

# KOPPELS & KRACHTEN

## 1. WAT ZIJN KOPPELS EN KRACHTEN?

Het is nodig om inzicht te krijgen in de krachten die op een schip werken, om zo het hoe en waarom van het zeilen, sturen en manoeuvreren te begrijpen. Krachten worden uitgeoefend door de wind, het water en onszelf. Combinaties van deze krachten zorgen voor de beweging van het schip.

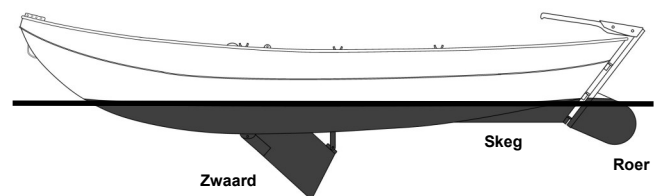
- We geven de kracht weer met een pijl, hoe langer de pijl hoe groter de kracht.
- Krachten kunnen ook bij elkaar worden opgeteld, Hierdoor ontstaat een nieuwe kracht.

## 2. LATERAAL PUNT & DRIFTBEPERKENDE KRACHT

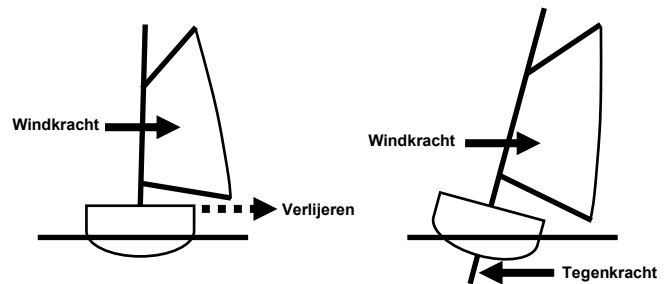
Het lateraalpunt is kortgezegd het draaipunt van de boot. Als we een vlot nemen dat op het water drijft en we zetten hierop een grootzeil en een fok dan zien we dat het vlot de kant op gaat waar de wind naar toe blaast. Dit noemen ze driften of verlijeren. Maar als we gaan zeilen willen wij dat niet altijd.

Bootontwerpers hebben hiermee rekening gehouden.

Om te zorgen dat de boot niet met de wind mee drijft is er het zwaard, skeg en het roer. Het zwaard, skeg, roer en het hele onderwaterschip zorgen samen voor een tegendruk zodat de boot niet met de wind mee waait (verlijert / drift). Samen zorgen deze onderdelen onderwater dus voor een driftbeperkende kracht.

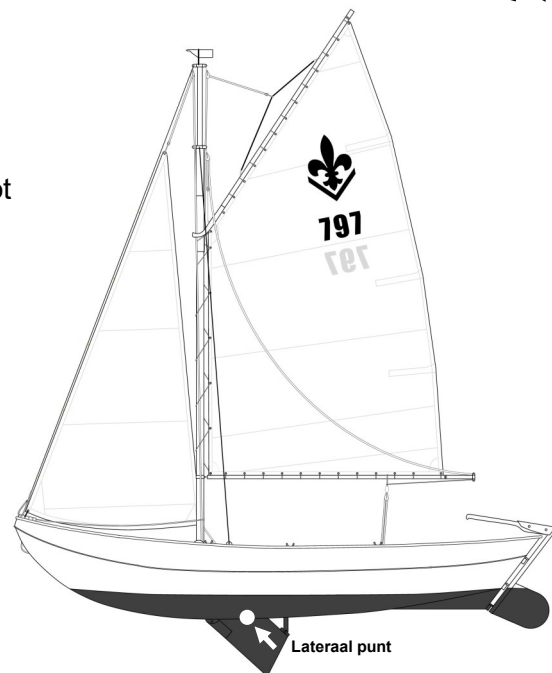


We zien de wind die tegen het zeil drukt, dit is een kracht. Het roer, de skeg en het zwaard is een tegenkracht die net zo groot is. We hebben nu een koppel. Dit koppel veroorzaakt een reactie, de boot gaat namelijk hellen (het hellend koppel).



De krachten op het roer, zwaard, skeg en onderwaterschip bij elkaar opgeteld vormen het draaipunt van de boot oftewel het lateraal punt. Om dit punt van de boot draait de boot. Het lateraal punt zit net iets achter de mast van de boot.

We kunnen het lateraalpunt verder naar achter in de boot verplaatsen door het zwaard weg te nemen, dit zorgt er ook voor dat we driftbeperkende krachten wegnemen en de boot eerder met de wind wilt mee drijven.

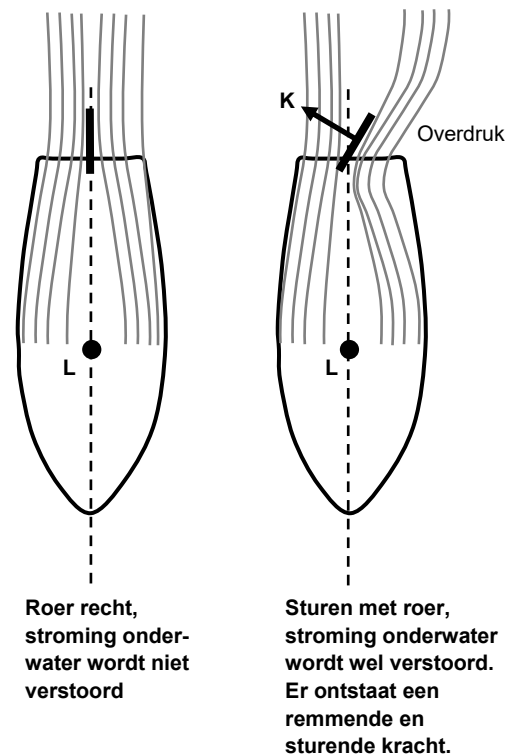


### 3. ROER & ZWAARD, STURENDE & REMMENDE KRACHT

Met het roer sturen we de boot een kant op. Naast dat het roer een sturende kracht heeft, heeft het roer ook een remmende kracht en een driftbeperkende kracht. Als het roer in het midden staat gaat het water er aan beide kanten langs en is er geen drukverschil (zie plaatje).

Als we het roer licht draaien dan verandert de stroomrichting van het water. Aan de ene kant ontstaat er een overdruk omdat het water minder ruimte krijgt. Aan de andere kant van het roer ontstaat er onderdruk. De overdruk zorgt voor een kracht op het roerblad naar de andere kant. De remmende kracht ontstaat doordat we sturen met het roer, de stroming onderwater wordt verstoord en dit zal de boot remmen. Hoe meer roer er wordt gebruikt, hoe groter de remmende kracht wordt.

Doordat het roer behoort tot het onderwaterschip heeft het ook een driftbeperkende kracht. Hoe schuiner we het roer zetten, hoe minder tegendruk het roer kan geven en dus ook hoe minder driftbeperkend deze is. Daarom sturen we in de basis met de zeilen en gaat het roer mee of sturen we bij met het roer. Deze kracht (K) staat altijd loodrecht ten opzichte van het roerblad. De boot zal nu om het lateraal punt (L) draaien.



#### Sturende & remmende kracht

Hoe snel de boot zal draaien hangt af van, hoe ver we het roer draaien. Als we het roer draaien ontstaan er 2 krachten namelijk een sturende kracht (S) en een remmende kracht (R) (zie plaatje).

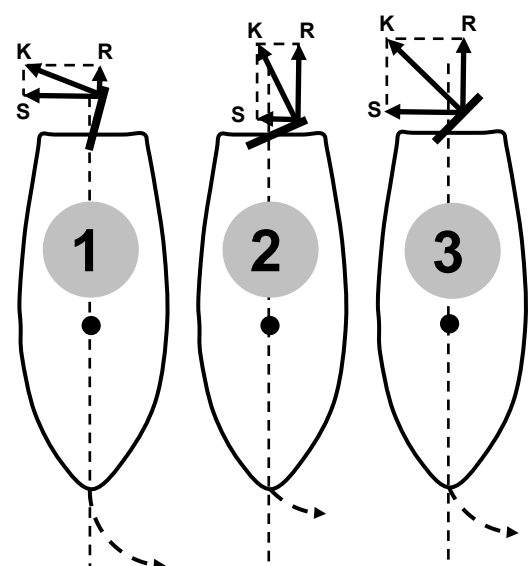
Door het roer ietsjes te draaien ontstaat er een grotere sturende kracht en een kleinere remmende kracht. Als we deze 2 krachten bij elkaar optellen, ontstaat de kracht op het roer. We zien dat de kracht (K) meer naar opzij wijst dan naar achteren.

Geven we meer roer dan zien we dat de sturende kracht minder wordt en de remmende kracht meer. Als we de 2 krachten bij elkaar optellen dan zien we dat de kracht (K) nu meer naar achteren wijst (zie plaatje). Als we willen draaien met een boot moeten we daarom nooit meer roer geven dan 45 graden, omdat we dan de boot meer laten afremmen dan dat de boot draait.

Bij 45 graden zijn deze krachten gelijk, en is de sturende werking dus maximaal (zie plaatje).

Zonder voorwaartse snelheid is de boot moeilijker te sturen en moeten we meer rekening houden met de impact van het roer op de remmende, sturende en driftbeperkende kracht.

Als de boot deinst (achteruit vaart) dan werkt het roer andersom. De spiegel (achterkant) van de boot draait naar de richting waar het roerblad naar toe wijst. De punt van de boot draait de kant waar de helmstok naartoe wijst.



1

**Er wordt een klein beetje gestuurd met het roer**  
De sturende kracht (S) is groter dan de remmende kracht (R). De totale kracht (K) wijst daardoor meer opzij, het roer zal de boot dus meer sturen dan afremmen.

2

**Er wordt meer dan 45 graden gestuurd met het roer**  
De remmende kracht (R) is groter dan de sturende kracht (S) doordat de stroming onderwater flink wordt verstoord. De totale kracht (K) wijst daardoor meer naar achteren, het roer zal de boot dus meer afremmen dan sturen. Door het roer zo schuin te zetten, nemen we ook een deel van de driftbeperkende kracht weg. Kortom de boot zal minder sturen en meer afremmen en verlijeren.

3

**Er wordt een klein beetje gestuurd met het roer**  
De sturende kracht (S) is gelijk aan de remmende kracht (R). De totale kracht (K) wijst daardoor schuin naar achteren, het roer zal de boot dus evenveel sturen en afremmen. De sturende kracht is maximaal.

### 3. WERKING VAN DE ZEILEN

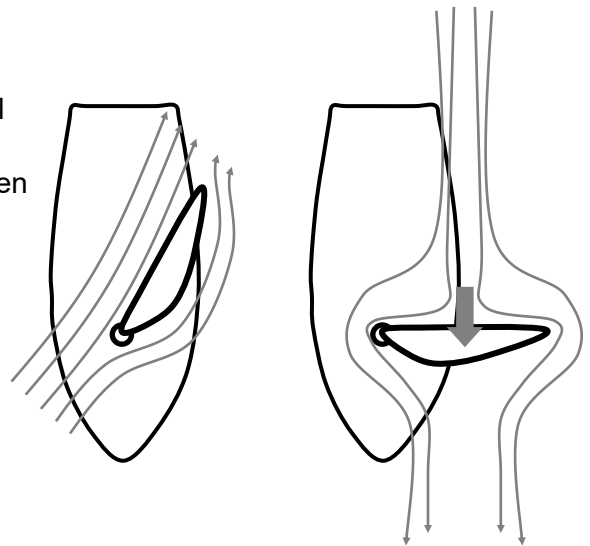
De wind waait op bijna elke koers niet recht in de zeilen, maar komt schuin in de zeilen terecht. We weten dat de boot wel vooruit gaat door de tegendruk van de driftbeperkende krachten. Maar dit werkt alleen optimaal als we de juiste stroming opbouwen in de zeilen. De zeilen hebben namelijk een verlijerende kracht en een voortstuwende kracht.

Voor de wind komt de wind recht in de zeilen en is er alleen een voortstuwende kracht, dit noemen we een drukzeil. De wind komt van achter de boot en drukt in het zeil. Op alle andere koersen hebben we een stromingszeil doordat de wind schuin in de zeilen stroomt.

Hoe scherper we varen, hoe groter de verlijerende kracht ( $V$ ) wordt en hoe kleiner de voortstuwende kracht ( $S$ ) wordt. Daarom is het van groot belang om de zeilen op een aan de windse koers tegelijk op de juiste snelheid aan te trekken. Dit noemen we aanspringen, hierbij bouwen de druk in het zeil geleidelijk op van achter naar voren. Als er zachte wind waait zullen we langzamer moeten aanspringen dan als er hardere wind waait. Als we de zeilen te strak aan trekken of de druk niet opbouwen (te snel te strak aantrekken) zal er in plaats van een stromingszeil een drukzeil ontstaan en ontstaat er vrijwel alleen een verlijerende kracht ( $V$ ) en geen voortstuwende kracht ( $S$ ). De fok is van groot belang in dit proces.

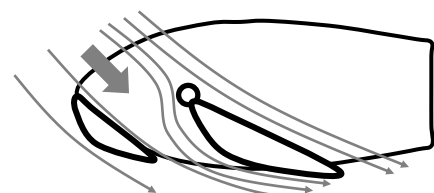
Aanspringen werkt alleen als de lucht goed aan beide kanten langs het grootzeil kan stromen. Wanneer we het grootzeil te strak aantrekken wordt de luchtstroom verbroken in plaats van de luchtstroom om te buigen.

De fok zorgt ervoor dat er aan de achterkant maar een kleine opening is naar het grootzeil, waardoor de wind nog harder zal gaan stromen en er een trechtereffect ontstaat. Als we tussen de fok en het grootzeil gaan staan zal het grootzeil gelijk gaan tegenbollen. Als we de fok juist te strak trekken (een drukzeil in plaats van stromingszeil) zal het grootzeil ook gaan tegenbollen. En als we de fok helemaal weghalen zal de boot een stuk minder snel gaan omdat we de booster van het grootzeil weghalen.

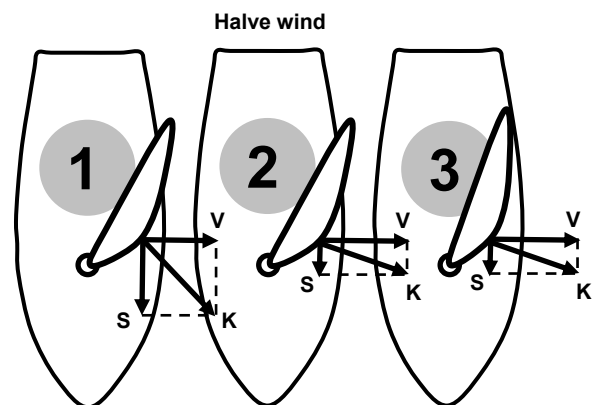


Stromingszeil, aan de wind.

Drukzeil, voor de wind.



Trechtereffect bij de fok en grootzeil.



1

#### Het aanspringen wordt goed toegepast

Er ontstaat een stromingszeil.

De voortstuwende kracht ( $S$ ) is ongeveer gelijk aan de verlijerende kracht ( $V$ ). De totale kracht ( $K$ ) wijst daardoor schuin naar voren. De boot zal sneller vooruit gaan dan dat de boot verlijert.

2

#### Het zeil wordt te snel en te strak aangetrokken

Door het te snel en te strak aantrekken ontstaat er een drukzeil in plaats van een stromingszeil. Het zeil bouwt geen druk en voorwaartse snelheid op.

De verlijerende kracht ( $V$ ) is groot, dit komt door het drukzeil. De voortstuwende kracht ( $S$ ) is klein, dit komt doordat het zeil geen druk kan opbouwen. De totale kracht ( $K$ ) wijst daardoor meer naar opzij, de boot dus veel meer verlijeren dan vooruit bewegen. Als in deze situatie ook nog eens meer roer wordt gebruikt zal de boot alleen maar meer verlijeren.

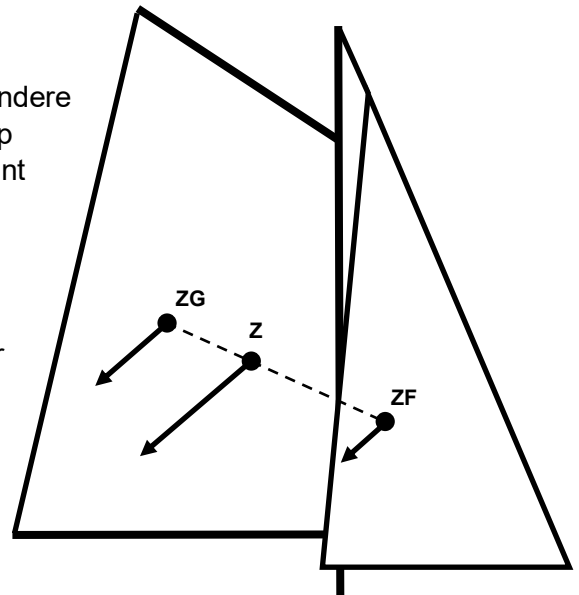
3

#### De zeilstand klopt niet met de koers

Door de verkeerde zeilstand is het stromingszeil niet optimaal en ontstaat er te veel druk in het zeil.

De verlijerende kracht ( $V$ ) neemt daardoor toe. De voortstuwende kracht ( $S$ ) is kleiner dan dat deze kan zijn bij een juiste zeilstand. De totale kracht ( $K$ ) wijst daardoor iets meer naar opzij, dit zal er voor zorgen dat de boot meer verlijert en minder vooruit gaat dan mogelijk is op deze koers.

Bij scherpe koers waait de wind dus niet tegen het zeil maar erlangs. Door het zeil wordt de wind van samengeperst, waardoor aan de windzijde een overdruk ontstaat en aan de andere kant een onderdruk. Er zal nu een kracht loodrecht ontstaan op het zeil om dit drukverschil op te heffen (het zeil wil naar de kant waar een onderdruk is). Als we de druk op het grootzeil samenvoegen (net zoals bij het lateraal punt) dan krijgen we het zeilpunt van het grootzeil. Als we dit ook bij de fok doen, dan hebben we het zeilpunt van de fok. Deze twee punten worden samengebracht tot één zeilpunt (Z). Dit punt ligt achter de mast ongeveer ter hoogte van het lateraal punt.

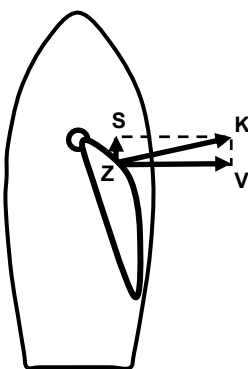


ZF = Zeilpunt Fok  
 ZG = Zeilpunt Grootzeil  
 Z = Gezamenlijke Zeilpunt

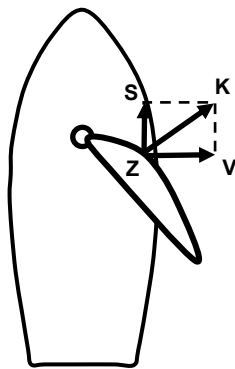
De kracht (K) is de optelsom van twee andere krachten. Als we een kracht (K) ontbinden in een voortstuwende kracht (S) en een verlijerende kracht (V), want de boot wil zich niet alleen vooruit maar ook naar opzij verplaatsen. Als we kijken naar de vier koersen dan zien we hoe scherper de boot gaat varen hoe groter de verlijerende kracht wordt (drift of verlijeren). Als de boot ruimer gaat varen wordt de voortstuwende kracht groter. In de praktijk zullen dus merken dat wanneer de boot scherper gaat varen de boot meer gaat verlijeren, we zullen op deze koers dus meer moeten letten op het roer (remmende kracht) en alle driftbeperkende krachten.

Zowel de fok als het grootzeil hebben een eigen zeilpunt, als we deze samenvoegen komen we uit op een gezamenlijk zeilpunt. Dit zeilpunt komt dan terecht in het grootzeil, dit komt doordat het grootzeil groter is dan de fok. Het zeilpunt staat ongeveer boven het lateraalpunt. We kunnen het zeilpunt dus naar voren verplaatsen door (de druk in) het grootzeil weg te halen. Ook kunnen we het zeilpunt verder naar achteren verplaatsen door (de druk in) de fok weg te halen.

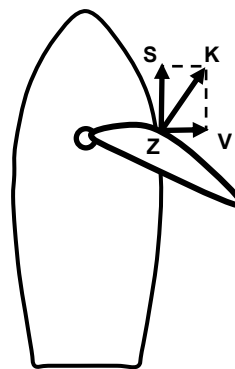
Aan de wind



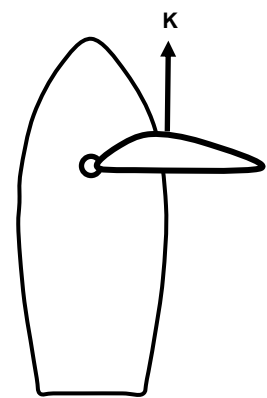
Halve wind



Ruime wind



Voor de wind



V = Verlijerende kracht  
 S = Voortstuwende kracht  
 K = Totale kracht (optelsom van V en S)

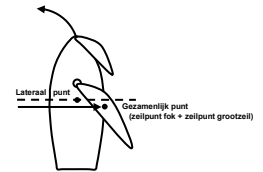
#### 4. LOEF- EN LIJGIERIGHEID

Oploeven is het, met de punt van de boot naar de wind toe draaien. (denk maar aan loef en lij)  
Afvallen is het, met de punt van de wind afdraaien. (dus met de kont van de boot naar de wind toe)

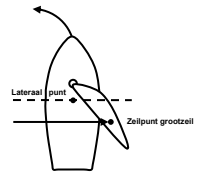
Nu kunnen we dit doen door het roer te gebruiken maar oploeven en afvallen kan ook met de zeilen.

Doordat de fok voor het lateraalpunt staat is deze lijgierig en wilt de fok dus van de wind af draaien.  
Doordat het grootzeil achter het lateraalpunt staat is deze loefgierig en wilt het grootzeil dus naar de wind toe draaien. Het gezamenlijke zeilpunt staat ongeveer in het midden van het grootzeil en dit zorgt ervoor dat de boot standaard loefgierig is

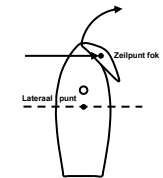
De boot vaart halve wind met de zeilen in de juiste stand. Wanneer we het roer los laten zal de boot automatisch naar de wind toe draaien. Dit komt doordat het grootzeil groter is dan de fok en dus het gezamenlijke zeilpunt achter het lateraalpunt staat.



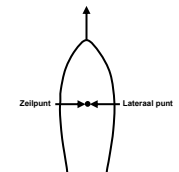
Wanneer we de fok los laten dan zal de boot nog sneller naar de wind toe draaien, oploeven. Dit komt doordat alleen het zeilpunt van het grootzeil wind vangt. De kracht staat dus alleen op het zeilpunt staat achter het lateraalpunt.



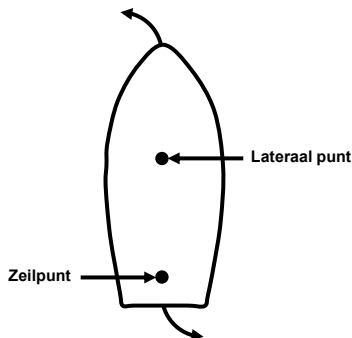
Wanneer we willen afvallen dan doen we het precies andersom, Nu laten we het grootzeil vieren. Nu vangt alleen het zeilpunt voor het lateraalpunt van de boot wind, de boot draait nu van de wind af, afvallen.



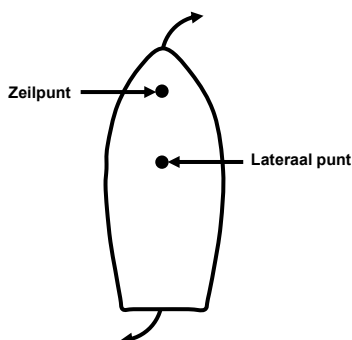
Loefgierig en lijgierig ontstaat door het verschil in het lateraalpunt en het zeilpunt.  
Wanneer het lateraalpunt en het zeilpunt boven elkaar zitten zal de boot zonder roer te geven gewoon rechtdoor varen.



Als we het zeilpunt naar achteren verplaatsen zal de boot automatisch gaan oploeven.



Als we het zeilpunt naar voren verplaatsten zal de boot automatisch gaan afvallen.



Het zeilpunt kunnen we verplaatsen door minder of meer zeil te voeren of door de mast naar voren of naar achteren te verplaatsen. We kunnen ook de mast schuin naar voren of naar achteren zetten.

## 5. GEWICHT IN DE BOOT

Door op de juiste manier het gewicht aan boord te gebruiken kunnen we ervoor zorgen dat de boot meer loefgierig of juist minder loefgierig wordt. Ook kan te veel gewicht aan een zijde negatieve effecten hebben op de boot.

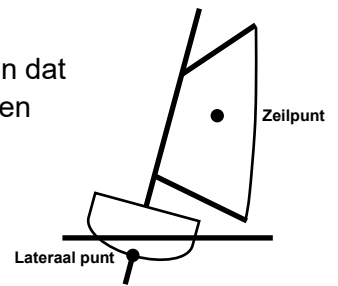
Het lateraalpunt en het zeilpunt zitten standaard vrijwel boven elkaar. Door meer gewicht aan de lijzijde te plaatsen zorg je ervoor dat het zeilpunt zich buiten de boot verplaatst en dat de afstand tussen deze twee punten groter wordt. Daardoor zal de boot nog loefgieriger worden en zal de boot dus sneller oploeven.

Als we het gewicht aan de loefzijde plaatsten zal de afstand tussen het zeilpunt en lateraal punt juist kleiner worden. Dit zorgt ervoor dat de boot minder loefgieriger wordt en de boot dus sneller kan afvallen. Daarom gebruiken we ook het commando 'gewicht loef' als we sneller willen afvallen, zoals tijdens een man over boord.

Te veel gewicht aan lijzijde kan ook negatieve gevolgen hebben op de boot. Als we heel veel gewicht aan lij plaatsten zorgen we er namelijk voor dat er veel van het onderwaterschip boven water komt en het roer en zwaard niet meer recht in het water staan. Hierdoor nemen we dus de driftbeperkende krachten weg en zal de boot sneller met de wind mee waaien.

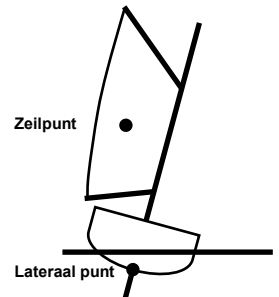
Bij zachte wind zal door te veel gewicht aan de lijzijde de windstroming in de zeilen afbreken. Dit komt doordat de wind niet meer in de juiste hoek de zeilen in stroomt.

Bij harde wind zal door te veel gewicht aan de lijzijde het zeilpunt zover buiten de boot geplaatst worden waardoor de boot loefgieriger wordt. Daarnaast worden hierdoor de verlijerende kracht en de voortstuwende kracht op de zeilen ook veel groter. Daardoor zullen we moeten tegensturen met je roer om de boot nog recht vooruit te krijgen. Door tegen te sturen zorgen we weer voor een remmende kracht en zorgen we er alleen maar meer voor dat de driftbeperkende kracht afneemt. Dit kunnen we oplossen door meer gewicht aan loef te brengen. Ook kunnen we de zeilen reven, hiermee brengen we de boot weer in de juiste balans. Daarom plaatsen we in de basis niet meer gewicht aan lij dan als het berghout het water raakt.



### Gewicht aan lijzijde

Het zeilpunt verplaatst zich aan de lijzijde buiten de boot. De afstand tussen het lateraal punt en het zeilpunt wordt groter. De boot zal loefgieriger worden en de wind komt beter in de zeilen voor een aan de windse koers.

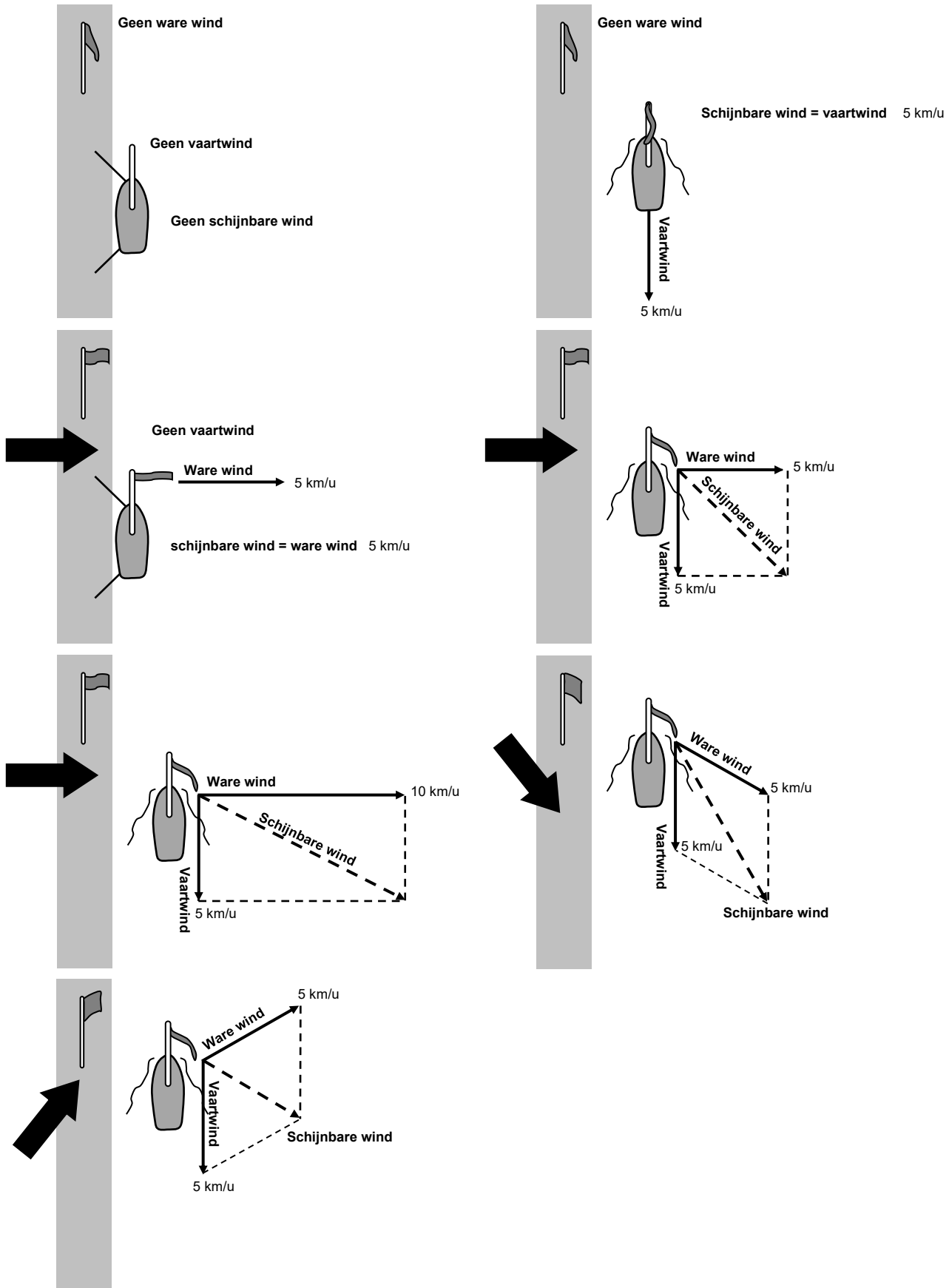


### Gewicht aan loefzijde

Het zeilpunt verplaatst zich aan de loefzijde buiten de boot. De afstand tussen het lateraal punt en het zeilpunt wordt groter. De boot zal minder loefgieriger en dus lijgieriger worden.

## 6. WARE WIND, SCHIJNBARE WIND EN VAARTWIND

Als we in de boot zitten en we willen weten waar de wind vandaan komt dan kunnen we naar het vaantje in de mast kijken of gewoon voelen waar de wind vandaan komt, maar in beide gevallen weten we niet waar de wind vandaan komt omdat we de schijnbare wind zien of voelen. We moeten 3 begrippen onderscheiden: ware wind, schijnbare wind en vaartwind. Ware wind is de wind die er daadwerkelijk waait bijv. uit het zuiden. Vaartwind is de tegenwind die ontstaat als we varen of fietsen. Hoe harder we varen of fietsen hoe harder de vaartwind wordt. Schijnbare wind dit is de wind die het vaantje aangeeft. Deze ontstaat door de ware wind en de vaartwind bij elkaar op te tellen.



Als we een naar een bovenwinds punt willen zeilen willen we meestal er daar zo snel mogelijk zijn. Het is dan belangrijk om met een windvlaag op te loeven. Hierdoor winnen we namelijk extra hoogte. Dit is ook belangrijk bij zeilwedstrijden! Maar wat gebeurt er nu precies tijdens een windvlaag. Tijdens een windvlaag neemt de ware wind toe hier door komt de schijnbare wind ruimer in het zeil en kan je een beetje oploeven. Dit is te zien op het plaatje. Bij positie 2 is er een windvlaag, de invalshoek van de schijnbare wind is ruimer (zie a). De boot loeft op en wanneer de windvlaag voorbij is valt de af tot de oude positie. Je ziet de boot heeft nu hoogte gewonnen (zie b).

Wanneer we geen hoogte willen winnen, omdat je anders tegen de kant op vaart of omdat we al op de goede hoogte zitten dan kunnen we de zeilen vieren. Zo voorkomen we dat de boot erg gaat hellen. Als we langzamer varen (zeilen killend) neemt de vaartwind af en trekt de schijnbare wind dus meer naar de ware wind. Hierdoor komt de wind dus ook iets ruimer in de zeilen en kunnen we dus ook iets oploeven of de zeilen nog verder killen.

