



Krachten

Hoe en waarom zeilt een zeilboot?

Bert Stals, 21 februari 2020

Programma

- Krachten en krachten combineren
- Waarom gaan we niet steeds harder (tegenkrachten aan het werk)
- Momenten (krachten en armen)
- Wat gebeurt er bij een zeil
- Wind, manoeuvres en krachten
- Krachten op het schip
- Het roer
- Stabiliteit

Waarom zeilt een zeilboot

- Omdat de wind afgebogen wordt door het zeil
- Dat resulteert in een kracht op de boot
- Probeer het zelf maar met een blaadje papier

Kracht: richting en grootte

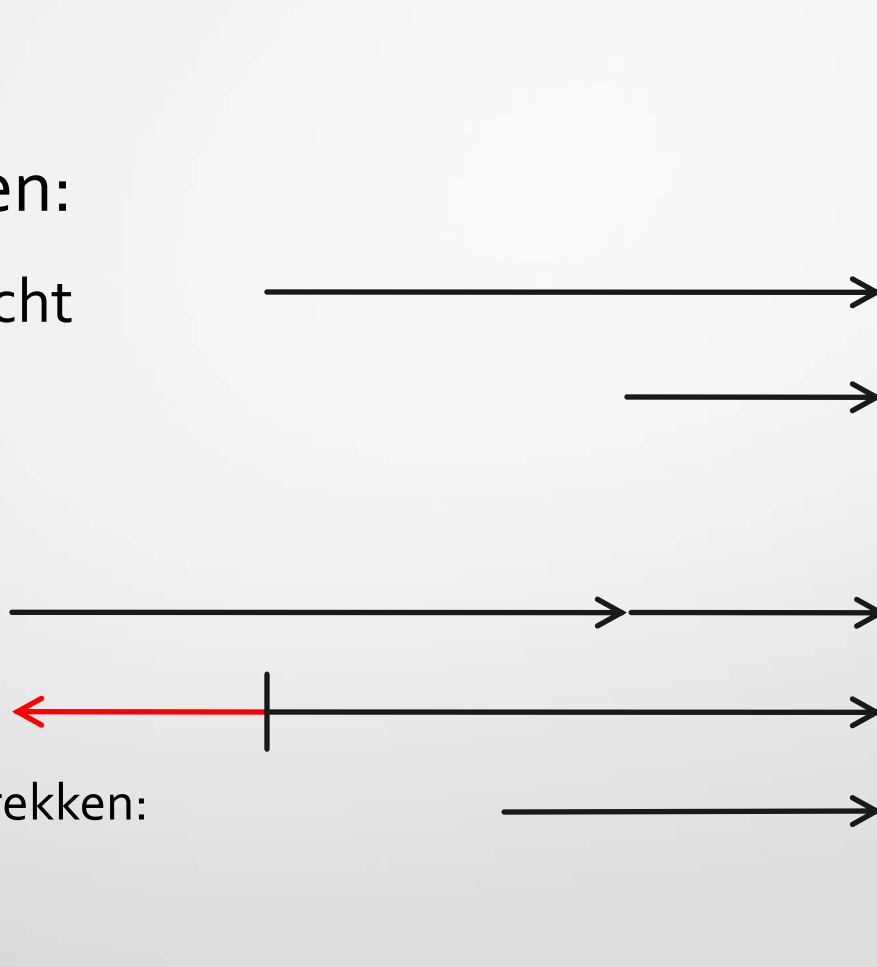
Afspraken:

- Dit is meer kracht
- Dan deze
- Je kunt ze:

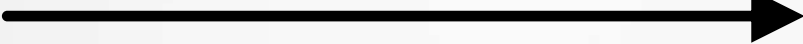


- Optellen

- Aftrekken

- Resultaat aftrekken:

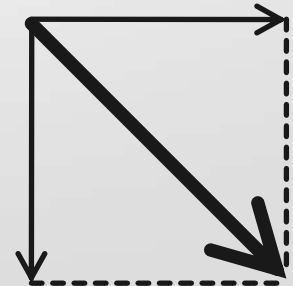


Krachten: oefening 1

- Kracht 1: 
- Kracht 2: 
- Kracht 3: 
- Opdracht:
 - Neem de krachten over
 - Wat is de samengestelde kracht, zowel grootte als richting
 - De oplossing mag ook in woorden

Kracht: richting en grootte(1)

- Kracht heeft een richting (wisten we) en een grootte
- Combineren:
 - Eerst simpel: twee even grote krachten die op hetzelfde punt "aangrijpen" met verschillende richting
 - Het resultaat zal wel naar rechtsonder gaan
- Maak het vierkant
- Teken het resultaat erin


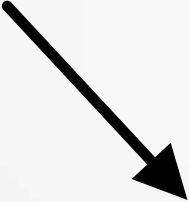


Kracht: richting en grootte(2)

- Krachten combineren:
 - Twee verschillende krachten (richting en grootte)
 - Het resultaat zal wel naar rechtsonder gaan
- Maak de rechthoek
- Teken het resultaat erin

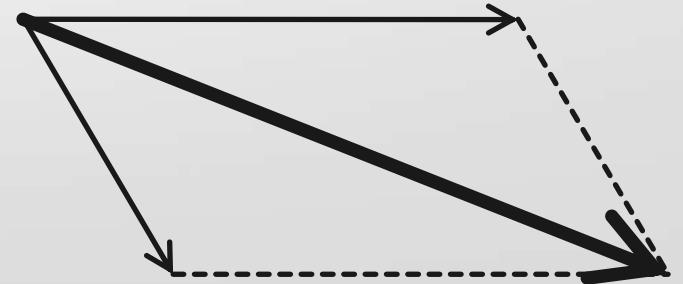


Kracht: oefening 2

- Kracht 1: 
- Kracht 2: 
- Opdracht:
 - Neem de krachten over; ga ervan uit dat ze in hetzelfde punt beginnen
 - Wat is de samengestelde kracht, zowel grootte als richting
 - De oplossing in tekening

Kracht: richting en grootte(3)

- Krachten combineren:
 - Twee verschillende krachten
 - Andere grootte, andere richting, geen rechte hoek
 - Dat zal wel naar rechtsonder gaan
- Maak het parallellogram
- Teken het resultaat erin



Kracht en arm: oefening 3



- Waarom gebruikt de fietsenmaker de lange sleutel voor het losmaken van het pedaal?

Kracht en arm

- Voorbeeld:



- Tweede situatie twee keer zo groot moment (kracht * arm) op de moer.

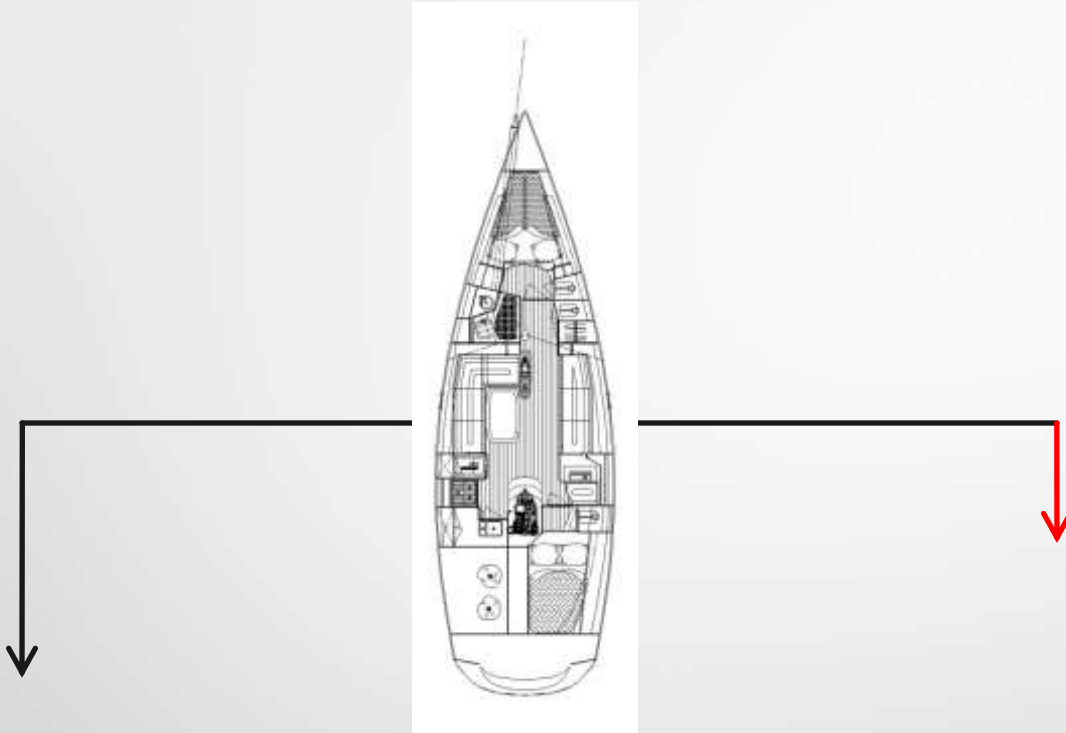
Koppel (1)

- Voorbeeld verschillende krachten die op hetzelfde punt werken
- = koppel (denk aan een wip)



- Resultaat:kant gaat omlaag

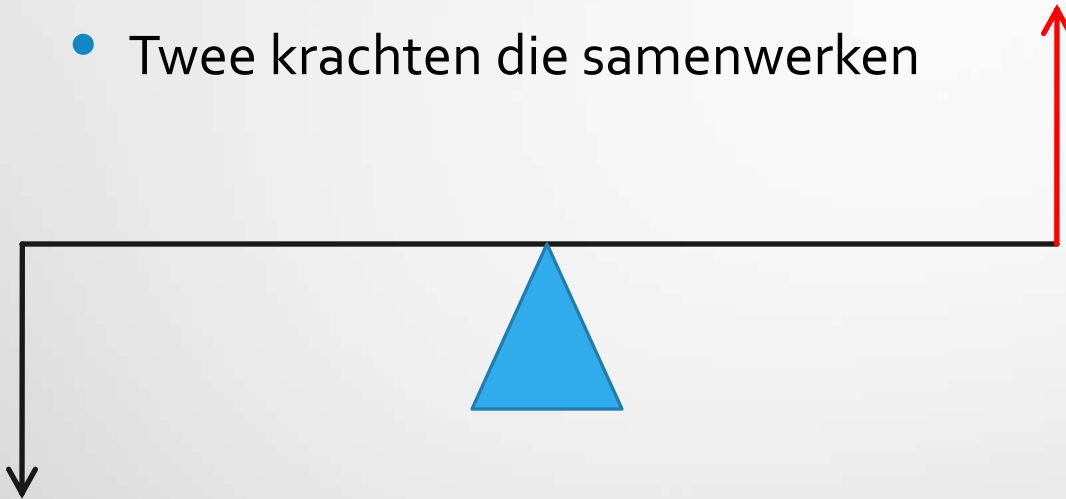
Koppel (2)



- Wat gebeurt er met de boot?

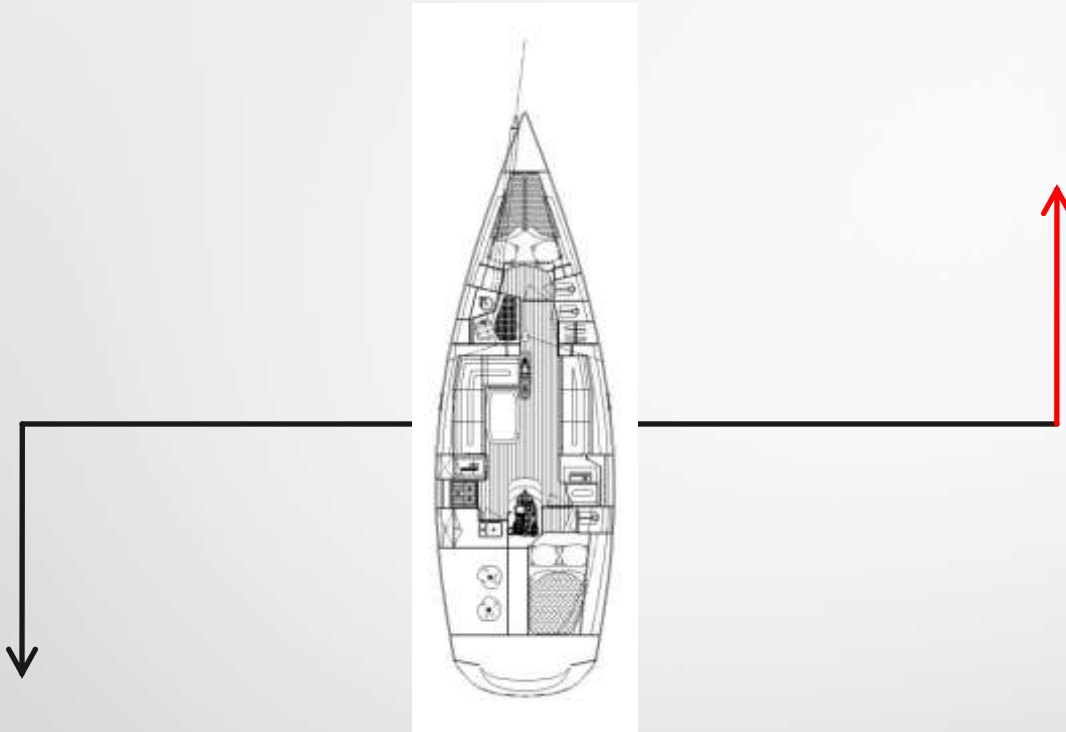
Koppel (3)

- Twee krachten die samenwerken



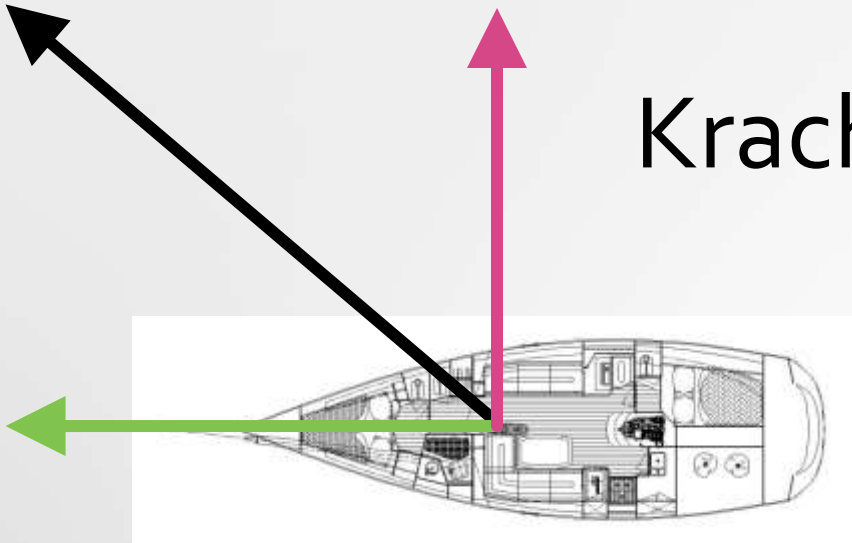
- Het resultaat is een twee keer zo groot "koppel" als bij een draaipunt met één arm

Koppel (4)



- Wat gebeurt er met de boot?
- Verschil met twee dia's terug?

Krachten ontbinden



- Waarom willen we krachten ontbinden?
- Op hoeveel manieren kunnen we deze kracht ontbinden?
- In welke krachten zijn we geïnteresseerd?
- De voorwaartse kracht en de dwarskracht

Het zeil

- Mast zeil en wind



- Twee effecten:
 - Drukopbouw aan "binnenkant"
 - Drukvermindering aan "buitenkant"
 - Die twee effecten werken samen!

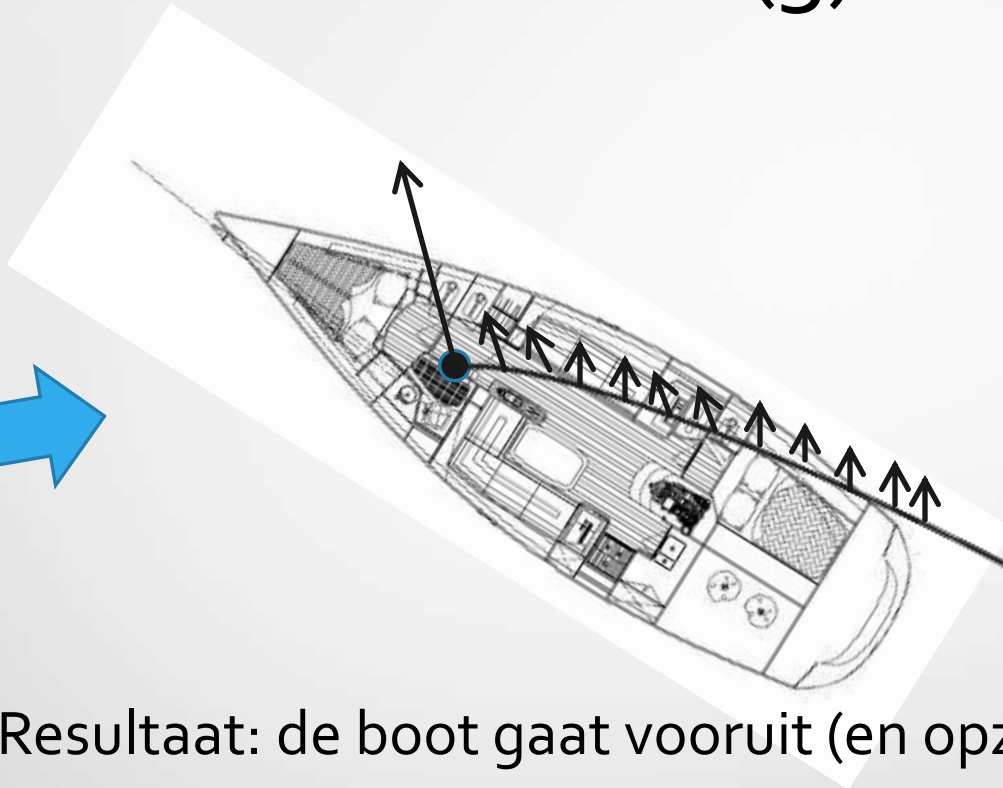
Het zeil (2)

- Mast zeil en wind

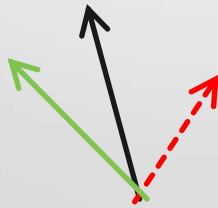


- Op alle punten van het zeil kleine krachten (die nog ontbonden moeten)
- Die maken samen één grote kracht
- Hoe gladder het zeil hoe beter
- Stand tov wind belangrijk

Het zeil (3)

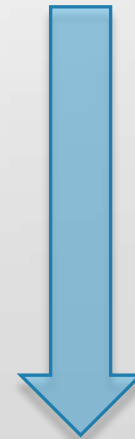
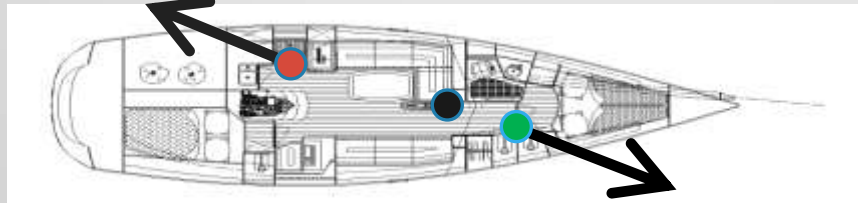


- Resultaat: de boot gaat vooruit (en opzij)



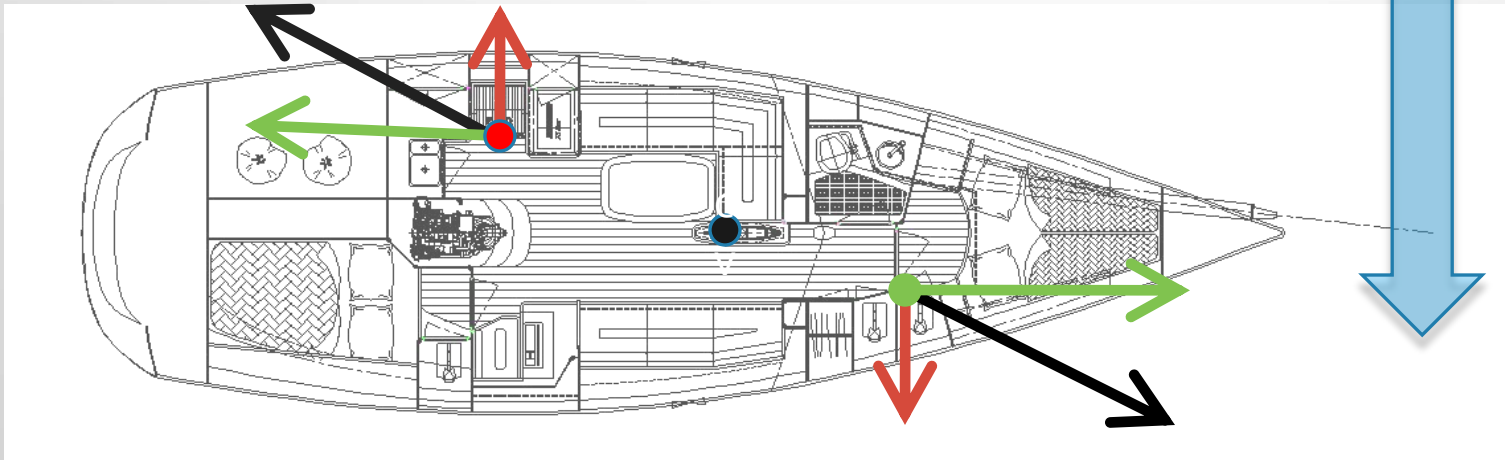
Het schip (1)

- Zeilpunt: punt waar de kracht vanuit de zeilen aangrijpt
- Lateraalpunt: punt waar de kracht (=weerstand) onder water aangrijpt
- Draaipunt: krachten uit zeilpunt en lateraalpunt komen hier samen
- Alles overdreven getekend!!



Het schip (2)

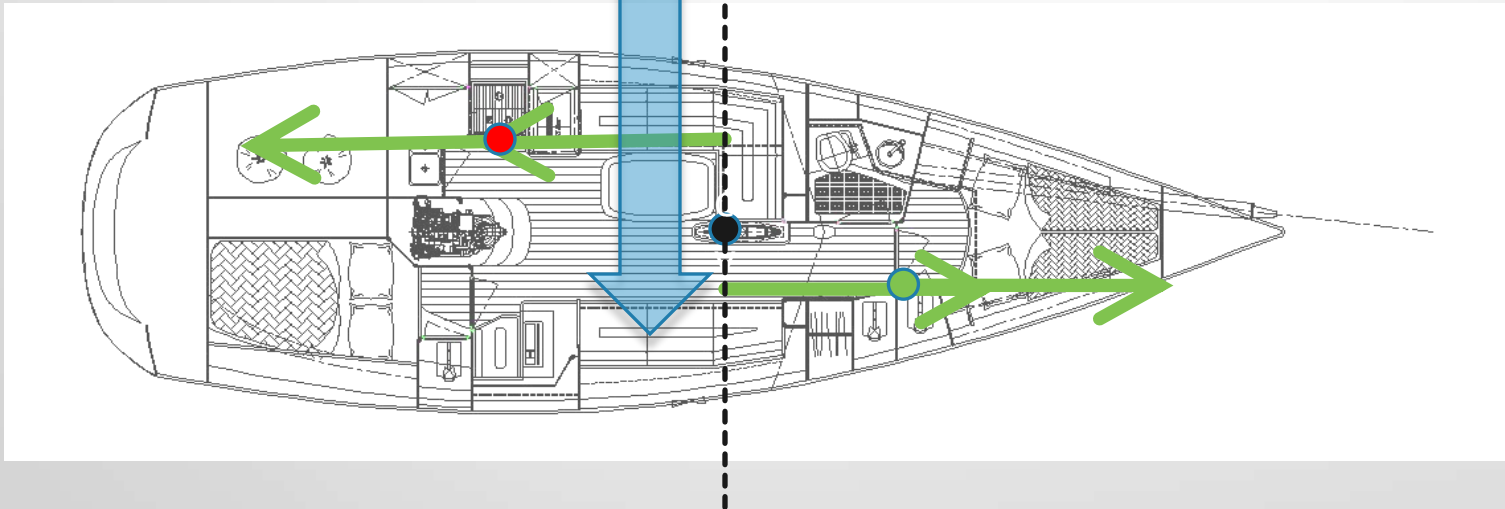
- Uitgangspunt: we varen op constante snelheid en koers (= krachten in evenwicht)



- We ontbinden de krachten
- En dan gaan we krachten in dezelfde richting samenstellen (volgende slide)

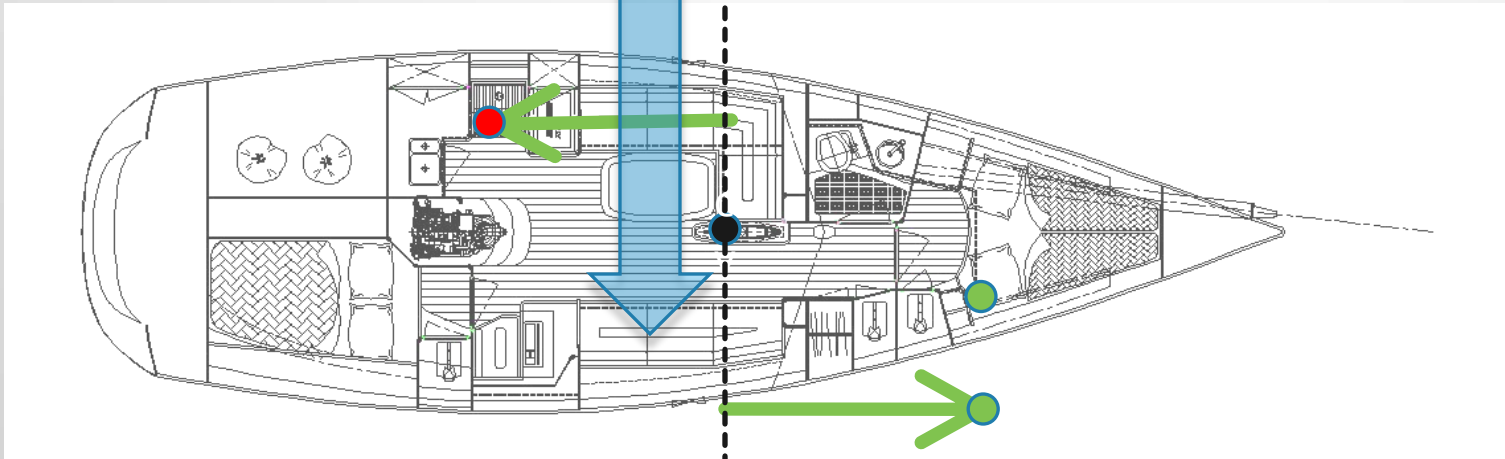
Krachten op het schip (1)

- Voorwaarts en achterwaarts:
 - Combineren in het draaipunt:



Krachten op het schip (2)

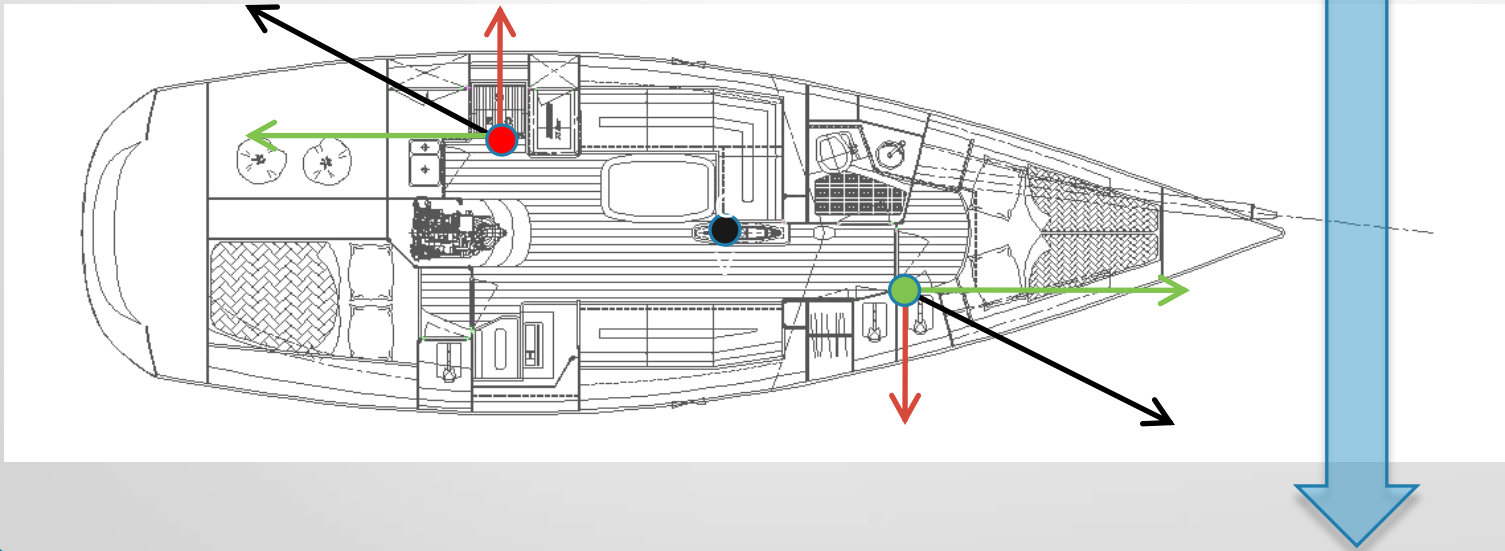
- Voorwaarts en achterwaarts:
 - Vergroot/verklein de arm (waarom eigenlijk)
 - Ik wil oploeven/afvallen



- We verplaatsen het zeilpunt naar buiten
 - Hoe dan??

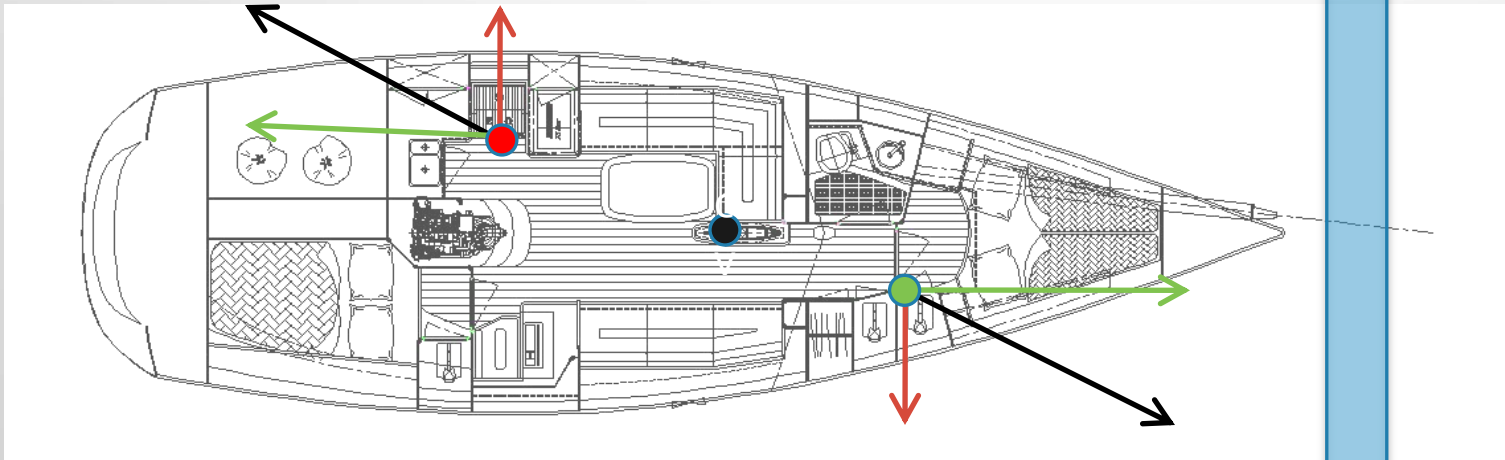
Het schip (even resumeren)

- Uitgangspunt: we varen op constante snelheid en koers (= krachten in evenwicht)



Het schip: oefening 4

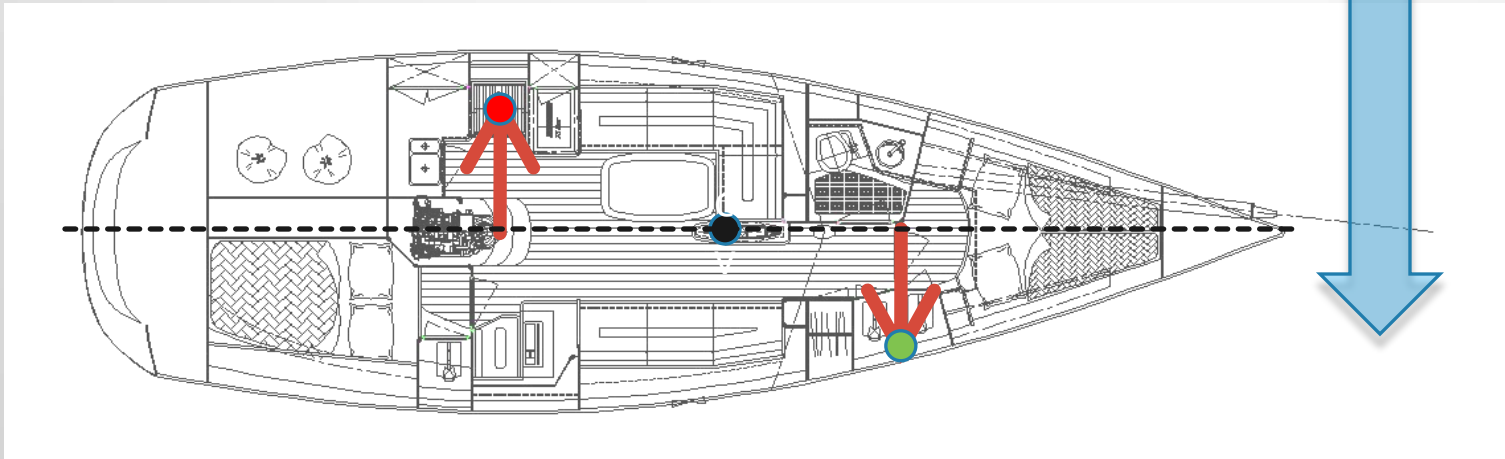
- Uitgangspunt: we varen op constante snelheid en koers (= krachten in evenwicht)



- Doe met de rode krachten "hetzelfde" als we net deden met de groene krachten.

Krachten op het schip (3)

- Zijwaarts en dwars



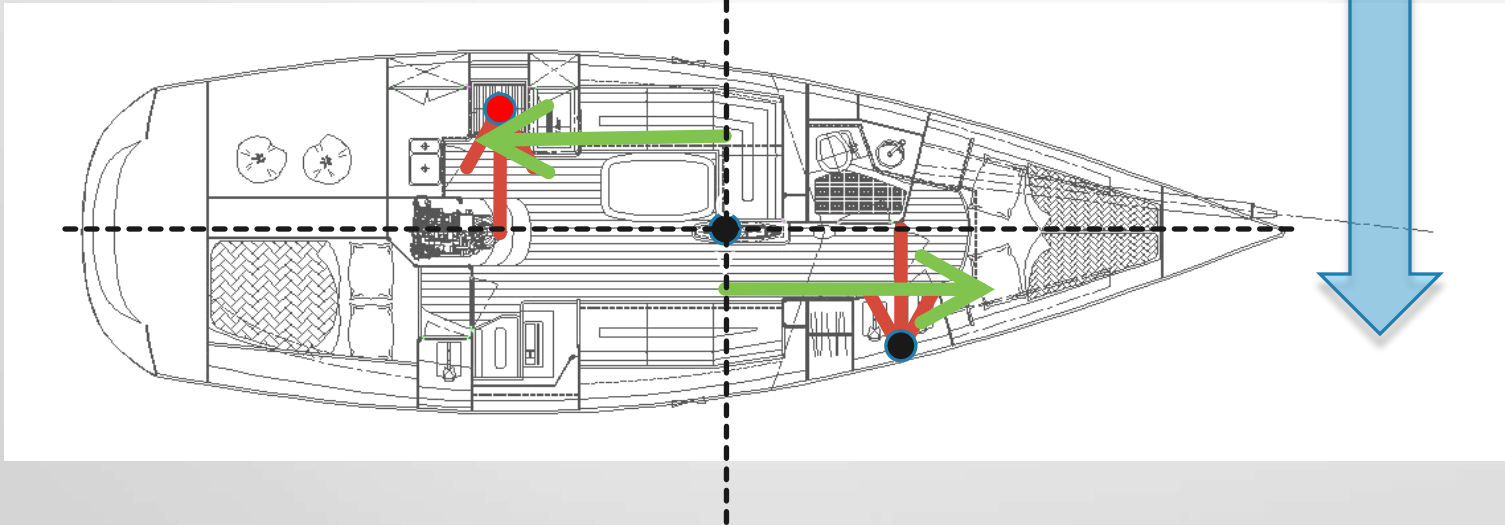
- Hoe loef je op?
- Hoe val je af?

Controle

- Je vaart rechtuit met een constante snelheid
- Hoe kan er evenwicht zijn? De groene krachten zijn veel groter dan de rode
- Wat betekent dit voor de voorwaartse kracht?
- Wat betekent dit voor de oploevende en afvallende koppels?
- Nu gaat iemand van loef naar lij zitten. Wat gebeurt er dan?

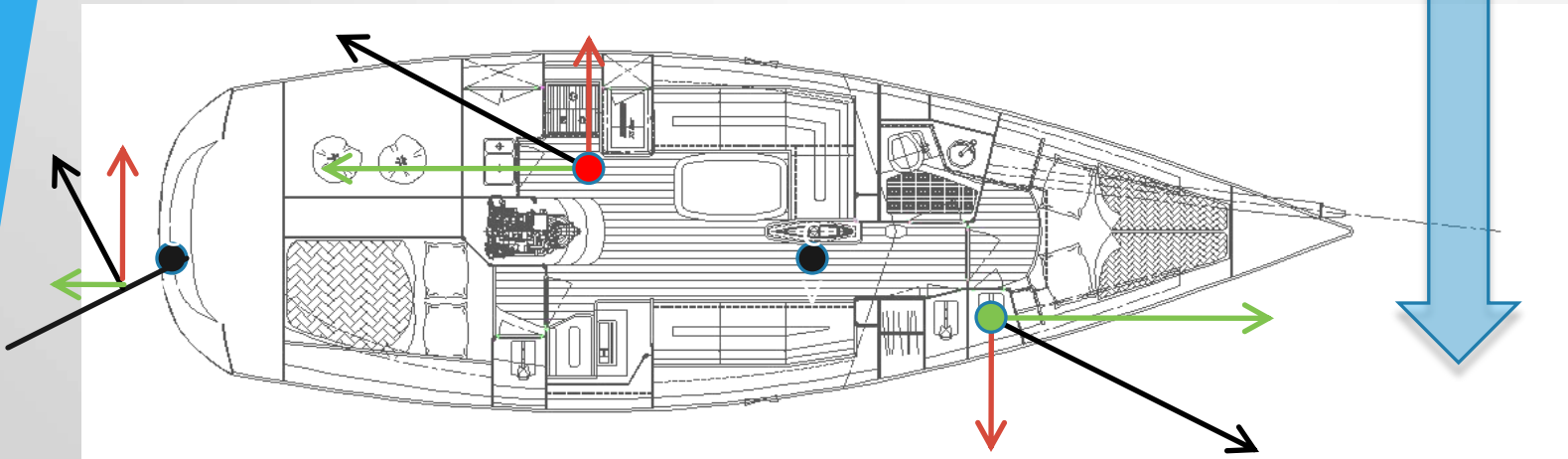
Krachten op het schip (combi)

- Zijwaarts en dwars (rood)
- Voorwaarts en achterwaarts (groen)



Het roer (sturen)

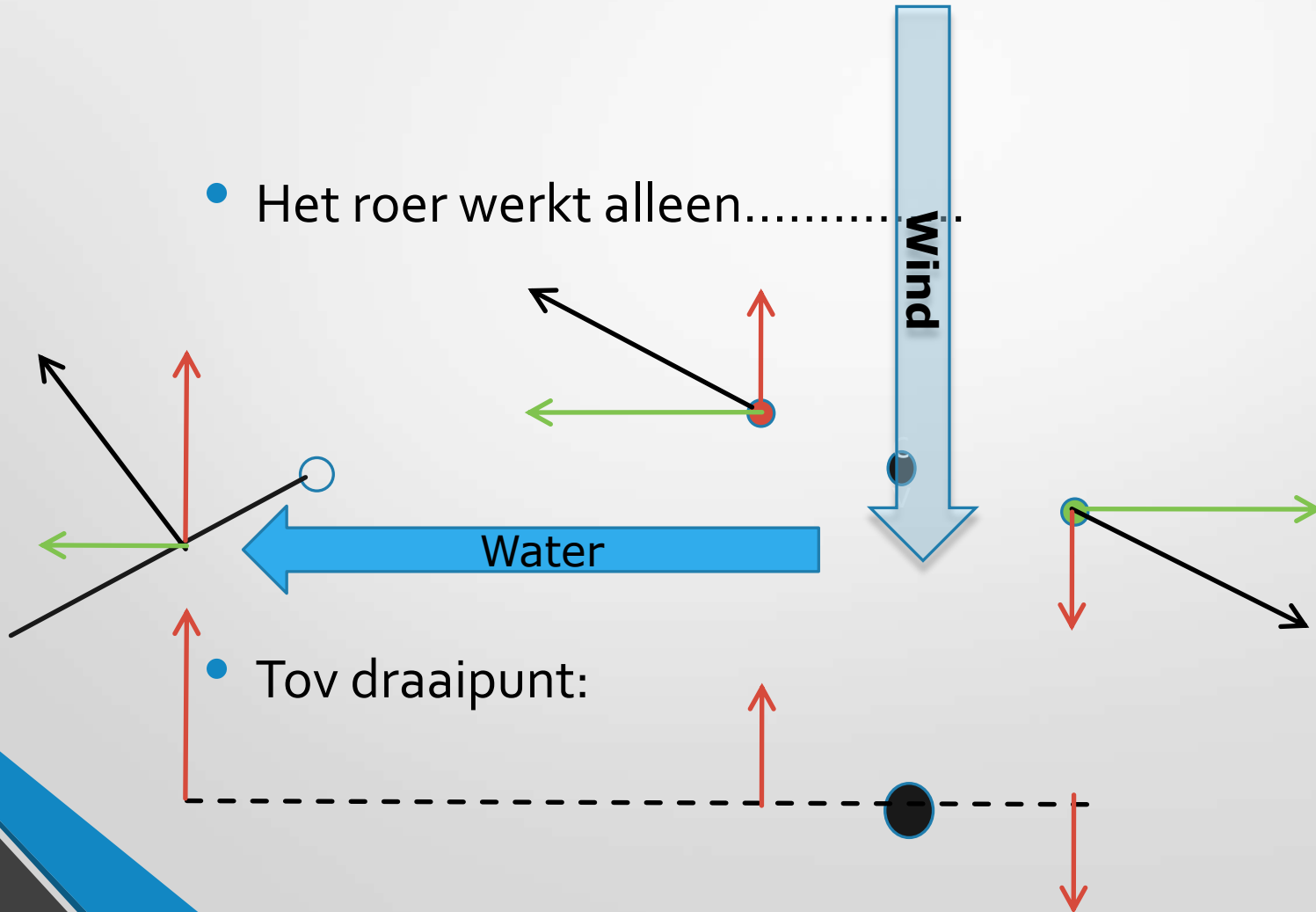
- Ook het roer ontbinden in twee krachten



- Het is beter niet te “roeren” maar vooral te “zeilen”

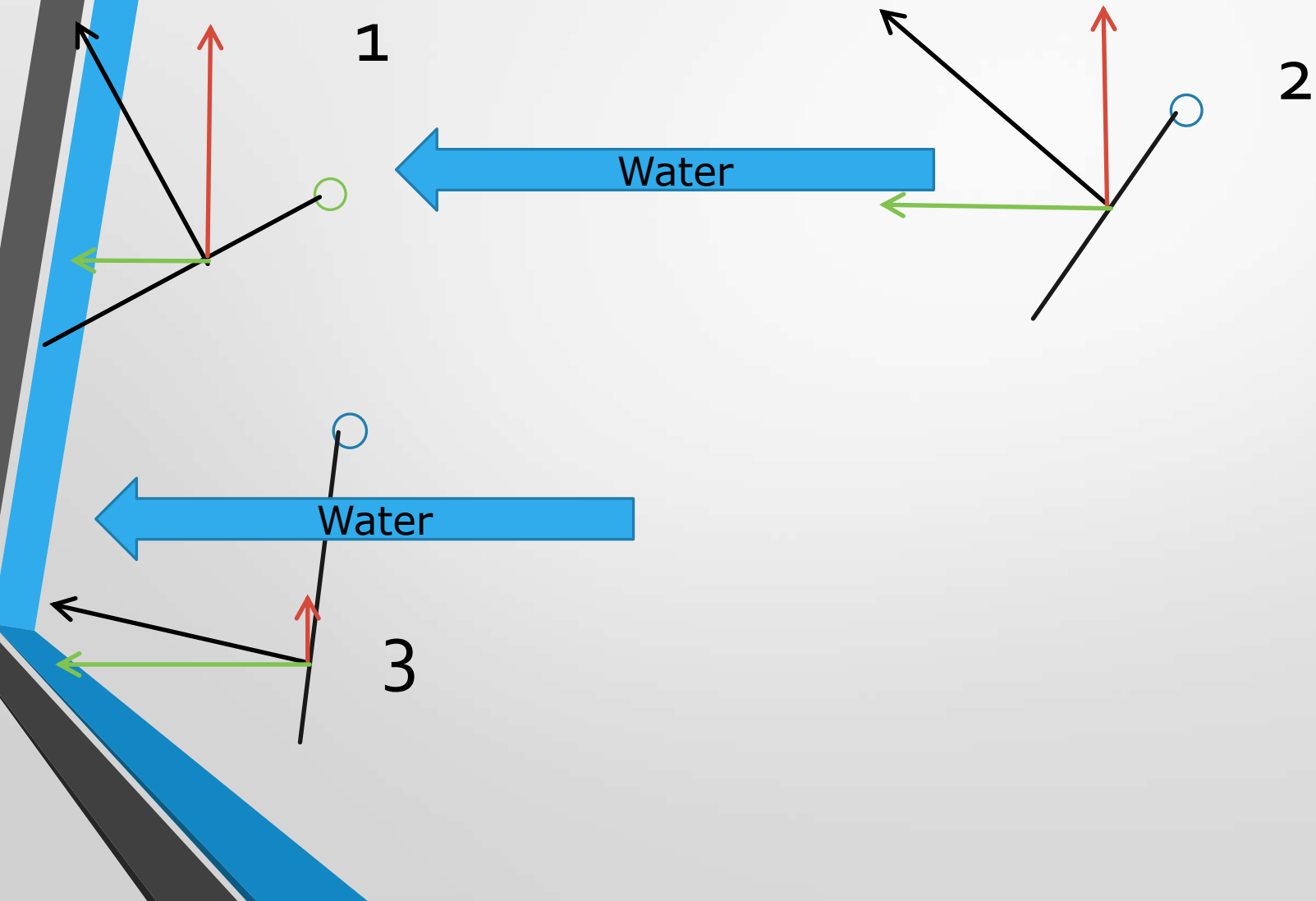
Het roer

- Het roer werkt alleen.....



- Tov draaipunt:

Sturen of remmen?



Wind

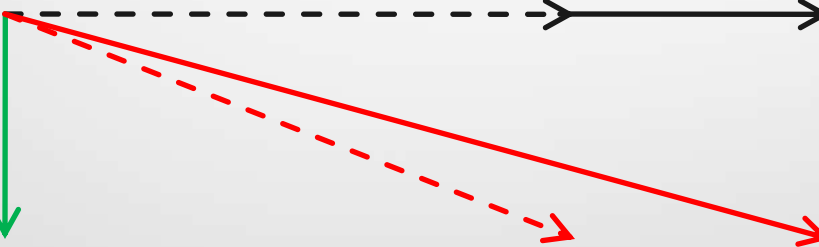
- Wind zorgt ervoor dat we zeilen
- Doordat we de wind afbuigen!!!!
- Optimaal gebruik van de wind = combinatie van veel factoren
 - Stand van de zeilen (grootzeil en fok)
 - Formaat van de zeilen (bij teveel wind reven; waarom?)
- Veranderende wind gebruiken: oploeven in een vlaag

Wind (2)

- Oploeven in een vlaag:
 - Werkelijke wind: de richting waaruit de wind waait (ww)
 - Tegenwind: de wind tgv het feit dat we zeilen (tw)
 - Schijnbare wind: de combinatie (sw)

Wind: oefening

- WW: 
- tw:
- SW:
- Nú waait het even harder: welke kracht wordt groter?

- WW: 
- tw:
- SW:

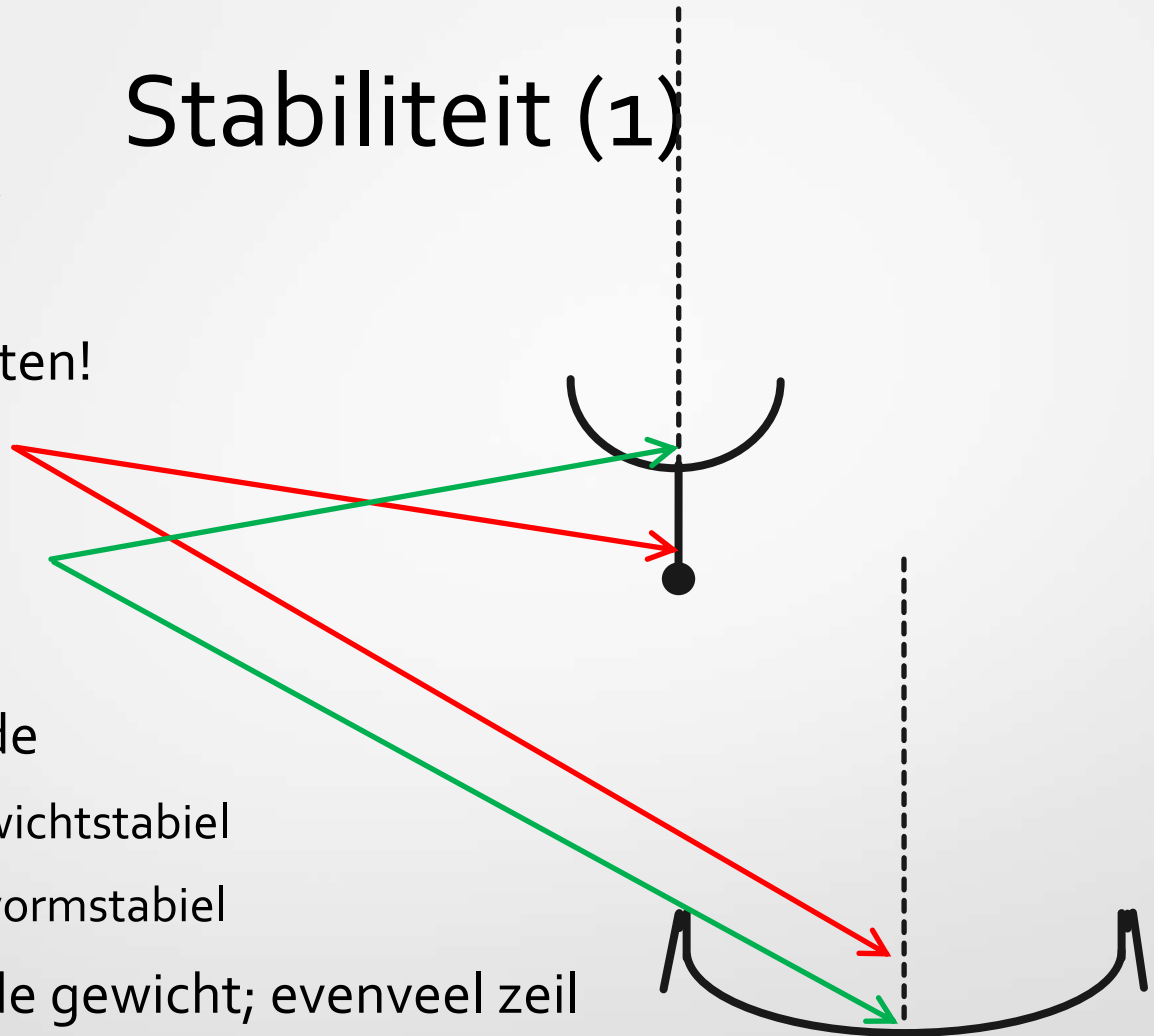
- Het lijkt nu alsof de wind “minder van voren” en “meer van opzij” komt. Je kunt dus oploeven

Combineren in manoeuvres

- Hoe kun je oploeven
 - 1
 - 2
 - 3
- Hoe kun je afvallen
 - 1
 - 2
 - 3

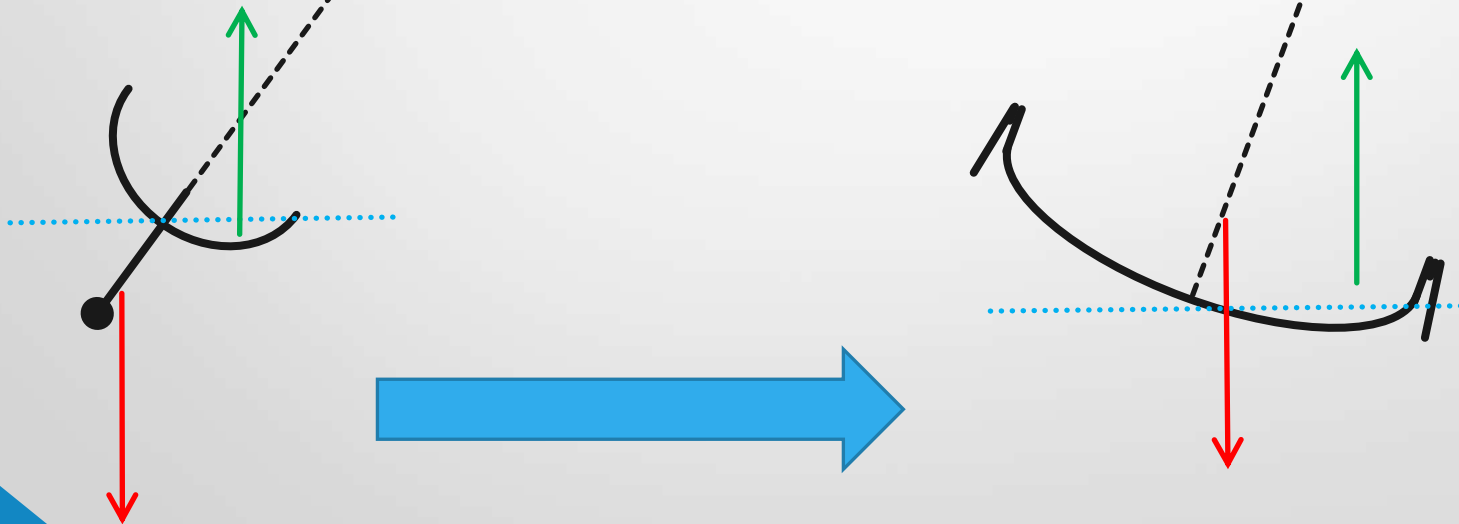
Stabiliteit (1)

- Ook hier: krachten!
- Zwaartepunt
- Drukkingspunt
- Dwarsdoorsnede
 - Kielboot: gewichtstabiel
 - Platbodem: vormstabiel
- Aannname: zelfde gewicht; evenveel zeil
- Nou nog wind!



Stabiliteit (2)

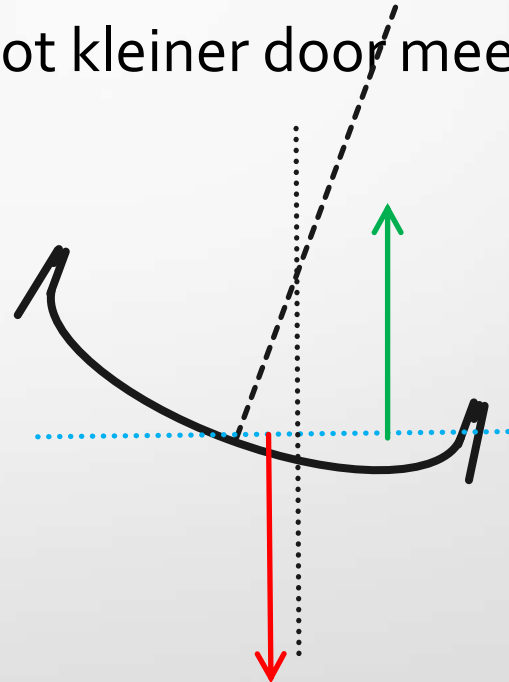
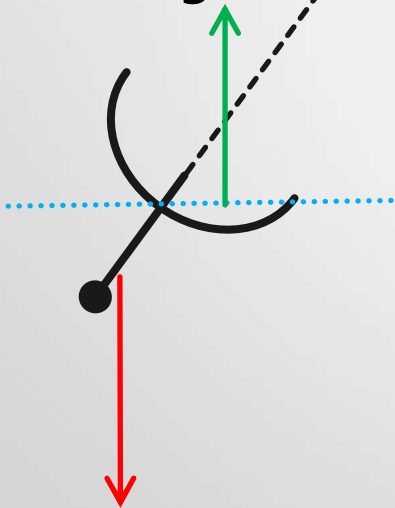
- Het oprichtende koppel (kracht * arm) bij beide boten even groot
- Bij een vormstabiele boot verplaatst de groene pijl zich snel naar buiten



- Minder snel bij kielboot → die gaat schuiner

Stabiliteit (3)

- Combineren krachten in een koppel
- Effectief zeiloppervlak bij kielboot kleiner door meer helling



Vragen

