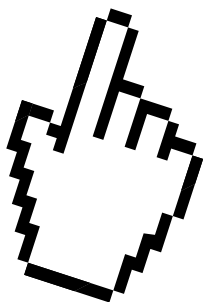


ERIK BRYNJOLFSSON  
& ANDREW MCAFEE

# HET TWEEDE MACHINE TIJDPERK



Hoe de digitale revolutie  
ons leven zal veranderen

LANNOO | SPECTRUM



*Voor mijn grote liefde, Martha Pavlakis.*

*- Erik Brynjolfsson*

*Voor mijn ouders, David McAfee en Nancy Haller, die me op het tweede machine-tijdperk hebben voorbereid door me alles mee te geven wat een kind zich maar kon wensen.*

*- Andrew McAfee*



# INHOUD

1.	De grote verhalen	11
2.	De vaardigheden van de nieuwe machines: de technologie snelt vooruit	22
3.	De wet van Moore en de andere kant van het schaakbord	45
4.	De digitalisering van bijna alles	61
5.	Innovatie: achteruitgang of nieuwe combinatie?	73
6.	Kunstmatige en menselijke intelligentie in het tweede machinetijdperk	89
7.	Computerwelvaart	96
8.	Wat het bbp ons niet vertelt	105
9.	De spreiding	120
10.	De grootste winnaars: sterren en supersterren	139
11.	Gevolgen van de overvloed en de spreiding	153
12.	Leren samenwerken met machines: aanbevelingen	174



13. Beleidsaanbevelingen	189
14. Aanbevelingen voor de lange termijn	209
15. Technologie en de toekomst (wat niet hetzelfde is als 'Technologie is de toekomst')	226
Dankwoord	234
Noten	237
Bronnen illustraties	263
Index	264





# 1

## DE GROTE VERHALEN

‘Technologie is een geschenk van God. Afgezien van het leven is het misschien wel het grootste geschenk dat de mens gekregen heeft. Het is de moeder van alle beschavingen, kunsten en wetenschappen.’

*Freeman Dyson*

Wat zijn de belangrijkste ontwikkelingen in de geschiedenis van de mensheid?

Wie zich met die vraag bezighoudt, merkt al gauw dat daar geen pasklaar antwoord op te geven valt. Om te beginnen moeten we ons afvragen wanneer de geschiedenis van de mensheid eigenlijk begint. Anatomisch en gedragsmatig gezien is de moderne, door middel van taal communicerende *Homo sapiens* zo’n zestigduizend jaar geleden vanuit de schoot van Afrika over de wereld uitgezwermd.<sup>1</sup> Rond 25.000 v.C.<sup>2</sup> hadden ze de neanderthalers en andere mensachtigen grotendeels van het toneel verdrongen en hadden ze geen concurrentie meer te vrezen van andere rechtop lopende soorten met een grote herseninhoud.

Als beginpunt voor de grote verhalen van de mensheid zouden we 25.000 v.C. kunnen nemen, ware het niet dat onze ontwikkeling rond die periode sterk werd gehinderd door de laatste ijstijd.<sup>3</sup> In zijn boek *De val van het Westen* volgt de Brits-Amerikaanse historicus en antropoloog Ian Morris de sociale ontwikkeling van de mens vanaf 14.000 v.C., toen de wereld langzaam maar zeker weer warmer werd.

Vragen over de geschiedenis van de mens zijn ook moeilijk te beantwoorden als we niet eerst duidelijke criteria vaststellen: wat beschouwen we bijvoorbeeld als een belangrijke ontwikkeling? De meeste mensen zullen het erover eens zijn dat we moeten kijken naar gebeurtenissen of ont-

wikkelingen die van een bepalende invloed zijn geweest. Daarbij denken velen aan de domesticatie van dieren. Dat was een belangrijke mijlpaal.

Vermoedelijk hielden mensen al voor 14.000 v.C. honden, maar het zou nog 8000 jaar duren voordat we paarden gingen houden en fokken. In diezelfde periode (rond 6000 v.C.) werden er ook ossen voor de ploeg gespannen. Het domesticeren van dieren bespoedigde de overgang van jagen en verzamelen naar landbouw. Deze belangrijke ontwikkeling was al voor 8000 v.C.<sup>4</sup> op gang gekomen.

Dankzij de landbouw beschikten mensen over een betrouwbare voedselbron. Dat maakte grotere nederzettingen en vervolgens steden mogelijk, die weer aantrekkelijke doelwitten vormden om te veroveren en te plunderen. Op een lijst van mijlpalen in onze geschiedenis mogen daarom de grote oorlogen en de daaruit voortvloeiende rijken niet ontbreken. Het Mongoolse, Romeinse, Moorse en Ottomaanse rijk (om er maar vier te noemen) zijn van grote invloed geweest op de koninkrijken, handel en gewoonten in enorme gebieden.

Sommige belangrijke ontwikkelingen hebben niets te maken met dieren, planten of oorlogen; sommige zijn niet meer dan ideeën. De filosoof Karl Jaspers merkt op dat Boeddha (563-483 v.C.), Confucius (551-479 v.C.) en Socrates (469-399 v.C.) min of meer in deze periode (maar niet in elkaars nabijheid) leefden. Hij beschouwt deze mannen als de centrale denkers van wat hij de 'axiale periode' (*Achsenzeit*) noemt. Deze vond plaats tussen 800-200 v.C. en vertegenwoordigde volgens hem 'een diepe ademtocht die een helder bewustzijn teweegbracht'. In drie grote beschavingen, India, China en Europa, hebben deze drie filosofen de grondslag gelegd voor transformatieve denkrichtingen.<sup>5</sup>

De Boeddha wordt ook beschouwd als de stichter van een van de grote wereldgodsdiensten, en we durven dan ook te stellen dat het ontstaan van religies zoals het hindoeïsme, het jodendom, het christendom en de islam ook tot de belangrijke ontwikkelingen in de menselijke geschiedenis gerekend mogen worden. Elk geloof heeft het leven en de idealen van honderden miljoenen mensen bepaald.<sup>6</sup>

Godsdiensten, ideeën en openbaringen konden vooral worden verspreid dankzij een essentiële uitvinding: het geschreven woord. Over de vraag wanneer, waar en hoe het schrift is uitgevonden bestaat geen overeenstemming, maar een veilige schatting verwijst naar het Mesopotamië van om en nabij 3200 v.C. Om het tellen te vergemakkelijken werden destijds ook geschreven cijfersymbolen gebruikt, maar de nul (een voor ons

vanzelfsprekend concept) was nog onbekend. Het moderne talstelsel, dat we onterecht Arabisch noemen, kennen we vanaf het jaar 830.<sup>7</sup>

De lijst met belangrijke ontwikkelingen is lang. In de stadstaat Athene werd in het jaar 500 v.C. de democratie ingevoerd. De Zwarte Dood kostte tussen 1347-1351 het leven aan een derde van de Europese bevolking. Columbus stak in 1492 de Atlantische Oceaan over en het contact tussen de oude en de nieuwe wereld zou beide ingrijpend veranderen.

## De geschiedenis van de mensheid in één grafiek

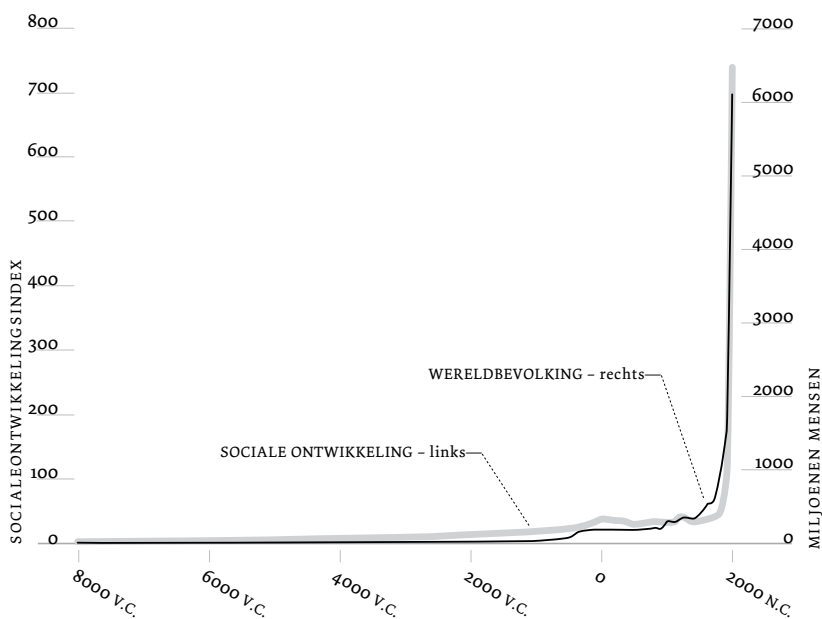
Hoe komen we er nu ooit achter welke van deze ontwikkelingen de belangrijkste is geweest? Voor elke hiervoor genoemde ontwikkeling bestaan hartstochtelijke pleitbezorgers die overtuigende argumenten voor hun keuze te berde brengen. En in *De val van het Westen* snijdt Ian Morris een nog essentiëler discussiepunt aan: of het wel legitiem is om gebeurtenissen en ontwikkelingen te vergelijken en op waarde te schatten. Heel wat antropologen en andere sociale wetenschappers zeggen van niet. Morris is het daar niet mee eens en doet in zijn boek een stoutmoedige poging om onze geschiedenis in getallen te vangen. Hij schrijft: 'Als we de enorme zee van feiten terugbrengen tot eenvoudige numerieke scores heeft dat nadelen maar ook een groot voordeel, want hetzelfde ronduit verbazingwekkende resultaat wordt dan in één oogopslag zichtbaar.'<sup>8</sup> Willen we met andere woorden zien welke ontwikkelingen de lijn van onze geschiedenis naar boven hebben doen afbuigen, dan heeft het zeker zin om die lijn te trekken.

Morris heeft wat hij sociale ontwikkeling noemt ('het vermogen van een groep om haar fysieke en intellectuele omgeving te beheersen teneinde doelen te bereiken') zorgvuldig in kaart gebracht.<sup>1</sup> Het resultaat is inder-

---

I. Ian Morris hanteert een vierledige definitie van sociale ontwikkeling: energieverbruik (het aantal calorieën dat per persoon wordt onttrokken aan de leefomgeving voor voedsel, huisvesting, handel, industrie, landbouw en vervoer), organisatie (de omvang van de grootste stad), het oorlogsapparaat (het aantal soldaten, de kracht en snelheid van de wapens, logistieke middelen en meer van dergelijke factoren) en ten slotte informatietechnologie (het niveau van de beschikbare middelen voor het delen en verwerken van informatie en de omvang van het gebruik ervan). Elk van deze wordt omgezet naar een waarde die kan schommelen tussen 0 en 250. De algemene sociale ontwikkeling is de som van de vier aldus verkregen waarden. Omdat Morris was geïnteresseerd in een vergelijking tussen het Westen (Europa, Mesopotamië en Noord-Amerika naargelang welk gebied in diverse perioden het verst gevorderd was) en het Oosten (China en Japan), berekende hij de sociale ontwikkeling afzonderlijk voor elk gebied van 14.000 v.C. tot het jaar 2000. In het jaar 2000 haalde het Oosten een hogere waarde voor wat betreft organisatie (omdat Tokio toen de grootste stad ter wereld was). De socialeontwikkelingsscore was 564,83. Voor het Westen was de score in datzelfde jaar 906,37. Wij nemen het gemiddelde tussen deze scores.

daad, zoals Morris stelt, opmerkelijk. Verbazingwekkend is het goede woord. Er blijkt uit dat geen van de hiervoor genoemde ontwikkelingen een grote rol heeft gespeeld. Tenminste, niet in vergelijking met een ontwikkeling die de lijn van onze geschiedenis als geen andere gebeurtenis ervoor of erna heeft afgebogen. In de hieronder weergegeven grafiek wordt de totale wereldbevolking afgezet tegen de tijd en de sociale ontwikkeling. De twee lijnen gaan vrijwel gelijk op:



**Figuur 1.1** Statistisch gezien is de geschiedenis van de mens weinig interessant.

Gedurende duizenden jaren bleef de lijn nagenoeg horizontaal. De vooruitgang verliep pijnlijk langzaam en bijna onzichtbaar. Noch dieren en boerderijen, noch oorlogen en rijken, noch filosofieën en godsdiensten waren van grote invloed. Maar iets meer dan tweehonderd jaar geleden vond een diepgaande, plotselinge verandering plaats die de lijn van onze geschiedenis (gerekend naar het bevolkingsaantal en de sociale ontwikkeling) van bijna horizontaal naar bijna verticaal deed afbuigen.

## De drijvende kracht achter de vooruitgang

Na de vorige paragraaf gelezen te hebben, is dat waarschijnlijk niet heel moeilijk te raden. Dit boek gaat tenslotte over de invloed van technologie, dus ligt het voor de hand dat we het belang ervan willen aantonen. En de plotselinge stijgende lijn aan het einde van de achttiende eeuw gaat gelijk op met een belangrijke gebeurtenis waarin ontwikkelingen in de werktuigbouwkunde, chemie, metallurgie en andere disciplines min of meer tegelijkertijd optraden: de industriële revolutie. De logische gevolgtrekking is dat deze technologische verworvenheden verantwoordelijk zijn voor de plotselinge en aanhoudende groei van onze ontwikkeling.

Die conclusie slaat de spijker op de kop. Het is zelfs mogelijk één technologische ontwikkeling als de belangrijkste aan te wijzen. Dat was de halverwege de achttiende eeuw door James Watt en zijn medewerkers verbeterde versie van de stoommachine.

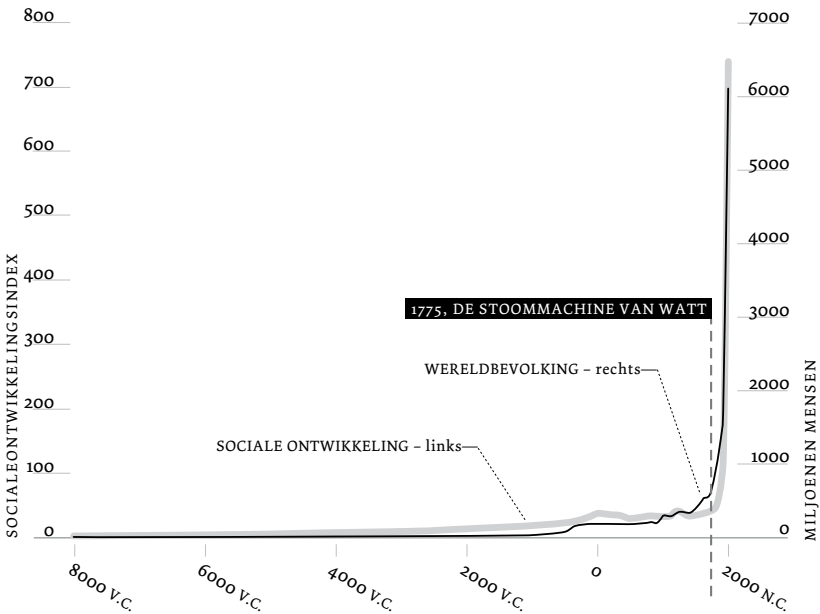
Voor Watt waren stoommachines zeer inefficiënt en werd slechts één procent van de verbrande kolen als bruikbare energie aangewend. Watt wist het rendement tussen 1765 en 1776 met enkele briljante oplossingen ruim te verdrievoudigen.<sup>9</sup> Dat gaf volgens Ian Morris de doorslag. ‘De [stoom] revolutie had enkele tientallen jaren nodig [...] het was desondanks de grootste en snelste transformatie in de hele wereldgeschiedenis.’<sup>10</sup>

De industriële revolutie behelst natuurlijk veel meer dan de geschiedenis van de stoomkracht, maar stoom vormde wel de basis. Dankzij de stoommachine waren we niet langer afhankelijk van spierkracht van mens en dier, en konden we naar believen enorme hoeveelheden energie opwekken. Dit maakte de weg vrij voor fabrieken en massaproductie, en voor spoorlijnen en openbaar vervoer. De uitvinding van de stoommachine was, met andere woorden, de opmaat tot het moderne leven zoals we dat nu kennen. De industriële revolutie luidde het eerste machinetijdperk in. Voor het eerst in onze geschiedenis werd de vooruitgang voornamelijk bepaald door technologische innovatie, en het was de grootste omwenteling die de mensheid ooit had aanschouwd.<sup>11</sup> Ian Morris betoogt dat het vermogen om enorme hoeveelheden mechanische energie op te wekken zo belangrijk

---

II. Wij verwijzen naar de industriële revolutie als het eerste machinetijdperk. De term ‘machinetijdperk’ wordt door sommige economische historici echter ook gebruikt voor de periode van snelle technologische vooruitgang aan het eind van de negentiende en het begin van de twintigste eeuw. Wij en andere historici noemen deze periode de tweede industriële revolutie.

was dat het ‘alle dramatische gebeurtenissen uit onze geschiedenis in de schaduw stelde.’<sup>11</sup>



**Figuur 1.2** Wat heeft de lijn van de geschiedenis doen stijgen? De industriële revolutie.

Nu staan we aan de vooravond van het tweede machinetijdperk. Computers en andere digitale ontwikkelingen doen voor onze geest (het vermogen onze hersens te gebruiken om onze omgeving te begrijpen en te vormen) wat de stoommachine en de daaropvolgende apparaten voor onze spieren hebben gedaan. Dankzij de verworvenheden van het digitale tijdperk kunnen we vroegere beperkingen achter ons laten en nieuwe gebieden betreden. Het is nog te vroeg om te voorspellen wat die overgang precies voor ons zal betekenen, maar we willen wel graag weten of het nieuwe machinetijdperk de grafiek van onze geschiedenis even sterk zal beïnvloeden als de stoommachine van Watt. Het hoe en waarom daarvan is de reden dat we dit boek hebben geschreven.

Een kort antwoord kunnen we alvast geven: mentale vermogens zijn minstens even belangrijk als fysieke vermogens voor onze ontwikkeling en vooruitgang. Een enorme, ongekende toename van ons mentale vermogen betekent evenveel voor de mensheid als de eerdere toename van ons fysieke vermogen heeft betekend en verschaft ons nog meer mogelijkheden om

onze fysieke en intellectuele omgeving te bedwingen en doelen te bereiken.

## We maken een inhaalslag

We hebben dit boek geschreven om iets voor onszelf helder te krijgen. Na jarenlang de impact van digitale technologieën zoals computers, software en communicatienetwerken te hebben bestudeerd, dachten we de mogelijkheden en beperkingen aardig in het vizier te hebben. Maar de afgelopen paar jaar zien we steeds meer dingen die we nooit verwacht hadden. Op eens konden computers zonder tussenkomst van een arts diagnoses stellen, menselijke taal begrijpen en iets terugzeggen en proza van hoge kwaliteit produceren, terwijl robots zelfstandig de weg in opslagplaatsen konden vinden en bijna of geheel zelfstandig auto's konden besturen. Dat waren vaardigheden waar digitale technologieën altijd lachwekkend slecht in waren geweest, en op eens konden ze het heel goed. Hoe was dat mogelijk? En wat waren de implicaties van deze verbazingwekkende vooruitgang, die over het algemeen al snel als vanzelfsprekend werd beschouwd?

We besloten de hoofden bij elkaar te steken om te zien of we deze vragen konden beantwoorden. Daartoe deden we alles wat bètawetenschappers nu eenmaal doen: we lazen bergen artikelen en boeken, bekeken grote hoeveelheden verschillende data en wisselden ideeën en hypothesen uit. Dat was allemaal nodig en waardevol, maar het werd pas echt leuk en leerzaam toen we de buitenwereld in gingen. We spraken met uitvinders, investeerders, ondernemers, technici, wetenschappers en vele anderen die technologie ontwikkelen en toepassen.

Dankzij hun openheid en ruimhartigheid hebben we enkele futuristische ervaringen beleefd in de soms onvoorstelbare hedendaagse wereld van digitale innovatie. We hebben in een zelfrijdende auto gezeten, we hebben toegekeken hoe een computer studententeams van Harvard en MIT versloeg met *Jeopardy!*, we hebben de pols van een industriële robot vastgehouden om deze een aantal bewegingen te leren, we hebben een prachtige metalen schaal in onze handen gehad die door een 3D-printer was gemaakt en nog vele andere verbluffende staaltjes van de huidige technologie gezien.

## Waar we nu zijn

Ons werk heeft tot drie ruwe conclusies geleid.

De eerste is dat we leven in een tijd waarin digitale technologieën waarvan de kern wordt gevormd door computers, software en netwerken enorme voorwaartse sprongen maken. Nieuw kunnen we deze technologieën niet echt noemen. In het bedrijfsleven wordt al meer dan vijftig jaar gebruikgemaakt van computers, en *Time* riep de personal computer in 1982 al uit tot machine van het jaar. Maar zoals er generaties overheen zijn gegaan voordat de stoommachine krachtig genoeg was om de hele industriële revolutie voort te stuwen, heeft het ook tijd gekost om onze digitale machines steeds verder te verbeteren.

In dit boek tonen we aan dat deze technologieën nog maar recentelijk tot volle wasdom zijn gekomen en we geven voorbeelden van wat ermee is en kan worden bereikt. Volle wasdom betekent echter niet dat de groei er nu uit is. Computers zullen verbeterd blijven worden en er zullen steeds weer nieuwe en ongekende resultaten mee worden bereikt. Met volle wasdom bedoelen we niet meer dan dat de vereiste bouwstenen aanwezig zijn en digitale technologieën nu een even radicale transformatie van de samenleving en de economie teweeg kunnen brengen als vroeger de stoommachine. Met andere woorden, we bevinden ons op een keerpunt, een periode waarin de lijn van onze geschiedenis dankzij ons gebruik van computers wederom een sterke stijging zal laten zien. We staan aan de vooravond van het tweede machinetijdperk.

Onze tweede conclusie is dat de diepgaande veranderingen door de digitale technologie veranderingen ten goede zullen zijn. Het tijdperk dat voor de deur staat, wordt niet alleen anders maar ook beter, want we zullen zowel de verscheidenheid als de omvang van onze consumptie kunnen bepalen. In dergelijke droge economische bewoordingen uitgedrukt, klinkt het niet direct erg aantrekkelijk. Want wie wil er nu alleen maar meer en meer consumeren? Het punt is dat we niet alleen calorieën en benzine consumeren, maar ook informatie uit boeken en van vrienden, amusement van zowel supersterren als amateurs, deskundigheid van leraren en artsen en ontelbare andere dingen die niet tastbaar en van atomen gemaakt zijn. Technologie verschaft ons meer keuzes en zelfs meer vrijheid.

Als dergelijke zaken eenmaal zijn gedigitaliseerd (geconverteerd tot bits die op een computer kunnen worden opgeslagen en verzonden via een netwerk) dan verkrijgen deze vreemde, maar mooie eigenschappen. Dan gelden er andere economische wetten waarbij niet schaarste maar over-



vloed de norm is. Zoals we in dit boek zullen aantonen, bestaan er verschillen tussen digitale en fysieke artikelen, en die verschillen zijn belangrijk.

Het spreekt vanzelf dat fysieke artikelen ook van essentieel belang zijn, en de mensen zouden er graag meer van hebben, van een grotere verscheidenheid en van betere kwaliteit. Misschien willen we niet zozeer meer, maar wel beter of gevarieerder eten. We willen misschien niet zozeer meer benzine verbruiken, maar wel meer verschillende plaatsen bezoeken met minder gedoe. Computers helpens ons dat en nog veel meer te bereiken. De fysieke wereld verbetert dankzij de digitalisering, en die verbeteringen worden steeds belangrijker. Economische historici zijn het eens met Martin Weitzman dat 'de langetermijngroei van een ontwikkelde economie wordt bepaald door de mate van technische vooruitgang'.<sup>12</sup> En die vooruitgang, zo zullen we aantonen, snelt met reuzensprongen vooruit.

Onze derde conclusie is minder optimistisch: de digitalisering stelt ons voor een aantal netelige problemen. Op zichzelf is dat noch verbazingwekkend noch alarmerend. Zelfs de meest heilzame ontwikkelingen brengen ongewenste consequenties met zich mee die bedwongen moeten worden. Londen raakte door de industriële revolutie bedekt met een dikke laag roet en kinderarbeid was aan de orde van de dag. Wat zullen daar de moderne equivalenten van zijn? De steeds sneller voortschrijdende digitalisering zal waarschijnlijk grotere gevolgen hebben voor de economie dan voor het milieu. Als computers krachtiger worden, komt er binnen het bedrijfsleven vanzelf steeds minder vraag naar bepaalde soorten werknemers. Sommige en misschien zelfs heel veel mensen zullen de snelle technologische vooruitgang niet bij kunnen houden. Zoals in dit boek zal blijken is er geen betere tijd denkbaar voor mensen met speciale vaardigheden of de juiste opleiding omdat zij technologie kunnen gebruiken om waarde te scheppen en te behouden. Aan de andere kant is het juist een bijzonder moeilijke tijd voor mensen die niet meer dan de 'gewone' vaardigheden te bieden hebben omdat computers, robots en andere digitale technologieën steeds beter in staat zijn om hun taken te vervullen.

Na verloop van tijd vonden de inwoners van Groot-Brittannië en andere landen sommige aspecten van de industriële revolutie dermate onacceptabel dat ze stappen ondernamen om daar een einde aan te maken. De democratische regeringsvorm en de technologische vooruitgang hebben daar beide een rol in gespeeld. Kinderarbeid bestaat allang niet meer in Groot-Brittannië en de lucht in Londen bevat nu minder rook en zwaveldioxide dan in elke periode sinds het einde van de zestiende eeuw.<sup>13</sup> De problemen die de digitale revolutie brengt, kunnen ook worden opgelost, maar dan

moeten we wel eerst helder krijgen wat die problemen precies zijn. Het is daarom van groot belang dat we de eventuele negatieve gevolgen van het tweede machinetijdperk ter discussie te stellen en een dialoog starten over mogelijke oplossingen. We hebben er alle vertrouwen in dat de problemen niet onoverkomelijk zullen blijken. Maar vanzelf overgaan zullen ze zeker niet. In de komende hoofdstukken laten we ons licht schijnen over dit belangrijke onderwerp.

We hebben het in dit boek over het tweede machinetijdperk zoals dat zich nu voor onze ogen ontvouwt. Dankzij de steeds verder voortschrijdende digitalisering zijn we getuige van een keerpunt in onze geschiedenis, in onze samenleving en in onze economie. De richting die we daarmee als samenleving inslaan is de juiste en brengt ons overvloed in plaats van schaarste, vrijheid in plaats van beperkingen. Maar de weg ernaartoe plaatst ons wel voor een paar moeilijke problemen en keuzes.

Dit boek bestaat uit drie delen. In hoofdstuk 1 t/m 6 beschrijven we de voornaamste kenmerken van het tweede machinetijdperk. Deze hoofdstukken bevatten veel voorbeelden van recente technologische ontwikkelingen die aan sciencefiction doen denken. We leggen uit waarom die nu plaatsvinden (computers zijn er tenslotte alweer een hele tijd) en onthullen ook waarom we denken dat de omvang en de snelheid van innovatie in computers, robots en andere digitale apparatuur nog verder zullen toenemen.

Het tweede deel bestaat uit hoofdstuk 7 t/m 11 en gaat over de twee economische gevolgen van de huidige technologische ontwikkelingen: welvaart en spreiding. De welvaart is de toename in volume, verscheidenheid en kwaliteit alsmede de dalende kosten van het grote aanbod zoals dat ontstaat door de technologische vooruitgang. Beter economisch nieuws is er niet. Spreiding is niet zo goed en verwijst naar de steeds grotere kloof tussen mensen. Daarbij valt onder meer te denken aan economisch succes, rijkdom, inkomen en mobiliteit. Spreiding is een groeiend verschijnsel en daarmee om diverse redenen een verontrustende ontwikkeling. Tenzij we ingrijpen zal deze kloof in het tweede machinetijdperk steeds groter worden.

In het derde en laatste deel, van hoofdstuk 12 t/m 15, komen diverse passende en effectieve maatregelen aan de orde die we in dit tijdperk kunnen nemen. Economisch gezien moeten we streven naar zoveel mogelijk welvaart, terwijl we tegelijkertijd de negatieve gevolgen van de spreiding zoveel mogelijk moeten zien te verzachten. We hebben een aantal ideeën over hoe we die doelen het beste kunnen bereiken, zowel op de korte als op de

lange termijn, als de vooruitgang ons een wereld heeft gebracht die technologisch zo geavanceerd is dat deze vanuit ons huidige standpunt aan sciencefiction doet denken. Zoals we in ons laatste hoofdstuk betogen, zullen het onze keuzes vanaf nu zijn die bepalen wat voor wereld dat wordt.