

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Maarten van der Weijden op grote hoogte

Hoogtetenten voorzien in een behoefte. Op de website van een Amerikaanse fabrikant staan tientallen namen van topsporters die ermee hebben gewerkt, onder wie Lance Armstrong en Joey Cheek.

Ook verschillende Nederlanders hebben er de afgelopen tien jaar gedurende korte of langere tijd mee geëxperimenteerd. Maarten van der Weijden is de eerste Olympisch zwemkampioen die openlijk spreekt over het nut van kunstmatige hoogte. In zijn slaapkamer staat een tent die de luchtsamenstelling op verschillende hoogten kan simuleren; een zogenaamde hoogtetent. Als de ritsen van het doorzichtige tentdoek gesloten zijn, waant het lichaam van Maarten zich op 2500 meter hoogte. De luchtsamenstelling kan met een computer worden ingesteld waarbij een hoogte van 2000 - 5000 meter (zie afbeelding 2) kan worden gesimuleerd.

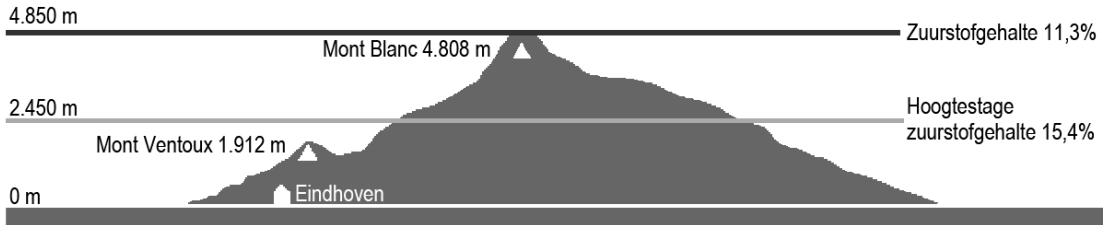
afbeelding 1



afbeelding 2

Hoogtebereik

Maarten van der Weijden kan zijn generator afstellen op hoogtes tussen 2.000 en 5.000 meter.



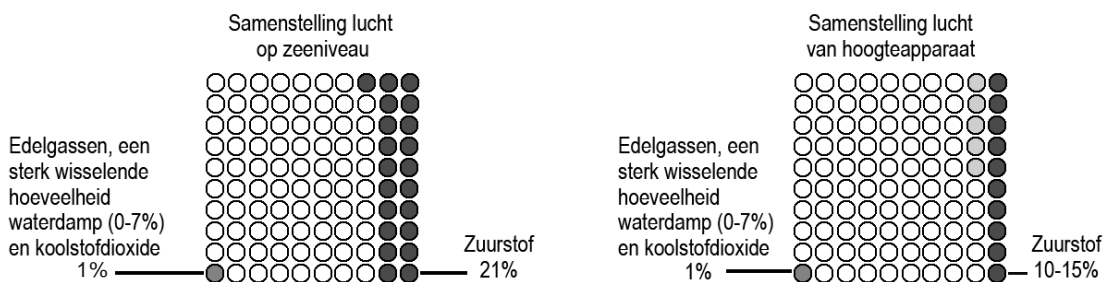
De belangstelling van topsporters voor hoogtetenten verbaast sportfysiologen niet. Gebruik van hoogtetenten biedt vele voordelen. De sporters hoeven hun eigen omgeving niet in te ruilen voor bergen. Het is goedkoper dan steeds op trainingskamp gaan. Ze kunnen zelf de exacte ‘hoogte’ instellen. Dat is nuttig, want ieder mens reageert anders op een lage zuurstofconcentratie. En ze kunnen ‘hoog rusten en laag trainen’, zoals het in sportjargon heet.

Volgens die methode, die ook door Maarten van der Weijden met succes werd gevolgd, rusten sporters op hoogte. Ze trainen daarentegen in de omgeving die ze gewend zijn, op zeeniveau.

In afbeelding 3 staat de samenstelling van de lucht, zoals je die in een hoogtetent kunt instellen, in een schema weergegeven. Links op zeeniveau, rechts hoog in de bergen.

afbeelding 3

Simulatie hoogtestage



- 1p 1 Van welk gas of van welke gassen neemt de concentratie op grotere hoogte in verhouding tot zeeniveau toe bij de simulatie in de tent?

In het lichaam van Maarten treedt tijdens de simulatie een aantal veranderingen op:

- 1 een verhoogde productie van rode bloedcellen in het beenmerg;
- 2 een verandering van de hoeveelheid zuurstof in de longblaasjes;
- 3 een verandering van de afgifte van het hormoon EPO (erythropoëetine) door de nieren;
- 4 een aanpassing van het vervoer van zuurstof door de bloedbaan naar de spieren.

Deze gebeurtenissen zijn via oorzaak en gevolg met elkaar verbonden.

2p **2** Welke nummers geven de juiste volgorde van oorzaak en gevolg weer?

- A 1 - 2 - 3 - 4
- B 2 - 3 - 4 - 1
- C 2 - 3 - 1 - 4
- D 3 - 2 - 1 - 4
- E 3 - 1 - 2 - 4
- F 4 - 1 - 2 - 3

Een rode bloedcel gaat na productie in het rechterdijbeen naar de spieren in de linkerkuit.

2p **3** Hoe vaak passeert deze rode bloedcel, via de kortste route door de bloedbaan, de rechter harthelft?
En hoe vaak de linker harthelft?

	rechter harthelft	linker harthelft
A	0	1
B	1	1
C	2	1
D	2	2

Rode bloedcellen hebben een aantal kenmerken, waardoor deze zich onderscheiden van de meeste andere menselijke cellen:

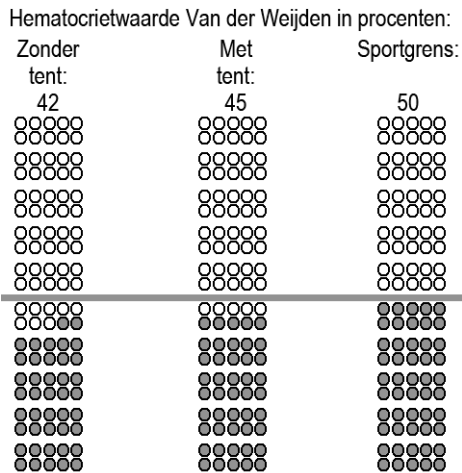
- 1 een groot oppervlak ten opzichte van de inhoud;
- 2 een hoge concentratie hemoglobine;
- 3 het ontbreken van DNA.

2p **4** Welke van deze kenmerken bevorderen de snelle opname en afgifte van O₂ in longblaasje en spieren?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D zowel 1 als 2
- E zowel 1 als 3
- F zowel 2 als 3

In afbeelding 4 wordt schematisch het verschil in hematocrietwaarde voorgesteld van mensen die wel of geen gebruik maken van de hoogtetent. De hematocrietwaarde is het volume rode bloedcellen per liter bloed in procenten. De hoogste hematocrietwaarde die nog door sportbonden geaccepteerd wordt, staat in de derde kolom.

afbeelding 4



- Een hematocrietwaarde van boven de vijftig procent levert gezondheidsproblemen op, doordat het bloed te stroperig wordt.
- 1p 5 Welk risico ontstaat dan vooral in de haarvaten?
- 2p 6 De hoogtesimulatie leidt tot een andere hematocrietwaarde. Hierdoor kan bij sportbeoefening een betere prestatie geleverd worden. Spierarbeid voor één zwemslag vereist een bepaalde hoeveelheid energie. Heeft de gewijzigde hematocrietwaarde van het bloed effect op het vrijmaken van de energie bij de verbranding van 1 mol glucose?
- A Ja, het verbranden van 1 mol glucose kost bij een hoge hematocrietwaarde meer O₂.
- B Ja, het verbranden van 1 mol glucose kost bij een hoge hematocrietwaarde minder O₂.
- C Nee, het verbranden van 1 mol glucose kost bij een hoge hematocrietwaarde evenveel O₂.
- 2p 7 Naast de luchtventilatie moet voor een aanpassing van de hemoglobineconcentratie ook op de voeding worden gelet. Welk voedingsmiddel levert per 100 gram de grootste bijdrage aan de opbouw van hemoglobine in het beenmerg?
- A biefstuk
- B brood
- C red bull drank
- D spaghetti
- E vruchtensap
- 1p 8 Sommige sportbeoefenaars vergelijken het gebruik van de hoogtetent als voorbereiding op betere prestaties met het verboden gebruik van EPO. Geef een argument dat pleit voor het wel toestaan van de hoogtetent.