



Prof. Dr. H.A.M. (Hein) Daanen

Warm Aanbevolen

Defensie en Veiligheid

TNO | Kennis voor zaken



Faculteit Bewegingswetenschappen, VU Amsterdam

Overzicht

- TNO
- Thermoregulatie
- Warmtebalans
- Problemen met kou en hitte
- Normen

TNO is actief binnen vijf kerngebieden



**TNO Kwaliteit
van Leven**



**TNO Defensie en
Veiligheid**



**TNO Industrie en
Techniek**



**TNO Ruimte en
Infrastructuur**



**TNO Informatie-
en Communicatie-
technologie**

TNO Defensie en Veiligheid

- **Drie hoofdlocaties:**
 - Den Haag
 - Rijswijk
 - Soesterberg
- **Aantal medewerkers: 1055**
- **Omzet in 2006:**
Plm. 130 miljoen
 - Defensie 63 %
 - Overig 37 %



Thermofysiologie



Veldmetingen



Labmetingen



Hittebelasting brandweer



Prototype ontwikkeling

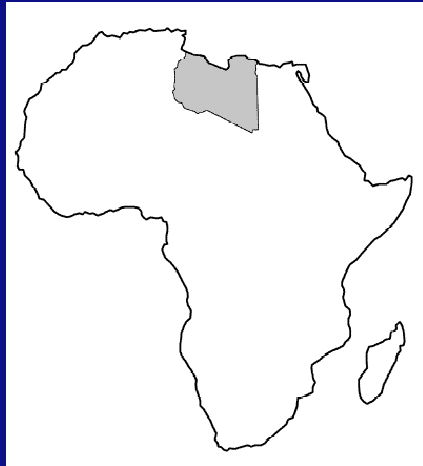


Kledingpasvorm

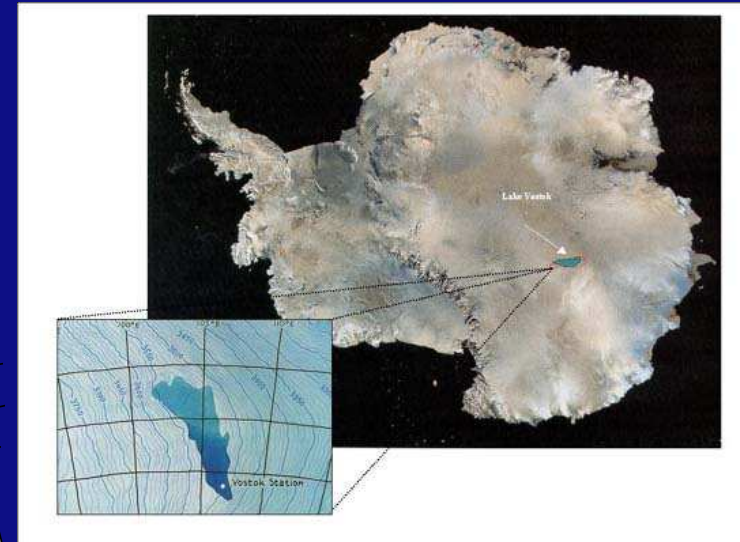


Kledingventilatie (Nike)

De mens in zijn omgeving



57.8°C (september 1922)

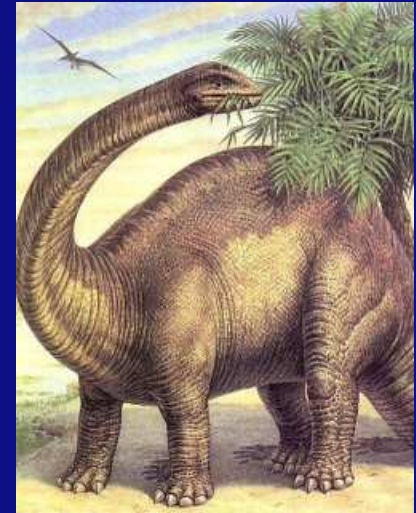


-89.5°C (juli 1983)

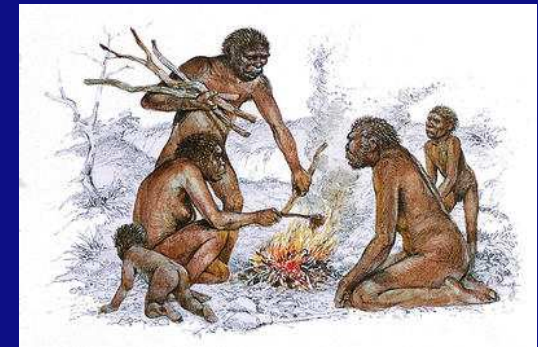


Koudbloedig en warmbloedig

Koudbloedig
poikilotherm
ectotherm



Warmbloedig
homeotherm
endotherm



De mens: een tropisch dier?

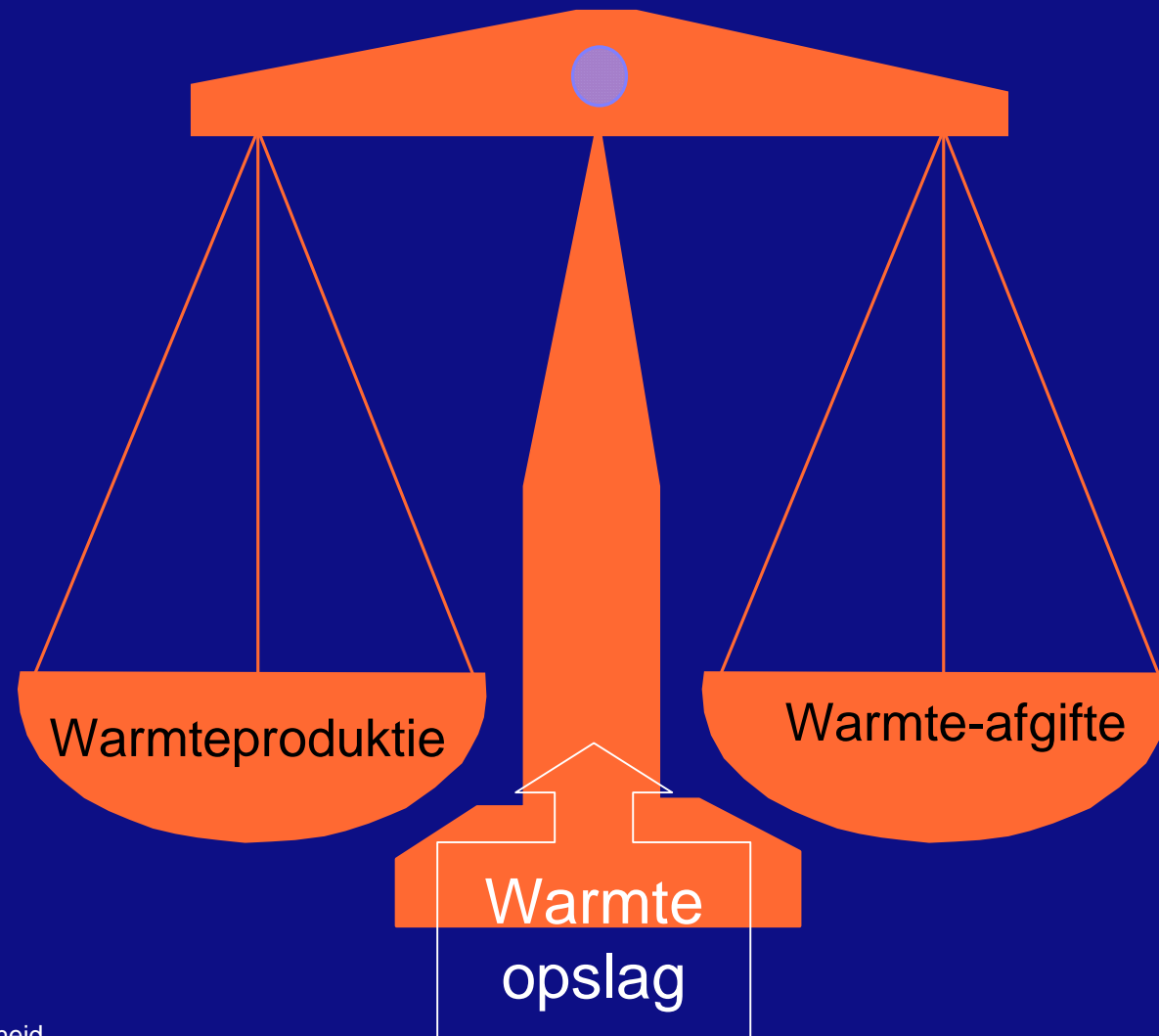
In de hitte: **zweten**



In koude: **rillen**
vacht
bruin vet



De warmtebalans

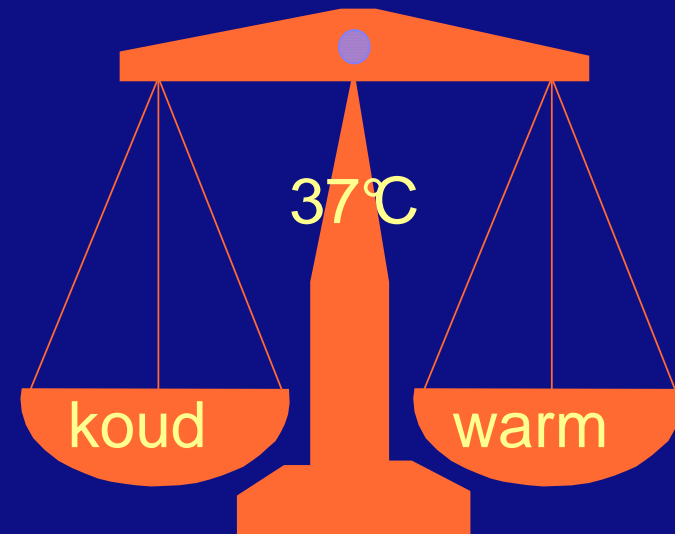


Warmtebalans

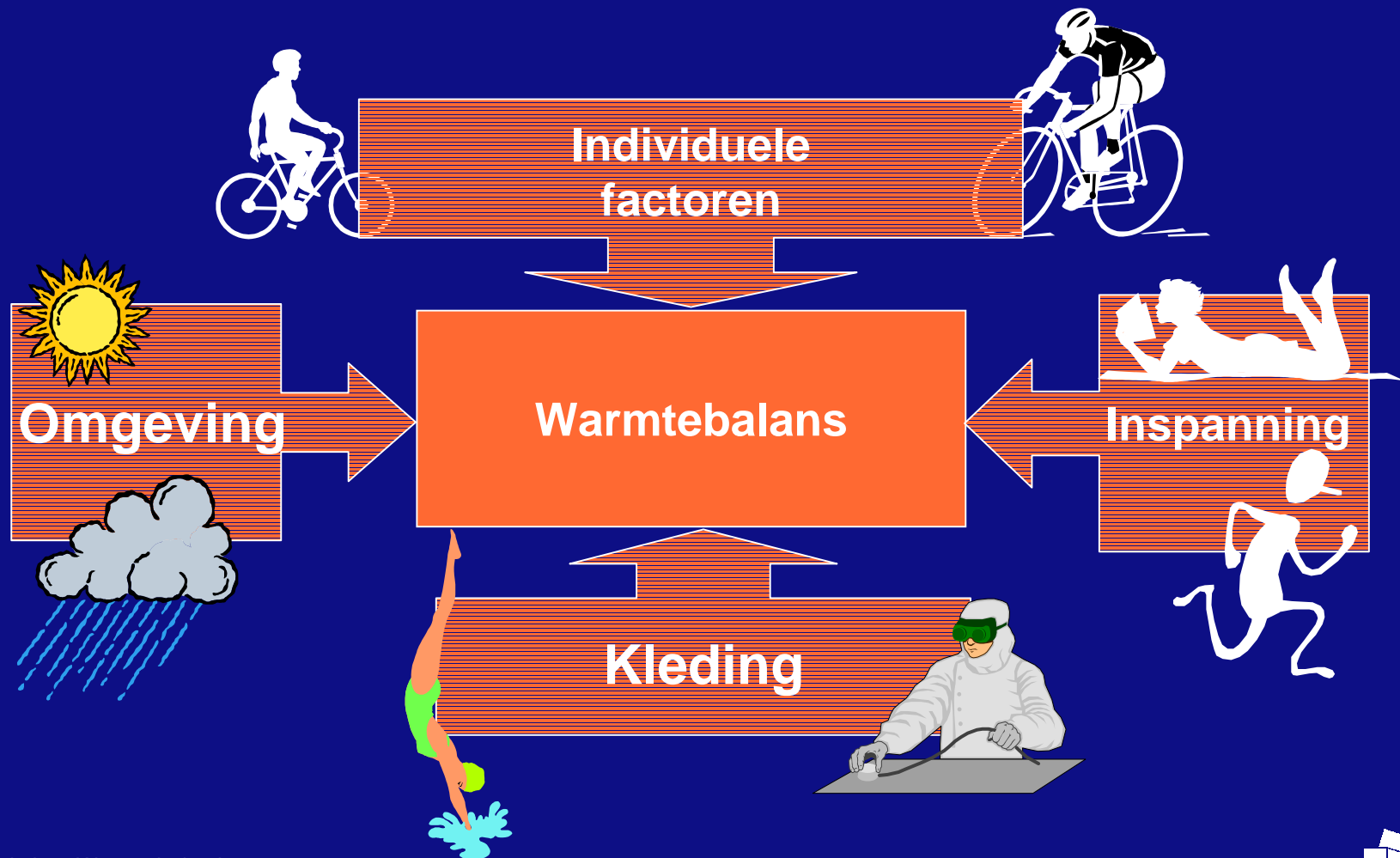
Warmteproductie = Warmteafgifte

$$M \pm A = (O) \pm R \pm C + E$$

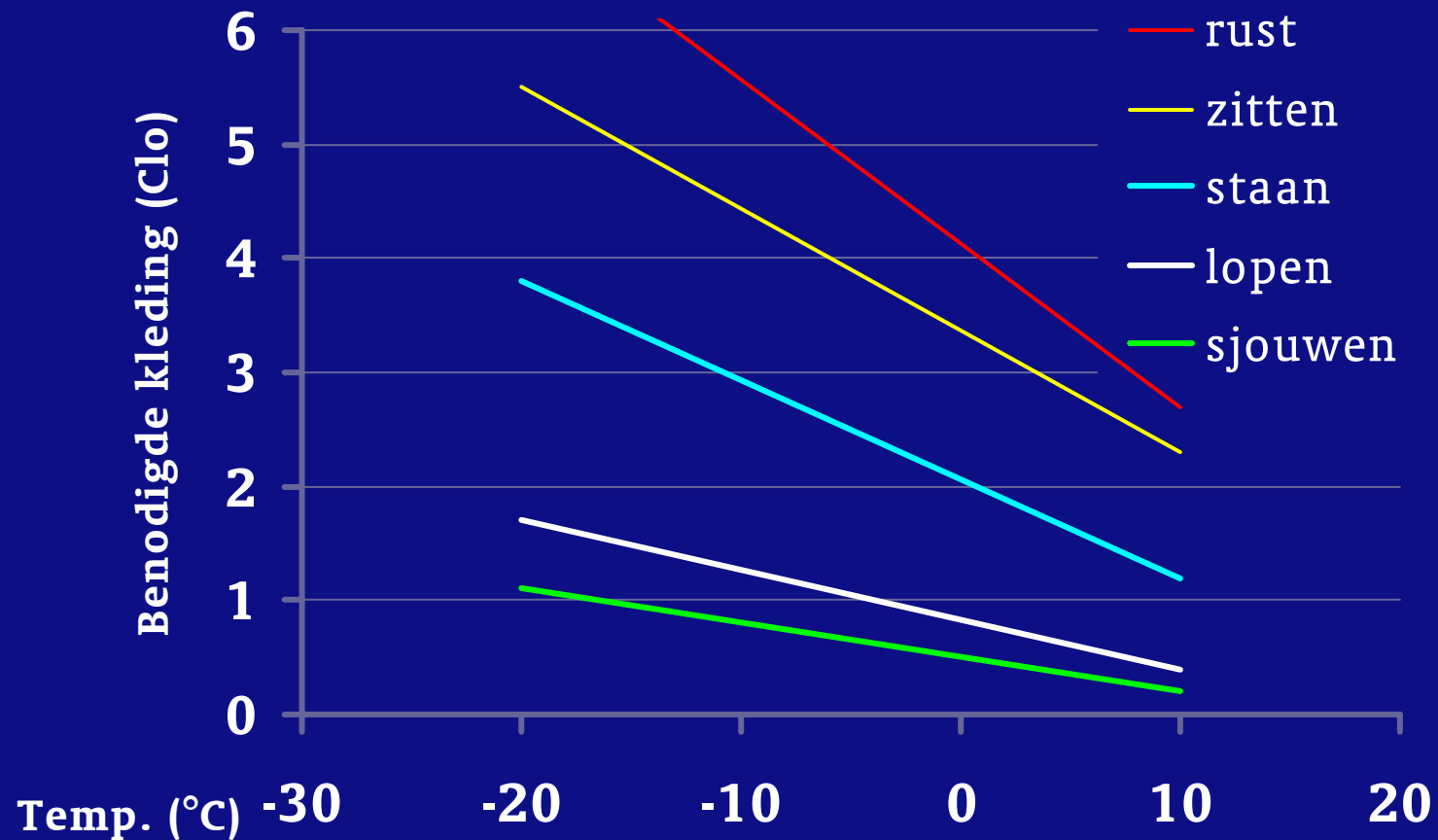
- * **M: Metabolisme**
- * **A: Arbeid**
- * **O: Opslag**
- * **R: Radiation (Straling)**
- * **C: Convection & Conduction (Stroming en Geleiding)**
- * **E: Evaporation (Verdamping)**



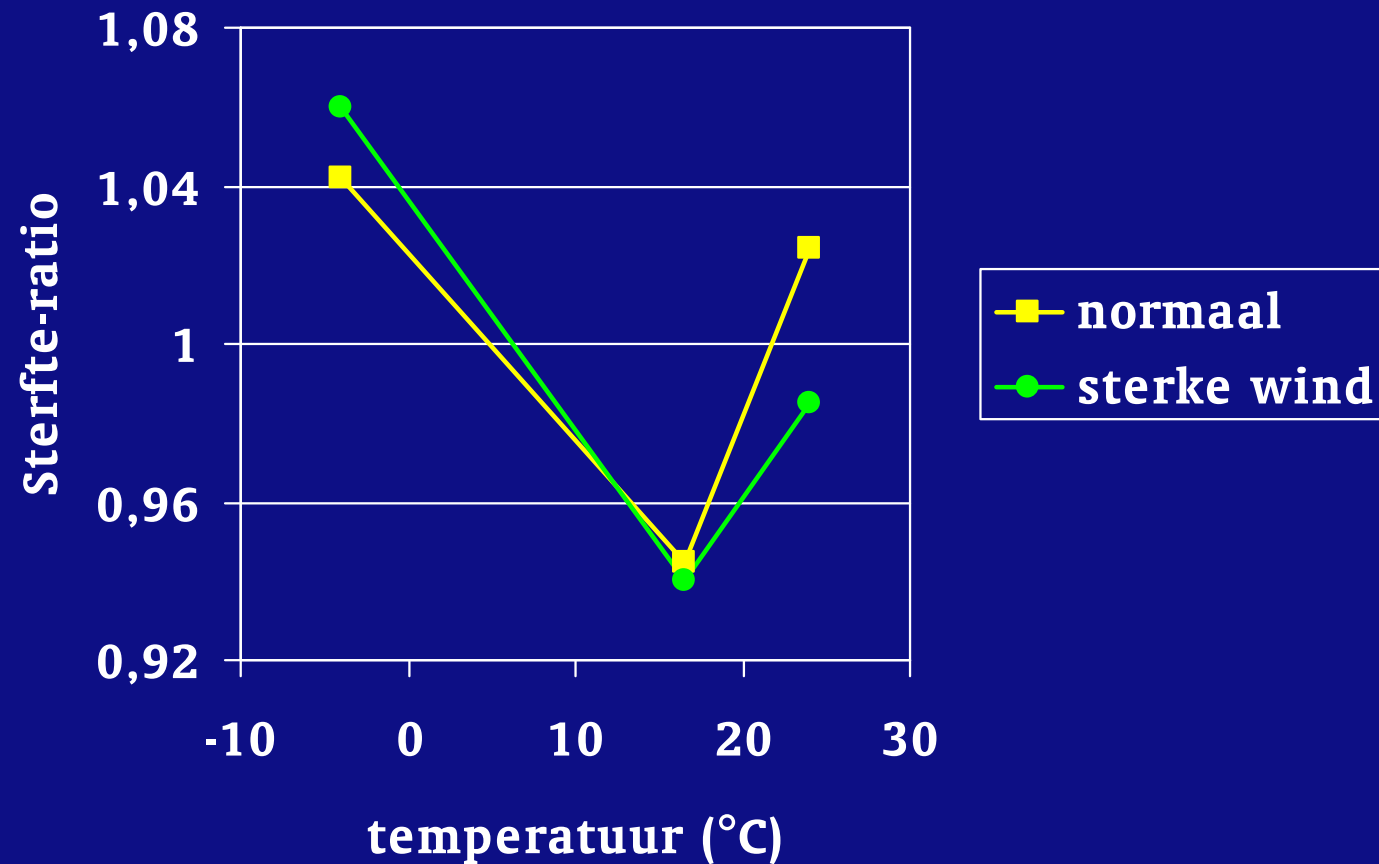
Invloeden op de warmtebalans



Hoeveel kleding is nodig om thermisch neutraal te blijven (ISO/TR 11079)



Sterfte door klimaat



Bron: Kunst e.a., 1991

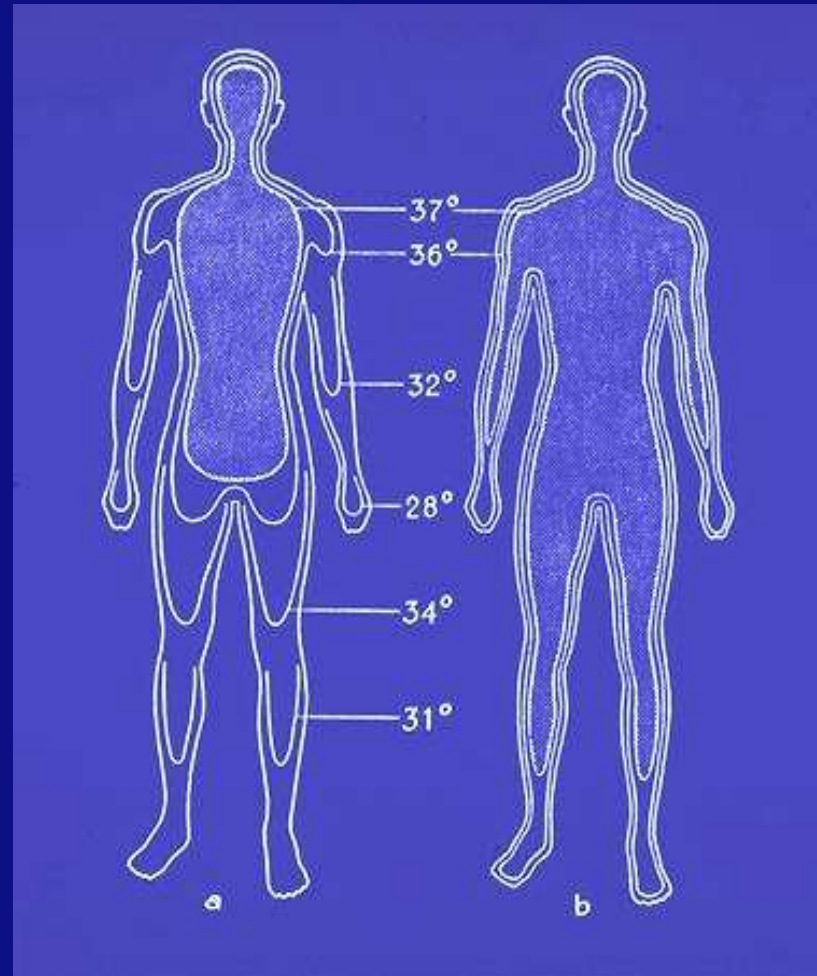
Thermoregulatie

- * Input - koude en hitte-sensoren (perifeer), bloedtemp.
- * CNS - integratie in
 - + Ruggemerg
 - + voorste hypothalamus (als lichaam warm is)
 - + achterste hypothalamus (als lichaam koud is)

Handhaven van thermische balans in kou

Warmte vasthouden:

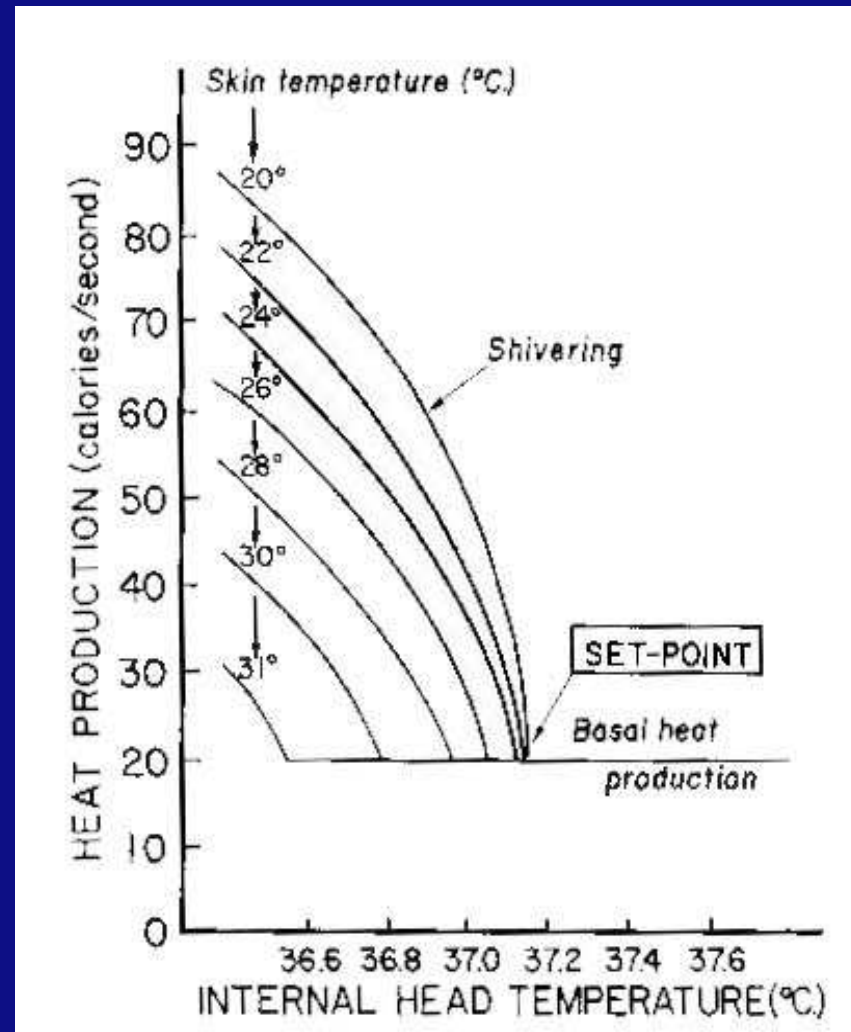
- * Gedrag
- * Vasoconstrictie



Handhaven van thermische balans in de kou (Benzinger)

Toenemen van
warmteproductie:

- * hoger metabolisme
- * rillen

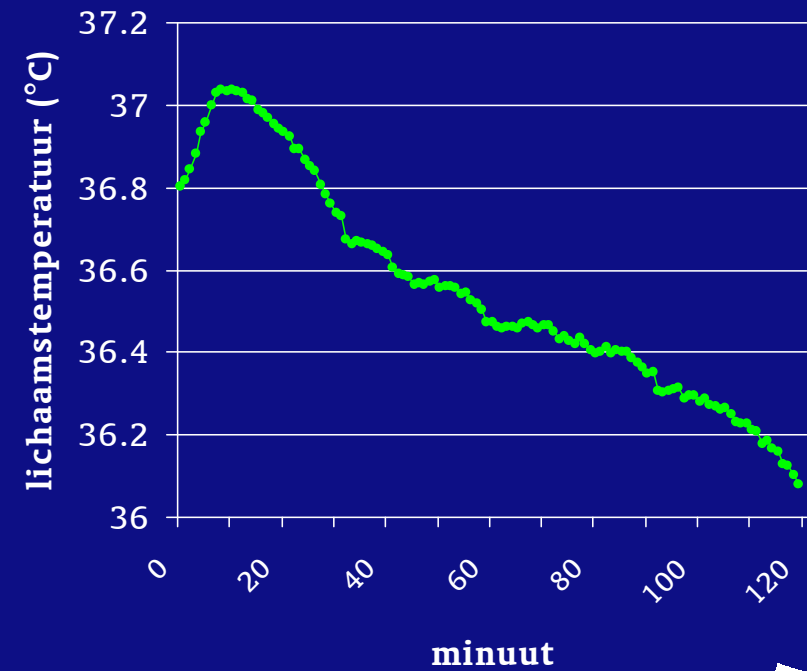


Problemen in de kou

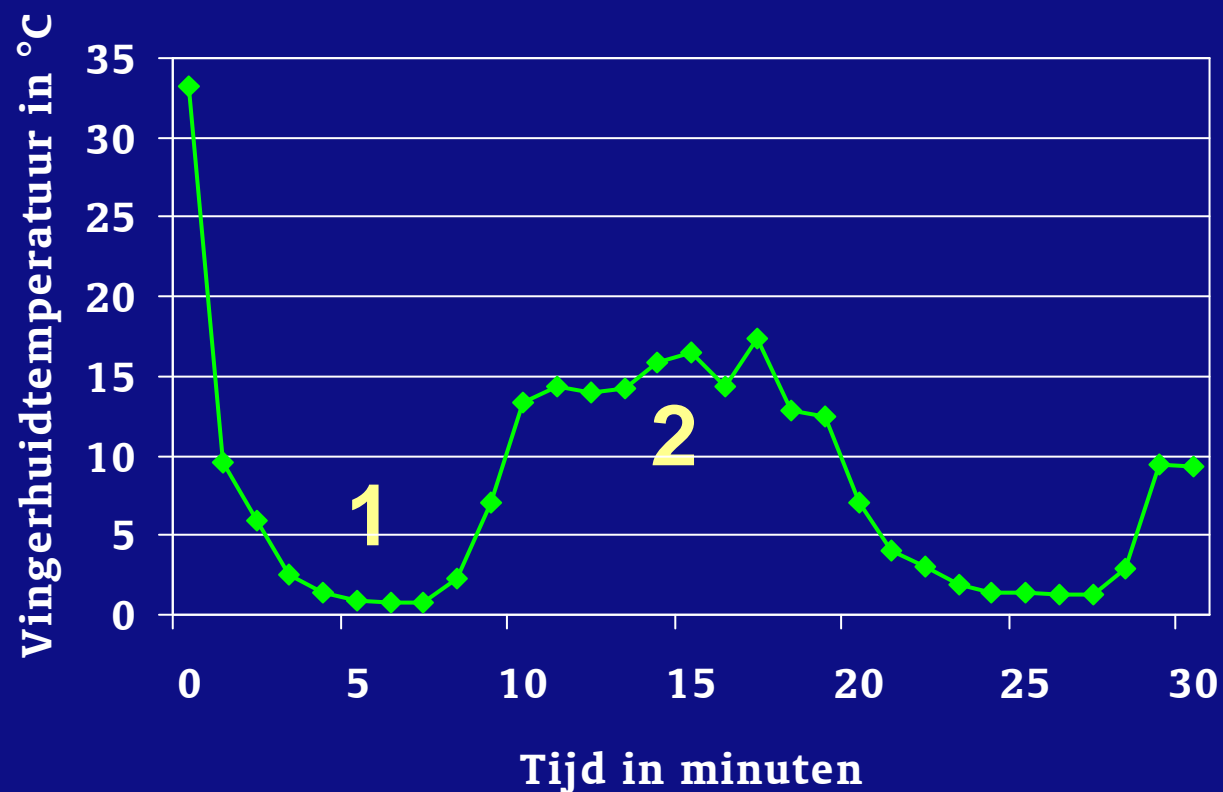
- Discomfort van handen en voeten
 - Minder handvaardigheid
 - Meer kans op ongevallen
 - Bevriezingsgevaar
 - Onderkoeling
-
- Referentie: AI-20: Werken in de kou, SdU uitg. Den Haag

Onderkoeling

- Bij langdurige blootstelling aan koude daalt de lichaamstemperatuur



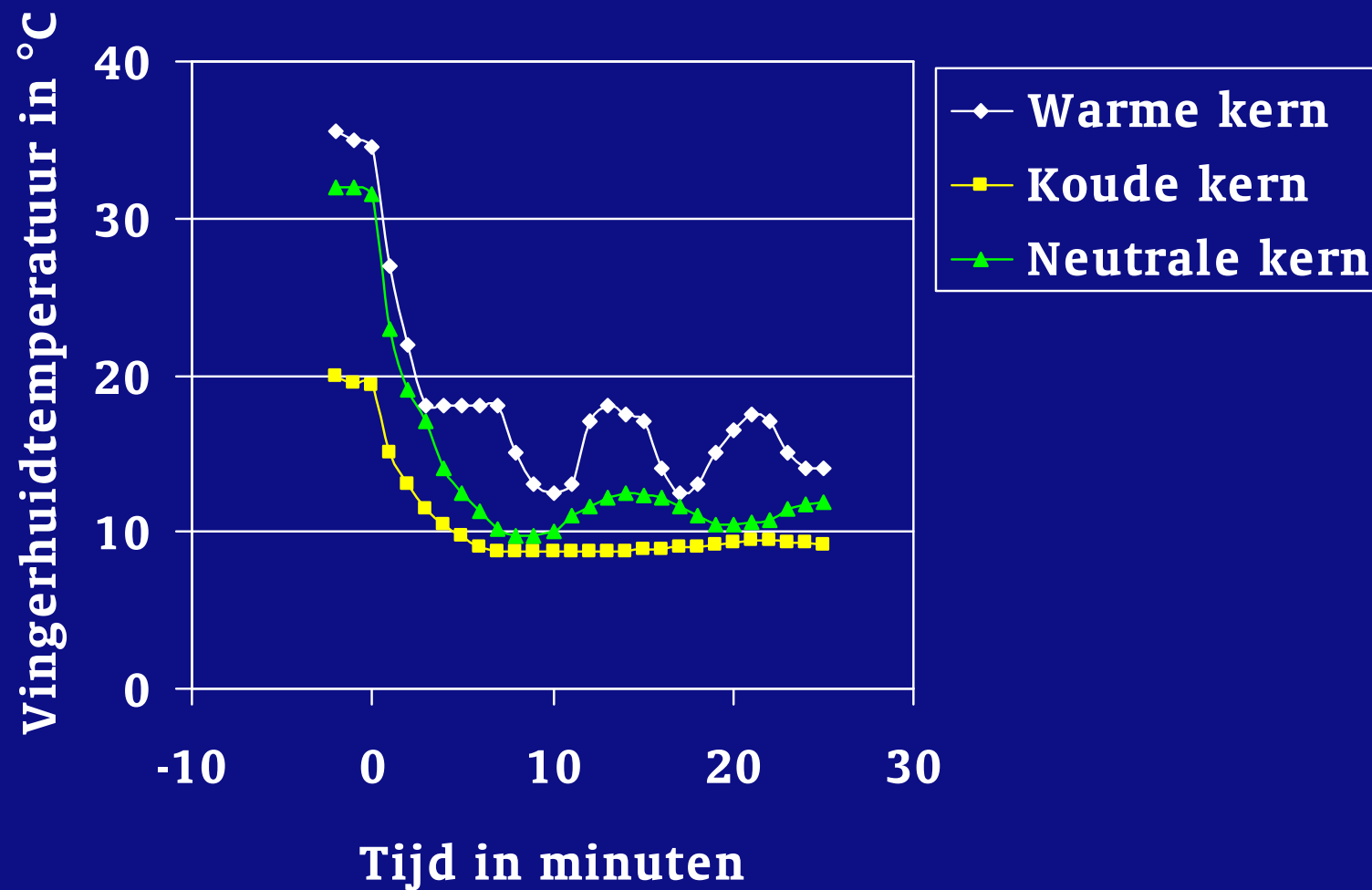
Bescherming tegen koude-letsel



Warmte-
beeld:



Bescherming hangt af van kerntemp.



Hitte-belasting

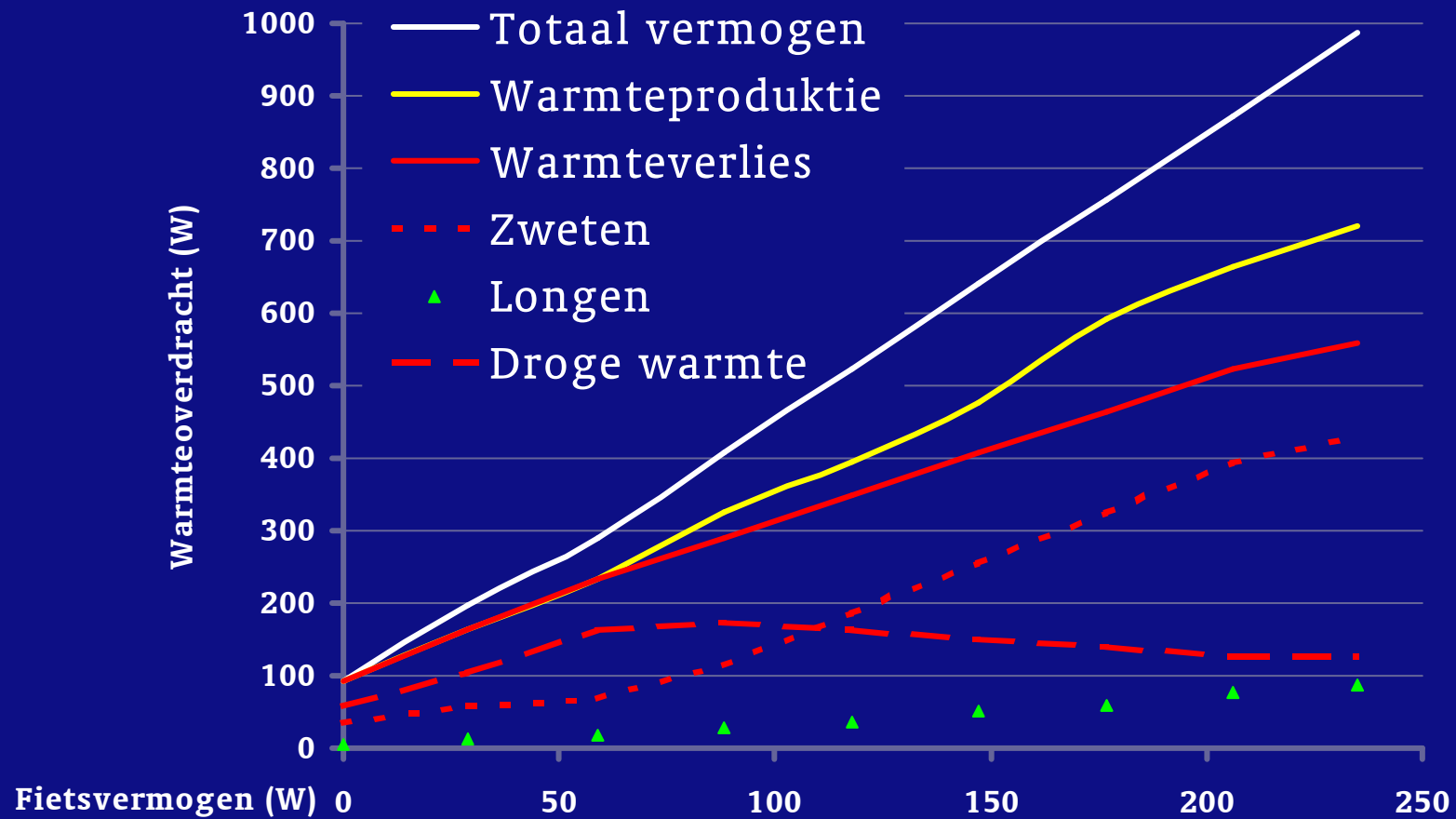
Risicofactoren:

- * Hoge temperatuur
- * Hoge luchtvochtigheid
- * Weinig wind
- * Veel straling
- * Isolerende kleding
- * Inspanning

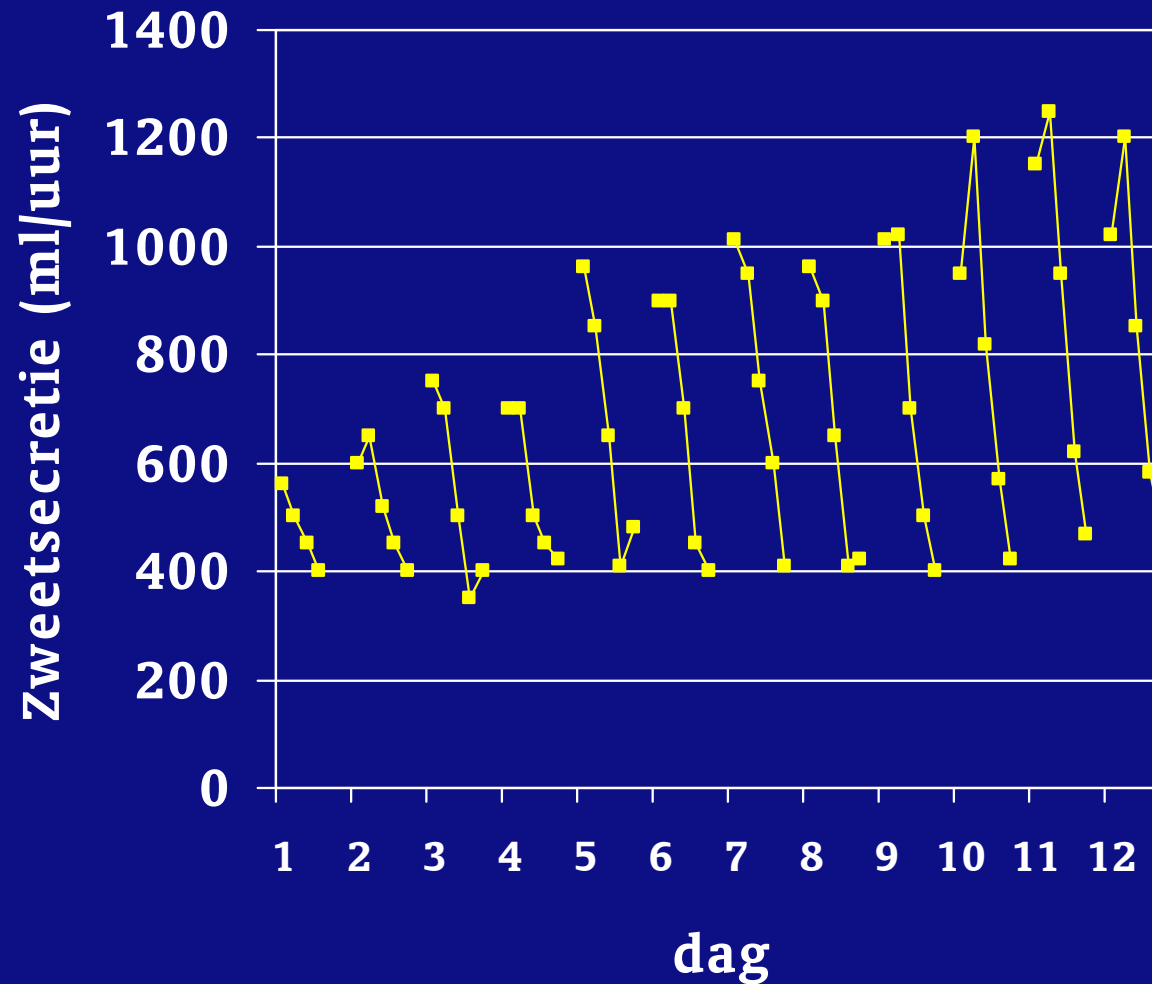


Bij werk in impermeabele pakken zijn alle risicofactoren aanwezig.

Warmte en inspanning

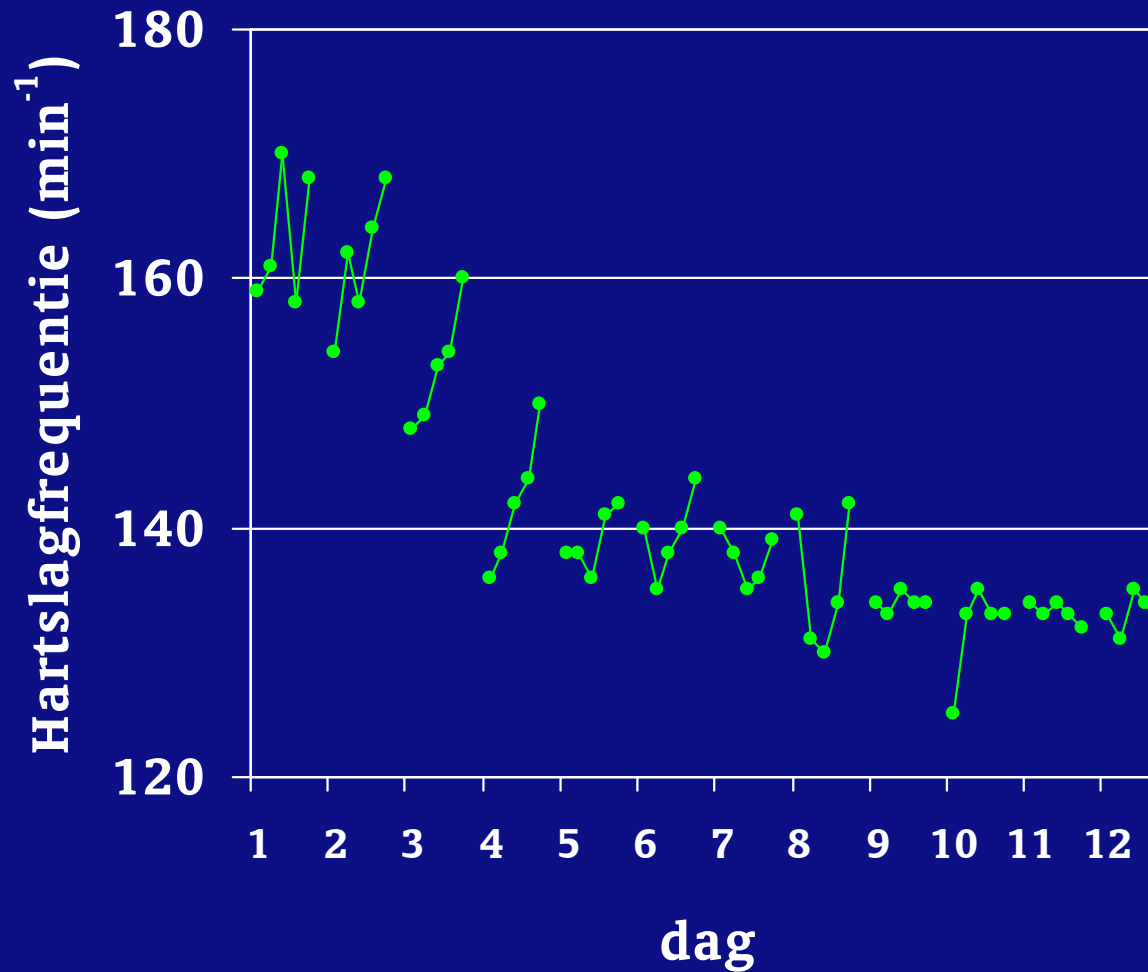


Acclimatisatie aan hitte



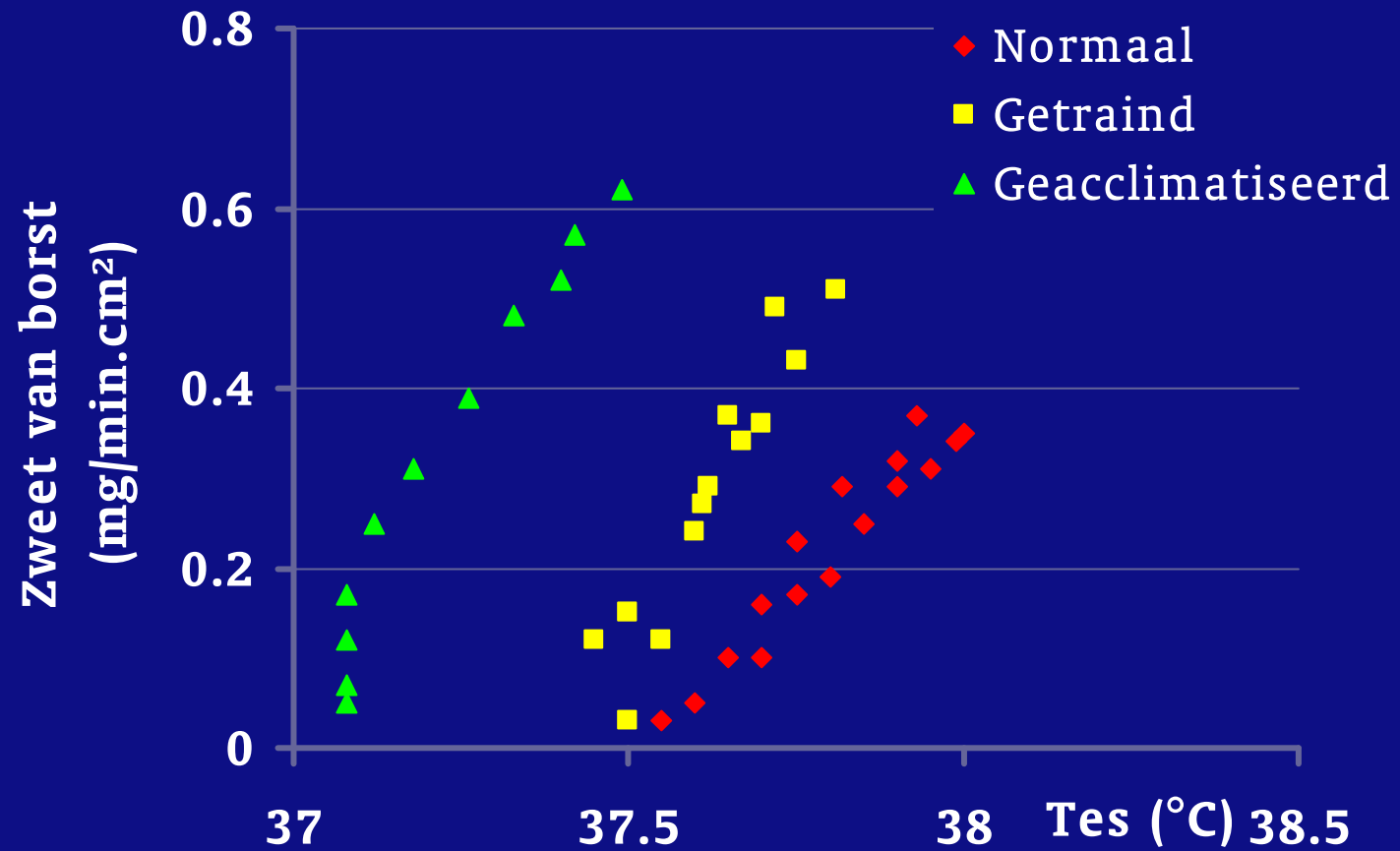
(Strydom et al., JAP 21(2): 636-642, 1966)

Acclimatisatie aan hitte



(Strydom et al., JAP 21(2): 636-642, 1966)

Acclimatisatie (Nadel)



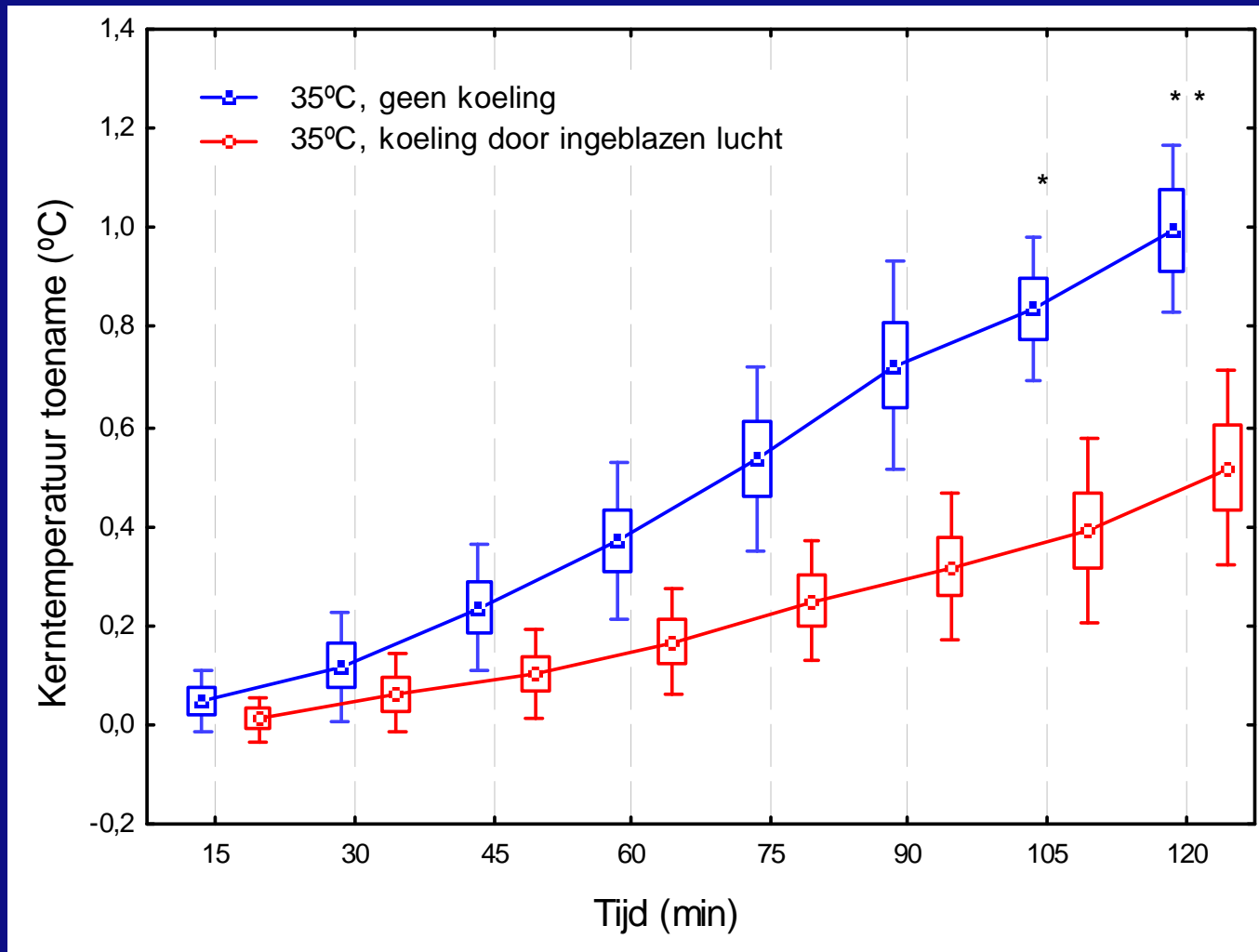
Koelen tijdens taakuitvoering



Twee uren vliegen

35°C met en zonder koeling

Kerntemperatuur tijdens vliegen

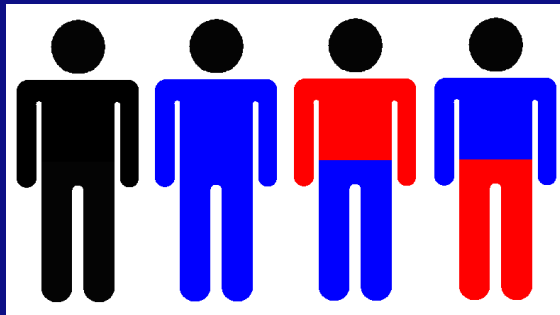


(Reffeltrath, 2002)
2007



Pre-cooling

- Recent experiment met 8 mannen
- Vier koelcondities (40 min.):

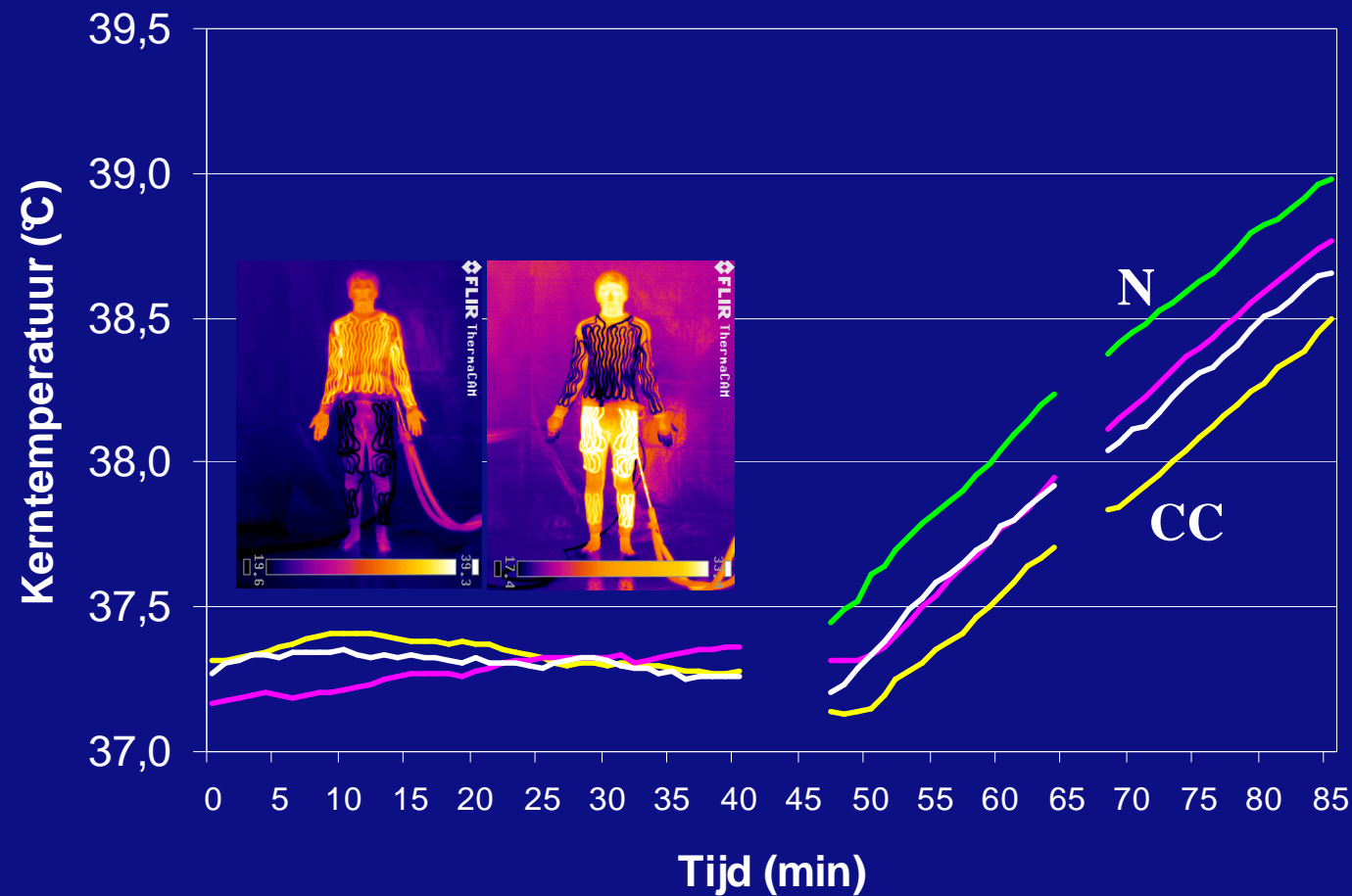


N CC WC CW

- Daarna 40 minuten inspanning op 60% VO_2max



Pre-cooling - kerntemperatuur



Normen m.b.t. koude

* PMV	ISO 7730
* Kledingisolatie	ISO/TR 11079
* Bevriezing	ISO/TR 11079
* Cold Surfaces	In de maak

Arbowet

Arbobesluit (6.1)

Beleidsregels (6.1 en 7.9)

Normen m.b.t. warmte

* Overzicht	NEN-ISO 11399
* EREQ	NEN-ISO 7933
* PMV	ISO 7730
* Medisch toezicht	NEN-EN-ISO 12894
* Warmtebelasting (WBGT)	NEN-EN-ISO 7423
* Subjectieve oordelen	ISO 10551
* Kleding	ISO 9920
* Metabolisme	ISO 8996
* Hete oppervlakken	NEN-EN 563
* Meten	ISO 7726

Nadere informatie

Hein Daanen

TNO Technische Menskunde

Postbus 23

3769 ZG Soesterberg

Tel. 0346 - 356402

Email: Daanen@tm.tno.nl

<http://home.wanadoo.nl/daanen>