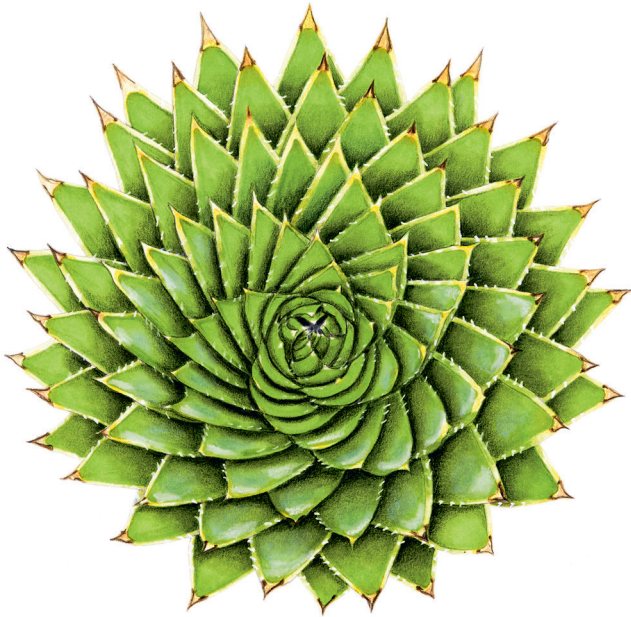


4 DE GULDEN SNEDE BIJ PLANTEN

De spiraal als ontwikkelingsprincipe



Voor mij is de spiraal één van de meest fundamentele vormen: je vindt spiralen in alle gebieden van de natuur, van de allerkleinste structuren in de dubbele helix van de DNA-strengen tot de allergrootste structuren van de melkwegstelsels in het onmetelijke heelal. Je vindt ze in slakkenhuizen en in de kalkskeletten van vele zeedieren, in microscopisch kleine diertjes die het rioolwater zuiveren, in de horens van de ram, in de wervelstormen van de atmosfeer, in de stromingen van de oceanen, in de structuur van onze hartspier en de darmen, de windingen van ons gehoororgaan enzovoort. De tekening hierboven toont de spiraalaloë (*Aloë polyphylla*), die er zelfs naar is genoemd.

Een spiraal drukt ontwikkeling uit. Wiskundig is de spiraal een combinatie van een cirkel en een lijn. De cirkelbeweging drukt herhaling uit, het steeds opnieuw voltrekken van hetzelfde. Dat leidt tot stilstand, maar een richting maakt de beweging open: de as van de spiraal is de lijn van ontwikkeling, van opening. Bij paaldansers kun je goed zien hoe die twee bewegingen worden gecombineerd: cirkelvormig draaien rondom de paal (de as) en op en neer bewegen langs die as leveren de meest sierlijke vormen op.

De cirkel zie ik als de inhoud, de volheid van beweging, de omcirkeling van een centrum en het verkennen van een periferie. De lijn zie ik als het principe van voorwaarts gaan, van doelgerichtheid.

De spiraal, als de perfecte combinatie van deze twee bewegingen, is voor mij het oerbeeld van ontwikkeling die in een vorm tot uitdrukking is gekomen.

Een spiraal die me altijd al heeft gefascineerd is de caduceus, het symbool van Hermes, de god van de genezing: een staf met twee slangen eromheen gewonden. Een slang die symbool is voor de genezing, dat trof me nog het meest. Een slang zag ik altijd als een gevaarlijk dier, giftig en erop uit om je naar het leven te staan. Die staf, met soms een



knop bovenin, moest wel over een bijzondere kracht beschikken om zo'n slang in bedwang te houden. Later begreep ik dat het vervellen van de slang, het afwerpen van de oude huid en het verkrijgen van een nieuwe, als beeld van genezing werd opgevat. De twee slangen in de caduceus werden gezien als het verenigen van twee tegengestelden. Daardoor kan iets nieuws ontstaan, gesymboliseerd door de knop met twee vleugels eraan.

Dit motief van een staf met een spiraal kwam ik later in mijn leven regelmatig tegen, toen ik biologie studeerde. Achter de droge woorden 'verspreide bladstand', die ik in de biologieboeken las, zat de wereld van bladspiraalen: langs de stengel spiraliseren de bladeren omhoog, naar het licht. Een caduceus in plantenvorm. Ik genoot toen ik bij Goethe, in *Die Metamorphose der Pflanzen*, las over de spiraal, die als een caduceus de ontwikkeling in de groei van de plant zichtbaar maakt. Dit was waar ik al zo lang over had gedroomd. De plant bleek ook een drager te zijn van de oerspiraal. Het symbool was plant geworden en omdat ik mijn hart aan de botanie verloor, werd de bladspiraal voor mij de grondvorm van alle spiralen, het centrum van alle ontwikkeling, de maat der dingen.

Met ontzag en verwondering volgde ik een college over fyllo taxis. Die naam alleen al: de magie van het Latijnse woord, terwijl het gewoon 'bladstand' betekent in nuchter Nederlands.

'Kijk, zo hoorde ik uit de mond van mijn docent botanie, een kalende man met een prachtige, volle baard, 'bladeren kunnen op drie manieren aan de stengel staan. De eerste en meest voorkomende manier is de verspreide bladstand. Vervolgens de decussate bladstand (decussaat! ook hier bloeide er van alles op in mijn fantasie. Het bleek te gaan om blaadjes die paarsgewijs aan de stengel staan) en ten slotte de kranstand.'

Terloops verwees hij naar een tabel in het leerboek dat voor ons lag en gaf een korte uitleg over de 'reeks van ...' Had ik het goed gehoord? Het leek wel een Italiaanse naam van een vroege kerkvader of een briljante renaissance schilder. Zomaar uitgesproken op een grijze dinsdagmorgen aan de Plantage Middenlaan in Amsterdam, met piepend tramgeluid op de achtergrond. Ja, hij zei het echt: Fibonacci. Niemand die de opwindning aan mij zag. Ik keek ogenschijnlijk flets

voor mij uit, scheef zittend in de harde collegebanken. Ik leek net één van de andere studenten, die geeuwend onder de last van hun leefgewoonten hun verplichtingen in de botanie uitzaten en ongeduldig uitkeken naar het einde van weer een college. Maar van binnen was er wel degelijk die opwinding.

Fibonacci (1170–1250) heette eigenlijk Leonardo van Pisa, maar hij was de zoon (filius) van Bonacci en werd al spoedig Fibonacci genoemd. Hij schreef vijf wiskundeboeken, waarvan het bekendste is de ‘*Liber Abbaci*’ (Rekenboek) uit 1202. Eén van de problemen in dit boek beschreef Leonardo als volgt:

‘Een man heeft één paar konijnen en een stukje grond, volledig omgeven door een muur. We willen weten hoeveel paar konijnen er worden voortgebracht in één jaar, als de konijnen iedere maand een paar nakomelingen geven en daarmee beginnen in de tweede maand na hun geboorte.’

Leonardo ging ervan uit dat de konijnen niet konden ontsnappen en dat ze niet stierven.

Voor het antwoord komt Fibonacci aan met een serie getallen, naar hem genoemd:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, ...

Merk op dat ieder volgend getal de optelsom is van de twee vorige! Fibonacci zal niets geweten hebben van bladstanden, want fylloaxis was nog niet uitgevonden door de wetenschap. Toch hebben de bladeren langs de stengel alles te maken met de reeks van Fibonacci.

Van onder naar boven langs de stengel staan de bladeren (nogmaals: bij verspreide bladstand) in een spiraal gerangschikt. Die kan linksom of rechtsom draaien. Het aantal windingen van die spiraal kan per plantensoort en zelfs per exemplaar sterk verschillen. Sommige planten hebben dichtgewonden spiralen, andere gaan er losjes mee om. Ook het aantal bladeren in zo’n spiraal kan sterk verschillen per plantensoort en per exemplaar. Er zijn planten met tientallen bladeren langs de stengel, maar het kunnen er ook slechts drie zijn. Ik heb altijd gedacht dat planten maar wat deden met die bladeren. Dat

voor mij uit, scheef zittend in de harde collegebanken. Ik leek net één van de andere studenten, die geeuwend onder de last van hun leefgewoonten hun verplichtingen in de botanie uitzaten en ongeduldig uitkeken naar het einde van weer een college. Maar van binnen was er wel degelijk die opwinding.

Fibonacci (1170–1250) heette eigenlijk Leonardo van Pisa, maar hij was de zoon (filius) van Bonacci en werd al spoedig Fibonacci genoemd. Hij schreef vijf wiskundeboeken, waarvan het bekendste is de ‘*Liber Abbaci*’ (Rekenboek) uit 1202. Eén van de problemen in dit boek beschreef Leonardo als volgt:

‘Een man heeft één paar konijnen en een stukje grond, volledig omgeven door een muur. We willen weten hoeveel paar konijnen er worden voortgebracht in één jaar, als de konijnen iedere maand een paar nakomelingen geven en daarmee beginnen in de tweede maand na hun geboorte.’

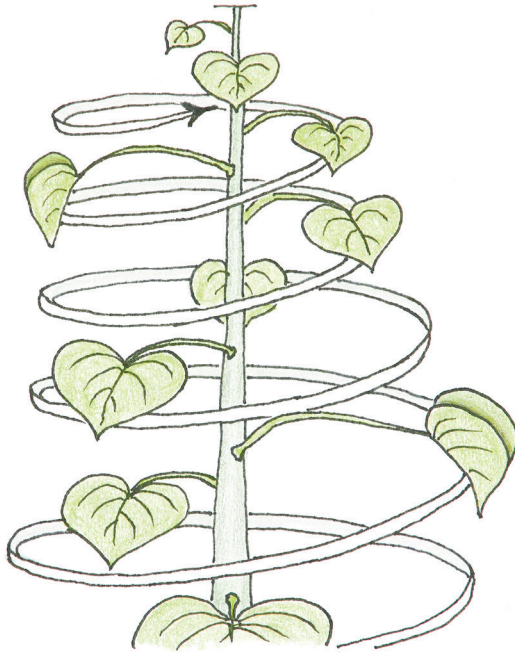
Leonardo ging ervan uit dat de konijnen niet konden ontsnappen en dat ze niet stierven.

Voor het antwoord komt Fibonacci aan met een serie getallen, naar hem genoemd:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, ...

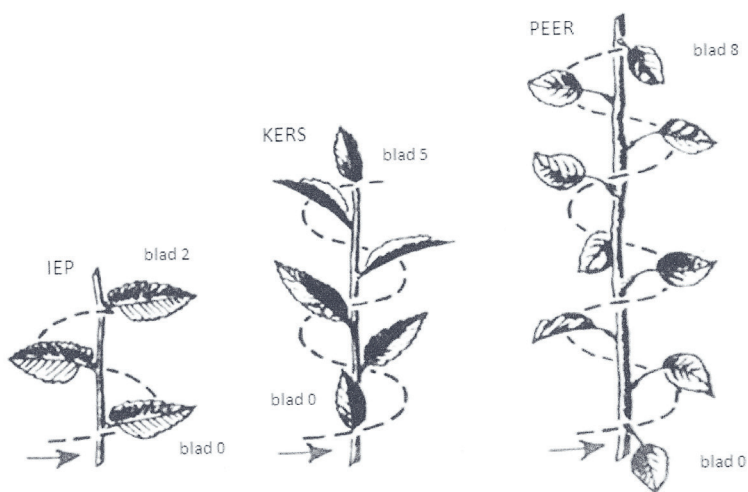
Merk op dat ieder volgend getal de optelsom is van de twee vorige! Fibonacci zal niets geweten hebben van bladstanden, want fylloaxis was nog niet uitgevonden door de wetenschap. Toch hebben de bladeren langs de stengel alles te maken met de reeks van Fibonacci.

Van onder naar boven langs de stengel staan de bladeren (nogmaals: bij verspreide bladstand) in een spiraal gerangschikt. Die kan linksom of rechtsom draaien. Het aantal windingen van die spiraal kan per plantensoort en zelfs per exemplaar sterk verschillen. Sommige planten hebben dichtgewonden spiralen, andere gaan er losjes mee om. Ook het aantal bladeren in zo’n spiraal kan sterk verschillen per plantensoort en per exemplaar. Er zijn planten met tientallen bladeren langs de stengel, maar het kunnen er ook slechts drie zijn. Ik heb altijd gedacht dat planten maar wat deden met die bladeren. Dat



ze een willekeurige spiraal maakten, met een toevallig aantal windingen en evenzo toevallig vele bladeren. Maar daar is niets van waar, zo bleek tijdens het college botanie. De plaatsing van de bladeren voldoet aan zeer nauwkeurige wetmatigheden en wel (vaak, niet altijd) aan die van de reeks van Fibonacci.

Kijk naar een plant met verspreide bladstand, zoals de roos, de boterbloem, het vlas of de margriet. Tel het aantal bladeren langs de hoofdstengel van onderen naar boven en houd intussen in de gaten hoe vaak je om de stengel bent gewonden, tot je bij het blad bent dat precies in dezelfde positie staat als het blad waarmee je begon. Heel vaak zal er de volgende verhouding uitkomen: $2/5$. Je telt vijf bladeren en bent twee keer om de stengel gedraaid. Soms kom je de verhouding $3/8$ tegen: de acht bladeren spiralisieren drie keer om de stengel. Na een dergelijke reeks kom je weer bij een blad terecht dat op exact dezelfde plaats aan de stengel staat als het beginblad. Het staat alleen een stuk hoger langs de stengel aangehecht.



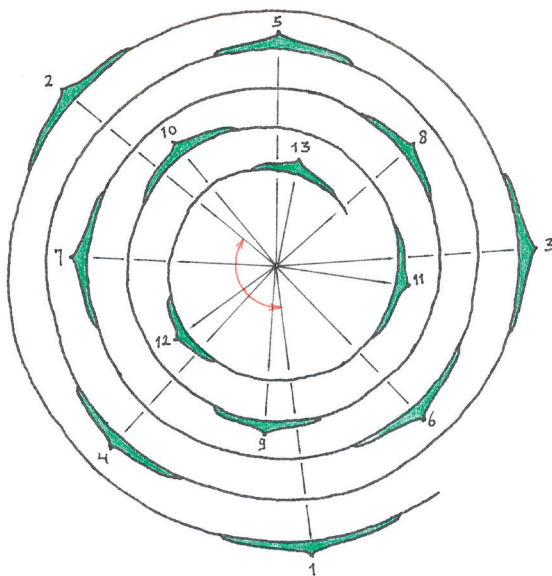
Linksom draaiende spiraal in de 3/8-bladstand.

In een enkel geval kom je de $1/3$ -stand tegen, waarbij er drie bladeren precies één winding maken. Zeldzaam zijn de $5/13$ -spiraalen, want daarvoor heb je planten nodig met een zeer groot aantal smalle bladeren.

Zetten we deze verhoudingen even op een rij:

$1/3$ $2/5$ $3/8$ $5/13$ en je ziet meteen Fibonacci verschijnen. Zijn reeks ontstaat zowel in de teller als in de noemer en daarmee is de volgende verhouding in de reeks meteen bekend: tel de vorige twee verhoudingen bij elkaar op en je krijgt de eerstvolgende: $8/21$ en zo verder. Theoretisch is er geen einde aan de reeks, maar de plantenwereld heeft er na een tijdje genoeg van. Er is eenvoudigweg niet genoeg blad voorhanden om dergelijke hoge verhoudingen te realiseren. Toch komen die wel voor, maar daarover later meer.

Ik was onder de indruk van deze nauwe relatie tussen getalswetten en de groei van planten. Alsof een geheimzinnige architect het bouwplan van de planten heeft uitgedacht volgens de lijnen van de wiskunde. Dagenlang riep ik koortsig rond met het in mijn hoofd natellen van



Bladspiraal van boven gezien.

De logica hiervan is dat de plant op deze manier zijn bladeren op de meest efficiënte manier over de ruimte kan verdelen, om het licht optimaal te benutten en ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk overlap is tussen de bladeren. Dat kan het beste als de hoek tussen opeenvolgende bladeren 137,5 graden bedraagt. Ik heb die hoek in rood aangegeven tussen bladeren 1 en 2. Deze hoek verdeelt een cirkel precies in de gulden snede: $137,5/222,5 = 0,618$.

de reeks, het controleren van de al eeuwen bekende logica die tot mij nog maar net was binnengedrongen. Duizenden mensen voor mij hadden ongetwijfeld hetzelfde gedaan, maar ik moest ook zelf de proef op de som nemen. Daartoe onderzocht ik alle planten die ik maar tegenkwam op hun bladstand. Langs het trottoir telde ik de blaadjes van de melkdistel (2/5, inderdaad), in het park kwam ik het nagelkruid tegen (ook al 2/5), langs de spoordijk stond een duizendblad (3/8, ja echt, het was 3/8!) en bij een guldenroede in een stadstuin begon het mij te duizelen. Dit was werkelijk een 5/13-spiraal. Het was dus echt waar.