

Luchtvaarttechniek

Waar staan we en wat kunnen we verwachten?

Joris Melkert
 Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
 TU Delft



De stand van zaken – zoek de verschillen



1967
 1987
 2017



De stand van zaken





De stand van zaken




Inhoudsopgave

- Gewicht - Sneeuwbaaleffect
- Materialen en constructies
- Aerodynamica – “Lift-to-drag ratio”
- Motoren – omloopverhouding / geluid
- Wat nog meer?
- Het echte probleem
- Conclusies
- (Luchthaven in zee)



Gewicht – sneeuwbaaleffect


1 kg meer massa
 => 1 kg meer draagkracht
 draagkracht is niet gratis => meer luchtweerstand
 meer luchtweerstand => meer stuwkracht
 meer stuwkracht => grotere motoren } => meer massa
 => meer brandstof




Gewicht – specifieke sterkte van materialen

Specifieke sterkte = $\frac{\text{sterkte}}{\text{dichtheid}} = \frac{\sigma}{\rho}$

	σ/ρ
Materiaal 1	283
Materiaal 2	224
Materiaal 3	204



7

Gewicht

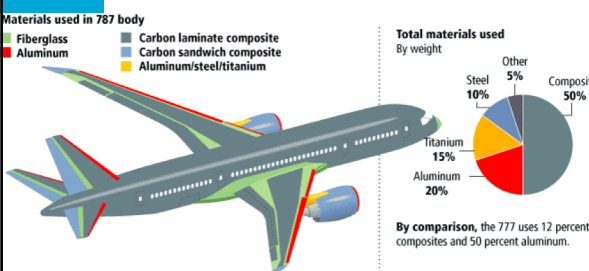

Materials used in 787 body

- Fiberglass
- Aluminum
- Carbon laminate composite
- Carbon sandwich composite
- Aluminum/steel/titanium

Total materials used By weight

- Steel 10%
- Other 5%
- Composites 50%
- Titanium 15%
- Aluminum 20%

By comparison, the 777 uses 12 percent composites and 50 percent aluminum.

8

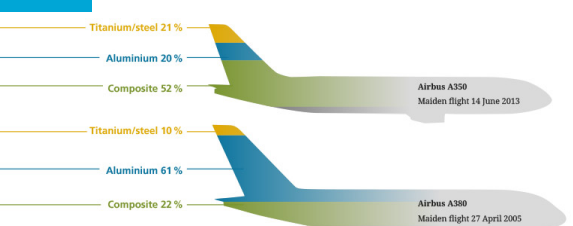

Gewicht

Titanium/steel	21%
Aluminium	20%
Composite	52%

Airbus A350
Maiden flight: 14 June 2013

Titanium/steel	10%
Aluminium	61%
Composite	22%

Airbus A380
Maiden flight: 27 April 2005

9


Aerodynamica - “Lift-to-drag ratio”

Het genereren van draagkracht is niet moeilijk

Het probleem is de luchtweerstand die dat oplevert

Dus de kern is de verhouding tussen die twee

=> “Lift-to-drag ratio”





10

Lift-to-drag ratio

Draagkracht ↑

Stel: de “lift-to-drag ratio” van een vliegtuig is 15:1. Wat betekent dat dan?

Luchtweerstand →

11

“Lift-to-drag ratio”




12

"Lift-to-drag ratio"

TU Delft

13

"Lift-to-drag ratio"

777X: THE LONGEST WINGSPAN BOEING HAS PRODUCED

COMPARATIVE WING SPANS

- 777-3 = 71m
- 747-8 = 68.5m
- 777-200LR and -300ER = 64.8m
- 777-300 or -200ER = 61m
- 787-8/-9/-10X = 59m

PLANNED WIDEBODY PRODUCT LINE

Flightglobal

TU Delft

14

"Lift-to-drag ratio"

TU Delft

15

Aerodynamica

TU Delft

16

Motoren

Note: The range of points for each aircraft reflects varying configurations; connected dots show estimated trends for short- and long-range aircraft. Source: Lee, et al., 2001 IEA updates.

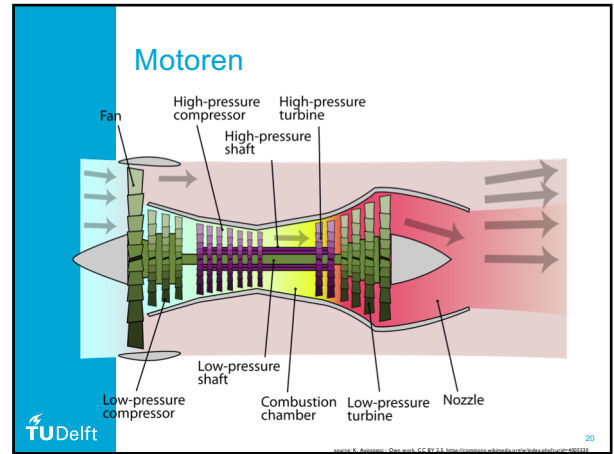
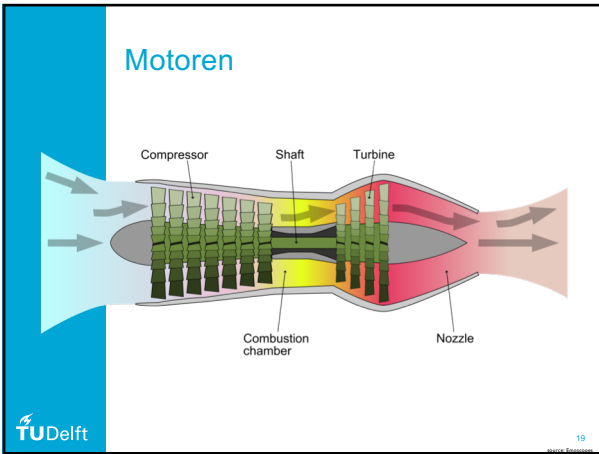
TU Delft

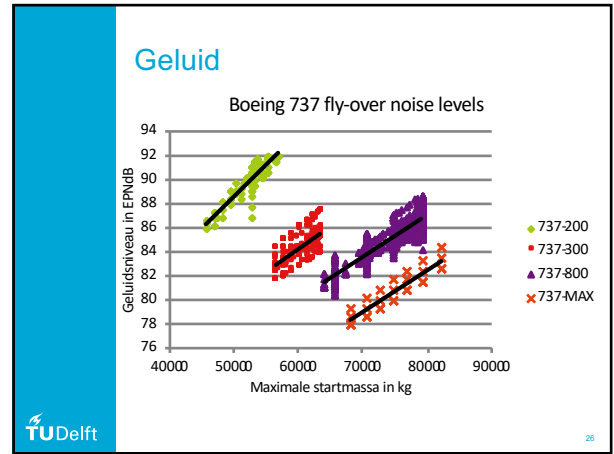
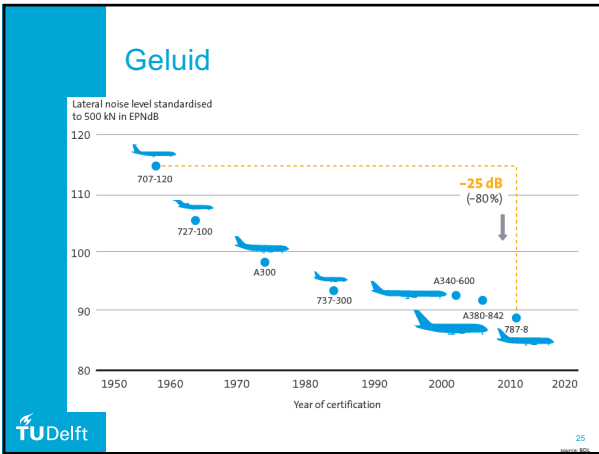
17

Motoren

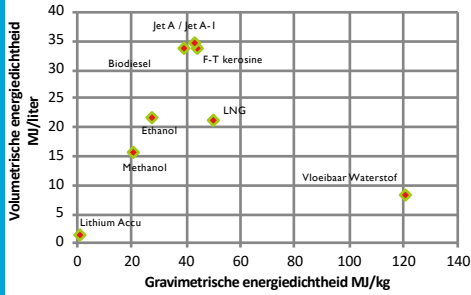
TU Delft

18





Wat nog meer?



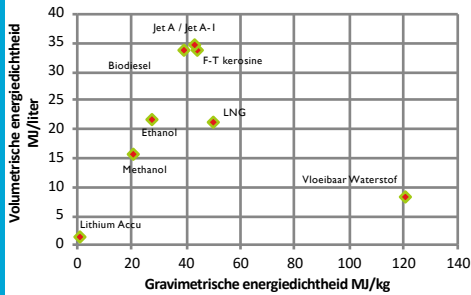
Wat nog meer?

Electrisch vliegen gaat er komen!

Maar.....

- Het zal niet de volgende generatie vliegtuigen zijn
- Het gaat komen via twee routes
 1. Kleine luchtvaart
 2. Hybride vliegtuigen

Wat nog meer?



Wat nog meer?

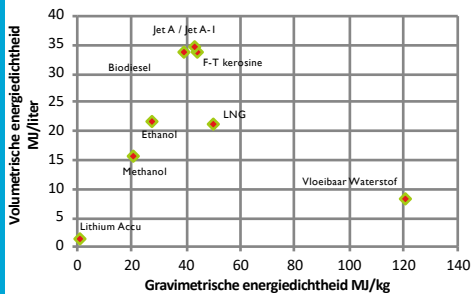
Is waterstof een optie?

Ja, je kunt het gebruiken in straalmotoren. Maar je zult wel wat modificaties moeten uitvoeren.

Een ander alternatief is een combinatie van waterstof met brandstofcellen en elektromotoren

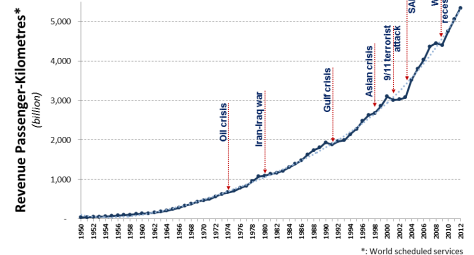


Wat nog meer?

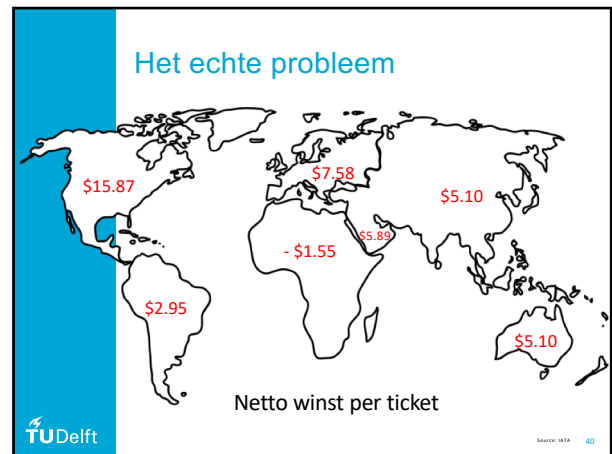
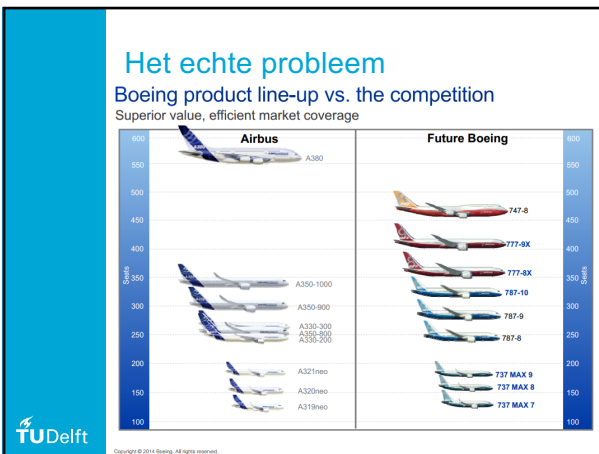
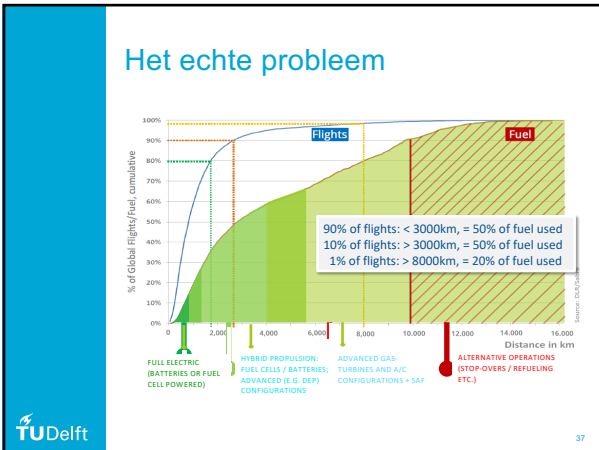


Het echte probleem

The world aviation - 1950 to 2012



*: World scheduled services



Conclusies (1/2)

Hoe gaan we de CO₂-uitstoot reduceren?

- Lichtere materialen en constructies ~ 10%
- Grotere vleugelslankheid ~ 10-15%
- Laminaire stroming ~ 5-10%
- Hele hoge omloopverhouding ~ 20-25%
- Elektrische vliegtuigen (alleen kleine luchtvaart) ~ 100%
- Hybride vliegtuigen ~ 10%
- Duurzame brandstoffen de rest

Source: TU Delft

Conclusies (2/2)

Er is geen "silver bullet"

- We hebben meer onderzoek en ontwikkeling nodig
- + We moeten bestaande vliegtuigen sneller vervangen
- + We moeten "drop-in" alternatieve brandstoffen gebruiken
- + We moeten minder omvliegen (Single European Sky)
- + We moeten compenseren (ETS, CORSIA en meer)
- + We hebben meer maatschappelijk druk nodig (+wetgeving)
- + We moeten de groei stoppen

Source: TU Delft

