

Vertrouwen in de toekomst van mobiliteit - hoe dan?

Chris de Veer,
Provincie Noord-Holland
veerj@noord-holland.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 21 en 22 november 2019,
Leuven

Vertrouwen in de toekomst van mobiliteit - hoe dan?

De toekomst laat zich moeilijk voorspellen. Maar de (impliciete) verwachting van de toekomst is leidend bij zowel ons dagelijks handelen als bij het vormgeven van langjarig beleid. Dat geldt bij uitstek in het verkeer en vervoer. Als individuen maken we ons een voorstelling van hoe de voorgenomen reis er uit komt te zien, staan er files of is het heel druk in de trein? Op basis van die verwachting kunnen we ons handelen aanpassen, we nemen een trein later of stappen op de fiets. Dat laatste is een (toekomst)verwachting van veel beleidsmakers, ze hopen dat mensen dat doen en maken er lange termijn prognoses mee. Maar allerlei mooie programma's ten spijt, zijn er slechts weinigen die een echte overstap maken. Wat hebben we over het hoofd gezien? Menselijk handelen is zeker een aspect. Dit zou dus een prominente plek moeten krijgen in het instrumentarium dat we hebben om de toekomst in beeld te brengen. Deze instrumenten komen in dit paper kort in beeld. Verschillende technieken komen langs, onder andere modellering, scenarioverkenningen en trendanalyses. Hoewel toepasbaar voor vele werkelden, wordt hier vooral de focus gelegd op de toepasbaarheid ervan voor mobiliteit. Daarnaast zien we dat vele factoren invloed hebben op hoe de toekomst vormgegeven wordt. Niet in de minste plaats is de ontwikkeling van technologie en de toepassing hiervan een factor waar we rekening mee moeten houden. Wie had tien jaar geleden voorzien dat smartphone gebruik tijdens het rijden een probleem voor de verkeersveiligheid zou worden? Inmiddels staan er al weer tal van nieuwe technologische doorbraken voor de deur die van invloed kunnen zijn op ons mobiliteitssysteem. In elk geval zullen we rekening moeten houden met de verbinding van voertuigen en infrastructuur aan het internet, de ontwikkeling van deelsystemen en de ontwikkeling van algoritmen bij de automatisering van voertuigen. We weten echter nog niet wat de precieze impact zal zijn van deze trends. Met onder meer scenariobouw kunnen we hier een beter beeld van krijgen maar over de effectiviteit van dit instrument in de besluitvorming weten we nog weinig. Daarom is het nodig dit en ander toekomstinstrumentarium vaker te herijken, terug te kijken of het gewerkt heeft en meer te oefenen. Zo kunnen we ook zonder kristallen bol een beter begrip krijgen van wat de toekomst in petto heeft. Zodat we deze toekomst met meer vertrouwen tegemoet kunnen zien.

1. Vertrouwen in de toekomst

Weet u nog hoe het regeerakkoord van het huidige kabinet heet? Juist: vertrouwen in de toekomst. Volgens het huidige Kabinet is het juist dat vertrouwen wat het in Nederland zwaar te verduren heeft: 'Waar de een kansen ziet in robotisering, globalisering en innovatie, vrezen anderen voor hun baan en die van hun kinderen (..) Voor lang niet iedereen voelt de eigen buurt als een herkenbaar en veilig thuis. Sommigen vervreemden er zelfs van (..) Nog te veel mensen denken: prachtig, al die goede economische cijfers, maar ze gelden niet voor mij.'ⁱ De toekomst ziet er dus voor veel mensen zorgelijk uit.

Gek genoeg is het hoofdstuk over mobiliteit er één van hopeloos optimisme: we gaan naar "een slim en duurzaam vervoerssysteem waarvan de delen naadloos op elkaar aansluiten" en "de technologische ontwikkeling biedt de mogelijkheid om uiteindelijk tot een meer geïntegreerd vervoerssysteem te komen dat steeds schoner wordt".ⁱⁱ Een heilig geloof dus in de technologische ontwikkelingen. Terwijl onze verkeersmodellen iets heel anders suggereren. "Tot en met 2023 wordt de verwachte groei van het wegverkeer slechts voor een deel opgevangen door een uitbreiding van de wegcapaciteit. Het reistijdverlies kan hierdoor in totaal toenemen met 35 procent in vergelijking met 2017."ⁱⁱⁱ Maar liefst een derde files erbij en dan zijn er ook nog de gevolgen voor de verkeersveiligheid en het milieu.

Vandaar ook dat Jeekel waarschuwt: "Als de toekomst ons lief is, zullen we dus radicaal anders met mobiliteit moeten omgaan. Minder verslepen, minder vliegen, weg van instant gratification, elkaar meer vertrouwen, en dus meer autozetels durven delen, de openbare ruimte opzoeken, minder gestrest omgaan met tijd en de autolocaties langs de snelwegen saneren."^{iv} En Renooy schrijft in Binnenlands Bestuur: "We kunnen niet in een glazen bol kijken en toekomstige ontwikkelingen voorspellen. Wel is het zeker dat niks doen en wachten op toekomstige technologieën helemaal niet bijdraagt aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. Haast is geboden voor zorgeloze mobiliteit. Niet afwachten, maar nu beginnen!"^v

De eerste vraag die dit oproept is: is het waar dat toekomstige ontwikkelingen niet voorspeld kunnen worden? De tweede vraag is, over welke toekomstige ontwikkelingen hebben we het nu eigenlijk en wat betekent dat eigenlijk voor onze visie op mobiliteit? Moet het inderdaad radicaal anders zoals Jeekel en Renooy beweren? Ten slotte: waar leidt dit alles toe, kunnen we nou wel of niet zorgeloos de toekomst onder ogen zien?

2. Zijn toekomstige ontwikkelingen te voorspellen (en hoe dan?)

2.1 Waar is het voorspellen gebleven?

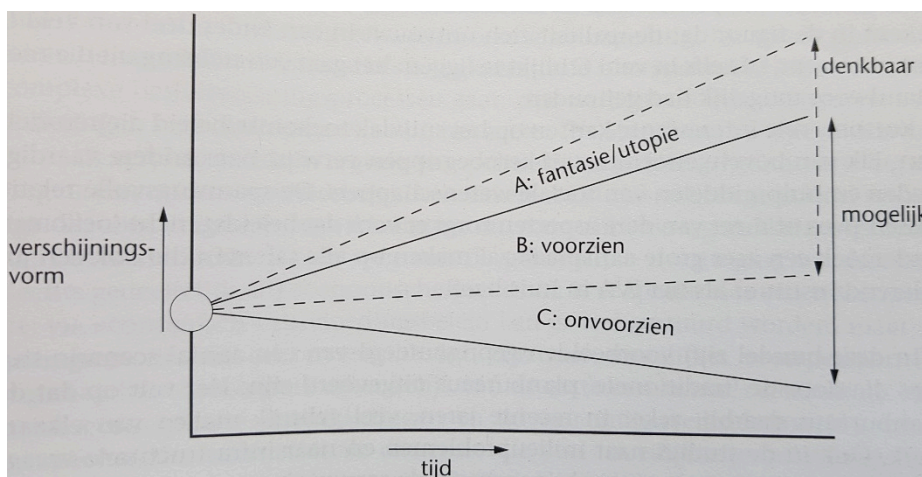
In de jaren zestig en zeventig was er relatief veel aandacht voor het voorspellen van de toekomst. Disciplines en methodes ontstonden als futurologie, Delphi, simulatie en forecasting. De wetenschappelijke interesse voor predictie lijkt verdwenen, men is teruggevallen op standaard lineaire doorvertalingen naar de toekomst op basis van statische algoritmes, zoals bij verkeersmodellen, en natuurlijk de alles overheersende scenario's van het CPB. Als deze al überhaupt gebruikt worden om toekomstig beleid vorm te geven.

Als we de kamerleden Bart Snels en Sneller mogen geloven, dan lijkt men zich in de Haagse politiek liever te baseren op giswerk en wil men vooral niet te concreet worden als het gaat om de verwachte effecten van maatregelen.^{vi}

Echter, al in 1954 toonde Paul Meehl aan dat algoritmes betere voorspellers waren dan 'expert judgement'.^{vii} Dan dus maar liever het gebruik van rekenmodellen dan klakkeloos geld er tegenaan gooien en hopen dat het wat oplevert.

Maar alleen de verkeersmodellen, hoe goed gekalibreerd ook tegenwoordig, zijn onvoldoende. "De veelheid, snelheid en onvoorspelbaarheid van alle ontwikkelingen leiden ertoe dat het oplossend vermogen van de nieuwe mogelijkheden nog niet altijd duidelijk is (...) de reflex van beleidsmakers is om primair door te gaan op de bekende weg (...) MKBA's kunnen moeilijk uit de voeten met veranderingen die zich niet trendmatig, maar schoksgewijs ontwikkelen, zoals nu bij mobiliteit het geval is."^{viii}

Tegen de achtergrond van verschuivende panelen en grote onzekerheid (zie ook het volgende hoofdstuk), is meer instrumentarium nodig én voorhanden. De mogelijkheden in de toekomst laten zich namelijk niet meer lineair voorspellen, naast een voorziene, wenselijke of maakbare toekomst, is er ook een denkbare toekomst en een onvoorziene toekomst, zoals Ester, Geurts en Vermeulen aan hebben gegeven.^{ix}



Figuur 1: Verschillende mogelijkheden die de toekomst bestrijken

De figuur laat zien dat het onverstandig is om alleen die zaken te bekijken die voorzien kunnen worden (vlak B) zonder af te vragen wat er nog meer mogelijk is, zoals het wildst denkbare, dat is als je je fantasie de vrije loop laat (vlak A) of het meest ondenkbare, dat wat je niet voorzien hebt (vlak C). Vlak B is vaak het vlak waarin de maakbaarheid hoogtij viert. Wat je bedenkt en uitvoert dat bepaalt ook de toekomst. "The best way to predict the future is to invent it" zei John Scully van Apple. Inmiddels is denk ik iedereen er wel van overtuigd dat zelfs de beste uitvinder niet altijd de wereld naar zijn hand kan zetten (Scully zelf heeft na een reeks van foute inschattingen, in 1993 zijn ontslag ingediend bij Apple).^x

2.2 Verkeersmodellen

In het voorziene vlak liggen wat je de deterministische modellen kunt noemen, die bepaald worden door wetmatigheden, logische causale verbanden en zelfs exponentiële verbanden.

Verkeersmodellen zijn hier een mooi voorbeeld van. Op basis van patronen die het reisgedrag min of meer voorspellen, kan aangegeven worden hoe toekomstige verkeersstromen plaatsvinden, bijvoorbeeld bij de bouw van een nieuwe woonwijk. Het geeft inzicht in (complexe) verplaatsingspatronen, helpt bij kosten-batenafwegingen voor aanleg van infrastructuur en kan gebruikt worden voor visualisaties.^{xi} Verkeersmodellen zijn hiermee van onschatbare waarde als het gaat om het vormgeven in de voorziene toekomst. De winst van de modellering zit hem overigens niet alleen in de uitkomsten. Juist het expliciteren van keuzes die bij het opstellen van het model worden gemaakt, zijn van groot belang. Helaas is dit, mede door de complexiteit van de modellen en de gebruikte software een nogal ondoorzichtig proces waardoor keuzes nog wel eens 'verstopt' in de modellen liggen, hetgeen ook politici en beleidsmakers wel eens zwaar valt omdat de uitkomsten niet altijd stroken met het gewenste. Dat laatste manifesteert zich niet zelden in vlak A dus de fantasie/ utopie (wel denkbaar maar niet mogelijk).

2.3 Uitzonderlijke modellen

Op de scheidslijn van het voorziene en onvoorziene liggen de toekomstverwachtingen die bepaald worden door probabilistische rekenregels of exponentiële verbanden. Bij het eerste kan het voorbeeld genoemd worden van de Japanse paleontoloog Koji Minoura en zijn team, die een verband ontdekte tussen een oud gedicht over een tsunami in 869 en de huidige bodemgesteldheid bij Fukushima. Hij ontdekte dat er ongeveer om de 1000 jaar een tsunami plaatsvond. Helaas waren zijn bevindingen onvoldoende aanleiding om maatregelen te treffen om de ramp die Fukushima in 2011 trof, waarbij de kerncentrale door een tsunami werd getroffen, te voorkomen.^{xii} Minoura kende een hoge probabiliteit toe aan de kans op het opnieuw plaatsvinden maar kon niet voorzien dat het 'slechts' tien jaar zou duren voor het zover was. Een les hieruit, die we veel zien terugkomen bij toekomstvoorspellingen: ken de wetmatigheden in de geschiedenis en de natuur.^{xiii} Overigens kunnen we hieruit ook het gewicht afleiden dat aan toekomstverkenningen en voorspellingen kan hangen. Was de voorspelling van Minoura serieus genomen dan had dit misschien honderden levens kunnen besparen.^{xiv}

Van de exponentiële modellen is de Wet van Moore de meest bekende. Moore voorspelde in 1965 dat het aantal transistoren in een geïntegreerde schakeling ieder jaar zou verdubbelen. In 1975 stelde hij dat bij naar iedere twee jaar. Desalniettemin is de consequentie dat computerchips steeds kleiner worden en steeds sneller. Resultaat is een exponentiële ontwikkeling van de rekenkracht van computers. Dit zou wel eens de verklaring kunnen zijn waarom er op technologisch vlak nu ineens zoveel mogelijk lijkt te zijn. Systemen die eerder als utopie werden gezien, zoals zelfrijdende voertuigen, komen hierdoor ineens binnen handbereik. De vraag is of computerkracht voldoende is om zelfrijdende voertuigen in alle situaties te kunnen toepassen, de belemmerende factor zit hier veel eerder in de ontwikkeling van algoritmes die de complexiteit van het verkeer kunnen vertalen in handelingsperspectief voor het voertuig. Een oplossing hiervoor is mogelijk de toepassing van kunstmatige intelligentie (of Artificial Intelligence, AI) waarbij de algoritmen door het voertuig zelf ontwikkeld worden op basis van ervaringen. Op deze ontwikkeling kom ik later terug.

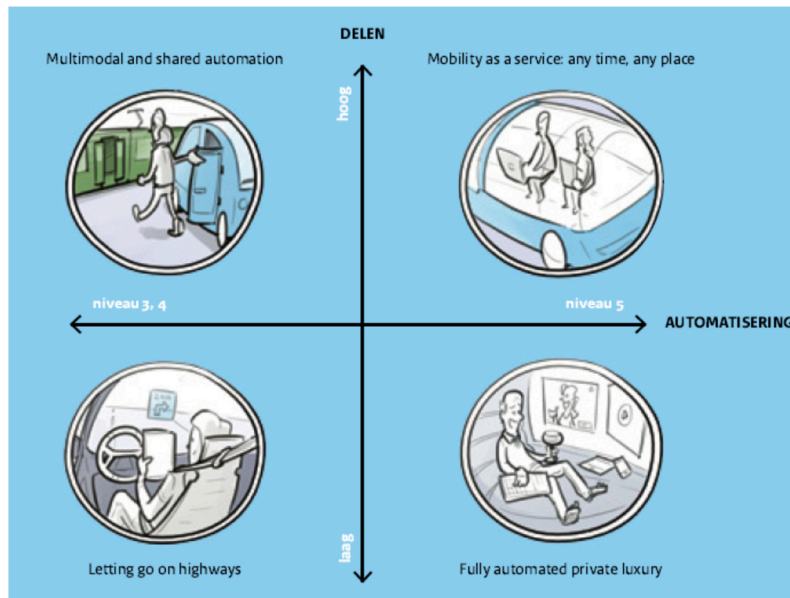
2.4 Trends, road maps en scenario's

Er zijn nog andere manieren om naar de toekomst te kijken. De meest eenvoudige is trendwatching. In feite ook een vorm van modelleren, maar dan op een iets andere manier. Een trendwatcher signaleert trends op basis van marktonderzoek. Op basis van wat hij ziet, hoort en leest, benoemt een trendwatcher de ontwikkelingen die gaande zijn.^{xv} Dit wordt momenteel vooral gebruikt bij het ontwikkelen van nieuwe producten maar kan ook heel waardevol zijn bij het vaststellen van wat ontwikkelingen zijn die in de samenleving spelen en wat we er mee kunnen. Het hele volgende hoofdstuk is gebaseerd op deze vorm van naar de toekomst kijken.

Op basis van ingeschatte trends kunnen road maps opgesteld worden waarin deze trends verwerkt zijn en waaraan toegevoegd kan worden op welke trends het bedrijf of de organisatie zou willen ontwikkelen. Een voorbeeld hiervan zijn de twee road maps die Transforum heeft gemaakt voor de Europese Unie. Eén ervan bestaat eruit om de te bewerkstelligen dat het aandeel emissies door personenvervoer in steden gehalveerd wordt in 2030.^{xvi} De andere betreft het veranderen van de modal shift in lange afstand vrachtvervoer.^{xvii} Hierbij gaat het er dus niet alleen om inzicht te krijgen in wat de toekomst brengt maar ook om hierop vat te krijgen en de ontwikkelingen zodanig in ons voordeel te buigen dat maatschappelijke doelen dichterbij worden gebracht. Immers, "de toekomst is zowel het resultaat van menselijk handelen, als bepalend voor ons handelen; we maken de toekomst en de toekomst maakt ons".^{xviii}

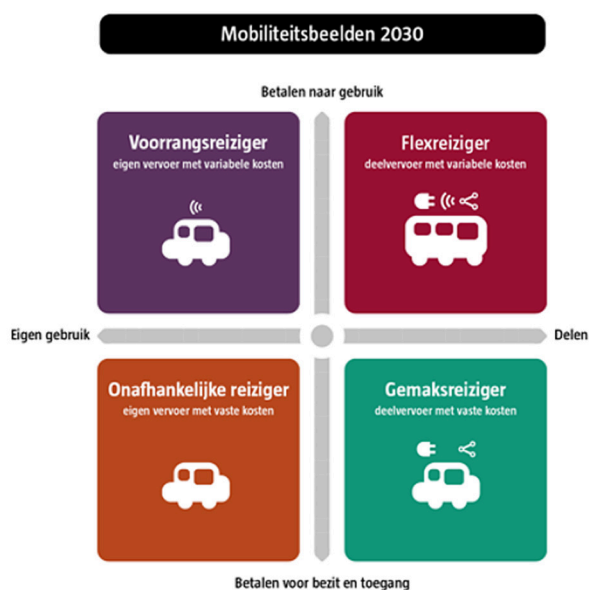
Ten slotte kunnen we gebruik maken van scenario's. Ruwweg zijn er twee typen scenario's te onderscheiden, de interne en externe scenario's. Interne scenario's zijn meer normatief en doelgerelateerd. De redenering is: 'we willen niet dat scenario A plaatsvindt dus we gaan voor scenario B'. Externe scenario's zijn zoveel mogelijk waarde vrij en beschrijven mogelijke werelden die je kunnen overkomen. Het zijn mentale modellen van de wereld die intern consistent zijn en uitdagende beschrijvingen geven van mogelijke toekomst. Deze externe scenario's "zijn bedoeld om de grenzen weer te geven van mogelijke toekomstige ontwikkelingen en uitkomsten in de buitenwereld".^{xix}

Bekende scenario's zijn die van het World Economic Forum over de toekomst voor bedrijven en die van het CPB over vooral economische toekomstverwachtingen. Hoewel deze vaak als basis worden genomen en hierdoor ook de kans bestaat dat de scenario's teveel gewicht krijgen, bijvoorbeeld voor beleidsbeslissingen waarvoor ze niet zijn bedoeld, zijn dit niet de meest interessante scenario's. Vaak ontbreekt het verhalend vermogen wat wel nodig is om de beschrijving van de toekomst ook nog enigszins beeldend te maken. Interessanter, zeker met het oog op mobiliteit, is bijvoorbeeld de scenariostudie van het KIM over de ontwikkeling van voertuigen in relatie tot het gedrag van mensen (gaan we wel of niet delen). Zie figuur 2.



Figuur 2: De scenario's van het KiM over de toekomst van mobiliteit.^{xx}

Een ander interessant voorbeeld, zijn de scenario's die Bouwend Nederland heet laten ontwikkelen. Meer dan bij de KiM-scenario's, is daar de reiziger als uitgangspunt genomen. Ze signaleren onzekerheden op drie thema's: consument en markt, overheidssturing en technologie. Daaruit zijn vier scenario's geformuleerd die variëren van reizigers die betalen voor gebruik en bereid zijn te delen (de 'flexreiziger') of juist mensen die betalen voor bezit en dit alleen voor eigen gebruik willen (de 'onafhankelijke reiziger'), zie figuur 3. Alhoewel deze scenario's in zich dragen dat er een keuze gemaakt kan worden, immers mogelijk is een flexreiziger vanuit beleidsperspectief wel gewenster dan een onafhankelijke reiziger, toch is het voldoende interessant om deze scenario's waarde vrij te beschouwen. De praktijk laat ook zien dat het beïnvloeden van de voorkeuren van individuen weerbarstige materie is.



Figuur 3: Scenario's voor mobiliteit in 2030.^{xxi}

Dit zijn slechts voorbeelden van scenario's, bedoeld ter inspiratie. De kunst van van scenario's zit namelijk net zoveel in het opstellen ervan en niet alleen in het eindproduct. Daarom is het voor iedere organisatie aan te raden om van tijd tot tijd scenario's te ontwikkelen en dit te gebruiken als instrument om het strategisch denken in de organisatie op te vijzelen.^{xxii}

2.5 Het succes van deze methodes

Gezien het voorgaande kan op de vraag of het mogelijk is om toekomstige ontwikkelingen te voorspellen kan dus bevestigend geantwoord worden. Dat wil zeggen: het instrumentarium is er. Maar hebben we daar dan ook wat aan? Als het gaat om modellen, zijn we inmiddels aardig bekend met de waarde en de beperkingen ervan. Maar als het gaat om de methodes waarmee we meer grip op het onvoorziene willen krijgen, zoals trendwatching en scenario-ontwerpen is in de literatuur verrassend weinig objectieve, kwantitatieve informatie te vinden. Er zijn succesverhalen zoals dat van Shell waaraan Van der Heijden zijn scenarioboek heeft ontleend.^{xxiii} Het verhaal is dat Shell doordat er scenario's waren ontwikkeld binnen het bedrijf, de oliecrisis zag aankomen en daarop veel eerder heeft kunnen participeren dan de concurrentie zodat het veel beter uit de crisis kwam dan andere oliebedrijven. En het boek van Tetlock zit vol met verhalen over succesvolle voorspellingen. Maar ook hij moet toegeven dat het grotendeels onontgonnen terrein is. "Op allerlei andere terreinen waarop met voorspellingen veel te winnen valt, tasten de voorspellers in het duister. [...] De juistheid wordt zelden achteraf bepaald, en al helemaal niet met de voor bruikbare conclusies benodigde regelmaat en gestrengheid."^{xxiv} Dit wil niet zeggen dat we er niets aan hebben maar dat er voor wetenschappers nog een opgave is om de waarde van dit instrumentarium beter te duiden. Ook is het de vraag of de waarde zit in de uiteindelijke uitkomst van de voorspellingen of in de weg daar naartoe. Hoe dan ook, niet proberen vat te krijgen op de toekomst, levert een slechter beeld op dan in elk geval een poging wagen.

3. Toekomstige ontwikkelingen in technologie

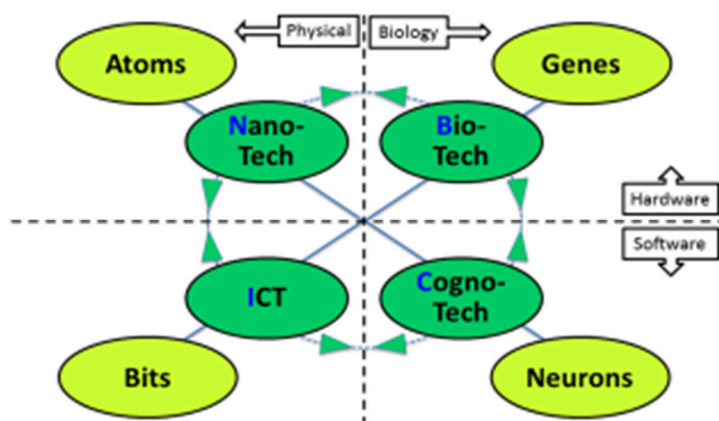
De provincie Noord-Holland is - net als veel andere provincies en organisaties - in beeld aan het brengen welke belangrijke technologische veranderingen er zijn in de wereld. Deze eerste trendwatching analyse kan worden gebruikt om de organisatie gevoeliger te maken voor wat er gaande is in de wereld en kan dienen voor de ontwikkeling van scenario's, bijvoorbeeld over mobiliteit. Hier dient het als voorbeeld voor de manier waarop je naar ontwikkelingen kan kijken.

3.1 Vierde industriële revolutie

In de studie van de provincie wordt geconstateerd dat er momenteel veel veranderingen tegelijkertijd gaande zijn: klimaatverandering, opkomende economieën (India, China), politieke veranderingen (bv. van west naar oost), grote migratiestromen, steeds grotere inkomensverschillen. Direct of indirect heeft dit effect op het beleid en de activiteiten van de provincie, bijvoorbeeld de concurrentie van de lage lonenlanden beïnvloedt het type werkgelegenheid, extra immigratie leidt tot grotere druk op de woningmarkt en klimaatverandering zorgt er bijvoorbeeld voor dat we inzetten op elektrische bussen en circulariteit.

Tegelijkertijd is er een toename van allerlei technologische toepassingen zoals 3d-printing, draadloos opladen en betere batterij-opslag, zelfrijdende voertuigen, augmented reality, genetische modificatie en artificiële intelligentie (zelflerende computers).

Sinds ongeveer het jaar 2006 is er mondiaal een krachtige technologische onderstroom gaande die weleens wordt aangeduid met de term *De Vierde Industriële Revolutie*. De essentie hiervan is dat technologieën die voorheen op zichzelf stonden, door toenemende interdisciplinaire samenwerking steeds meer *versmelten*. Dat geldt voor de nano-, de bio- en de informatietechnologie alsmede voor de cognitieve wetenschappen (zie figuur 4). Er wordt dan ook wel gesproken over een *convergentie van de NBIC-technologieën*. Deze convergentie zorgt voor een explosieve ontwikkeling van technologie en data.



Figuur 4: Vierde industriële revolutie

3.2 Technologiegebieden

De Vierde Industriële Revolutie leidt tot de opkomst van een achttal –wat het Rathenau Instituut noemt- *technologiegebieden*.^{xxv} Deze ontstaan door de versmelting van twee of méér van de hierboven genoemde NBIC-technologieën. Het gaat om de volgende technologiegebieden:

Robotica	Persuasieve technologie	Platformen	Kunstmatige intelligentie
			
Internet of Things	Facebook	VR/AR en sociale media	Big data en algoritmen
			

- *Internet of Things*
- *Robotica (incl. 3D-printing en drones)*
- *Persuasieve technologie (gericht op gedragsbeïnvloeding)*
- *Biometrie (gericht op individuele identificatie zoals gezichtsherkenning)*
- *Platformtechnologieën*
- *Social media waaronder virtual en augmented reality*
- *Big data en algoritmen*
- *Kunstmatige intelligentie*

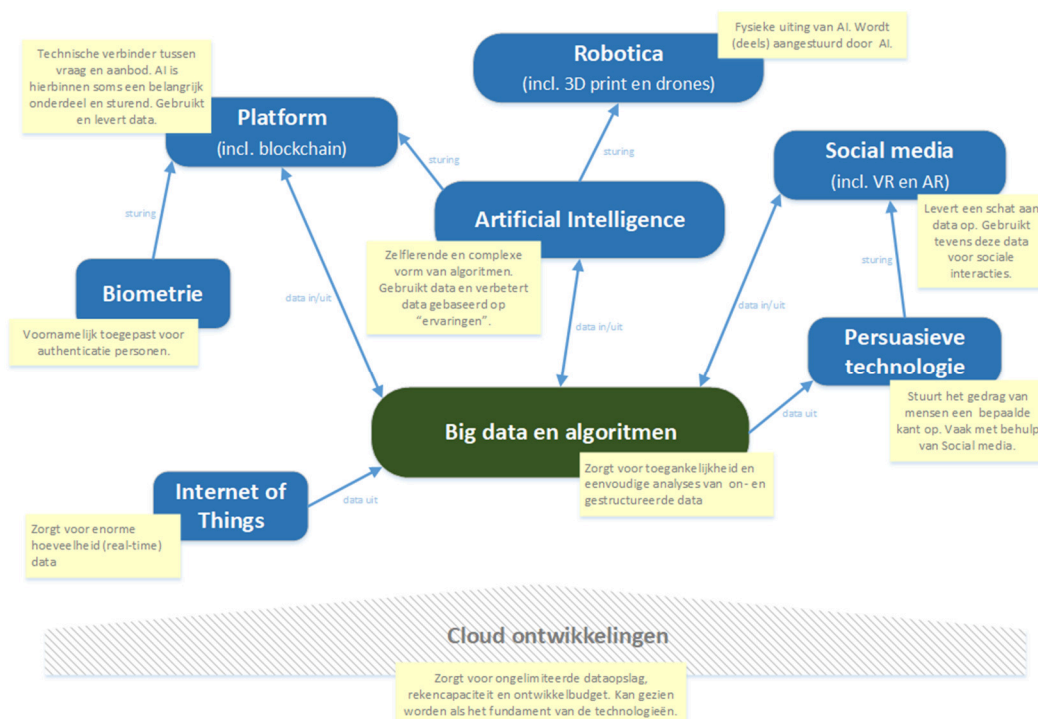
Figuur 5: Acht basistechnologieën vanuit NBIC

Deze technologiegebieden staan niet op zichzelf maar hebben allerlei onderlinge verbanden en zijn sterk met elkaar verweven. Hierdoor zorgt de ontwikkeling van de ene technologie voor nieuwe mogelijkheden van de andere technologie. Robots met artificiële intelligentie (AI) hebben veel meer toepassingsmogelijkheden. De internet of things drijft op big data. En algoritmen zijn cruciaal voor de ontwikkeling van de automatisering (en toenemende robotisering) van voertuigen. Het is één versterkend geheel wat weer bijdraagt aan de enorme ontwikkelsnelheid van de individuele technologieën. "Big data en algoritmen" spelen hierin een cruciale rol.

Ook de volwassenheid en wereldwijde schaal van de publieke cloud speelt een belangrijke rol in al deze ontwikkelingen. Door de achterliggende technische infrastructuur op deze schaal centraal te organiseren ontstaat er laagdrempelig toegang tot ongelimiteerde dataopslag en rekencapaciteit.

Ten slotte kan geconstateerd worden dat het niet altijd gaat om nieuwe ideeën, maar om principes die al langer bestaan maar door de snelle verbetering van vaak reeds bestaande technologieën en in combinatie met andere toepassingen, vaak een hele nieuwe betekenis krijgen. Deze nuance is relevant omdat deze technologieën al volop ingezet worden en de ruimte en economie aan het veranderen zijn. 'It's here, it's real and it will have impact on (y)our business'.

3.3 Wat houden deze technologiegebieden in?



Figuur 6: de 8 technologieën uitgewerkt.^{xxvi}

Bij *robotica* gaat het geautomatiseerde systemen die taken kunnen overnemen van mensen. Ze zijn inzetbaar in zowel de fysieke als de virtuele wereld, binnenshuis, op het werk, of in de publieke ruimte. We komen deze vorm van automatisering overal tegen, soms wordt er al jaren mee gewerkt. Voorbeelden zijn er in de maakindustrie (volumeproductie zoals in de automotive sector), in de gezondheidszorg (operatierobots, zorgrobots), de agrarische sector (melkrobots, gewasmonitoring, gerobotiseerde oogst), de logistiek (haven, distributiecentra, gebruik van (semi-)autonome voertuigen) en bij inspectie en onderhoud. Ook zelfsturende voertuigen en onbemande vliegtuigen (drones) zijn vormen van robotisering.

Omdat steeds meer 'dingen' als lantarenpalen, bruggen en (onderdelen van) voertuigen worden verbonden aan het internet, spreken we van het *internet of things (IoT)*. Op deze manier verzamelen objecten gegevens over de omgeving en ontstaan er mogelijkheden om te monitoren en analyseren, real time en van afstand in te grijpen, en gepersonaliseerde diensten aan te bieden. Er zijn legio voorbeelden in de domotica, zoals het van afstand aanzetten van de verwarming en verlichting, maar er zijn ook veel industriële toepassingen, zoals het uitlezen van barcodes door drones in distributiecentra en van daaruit productieprocessen aansturen.

In de ruimtelijke ordening en de mobiliteit zien we de eerste IoT oplossingen toegepast worden, zoals het aanpassen van de verlichting op wegen aan de intensiteit van het verkeer. De toepassing heeft echter veel meer (onverkende) potentie, wat dat betreft staan we nog aan het begin van de ontwikkeling naar echte Smart Cities en Smart Mobility. Er zijn wel nog wat technische en organisatorische issues te overwinnen op het gebied van 'interoperabiliteit' en dan vooral de 'inter-organisationale operabiliteit'. Met andere woorden: op dit moment zijn het vooral de verschillende communicatie-protocollen tussen organisaties die een bredere toepassing van IoT belemmeren.

Bij *biometrie* gaat het om de identificatie van mensen via unieke biologische kenmerken zoals vingerafdrukken, stemgeluid, gezicht of looppatroon. Dit wordt nu veel toegepast bij misdaadbestrijding, ontgrendeling van computers en mobiele telefoons en bij fysieke toegang tot bepaalde gebouwen of objecten. Privacy is bij deze ontwikkeling wel een issue evenals identiteitsfraude.^{xxvii} Schiphol maakt in een aantal gevallen bij paspoortcontroles al gebruik van irisscans. Het is denkbaar dat biometrie op termijn zo 'gewoon' wordt dat het ook toegepast gaat worden in bijvoorbeeld het openbaar vervoer: vingerafdruk in plaats van OV-chipkaart.

Persuasieve technologie is een combinatie van psychologie, sociologie, big data en slimme software om menselijk gedrag, houding of opvattingen te monitoren en beïnvloeden, betrokkenheid te creëren en kennis over te dragen. Dit wordt op allerlei manieren al gedaan, bijvoorbeeld de persoonlijke reclames op Google en Facebook. Manipulatie en misbruik liggen op de loer: een voorbeeld hiervan is het schandaal rond Cambridge Analytica dat vorige jaar werd onthuld waarbij 50 miljoen profielen van Facebook werden gebruikt om de Amerikaanse verkiezingsuitslagen te manipuleren.^{xxviii} Het kan ook positief ingezet worden, bijvoorbeeld bij Mobility as a Service (MaaS): mensen verleiden alternatieven te gebruiken voor het autobezit om een positieve bijdrage te leveren aan leefomgeving en bereikbaarheid van steden en platteland.

Of om duurzame keuzes te stimuleren bij het gebruik van energie (wind- en zonne-energie ipv. fossiele brandstoffen).

Nieuwe *digitale platformen* verstoren 'oude' organisatiemodellen en maken nieuwe transactieprocessen mogelijk. Via websites en apps brengen ze verschillende vragers en verschillende aanbieders bij elkaar. Het concept is niet nieuw maar de schaal waarop het kan en de impact ervan wel. Ook is er een nieuwe wijze ontstaan waarop op grote schaal afspraken kunnen worden vastgelegd, namelijk met behulp van blockchain. De nieuwe diensten en platformen hebben vaak ruimtelijk-economische gevolgen, zo verdrijven e-commerceplatformen fysieke winkels uit de binnensteden en vereisen ze grote distributiecentra op centrale locaties. Vaak gaat het om organisaties die *geen* eigen producten ontwikkelen, produceren of leveren. Ze bieden alleen een online dienst die de vraag- en aanbodkant op een hele slimme manier bij elkaar brengt. Bekende voorbeelden op het gebied van verkeer en vervoer zijn Uber en SnappCar.^{xxix}

Hierdoor zijn deze organisaties ook in staat om heel snel te ontstaan, een markt binnen te dringen en te verstoren. Alles draait hier om schaal. De platformen die overleven krijgen hierdoor steeds meer macht en kunnen steeds meer eisen opleggen aan leveranciers en klanten. Mogelijk is dit één van de redenen dat parkeerdata in Nederland slechts mondjesmaat wordt vrijgegeven door de branche, de angst voor een partij die zo machtig wordt dat ze eisen gaat stellen aan beschikbaarheid en prijzen van parkeerplaatsen.

Met *augmented of virtual reality* wordt de scheidslijn tussen de virtuele en fysieke wereld kleiner gemaakt. Toepassingen op de smartphone of een slimme bril of geavanceerde digitale kaarten kunnen extra informatie geven bij wat je ziet (augmented reality). Een mooi voorbeeld hiervan is Pokémon waarmee op bepaalde locaties kleine digitale wezentjes zichtbaar worden op je telefoon. ProRail onderzoekt de mogelijkheden van AR voor inspectie en bouw.^{xxx} Als er een volledig computergegenereerde omgeving is waarmee fysieke interactie mogelijk is, spreken we van virtual reality. De techniek biedt bijvoorbeeld mogelijkheden voor innovatieve informatievoorziening. In Noord-Holland is VR toegepast bij het project van de versterking Markermeerdijken, bewoners konden met een VR bril de toekomstige situatie zien.

Het begrip *big data* wordt in twee betekenissen gebruikt. De eerste betekenis is het geheel aan positieve en negatieve kanten van de 'dataficatie' van de samenleving: alle nieuwe kansen, mogelijkheden, bedreigingen en technieken die samenhangen met het feit dat we op een andere manier kunnen omgaan met data.^{xxxi} De tweede betekenis gaat over de aard van big data. Big data kenmerkt zich door de 3V's: volume, velocity en variety. Big data bestaat uit grote hoeveelheden data die op het moment zelf (real-time) uitgelezen en geanalyseerd kunnen worden en die afkomstig kunnen zijn uit verschillende bronnen (social media, sensoren, camera's). Bij de toepassing van deze data spelen rekenregels of algoritmen een rol. Een algoritme is een reeks instructies die leidt tot een bepaald doel of tot de oplossing van een probleem. Om verkeersstromen te voorspellen en indien mogelijk te beheersen spelen big data en algoritmen een grote rol. Denk aan het gebruik van sensordata uit voertuigen en de algoritmen die nodig zijn om een voertuig te automatiseren.

Met *kunstmatige intelligentie (AI)* kunnen patronen uit data gehaald worden waardoor intelligente machines zelf kunnen leren. Door AI worden algoritmen complexer, minder transparant en soms zelflerend. Onderliggend aan dit concept ligt het vakgebied van Machine Learning (algoritmes die computers in staat stellen om op basis van voorbeelden te leren en te begrijpen zonder deze expliciet te programmeren) en Deep Learning (virtuele neurale netwerken die te vergelijken zijn met de neurale netwerken binnen het brein van de mens). AI ondersteunt vele andere toepassingen op het gebied van robotica en slimme omgevingen. Tegenwoordig zijn machines in staat om enkel met spelregels zichzelf binnen een paar uur onoverwinnelijk te maken op spellen die door ons als mens als uiterst complex wordt ervaren (Schaken, GO). Er gaan steeds meer stemmen op om de overheid een belangrijke rol te geven bij afwegingen over het gebruik van en de controle over slimme algoritmen en AI.^{xxxii}

Door sterke ontwikkeling van (publieke) cloud omgevingen (ongelimiteerde rekenkracht en opslag) en toegankelijkheid van Big Data (zie hiervoor) wordt de komende tijd veel verwacht van AI en de aanpalende vakgebieden.

4. Kunnen we vertrouwen in de toekomst van mobiliteit?

Als we de hiervoor genoemde ontwikkelingen zien dan tekent zich een beeld van de toekomst af waarin nieuwe technologieën enorme kansen bieden om grote uitdagingen, zoals klimaattransitie en bereikbaarheid, het hoofd te bieden.

Maar de toepassing van nieuwe technologieën levert ook weer nieuwe uitdagingen op. Misbruik en manipulatie van data liggen op de loer en zijn mensen geïnteresseerd in bijvoorbeeld deelsystemen? Om hier grip op te krijgen is het van belang om de technieken toe te passen die in hoofdstuk 2 kort aan de orde zijn gekomen.

Daartoe is het nodig om een breed spectrum aan trends te inventariseren. Het moge duidelijk zijn dat de technologische gebieden die in hoofdstuk 3 zijn genoemd, niet voldoende zijn om een volledig beeld te geven van toekomstige ontwikkelingen die de mobiliteit raken, het geeft slechts gedeeltelijk inzicht in wat er te wachten staat. Eerder kwam bijvoorbeeld de menselijke factor aan bod en die ontbreekt in het overzicht. Zo is een belangrijke vraag bij de automatisering van voertuigen of automobilisten hier wel op zitten te wachten. Uit onderzoek is gebleken dat de meeste automobilisten geen gebruik maken van de rijtaakondersteunende systemen, zoals Lane Departure Warning, Emergency Brake of Adaptive Cruise Control, ook al wordt de verkeerveiligheid hiermee vergroot.^{xxxiii} Wat is dan de kans dat automobilisten in de toekomst op grote schaal gaan overstappen op volledig geautomatiseerde auto's?

Overigens is het van belang deze vraag (en andere vragen die opdoemen aan de hand van de in beeld gebrachte trends) zo waardevrij mogelijk te benaderen.

Tetlock geeft een aantal aanbevelingen voor wat hij noemt 'supervoorspellers'.^{xxxiv} Een paar daarvan hebben te maken met de wijze waarop degene die de toekomst probeert te doorgronden, naar de wereld kijkt. Om goed te kunnen voorspellen zul je volgens Tetlock moeten oefenen, fouten maken en hiervan leren en een evenwicht vinden tussen behoedzaamheid en besluitvaardigheid.

Hypotheses, zoals over de bereidheid van mensen om gebruik te maken van zelfrijdende voertuigen, niet meteen omarmen of direct verwerpen op basis van je eigen vooringenomenheid. Net als Van der Heijden, Gaddis en Rotmans, benadrukt hij het belang van (interdisciplinair) samenwerken. Het is dus verstandig om ook ruimtelijke ordenaars, psychologen en ICT-ers te betrekken bij het kijken naar de toekomst voor verkeer en vervoer.

Ook is de ontwikkeling nodig van specifieke scenario's waarin diverse technologische toepassingen voor mobiliteit worden gecombineerd met andere relevante maatschappelijke ontwikkelingen, zoals demografie, individualisering, mondialisering. Dit kan helpen bij het inzichtelijk maken van de kansen en gevaren van de toepassingen.

Op basis van de trends en bestudeerde scenario's zijn de belangrijkste ingrediënten voor verdere uitwerking, de volgende:^{xxxv}

- De ontwikkeling van een fysieke naar connected stad door het internet of things: alles is verbonden. Opkomst automotive connected cars, slimme infrastructuur en middelen
- Van bezit naar delen. De opkomst van platform economie: nieuwe (deel-) aanbieders en deelplatformen betreden de markt met soms disruptieve gevolgen.
- Van inschatting naar informatie en voorspelling door slim gebruik van big data. Het vrijgeven van data voor allerlei toepassingen en diensten (o.a. MaaS)
- Van unimodaal naar multimodaal: keuzevrijheid in modaliteit en betalen naar gebruik, opkomst deelsystemen.
- Van fossiele brandstoffen naar alternatieve brandstoffen: opkomst van elektrische mobiliteit
- Van gecentraliseerde naar distributieve netwerken.

Voor deze ontwikkelingen zouden op nationale en provinciale schaal scenario's moeten worden uitgewerkt. De menselijke reactie op technologieën en de zorgen die er zijn over privacy en security, zijn thema's die in elk van de scenario's geadresseerd kunnen worden. Misschien zelfs de dragers van de scenario's zoals in de genoemde uitwerking van Bouwend Nederland is gebeurd.

Concluderend kunnen we opmerken dat er instrumentarium is om de toekomst te voorspellen maar dat de effectiviteit daarvan beter in beeld moet worden gebracht. Er zijn acht technologiegebieden waarvan verwacht wordt dat die in meerdere of mindere mate gevolgen hebben voor mobiliteit. Dit kan bijvoorbeeld de ontwikkeling van automatische voertuigen, deelsystemen, MaaS-diensten en verkeersmanagement verder bevorderen en versnellen. Maar er zijn nog grote onzekerheden, waaronder het gedrag van mensen, die we beter in beeld moeten krijgen voordat we een antwoord kunnen formuleren of we de toekomst van verkeer en vervoer met vertrouwen tegemoet kunnen zien.

Verwijzingen

- ⁱ Ministerie van Algemene Zaken, Vertrouwen in de toekomst, Regeerakkoord 2017-2021, 10 oktober 2017, p.1.
- ⁱⁱ Ibid., p.39.
- ⁱⁱⁱ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), Kerncijfers Mobiliteit 2018, oktober 2018, p.14.
- ^{iv} Hans Jeekel, Waarom kunnen we niet zonder mobiliteit? Blog voor Verkeer in Beeld, 12 februari 2019 (<https://www.verkeerinbeeld.nl/blog/120219/waarom-kunnen-we-niet-zonder-mobiliteit>)
- ^v Skadi Renooy, Van Klimaatakkoord naar Schone Mobiliteit, Binnenlands Bestuur, 23 juli 2018.
- ^{vi} De kamerleden worden geciteerd in het Financieel Dagblad. Ulko Jonker, Financieel Dagblad, Haagse beleidsmakers huiveren voor afrekenbare doelstellingen, 11 september 2019. (<https://fd.nl/economie-politiek/1316450/haagse-plannenmakerij-mag-vooral-niet-afrekenbaar-zijn#>)
- ^{vii} Paul Meehl, Clinical Versus Statistical Prediction, University of Minesota Press, Minneapolis, 1954
- ^{viii} Raad voor Leefomgeving en infrastructuur, Van B naar anders; investeren in mobiliteit voor de toekomst, Den Haag, 2018.
- ^{ix} Peter Ester, Jac Geurts en Marc Vermeulen, De toekomst als avontuur, bijdrage in De makers van de toekomst, Tilburg, 1997, p.337-338.
- ^x Informatie over John Scully ontleend aan Wikipedia (https://nl.wikipedia.org/wiki/John_Sculley) en Frontline (<https://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/president/players/sculley.html>).
- ^{xi} Poorterman, R., Meijer, M. & Sjoerdsma, R. (2007). Het hoe en waarom van een (microscopisch) verkeersmodel. In: Verkeerskundige Werkdagen, Hilversum, 13 en 14 juni 2007.
- ^{xii} K. Minoura, F. Imamura, D. Sugawara, Y. Kono, T. Iwashita, The 869 Jogan tsunami deposit and recurrence interval of large-scale tsunami on the Pacific coast of northeast Japan, Journal of Natural Disaster Science, Volume 23, Number 2, 2001, pp. 83-88. Zie ook: Miles O'Brien op pri.org <https://www.pri.org/stories/2012-01-17/scientist-warned-tsunami-disaster-japan>.
- ^{xiii} Gaddis en Tetlock, twee grote namen op dit vlak, hameren hier veel op. Gaddis' boek Over Strategisch Denken is eigenlijk één lange historische verhandeling.
- ^{xiv} Alhoewel er slechts 1 persoon is overleden aan de gevolgen van straling, zijn er vele doden gevallen als gevolg van de gedwongen, overhaaste evacuatie (vooral ouderen en zieken) en wordt verwacht dat er in het gebied veel mensen zullen overlijden aan kanker als gevolg van de straling (bron: Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Fukushima_Daiichi_nuclear_disaster_casualties).
- ^{xv} Martin Raymond, The Trend Forecaster's Handbook, London, 2010.
- ^{xvi} H. Gudmundsson, J. Schippl, M. Leiren, R. Brand, C.H. Sørensen, K. Anderton, M. Reichenbach, TRANSFORuM Roadmap Urban Transport, Rupprecht Consult, Keulen, 2014
- ^{xvii} J. Åkerman, J. Schippl, B.L. Nelldal, E. Czermanski, J. Vesela, M. Edelmann, D. Schotte, M. Reichenbach, K. Anderton, TRANSFORuM Roadmap Long-distance Freight, Rupprecht Consult, Keulen, 2014.
- ^{xviii} Hans Leeftang in het voorwoord van de scenariostudie Questa. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Questa, verplaatsen in de toekomst, Den Haag, juni 1998.
- ^{xix} Kees van der Heijden, Scenario's, the Art of Strategic Conversation, West Sussex, 1996, p.5.
- ^{xx} Taede Tillema, Jaco Berveling, George Gelauff, Jan van der Waard, Lucas Harms, Harry Derriks, Chauffeur aan het stuur, zelfrijdende voertuigen en het vekeer- en vervoersysteem van de toekomst, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), oktober 2015, p.3.
- ^{xxi} Bab Epskamp, Silvie Zonderland, Marjolein Bulsink, Verkenning mobiliteit in 2030, De Argumentenfabriek in opdracht van Bouwend Nederland, augustus 2018, p.32.

^{xxii} In hoofdstuk 14 van zijn scenarioboek gaat Van der Heijden in op het gebruik van scenario's in organisaties. Hij waarschuwt hierbij dat niet alle organisaties hier waarschijnlijk klaar voor zijn en dat het geen 'plug en play' optie kan zijn van het management. Zie noot 19, pp. 273-290.

^{xxiii} Zie noot 19.

^{xxiv} Philip Tetlock en Dan Gardner, *Supervoorspellers*, 2015, p.21.

^{xxv} L. Kool, R. de Jong en R. van Est, *Data doorzien - Ethiek van de digitale transitie in de provincies*, Rathenau Instituut, Den Haag, 2019.

^{xxvi} Provincie Noord-Holland, Concept eindverslag verkenner technologische transitie, Haarlem, 2019 (nog in bewerking).

^{xxvii} Er is sprake van de zogenaamde 'entry-point paradox'; de identiteit waaraan de eigenschappen worden toegeschreven kan nog steeds 'vals' zijn. Bijvoorbeeld wanneer een biometrisch paspoort, dat (gedeeltelijk) vervalst is en op een valse naam staat, kan het evengoed als paspoort gebruikt worden. Dit valt veel lastiger te bestrijden omdat het biologische kenmerk niet zo maar veranderd kan worden.

^{xxviii} Carole Cadwalladr, Emma Graham-Harrison, *Revealed: 50 million Facebook profiles harvested for Cambridge Analytica in major data breach*, The Guardian, 17 maart 2018. <https://www.theguardian.com/news/2018/mar/17/cambridge-analytica-facebook-influence-us-election>

^{xxix} Er zijn inmiddels talloze ride-share platforms en diensten, zeker in de VS maar ook bij ons. Een overzicht in de VS is te vinden op: <https://www.digitaltrends.com/mobile/best-ride-sharing-apps/2/>

^{xxx} Zie: <https://www.spoordata.nl/nieuws/augmented-reality-brengt-assetinformatie-buiten-tot-leven>

^{xxixxxxi} Sander Klous en Nart Wielaard, *Wij zijn big data*, april 2016

^{xxxii} Persoonlijk ben ik een fervent voorstander van een nationale data- en algoritmen autoriteit die toezicht houdt op het gebruik en de toepassing van data en algoritmes. Deze autoriteit heeft vergaande bevoegdheden nodig om in te grijpen wanneer verkeerd gebruik of misbruik geconstateerd wordt.

^{xxxiii} Ilse Harms, *From ADAS to user, Connecting Mobility*, 2015.

^{xxxiv} Philip Tetlock en Dan Gardner, *Supervoorspellers*, 2015, pp. 265-272.

^{xxxv} Mede ontleend aan Walther Ploos van Amstel, <https://www.delaatstemeter.nl/kennisnetwerken/de-toekomst-van-mobiliteit/>), 12 juli 2015