

# Meer is soms minder, dus minder is soms meer

## 'Verminderde meeropbrengst' en overtraining nader beschouwd

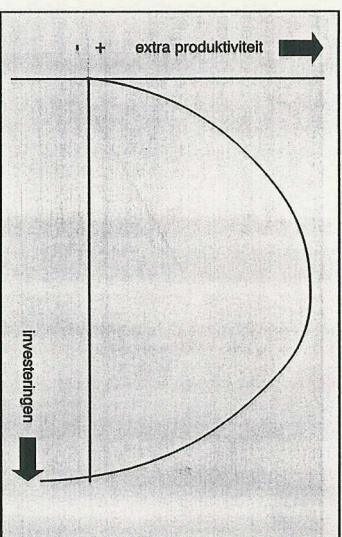
Drs. Hanno van der Loo

Een belangrijk principe in de training is, dat het menselijk lichaam zich verzet tegen verstoring van de homeostase en zich in sterke mate aanpast aan de eisen die vanuit de omgeving worden gesteld. De aanpassingen kunnen zowel een snel en tijdelijk, als een langzaam en (relatief) blijvend karakter hebben. Snelle aanpassingen worden vooral gereguleerd door het centrale zenuwstelsel (CZS) en het hormonale systeem. Zo neemt de kracht die een spier levert toe naarmate per tijdseenheid meer impulsen vanuit het centrale zenuwstelsel worden ontvangen en heeft een hogere bloedspiegel van het hormoon adrenaline o.a. een toename van het hartminuutvolume tot gevolg.

Indien dit soort acute aanpassingen herhaaldelijk noodzakelijk is, zal het lichaam zijn toevlucht nemen tot aanpassingen met een meer permanent karakter. Deze sorteren hetzelfde effect, maar kenmerken zich door structurele veranderingen in organen, weefsels en enzymsystemen. Zo leidt krachttraining (mits juist uitgevoerd) na een aantal weken tot een toename van de spiermassa en daarmee van de maximale spierkracht. En door intervaltraining kan het slagvolume van het hart - en daardoor het hartminuutvolume - worden verhoogd.

Ichamelijke respons (ook wel aangeduid als inwendige belasting) steeds minder sterk behoeft te zijn. Uiteindelijk zal het prestatievermogen structureel op een hoger niveau komen te liggen. De term **adaptatie** verwijst naar dit proces. Om een verdere stijging van het prestatievermogen te bewerkstelligen, zal de uitwendige belasting moeten worden verhoogd, waarna de beschreven cyclus van herhaalde homeostase-verstoring en ten-slotte instellen van een nieuw evenwicht cq. groter prestatievermogen opnieuw kan worden doorlopen.

De structurele aanpassingen aan de uitwendige belasting leiden ertoe, dat de acute Ten onrechte wordt in de sport soms de term **'verminderde meeropbrengst'** gebruikt als



**Figuur 2**  
De wet van de verminderde meeropbrengst in de economie: extra investeringen leiden in principe tot extra productiviteit, maar het effect van "meer van hetzelfde" wordt steeds geringer en kan bij een overmaat zelfs negatief worden, waardoor er juist een (onbedoelde) afname van de productiviteit zal optreden. In het uiterste geval wordt de extra productiviteit zelfs negatief, zodat de totale productiviteit onder het uitgangsniveau uitkomt.

synoniem voor de term adaptatie. Grafisch wordt de wet van de verminderde meeropbrengst in dat geval weergegeven zoals in figuur 1: hoe langer men een standaardbelasting ondergaat, des te geringer de toename van het prestatievermogen (trainingseffect). Er is met andere woorden sprake van een verminderde opbrengst en niet van een verminderde meeropbrengst. De laatste term is wel adequaat om een ander principe uit de trainingsteorie te beschrijven, zoals hierna zal blijken.

De wet van de verminderde meeropbrengst is ook bekend in de economie en heeft betrekking op het rendement van een extra investering. Een eenvoudig voorbeeld betreft het aanstellen van een personeel in een bedrijf.

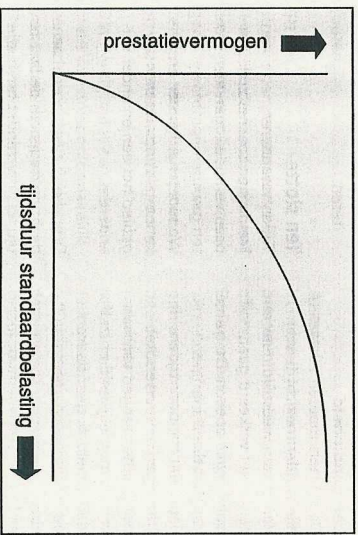
Aanvankelijk zal een extra personeelslid veel extra productiviteit genereren, omdat werk dat voorheen bleef liggen nu wel gedaan wordt of omdat aan nieuwe mogelijkheden aandacht besteed kan worden. Bij het eerste extra personeelslid is dit effect het sterkst, bij het tweede al wat minder, bij het derde nog minder enz. Met andere woorden: de meeropbrengst per extra personeelslid vermindert. Als er zoveel nieuw

personeel is aangenomen dat er evenwicht is ontstaan tussen de beschikbare hoeveelheid werk en het arbeidsvermogen, dan heeft aannamen van nieuw personeel geen zin meer. Wordt er desalniettemin toch extra personeel aangesteld, dan kost dit niet alleen extra geld, maar kan er zelfs een vermindering van de productiviteit optreden, omdat men elkaar voor de voeten gaat lopen, werk soms dubbel wordt gedaan, er een grotere kans is op conflicten etc.. In het uiterste geval kan de totale productiviteit op die manier afnemen tot onder het uitgangsniveau: de extra productiviteit is in dat geval negatief geworden. Zoals in figuur 2 te zien is, is het verband tussen de extra investeringen (horizontale as) en de extra productiviteit (verticale as) dus omgekeerd U-vormig en niet, zoals in figuur 1, asymptotisch.

Als we het bedrijf uit het bovenstaande voorbeeld vervangen door een sporter, de extra investeringen cq het extra personeel door extra trainingssessies en de extra productiviteit door het trainingseffect (extra prestatievermogen), dan zien we een vergelijkbaar fenomeen: een eerste portie extra trainingsarbeid

(kilometers, kilo's, worpen etc.) geeft veel trainingseffect, een tweede portie al wat minder, een derde nog minder enz. Wordt de trainingsoverbelasting te sterk opgevoerd, dan kan het trainingseffect verminderen of, in het uiterste geval, zelfs negatief worden. Viru (1995) duidt dit verschijnsel aan als het saturatie-fenomeen, maar de term verminderde meeropbrengst is hier eveneens bruikbaar.

Deze alternatieve wet van de verminderde meeropbrengst is overigens niet gebaseerd op nieuwe inzichten, maar woelt rechtstreeks voort uit het bekende supercompensatiemodel (zie o.a. Van de Goolberg en Swinkels, 1994; Weirneck, 1982), waarin het verband tussen belasting en herstel wordt weergegeven. In figuur 3 is een vereenvoudigde - maar in dit geval bruikbare - versie van dit model weergegeven, waarin de in werkelijkheid exponentieel verloopende curves vervangen zijn door rechte lijnen. Waar het om gaat is, dat het prestatievermogen tijdens en na een training vijf opeenvolgende fasen doorloopt: belasting, herstel, supercompensatie, uitdoven van de supercompensatie en ontranning.

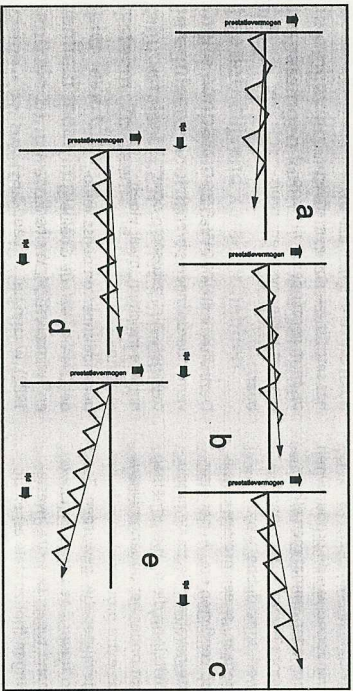
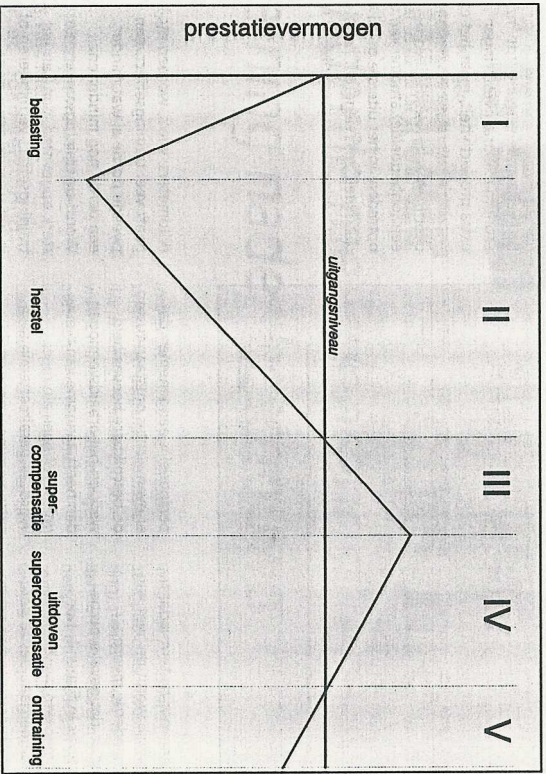


**Figuur 1**  
Het adaptatie-principe, in de sport soms ten onrechte aangeduid als de "wet van de verminderde meeropbrengst": een standaard trainingsbelasting leidt na herhaalde toepassing niet meer tot een toename van het prestatievermogen.

59



**Figuur 3**  
Een vereenvoudigde weergave van het supercompensatie-model.



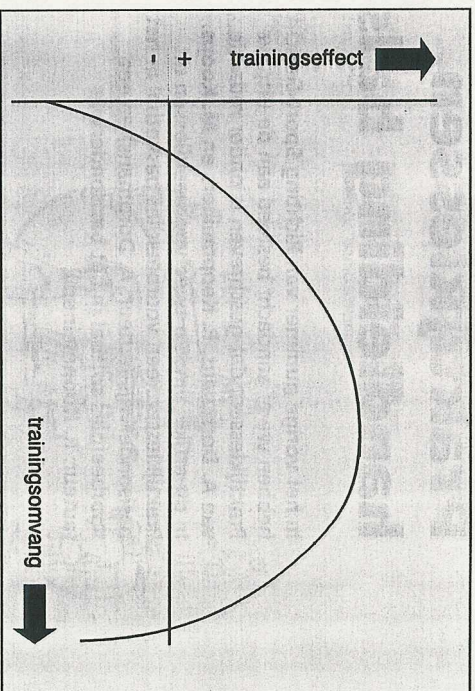
**Figuur 4**  
Het verband tussen de frequentie waarmee standaard trainingseenheden worden afgewerkt en de toe- resp. afname van het prestatievermogen:

- a schadelijke ondertraining: de veel te lage trainingsfrequentie leidt tot een afname van het prestatievermogen
- b relatieve ondertraining: de iets te lage trainingsfrequentie leidt tot een langzame toename van het prestatievermogen
- c optimale training: de frequentie is zo gekozen, dat steeds bij maximale supercompensatie wordt getraind, hetgeen leidt tot een snelle toename van het prestatievermogen
- d relatieve overtraining: de iets te hoge trainingsfrequentie leidt tot een langzame toename van het prestatievermogen
- e schadelijke overtraining: de veel te hoge trainingsfrequentie leidt tot een afname van het prestatievermogen

Als we er om wille van de eenvoud vanuit gaan, dat de totale trainingsbelasting van een sporter bestaat uit een x-aantal trainingseenheden van gelijke omvang, dan neemt de totale belasting evenredig toe met de trainingsfrequentie. In de figuren 4a t/m 4e is weergegeven, welke effecten het variëren van de trainingsfrequentie heeft. In de ideale situatie (4c) is de trainingsfrequentie zodanig, dat men steeds opnieuw gaat trainen als de supercompensatie ten gevolge van de vorige training maximaal is. Op deze manier bouwt men steeds voorop het fundament dat in de vorige training gelegd is en zal het prestatievermogen snel toenemen. Er is dus sprake van optimale training. Licht de trainingsfrequentie veel te laag (figuur 4a), dan zal het supercompensatie-effect reeds lang zijn uitgedoofd op het moment dat men weer gaat trainen en kan het uitgangsniveau zelfs teruggelopen zijn. Er wordt dus geen vooruitgang geboekt,

hoogstens wordt de achteruitgang van het prestatievermogen enigszins vermindert. Er is hier sprake van **schadelijke ondertraining**. Als de trainingsfrequentie iets te laag ligt (figuur 4b), dan traint men steeds als het supercompensatie-effect ten dele al weer is uitgedoofd. Het prestatievermogen wordt wel opgebouwd, maar de stenen zijn klein en het werk vordert langzaam. We zouden hier kunnen spreken van **relatieve ondertraining**. Een geringe verhoging van de trainingsfrequentie zal in dit geval leiden tot een optimale belasting (figuur 4c). Wordt de frequentie echter iets te sterk opgevoerd (figuur 4d), dan traint men steeds terwijl er nog geen sprake is van maximale supercompensatie. In dit geval is er weliswaar nog steeds sprake van een positief trainingseffect, maar dat effect is minder groot dan wanneer men iets minder frequent zou trainen. Dit verschijnsel kunnen we aanduiden als **relatieve overtraining**. NB: het effect van relatieve overtraining is even groot als dat van relatieve ondertraining, maar men moet er veel meer moeite voor doen en de kans op overbelastingsblessures is groter. Als de trainingsbelasting bovendien veel te sterk wordt opgevoerd (figuur 4e), dan traint men steeds in een situatie van onvoldoende hersteltijd en zal het prestatievermogen af- in plaats van toenemen. In dat geval kan men spreken van **schadelijke overtraining**.

Als we het trainingseffect (y-as) nu afzetten tegen de trainingsbelasting (x-as), dan zien we het saturatie-fenomeen cq. de nieuw geformuleerde wet van de verminderde meeropbrengst weer terug (figuur 5).



**Figuur 5**  
Het saturatie-fenomeen: vanaf een zeker punt levert het vergroten van de trainingsomvang geen extra rendement meer op. Een te grote trainingsomvang kan het trainingseffect verminderen of zelfs negatief laten worden (overtraining). Er is met andere woorden sprake van een **verminderde meeropbrengst**.

**Conclusies**

1. De term verminderde meeropbrengst wordt ten onrechte gebruikt als synoniem voor adaptatie, maar is wel geheel anders als alternatief voor het saturatie-fenomeen.
2. Hoewel er pas gesproken wordt van overtraining als het prestatievermogen afneemt ten gevolge van een te grote trainingsbelasting, is er feitelijk reeds sprake van als een vergroting van de trainingsbelasting leidt tot een vermindering van het trainingseffect. Het zoeken naar de optimale trainingsbelasting bestaat dus niet per definitie uit het stapsgewijs vergroten van de trainingsomvang zolang die nog door de sporter verdragen wordt, maar kan evenzeer bestaan uit het

**Referenties**

**Gooberg, T.** van de & **Swinkels, S.** (1994). *Sportgericht Extra 1. De basisprincipes van de training*. Voorburg: Uitgeverij Isidor.

**Viru, A.** (1995). *Adaptation in Sports Training*. Boca Raton: CRC Press.

**Wierneck, J.** (1982). *Optimale training*. Haarlem: De Vrieseborch.