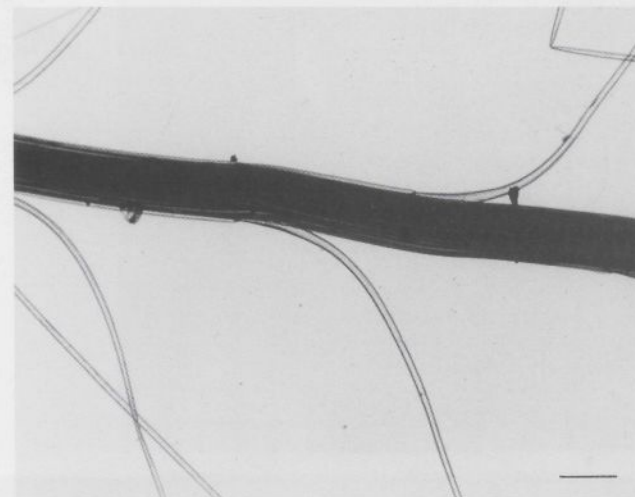
Paardebloem (Taraxacum spec.),



Knikkende distel (Carduus nutans),



Knoopkruid (Centaurea jacea),



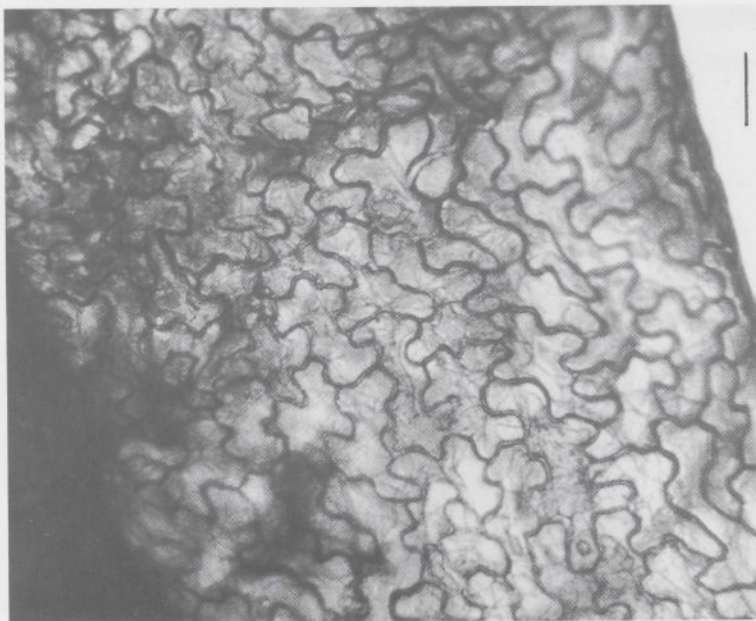
Speerdistel (Cirsium vulgare),



Driedistel (Carlina vulgaris).



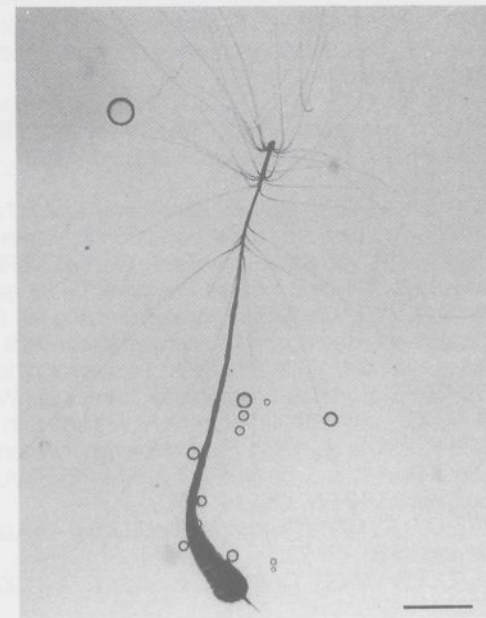
Pijlkruid *Sagittaria (sagittifolia)*, < 1 mm.
Enigszins gevleugelde zaadjes, de versprei-
ding geschiedt door windwerking en door
drijfvermogen.



Drijfweefsel dat zich
rond de zaden van
Kievitsbloem (*Fritillaria
meleagris*) bevindt, < 0.1 mm.



Moeraswespenorchis (*Epipactis
palustris*), < 0.1 mm.
De meeste bij ons voorkomende
orchideeën hebben een celzak-
je, dat als zweefmiddel dienst
doet, waarbinnen zich het
eigenlijke zaad bevindt.



De zaden van Grote lisdodde
(*Typha latifolia*) worden door de
wind verspreid, < 1 mm.
Deze zaden hebben een zweef-
middel in de vruchtsteeltjes, die
van haren voorzien zijn.

Literatuur

- AARTS, H.F.M., 1981. Kiemrust en kieming van onkruiden. *Gewasbescherming* 12, (2), 29 - 36.
- ANONYMUS, 1989. Reserch programme. Pp. 45-58. In: Annual Report 1988 IBPGR. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. ISBN 92-9043-145-8.
- BAKKER, J.P. & Y. de VRIES, 1988. Verspreiding van zaden. *De Levende Natuur*, 89 (6), 173 - 176.
- BERRIE, A.M.M. & D.S.M. DRENNAN, 1971. The effect of hydration - dehydration on seed germination. *New Phytology* 70, 135 - 142.
- BRACEGIRDLE, B. & P.H. MILES, 1971, 1973. An atlas of plant structure. Vol. I & II. Heineman, London.
- BRADBEER, J.W., 1992. Seed dormancy and germination. Blackie, Glasgow/London.
- DENO, N.C., 1991. Fatal treatments of seed. *Bull. of the American Rock Garden Society* 49(1): 11-17.
- FARRON, C., 1977. The treatment of seed and seedling collections. *Bauhinia* 61: 53-59.
- GRIME, J.P., 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley & Sons, Chichester.
- HARPER, J.L., J.T. WILLIAMS & g. SAGAR, 1964. The behaviour of seeds in soil. *Jrnl. Ecology* 53, 273 - 286.
- HAWKES, J.G., 1987. A strategy for seed banking in botanic gardens. In: Bramwell, D., Hamann, O., Heywood, V.H., & Syngé, H.: *Botanic gardens and the world conservation strategy*. Academic Press Inc., London. ISBN 0-12-125462-3.
- HONDELMAN, W., 1976. Seeds Banks. Pp. 213-225. In: Simmons, J.B., Beyer, R.I., Brandham, P.E., Lucas, G.L.I., & Parry, V.T.H. (eds.): *Conservation of threatened plants*. Plenum Press, New York.
- HØST, O. & P. BREGNHØI, 1980. *Landbouwgewassen*. Thieme, Zutphen.
- KARSSSEN, C.M., 1982. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*, edit. A.A. KAHN, Elsevier Biomed. Press, Amsterdam.
- KARSSSEN, C.M. & B.J. POST, 1990. Zaadvorraad, kieming en onkruidvegetatie. In: *Handboek onkruidkunde*, redac. HOOGERKAMP, M. & J. STRIJKERS. Pudoc, Wageningen.
- KLINGAMAN, G., 1989. A look at seed viability. *Bull. of the American Rock Garden Society* 47(3): 184-190.
- KOSTER, A., 1991. Spoorwegen, toevluchtsoord voor plant en dier. KNNV, Utrecht.
- KRUYT, W., 1968. *Het makroboek*. Focus, Haarlem.
- MEJDEN, R. van der, E.J. WEEDA, W.J. HOLVERDA & P.H. HOVENKAMP, 1990. *Heukels' Flora van Nederland*, 21e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- NIKOLAEVA, M.G., 1982. Factors controlling the seed dormancy pattern. In: *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*, edit. A.A. KAHN, NH. Pub. Comp., Amsterdam.
- PIJL, L. van der, 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer Verlag, Berlin.
- REINDERS, E., 1938. *Leerboek der plantkunde*. Wolters, Groningen.
- SHELDON, J.C., 1974. The behaviour of seeds in soil. *Jrnl. Ecology* 62 (1), 47 - 66.
- STERK, A.A. et al., 1987. *Paardebloemen, planten zonder vaders*. KNNV, Utrecht.
- SYKORA, K.V., L.J. de NIJS & T.A.H.M. PELSMA, 1993. *Plantengemeenschappen van Nederlandse wegbermen*. KNNV, Utrecht.
- TAY, D.C.S., 1991. Prefabricated cold store - advantages and design. *FAØIBPGR Genetic Resources Newsletter* 85: 19-23.
- VAZQUES-YANES, C. & Orozco-Segovia, A., 1992. The rain forest in tropical America: forest dyna-

mics, reforestation, seed handling, and problems of management. *Tree Planters' Notes* 43(4): 114-119.

WAAJEN, G.W.A.M., 1982. *Kieming van plantensoorten in wegbermen*. Doct. verslag, Wageningen.

WEEDA, E.J. & WESTRA, R., Ch. & T., 1985 - 199x. *Nederlandse oecologische flora*. MN, VARA & VEWIN.



De KNNV is een van de oudste (1901) en grootste verenigingen in ons land op het gebied van natuurstudie en -bescherming. De doelstelling is verbreiding van de kennis van de natuur in de ruimste zin van het woord, het meewerken aan acties gericht op natuurbescherming en het aankweken van liefde voor de natuur.

Er zijn 55 afdelingen met gezamenlijk ruim 9500 leden. Dezen ontvangen tien maal per jaar het interessante tijdschrift *Natura*, met nieuwtjes over de vereniging maar vooral met prettig leesbare artikelen over de natuur.

Werkgroepen op het gebied van mossen, Europese orchideeën, herpetologie, het strand enz. bieden de mogelijkheid om dieper op bepaalde aspecten van de natuur in te gaan. Vaak ontmoeten vakmensen en amateurs elkaar in deze werkgroepen! De Landelijke Jongeren is er voor leden van 20 tot 30 jaar. Zij organiseert eigen activiteiten en geeft een eigen blad uit.

De vereniging organiseert jaarlijks binnen- en buitenlandse kampen onder deskundige leiding. De afdelingen organiseren, naast lezingen op gebied van natuur, milieu en landschap, ook excursies naar natuurgebieden in de eigen omgeving.

Voor inlichtingen over de vereniging en haar afdelingen kunt u zich wenden tot De Veldwinkel.

De Veldwinkel
Oudegracht 237
3511 NK Utrecht
tel. 030 314797

di t/m vr 10.00-16.30
iedere 2e za van de maand
12.00-15.00

De Stichting Uitgeverij KNNV bouwt voort op een lange traditie. De eerste uitgave in de Natuurhistorische Bibliotheek verscheen in de jaren 20, de eerste Wetenschappelijke Mededeling in 1949. Sindsdien verschenen er ruim vijftig titels in de Bibliotheek en ruim tweehonderd in de Mededelingen.

Zeker tweehonderdduizend boeken en boekjes vonden hun weg naar afnemers in binnen- en buitenland. Dit enorme succes danken we vooral aan de belangeloze inzet van de auteurs en aan de subsidies die we voor veel uitgaven ontvingen. Hierdoor kon de prijs van onze boeken laag blijven, ook nu nog.

De uitgeverij publiceert origineel werk op het gebied van de Nederlandse flora en fauna, maar kent ook uitgaven op het gebied van landschapsbeschrijvingen in binnen- en buitenland, natuurbescherming en handleidingen voor veldbiologisch onderzoek.

Mocht u genteresseerd zijn in onze uitgaven, dan kunt u een lijst van leverbare titels aanvragen. Ook uitverkochte titels leveren we u als fotokopie tegen kostprijs.

Wilt u ons blijven steunen en verzekerd zijn van ontvangst van onze uitgaven, dan kunt u een abonnement nemen op alle nieuwe publikaties, of op een deel ervan, bij voorbeeld alleen de insekten-nummers of de botanische nummers. U kunt onze uitgaven inzien in De Veldwinkel.

KNNV Uitgeverij
Oudegracht 237
3511 NK Utrecht
tel. 030 314797

Zaden en vruchten kennen een enorme rijkdom aan vormen en aanpassingen aan de levenseisen van de plantesoort. Het bestuderen van de verschillen in verspreiding, duurzaamheid, ontkiemings en ontwikkelingsmogelijkheden is een interessante bezigheid.

Het bijeenbrengen van een zadenverzameling geeft veel inzicht in de vormrijkdom.

Zaden en vruchten is een handzame inleiding voor iedereen die belangstelling heeft voor dit bijzondere onderdeel van de botanie. De vele macro- en microfoto's uit de zadenverzameling van de auteur vormen een stimulans om zelf op onderzoek uit te gaan.

In een aparte handleiding wordt aangegeven hoe vruchten en zaden met behoud van kiemkracht bewaard kunnen worden. Deze methode wordt toegepast in Botanische tuinen.