

# Mt501 Hydromechanica 1

College 8

Pepijn de Jong

12-03-2010

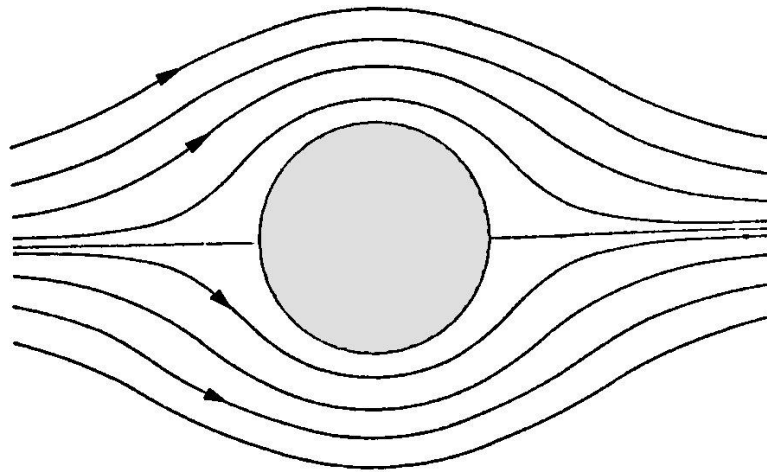


# Hoofdstuk 8 Voortstuwing

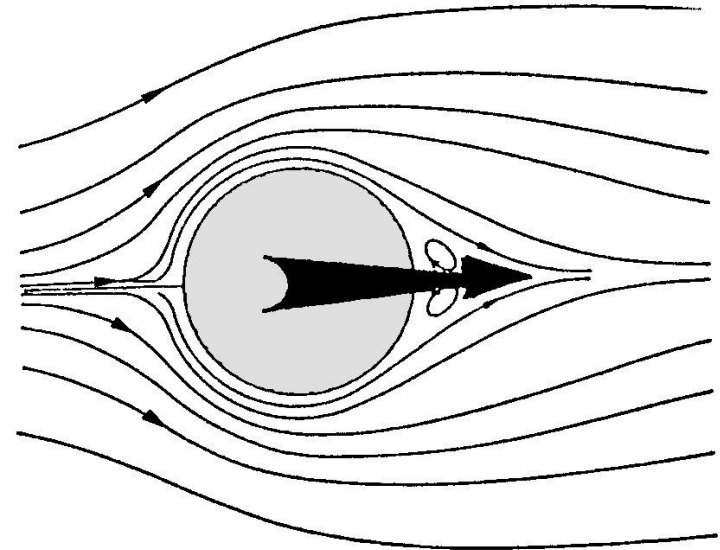
## Mt501 Hydromechanica 1

# Lichaam in uniforme stroming

## Ideale vloeistof



wrijvingsloos

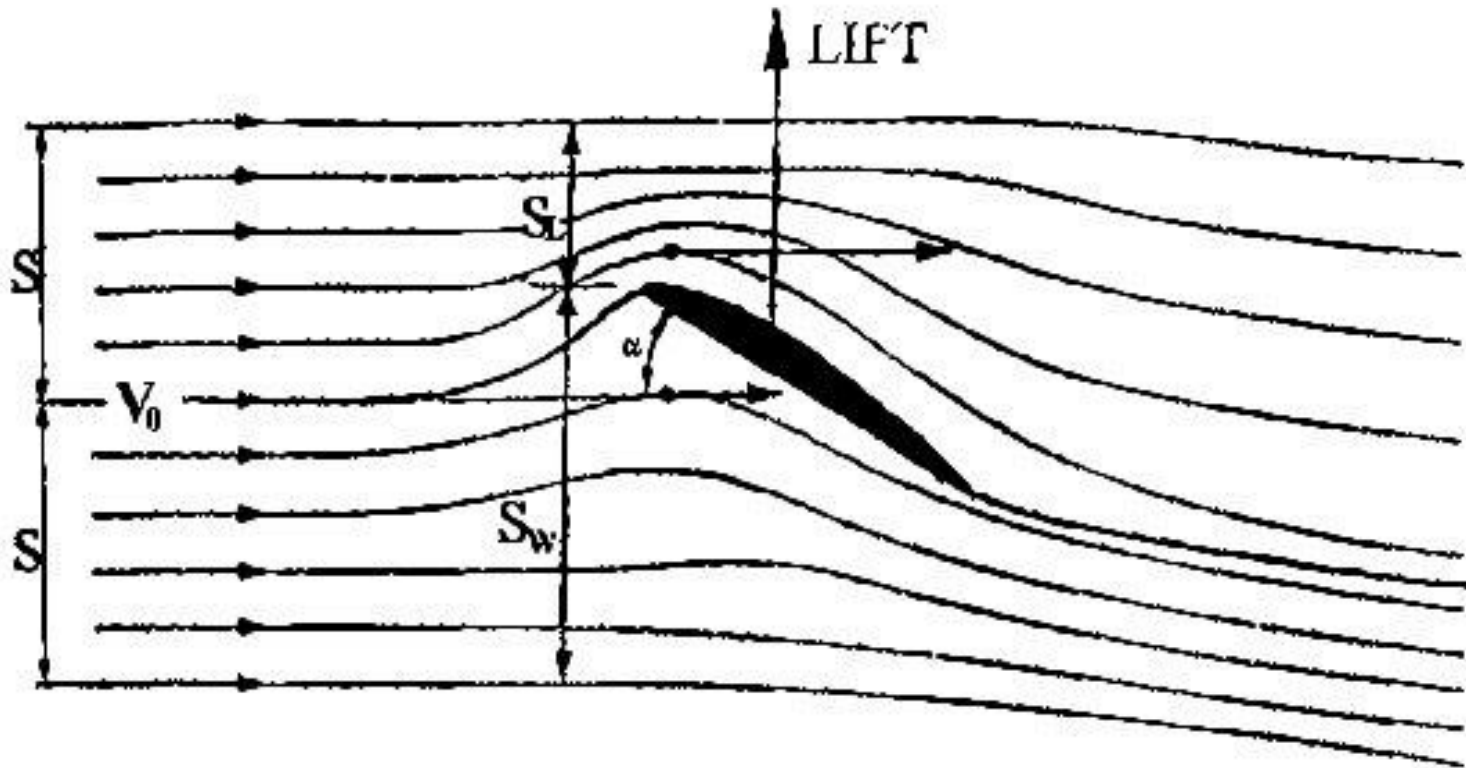


met wrijving

- In ideale vloeistof geen kracht in de richting van stroming
- Echter: wel kracht te vinden loodrecht op stroming: lift
  - Onder bepaalde voorwaarden

# Lichaam in uniforme stroming

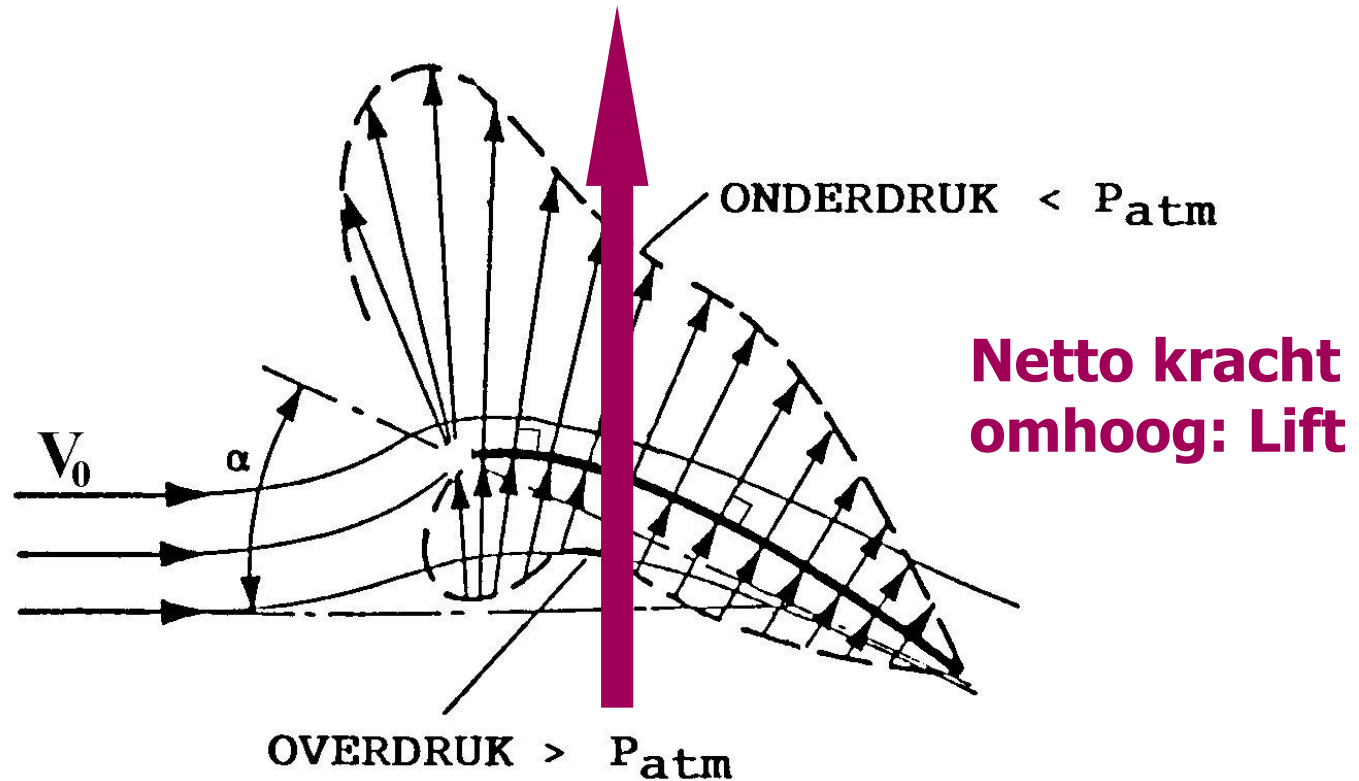
## Ideale vloeistof en asymmetrie





# Lichaam in uniforme stroming

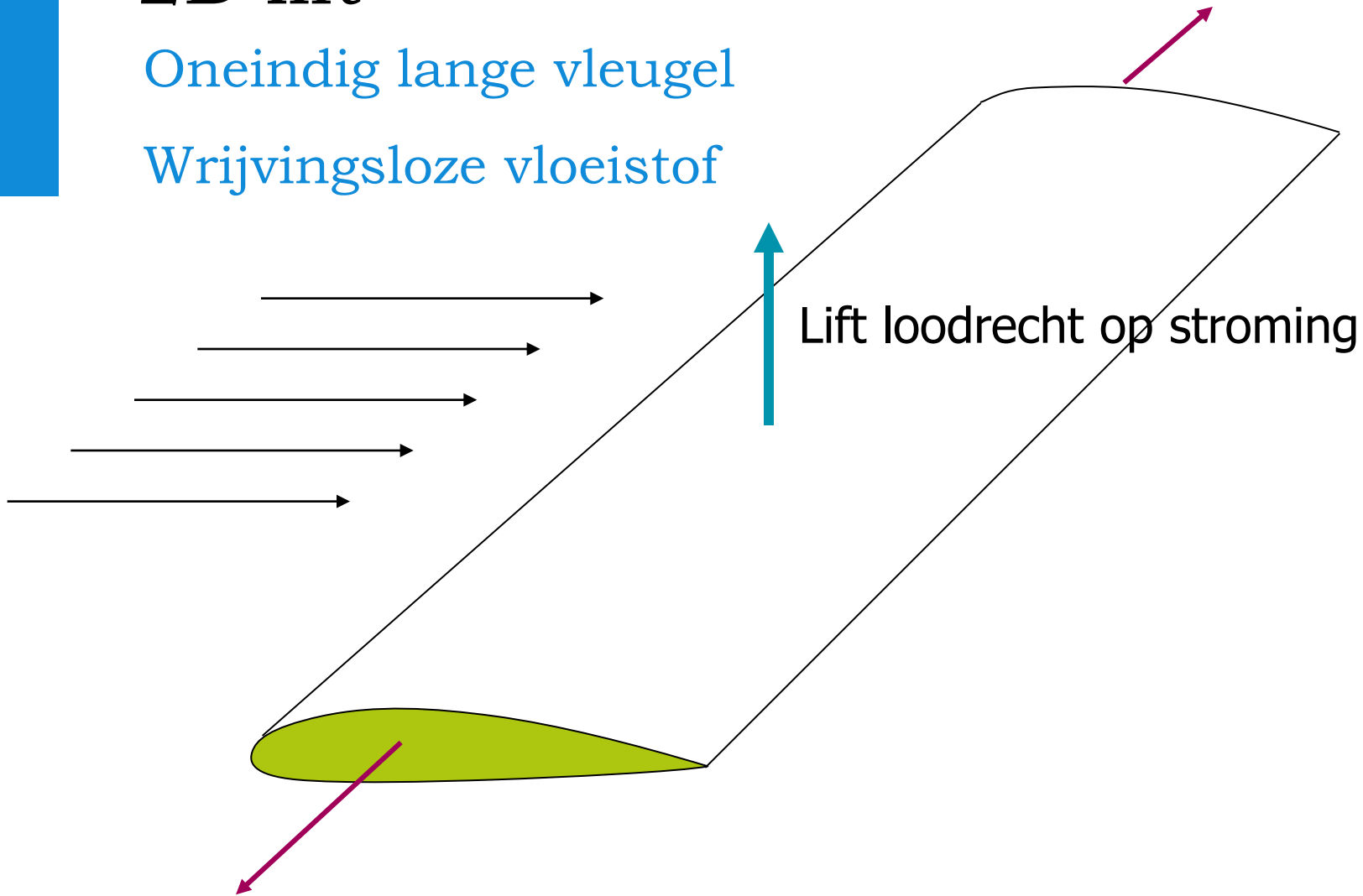
## Drukverloop



# 2D lift

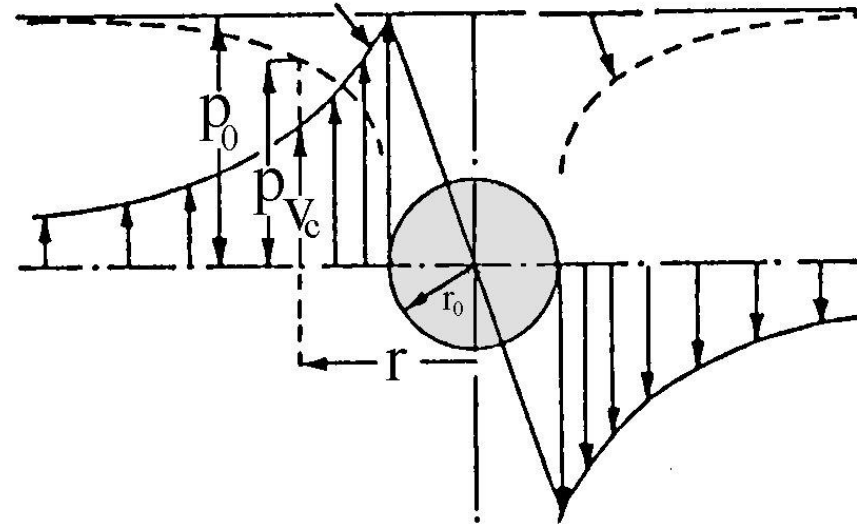
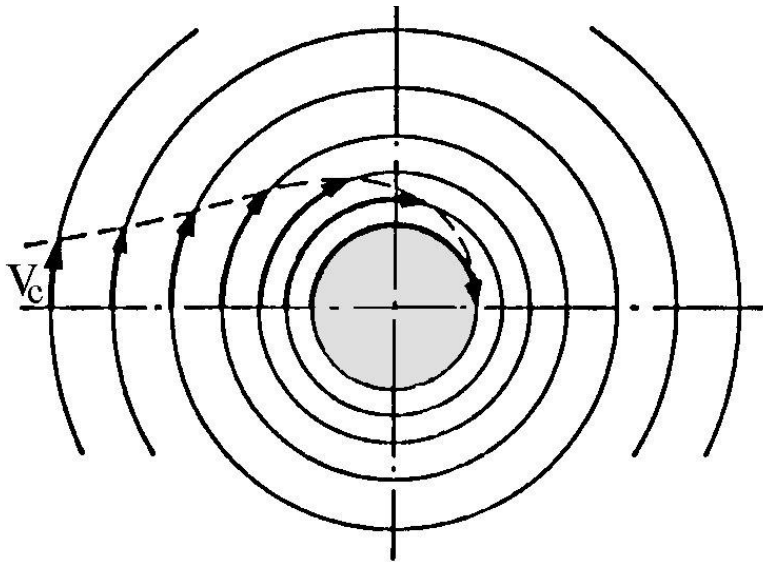
Oneindig lange vleugel

Wrijvingsloze vloeistof



# Alternatieve beschouwing

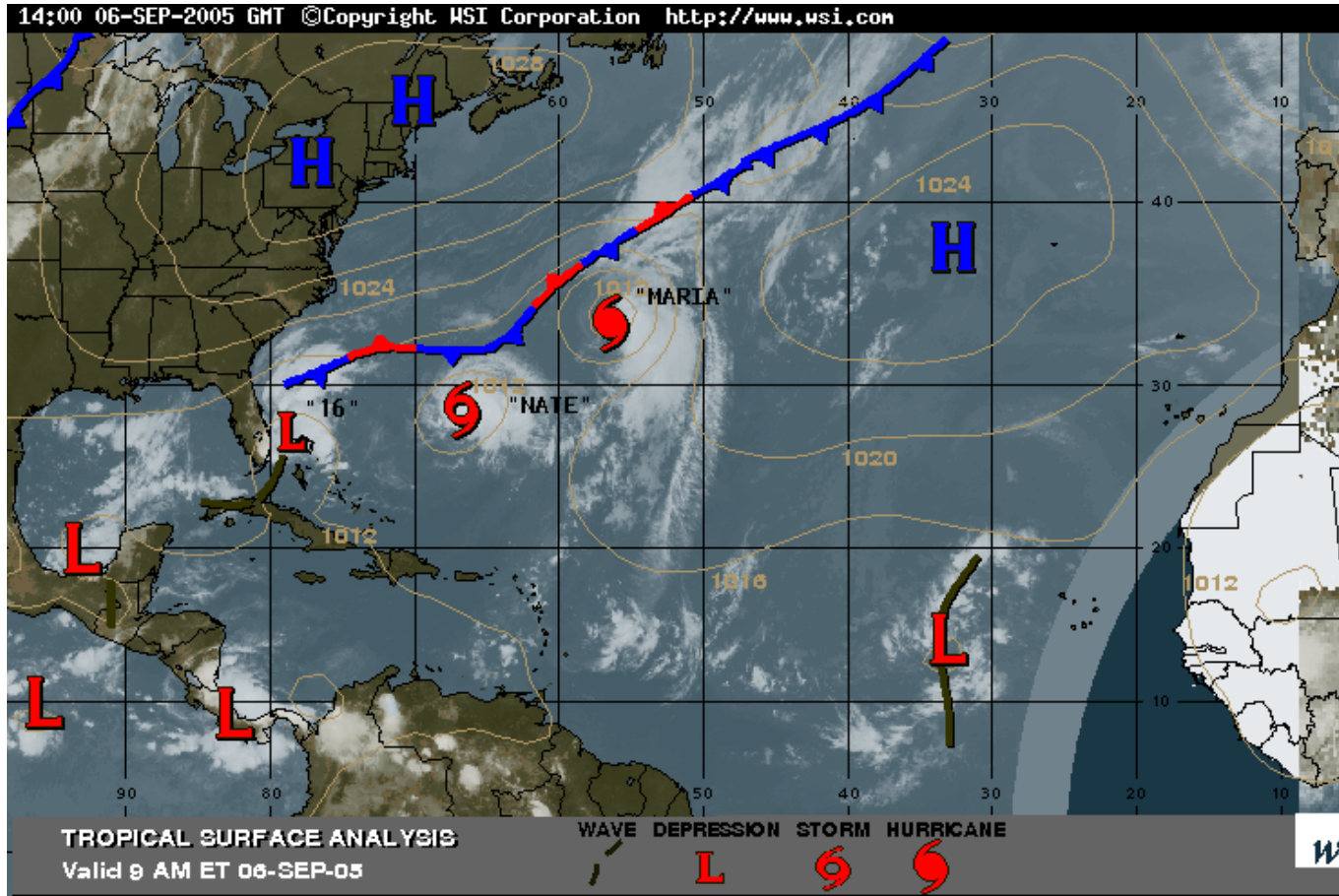
## Circulerende stroming + uniforme stroming



$$V_c = \frac{\textit{constante}}{r}$$

# Circulerende stroming

## Praktijk

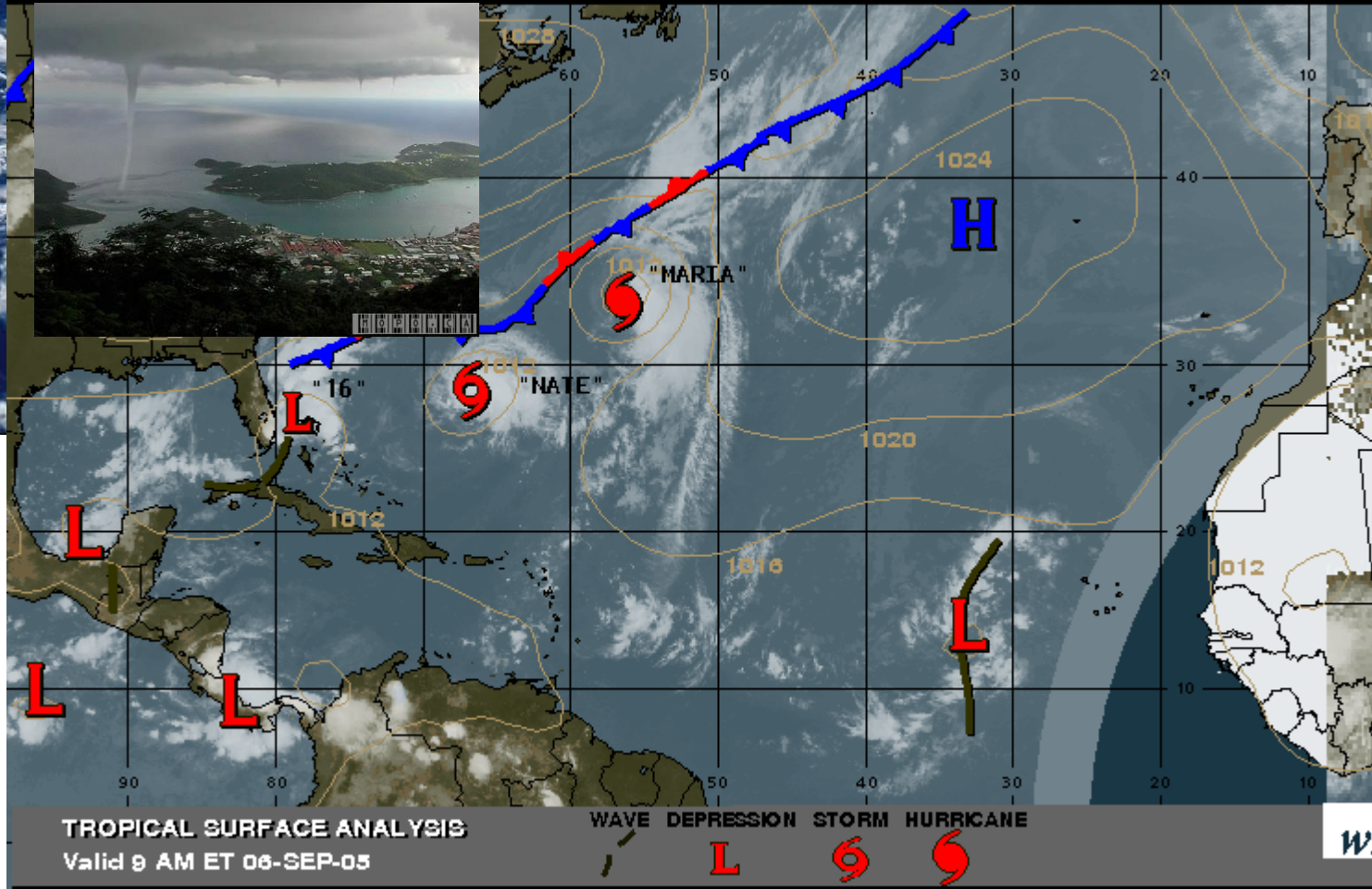




# Circulerende stroming

## Praktijk

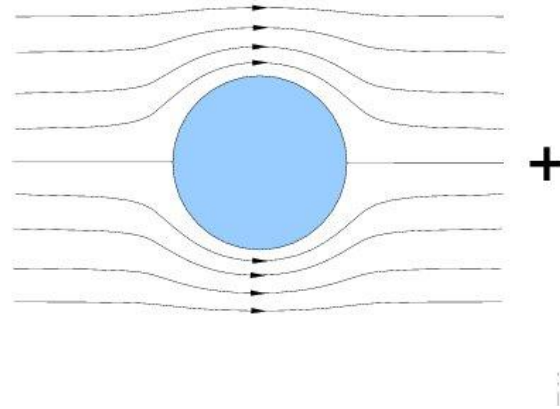




# Alternatieve beschouwing

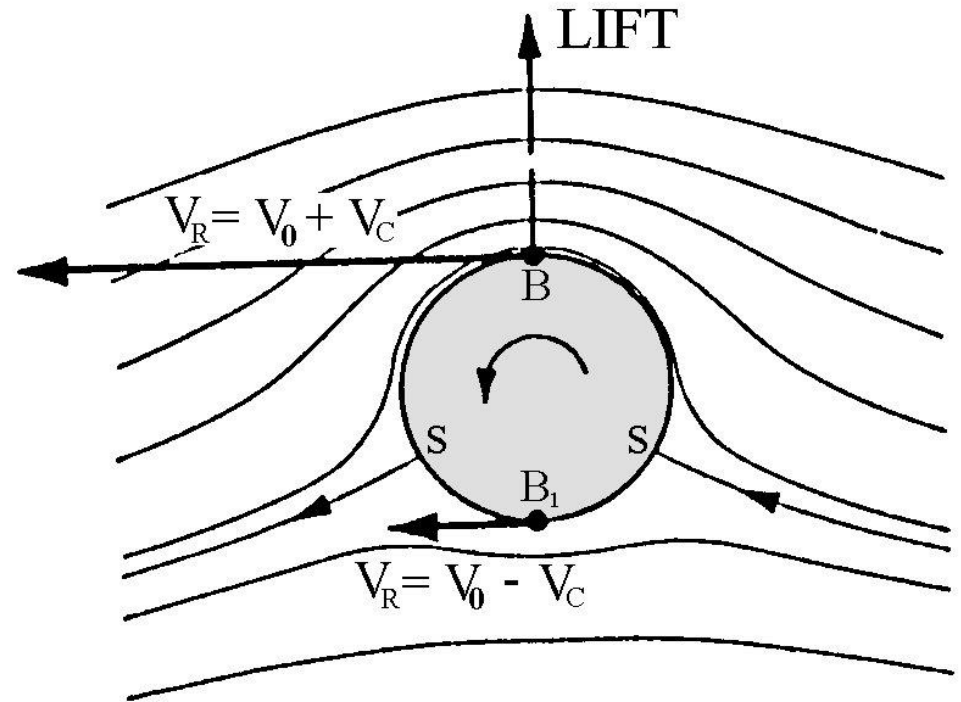
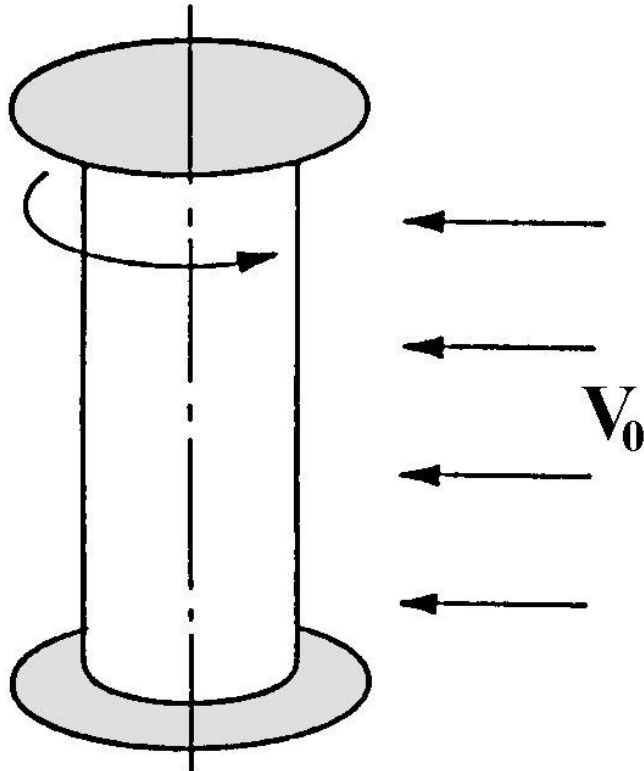
## Uniforme + circulerende stroming

Cylinder in uniforme stroming



# Alternatieve beschouwing

## Uniforme + circulerende stroming

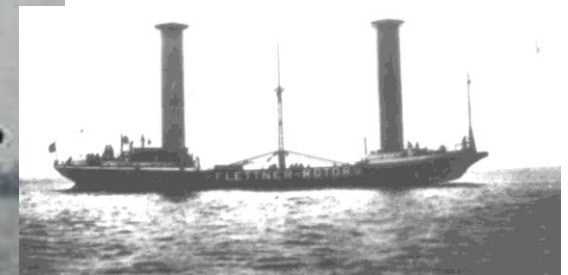
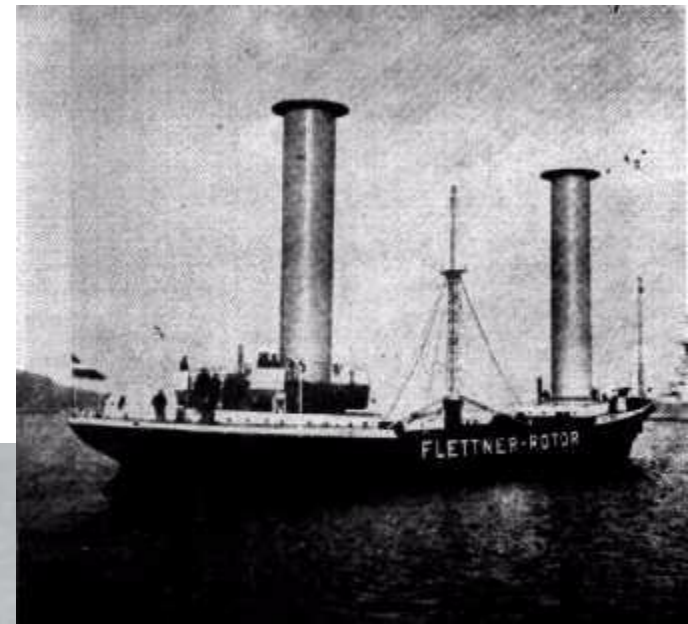
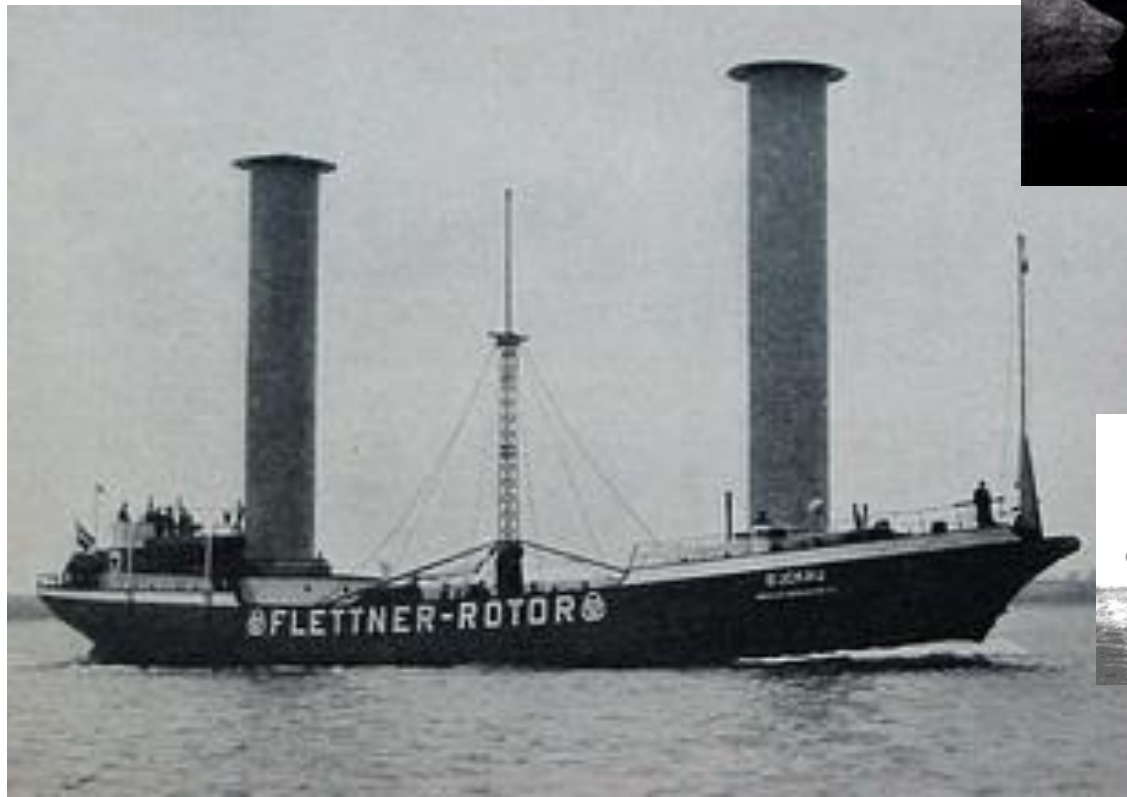


Magnus effect



# Magnus effect

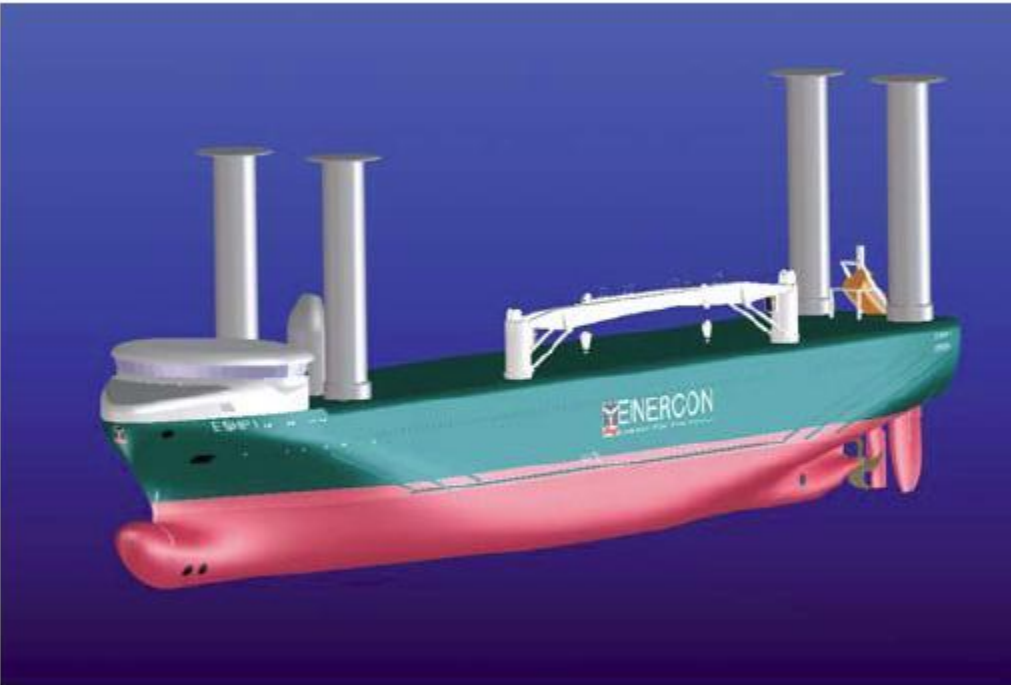
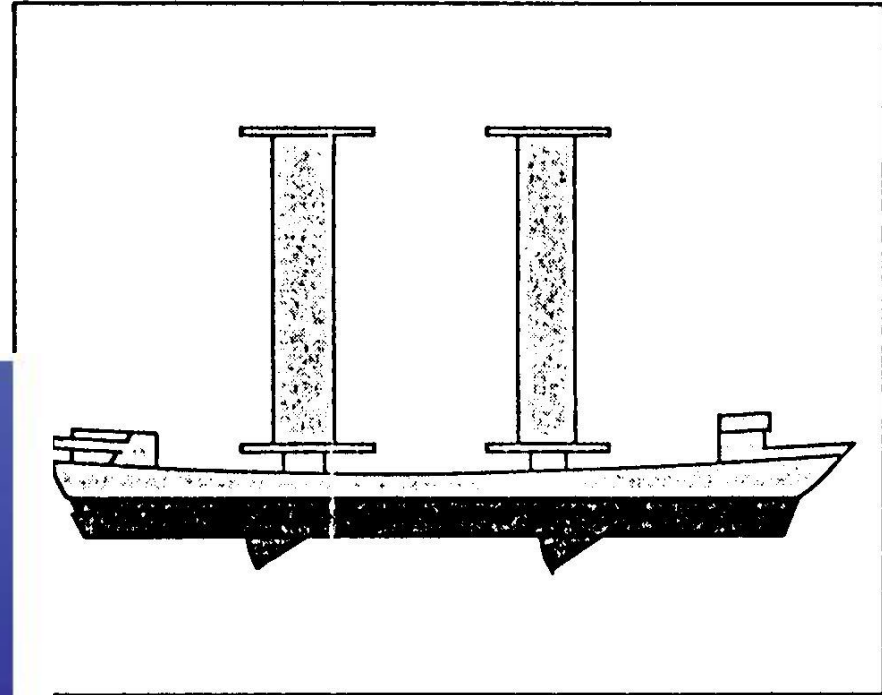
## Flettner schip





# Magnus effect

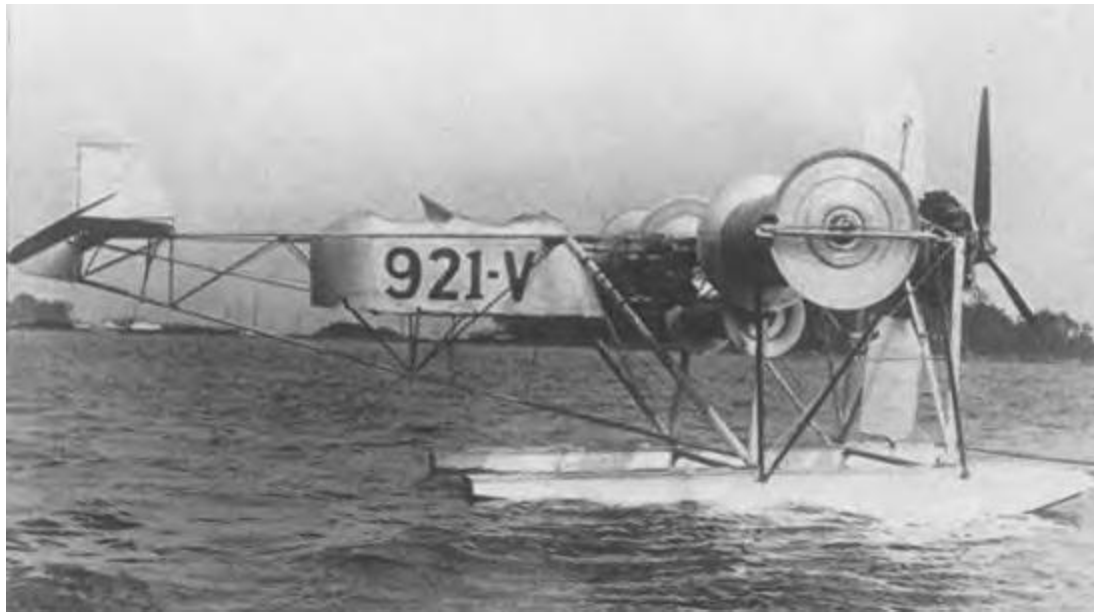
## Flettner schip



Artist's view of the "E-Ship 1".

# Magnus effect

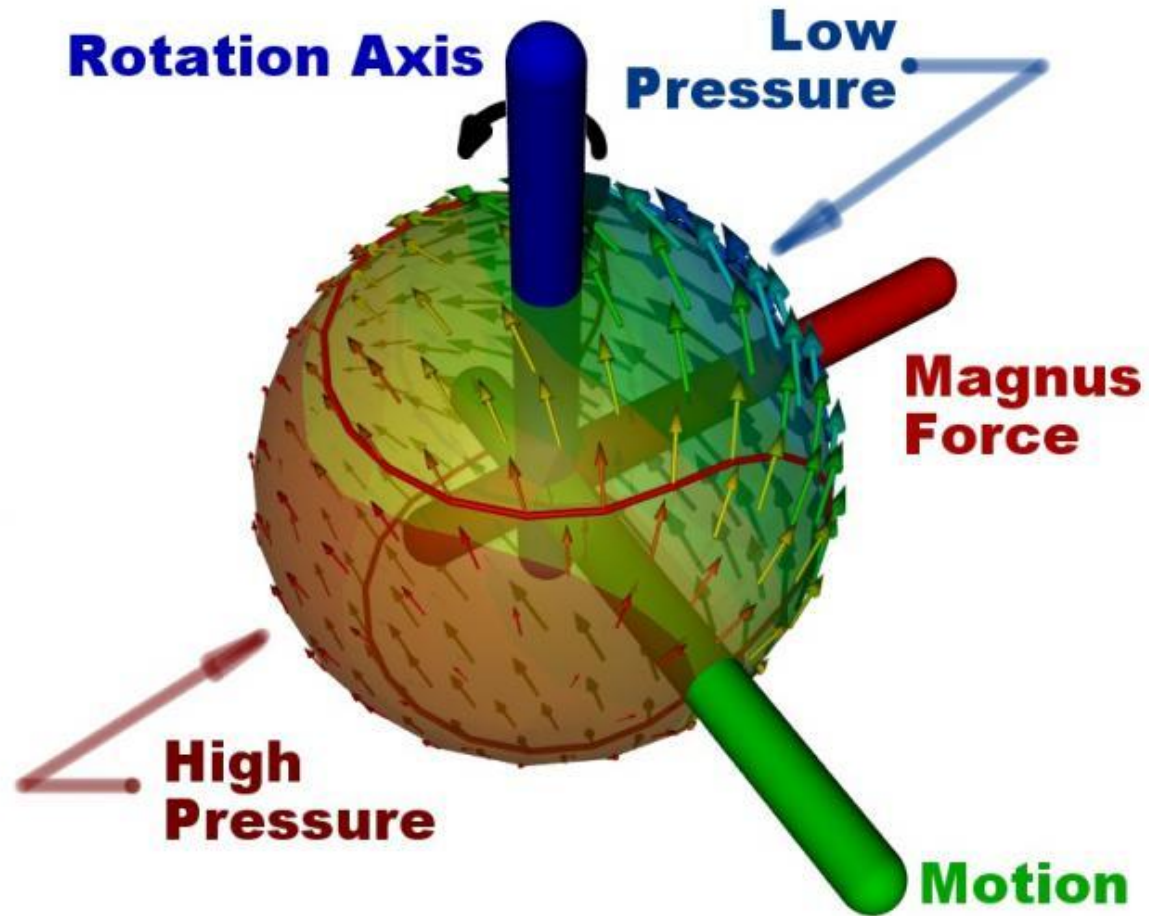
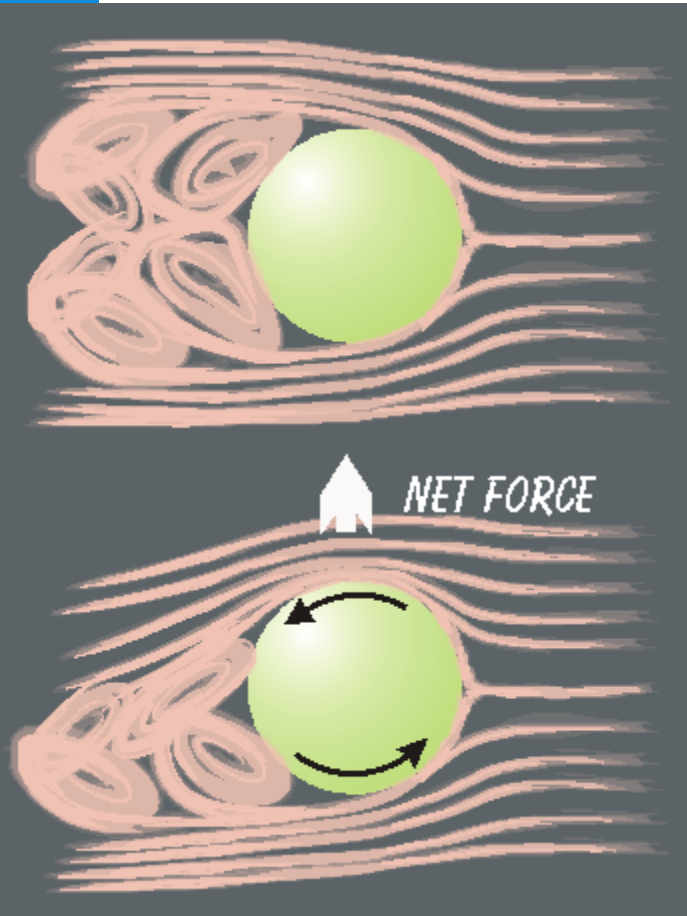
## Flettner vliegtuig



(Nooit serieus  
gevlogen)

# Magnus effect

## Sport



# Rekenen aan lift

## Lift coëfficiënt

- Sterkte circulatie:

$$\Gamma = V_C 2\pi r_0$$

- Lift per eenheid lengte:

$$L/b = \rho V_0 \Gamma$$

- Samen:

$$L/b = \rho V_0 (V_C 2\pi r_0)$$

- Dus het is logisch om:

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}$$

# Het ontstaan van lift

## Rol van viscositeit

- Theorema van Kelvin: circulatie constant
- Mechanisme nodig
- Hierbij speelt viscositeit een grote rol
  - Bij Flettner roter: Magnus effect
  - Bij vleugel startwervel



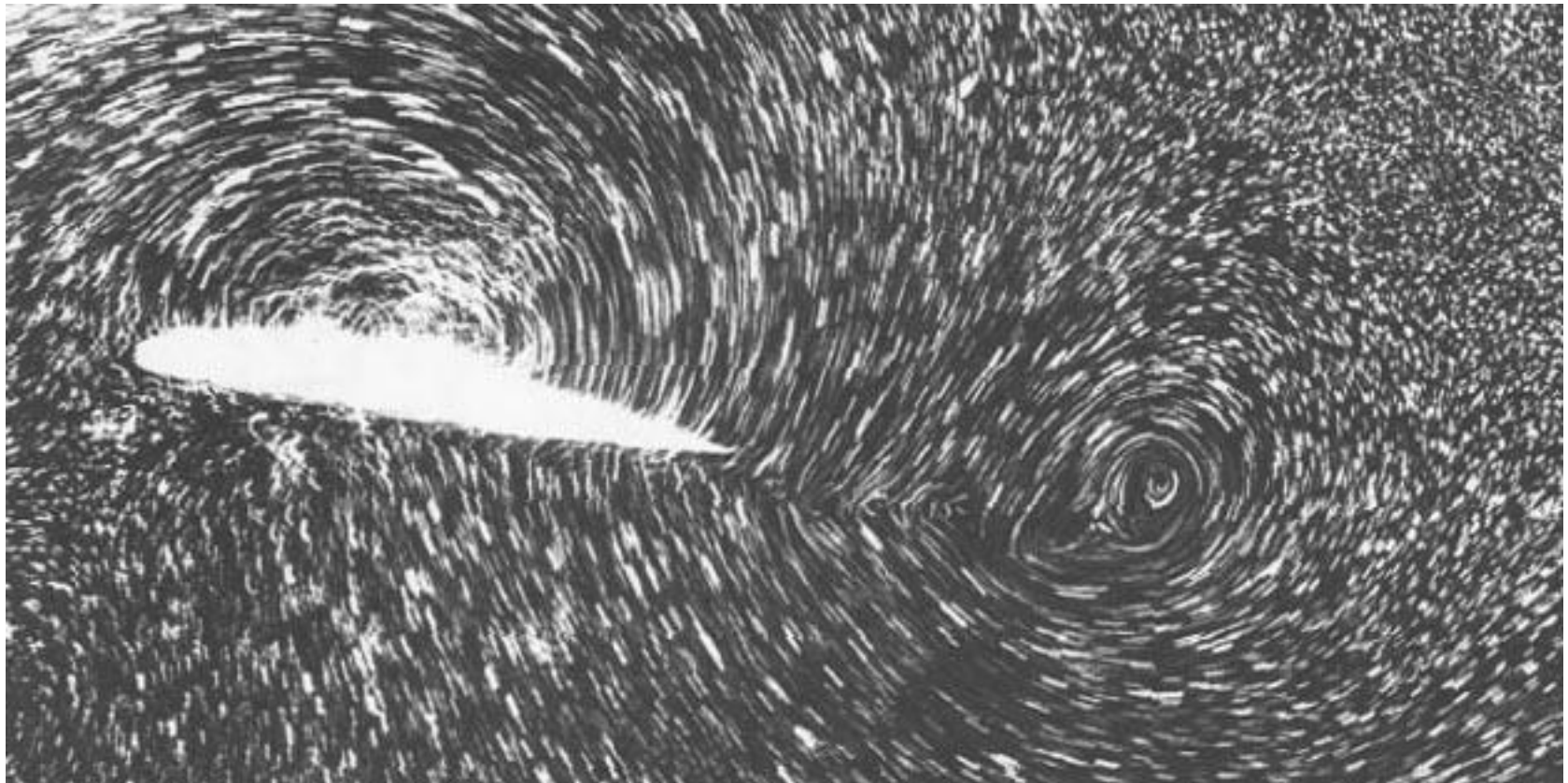
# Het ontstaan van lift

## Rol van viscositeit



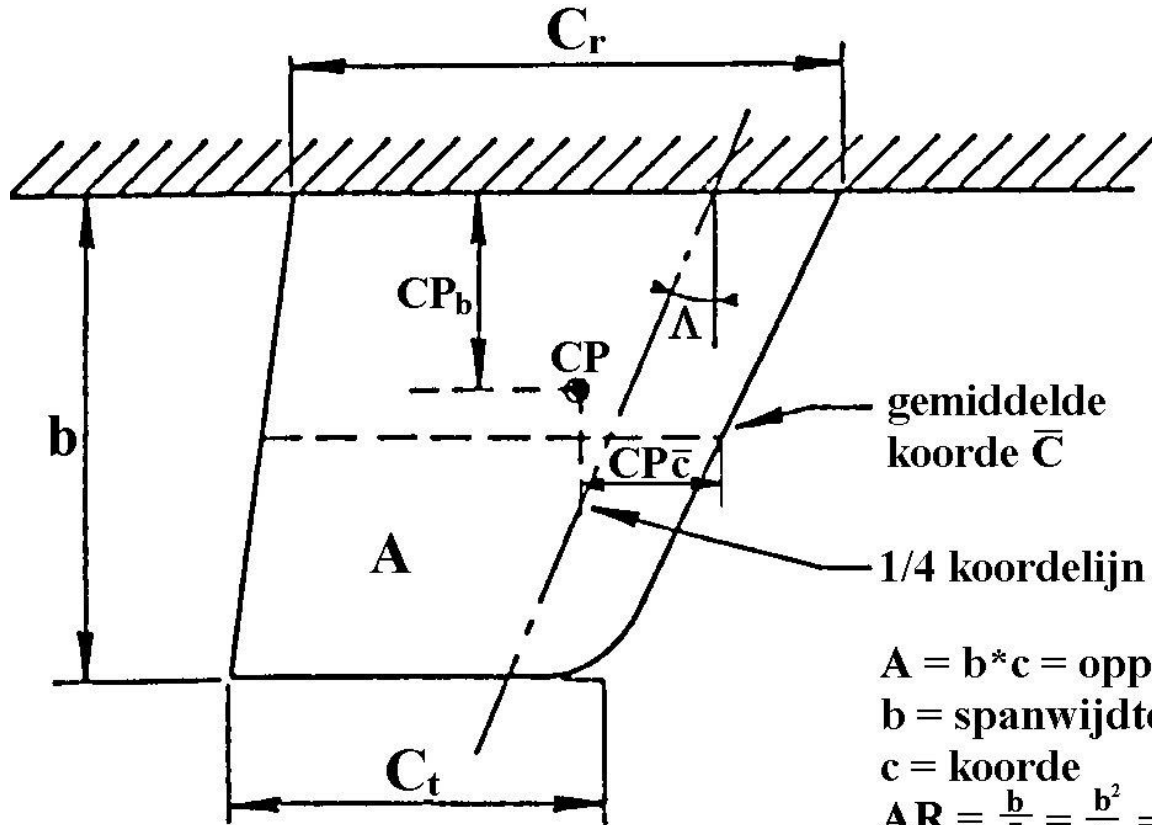
# Het ontstaan van lift

## Startwervel



# 3-dimensionale vleugels

## Naamgeving



gemiddelde koorde  $\bar{C}$

1/4 koordelijn

$A = b * c =$  oppervlak

$b =$  spanwijdte

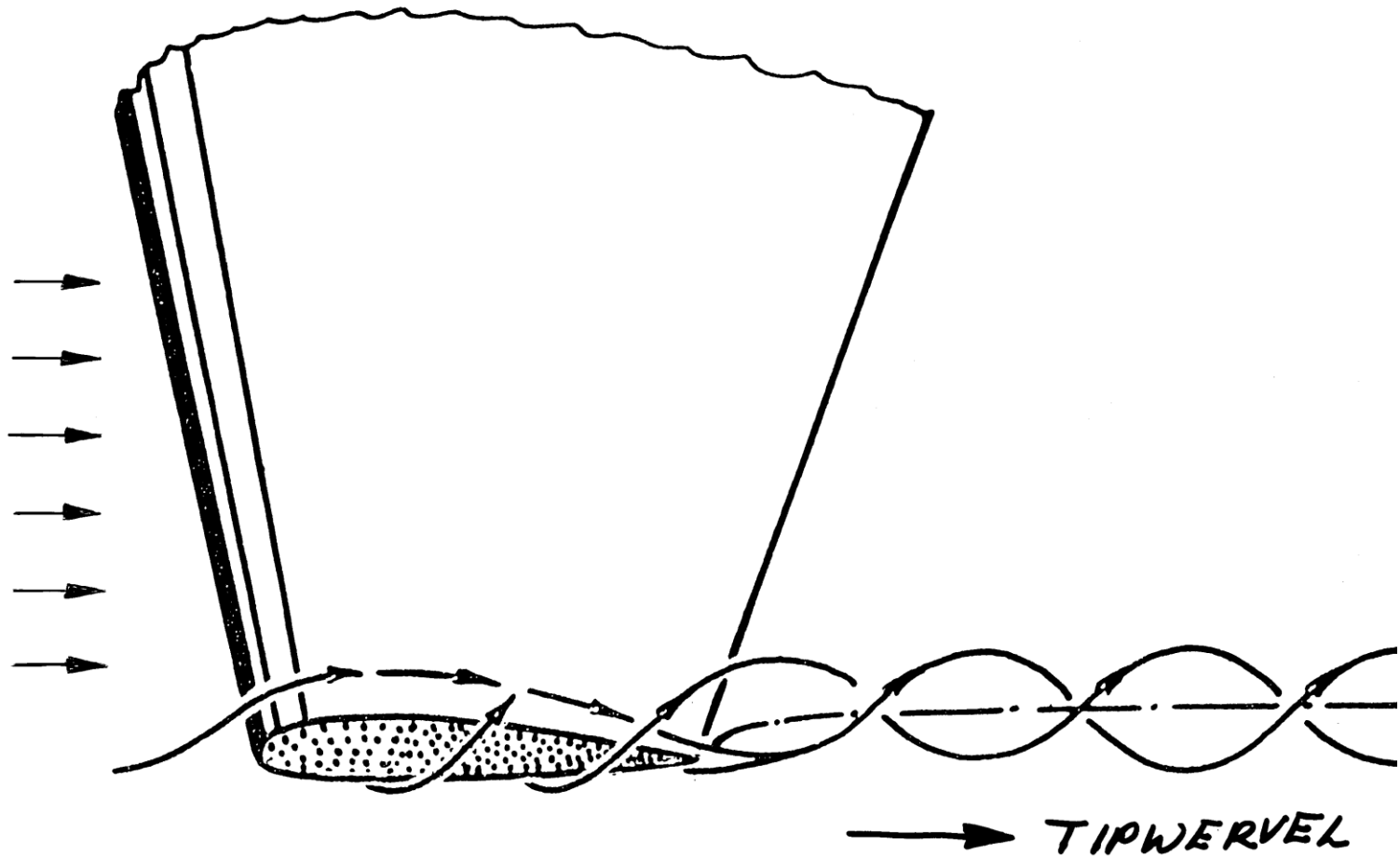
$c =$  koorde

$AR = \frac{b}{c} = \frac{b^2}{A} =$  slankheid of aspectverhouding

$\Lambda =$  pijlhoek

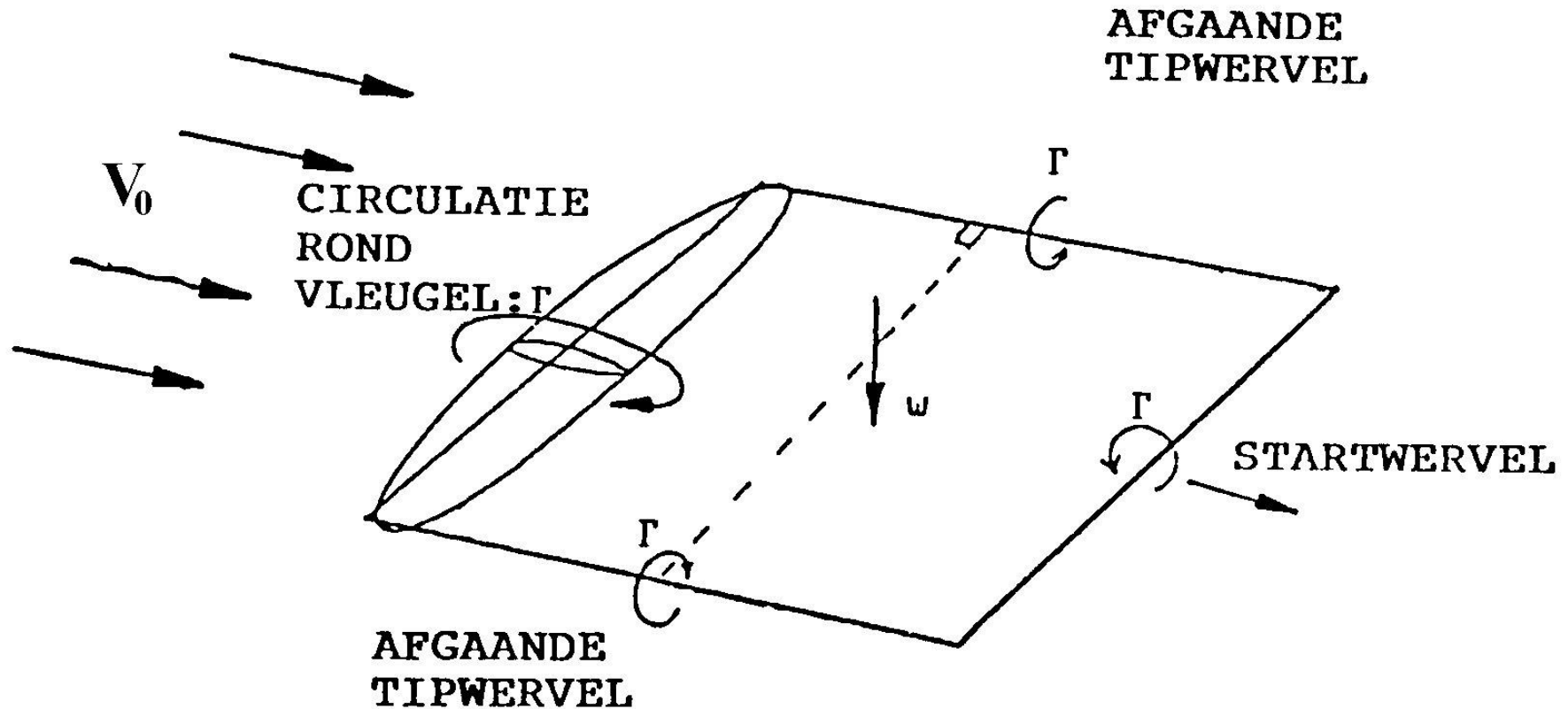
# 3-dimensionale vleugels

## Tipwervel



# 3-dimensionale vleugels

## Wervelsysteem





# Tipwervels



# Tipwervels



# Tipwervels



# Tipwervels



Dryden Flight Research Center EC89-0096-206 Photographed 1989  
F-18 HARV smoke and tuft flow visualization. Angle of Attack = 20 deg. NASA photo.



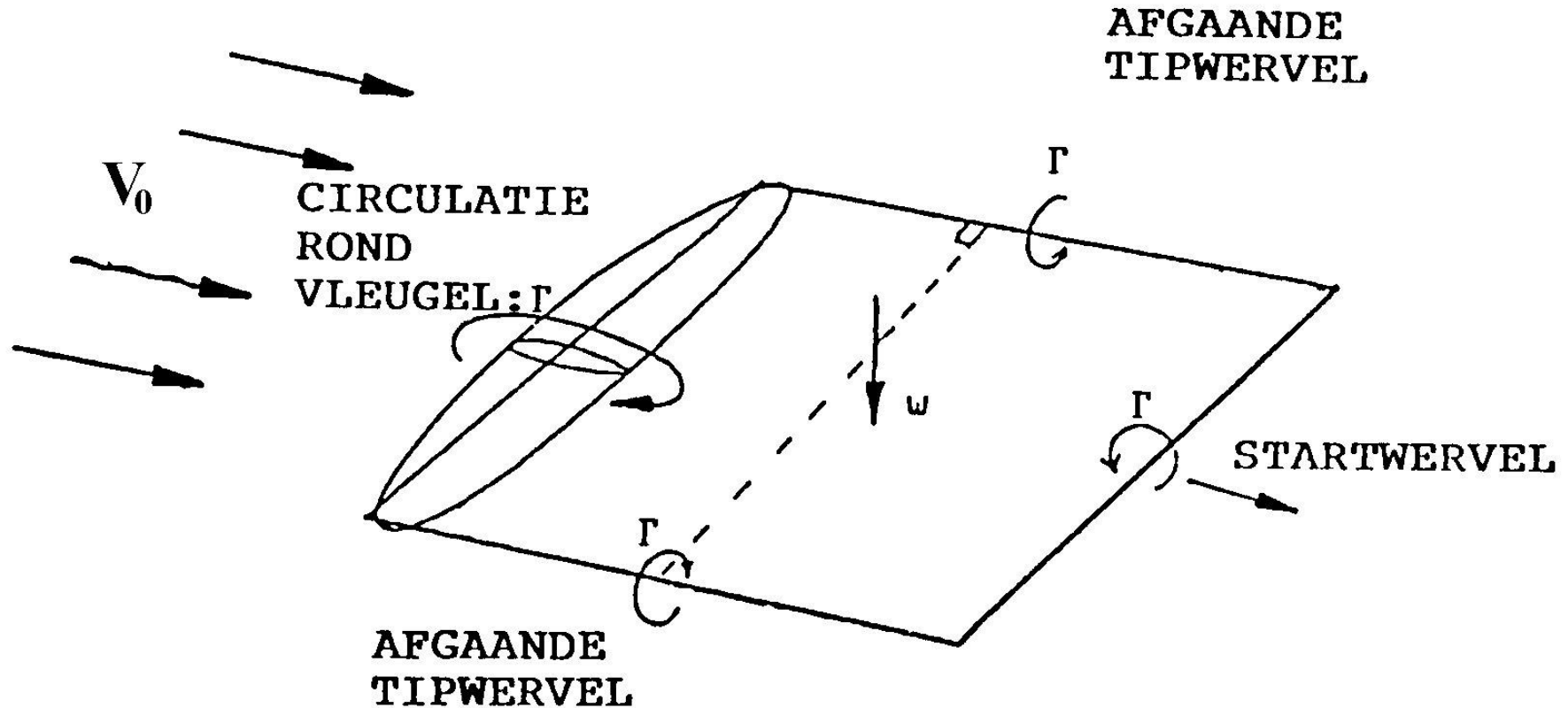
# Overtrekken





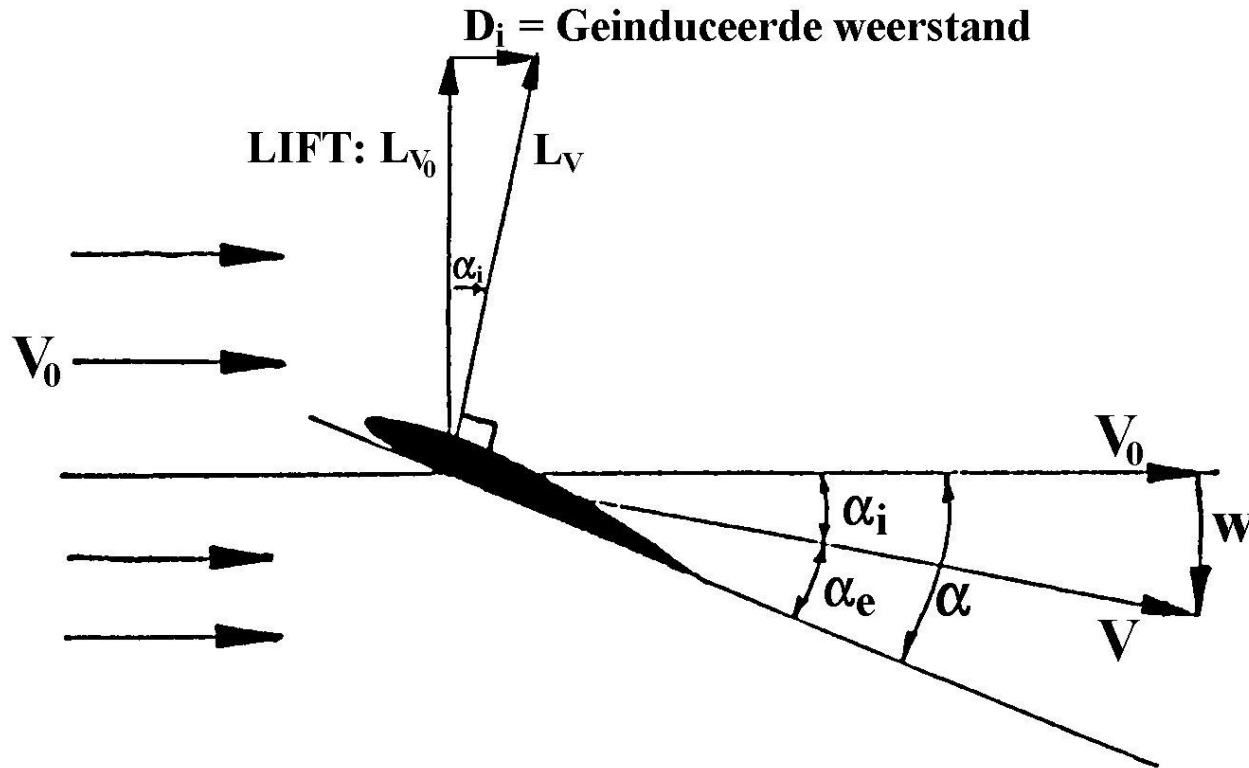
# 3-dimensionale vleugels

## Wervelsysteem



# 3-dimensionale vleugels

## Geïnduceerde weerstand



- $\alpha_e$  = effectieve invalshoek
- $V_0$  = aanstroom snelheid
- $W$  = geïnduceerde snelheid
- $V$  = resulterende snelheid

# 3-dimensionale vleugels

## Geïnduceerde weerstand en karakteristieken

- Aspectratio  $AR$  belangrijk voor geïnduceerde weerstand:

$$AR = \frac{b}{c} = \frac{b^2}{A}$$

- Lift en weerstand:

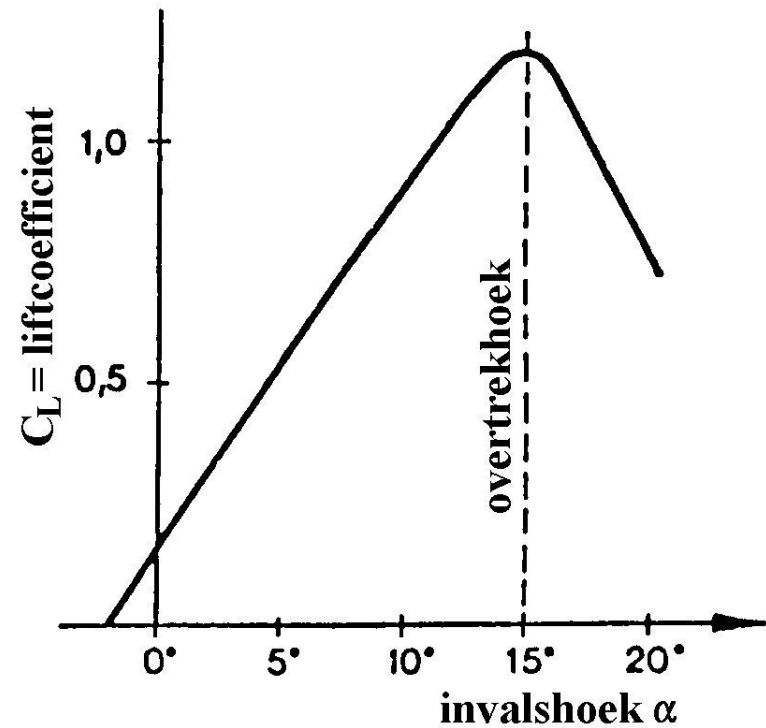
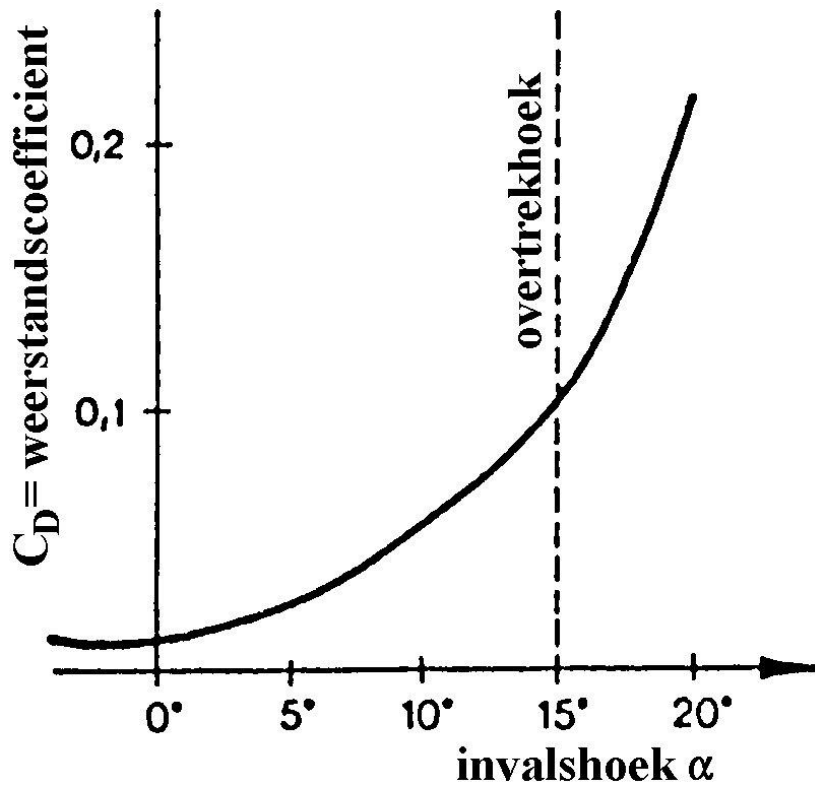
$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \qquad C_D = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho V^2 A}$$

- Weerstandsc componenten:

$$C_D = C_{D_0} + C_{D_i} = C_{D_0} + \frac{C_L^2}{\pi \cdot AR}$$

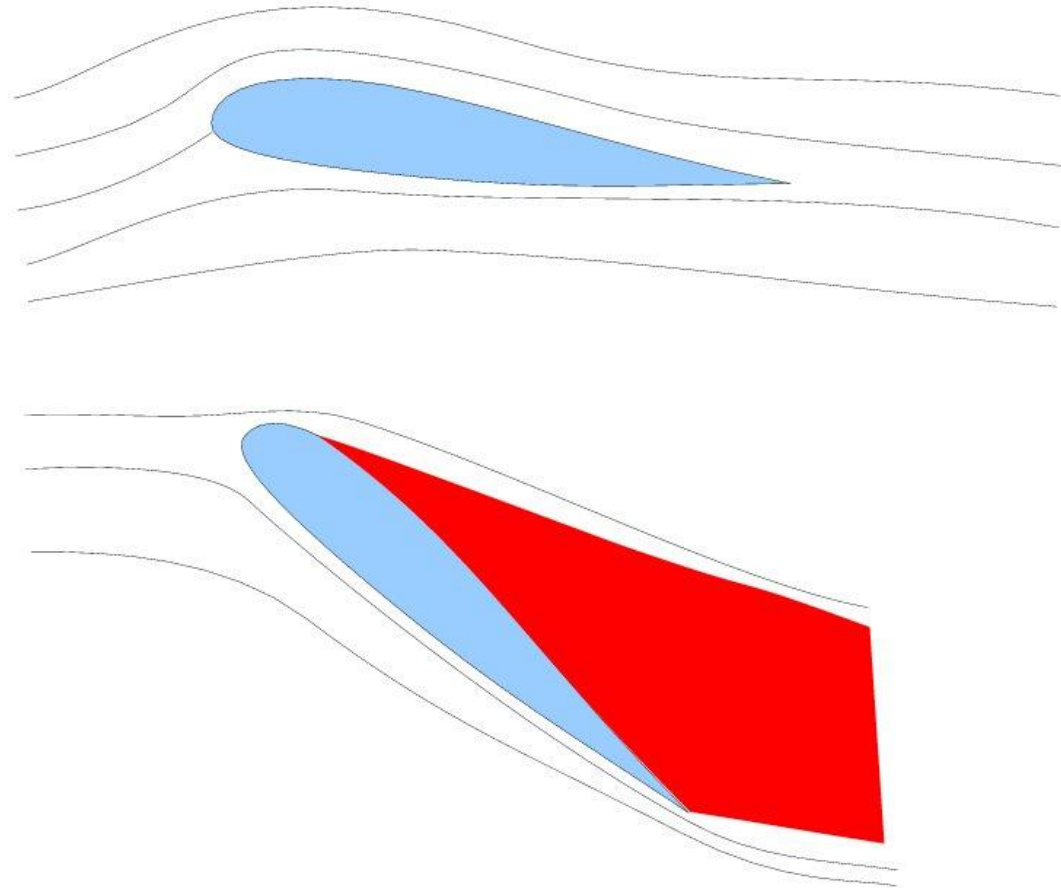
# 3-dimensionale vleugels

## Lift en weerstand



# 3-dimensionale vleugels

## Loslating



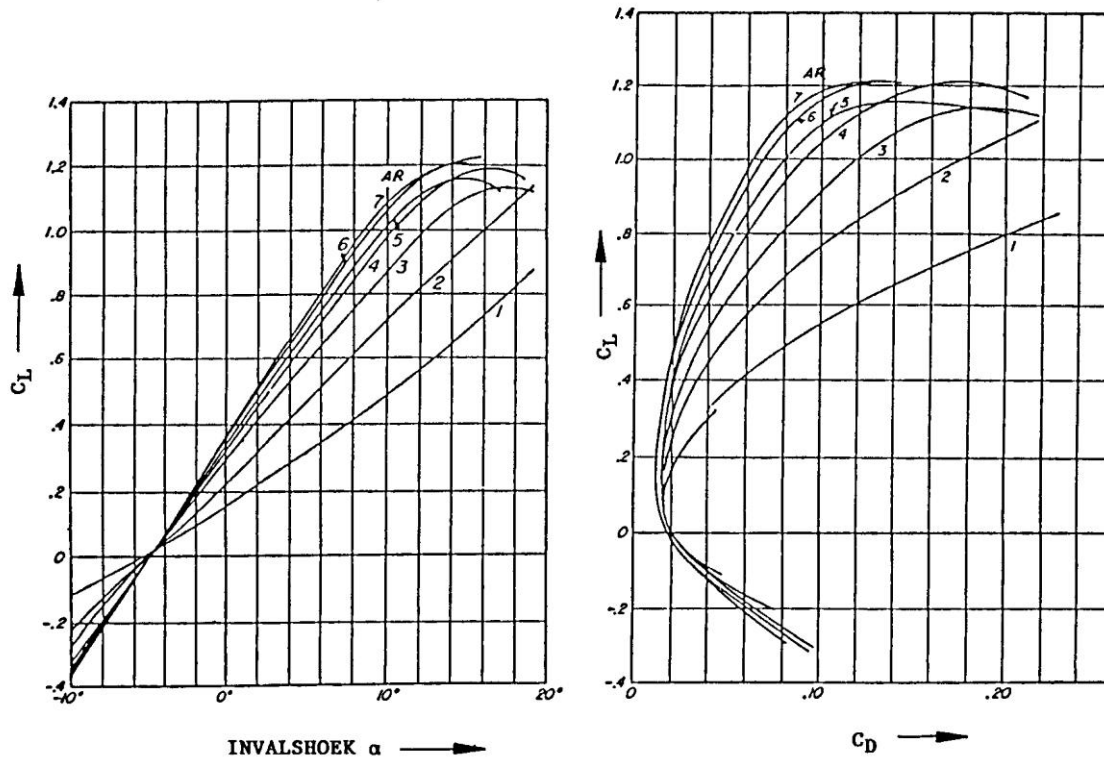
# Loslating





# 3-dimensionale vleugels

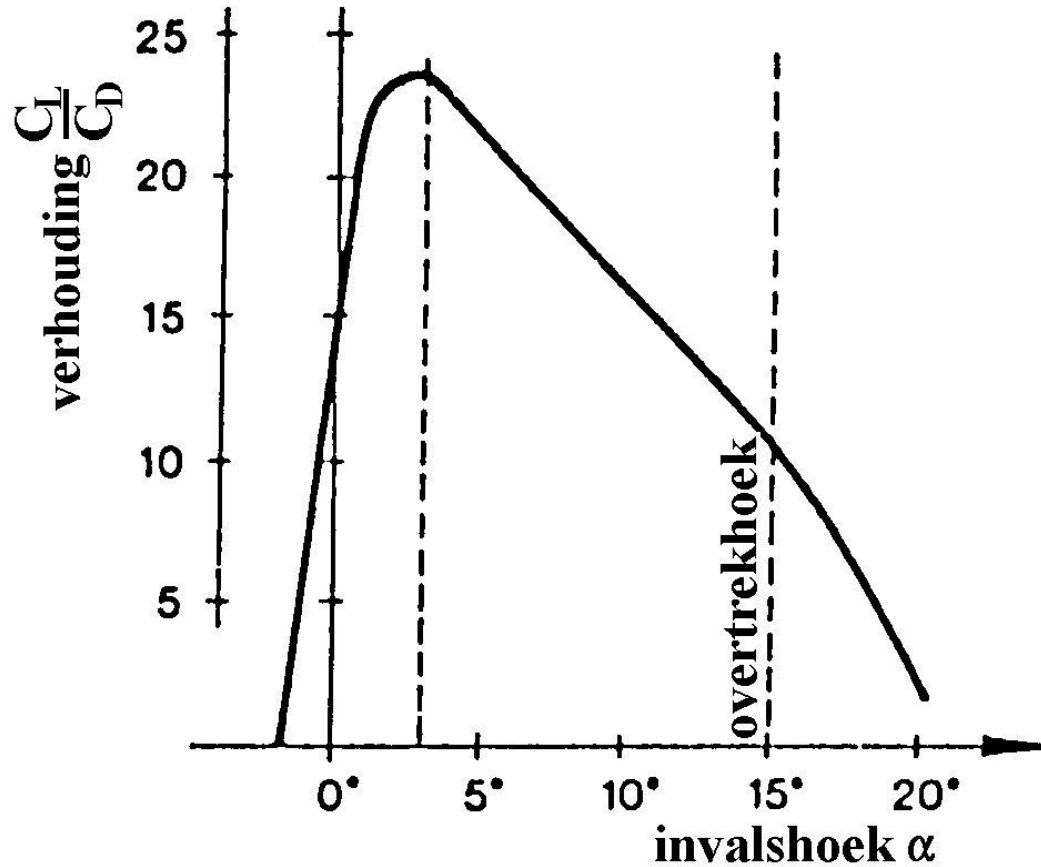
## Invloed aspect ratio



Invloed aspectverhouding (=AR) op  $C_L$  en  $C_D$ .

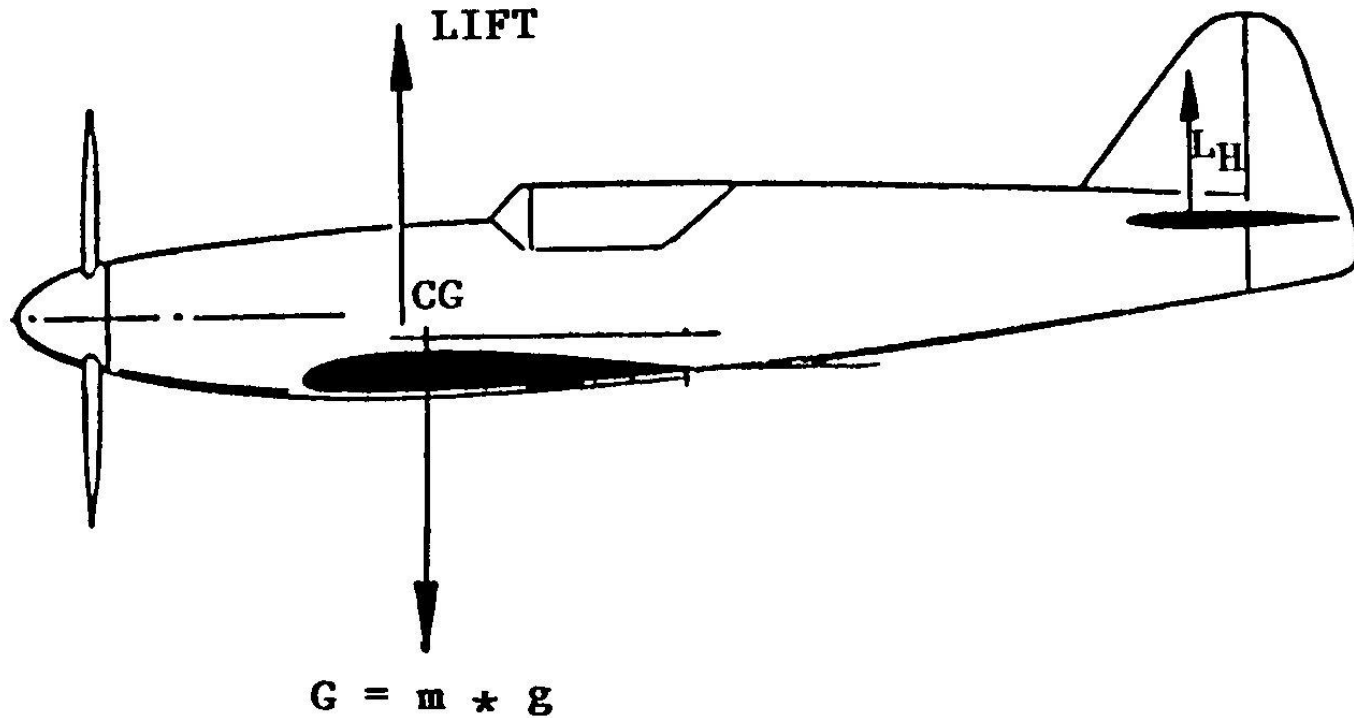
# 3-dimensionale vleugels

## Lift-weerstandsverhouding



# Toepassingen

## Vliegtuigen



# Toepassingen

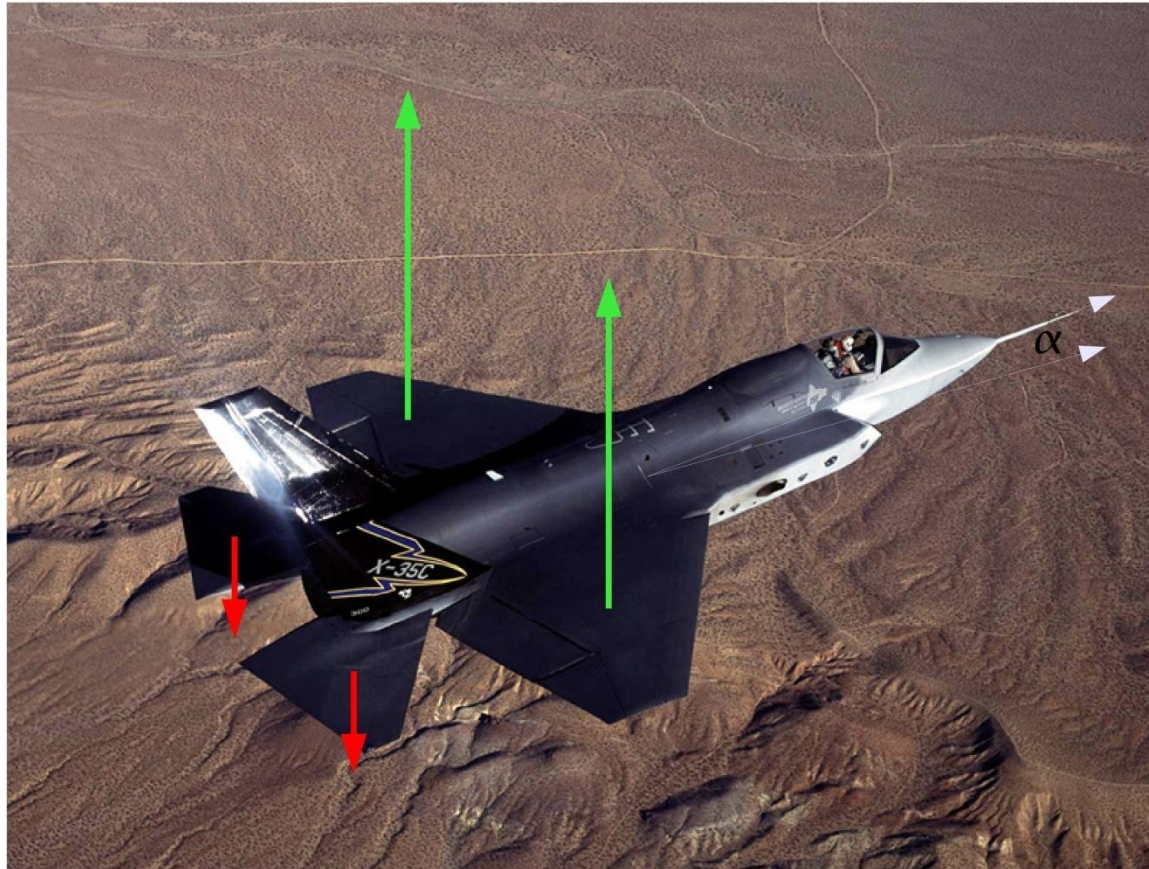
## Vliegtuigen





# Toepassingen

## Vliegtuigen



# Toepassingen

## Vliegtuigen - landen





# Toepassingen

## Vliegtuigen - landen



# Toepassingen

## Vliegtuigen - landen



# Toepassingen

## Vliegtuigen - landen



# Toepassingen

## Vliegtuigen - landen





# Toepassingen

## Vliegtuigen - landen



Hoge lift bij lage snelheid  
Grote invalshoek door negatieve lift staart

© Gilles Collignon



# Huiswerk

- Lezen t/m hoofdstuk 8
- Vraagstukken t/m 22