

Econoom Mark Sanders gaat in op de onmogelijkheid om wetenschappelijke prestaties goed te beoordelen louter op basis van cijfers. Methodoloog Cees Glas ziet wel goede mogelijkheden om de kwaliteit van onderwijs te meten. Promovenda Hidde Tjeerdema bespreekt het thema vanuit de zorg en stelt dat de manier van definiëren – en dus het meten – bij het stellen van diagnoses grote consequenties heeft, ook politieke. Definities in de zorg bepalen immers wie als ziek wordt gezien en wie niet.

Het nummer sluit af met een meer specifieke focus op 'data', gegevens die we kunnen gebruiken om meer over een onderwerp te weten. Sebastiaan ter Burg bepleit zo groot mogelijke toegankelijkheid van data, omdat dit goed is voor zowel economie als democratie. De beschikbaarheid van deze zogeheten open data stimuleert positieve ontwikkelingen. Hille van der Kaa gaat in op de vraag hoe datajournalistiek, een vakgebied in opkomst, media in staat stelt om hun rol als waakhond van de democratie beter te vervullen.

Cijfers en getallen hebben in onze maatschappij een sterke aantrekkingskracht. Meningeën lijken robuuster en 'meer waar' als ze worden onderbouwd met cijfers. Getallen liegen toch niet? Toch zijn enige stevige kanttekeningen op hun plaats, zo laat dit nummer van *Idee* zien. Cijfers zijn 'maar' informatie, waar mensen interpretatie en betekenis aan moeten geven. En dus kunnen cijfers misbruikt worden, zoals onder meer blijkt uit recente gevallen van wetenschappelijke fraude. Bovendien zeggen cijfers niet altijd iets over hetgeen je echt wilt weten.

Kortom, bezint eer gij begint te meten. De boekhouding moet kloppen en we moeten daar eerlijk over geïnformeerd worden, maar we moeten ook bepalen wat echt van waarde is en soms vergt dat een discussie in plaats van een meetlat.

Jochem Lybaart en Mark Sanders
Themaredacteuren

Statistieken, cijfers en getallen stralen een zekere mate van autoriteit en zekerheid uit. Als een bewering gestaafd is met een cijfer, dan moet het toch wel waar zijn, toch? Hoe werken, of juist niet, getallen voor onze menselijke geest? Logicus Johan van Benthem over het redeneren met getallen.

Door Johan van Benthem

Redeneren met getallen

Wat getallen voor ons betekenen

Getallen zien we overal. Wetenschappelijke tijdschriften staan er vol mee, maar net zo goed de kranten. Wat mijzelf als logicus al jaren fascineert is niet een monopolie van getallen als hoeder van exactheid, maar wel de rol die zij spelen in het rijke cognitieve geheel van menselijk redeneren en communiceren. Daarbij zijn het niet zozeer getallen in de wetenschap die tot nadenken stemmen, maar juist de invloed van getallen in het dagelijks leven en de maatschappij, bijvoorbeeld geld en belastinggegevens. In dit essay buig ik mij over de voors en tegens van ons menselijk vertrouwen op getallen. Wat doen ze voor ons, en wat niet – en hoe houden we ze in het gareel?

Abstracte schoonheid

Het zal duidelijk zijn waarom getallen zo aantrekkelijk zijn. Ze vatten kort samen, ze scheppen pre-

cisie, ze maken iets voor snelle overzichtelijke wiskundige berekening vatbaar, en we krijgen er automatisch een machtige bondgenoot bijgeleverd, namelijk de wetenschap. En dat laatste verschaft kwantitatief denken ook haar prestige: getallen hebben een geschiedenis van succes, en ze leven ook nog eens in een wereld van abstracte schoonheid. Is het niet prachtig om ineens te beseffen dat uw telefoongesprekje over ditjes en datjes berust op signaaloverdracht volgens eeuwig ware wiskundige formules?

Zijn harde exacte getallen het hoogste goed, en de ultieme toets van redelijk denken en handelen? Je zou het haast denken nu we weer de mystieke hoogmis zijn ingegaan van het doorrekenen van verkiezingsprogramma's door het Centraal Planbureau. Ook beroemde filosofen preekten de suprematie van getallen. Rudolf

Carnap onderscheidde drie historische stadia in het menselijk denken. Het eerste is subjectief en contextgebonden, zoals wanneer ik zeg dat het warm is. 'Warm' of 'koud' zijn persoonlijke kwalificaties die ik aan een situatie toeken. Meer objectief is het vergelijkende stadium, waarin we een object warmer of kouder noemen dan een ander. U en ik kunnen het erover eens zijn dat Nederland warmer is dan IJsland, zonder het eens te zijn over de vraag of Nederland warm is. Het derde en hoogste stadium is bij Carnap kwantitatief: we kunnen aan objecten een temperatuur toekennen, en dat getal is objectief, er valt niet meer over te twisten. Er is ook mee te rekenen, en we raken verbonden met een fonds aan kennis, de wetten die het gedrag van temperatuur en andere natuurkundige grootheden beheersen.

'Meten-is-weten is een naïeve gedachte. Alleen maar feiten verzamelen en dan hopen dat het begrip vanzelf komt is een soort optimisme dat in de filosofie, maar ook in de wetenschap, weinig oplevert'

Exactheid zonder getallen

Binnen de wetenschap zijn getallen onomstreden gemeengoed. Maar het omgekeerde volgt niet. Niet elke exacte discipline gebruikt getallen. Grote delen van de wiskunde, logica, en informatica gaan over niet-numerieke meetkundige of symbolische structuren waarover even exact kan worden geredeneerd als met getallen. Dus een niet-kwantitatieve redenering is niet bij voorbaat verdacht. Dat is bijvoorbeeld te zien in de speltheorie, een tak van de wiskunde die beslissingen analyseert gebaseerd op redeneren over gedrag van anderen. Stel: u heeft een aardig idee dat op zich nog niet goed genoeg is voor pu-

blicatie, maar samen met mijn expertise lukt het zeker om een mooi gezamenlijk artikel te schrijven. Maar zodra u mij uw idee vertelt, kan ik het ook alleen publiceren. U besluit uw idee voor u te houden. Is dat rationeel? Desgevraagd zou u kunnen zeggen dat u het waarschijnlijker acht dat ik voor eigen roem zou gaan dan dat ik zou samenwerken. Dus neemt u maar genoegen met de kleine stille vreugde van een ongepubliceerd goed idee, en ik krijg niets. Dat is een prima speltheoretische redenering, u speelt zelfs het enige strategische evenwicht van dit spel – het zogenoemde Nash-evenwicht. Maar dat evenwicht berust slechts op een kwalitatieve vergelijking van mogelijk gedrag en voorkeuren tussen situaties, er hoeft geen getal aan te pas te komen. Hetzelfde geldt voor vele andere sociale situaties: precisie heeft vele verschijningsvormen.

Voor de goede orde haast ik mij twee kanttekeningen toe te voegen. Om te beginnen werkt speltheorie ook als u meer weet over numerieke nutswaarden voor de spelers, of waarschijnlijkheden van hun gedrag. Het is dus niet zo dat getallen misplaatst zijn, alleen dat ze geen noodzakelijke voorwaarde zijn voor precisie. Ook geef ik meteen toe dat het gegeven scenario vooronderstellingen maakt, bijvoorbeeld dat u niet weet of de ander een concurrent is of een coöperatief persoon – overigens tamelijk realistisch in veel werksituaties. Als die aannamen verschuiven kan de bovenstaande conclusie verschuiven. Maar die variabiliteit doet niets af aan de kwalitatieve aard van veel subtiel sociaal redeneren dat ons gedrag regelt.

Er zijn vele andere voorbeelden te geven van precisie zonder getallen, maar ik hoop dat mijn voorbeeld voldoende ruimte heeft geschapen tussen deze twee noties. Tegen deze achtergrond wordt het interessant om de rol van getallen zelf eens nader te bekijken.

Getallen met betekenis

Getallen op zich zijn blind, en betekenen niets. Ik noem twee van de bekendste kwalificaties van de kwantiteit: getallen hebben een bijsluiternodig, en een context. Om met de bijsluiternodig te beginnen: hoe betrouwbaar is de meting, wat is de foutenmarge? Vaak is een getal slechts een schatting binnen een zekere orde van grootte, moeten



we marges weten: klopt de begroting tot op miljoenen, wat is de speling in de levensverwachting op termijn? Bijna elk getal in de krant heeft een halo van onzekerheid, en dat maakt praktische conclusies ingewikkeld. In feite waden wij in ons handelen door een zee van waarschijnlijkheid, en exacte getallen zijn schaars. Soms kan het zelfs informatiever, en eerlijker, zijn om terug te gaan naar Carnap's eerste stadium, en gewoon te zeggen dat iets 'veel' geld gaat kosten of 'heel veel' geld. Lotfi Zadeh, de uitvinder van de *fuzzy logic*, wijst er graag op hoe verrijnd uitdrukkingen als 'veel' of 'weinig' in natuurlijke taal werken, en hij heeft er zelfs robots, liftdeuren, en andere zaken mee geprogrammeerd.

Nog belangrijker is een tweede kwalificatie. Zelfs al waren getallen geheel exact, dan nog

betekenen ze helemaal niets zonder context. 'Meten is weten' is een naïeve gedachte. Alleen maar feiten verzamelen en dan hopen dat het begrip vanzelf komt is een soort optimisme dat in de filosofie, maar ook in de wetenschap, weinig oplevert. Feiten krijgen betekenis als antwoord op een voorafgaande vraag die bepaalt wat er aan de orde is, en op het spel staat. Natuurlijk, soms vergapen we ons aan loutere feiten, zoals de toverlantaarn met kleurenplaatjes van hersenwerking in uw wetenschapsbijlage. Maar die plaatjes betekenen weinig tenzij er een vraag achterligt, en een idee over de achterliggende functie. Evenzo zegt verzamelen van talloze gegevens over het economisch functioneren van ons land niets, tenzij het in dienst staat van een kwestie, een beslissing of een visie.

Twee keer meten, één keer zagen

In de civiele bouw is meten van het grootste belang. Om meteen maar een cliché te noemen: ‘twee keer meten, is één keer zagen’. In bouwprojecten worden objecten met de nauwkeurigheid van enkele millimeters neergezet. Je moet er niet aan denken dat een constructie niet zo staat als hij berekend is. Dit zou doorwerken op het gehele krachtenspel en is potentieel gevaarlijk. Gelukkig worden op bijna alle bouwwerken ervaren landmeters ingezet en zijn de kwaliteitseisen zeer hoog. Zoals het bij het leggen van liggers voor een viaduct. Deze liggers hebben maar 10 mm plaatsingstolerantie. Plaatsingstolerantie is de speling die je hebt om een object te plaatsen. Bijvoorbeeld: de plaats van een ligger mag maximaal 10 millimeter verschuiven om de overige berekeningen intact te laten.

Bij het veelbesproken Noord-Zuid-project, onderdeel Centraal Station Amsterdam, zijn de voorwaarden en eisen voor de bouw zo strikt dat ervoor gekozen is om een kleine 400 sensoren in de grond te plaatsen waar de grondwaterdruk, stijghoogte, debiet (de hoeveelheid water die de bronbemalingpompen verplaatsen per tijdseenheid) en de stempeldruk (de druk tussen twee wanden) *real time* worden gemeten en gecontroleerd. Met deze gegevens werden de pompen aangestuurd om een optimaal evenwicht te krijgen. De risico's zijn bij deze projecten zodanig groot dat er geen plaats is voor aannames. Een te hoge grondwaterstand zou bijvoorbeeld een ontoelaatbare druk op de wanden kunnen uitoefenen. Een te lage grondwaterstand kan ertoe leiden dat de houten funderingspalen gaan rotten. En met een monumentaal pand is dat het laatste dat je wilt. Meten is weten en zoals Eugene Fordsworth heeft gezegd ‘*assumption is the mother of all major screw ups*’.

Michiel Warmer
Civieltechnisch ingenieur

Menselijk redeneervermogen

Het ligt dus allemaal niet zo eenvoudig met getallen. Zoals uit het bovenstaande blijkt is menselijke interpretatie nodig om getallen hun echte waarde te geven. Maar hoe goed zijn mensen eigenlijk in exact redeneren, met getallen of zonder? Deze vraag houdt de cognitiewetenschap al lang bezig, en er is nog lang geen consensus. Wat we weten is dat ons redeneren een complex samenspel is van processen in verschillende delen van het brein, die samenhangen met taal, visuele waarneming, kwalitatieve vergelijkingen, en rekenen met getallen. Sommige psychologen denken dat we niet erg goed zijn in redeneren, met name als het om waarschijnlijkheid gaat, en fouten worden soms met smaak opgedist als een ‘*syllabus errorum*’ van dwalingen. Ik zelf meen dat het erg meevalt met het redeneervermogen van gewone mensen, maar er is nog veel dat we niet weten over ons redeneren. Zo is er weinig bekend over de schematische voorstellingen die mensen maken van situaties alvorens daarmee te gaan rekenen of redeneren. Ook weten wij weinig over de rol die wordt gespeeld door ons geheugen, de opslag van onze eerdere ervaringen. Sommige onderzoekers menen dat het geheugen juist weer essentieel gebruik maakt van getallen.

Overigens is de cognitiewetenschap wel eens te conservatief, alsof ons reken- en redeneervermogen een onveranderlijk natuurgegeven zou zijn. Maar jezelf verbeteren is ook een wezenlijk vermogen, inclusief steeds beter leren omgaan met feiten en getallen. Jezelf beter toerusten is vaak wel nodig, want statistieken maken iets essentieels zichtbaar dat onze persoonlijke ervaring overstijgt. Wij mensen vertoeven in een klein gebiedje van het universum, qua fysieke bewegingen, maar evenzeer van handelen in het algemeen. ‘Boven ons’ individuele gedrag liggen veel hogere aggregatieniveaus van publieke opinie, massagedrag, en evolutie op lange termijn, die vaak alleen statistisch zijn zichtbaar te maken en begrijpen. Het was onze raadpensionaris Johan de Witt die in de 17de eeuw in zijn boekje ‘*Waerdye*’ de grondslagen legde van de levensverzekeringswiskunde gekoppeld aan Hollandse sterftestatistieken, waardoor een belangrijk hoger domein van deze aard voor het eerst grijpbaar werd. De Witts statistiek en rekenen met waarschijnlijk-

heden zijn een voorbeeld van denken in de wereld van ‘grote kengetallen’ van massagedrag en dynamische systemen over lange tijdsduur.

Dit rekenen met ‘grote getallen’ geeft een heel ander perspectief op onze sociale situatie dan de individuele rationaliteit van het alledaagse beslissen zoals wij die normaal ervaren en beoefenen. De resulterende botsing van twee op zich legitieme, maar vaak niet geheel met elkaar te rijmen redeneerwijzen, en ook twee perspectieven op onszelf, is een groot thema in de hedendaagse speltheorie en filosofie, met repercussies tot in de ethiek. Er is geen consensus in de wetenschap of de filosofie hoe we dit samenspel het best kunnen begrijpen. En als de geleerden dat al niet kunnen, dan zal de gewone burger het al helemaal niet makkelijk hebben als de verkiezingstijd nadert en de cijfers rondzoemen als wespen.

Exactheid en cognitieve dynamiek

Al het voorgaande wijst in dezelfde richting. Er is niet één beste denktrant, en getallen zijn absoluut niet de maat van alle dingen. In mijn eigen werk ben ik daarom geïnteresseerd in een meer dynamisch perspectief op omgaan met getallen. Een van de meest kenmerkende vermogens van mensen is het kunnen bezien van eenzelfde situatie op verschillende niveaus. Getallen kunnen daarbij een uiterst belangrijke rol spelen. Getallen dienen de precisering van ons kwalitatieve denken over het inrichten van ons leven, en tegelijk ook als *reality check*. Dat beheersen is belangrijk en nuttig, en interessant. Maar even belangrijk is een *omgekeerd* cognitief vermogen, dat gaat van meer naar minder formeel detail. Ik bedoel het in andere woorden kunnen beschrijven van een getalsmatige analyse, op hoofdlijnen en met de kerngedachten, vaak in gewone taal. Zelfs wiskundigen doen dat als ze ‘het essentiële idee’ van een bewijs uitleggen, en dit vermogen tot parafseren geeft juist evidentie dat de spreker het bewijs of de berekening echt heeft begrepen en boven haar materie staat.

Ik voeg hiermee nog een derde kwalificatie toe aan mijn eerdere twee van bijsluiting en context: getallen zijn pas overtuigend als ze zijn ingebed in een dynamiek van ‘parafrases’, verschillende beschrijvingswijzen, die heen en weer kunnen gaan tussen wiskundige getallen en onze gewone

natuurlijke taal. En hiermee is meteen nog een andere dynamiek verweven, en wel die van discussie tussen meerdere personen, want herbeschrijving naar meer of naar minder detail vindt vaak plaats als vorm van communicatie, wanneer iemand anders vraagt om een nadere technische onderbouwing, of juist om een algemene *pointe* die leidt tot een breder begrip. En dus is de realiteit van de maatschappelijke interactie meteen ook de slijpsteen van de individuele geest.

‘Getallen zijn pas overtuigend als ze zijn ingebed in een dynamiek van “parafrases”, verschillende beschrijvingswijzen, die heen en weer kunnen gaan tussen wiskundige getallen en onze gewone natuurlijke taal’

Kortom, zijn getallen belangrijk? Ja. Zijn ze bij voorbaat superieur aan andere manieren van denken en weten? Nee. Wat moet dan ons richtsnoer zijn? Het zal mij beroepshalve vergeven worden als ik denk dat dit reeds 2000 jaar geleden is geformuleerd door Aristoteles. Wat deze Griekse grondlegger van de logica zei was het volgende: ‘Het kenmerk van de ontwikkelde geest is om elk onderwerp die mate van exactheid te geven die het verdient – en niet meer.’

Johan van Benthem is universiteitshoogleraar logica aan de Universiteit van Amsterdam, Henry Waldgrave Stuart Professor of philosophy aan de Stanford-universiteit, en Distinguished International Expert aan de Tsinghua-universiteit in Beijing.