

Mario van Rijn &
René van der Burgt

KANTELPUNT

Hoe vijf krachten de wereld veranderen
– en wat jij hiermee kunt

Voor iedereen die perspectief zoekt.

Boom

Inhoud

Inleiding	7
1 Technologie: de motor die alles verandert	13
2 De grenzen van de planeet: botsen met het systeem Aarde	47
3 Het sociale fundament: waar alles samenkomt	81
4 Economie, politiek en macht: wie bepaalt de koers?	129
5 Voorbij de aarde: de volgende horizon	163
Jouw Kompas: van verkenning naar handelen	187
Over de auteurs	195
Literatuur	196

Inleiding

Stel je voor dat je vandaag op aarde aankomt. Geen voorkennis, geen gewoonten, geen aannames. Je kijkt om je heen. Wat zie je? Je ziet een planeet met een verbijsterende schoonheid. Oceanen die glinsteren, bossen die ademen, steden die bruisen van miljoenen levens. Je ziet technologie die grenst aan magie: machines die denken, genezingen die genetisch op maat worden gemaakt, satellieten die de hele aarde omhullen met informatie. Je ziet ook iets anders. Ijskappen die smelten. Rivieren die opdrogen. Miljoenen mensen op de vlucht. En je ziet dat de wezens die dit alles hebben gecreëerd – tegelijkertijd briljant én gevangen in de dag van morgen – druk bezig zijn met hun studie, hun werk, hun gezin, hun rekeningen, terwijl de grond onder hun voeten langzaam verschuift.

Dit boek gaat over die verschuiving. Over de krachten die onze toekomst vormgeven, of we ze nu zien of niet. Over de vraag waar we staan, waar we naartoe gaan en, misschien het belangrijkste, wie we willen zijn wanneer we daar aankomen.

Waarom dit boek, waarom nu?

De wereld is altijd in beweging geweest. Maar wat deze tijd anders maakt, is de snelheid waarmee alles tegelijk verandert. Kunstmatige intelligentie groeit niet lineair, maar exponentieel. De rekenkracht om AI-modellen te trainen verdubbelt sinds 2010 ruwweg elke vijf à zes maanden. De kosten dalen razendsnel. De prestaties overtreffen wat vijf jaar geleden voor onmogelijk werd gehouden. Tegelijkertijd zijn zeven van de negen planetaire grenzen overschreden: we belasten de aarde harder dan ze kan dragen. De geopolitieke orde verschuift. De ongelijkheid groeit. De meeste mensen, hoe betrokken ook, hebben simpelweg niet de tijd om al deze ontwikkelingen in samenhang te begrijpen.

En dat is wat dit boek probeert te doen. Niet door elk onderwerp oppervlakkig aan te stippen, maar door diep genoeg te gaan om de onderlinge verbanden zichtbaar te maken. Want het zijn niet de losse ontwikkelingen die het verschil maken; het is hun doorwerking. Technologie drijft de economie, maar bedreigt de planeet. Klimaatverandering drijft migratie, en migratie voedt de machtsstrijd die de druk op politieke systemen wereldwijd vergroot. Alles hangt met alles samen. Pas wanneer je dat samenspel ziet, het grote geheel, kun je beginnen te begrijpen waar we werkelijk staan.

De wereld is te groot en te complex om in één boek te vangen. Dat klopt. Dit boek pretendeert dan ook geen theorie van alles te zijn. Het is een weloverwogen poging om je blik te verbreden, in de wetenschap dat het plaatje nooit volledig of geheel accuraat zal zijn. Net als jij zijn wij gevormd door onze ervaringen en omgeving. Dat betekent dat we niet elk cultureel of religieus perspectief de volle aandacht hebben kunnen geven. Maar we geloven dat het beter is om een onderbouwde inschatting te maken dan in het duister te tasten.

Het model: vijf krachten, één kantelpunt

Dit boek is opgebouwd rond vijf krachten die onze toekomst bepalen. Geen vijf losse verhalen, maar vijf perspectieven op dezelfde werkelijkheid: vijf lenzen waardoor je de wereld kunt bekijken, elk met een eigen focus, maar onlosmakelijk met de andere verbonden.

Hoofdstuk 1 – Technologie: de motor die alles verandert. Van kunstmatige intelligentie tot kwantumcomputers, van gentechnologie tot humanoïde robots. Technologie is de kracht die alles versnelt, zowel de mogelijkheden als de risico's. De vraag is niet óf technologie de wereld verandert, maar wie bepaalt in welke richting.

Hoofdstuk 2 – De grenzen van de planeet. De aarde is geen onuitputtelijke bron. Klimaat, biodiversiteit, watercycli, stikstof. We belasten de systemen die ons in leven houden. Dit hoofdstuk gaat niet over doemdenken, maar over eerlijkheid: wat zijn de feiten en wat betekenen ze?

Hoofdstuk 3 – Het sociale fundament. Water, voedsel, migratie, energie, gezondheid, onderwijs, werk, inkomen. De bouwstenen van een samenleving die werkt. Of niet werkt. De vraag is niet alleen of er genoeg is, maar of het eerlijk verdeeld is, en wat er gebeurt met een samenleving waarin de beloning van werk steeds verder afwijkt van de maatschappelijke waarde die het levert.

Hoofdstuk 4 – Economie, politiek en macht. Wie bepaalt de richting? Dit hoofdstuk onderzoekt de systemen die onze wereld vormgeven – kapitalisme, politieke machtsstructuren, big tech en geopolitiek – en stelt de ongemakkelijke vraag: dienen deze systemen ons, of dienen wij hen?

Hoofdstuk 5 – Voorbij de aarde. De ruimte als spiegel. Dit hoofdstuk gaat niet alleen over raketten en sterrenstelsels. Het gaat over perspectief. Over wat er met je gebeurt wanneer je ver genoeg uitzoomt om te zien hoe klein we werkelijk zijn. En zelfs over wat de wiskunde ons leert over werkelijkheden die we nog niet kunnen waarnemen.

En tot slot: **Jouw Kompas**. Hier komen alle draden samen in wat jij hiermee kunt.

Door al deze hoofdstukken loopt een rode draad: de spanning tussen wat wij het ego-systeem en het eco-systeem noemen. Het ego-systeem is de logica van meer, sneller, groter, voor mij. Het eco-systeem is de logica van verbinding, wederkerigheid, gedeelde toekomst. Beide systemen zijn overall zichtbaar: in de technologie die we ontwikkelen, in de planeet die we bewonen, in de economie die we bedrijven, in de keuzes die we dagelijks maken. De vraag die dit boek stelt, is niet welk systeem ‘goed’ of ‘fout’ is. Beide systemen leven in ons allemaal: de ondernemer die wil groeien én die wil bijdragen. De ouder die het beste wil voor het eigen kind én voor de wereld waarin dat kind opgroeit. Het verschil is niet moreel. Het is een verschil in tijdshorizon: de korte termijn tegenover de lange. De vraag is welk systeem houdbaar is in een wereld met grenzen.

Elk hoofdstuk bouwt voort op de voorgaande hoofdstukken, zodat het plaatje gaandeweg groter wordt. De verbindingen zijn niet toevallig. Technologie (hoofdstuk 1) drijft de veranderingen in het klimaat,

maar biedt ook oplossingen. Planetaire grenzen (hoofdstuk 2) creëren de druk op samenleving en migratie. Het sociale fundament (hoofdstuk 3) wordt gevormd door technologie en klimaat, maar de ongelijkheid is een machtsvraag (hoofdstuk 4). Macht bepaalt uiteindelijk wie de technologie bestuurt, of we de planeet beschermen en hoe de welvaart wordt verdeeld. Hoofdstuk 5 geeft perspectief op het geheel: het overview-effect als metafoor voor het hele boek.

Hoe dit boek te lezen

Dit boek is geschreven vanuit strategisch foresight: de toekomst verkennen, niet om haar te voorspellen, maar om haar bewuster tegemoet te treden. Dat betekent begrijpen welke krachten onze wereld vormgeven, doordenken wat ze betekenen en ontdekken wat je ermee doet. Het maakt je wendbaarder en veerkrachtiger, twee eigenschappen die in een snel veranderende wereld geen luxe meer zijn, maar voorwaarden om te kunnen meebewegen zonder jezelf te verliezen.

Maar kennis alleen verandert weinig. Pas wanneer inzicht niet alleen je verstand bereikt, maar ook iets in je raakt, ontstaat de bereidheid om te handelen. Daarom doet dit boek een beroep op drie dimensies tegelijk: hoofd, hart en handen. Het hoofd dat begrijpt. Het hart dat voelt. De handen die handelen. Die drie zijn niet gescheiden in aparte fasen of hoofdstukken. Ze zijn verweven in elke pagina. Dezelfde passage die je iets leert, kan je raken. Dezelfde reflectie die je aan het denken zet, kan je in beweging brengen.

Er is nog iets wat we je willen meegeven voordat je begint. Dit boek gaat niet alleen over de wereld. Het gaat over jou in die wereld. Over de keuzes die je maakt als consument, als werknemer, als burger, als ouder, als mens. De stelling die we verdedigen, is simpel: wie het grote plaatje begrijpt, maakt betere keuzes. Niet uit morele plicht, maar omdat inzicht je vrijmaakt.

Wie begrijpt hoe technologie versnelt, bereidt zich anders voor op de arbeidsmarkt van morgen. Wie begrijpt hoe planetaire grenzen werken, maakt duurzamere keuzes. Wie begrijpt hoe voedsel, gezondheid en verbinding samenhangen, investeert bewuster in het eigen welzijn. En wie begrijpt hoe macht werkt, laat zich er minder door sturen.

De kennis in dit boek is geen last. Het is een voorsprong. Elk hoofdstuk biedt niet alleen inzicht in wat er gaande is, maar ook een uitnodiging om te ontdekken wat dat inzicht jou persoonlijk oplevert. Wij noemen dat handelingsbekwaamheid: het vermogen om met deze kennis bewusere keuzes te maken in je eigen leven, je omgeving en het grotere systeem. Die handelingsbekwaamheid bouw je gaandeweg op, van hoofdstuk tot hoofdstuk, tot je aan het eind genoeg weet om zelf te kiezen.

Nog één ding. Dit boek mengt feiten, interpretatie en verkenning. Waar we stellig zijn, baseren we ons op wetenschappelijke consensus. Waar we interpreteren, geven we dat aan. Alle feitelijke claims zijn voorzien van bronverwijzingen in de eindnoten.

Elk hoofdstuk eindigt met een slotbeschouwing en vier reflecties die hoofd, hart en handen activeren. Een Spiegel die je confronteert met jezelf. Een Kompas dat concrete richting biedt. Een Brug die de samenhang met andere hoofdstukken laat zien. En een Horizon die je uitnodigt voorbij 2036 te denken, niet als voorspelling, maar als verkenning.

Wie het geheel wil zien, leest het boek als één doorlopend verhaal. Dat raden we aan. Maar wie direct naar een specifiek onderwerp wil springen, kan dat ook. Elk hoofdstuk is op zichzelf leesbaar en de Brug-reflecties helpen om de draad weer op te pakken.

Een uitnodiging

Dit is geen boek om bij achterover te leunen. Het is een uitnodiging om voorbij de horizon te kijken. Niet met angst, maar met verwondering; niet met machteloosheid, maar met de bereidheid om bij te dragen. De maatschappelijke opgaven waarvoor we staan, zijn immens, maar ze zijn niet hopeloos. Het begint met begrijpen. Dat vraagt ook vertragen, bewust even de tijd nemen om de grote veranderingen te zien.

Laten we beginnen!

Technologie: de motor die alles verandert

Technologie is overal. In het eten dat je eet, in de auto die je rijdt, in de stoel waarop je zit. Maar soms vergeten we hoe verbijsterend dat eigenlijk is.

Kijk naar je hand. Dezelfde hand die honderdduizend jaar geleden een vuursteen bewerkte tot een mes, houdt nu een apparaat vast dat meer rekenkracht bevat dan alle computers die in 1969 de mens naar de maan brachten. Het scherm dat je aanraakt, reageert op de elektrische lading van je huid. De woorden die je leest, zijn in milliseconden via glasvezelkabels op de oceaanbodem naar je toe gereisd. In je broekzak zit een bibliotheek groter dan die van Alexandrië, een camera scherper dan wat twintig jaar geleden duizenden euro's kostte en een verbinding met zes miljard andere mensen. Het merkwaardige is: we vinden het normaal.

Dat is misschien wel het meest fascinerende aan technologie: niet de uitvinding zelf, maar de snelheid waarmee het wonderlijke gewoon wordt. Het was technologie die ons uit het stenen tijdperk trok. Zonder de stoommachine van James Watt in de achttiende eeuw zou de wereld er onherkenbaar anders uitzien. Grote doorbraken hebben onze welvaart en ons welzijn telkens weer vergroot, zij het niet altijd gelijk verdeeld.

De Russische econoom Nikolaj Kondratieff ontdekte in de jaren twintig van de vorige eeuw dat economische ontwikkeling verloopt in lange golven van veertig tot zestig jaar. Elke golf wordt aangedreven door een cluster van nieuwe technologieën. De stoommachine dreef de eerste golf aan, de spoorwegen en het staal de tweede, elektriciteit en de chemische industrie de derde, olie en de auto de vierde en informatietechnologie de vijfde. Elke golf kent een voorjaar van ontdekking, een zomer van welvaart, een herfst van verzadiging en een winter van crisis, waarna de volgende golf begint. De financiële crisis van 2008, gevolgd door de coronapandemie van 2020, markeerde het einde van de vijfde golf.

We bevinden ons nu aan het begin van de zesde golf, of vanuit een ander perspectief: de vierde industriële revolutie. Aangedreven door kunstmatige intelligentie, biotechnologie, robotica en geavanceerde materialen. Maar deze golf is anders dan alle voorgaande. Fundamenteel anders.

Wat haar onderscheidt, zijn drie kenmerken. Ten eerste het tempo: waar eerdere technologische revoluties decennia nodig hadden om de samenleving te bereiken, voltrekt deze zich in jaren, soms maanden. Ten tweede de reikwijdte: voor het eerst in de geschiedenis zijn technologische doorbraken direct beschikbaar voor miljarden mensen tegelijk. En ten derde, misschien het meest ingrijpende, de feedback: voor het eerst ontwikkelt technologie zichzelf. Kunstmatige intelligentie helpt bij het ontwerpen van betere chips, die weer krachtigere AI mogelijk maken, die weer snellere chips ontwerpt. Deze spiraal versnelt niet lineair, maar exponentieel. We staan niet aan het begin van een volgende golf. We staan op een kantelpunt.

Om te begrijpen wat dat betekent, voor onze economie, onze samenleving, ons dagelijks leven, moeten we eerst begrijpen waarop deze golf draait. Dat begint met iets wat even abstract als alomtegenwoordig is: rekenkracht.

Rekenkracht: de onzichtbare motor

In de jaren dertig van de vorige eeuw bestonden er geen digitale computers. Berekeningen werden met de hand gedaan; woorden als ‘processor’ en ‘dataopslag’ waren nog niet bedacht. Alan Turing en John von Neumann, twee wiskundigen met een brede blik, legden de fundamenteën van de informatica. In 1936 ontwikkelde Turing een theoretisch model voor berekeningen, de Turingmachine, dat zo briljant was dat hedendaagse computers nog steeds volgens hetzelfde principe werken. In 1945 vertaalde Von Neumann dit theoretische idee naar een werkende architectuur voor een elektronische computer. Wat we nu de Von Neumann-architectuur noemen, klopt nog altijd in het hart van elke processor.

Die eerste computers vulden hele kamers. Maar dat veranderde snel toen het mogelijk werd om het belangrijkste onderdeel, de transistor, steeds kleiner te maken. Een transistor is in essentie een schakelaar: hij blokkeert elektronen of laat ze door, waardoor je een 0 of een 1 kunt

vastleggen. Door transistoren te combineren kun je logische bewerkingen uitvoeren: optellen, aftrekken, vermenigvuldigen. Het zijn deze bouwstenen die samen een computer vormen.

De wet van Moore

De uitdaging voor de halfgeleiderindustrie is sinds de jaren zestig dezelfde: maak de transistor kleiner, en je maakt de processor krachtiger en zuiniger. Dat is buitengewoon goed gelukt. In 1972 bevatte een Intel 8008-processor 3.500 transistoren. In 2020 telde de Apple A14-chip er bijna 12 miljard. In 2024 presenteerde NVIDIA zijn Blackwell B200-chip met meer dan 200 miljard, speciaal ontworpen om kunstmatige intelligentie aan te drijven. In 2026 zit zijn opvolger Rubin alweer in productie.¹ Eén hedendaagse smartphone bevat inmiddels meer rekenkracht dan de hele planeet bij elkaar had in de jaren vijftig.

Gordon Moore, medeoprichter van Intel, beschreef dit groeipatroon al in 1965: het aantal transistoren op een chip verdubbelt ruwweg elke 18 tot 24 maanden. Vijftig jaar lang was die voorspelling (inmiddels bekend als de wet van Moore) verbazingwekkend accuraat. Maar elke exponentiële groei loopt uiteindelijk tegen grenzen aan. Wanneer transistoren slechts enkele atomen breed zijn, betreden we het domein van de kwantummechanica, waar elektronen zich niet meer gedragen zoals we verwachten. Ze ‘tunnelen’ door materiaal heen, zelfs wanneer de schakelaar dicht staat. De fundamentele grens van silicium komt in zicht.

Toch betekent het einde van Moores wet niet het einde van exponentiële groei in rekenkracht. Dat inzicht danken we aan futurist Ray Kurzweil, die de groei van computerkracht vanuit een breder perspectief bekeek. Zijn Law of Accelerating Returns laat zien dat de prijs-prestatieverhouding van rekenkracht al meer dan een eeuw exponentieel stijgt, dwars door verschillende technologieën heen. Van vacuümbuizen naar transistoren, van transistoren naar geïntegreerde schakelingen, van silicium naar wat daarna komt. We verschuiven steeds van de ene technologie naar de andere, en we gebruiken technologie zelf om de volgende te ontwikkelen. Dat patroon is nooit doorbroken. De volgende verschuiving is al begonnen.

Kwantumcomputers

Wanneer transistoren tot op kwantumniveau krimpen, worden hun eigenaardige eigenschappen een probleem voor gewone chips, maar een kans voor een heel ander soort computer. Een kwantumcomputer maakt gebruik van precies die eigenschappen die siliciumchips onbruikbaar maken. Het is geen kleinere of snellere computer; het rekent volgens andere regels.

Het verschil begint bij de manier waarop informatie wordt opgeslagen. Een gewone computer werkt met bits die 0 óf 1 zijn. Een kwantumcomputer werkt met qubits, die dankzij het principe van superpositie 0 én 1 tegelijkertijd kunnen zijn, zolang je niet kijkt. Op het moment dat je meet, ‘kiest’ de qubit een waarde.

Stel je voor dat je op een feest met honderd gasten bent. Om erachter te komen met wie je het beste gesprek kunt voeren, zou je ze allemaal een voor een de hand moeten schudden. Een kwantumcomputer schudt alle 99 handen tegelijk, en op het moment dat je de vraag stelt, sta je direct tegenover de beste gesprekspartner. Met voldoende qubits kun je astronomische aantallen berekeningen parallel uitvoeren.

De tweede cruciale eigenschap is verstrengeling (entanglement): wanneer twee qubits verstrengeld zijn, zijn hun toestanden onlosmakelijk met elkaar verbonden, ongeacht de afstand ertussen. Einstein noemde dit ‘spooky action at a distance’. Door verstrengeling kun je kwantumlogica bouwen: de bouwstenen van een kwantumcomputer.

De praktijk is weerbarstig. Qubits zijn extreem fragiel: ze moeten worden afgekoeld tot bijna het absolute nulpunt, en ze verliezen hun toestand razendsnel. Een kwantumcomputer past niet in je laptop en zal dat waarschijnlijk nooit doen. Maar de doorbraken volgen elkaar steeds sneller op.

In 2019 claimde Google met zijn Sycamore-chip (54 qubits) voor het eerst quantum supremacy: een berekening die een supercomputer 10.000 jaar zou kosten, werd in drie minuten en twintig seconden uitgevoerd.² IBM betwistte de claim, maar de boodschap was helder: kwantumcomputing werkt. In december 2024 ging Google een stap verder met de Willow-chip (105 qubits). Willow voerde een berekening uit waarvoor de snelste supercomputer ter wereld tien quadriljoen jaar nodig zou hebben, een getal dat de leeftijd van het heelal onvoorstelbaar ver overschrijdt. De Willow-chip deed het in vijf minuten.³