



REUZEN

VAN DE NATUUR





REUZEN

VAN DE NATUUR

De biologie en evolutie van 's werelds
grootste planten en dieren



Graeme D. Ruxton

Voorwoord door Norman Owen-Smith

FONTAINE UITGEVERS



Oorspronkelijke titel: *Nature's Giants*

© 2019 by Quarto Publishing Plc.

Geproduceerd en ontworpen door The Bright Press, een imprint van the Quarto Group.

Ontwerp: Luke Herriott

Projectmanaging: D & N Publishing, Wiltshire

Oorspronkelijke uitgever: Jacqui Sayers

Voor de Nederlandse uitgave:

© 2019 Fontaine Uitgevers, Amsterdam

www.fontaineuitgevers.nl

Vertaling: Cornelis van Ginneken en Akkie de Jong/Vitataal

Redactie en productie: Vitataal, Feerwerd

Opmaak: Rode Egel Producties, Groningen

ISBN 978 90 5956 963 8

NUR 410

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch databestand of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

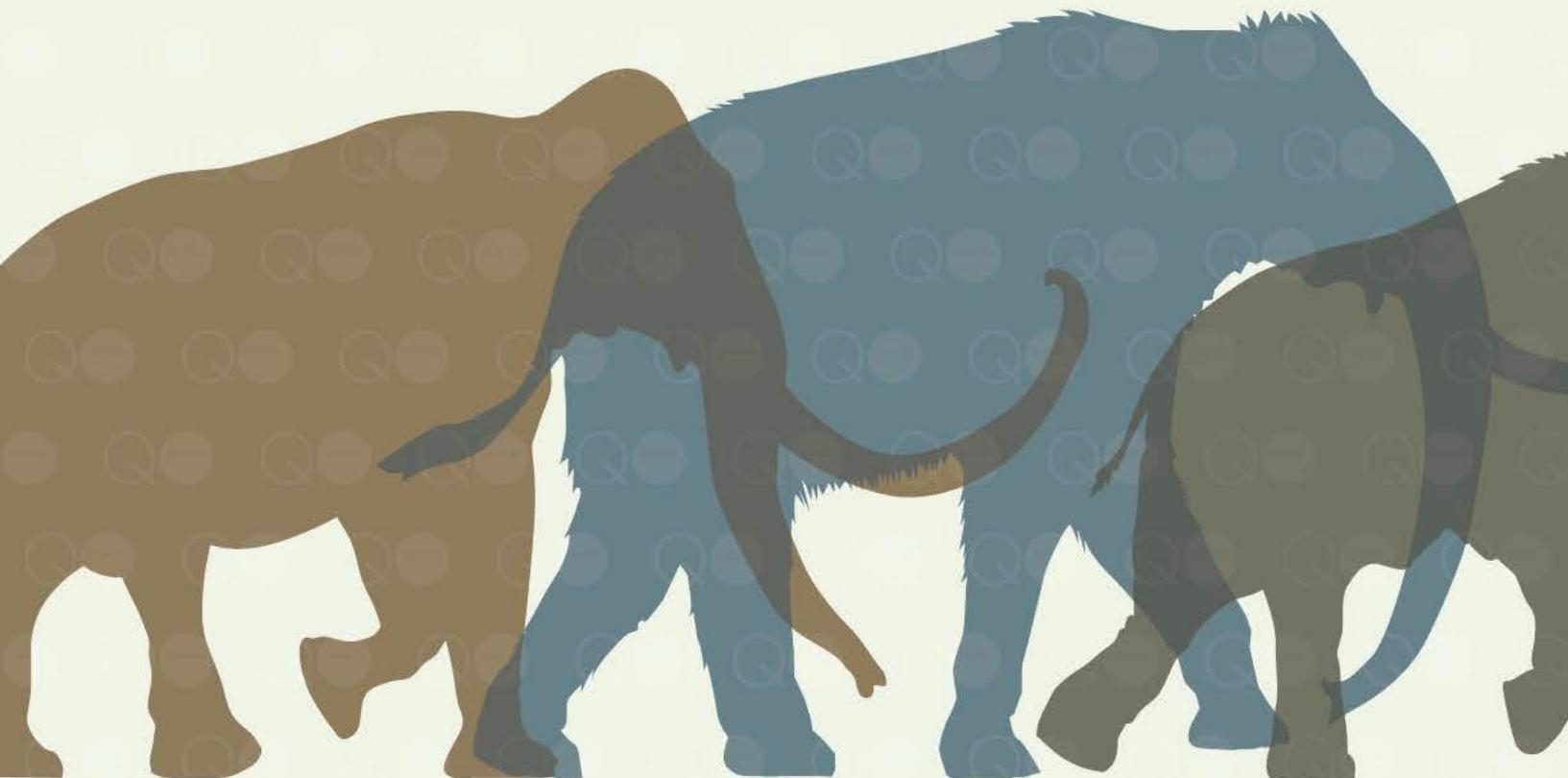
Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorgvuldigheid samengesteld. Noch de maker, noch de uitgever stelt zich echter aansprakelijk voor eventuele schade als gevolg van eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden in deze uitgave.

Fontaine Uitgevers is onderdeel van Uitgeefhuis Nieuw Amsterdam

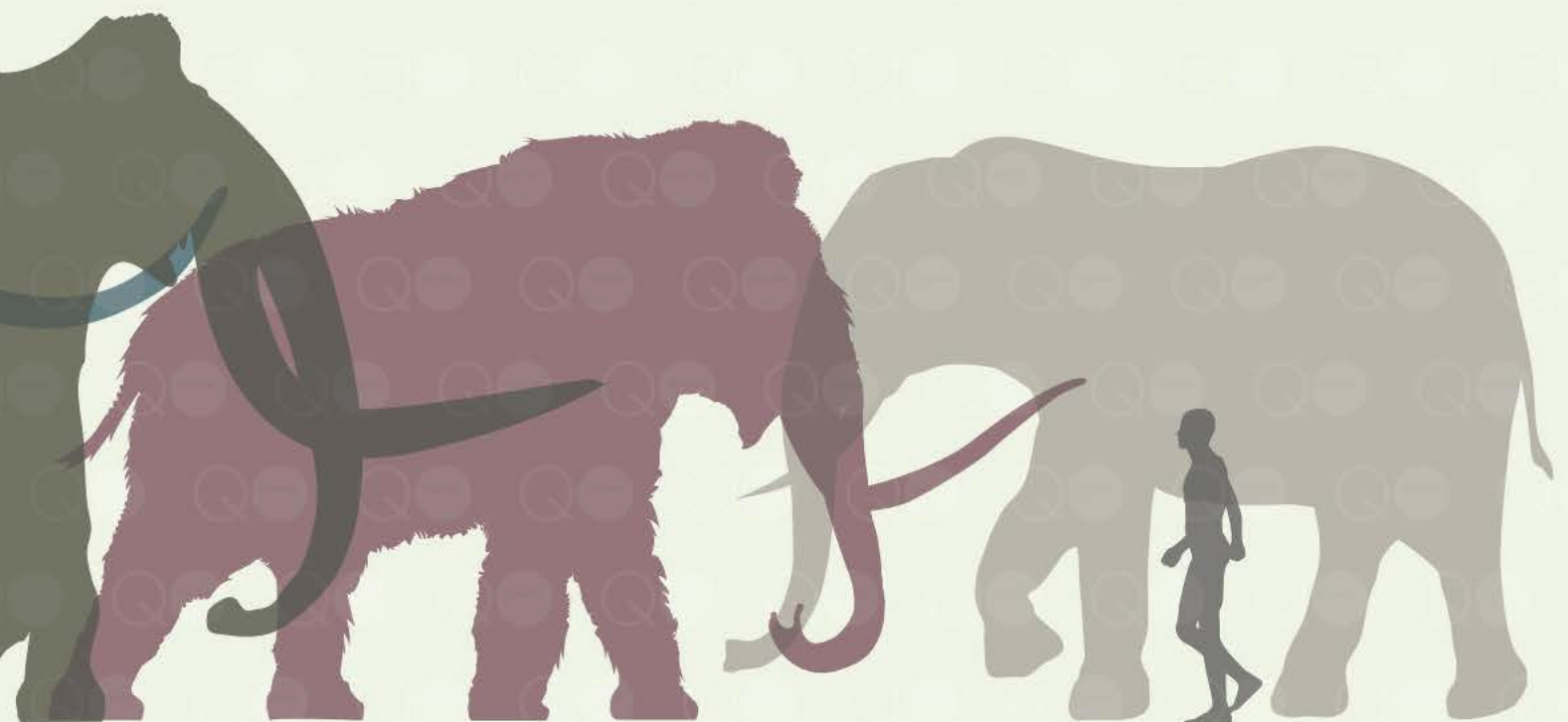


Inhoud

○	Voorwoord door Norman Owen-Smith	9
○	Inleiding	11
●	1 Leven op grote voet	12
●	2 Dinosauriërs	22
●	3 Kolossale zoogdieren	38
●	4 Reuzen uit de diepte	70
●	5 Reuzen in de lucht	100



●	6 Reuzeninsecten	124
●	7 Enorme ongewervelden	142
●	8 Recordreptielen en -amfibieën	170
●	9 Groene reuzen	202
○	Slotgedachten	218
○	Meer lezen	220
○	Register	220
○	Dankwoord	224





Voorwoord

Mensen hebben al eeuwenlang een fascinatie voor erg grote dieren, zoals we kunnen zien aan de hand van de oeroude rotskunst in Europa en Afrika. Maar behalve in Afrika en tropisch Azië zijn de prehistorische reuzenplantenetters van meer dan 1000 kg al snel nadat de moderne mens op hun continent verscheen, verdwenen. Nu leven deze resterende plantenetters onder dreiging van aanhoudende jachtdruk van de mens, iets wat ik ook heb benadrukt in mijn studie naar een van deze schitterende wezens, de witte neushoorn (*Ceratotherium simum*).

In dit boek verklaart professor Ruxton waardoor het formaat van de grootste organismen wordt beperkt. Hij geeft een fascinerend verslag van adaptieve morfologie en fysiologie om factoren te interpreteren die voor de grootte van verschillende levensvormen hebben gezorgd, vooral de factoren die ze beletten om nog groter te worden. Hij benadrukt ook het belang van natuurbehoud, want het zijn juist een aantal van de grootste soorten, zoals de witte neushoorn, die het meest te vrezen hebben van de groei van de wereldbevolking.

Dit bijzondere boek gaat nader in op de vraag wat een grote omvang betekent voor organismen, van grote plantenetende zoogdieren tot een breed scala aan andere taxonomische groepen. Het verklaart waarom de grootste levende dieren niet olifanten maar walvissen zijn, die geen herbivoor zijn maar zich voeden met kleine schaaldieren, het zogenaamde krill. En waarom sommige plantenetende reptielen uit het jura- en krijttijdperk aanzienlijk groter waren dan landzoogdieren en leefden te midden van veel kleinere reptielen. Het kijkt ook naar vogels en de vraag waarom die nooit het formaat hebben bereikt van de grootste plantenetende zoogdieren, ook al stammen ze af van een groep dinosauriërs. En het onderzoekt waarom reuzenspinnen, ondanks de fobieën die ze oproepen, niet groot genoeg kunnen worden om ons echt iets aan te doen. Ik weet zeker dat jij, als lezer, net zo zeer van deze fascinerende studie van de reuzen van de natuur zult genieten als ik deed.

Norman Owen-Smith

Emeritus onderzoeksprofessor

Universiteit van de Witwatersrand, Johannesburg, Zuid-Afrika

◀ Er wordt beweerd dat nijlpaarden (*Hippopotamus amphibius*) meer mensen doden dan elk ander Afrikaans zoogdier, inclusief de leeuw (*Panthera leo*).



Inleiding

Omvang is van belang

Je omvang speelt een rol in de ervaring van de wereld om je heen: de plas waar je achteloos overheen stapt zal voor de duizenden raderdiertjes die erin leven de hele wereld zijn die ze ooit zullen kennen. Omvang beïnvloedt elk aspect van het leven. Om maar een paar voorbeelden te noemen: grotere wezens leven langer maar krijgen minder nazaten en een stel muizen dat 500 kg weegt heeft meer voedsel, water en zuurstof nodig dan één koe van 500 kg. We vragen ons nooit af waarom bepaalde dieren een specifiek formaat hebben, maar waarom hebben ze eigenlijk die omvang? Waarom zijn er geen spinnen die groot genoeg zijn om ons op te eten, of walvissen die klein genoeg zijn voor in een badkuip? Door deze vragen te onderzoeken kunnen we beter begrijpen hoe allerlei natuurlijke organismen fungeren en door de grootste of de kleinste te bestuderen, worden de onderliggende mechanismen die het formaat sturen duidelijker. Dit boek focust op extreem grote organismen omdat die grondiger zijn bestudeerd dan de extreem kleine, en ook omdat ze ontzagwekkend zijn en vaak gewoon angstaanjagend!

Hoe dit boek is ingedeeld

De volgende 200 bladzijden zijn verdeeld in negen hoofdstukken. In hoofdstuk 2 tot en met 9 kijk ik vooral naar specifieke levende en uitgestorven reuzen en deel ik ze in grove categorieën in. Het spijt me als een van je favorieten slechts een korte verwijzing krijgt of helemaal niet wordt genoemd. Ik heb maar een beperkt aantal bladzijden om mee te spelen en ik moest wat lastige keuzes maken. Zoals we zullen zien in hoofdstuk 2 waren de meeste dinosauriërs groot of heel erg groot en er zijn er meer dan 700 benoemd, zodat ik daar makkelijk het hele boek mee had kunnen vullen. Ik heb er echter voor gekozen om maar een paar van de echt grote dinosauriërs te behandelen zodat we ook de reuzen van een reeks andere dieren- en plantengroepen kunnen bekijken.

Hoofdstuk 1 is een beetje anders: het focust niet op specifieke soorten. Het behandelt juist wat algemene thema's die we in het hele boek tegenkomen, zodat ik mezelf niet hoeft te herhalen als we bij reuzen van verschillende groepen op vergelijkbare kwesties stuiten.

Ik vond dat ik moest eindigen met een laatste poging om te verklaren waarom de meeste organismen niet enorm groot zijn en waarom één soort, die wel een groot lichaam heeft maar niet buitengewoon omvangrijk is – namelijk *Homo sapiens* – de wereld heeft onderworpen in een mate die door geen enkele reus ooit is geëvenaard.

◀ De tijger (*Panthera tigris*) is over het algemeen iets zwaarder dan de leeuw (*Panthera leo*) en is de grootste der katachtigen.

Hoofdstuk 1

LEVEN OP GROTE VOET



Elk hoofdstuk van dit boek behandelt een ander algemeen soort organisme. Er zijn echter een paar algemene principes die in het hele boek terugkeren en het wordt allemaal een stuk begrijpelijker als we die principes eerst behandelen. Een paar van deze ideeën dienen als opfrisser van wat simpele meetkunde en fysica die je je mogelijk herinnert van school. Daarna kijken we naar wat theorieën omtrent evolutie en hoe populaties zich aanpassen aan hun omgeving. Ook kijken we naar ideeën uit de ecologie over hoe populaties van verschillende individuen samen een ecosysteem kunnen vormen.



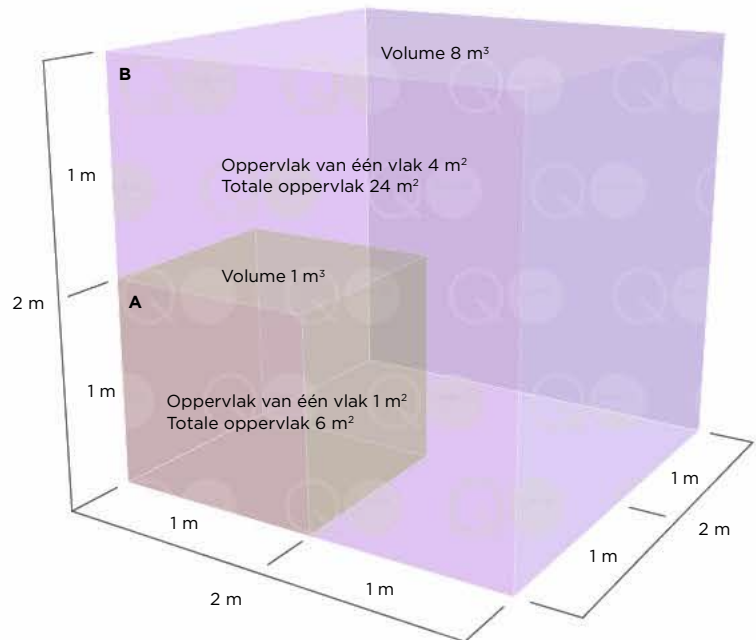
Volume, oppervlakte, gewicht en metabolisme

Stel je een dier voor dat in elk opzicht hetzelfde blijft, maar in omvang wordt opgeschaald. Het gewicht, het metabolisme en het oppervlak nemen allemaal toe als het groter wordt, maar het cruciale is dat ze dat in verschillend tempo doen. Dit heeft enorme consequenties voor de grootste dieren, dus moeten we dit fenomeen even wat nader beschouwen.

Wat simpele schaalberekening

Stel je twee kubussen voor (zie rechts). Kubus A is 1 m lang aan elke zijde en de zijdes van kubus B zijn twee keer zo lang (2 m). Het volume van kubus A kan worden berekend door de lengte te vermenigvuldigen met de breedte en de hoogte ($1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3$). Het oppervlak van één vlak van kubus A is $1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2$ en omdat de kubus zes gelijke vlakken heeft is de totale oppervlakte 6 m^2 . Hierdoor is eenvoudig te zien dat het volume van kubus B 8 m^3 en de totale oppervlakte 24 m^2 is. Dus als we de lengte van een kubus verdubbelen (van kubus A naar B), wordt het volume acht keer zo groot. Als de kubussen van hetzelfde materiaal zijn en we uitgaan van het principe dat gewicht proportioneel is aan volume, dan wordt kubus B ook acht keer zo zwaar. Het totale oppervlak wordt echter maar vier zo groot. Dus zowel oppervlak als gewicht neemt toe, maar gewicht in verhouding sneller dan oppervlak. Dit geldt niet alleen voor kubussen, als we een bol nemen en de diameter verdubbelen, wordt het gewicht acht keer groter en het oppervlak slechts vier keer. In feite geldt dit principe voor elke vorm. Maar waarom is dat belangrijk?

Denk in plaats van aan een kubus of een bol aan een vogel. Als we, net als bij de kubus, het formaat van de vogel verdubbelen, wordt zijn gewicht acht keer zo groot maar zal het oppervlak maar vier keer zo groot worden. Een vogel in vlucht moet met de slagkracht van zijn vleugels de zwaartekracht overwinnen die op hem drukt. De zwaartekracht die op hem werkt is direct gerelateerd aan zijn gewicht, waarbij een vogel die van snavel tot staart twee keer zo lang is, acht keer zo veel neerwaartse zwaartekracht ervaart. De opwaartse kracht die de vleugels genereren hangt af van de kracht waarmee hij ze kan bewegen en van hun oppervlak. Uit onze simpele schaalberekening blijkt dat een vogel die twee keer zo lang is, een vier keer zo groot vleugeloppervlak heeft als de originele vogel. Als hij met dezelfde kracht zijn vleugels



beweegt als de kleinere vogel, valt hij als een baksteen, dus moet hij extra spierkracht zien te vinden om twee keer zo hard met zijn vleugels te slaan. Hieruit wordt duidelijk dat hoe groter de vogel wordt, hoe harder hij moet werken om in de lucht te blijven – tot er uiteindelijk een limiet wordt bereikt, waarbij een vogel zijn vleugels gewoon niet meer hard genoeg op en neer kan bewegen om de zwaartekracht te overwinnen. Deze limiet op de omvang die een vogel kan hebben wil hij nog kunnen vliegen, is een direct gevolg van de manier waarop oppervlak en gewicht verschillend toenemen bij schaalvergroting.

Afnemende spierkracht

In feite is de situatie nog beroerder voor de grote vliegende vogel. Stel dat de kleine en de grote vogel dezelfde anatomie hebben en dat bij beide 40 procent van hun volume is gewijd aan vliegsieren voor het bewegen van hun vleugels. Dan zou je wellicht denken



◀ Kolibries hebben een menu van suikerrijke en zeer calorierijke nectar om het energieverbruik van hun vlucht te compenseren.



◀ Zeevogels leggen vaak grote afstanden af, dus om energie te besparen maken ze zo veel mogelijk gebruik van de wind.



◀ Grotere vogels zijn over het algemeen minder behendig, maar de witkoparend (*Haliaeetus leucocephalus*) kan accuraat genoeg vliegen om met zijn klauwen een vis uit zee te pakken.

dat de grotere vogel acht keer zoveel spiermassa heeft en dus acht keer meer kracht heeft om met zijn vleugels te slaan als de kleine vogel, maar zo rooskleurig liggen de zaken niet. De efficiëntie van de output van spieren neemt af met hun omvang, zodat de grotere vogel minder dan acht keer de kracht uit zijn spieren haalt die wel acht keer zo groot zijn. Het probleem is opnieuw de oppervlakte. Spieren genereren hun kracht door het verkorten van spiervezels en naarmate spieren groter worden, worden deze vezels ook groter, zodat ze meer kracht kunnen opslaan en vrijmaken. Maar de kracht die een vezel vrijmaakt is niet evenredig aan zijn totale volume maar aan zijn dwarsdoorsnede. Zoals we hierboven zagen neemt de oppervlakte minder snel toe dan het volume, dus levert een spier die acht keer zo groot is in volume niet acht keer zo veel kracht. Dit verklaart waarom ik hijg en puf als ik een pakket draag dat maar een derde van mijn eigen gewicht weegt, maar een mier makkelijk tien keer zijn eigen gewicht kan dragen over lange afstanden. Hoe groter je wordt, hoe zwakker je relatief wordt.

Enorme metabolismen

Ik weeg 80 kg en eet een hoop! Als ik nog excentrieker was dan ik al ben en 2000 hamsters had, zouden ze samen evenveel wegen als ik, maar heel wat meer eten – waarschijnlijk zes of zeven keer zo veel als ik. Dit is een algemene trend: grotere dieren moeten meer eten dan kleine, maar hun eetlust neemt minder dan proportioneel toe met hun gewicht. Dit komt doordat metabolisme zich minder dan evenredig verhoudt tot gewicht.

▼ Bladsnijdersmieren voeren vegetatie aan een schimmel die ze in hun nest houden en waar ze aan knabbelen als deze groeit.



Je metabolisme is de energie die je verbruikt in al je activiteiten. Zo is mijn metabolisme nu, terwijl ik zit te typen, ongeveer 200 W, als ik slaap daalt het naar 100 W en als ik erg hard train gaat het misschien omhoog naar 1000 W (wat maar half de energie is die een föhn gebruikt). Als we gewicht en metabolisme van diverse dieren zouden meten en die uitzetten op een grafiek, zouden we zien dat grotere dieren een hoger metabolisme hebben, maar dat over het algemeen het metabolisme met een factor 0,75 verandert ten opzichte van het gewicht. Ik wil niet te veel ingaan op de wiskunde van factoren, maar het cruciale van het getal 0,75 is dat het positief is, zodat metabolisme inderdaad toeneemt met gewicht. Het is alleen wel kleiner dan één, wat betekent dat het langzamer dan evenredig toeneemt.

Dat is goed nieuws voor grotere dieren, want het betekent dat ze weliswaar een hoop eten moeten vinden, maar ook weer niet zo veel als je zou verwachten. Er is meer goed nieuws, namelijk het feit dat dieren vet opslaan om hun metabolisme te voeden als voedsel schaars is. Als we een dier groter maken neemt zijn vetopslag evenredig toe met zijn gewicht en neemt die bijvoorbeeld 20 procent in van zijn gewicht, onafhankelijk van zijn omvang. Maar het metabolisme (het tempo waarin de vetopslag wordt verbruikt) neemt langzamer toe dan het gewicht. Zo kunnen grotere dieren langer overleven op hun reserves. Een blauwe vinvis (*Balaenoptera musculus*) kan zich in de zomer volproppen en dan de hele winter op die reserves teren, terwijl een spitsmuis elke dag voedsel moet vinden, hoeveel sneeuw er ook ligt.

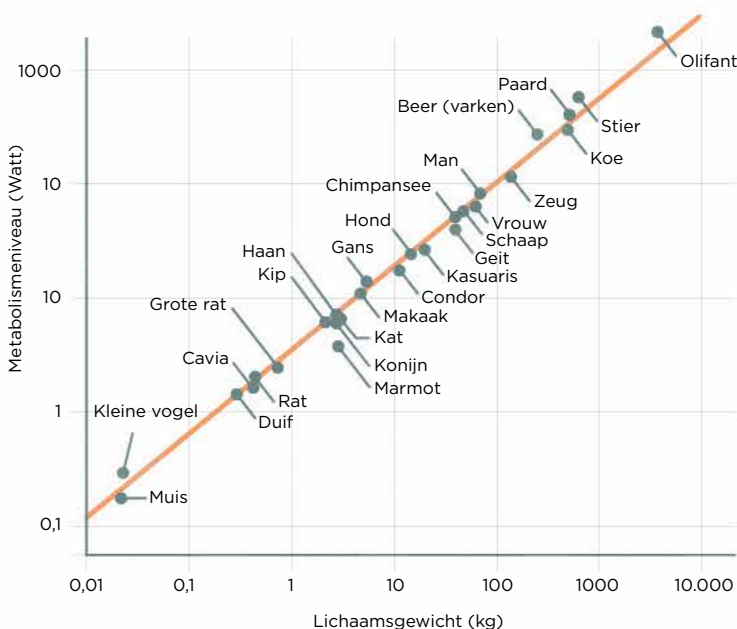
▼ Dit klokhuis is veel zwaarder dan de mier die het draagt, maar door samen te werken kunnen mieren op hun rug zelfs knaagdieren die veel zwaarder zijn naar hun nest vervoeren.





▲ Olifanten houden van water om koel te blijven.

▼ Het metabolismeniveau neemt toe met de omvang, maar minder dan evenredig – met een factor van circa 0,75 ten opzichte van het gewicht – dus als een koe tien keer zwaarder is dan een geit, dan zal het niveau van haar metabolisme circa zes keer hoger zijn.



Metabolisme en oppervlakte

Zoals we zagen neemt zowel metabolisme als oppervlakte toe bij toenemend gewicht, maar beide doen dat minder dan evenredig – en belangrijk is dat metabolisme dat iets sneller doet dan oppervlakte. Dit heeft enorme consequenties. Om dit te illustreren moet je bedenken dat het tempo waarin een dier zuurstof absorbeert toeneemt met het longoppervlak, en het tempo waarin het energie absorbeert uit voedsel zich verhoudt tot het oppervlak van het spijsverteringsstelsel. Dus als we het dier opschalen maar het verder hetzelfde laten, wordt het lastiger voor het dier om te overleven. Zijn metabolisme – en dus zijn behoefte aan zuurstof en voedselenergie – neemt sneller toe dan zijn vermogen om deze essentiële zaken te absorberen. Dat is de reden waarom de binnenkant van een hert niet even simpel is als die van een opgeschaalde muis – naarmate dieren groter worden, moeten ze efficiënter worden in ademen en verteren.

Terwijl ik hier zit te typen, verbruik ik ongeveer 200 W energie. Een deel van die energie wordt goed benut (zoals voor het bewegen van mijn vingers over het toetsenbord, het verteren van mijn lunch en de aanmaak van nieuwe bloedcellen), maar zo'n 90 procent gaat verloren als warmte-energie. Een deel van die warmte wordt gebruikt om mijn lichaamstemperatuur op circa 37°C te houden, maar de meeste warmte vervliegt gewoon in de omgeving – wat blijkt uit het feit dat, als ik opsta, het kussen waarop ik zat warm aanvoelt. Uit die eerdere bespreking van oppervlak en volume zal het duidelijk zijn dat warm blijven een hele uitdaging is voor kleine organismen, net zoals het vermijden van oververhitting een uitdaging is voor grote dieren. Dat komt omdat bij meer gewicht het metabolisme sneller toeneemt dan het oppervlak. Daarom hebben olifanten grote oren waarmee ze flapperen om warmte af te voeren.

▼ We zweten om af te koelen bij het sporten, maar dat betekent dat we het water dat we verliezen moeten vervangen.

