

MOSQUITO



Timothy C. Winegard

# MOSQUITO

*Hoe de mug de loop van onze geschiedenis bepaalde*

Vertaald door Dennis Keesmaat en Maarten van der Werf



2019

THOMAS RAP  
AMSTERDAM

Copyright © 2019 Timothy C. Winegard  
Copyright Nederlandse vertaling © 2019 Dennis Keesmaat en  
Maarten van der Werf  
Oorspronkelijke titel *The Mosquito. A Human History of Our  
Deadliest Predator*  
Oorspronkelijke uitgever Dutton/Penguin Random House  
Omslagontwerp bij Barbara  
Vormgeving binnenwerk CeevanWee, Amsterdam  
Druk Bariet Ten Brink, Meppel  
ISBN 978 94 004 0407 6  
NUR 320

thomasrap.nl

Voor mijn ouders, Charles en Marian,  
van wie ik mocht reizen, weten en nieuwsgierig mocht zijn,  
en die me baadden in liefde



# Inhoud

Inleiding 11

## HOOFDSTUK 1

De dodelijke tweeling: de mug en haar ziekten 17

## HOOFDSTUK 2

Survival of the fittest: koortsduivels, football en sikkelcellen 43

## HOOFDSTUK 3

Generaal Anopheles: van Athene tot Alexander 73

## HOOFDSTUK 4

Muggenlegioenen: opkomst en ondergang van het Romeinse Rijk 99

## HOOFDSTUK 5

Muggen zonder berouw: een geloofscrisis en de kruistochten 127

## HOOFDSTUK 6

Muggenhorden: Dzjengis Khan en het Mongoolse Rijk 155

## HOOFDSTUK 7

De Columbiaanse uitwisseling: de mug en de global village 167

HOOFDSTUK 8

Toevallige veroveraars: de Afrikaanse slavernij en de annexatie van  
Amerika door de mug 195

HOOFDSTUK 9

De grote beproeving: muggenland, mythologie, tabak en de oor-  
sprong van de vs 217

HOOFDSTUK 10

Addergebroed in een natie: de mug en de schepping  
van Groot-Brittannië 249

HOOFDSTUK 11

Smeltkroes van ziekte: koloniale oorlogen en een  
nieuwe wereldorde 275

HOOFDSTUK 12

Revolutionaire koorts: de Amerikaanse Revolutie 297

HOOFDSTUK 13

Huurlingmuggen: de vrijheidsoorlogen en het ontstaan  
van het huidige Amerika 317

HOOFDSTUK 14

De muggen van het Manifest Destiny: katoen, slavernij,  
Mexico en de Zuidelijke Verenigde Staten 337

HOOFDSTUK 15

Onze duistere kant: de Amerikaanse Burgeroorlog 353

HOOFDSTUK 16

De mug ontmaskerd: ziekte en imperialisme 389

HOOFDSTUK 17

Dit is Ann, ze sterft van verlangen: de Tweede Wereldoorlog,  
Dr. Seuss en DDT 423



HOOFDSTUK 18

Dode lentes en resistente bacteriën: de wedergeboorte  
van de mug 457

HOOFDSTUK 19

De moderne mug en haar ziekten: is het einde nabij? 475

Conclusie 501

*Dankwoord* 507

*Selectieve bibliografie* 513

*Noten* 529

*Register* 541

*Bronvermelding* 555



# Inleiding

**W**e zijn in oorlog. Met de mug.

Een zwermend en hongerig leger van 110 biljoen vijandige muggen houdt elke vierkante centimeter van de aarde in de gaten, behalve Antarctica, IJsland, de Seychellen en een paar petieterige eilandjes in Frans-Polynesië. De wijfseskrijgers van deze zoemende insectenpopulatie zijn gewapend met minstens vijftien dodelijke en ondermijnende biologische wapens, die ze gebruiken tegen ons, de 7,7 miljard mensen op deze wereld, die zichzelf proberen te verweren met twijfelachtige middelen die soms zelfs schadelijk zijn voor henzelf. De defensiebegroting waarmee we sprays en andere bestrijdingsmiddelen kopen om ons tegen de onophoudelijke aanvallen te beschermen bedraagt jaarlijks een kleine 10 miljard euro, en dat wordt alleen maar meer. En toch blijft de mug haar aanvallen voortzetten, pleegt ze haar misdaden tegen de menselijkheid met gevaar voor eigen leven. Hoeveel we er ook doden, zij blijft onze dodelijkste vijand. Vorig jaar maakte ze een luttele 830.000 slachtoffers. De mens, verstandige en wijze homo sapiens, moest genoeg nemen met de tweede plaats: wij brachten maar liefst 580.000 van onze soortgenoten om zeep.

De Bill & Melinda Gates Foundation heeft sinds de oprichting in 2000 4 miljard dollar besteed aan muggenonderzoek en publiceert een jaarlijks rapport waarin de mug als het gevaarlijkste voor de mens wordt aangemerkt. Er is geen concurrent van enige betekenis: deze

zwaargewicht, de toppredator die al sinds mensenheugenis op ons jaagt is de mug. Sinds 2000 ligt het gemiddelde jaarlijkse aantal dodelijke slachtoffers van de mug op ongeveer twee miljoen. Wij komen met 475.000 op de tweede plaats, na de slang (50.000), honden en zandmuggen (elk 25.000), de tseetseevlieg en de ‘*assassin bug*’ of ‘*kissing bug*’ (een soort roofwants) (10.000 elk). De grote moordenaars uit de Hollywoodlegenden staan veel lager op de lijst. De krokodil staat met 10.000 op de tiende plaats. Daaronder staan het nijlpaard met vijfhonderd en de olifant en de leeuw met honderd doden per jaar. De beruchte haai en de wolf delen de vijftiende plaats met een gemiddelde van tien slachtoffers per jaar.\*

Door de mug zijn meer doden gevallen dan door welke andere oorzaak dan ook in de geschiedenis van de mens. Als we extrapoleren vanuit de beschikbare statistische gegevens, benadert het aantal doden door de mug de helft van alle mensen die ooit hebben geleefd. In heldere getallen komt dat neer op naar schatting 52 miljard doden van de 108 miljard mensen in de relatief korte periode van 200.000 jaar dat we bestaan.\*\*

Toch doodt de mug niemand direct. Ze zaait dood en verderf in de vorm van de uiterst dodelijke ziekten die ze overdraagt. Zonder haar zouden deze sinistere pathogenen niet op mensen kunnen worden overgedragen en zou de cyclus van besmetting worden doorbroken. Zonder haar zouden deze ziekten zelfs helemaal niet bestaan: het een kan niet zonder het ander. De verschrikkelijke mug, het diertje met het

\* Vanaf 2000 ligt het aantal doden als gevolg van door muggen overgedragen ziekten tussen de 1 en 3 miljoen. De consensus is dat het gemiddelde aantal ongeveer 2 miljoen bedraagt.

\*\* Bij deze schattingen zijn een aantal factoren en wetenschappelijke modellen in aanmerking genomen, waaronder: de oorsprong en levensverwachting van zowel homo sapiens als de door de mug overgedragen ziekten in Afrika; de patronen van de migratie van mensen, muggen en de genoemde ziekten uit Afrika in plaats en tijd; het moment waarop de verschillende vormen van genetische weerstand tegen bepaalde malariavarianten begonnen voor te komen; de historische sterftcijfers aan door de mug overgedragen ziekten; bevolkingsgroei en demografische factoren; historische periodes van natuurlijke klimaatverandering en mondiale temperatuurfluctuaties.

gewicht en het formaat van een druivenpitje, zou even onschuldig zijn als de huisvlieg of de mier, en je zou dit boek nu niet zitten lezen, want haar verhaal als brenger van de dood zou afwezig zijn in de annalen en ik zou geen sterke en bijzondere verhalen hebben om te vertellen. Stel je die wereld eens voor: een wereld zonder de mug als drager van de dood, of zelfs helemaal zonder muggen. Onze geschiedenis en de wereld waarop we leven zouden er totaal anders uitzien. We hadden net zo goed ergens anders kunnen wonen, op een vreemde planeet in een sterrenstelsel ver van ons vandaan.

De mug bevond zich altijd in de frontlinie van de geschiedenis: als trouwe dienaar van Magere Hein en als belangrijkste brenger van verandering. Ze heeft een grotere rol gespeeld in de geschiedenis van de mens dan ieder ander dier waarmee we onze wereld delen. In dit boek, dat bol staat van dood en ziekte, zult u een door muggen geteisterde reis maken door de geschiedenis die wij delen met de mug. Karl Marx schreef al in 1852: 'De mensen maken hun eigen geschiedenis, maar zij maken die niet uit vrije wil.' Het was de standvastige en onverzadigbare mug die ons lot beïnvloedde en bepaalde. De historicus J.R. McNeill van de Universiteit van Georgetown zegt hierover: 'Het is misschien een zware slag voor onze liefde voor onze eigen soort, om te weten dat onze internationale politiek soms bepaald wordt door een nietig diertje als de mug of een of ander virus. Maar dat kan inderdaad zo zijn.' We vergeten weleens dat de geschiedenis niet het werk is van de voorzienigheid.

Een veelvoorkomend thema in dit boek is de wisselwerking tussen oorlog, politiek, transport en migratie, handel en de veranderende patronen in klimaat en de manier waarop de mens het land gebruikt. De mug bevindt zich niet in een vacuüm, en haar opkomst in de wereld kon plaatsvinden door zowel natuurlijke als sociale processen. Onze relatief korte menselijke reis, van onze eerste stappen in en buiten Afrika tot onze odyssee over de wereld, zijn het gevolg van onze co-evolutie met de natuur. Wij mensen hebben door onze eigen migraties (vrijwillig en onvrijwillig), onze bevolkingsdichtheid en bevolkingsdruk een grote rol gespeeld bij de verspreiding van de ziekten die door de mug worden overgebracht. Historisch gezien zijn de ideale omstandigheden voor het voortbestaan van deze ziekten in de hand gewerkt door onze

domesticatie van planten en dieren (die laatste zijn reservoirs van ziekten), ontwikkelingen in de landbouw, ontbossing, klimaatverandering (van natuurlijke oorsprong, maar ook klimaatverandering die door de mens is veroorzaakt), wereldoorlogen, de wereldhandel en onze verplaatsingen.

Historici, journalisten en het menselijke geheugen vinden ziekten en epidemieën vaak nogal saai, vergeleken met oorlogen, veroveringen en belangrijke historische personen, meestal legendarische militaire leiders. De geschiedschrijving is besmet door de neiging het lot van naties en rijken, de uitkomst van belangrijke oorlogen en het verloop van bepaalde gebeurtenissen toe te schrijven aan individuele heersers, generaals of aan grotere processen waarbij menselijk handelen een rol speelt, zoals politiek, religie en economie. En in plaats van erkend te worden als de actieve actor binnen het reilen en zeilen van onze beschaving wordt de mug afgeschreven als niet meer dan een toeschouwer van de gebeurtenissen. Daardoor wordt haar betekenis als essentiële invloed op de geschiedenis niet gezien. De mug en de ziekten die ze bij zich draagt en die alle kooplieden, reizigers, soldaten en kolonisten overal en altijd hebben vergezeld, waren veel dodelijker dan welk door de mens gemaakt wapen of welke uitvinding dan ook. De mug heeft de mens sinds onheuglijke tijden onvermoeibaar aangevallen vanuit haar ontelbare hinderlagen, en zo haar onuitwisbare stempel gedrukt op de wereldorde van vandaag.

Huurlingmuggen verzamelden legers van ziekte en dood, zochten de slagvelden van de wereld op, en bepaalden zo dikwijls de uitkomst van oorlogen die de loop van de geschiedenis veranderden. Keer op keer wist de mug de grootste legers van haar tijd te vernietigen. Jared Diamond zei eens dat alle kasten vol militaire geschiedenis en alle toeters en bellen van Hollywood een waarheid negeerden die het ego van de mens aan gruzelementen slaat: de ziekten die de mug overbrengt zijn veel dodelijker dan de schade die de mens, zijn materieel, of het brein van de briljantste generaal kan berokkenen. Als we door de loopgraven lopen en de historische slagvelden bezoeken, moeten we beseffen dat een zieke soldaat veel belastender is voor het militaire apparaat dan een dode soldaat. Niet alleen moet hij worden vervangen, hij doet ook een beroep op de middelen van het leger. In ons door oorlog ge-

teisterde bestaan zorgden de door muggen overgebrachte ziekten niet alleen voor vele, vele doden, maar ook voor de last de zieken te moeten verzorgen.

Ons immuunsysteem is goed ingespeeld op onze omgeving. Door onze nieuwsgierigheid, hebzucht, inventiviteit, arrogantie en blote agressie worden ziektekiemen in de wereldwijde wervelwind van gebeurtenissen gestrooid. Muggen hebben geen respect voor nationale grenzen, of daar nu een muur omheen staat of niet. Marcherende legers, kolonisten en Afrikaanse slaven brachten nieuwe ziekten naar verre landen, maar anderzijds werden ze ook op de knieën gedwongen door de micro-organismen in de landen die ze wilden veroveren, waar ze heen trokken of onvrijwillig heen werden gebracht. Naarmate de mug het landschap van de beschaving veranderde, werd de mens onbewust gedwongen zich aan te passen aan de veranderende omstandigheden. Zo was de mug, onze dodelijkste vijand, de belangrijkste externe prikkel die de menselijke geschiedenis beïnvloedde en dus de wereld waarin we leven mede vormgaf.

Ik denk dat ik zonder voorbehoud kan zeggen dat de meeste lezers van dit boek één ding gemeen hebben: een grondige hekel aan muggen. Het schelden op muggen is een geliefd tijdverdrijf, en dat is al zo sinds de mens bestaat. Eeuwenlang, vanaf het ontstaan van onze hominide voorouders in Afrika tot op de dag van vandaag, zijn we verward geweest in een strijd op leven en dood met de niet zo nederige mug. Gedurende het grootste deel van de geschiedenis was dat een ongelijke strijd en maakten we geen schijn van kans. Door evolutionaire aanpassing heeft onze vasthoudende, dodelijke aartsvijand herhaaldelijk onze pogingen tot uitroeiing weten te ontwijken, zodat ze zich tot op heden koortsachtig laaft aan ons bloed en haar schrikbewind nog altijd voortduurt. De mug is nog steeds de grote vernietiger op deze wereld en de voornaamste moordenaar van de mens.

Onze oorlog met de mug is dé oorlog die we op deze aarde voeren.





## HOOFDSTUK I

# De dodelijke tweeling: de mug en haar ziekten

Het is al 190 miljoen jaar een van de meest herkenbare en ergerniswekkende geluiden ter wereld: het gezoem van een mug. Na een lange dag wandelen met familie of vrienden kom je terug op de camping, neem je een verkwikkende douche, nestel je je in je tuinstoel, trek je een ijskoud biertje open en slaak je een diepe, tevreden zucht. Maar voordat je je eerste slok hebt kunnen nemen, hoor je dat maar al te bekende geluid van de brenger van de rusteloze nacht.

De schemering valt in, de favoriete voedertijd van de mug. Je hebt haar horen aankomen, maar toch landt ze ongemerkt op je enkel, want ze blijft het liefst dicht bij de grond. Muggen die bijten zijn trouwens altijd vrouwtjes. Een seconde of tien verkent ze voorzichtig het gebied, op zoek naar een goede ader. Met haar kont in de lucht richt ze nauwkeurig de zes verfijnde naalden van haar snuit. Ze steekt twee gekartelde messen in je huid (ze lijken op een elektrisch mes, met twee van die zaagbladen) en zaagt die open, waarna twee andere naalden een opening voor de daadwerkelijke zuignaald maken, een holle naald die uit zijn beschermende omhulsel komt. Met dit ‘rietje’ zuigt ze drie tot vijf milligram bloed naar binnen, waar ze meteen het water uitfiltert en uitscheidt om de 20 procent proteïne in het bloed verder in te dikken. Ondertussen wordt via de zesde naald speeksel onder de huid gepompt met een antistollingsmiddel, zodat het bloed niet in de buurt van de

steekwond stolt.\* Daardoor duurt de beet minder lang, waardoor de kans dat je de beet voelt en de mug platslaat kleiner wordt.\*\* Het antistollingsmiddel veroorzaakt een allergische reactie, waardoor als afscheidscadeau een jeukend bultje ontstaat. Het muggenvrouwtje heeft je bloed nodig om de eitjes te kunnen voldragen.\*\*\*

Ze moet niet altijd jou hebben, zo speciaal ben je niet. Ze bijt iedereen, dat is de aard van het beestje. Het is complete onzin dat muggen liever vrouwen steken dan mannen, liever blonde of roodharige mensen dan donkere, of dat donkere mensen of mensen met een meer leerachtige huid minder vaak gestoken worden. Het is wel waar dat ze zo haar favorieten heeft.

Bloedgroep O schijnt meer exclusief te zijn dan A of B, want mensen met die bloedgroep worden twee keer zo vaak gestoken als die met bloedgroep A; B zit daar zo'n beetje tussenin. Bij Disney-Pixar hadden ze hun huiswerk goed gedaan toen ze een aangeschoten mug in *A Bug's Life* uit 1998 een 'Bloody Mary, O-positief' lieten bestellen. Mensen met een wat hoger gehalte aan bepaalde stoffen in hun huid, met name melkzuur, lijkt de mug ook iets aantrekkelijker te vinden, want dat zijn de stoffen waarmee ze kan bepalen welke bloedgroep je hebt. Dit zijn ook de stoffen die bepalen hoeveel bacteriën er op je huid zitten. Die bacteriën zijn verantwoordelijk voor jouw individuele lichaamsgeur. Misschien vind je het vies, en misschien anderen ook wel, maar in dit geval is stinken een voordeel, want dan heb je veel bacteriën op je huid en ben je minder aantrekkelijk voor muggen. Reinheid is hier geen goddelijke eigenschap, behalve als het gaat om je voeten, want de bacteriën die bij voetengeur vrijkomen (dezelfde als bij bepaalde gerijpte kazen) zijn werkelijk een afrodisiacum voor muggen. Muggen houden

\* De mug kan geen hiv of andere bloedziekten overbrengen, want het speeksel, dat geen hiv bevat, wordt via een aparte naald geïnjecteerd, zodat er bij de beet geen bloedbesmetting plaatsvindt.

\*\* Er is een prachtig filmpje van drie minuten van PBS Deep Look met een close-up en uitleg van de steek van de mug: <https://www.youtube.com/watch?v=rD8SmacBUcU>. Een aanrader.

\*\*\* Uit recent onderzoek blijkt dat Aziatische tijgermuggen als overlevingsstrategie kunnen leren om onprettige interacties, zoals een mens die naar ze slaat, een etmaal te vermijden. In die periode is er minder kans dat je wordt gestoken.

ook van deodorant, parfum, zeep en andere kunstmatige geurtjes.

Het is nog een mysterie waarom en het is buitengewoon oneerlijk, maar de mug heeft ook een voorkeur voor bierdrinkers. Het is ook niet verstandig om kleurige kleding te dragen, want bij de jacht gaat ze niet alleen op geur af, maar ook op kleur. Het belangrijkste bij de jacht is de  $\text{CO}_2$  die het potentiële slachtoffer uitademt, dus al het om je heen slaan en het gepuf en gehijg dat daarbij komt kijken trekt de muggen alleen maar aan en maakt de kans dat je gestoken wordt alleen maar groter. De mug ruikt  $\text{CO}_2$  al op zeventig meter afstand. Als je bijvoorbeeld sport, adem je veel  $\text{CO}_2$  uit, zowel omdat je vaker ademt als omdat je dieper ademt. Je zweet, zodat je ook andere stoffen afscheidt die de aandacht van muggen trekken, met name melkzuur. Ten slotte stijgt je lichaamstemperatuur, waardoor je zeer herkenbaar wordt voor je kwelgeest in spe. Gemiddeld worden zwangere vrouwen twee keer zo vaak gestoken als anderen, want ze ademen 20 procent meer  $\text{CO}_2$  uit en hebben een iets hogere lichaamstemperatuur. Zoals we zullen zien, is dat vooral bij zika en malaria slecht nieuws voor moeder en kind.

Maar ga nu niet meteen niet meer onder de douche, gooi je deo en je gekleurde T-shirts niet meteen weg en stop niet meteen met sporten en bier drinken, want 85 procent van wat je aantrekkelijk maakt voor muggen zit in je genen, of het nu gaat om bloedgroep, de stoffen en bacteriën in en op je huid, de  $\text{CO}_2$  die je uitademt, je spijsvertering of je lichaamsgeurtjes. En uiteindelijk heeft ze gewoon bloed nodig en is iedereen een mogelijke donor.

In tegenstelling tot hun vrouwelijke tegenhangers bijten mannetjesmuggen niet. Hun leven draait om twee dingen: nectar en seks. Net als andere vliegende insecten verzamelen de mannetjesmuggen zich in de paartijd boven een prominent landschapselement, zoals een schoorsteen, een antenne, een boom of een mens. We zijn geneigd te mopperen en om ons heen te gaan slaan als zo'n zoemende zwerm zich rond ons verzamelt en ons lijkt te schaduwen als we weglopen. Je hebt geen achtervolgingswaan als je dat denkt en het is ook geen hallucinatie. Maar je zou het wel kunnen zien als een compliment: de mannetjesmuggen gunnen jou de eer om als verzamelpunt te dienen voor hun zwerm. Er zijn foto's gemaakt van muggenzwermen van een kilometer hoog, die lijken op een tornado of een waterhoos. Als de muggen-

zwerf zich stevig rond ons hoofd heeft gepositioneerd, vliegen de vrouwtjes de horde mannetjes in om een partner te zoeken. Mannetjes paren heel vaak in hun leven en één dosis sperma is voor het vrouwtje genoeg om verschillende leggen nakomelingen voort te brengen. Ze slaat het sperma op in haar lichaam en gebruikt delen ervan om steeds een aantal eitjes te bevruchten. Door haar korte moment van harts-tocht is aan een van de voorwaarden om zich te kunnen voortplanten voldaan. Het enige wat nu nog ontbreekt is bloed.

We keren terug naar het voorbeeld van de camping: je komt net terug van een vermoeiende wandeling en je gaat onder de douche. Je zeept jezelf eens lekker in en wast je haar met shampoo. Als je je hebt afgedroogd, doe je een luchtje en wat deodorant op, en ten slotte doe je blauw-rode badkleding aan. Het begint al te schemeren – het is precies etenstijd voor het muggengeslacht *Anopheles*. Je gaat lekker zitten in je tuinstoel met een welverdiend koud biertje. Je hebt werkelijk alles in het werk gesteld om een uitgehongerd *Anopheles*-vrouwtje aan te trekken (en trouwens, ik ga in de stoel het verst bij jou vandaan zitten). Ze heeft zojuist gepaard met een opgewonden horde vrijers, ze laat zich volledig meevoeren door alle verleidingen die jij voor haar hebt uitgespreid en smeert 'm even later met een paar druppels van jouw bloed.

Bij haar maaltijd heeft ze drie keer haar gewicht aan bloed uit je gezogen, dus ze zoekt het eerste verticale vlak op en filtert er met behulp van de zwaartekracht de rest van het water uit. Met dat geconcentreerde bloed kunnen haar eitjes zich de volgende dagen ontwikkelen. Dan legt ze ongeveer tweehonderd drijvende eitjes in een klein plasje water in een verkreukeld bierblikje dat je vrienden en jij toen jullie naar huis gingen bij het opruimen over het hoofd hebben gezien. Ze legt haar eitjes altijd in het water, maar ze heeft niet veel nodig: het kan een venetje of een beekje zijn, maar een klein beetje water op de bodem van een emmer, een oude autoband of een stuk speelgoed in een achtertuin voldoet. Sommige soorten muggen leggen hun eitjes alleen in zoet, zout of brak water, maar voor andere soorten maakt dat niet uit.

Onze mug zal haar hele korte leven lang – meestal één tot drie weken, maar een enkele keer vijf maanden – blijven bijten en eitjes leggen. Een mug kan drie kilometer vliegen, maar de meeste muggen ko-

men in hun leven niet verder dan een meter of vierhonderd van waar ze zijn geboren, en dat geldt ook voor onze mug. Het is warm, dus binnen twee of drie dagen ontwikkelen de eitjes zich tot kleine krioelende waterwormpjes (als het kouder is, duurt het wat langer). Ze zoeken in het water naar voedsel tot ze veranderen in een soort rupsjes die eruitzien als een omgekeerde komma (de pubers van de muggenwereld), die ademen door twee 'trompetjes' die uit hun bips groeien, die onder water ligt. Een paar dagen later breekt de beschermende huls open en de gezonde, voldragen muggen vliegen uit, waaronder een nieuwe generatie demonische muggenvrouwtjes die opnieuw op zoek gaan naar bloed. Dit indrukwekkende volwassenwordingsproces duurt ongeveer een week.

Deze levenscyclus heeft zich sinds de mug op aarde verscheen zonder onderbreken herhaald. Uit onderzoek blijkt dat een muggensoort die er hetzelfde uitziet als de onze al zo'n 190 miljoen jaar geleden is ontstaan. Barnsteen, versteende hars, is het kroonjuweel van de insectenfossielen, want allerlei kleine details zoals webben, eitjes en soms zelfs het complete ingewandstelsel blijven erin bewaard. De twee oudste gefossiliseerde muggen die we kennen zijn geconserveerd in barnsteen uit Canada en Myanmar van tussen de 105 en 80 miljoen jaar oud. De wereld waarin deze oorspronkelijke bloedzuigertjes rondvlogen, was voor ons onherkenbaar, maar de mug is hetzelfde gebleven.

Onze planeet was toen heel anders dan nu, en dat gold ook voor de meeste dieren. Als we de evolutie van het leven op aarde bekijken, zien we ook duidelijk de sluwe kameraadschap tussen de mug en de ziekten die ze bij zich draagt. Niet lang na het ontstaan van onze planeet, ruwweg 4,5 miljard jaar geleden, ontstonden uit een smeltkroes van gassen en oceanische oersoep eencellige bacteriën. Deze eerste levensvormen kregen al snel vaste voet aan de grond. Bacteriën lagen aan de basis van alle fossiele energiebronnen, waaronder olie, en ook nu nog vormen ze een biomassa die maar liefst vijftientig keer groter is dan alle andere planten en dieren bij elkaar. In één dag kan een enkele bacterie meer dan vier triljard (een vier met eenentwintig nullen) nieuwe voortbrengen, meer dan enig ander leven op deze planeet. Bacteriën zijn essentiële bouwstenen voor al het andere leven op aarde. Toen ze zich begonnen te specialiseren, pasten de aseksuele, zich door middel van

celdeling voortplantende bacteriën zich aan aan de veiligere, comfortabelere omgeving binnen een min of meer permanente gastheer: een dier of een plant. Het menselijk lichaam bevat honderd keer zoveel bacteriën als eigen menselijke cellen. Meestal zijn deze symbiotische relaties goed voor beide partijen, de bacteriële gasten en de gastheer.

Maar een heel klein deel van de combinaties brengt problemen met zich mee. Er zijn op dit moment meer dan een miljoen verschillende bacteriën geïdentificeerd, waarvan er niet meer dan 1400 schadelijk kunnen zijn voor de mens.\* Vier deciliter van het gif dat geproduceerd wordt door de bacterie die botulisme veroorzaakt, is bijvoorbeeld genoeg om de hele mensheid om zeep te helpen. Na de bacteriën kwamen de virussen, snel gevolgd door de parasieten, die allebei woonden in gastheerbacteriën – een regeling waardoor zeer krachtige combinaties van ziekte en dood konden ontstaan. De enige verantwoordelijkheid van parasieten is om zich voort te planten.† Bacteriën, virussen, wormen en schimmels waren en zijn de oorzaak van onpeilbaar lijden in de loop van de menselijke geschiedenis. Waarom hebben deze ziektemakers zich zo ontwikkeld dat ze hun gastheer doden?

Als we onze vooroordelen opzijzetten, zien we dat deze microben een gelijksoortig pad van natuurlijke selectie hebben gevolgd als wij. Daarom worden we er nog steeds ziek van en zijn ze zo moeilijk uit te roeien. Misschien ben je verbaasd: het is toch helemaal niet handig om je gastheer te doden, dat is toch alleen maar in je nadeel? Maar de ziekte mag ons dan doden, via de symptomen van de ziekte zet de microbe ons in om zich te verspreiden en te reproduceren. Als je er even bij stil-

\* Naar schatting zijn er ongeveer een miljard verschillende soorten bacteriën op de wereld, wat betekent dat 99,999 procent nog moet worden ontdekt.

† In tegenstelling tot bacteriën zijn virussen geen cellen, maar een verzameling moleculen en genetisch materiaal. Virussen worden niet onder het leven gerekend omdat het ze aan drie essentiële eigenschappen van levende organismes ontbreekt: ze kunnen zich niet reproduceren zonder hulp van een gastheer cel, maar ze 'kapen' in feite het voortplantingssysteem, dat ze aanwenden om de genetische code van het virus te kopiëren; ze kunnen zich niet reproduceren door celdeling, en ten slotte hebben ze geen stofwisseling, wat betekent dat ze geen energie nodig hebben om in leven te blijven. Gezien de absolute noodzaak van een gastheer cel om te kunnen reproduceren, heeft vrijwel elke levensvorm op aarde met virussen te maken.

staat, is het ontzettend slim. Want in het algemeen zorgen ziekmakers al voor verdere besmetting en reproductie voordat de gastheer sterft.

Sommige ziekmakers, zoals de 'voedselvergiftigingsbacterie' salmonella en bepaalde wormen, wachten tot ze worden opgegeten, wat erop neerkomt dat de ene gastheer wordt opgegeten door de volgende. Verder is er een hele reeks diarreebacteriën die in het water leven en ziekten kunnen verspreiden, zoals giardiasis, cholera, tyfus, dysenterie en hepatitis. Andere, zoals (de veelvoorkomende) verkoudheid, buikgriep en echte griep, worden overgebracht door hoesten en niezen. Sommige worden overgebracht via wonden, zweren, besmette objecten of hoesten. Mijn persoonlijke favoriet, althans vanuit evolutionair standpunt, zijn de ziekten die zich reproduceren als wij onszelf proberen te reproduceren! Hieronder vallen alle bacteriën en virussen die via seksuele gemeenschap worden overgebracht. Menig boosaardig pathogeen heeft zich via de moeder naar de foetus in de baarmoeder verspreid.

Andere ziekteverwekkers, bijvoorbeeld die van tyfus, de builenpest, de ziekte van Chagas, trypanosomiasis (Afrikaanse slaapziekte) en de hele verdere catalogus aan ziekten waar dit boek over gaat, liften mee met een vector (een organisme dat de ziekte overbrengt), zoals vlooiën, mijten, vliegen, teken en onze allerliefste mug. Om de overlevingskans te vergroten, maken veel ziekteverwekkers gebruik van verschillende methoden. De zeer diverse symptomen, oftewel de verschillende manieren waarop ze worden overgebracht, zijn het resultaat van de beste natuurlijke selectie. De symptomen zijn precies zo uitgekozen dat de parasiet of microbe zich goed kan voortplanten zodat de voortzetting van de soort is verzekerd. Deze ziektekiemen vechten net zo voor hun leven als wij. Ze weten ons in evolutionair opzicht steeds een stap voor te blijven door constant te veranderen, om onze pogingen om ze uit te roeien te ontwijken.

De dinosauriërs, wier lange stamboom de aarde van 230 tot 65 miljoen jaar geleden bevolkte, zwaaiden een verbijsterende 165 miljoen jaar lang de scepter over de aarde. Maar ze waren niet alleen. Voor, tijdens en na de heerschappij van de dinosauriërs waren er insecten en de ziekten die die insecten met zich meedroegen. De insecten kwamen ongeveer 350 miljoen jaar geleden voor het eerst op en trokken meteen een giftig leger van ziektekiemen aan, zodat een dodelijke alliantie zon-

der weerga ontstond. De muggen en knutten van de Jura waren al spoedig gewapend met biologische massavernietigingswapens. Naarmate de bacteriën, virussen en parasieten zich op allerlei gewiekste manieren ontwikkelden, breidden ze hun leef- en werkgebied uit met een hele dierentuin aan gastheren. In het klassieke systeem van natuurlijke selectie van Darwin betekenen meer gastheren een grotere kans op overleving en voortplanting.

De krijgshaftige horden muggen lieten zich niet afschrikken door de gigantische dinosauriërs, maar zochten ze zelfs op – als prooi. ‘Deze door insecten overgedragen infecties waren, in combinatie met de parasieten die al bestonden, te veel voor het immuunsysteem van de dinosauriërs,’ stellen de paleobiologen George en Roberta Poinar in hun boek *What Bugged the Dinosaurs?* ‘Met hun dodelijke wapens waren deze bijtende insecten de toppredators in de voedselketen die het lot van dinosauriërs beslechtten, zoals ze ook nu nog bepalen hoe de wereld eruitziet.’ Miljoenen jaren geleden vond de onverzadigbare mug net als nu altijd een manier om zijn hapje bloed te krijgen: het McBite Happy Meal is nog altijd hetzelfde.

Dinosauriërs met een dunne huid, vergelijkbaar met onze kameleons en gilamonsters (beide dragers van een veelheid aan door muggen overdraagbare ziekten), waren een gemakkelijke prooi voor de kleine en onopvallende mug. Maar ook de grote, gepantserde dieren waren kwetsbaar, want de huid tussen de dikke keratineschubben was zacht en dat gold ook voor die van de gevederde, met dons bedekte dinosauriërs. In het kort: ze waren allemaal prooi, net als de vogels, zoogdieren, reptielen en amfibieën van vandaag.

Denk eens aan ons muggenseizoen, of aan je eigen vaak langdurige schermutselingen met de mug. We bedekken onze huid, we dompelen ons onder in middeltes om haar af te schrikken, we branden citronellakaarsjes en geurspiralen, gaan dicht bij een vuur zitten, we zwaaien met onze armen en proberen haar dood te slaan, en we pantseren ons met klamboes, schermen en tenten. Maar hoe wanhopig we ook proberen, de mug vindt, vasthoudend als ze is, altijd het gaatje in ons schild, een achilleshiel om ons te steken. Ze laat zich door niets en niemand haar vanzelfsprekende, onvervreembare recht om zich voort te planten ontzeggen. Ze zoekt dat ene onbeschermd stukje huid, steekt