

# INHOUD



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>INLEIDING</b>             | <b>4</b>   |
| <b>KRACHTEN EN HELLING</b>   | <b>10</b>  |
| <b>ZEILEN EN TRIM</b>        | <b>24</b>  |
| <b>WIND EN TWIST</b>         | <b>50</b>  |
| <b>KIELEN KOERS</b>          | <b>66</b>  |
| <b>GOLVEN EN SNELHEID</b>    | <b>84</b>  |
| <b>BALANS EN STABILITEIT</b> | <b>100</b> |
| <b>ZEILTERMEN</b>            | <b>114</b> |
| <b>OVER DE AUTEUR</b>        | <b>122</b> |

# INLEIDING

**Op het water ben je altijd bezig met de wind en de zeilen. Of je nou iedere vijf minuten de trim optimaliseert of de zeilen één keer zet en het daarna wel gelooft; of je een relaxte overtocht wilt of een eenzijdig wedstrijdje aangaat met iedere boot onderweg: altijd gaat het erom de boot in de gegeven omstandigheden te laten doen wat jij wilt.**

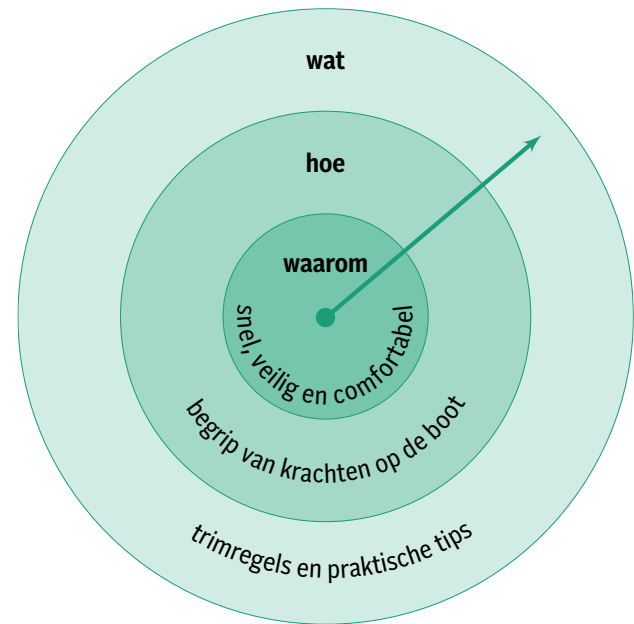
Je leest dit boek omdat je snel, comfortabel en veilig van A naar B wilt komen. Omdat je wilt weten *hoe* alle krachten de boot in beweging brengen. En omdat je wilt weten wat je in de praktijk kunt doen: de vuistregels om sneller, comfortabeler en veiliger te zeilen.

Trimregels zijn natuurlijk te vinden op een trimkaart of heb je door ervaring in je hoofd zitten. Maar zonder te weten *waarom* je dingen doet, blijft het daarbij: altijd de trimkaart erbij pakken of de regels uit je hoofd leren. Waar komen die regels vandaan, wat is de reden?

- Trek de schoot aan als het zeil kilt (wanneer vier je?)
- Zorg dat de telltales naar achteren waaien (hoe dan?)
- Reef als je uit het roer dreigt te lopen; je gaat net zo hard vooruit (waarom?)
- Ga overstag als je doel achterlijker dan dwars is, want je kruishoek is 90 graden (hoezo?)
- Zet het leioog naar voren als de bovenkant van de fok invalt (wat gebeurt er dan?)

In dit boek lees je niet alleen over wat je op het water moet doen, maar ook waarom dat werkt. Want hoe leuk ik het als auteur ook vind als je dit boek leest, ik heb liever dat je het na een tijdje niet meer nodig hebt – dat je niet bij wisselende omstandigheden of als je eens op een andere boot zeilt, naar het boek moet grijpen om de trimtabel te bestuderen. En dat gaat volgens mij het beste wanneer je begrijpt wat er achter die trimregels zit.

Dit boek is de *golden circle* van zeiltrim: we beginnen bij de reden, het *waarom*, en komen via het *hoe* uit bij het *wat*. Nou gaat niet de eerste helft van het boek alleen over theorie en achtergrond: per hoofdstuk gaan we in op verschillende kanten van zeiltrim. Of eigenlijk op alles wat te maken heeft met het sneller, veiliger en comfortabeler varen met een zeilboot, en daarbij horen ook



aspecten als het onderwaterschip, de koers en de golven. Wel begin ik iedere keer vanuit het midden, het waarom, en werk ik vanuit daar naar de praktische toepassing aan boord.

Door bijvoorbeeld de basis van de luchtstroming en aerodynamica rond de zeilen te kennen, kun je direct de zeilen gaan trimmen. Daar doen we daarna een schepje bovenop, door te begrijpen hoe de wind niet overal in het zeil uit dezelfde richting binnenkomt, zodat je de juiste twist in het zeil kunt aanbrengen.

Door de achtergrond te kennen en de basis van de krachten die op de boot werken, wordt het allemaal een stuk inzichtelijker. Je begrijpt *waarom* je doet wat je hebt geleerd en kunt ook beredeneren wat je met de zeilen moet doen. Ja, als je een halve bootlengte achterligt op een nietsvermoedende tegenstander of als het water door het gangboord bruist, dan ga je niet uittekenen hoe het zit. Actie, nu! Vuistregels! Natuurlijk!

# KRACHTEN EN HELLING



**In de basis gaat zeilen over krachten. Krachten die helpen, zoals het gewicht van de kiel dat de boot overeind houdt; krachten die tegenwerken, zoals de weerstand van het water; of meer complexe krachten, zoals de aerodynamische krachten opgewekt door de wind in de zeilen: die zorgen voor voortstuwing, maar ook voor helling en voor verlijeren. En werkt een kracht op een afstand van een draaipunt, zoals de kiel, dan wekt die kracht een moment op waardoor de boot ook nog gaat draaien.**

Met begrip van krachten en momenten krijg je direct inzicht in helling en stabiliteit en kun je bijvoorbeeld 'uit het roer lopen' verklaren. Bovendien is dat basisbegrip essentieel voor het doorzien van de aerodynamica, waardoor je effectief het zeil kunt trimmen voor maximale snelheid, balans en comfort.

### Krachten en momenten

We hoeven niet de *Principia Mathematica* van Isaac Newton in te duiken, maar toch is het nodig wat van zijn werk mee te nemen om de echte basis van het zeilen te begrijpen. Newtons wetten voelen inmiddels een beetje als een open deur: als je ergens geen kracht op uitoefent, dan blijft het volharden in zijn beweging; als je er wél een kracht op uitoefent, dan verandert de snelheid van dat object in de richting van de kracht. Toch even een petje af voor Newton (en daarna houden we op over hem): toen hij eind 17de eeuw zijn bewegingswetten formuleerde, moest hij eerst calculus ontwikkelen om ze te kunnen bewijzen. Zo ver gaan wij niet; we houden het bij de volgende drie inzichten:

1. Een bewegend object heeft een snelheid met een *grootte* en een *richting*.
2. De snelheid kan veranderen door een kracht op het object uit te oefenen die ook een *grootte* en *richting* heeft.
3. Als door de omgeving een kracht op een object werkt, wordt een tegengestelde kracht op de omgeving uitgeoefend.

Deze inzichten zijn direct van toepassing op een zeilboot:

1. De boot verplaatst zich met een snelheid van 6 knopen in noord-oostelijke richting.
2. De zeilen wekken een aerodynamische kracht op – de grootte is afhankelijk van de windsnelheid – die de boot naar voren duwt maar ook voor helling zorgt.
3. Het roer dwingt het water naar bakboord, waardoor het roer, en dus het achterschip, naar stuurboord wordt geduwd ('actie = reactie').

Er werken veel verschillende krachten op de zeilboot, die uiteindelijk samen bepalen hoe de boot gaat bewegen. Als ze eenmaal onderweg is met een constante snelheid, zijn alle krachten namelijk precies in balans: de voortstuwende kracht wordt opgeheven door de weerstand van het water; de hellende kracht van de wind wordt gebalanceerd door het gewicht van de kiel of de vorm van de romp; de licht loevende werking van de zeilen wordt gecompenseerd door een klein beetje afsturen met het roer.

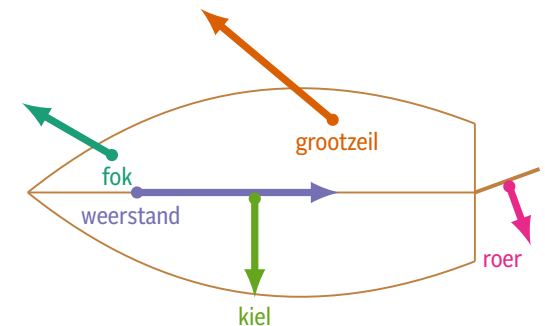
Onderweg speel je, bewust of onbewust, met de balans tussen de krachten op de boot. Of het nou tijdens een wedstrijd is, je voor het avondeten weer in een haven wilt liggen of je met kleine kinderen aan boord bent en het allemaal een beetje gezellig wilt houden: je wilt zo efficiënt mogelijk de wind en het water gebruiken om de boot voort te bewegen. Snel, comfortabel en veilig.

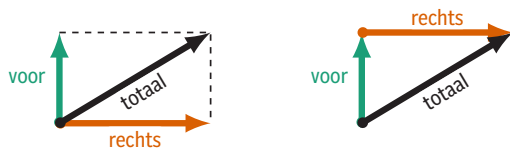
### Krachten optellen

Krachten hebben dus een grootte en een richting, wat je goed met een pijl (een **vector**) kunt weergeven. De lengte van de vector geeft de grootte aan, de richting van de pijl ook de richting van de kracht. In de figuur hierna staan de belangrijkste krachten getekend die in het horizontale vlak op de boot werken: voortstuwing door de zeilen, waterweerstand die de boot afremt en kiel en roer die verlijeren en oploeven tegengaan. Bij elkaar opgeteld bepalen ze de beweging van de boot.

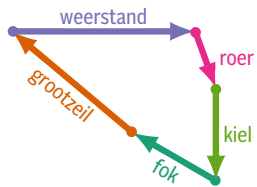
Hoe tel je krachten bij elkaar op? Als ze in dezelfde richting werken, is het makkelijk: twee keer 10 kilogram trekkracht is 20 kilogram trekkracht. Tegengesteld heffen ze elkaar precies op: vaart de

boot op de motor een constante snelheid, dan is de stuwkracht van de schroef exact gelijk (en tegengesteld) aan de waterweerstand. Als de richting niet hetzelfde is, dan tel je de krachtvectoren bij elkaar op: een kracht naar voren en een naar rechts vormen samen een kracht naar rechtsvoor. Of anders gezegd: de totaalcracht heeft een component naar voren en een component naar rechts.





Je telt vectoren makkelijk op door ze 'kop en staart' achter elkaar te leggen, zoals rechts in de figuur. Dat werkt ook goed met meerdere krachten. Bij de zeilboot van hiervoor kun je alle vectoren kop-staart leggen: in de figuur hierna is te zien dat de krachten elkaar precies in



balans houden – dus opheffen – ondanks dat ze allemaal een andere kant op wijzen. De nettokracht is dus nul, maar dat betekent niet dat de boot stilligt: het betekent dat de snelheid van de boot niet verandert. De krachten zijn in balans en de boot vaart verder.

### Koppels en momenten

Er ontbreekt nog één aspect aan het krachtenplaatje: een kracht zorgt niet alleen voor een voorwaartse of zijwaartse verplaatsing, maar ook voor een draaiing. Die draaiing is in het geval van een zeilboot in het horizontale vlak het oploeven en afvallen; in het verticale vlak is het



de helling. Kijk naar de volgende figuur: de zijwaartse kracht in de zeilen zorgt voor helling; het voorzeil kan de boot doen afvallen.

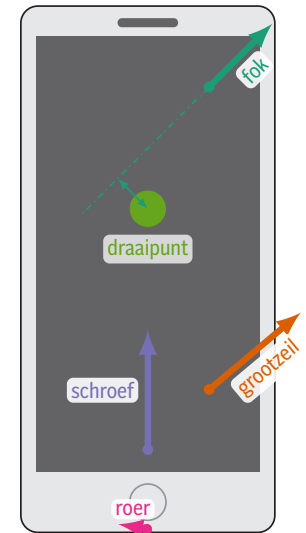
Voor een rotatie is een draaipunt nodig. Dit ligt

bij een boot meestal ergens tussen de mast en de kiel, zeg maar in het midden van de boot. Een kracht die voor een draaiing om dat punt zorgt, wekt een (draai)moment op, ook wel **koppel** genoemd. Iedere kracht die niet precies op het draaipunt aangrijpt, en die niet precies naar dat draaipunt wijst, zal de boot doen draaien. Wellicht ken je deze nog: 'moment is kracht maal arm'. Hoe groter de kracht en hoe verder van het draaipunt de kracht aangrijpt, hoe sterker het moment. Dat is allemaal uit te rekenen en tekenen, maar veel inzichtelijker om uit te proberen – met je telefoon!

Dat werkt zo. Leg je telefoon plat op tafel neer en zet er een vinger op, ongeveer in het midden van het scherm. Dat is het draaipunt. Duw nu met een vinger van je andere hand op verschillende plekken in

verschillende richtingen tegen de telefoon aan. Je voelt direct dat de 'schroef' geen enkel moment op de boot uitoefent, dat het 'grootzeil' een sterk loevende werking heeft en dat de 'fok' een licht afvallend moment genereert. En dat een heel kleine kracht op het 'roer' de boot makkelijk doet draaien, vanwege de lange werk- of momentarm van de kracht.

Het is daarbij belangrijk te beseffen dat deze arm niet simpelweg de afstand tussen draaipunt en aangrijpingspunt van de kracht is, maar de loodrechte (kortste) afstand tussen het draaipunt en de lijn (richting) van de kracht. Daarom wekt de schroef geen moment op: zijn werklijn, de lijn die vanuit de vector is doorgetrokken, gaat door het draaipunt. Hij duwt de boot naar voren, maar geeft geen draaiing. De kracht van zowel het grootzeil als het roer daarentegen staan in dit voorbeeld vrijwel loodrecht op een lijn naar het draaipunt en hebben dus een grote effectieve werkmarm. De kracht van de fok wijst echter bijna vanuit het draaipunt, waardoor de loodrechte afstand maar kort is: de fok heeft hier slechts een licht afvallende werking.



**i** Ook al staat de fok vóór de mast, de afvallende werking kan tegenvallen omdat de werklijn van de kracht bijna door het draaipunt gaat.

Het kan zelfs zo zijn dat de fok een licht oploevend moment genereert, als de werklijn achter het draaipunt komt te liggen. Dat verklaart ook waarom hoog aan de wind het grootzeil vieren de boot niet altijd laat afvallen, want er is niet iets wat een sterk afvallend moment opwekt. De boot kan dan ook uit het roer lopen en in de wind draaien, maar dat gebeurt alleen als de boot met flinke helling vaart en eigenlijk overtuigd is; daar komen we aan het eind van dit hoofdstuk nog even op terug. Eerst kijken we naar de helling en rolstabiliteit van de boot door het samenspel van krachten. Over de balans van de krachten en van de boot valt nog zoveel meer te zeggen, dat die een eigen hoofdstuk verdient: Balans en stabiliteit.

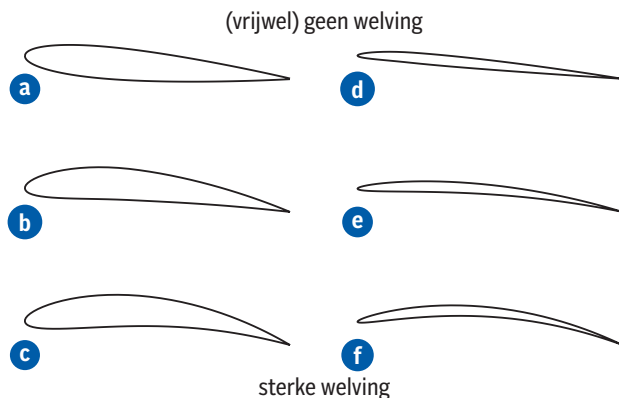
Behalve dan door het gebruik van flaps tijdens de landing is de vorm van de vleugel alleen te beïnvloeden tijdens het ontwerp van het vliegtuig.

### De vorm van de vleugel: het vleugelprofiel

De vleugel hiervoor had een simpele symmetrische vorm, met een ronde voorkant, zodat onder verschillende invalshoeken  $\alpha$  de lucht 'soepel' om de voorkant kan stromen, een verdikking in het midden om de lucht er beter langs te laten stromen, en een scherpe achterkant om de lucht er goed af te laten stromen. In de figuur hierna staat de vleugel nogmaals getekend, bij (a). Veel vliegtuigvleugels hebben ook een klein beetje kromming of welving (*camber*), zoals bij (b), of zelfs heel sterke welving zoals bij (c). Dit zorgt ervoor dat er, ook bij een neutrale invalshoek  $\alpha = 0$ , al behoorlijk wat lift opgewekt wordt. Dit kan wel ten koste gaan van extra drag, zeker bij hogere vlieg-snelheden (of eigenlijk: windsnelheden).

Een dunnere vleugel is ook mogelijk, alhoewel daarbij de benodigde sterkte misschien niet gehaald wordt. Je ziet deze dunnere vleugels rechts getekend, als (d) tot (f), weer met toenemende welving. Die laatste begint een beetje op een zeil te lijken!

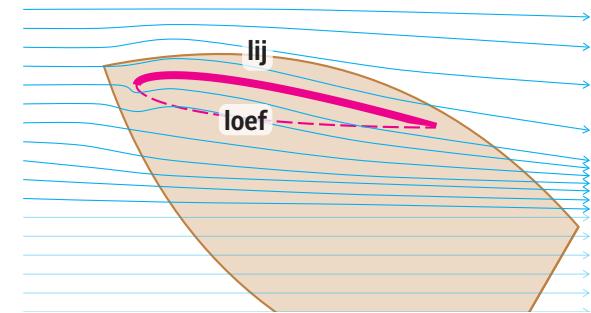
**i** Een echte vleugel is meer dan de doorsnede: hij heeft een begin, bij het vliegtuig, en een einde, aan de tip. Dat is jammer, want de perfecte vleugel is oneindig lang; de uiteinden verstoren de drukopbouw. Zweefvliegtuigen, die geoptimaliseerd zijn voor aerodynamische efficiëntie, hebben daarom heel lange, dunne vleugels.



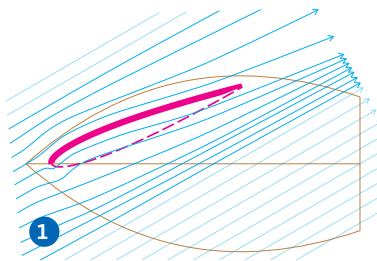
### Het zeil als vleugel

Terug naar de zeilboot dus: van boven gezien is een zeil een halve vleugel (of een heel erg dunne vleugel met veel welving). Vergelijk de figuur hierna maar eens met de figuur van de vleugel aan het begin van dit hoofdstuk: denk daar de lift/drag-pijlen weg, teken een boot op de achtergrond, en je hebt het bovenaanzicht van de boot.

**i** Een zeilboot heeft meestal meer dan één zeil. In de figuren staat een enkel zeil ingetekend, om ze overzichtelijk te houden en de vleugelvorm goed te laten zien. Aan het eind van dit hoofdstuk kijken we alsnog naar het samenspel tussen voorzeil, grootzeil en eventuele extra zeilen.



Het zeil buigt de wind af en wekt zo aan loefzijde een hoge druk op en aan lijzijde een lage druk. En ook hier gaat het om de lift die zo ontstaat, ten koste van de luchtweerstand of drag. Daarmee is ook het doel van zeiltrim meteen duidelijk: het zeil zo veel mogelijk in een efficiënte vleugelvorm krijgen. Veel lift, weinig drag. Hoe? Daar gaan we later in dit hoofdstuk op in. Eerst nog even het grote wonder van de zeilboot bekijken, waarbij de vleugelwerking essentieel is: hoe is het mogelijk dat je tegen de wind in kunt zeilen? Of, nou ja, richting de wind, want scherper dan zo'n 45 graden aan de ware wind gaat niet echt. Maar het blijft toch geweldig dat je met opkruisen werkelijk naar de wind toe kunt varen, gebruikmakend van diezelfde wind als voortstuwing. In de volgende vijf stappen zie je hoe de vleugelwerking van het zeil ervoor zorgt dat je aan de wind kunt zeilen.



1. Het zeil buigt de wind af. De inkomende wind komt zo'n 30 graden van voren in, maar het strak aangetrokken zeil kan de luchtstroom nog net iets verder naar achteren afbuigen.

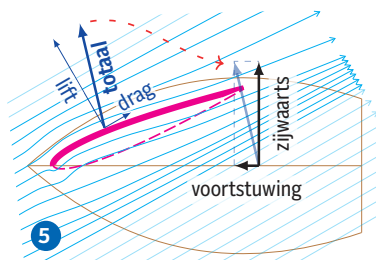
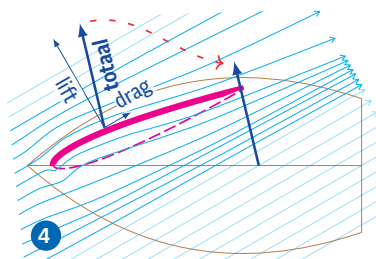
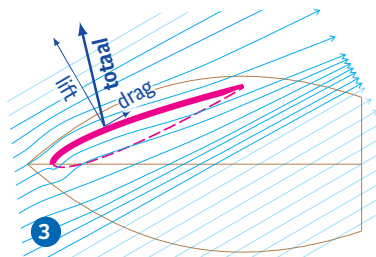
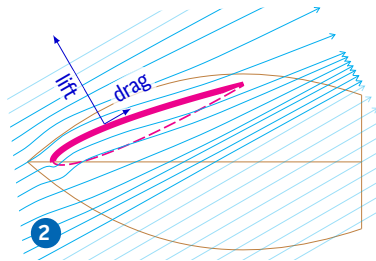
2. Net als bij een vliegtuigvleugel wekt het vleugelprofiel van het zeil lift op en ondervindt het wrijving (drag).

3. De twee krachten kunnen opgeteld worden tot een totaalcracht. Die wijst (gelukkig) een klein beetje naar voren.

4. Deze kracht wordt via de mast, verstaging en schoten overgedragen op de boot. (Het doet er nu even niet toe of dat precies op het zwaartepunt is, en hoe het met de balans van de boot zit; dat komt in het hoofdstuk Balans en stabiliteit.)

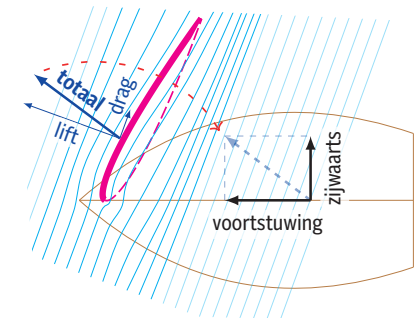
5. De totaalcracht heeft een forse zijwaartse component, die grotendeels wordt gecompenseerd door de kiel. (Hoe? Komen we op terug, in het hoofdstuk Kiel en koers.) Er is ook een kleine voorwaartse component: we varen naar de wind toe!

En zo zie je dat het de vleugelwerking van het zeil is die je aan de wind varende verder helpt.



**i** Net als voor een vleugel geldt ook voor een zeil dat 'oneindig lang' (hoog en smal) gunstig is, omdat de negatieve randeffecten dan minder groot zijn. Niet voor niets is een smalle fok (kort onderlijk) beter in hoog aan de wind varen. En hoe dichter het zeil op het dek zit, hoe minder druk onderlangs 'ontsnapt'.

Uit de voorgaande figuren blijkt wel dat de drag op het zeil de boot afremt (de pijl wijst naar achteren), en dat van de lift slechts een klein deel voorwaarts gericht is. Dat gedeelte trekt de boot naar voren; de rest is een zijwaartse kracht. Die lateraalkracht trekt de boot scheef (helling) en zorgt ervoor dat je verlijert. Om een beetje lekker aan de wind te kunnen zeilen moet het zeil dus veel lift en weinig drag opwekken. Ter vergelijking zie je nogmaals dezelfde figuur, maar nu met ruimere wind. De wind komt, zoals dat heet, iets voorlijker dan dwars binnen; de boot vaart ongeveer halve wind. Een lekker koersje, en je ziet waarom: de lift op het zeil wijst bijna recht naar voren, het grootste gedeelte van de totaalcracht zorgt voor voorstuwing en je maakt grote snelheid met weinig helling. Tenminste, als de vleugelwerking een beetje in orde is. De drag wijst tenslotte nog naar achteren.



**i** De richting van de liftkracht verklaart het op het eerste gezicht vreemde verschijnsel dat een zeilboot aan de wind veel meer helling maakt dan met halve wind: ze wordt niet plat geblazen door wind van de zijkant, maar plat getrokken door de liftkracht!

Het is duidelijk dat hoog aan de wind zeilen alleen mogelijk is door de vleugelwerking van het zeil, en zelfs bij ruimere koersen werkt het zeil als vleugel en wordt de boot naar voren getrokken door de lift. Kortom: het is essentieel om de lift-dragverhouding zo hoog mogelijk te maken door een efficiënte vleugelvorm. Dat gegeven levert twee belangrijke vragen op:

# WIND EN TWIST





Tot nu toe hebben we gekeken naar het zeil als een vleugel, in een bovenaanzicht of doorsnede. In 2D, als het ware.

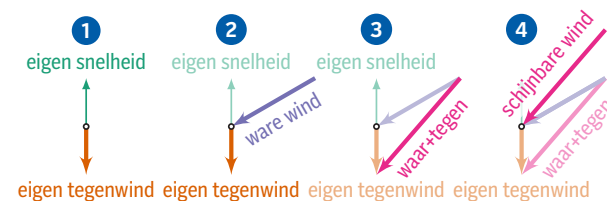
Maar op verschillende hoogtes ziet de doorsnede van het zeil er telkens anders uit, en moet misschien ook wel anders getrimd worden. Anders gezegd: zeilen is een driedimensionale sport, want je steekt nog 10 tot 20 meter boven het wateroppervlak uit. Dat betekent dat ook zeiltrim driedimensionaal is: om de zeilen echt goed te trimmen moet op elke hoogte in het zeil de vleugelvorm en vooral ook de hoek ten opzichte van de binnenkomende wind juist zijn. Want wind is net zo goed een driedimensionaal verschijnsel en bij de masttop is die niet gelijk aan de wind vlak boven het water.

In het vorige hoofdstuk zagen we hoe je met begrip van vleugelwerking het zeil optimaal kunt trimmen voor maximale voortstuwing en minimale helling. Zorg voor een goede luchtstroming langs het zeil en de vleugelvorm wekt lift op die de boot naar voren trekt. Die luchtstroming is alleen niet gelijk aan de *ware wind* over het water, omdat de wind over dek, de *schijnbare wind*, ook wordt beïnvloed door de eigen snelheid van de boot. Die schijnbare wind die langs het zeil stroomt, heeft dus een andere richting en snelheid dan de ware wind. En er zit nog een kleine twist in dit verhaal: *twist*, ofwel het gegeven dat de windrichting langs de hoogte van het zeil draait. En omdat de stand van het zeil, de vleugel, ten opzichte van de lokale luchtstroming goed moet zijn, moet er dus ook een twist in het zeil zitten.

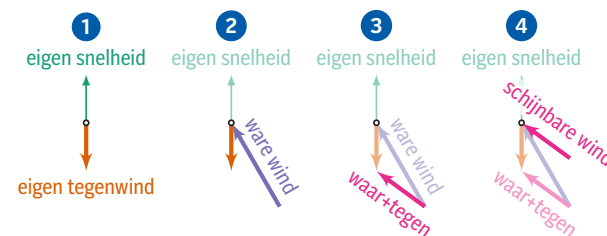
### Wind: schijnbaar en waar

De wind die zeilen vult en aerodynamische lift geeft om de boot voort te bewegen, is een optelsom van de ware wind en een schijnbare tegenwind, opgewekt door de eigen snelheid van de boot. Is het bijvoorbeeld windstil en vaar je op de motor 5 knopen, dan voel je over dek een tegenwind van 5 knopen. Als er wel wind staat, dan tel je de ware wind en zelfopgewekte tegenwind bij elkaar op tot de schijnbare wind over dek.

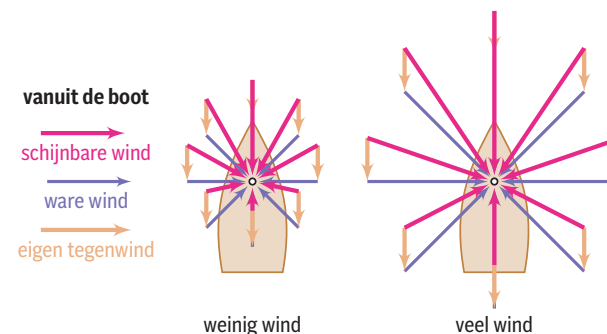
Wind heeft een snelheid en een richting en is dus een vector. Je telt die net zo op als krachtvectoren: kop-staart aan elkaar gelegd. Zie als voorbeeld de figuur hierna. Je vaart 5 knopen, waardoor je een eigen tegenwind van 5 knopen opwekt (1). De ware wind komt hier van stuurboord-voor binnen (2). Opgeteld is dat de vector waar+tegen (3), die beter te interpreteren is door hem wat omhoog te schuiven (4): de schijnbare wind komt voorlijker in en heeft een hogere snelheid dan de ware wind.



Vaar je ruime wind, dan is de opbouw van het plaatje hetzelfde; zie stap 1 tot en met 4 in de volgende figuur. De schijnbare wind komt nog steeds voorlijker in dan de ware wind, maar is juist in kracht afgenomen ten opzichte van de ware wind.

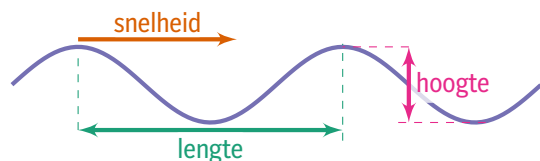


Als je deze tekening voor diverse invalshoeken van de ware wind maakt, zie je het effect van de eigen tegenwind op de richting en kracht van de schijnbare wind. In de volgende figuur heb ik voor het gemak even aangenomen dat de boot 4 knopen vaart bij weinig wind en 5 knopen bij meer wind, ongeacht de koers. Dat klopt vast niet precies, maar laat wel het effect duidelijker zien: de schijnbare wind valt altijd meer van voren in. Komt de ware wind dwars of hoger in, dan is de schijnbare wind sterker; vaar je ruime wind, dan is de schijnbare windkracht juist minder sterk.



# GOLVEN EN SNELHEID





**Steilheid** De steilheid van een golf wordt gemeten in hoogte-lengteverhouding. Bij golven in diep water is die verhouding ongeveer 1:7, dus de lengte is zeven keer de hoogte. Hoe hoger de golf, hoe langer hij is en hoe verder de toppen uit elkaar liggen.

**Snelheid** Een hoge (lange) golf verplaatst zich sneller door het water dan een lage (korte) golf.

**Periode** Toch is de periode van grote golven, de tijd tussen opeenvolgende golven, ook altijd langer dan bij kleine golven. Dat komt omdat een vier keer zo lange golf zich slechts twee keer zo snel verplaatst als een korte. De tijd tussen golftoppen is dan dus toch nog twee keer zo lang. Of anders gezegd: korte golven komen sneller achter elkaar aan dan lange golven.

In de volgende tabel staat voor een paar golfhoogtes de lengte, periode en snelheid van de golf gegeven: je ziet dat een twee keer zo hoge golf ook twee keer zo lang is, maar niet twee keer zo snel gaat. De periode wordt dan ook steeds langer.

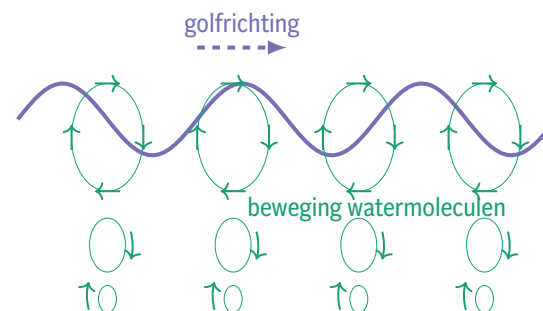
| hoogte | lengte | periode | snelheid |
|--------|--------|---------|----------|
| 0,5 m  | 3,5 m  | 1,5 s   | 5 kn     |
| 1 m    | 7 m    | 2 s     | 7 kn     |
| 2 m    | 14 m   | 3 s     | 10 kn    |

### Verplaatsing van golven

Een groep golven verplaatst zich ongeveer half zo snel als de golven op zichzelf. De golven rollen dus van achter naar voor, en deze 'rimpel' verplaatst zich als golfgebied over de oceaan. Omdat de verplaatsing van het golfgebied samenhangt met de golfsnelheid, en de golfsnelheid van de golfhoogte, komen groepen golven van gelijke hoogte dus vaak samen 'aanrollen' vanaf het open water waar ze ontstaan zijn. Golven die zo van elders aan komen rollen, heten deining (Engels: *swell*).

**i** Een hoge zeedeining aan de Nederlandse kust, komende uit het westen, is de eerste voorbode van een depressie vanaf zee. Dit zijn immers de grootste en dus de zich snelst verplaatsende golven vanuit een windgebied ver op de Atlantische Oceaan.

In de golf zelf verplaatsen de watermoleculen zich niet met de hele golf mee: ze stromen op de golftop mee, dan naar beneden en onder water weer terug en omhoog. Deze cirkelbeweging is te zien in de volgende figuur. Die cirkelbewegingen onder water zijn belangrijk, want als die verstoord worden, gaat de golf zich anders gedragen.



### Vergaan van golven: brekende golven

In diep water plant de groep golven zich dus netjes voort. Maar zodra het water ondieper wordt dan 3 keer de golfhoogte, wordt de cirkelbeweging verstoord en worden de golven afgeremd. De snelheid wordt nu flink lager. De golven blijven wel aanrollen, dus per minuut komen er evenveel voorbij: de periode blijft gelijk. Een lagere snelheid in dezelfde tijd betekent dat de lengte van de golf kleiner wordt. Of, in formulevorm:  $L = v \times T$ ; de golflengte is de snelheid maal de tijd. Bij gelijke periode  $T$  zal bij een lagere snelheid  $v$  ook de golflengte  $L$  afnemen.

En behalve korter worden de golven ook hoger, doordat de energie als het ware 'opgekropt' wordt.

**i** Golven worden steiler (korter én hoger) wanneer ze afgeremd worden, bijvoorbeeld door een oplopende bodem. Stel je een harmonica voor of, iets extremer, de kreukelzone van een auto: bij het samendrukken worden de rimpels korter en hoger.

Aan boord, in boeken, op internet en bij cursussen komen veel zeiltermen voorbij, zowel in het Engels als in het Nederlands. In deze lijst vind je de in dit boek gebruikte begrippen en termen inclusief een korte definitie.

## Tuigage



sloop fractioneel



sloop topgetuigd



kotter



kits



yawl



schoener

### Fractioneel getuigd / Fractional rig

Het voorstag zit verder naar onderen aan de mast, bijvoorbeeld op zeven achtste of driekwart van de hoogte.

### Gaffelgetuigd / Gaff rig

Het grootzeil is vierhoekig met een gaffel aan de bovenkant.

### Kits / Ketch

Tweemaster waarbij de achterste mast korter is dan de voorste mast.

### Kotter / Cutter

Enkele mast met een grootzeil en twee voorzeilen, door een dubbel voorstag; vaak met boegspriet voor het voorste voorzeil.

### Schoener / Schooner

Twee- of meermaster waarbij de achterste mast even hoog of hoger is dan de andere.

### Sloop / Sloop

Enkele mast met een grootzeil en een fok.

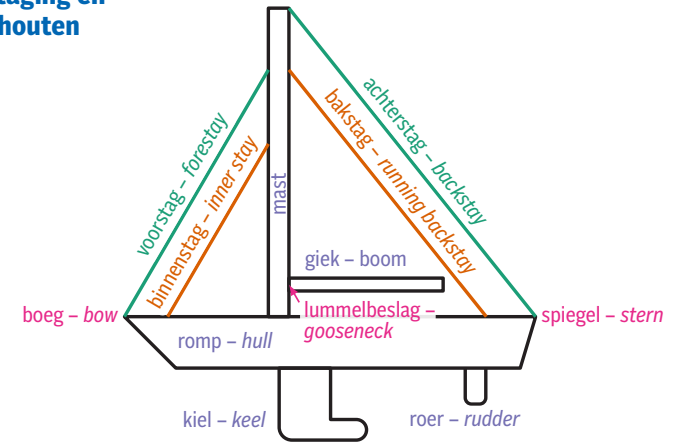
### Topgetuigd / Masthead rig

Het voorstag loopt tot de masttop.

### Yawl / Yawl

Tweemaster waarbij de achterste mast heel kort is en achter het roer staat; het druilzeil daar zorgt voornamelijk voor balans en niet voor voortstuwing.

## Verstaging en rondhouten



### Bakstag / Runner

Achterstagen die aangrijpen op de hoogte van het voorstag of iets lager, naar beide boorden.

### Bezaanmast / Mizzen mast

Achterste mast van een twee- of meermaster; bij een yawl is dit de druilmast.

### Fokkeloet / Whisker pole

Lichtgewicht stang om de fok uit te bomen, vooral bij ruime koersen. (De Nederlandse en Engelse termen zijn niet helemaal inwisselbaar.)

### Gaffel / Gaff

Rondhout bovenaan het grootzeil om het bovenlijk van een vierhoekig grootzeil omhoog te houden.

### Giek / Boom

Horizontaal rondhout aan de mast, waaraan het onderlijk of de schoothoek van het grootzeil zit.

### Mast / Mast

Verticale stok ('rondhout') op de boot waarlangs het grootzeil gehesen wordt.

### (Spinnaker)boom / (Spinnaker) pole

Stevige stang om de loefzijde van de spinnaker uit te houden.

### Stag / Stay

Draad (metaal of composiet) die van de mast naar de boeg of spiegel loopt, om de mast langsscheeps overeind te houden.

### Want / Shroud ofwel Zijstagen / Sidestay

Houden de mast in dwarsscheepse richting overeind.

### Zaling / Spreader

Horizontale, zijwaartse uitsteeksels aan de mast om de zijstagen naar buiten te geleiden.