

CIJFERS LIEGEN NIET

VACLAV
SMIL

CIJFERS LIEGEN NIET

71 DINGEN

DIE JE OVER DE WERELD

MOET WETEN

Vertaald door Joost Pollmann

Nieuw Amsterdam

© 2020 Vaclav Smil

© 2021 Nederlandse vertaling Joost Pollmann /

Uitgeverij Nieuw Amsterdam

Oorspronkelijke titel *Numbers Don't Lie*

Oorspronkelijke uitgever Viking/Penguin Books Ltd

Alle rechten voorbehouden

Tekstredactie Leo Polak

Omslagontwerp Philip Stroomberg

Omslagfoto © Getty Images / Abstract Aerial Art

Foto auteur © Andreas Laszlo Konrath

NUR 740

ISBN 978 90 468 2766 6

www.nieuwamsterdam.nl



Inhoud

Inleiding 9

MENSEN

De bewoners van onze wereld

- 1 Wat gebeurt er als we minder kinderen krijgen? 17
- 2 De beste graadmeter voor de kwaliteit van leven?
Probeer kindersterfte eens 22
- 3 De meest rendabele investering: vaccinatie 26
- 4 Waarom het zo moeilijk is om te voorspellen hoe een
zware pandemie zich zal ontwikkelen 29
- 5 Groter groeien 33
- 6 Heeft de levensverwachting eindelijk haar piek bereikt? 37
- 7 Hoe zweten de jacht bevorderde 40
- 8 Hoeveel mensen waren er nodig om de Grote Piramide
te bouwen? 43
- 9 Waarom werkloosheidscijfers niet het hele verhaal
vertellen 47
- 10 Wat maakt mensen gelukkig? 51
- 11 De opkomst van megasteden 55

LANDEN

Naties in het tijdperk van de globalisering

- 12 De tragische nasleep van de Eerste Wereldoorlog 63
- 13 Zijn de vs echt zo exceptioneel? 66
- 14 Waarom Europa blijer met zichzelf zou moeten zijn 70
- 15 Brexit: de belangrijkste dingen veranderen niet 73
- 16 Zorgen over de toekomst van Japan 77
- 17 Hoever kan China gaan? 81
- 18 India versus China 85
- 19 Waarom de maakindustrie belangrijk blijft 89
- 20 Rusland en Amerika: hoe dingen niet veranderen 93
- 21 Krimpende wereldrijken: niets nieuws onder de zon 97

MACHINES, APPARATEN, DESIGN

Uitvindingen die ons moderne leven hebben bepaald

- 22 Hoe ons leven vanaf 1880 veranderde 103
- 23 Hoe elektrische motoren de moderne beschaving aandrijven 107
- 24 Transformatoren: miskende krachtbronnen 111
- 25 Waarom we diesel nog niet moeten afschrijven 114
- 26 Beweging vastleggen, van paarden tot elektronen 118
- 27 Van fonograaf tot streaming 121
- 28 De uitvinding van geïntegreerde schakelingen 124
- 29 De Vloek van Moore: waarom technische vooruitgang langer duurt dan je denkt 128
- 30 Steeds meer data: te veel en te snel 131
- 31 Realistisch zijn over innovatie 135

BRANDSTOF EN ELEKTRICITEIT

Hierop draait de samenleving

- 32 Waarom gasturbines de beste keuze zijn 141
- 33 Kernenergie: een nooit waargemaakte belofte 144

- 34 Waarom je fossiele brandstoffen nodig hebt om stroom uit wind te halen 148
- 35 Hoe groot kan een windturbine zijn? 151
- 36 De trage opmars van zonnecellen 154
- 37 Waarom zonlicht nog steeds het beste is 158
- 38 Waarom we grotere accu's nodig hebben 161
- 39 Waarom elektrische containerschepen de wind tegen hebben 165
- 40 De ware kosten van elektriciteit 168
- 41 De onontkoombare traagheid van energietransities 171

TRANSPORT

Hoe we ons verplaatsen

- 42 De reis over de Atlantische Oceaan krimpt 177
- 43 Motoren zijn ouder dan fietsen! 180
- 44 Het bijzondere verhaal van de luchtband 183
- 45 Wanneer begon het tijdperk van de auto? 186
- 46 Moderne auto's hebben een slechte kracht-gewichtratio 189
- 47 Waarom elektrische auto's (nog) niet zo goed zijn als we denken 192
- 48 Wanneer begon het tijdperk van het straalvliegtuig? 195
- 49 Wat kerosine zo goed maakt 198
- 50 Hoe veilig is vliegen? 202
- 51 Wat is zuiniger: vliegtuig, trein of auto? 206

VOEDSEL

Energie voor onszelf

- 52 Naar een wereld zonder kunstmatige stikstof 211
- 53 Het vergroten van de graanoogst 215
- 54 De onvergeeflijke omvang van de wereldwijde voedselverspilling 219
- 55 Een langzaam *addio* voor het mediterrane dieet 223

- 56 Blauwvintonijn: onderweg naar uitsterving 226
- 57 Wat kip zo succesvol maakt 229
- 58 (Geen) wijn drinken 233
- 59 Verstandig vlees eten 237
- 60 Het Japanse dieet 241
- 61 Zuivelproducten: tegenstrijdige trends 245

HET MILIEU

Hoe we onze wereld beschadigen en beschermen

- 62 Dieren versus producten: waarvan zijn er meer? 251
- 63 De planeet van de koeien 255
- 64 Het sterven van de olifanten 258
- 65 Waarom het te vroeg is om het Antropoceen uit te roepen 261
- 66 In beton gegoten feiten 265
- 67 Wat is erger voor het milieu: je auto of je telefoon? 269
- 68 Wat is beter geïsoleerd? 273
- 69 Ramen met driedubbel glas: een doorzichtige energieoplossing 276
- 70 Hoe je de centrale verwarming efficiënter maakt 279
- 71 We zijn nog niet van koolstof af 283

Epiloog 287

Eerder gepubliceerd als 289

Verantwoording 295

Register 299

Inleiding

Cijfers liegen niet is een eclectisch boek, met onderwerpen die uiteenlopen van mensen, volken en landen tot energieverbruik en technische innovatie, inclusief de machines en apparaten die onze moderne beschaving mogelijk maken. Voor de goede orde sluit het boek af met een feitelijk onderbouwd perspectief op onze voedselvoorziening en ons eetgedrag, en op de toestand en achteruitgang van ons milieu. Dit zijn belangrijke onderwerpen, waar ik al sinds de jaren zeventig over schrijf.

In de allereerste plaats gaat dit boek over het laten kloppen van de feiten. En dat is moeilijker dan het lijkt: het wereldwijde web staat weliswaar vol getallen, maar een te groot deel daarvan is geplukt uit onbekende bronnen, of van twijfelachtige herkomst. Het Franse bruto binnenlands product (bbp) bedroeg in 2010 bijvoorbeeld \$ 2,6 biljoen: was dat de reële of de nominale waarde, en is de conversie van euro's naar dollars gemaakt tegen de toen geldende wisselkoers of tegen koopkrachtpariteit? En hoe kun je dat weten?

Daarom zijn vrijwel alle cijfers in dit boek afkomstig uit vier hoofdbronnen: wereldwijde statistieken die zijn gepubliceerd door internationale organisaties,^{*} jaarboeken die zijn uitgegeven door

* Variërend van Eurostat en het Internationaal Atoomenergieagentschap tot de Bevolkingsdivisie van de Verenigde Naties en de Wereldgezondheidsorganisatie.

nationale instellingen,* historische statistieken die zijn verzameld door nationale agentschappen,** en artikelen in wetenschappelijke tijdschriften.*** Een klein deel van de cijfers komt uit wetenschappelijke monografieën, uit recente studies van belangrijke consultancybureaus (die bekendstaan om de betrouwbaarheid van hun rapportages,) of uit publieksenquêtes die zijn uitgevoerd door gerenommeerde bedrijven als Gallup of het Pew Research Center.

Om echt te kunnen begrijpen wat er in de wereld gaande is, moeten we de cijfers in de juiste context plaatsen: historisch en internationaal. Bijvoorbeeld, om met de historische context te beginnen: de wetenschappelijke eenheid van energie is de joule, en welvarende economieën consumeren jaarlijks zo'n 150 miljard joule (150 gigajoule) aan fossiele energie per hoofd van de bevolking (ter vergelijking: 1 ton ruwe olie bevat 42 gigajoule). Terwijl Nigeria, Afrika's dichtstbevolkte land (en rijk aan gas en olie), maar 35 gigajoule verbruikt. Het verschil met Frankrijk en Japan is indrukwekkend, want die landen verbruiken bijna vijf keer zo veel energie per hoofd van de bevolking, maar de historische vergelijking laat pas echt zien hoe groot het gat is: Japan verbruikte die hoeveelheid energie in 1958 (een Afrikaans mensenleven terug), en Frankrijk zat in 1880 al op 35 gigajoule, waarmee de achterstand van Nigeria op Frankrijk dus twee mensenlevens bedraagt.

Het vergelijken van internationale tegenstellingen is al even op-

* Mijn favorieten zijn, vanwege hun ongeëvenaarde gedetailleerdheid en data-betrouwbaarheid, het Statistisch Jaarboek van Japan en de statistische dienst van het Amerikaanse ministerie van Landbouw.

** Inclusief de voorbeeldige Historische Statistieken van de Verenigde Staten vanaf de koloniale tijd tot 1970, en de Historische Statistieken van Japan.

*** Variërend van *Biogerontology* tot het *International Journal of Life Cycle Assessment*.

merkelijk. Als je de Amerikaanse kindersterfte vergelijkt met die van de Afrikaanse landen ten zuiden van de Sahara, zie je een groot maar voorspelbaar gat. En dat de Verenigde Staten niet behoren tot de top tien van landen met de laagste kindersterfte is niet zo heel verrassend, gezien de zeer divers samengestelde bevolking en het grote aantal immigranten uit minder ontwikkelde landen. Toch zouden maar weinig mensen raden dat Amerika niet eens bij de top dertig hoort!* Deze verrassing leidt onvermijdelijk tot de vraag naar de oorzaak, wat een wereld aan maatschappelijk en economische overwegingen opent. Voor een werkelijk begrip van veel getallen (afzonderlijk of als onderdeel van complexe statistieken) is een basale wetenschappelijke geletterdheid en gecijferdheid nodig.

Lengte (afstand) is de eenheid die je het makkelijkst aanvoelt. De meeste mensen hebben een redelijk beeld van wat 10 centimeter inhoudt (de breedte van een volwassen vuist zonder de duim), een meter (ongeveer vanaf de grond tot aan de taille van een gemiddelde man) en een kilometer (een minuutje rijden in het stadsverkeer). Normale snelheden (afstand/tijd) zijn ook makkelijk: een stevige wandeling gaat met 6 km/u, een hogesnelheidstrein rijdt 300 km/u, een verkeersvliegtuig haalt in de straalstroom 1000 km/u. Gewicht is moeilijker om te 'voelen': een pasgeboren kind weegt doorgaans minder dan 5 kilo, een ree minder dan 50 kilo, sommige gevechtstanks wegen minder dan 50 ton, en het maximale startgewicht van een Airbus A380 is meer dan 500 ton. Inhoud is ook lastig: de benzinetank van een kleine personenauto is minder dan 40 liter, de inhoud van een eengezinswoning is meestal minder dan 400 kubieke meter. Het inschatten van energie en vermogen (joule en watt) of stroomsterkte en weerstand (ampère en ohm) is moeilijk als je weinig met dit soort eenheden te maken hebt, en relatieve

* In 2018 stond Amerika 33e op een lijst van 36 OESO-landen.

vergelijkingen zoals het verschil tussen het Afrikaanse en Europese energieverbruik zijn makkelijker. Geld biedt weer andere uitdagingen. De meeste mensen hebben wel een beeld van de relatieve hoogte van hun inkomen of spaargeld, maar historische vergelijkingen op een nationaal en internationaal niveau moeten worden gecorrigeerd voor inflatie, en internationale vergelijkingen moeten rekening houden met fluctuerende koersverschillen en veranderende koopkrachtcijfers.

Dan zijn er nog kwalitatieve verschillen die je niet in cijfers uit kunt drukken, en zulke overwegingen zijn vooral belangrijk als je voedselvoorkeuren en diëten met elkaar vergelijkt. De hoeveelheid koolhydraten en eiwitten per 100 gram zal overal ongeveer gelijk zijn, maar wat moet doorgaan voor brood in een supermarkt in Atlanta (voorgesneden wit in plastic verpakking) verschilt letterlijk hemelsbreed van wat een *maitre boulanger* of een *Bäckermeister* in Lyon of Stuttgart in de etalage legt.

Als getallen hoger worden, wordt de orde van grootte (de macht van 10) veelzeggender dan een specifiek cijfer: een Airbus A380 is een orde van grootte zwaarder dan een gevechtstank; een verkeersvliegtuig is een orde van grootte sneller dan een auto op de snelweg; en een hert is een orde van grootte zwaarder dan een baby. Of, als je de kwadraten en veelvoudigen gebruikt volgens het Internationale Stelsel van Eenheden, dan weegt een pasgeboren baby 5×10^3 gram of 5 kilo; een Airbus A380 weegt meer dan 5×10^8 gram of 500 miljoen gram. Als we bij de echt grote getallen komen, helpt het niet mee dat Europeanen (in navolging van de Fransen) afwijken van de wetenschappelijke notatie en 10^9 niet een biljoen noemen, maar (*vive la difference!*) een miljard (wat tot frequente misverstanden leidt). De wereld zal binnenkort 8 miljard bewoners tellen (8×10^9), in 2019 bedroeg de economische omvang (in nominale termen) ongeveer \$ 90 biljoen ($\$ 9 \times 10^{13}$), en het energieverbruik was 500 miljard joule (500×10^{18} of 5×10^{20}).

Het goede nieuws is dat je dit sneller onder de knie krijgt dan veel mensen denken. Je zou je mobiele telefoon (ik heb er nooit een gehad en ook nooit gemist) een paar minuten per dag weg moeten leggen en de afstanden om je heen proberen te meten, bijvoorbeeld met je vuist (zo'n 10 centimeter, weet je nog) of (als je je telefoon weer hebt gepakt) via de gps. Je kunt het gewicht raden van de voorwerpen die je tegenkomt (mensen onderschatten altijd het gewicht van dunne maar grote voorwerpen), en het is gewoon leuk om (zonder elektronische hulp) de inkomensverschillen te berekenen tussen miljardairs en de magazijnbedienden van Amazon (hoeveel orden van grootte aan spaargeld zetten ze opzij?) of om het inkomensniveau per hoofd van de bevolking te vergelijken (hoeveel orden van grootte staat het Verenigd Koninkrijk boven Oeganda?). Door dit soort denkoefeningen krijg je meer grip op de fysieke werkelijkheid van de omringende wereld en het houdt je hersens scherp. Om getallen te begrijpen is wel enige betrokkenheid nodig.

Ik hoop dat mijn boek de lezers zal helpen om te begrijpen hoe de wereld echt in elkaar zit. Ik hoop dat het je zal verrassen en dat je je zult verwonderen over het bijzondere van onze soort, onze vindingrijkheid en onze zoektocht naar meer inzicht.

Ik wil niet alleen aantonen dat cijfers niet liegen, maar ik wil ook ontdekken welke waarheid ze overbrengen. Nog één laatste opmerkingen over de cijfers in dit boek: alle geldbedragen zijn in Amerikaanse dollars, tenzij anders aangegeven, en alle maten zijn weergegeven volgens het metrieke stelsel, met een paar uitzonderingen zoals de zeemijl en de timmermansduim.

Vaclav Smil
Winnipeg, 2020

MENSEN

De bewoners van
onze wereld

1

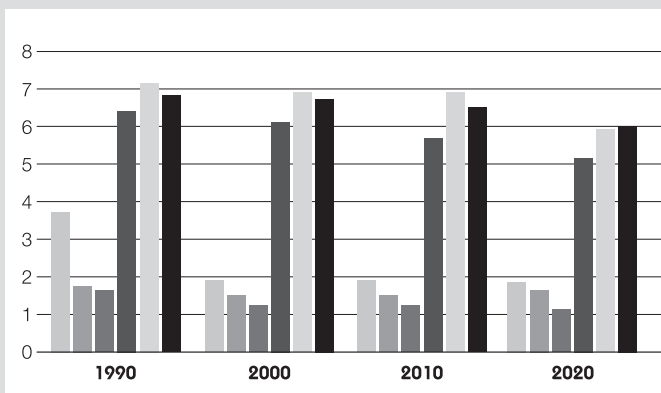
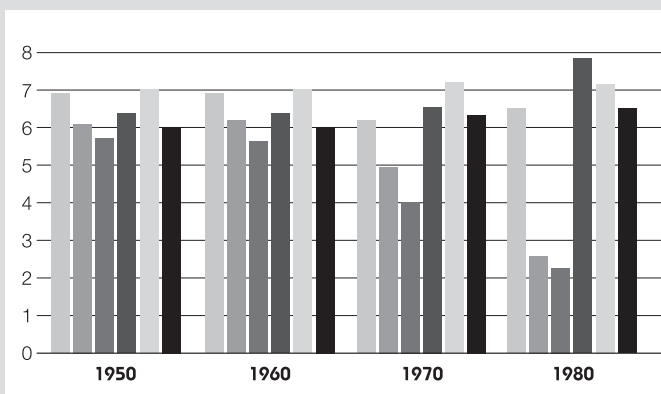
Wat gebeurt er als we minder kinderen krijgen?

Het vruchtbaarheidscijfer bestaat uit het aantal kinderen dat een vrouw tijdens haar leven krijgt. Een voor de hand liggende fysieke beperking hierbij is de vruchtbaarheidsperiode (van menarche tot menopauze). De leeftijd waarop de eerste menstruatie plaatsvindt is gedaald van rond de 17 jaar in pre-industriële samenlevingen tot onder de 13 in de westerse wereld van nu, terwijl het begin van de menopauze iets is opgeschoven tot net boven de 50, wat leidt tot een vruchtbaarheidsperiode van zo'n 38 jaar tegenover ongeveer 30 jaar in traditionele samenlevingen.

Er vinden 300 tot 400 ovulaties plaats in een vruchtbaar leven. Omdat elke zwangerschap 10 ovulaties uitsluit en er nog eens 5 tot 6 ovulaties moeten worden afgetrokken vanwege een kleinere kans op bevruchting tijdens de traditioneel lange periode van borstvoeding, komt het maximale vruchtbaarheidscijfer neer op 20 zwangerschappen. Door meerlingen kan dat getal oplopen tot 24 geboorten, wat wordt bevestigd door historische verslagen van vrouwen die zelfs meer dan 30 kinderen hebben gekregen.

Maar het maximale vruchtbaarheidscijfer in samenlevingen zonder geboortebeperking was doorgaans veel lager dan dit, door een combinatie van mislukte zwangerschappen, miskramen en voortijdige moedersterfte. Daardoor komt het vruchtbaarheidscijfer binnen de hele bevolking er niet boven de 7 à 8, cijfers die op alle

Snel dalend vruchtbaarheidscijfer in Azië, vergeleken met een stabiel Afrika



continenten heel gewoon waren tot laat in de 19e eeuw en in delen van Azië tot twee generaties terug, en je komt ze nog altijd tegen in landen ten zuiden van de Sahara, met Niger op 7,5 (wat trouwens onder de gewenste gezinsomvang ligt: het gemiddelde aantal kin-

deren dat Nigerese vrouwen zouden willen krijgen is 9,1!). Maar zelfs in die regio is het vruchtbaarheidscijfer – hoewel nog altijd hoog – gedaald (5 tot 6 in de meeste landen), terwijl de rest van de wereld geboortecijfers ziet die gematigd tot zelfs extreem laag zijn.

De overgang naar deze nieuwe wereld begon op verschillende tijdstippen, niet alleen in verschillende regio's maar ook binnen dezelfde regio's. Frankrijk lag ver voor op Italië en Japan liep ver voor op China, totdat communistisch China ten slotte de drastische stap nam om nog maar één kind per gezin toe te staan. Los daarvan komt de wenselijkheid van een lager geboortecijfer voort uit een vaak zeer synergetische combinatie van een oplopende levensstandaard, de mechanisering van agrarische arbeid, de vervanging van mensen en dieren door machines, massale industrialisering en verstedelijking, meer vrouwen binnen de beroepsbevolking, de groei van universitair onderwijs, betere gezondheidszorg, meer overlevingskansen voor nieuwgeborenen en door de overheid gegarandeerde ouderdomsuitkeringen.

Een historisch streven naar kwantiteit is veranderd, soms zelfs heel snel, in een streven naar kwaliteit: de voordelen van een hoog vruchtbaarheidscijfer (meer overlevers bij een hoge kindersterfte, aanvullende arbeidskrachten en levensonderhoud bij ouderdom) namen af en verdwenen. Kleinere gezinnen investeerden meer in hun kinderen en in het verhogen van hun kwaliteit van leven, wat meestal begint met betere voeding (meer vlees en vers fruit, vaker uit eten) en eindigt met SUV's en vliegreizen naar tropische stranden.

Zoals vaker het geval is met sociale en technische veranderingen hebben de pioniers er lange tijd over gedaan om een verandering op gang te brengen, terwijl sommigen van de *late adopters* het proces in slechts twee generaties voltooiën. Voor de daling van hoge naar lage vruchtbaarheid was ongeveer twee eeuwen nodig in Denemarken en zo'n 170 jaar in Zweden. In Zuid-Korea

daarentegen zakte de vruchtbaarheid van meer dan 6 tot beneden het vervangingsniveau in iets meer dan 30 jaar, en zelfs vóór de eenkindpolitiek was de Chinese vruchtbaarheid al teruggevallen van 6,4 in 1962 tot 2,6 in 1980. Maar de onverwachte recordhouder is Iran. In 1979, toen de monarchie omver werd geworpen en ayatollah Khomeini uit zijn ballingschap terugkeerde om een theocratie te stichten, bedroeg het gemiddelde geboortecijfer 6,5, maar in 2000 was het gedaald tot het vervangingsniveau en is het blijven dalen.

Het vervangingsniveau is het niveau waarop het bevolkingsaantal stabiel blijft. Het bedraagt ongeveer 2,1, met een toegevoegde fractie ter compensatie van de meisjes die de vruchtbare leeftijd niet halen. Geen enkel land is erin geslaagd om de daling van het geboortecijfer op vervangingsniveau te stoppen en de bevolking stationair te houden. Een steeds groter deel van de mensheid leeft onder het vervangingsniveau. In 1950 woonde 40 procent van de mensen nog in landen met een vruchtbaarheidscijfer boven de 6 en het gemiddelde was ongeveer 5; in het jaar 2000 leefde maar 5 procent van de wereldbevolking in landen met een vruchtbaarheidscijfer boven de 6 en zat het gemiddelde (2,6) dicht bij het vervangingsniveau. In 2050 zal bijna driekwart van de mensheid in landen wonen met een nog lager vruchtbaarheidscijfer.

Deze nagenoeg mondiale verschuiving heeft enorme demografische, economische en strategische gevolgen. Het belang van Europa is sterk afgenomen (in 1900 telde het continent ongeveer 18 procent van de wereldbevolking; in 2020 nog maar 9,5 procent) en dat van Azië is gegroeid (60 procent van het wereldtotaal in 2020), maar regionale hoge geboortecijfers garanderen dat bijna 75 procent van alle geboorten in de halve eeuw tussen 2020 en 2070 in Afrika plaats zal vinden.

En wat heeft de toekomst in petto voor landen waar het vruchtbaarheidscijfer tot onder het vervangingsniveau is gezakt? Als het