



COMPUTERMODELLEN

# Controle over de massa

De festivalzomer komt eraan. Muziek, mooi weer en een massa volk vormen de ideale ingrediënten voor een sfeervol feestje. Maar die massa kan ook ontsporen, zoals tijdens de Love Parade vorig jaar in Duisburg. Computermodellen kunnen een herhaling van zo'n dodelijk drama helpen te voorkomen.

Door Chris REINEWALD



**E**en massa mensen gedraagt zich als een zwerm vogels of een school vissen. Volgens een geheime afspraak gaan ze allemaal dezelfde richting op. De blijde massa juicht als één man in het voetbalstadion. Met z'n allen houden we ons oplichtend gsm-schermpje omhoog tijdens een popconcert. Boos en verdrietig over de moord op vier onschuldige meisjes loopt een zwijgende massa een mars door Brussel en laat daarbij witte ballonnen op. Duizenden protesterende Egyptenaren verdreven in februari dictator Hosni Moebarak. Maar een massa kan ook onaangenaam aanvoelen, achteraan in een wachtrij. Of als je nog net met die volle trein of tram mee wil.

## *De macht van de massa berooft je van je gezond verstand en moreel gevoel*

Ronduit bedreigend wordt het als de massa zich tegen een individu keert. Dat overkwam Nobelprijswinnaar Elias Canetti, die als negenjarig jochie vlak voor de Eerste Wereldoorlog van Engeland naar Oostenrijk verhuisde. Het gezin Canetti luisterde naar een concert in Baden bij Wenen. 'De dirigent kreeg een briefje', vertelde Canetti daarover in een interview in 1971. 'Hij onderbrak het concert en las voor 'Duitsland heeft de oorlog verklaard aan Engeland'. Het orkest begon het volkslied van Oostenrijk en Duitsland te spe-

len. Nu moet je weten dat het Duitse volkslied 'Heil dir im Siegerkranz' dezelfde melodie had als het Engelse volkslied 'God Save the King'. Mijn broers en ik zongen luidkeels mee in het Engels. De volwassenen stortten zich woedend op ons.' Gelukkig kon Canetti's moeder, die een Weens accent had, haar zontjes uit het kluwen bevrijden.

Als 22-jarige voegde Canetti zich in Wenen bij een demonstratie tegen de vrijspraak van agenten die opstandige arbeiders hadden doodgeschoten. De woedende massa stak het gerechtsgebouw in brand. Om de demonstratie te breken opende de politie het vuur, waarbij nog meer doden vielen. Canetti beseft achteraf geschokt hoe hij zich als willoos we-

zen door de menigte had laten meezuigen. De macht van de massa beroofde hem - tijdelijk - van zijn gezond verstand en moreel gevoel. Enkele jaren daarna vestigde Adolf Hitler zijn macht als dictator mede dankzij bekwaam geregisseerde massaspektakels van de nazipartijdagen die op film vastgelegd alom vertoond werden.

De gebeurtenissen inspireerden Canetti tot de studie: 'Massa und Macht' (1960), die sindsdien geldt als het standaardwerk over massa-psychologie.

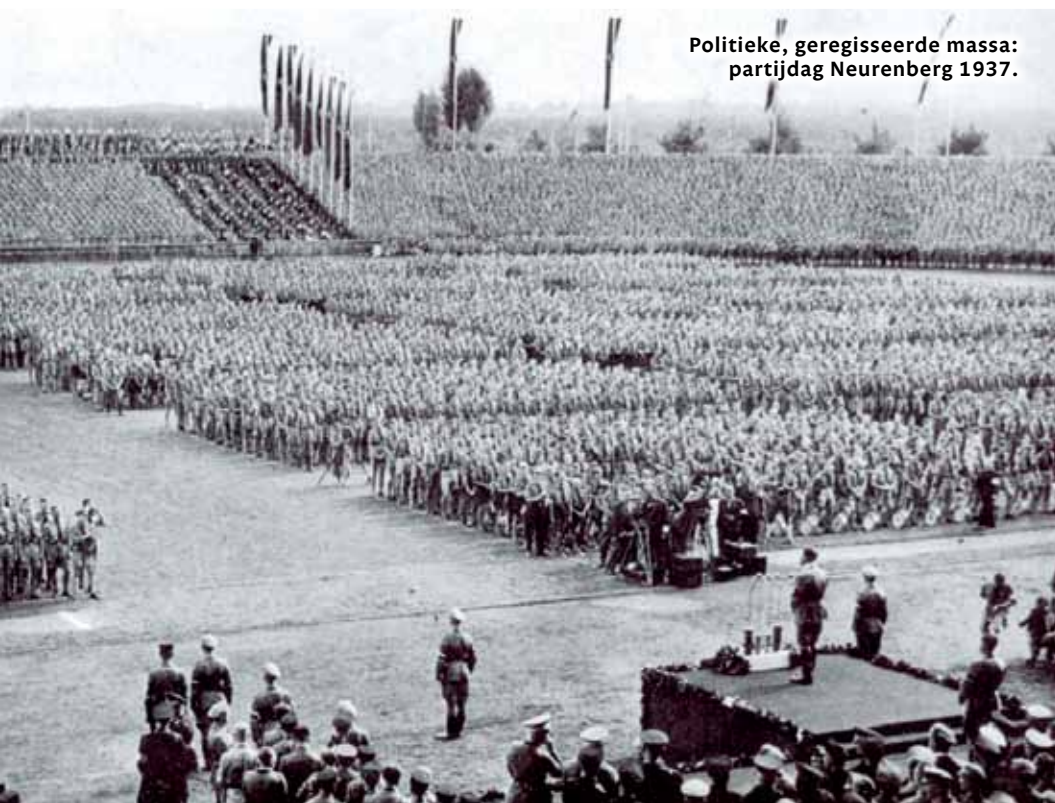
### **MASSARITUELEN**

Mensen voelen zich graag 'en masse'. Moslims, hindoes en rooms-katholieken volgen massarituelen waarbij zij rondjes langs een heilige plaats lopen of een bad in een heilige rivier nemen. Deze spektakels volgen stuk voor stuk een strakke regie, waarbij enkele personen de massa naar hun hand zetten.

Openingsceremonies zoals bij de Olympische Spelen maken dankbaar gebruik van de menselijke behoefte zich met zijn allen één te voelen. Sporters op hun beurt voelen zich sterker als ze aangemoedigd worden door het publiek.

Massarituelen ontrollen zich het best in stadions. Canetti noemt de sportarena de oerverschijning van de massa: 'Binnenin de arena bouwt men een menselijke muur. Alle aanwezigen keren de rug naar de stad, haar regels, gewoontes en bezigheden [...] De gesloten massa moet zich naar binnen ontladen.' Ook legt Canetti een duidelijke relatie tussen de massa, gemanipuleerd door een individu, een leider, een afgod: 'Een rijkard verzamelt hopen en kuddes. Een beroemdheid verzamelt koren die zijn naam scanderen. Een machthebber verzamelt mensen.'

Maar raakt de massa onderling slaags of breekt er paniek uit, dan kan het vreselijk misgaan. Mensen drukken elkaar letterlijk dood of vertrappen elkaar, zoals vorig jaar gebeurde tijdens de Love Parade (21 doden) en het Waterfestival in Pnom Penh (347 doden). De rampen hadden voorkomen kunnen worden als de organisatoren de bezoekersstroom beter hadden ingeschat. Bouwkundige omstandigheden - een versmalling onder een



viaduct en een brug - werkten als flessenhals. Doordat de hekken dicht bleven, zaten de mensen als ratten in de val. Ze konden nergens heen. In blinde paniek vertraptten ze elkaar.

België kende een vergelijkbaar drama. Op 29 mei 1985 in het Heizelstadion in Brussel stormden voor het begin van de finale van de Europacup 1, Engelse Liverpool-supporters het neutrale vak met Italiaanse Juventus-supporters binnen. De tijdelijke scheiding tussen beide vakken met gevlochten hekwerken begaf het. Nadat de Engelsen de Italianen met flessen, vuurwerk en stenen bestookten vluchtten de Italianen in paniek naar de zijkant van hun vak, waar ze over een muur wilden klimmen die echter onder druk instortte. 39 mensen, onder wie 32 Italianen, vielen letterlijk dood of werden vertrapt. Met meer politie, een betere vakkenscheiding en ont-snappingsroutes had ook dit drama voorkomen kunnen worden.

#### VLOEISTOFMECHANICA

Om de massa veilig in goede banen te leiden, wordt ook gebruikgemaakt van biometrische technologie, waarmee gedragswetenschappers en ingenieurs de massa observeren. Veel van de Nederlandse computermodellen steunen op de vloeistofmechanica, ontwikkeld door civieltechnische ingenieurs van de vakgroep waterbouwkunde van de Technische Universiteit Delft. Zo past men de 'langegolftheorie' toe, een uit de natuurkunde afkomstige rekenmethode die de hoogte van watergolven in rivieren voorspelt. Deze methode blijkt wonderwel overeen te komen met de dichtheid en dynamiek waarmee mensenmassa's zich gedragen.

De computersimulaties werden onder meer toegepast in het voetbalstadion Amsterdam ArenA. Supporters willen na de wedstrijd maar één richting op: stroomafwaarts als druppels. Individuele beslissingen zijn ondergeschikt aan de beweging van de massa. Bij een half tribunevak ontdekten de ingenieurs een flessenhals in het ontwerp van de Amsterdam ArenA, bij een uitgang halverwege een trap in het stadionvak. Publiek dat daar bovenin zat, stond eerder buiten dan bezoekers onderin het tribunevak. Oorzaak: een verbreding op het laatste stuk van de bovenste helft van de trap. Daardoor kreeg de mensenstroom naar beneden onevenredig veel ruimte en versperde die zo de opwaartse stroom vanuit de tribune. Het ingenieursbureau verbreedde de doorgangen vervolgens in gelijke mate, zodat de evacuatie eerlijk en dus veilig verloopt.

Niet alleen sportwedstrijden, festivals en betogingen behoeven crowd control. Dagelijks gebeuren de grootste massaverplaatsingen op



## Stadsveldslag

Tijdens hun opleiding leren politieagenten welke tactieken ze moeten gebruiken bij een massa-evenement. Belangrijk is de onderlinge communicatie tussen massa en begeleiders. Speciale faciliteiten, van garderobes, parkeerplaatsen en toiletten tot muziek en bescherming tegen de weersomstandigheden, dragen ook bij tot een prettig gevoel. Maar zet de politie zonder duidelijke reden leden van de oproerpolitie in met helmen en schilden, paarden en helikopters, dan kan ze daardoor agressie oproepen. Anonimiteit is uit den boze. De politie moet met humor, beleefdheid en inlevingsvermogen de massa tegemoet treden.

Toch kan het misgaan. Uit twee, drie man vormen zich grotere groepen, aanzwellend tot een zwerm, die de aanwijzingen van de ordebezoekers negeert. De persoonlijkheid van de mensen in de massa wordt irrationeel, impulsief en beïnvloedbaar. De massa krijgt een eigen ziel.

Dan is het tijd om een strategie toe te passen. Bij het bestrijden van zulke rellen, zoals die met hooligans, moet de macht van de massa gebroken worden om erger te voorkomen. De politie leidt de massa naar een omgeving met weinig verkeersborden of losse stenen, om vandalisme en geweld te voorkomen.

Bij onrustig wordende massa's is het beter om ze uit elkaar te drijven. Maar bij kwade, agressieve groepen moet je juist het tegenoverstelde doen: ze concentreren. Daarbij moet je de leiders eruit pikken en uitschakelen. Zonder hen raakt de massa vleugellam. Ondertussen is geduld geboden. Geagiteerdheid werkt als olie op het vuur. Uiteindelijk is het einddoel om een omslagpunt in de massa te bewerkstelligen. Het naderen-om-te-vechten moet vluchten-en-vermijden worden.

Op den duur ontaardt de massa zich. Bij demonstrerende massa's gebeurt dat vaak door het bestormen van een gebouw dat de macht - regering, paleis of tv-zender - vertegenwoordigt. In veel gevallen steekt men ook poppen of afbeeldingen in brand die een gehaat machthebber personificeren.

Met het opwerpen van barricades met stenen of brandende auto's, zoals bij krakersrellen, ontstaat een stedelijke veldslag die een militaire aanpak vraagt.

Toch maken fysieke uitputting, regen of de invallende duisternis als natuurlijke elementen vaak een eind aan een massademonstratie. Lastiger zijn geweldloze bezettingen die dagen duren en een machtsvacuüm creëren. Grijpt de politie of het leger hardhandig in, dan verliezen ze hun geloofwaardigheid als vredelievende ordehersteller.

knooppunten van het openbaar vervoer. Met simulatiessoftwaresystemen berekent men voetgangersstromen op overstapplaatsen: vliegtuig/trein/busstations, taxi, fiets, voetganger. Zichtbare of hoorbare aanwijzingen met pictogrammen en kaarten plus menselijke aanwijzingen helpen het publiek te sturen.

Maar ze volstaan soms niet om de stroom te kanaliseren.

Via 2D- en 3D-visualisaties is in detail te zien hoe een reiziger zich verplaatst tijdens verschillende 'afwikkelingsniveaus'. Daaronder verstaat men de gedragingen afhankelijk van de omstandigheden: rennen, doorlopen of -

# Chinezen in de rij

De Wereldtentoonstelling vorig jaar in Shanghai lokte gedurende zes maanden in totaal 70 miljoen bezoekers. Gewend om altijd met erg veel te zijn – en dat ook erg plezierig te vinden – zijn Chinezen meesters in het duwen en voordringen. Dus is ook hier regie nodig. De ontwerpers van paviljoens raadpleegden wetenschappelijke modellen voor crowd control om zo de bezoekersstroom en de infrastructuur op elkaar af te stemmen.

Met een simulatiesysteem bepaalde het Amsterdamse architectenbureau Kossmann de jong verschillende scenario's hoe – en in welke golven – het de 40.000 bezoekers door zijn paviljoen wilde loodsen. De bezoekers volgden een parcours van 800 meter langs zes thema's, elk met een korte multi-mediapresentatie. Vooraf werd een doorloop vastgesteld aan de hand van verschillende scenario's uitgaand van de gemiddelde verblijftijd in een paviljoen en de gemiddelde wachttijd in een rij buiten.

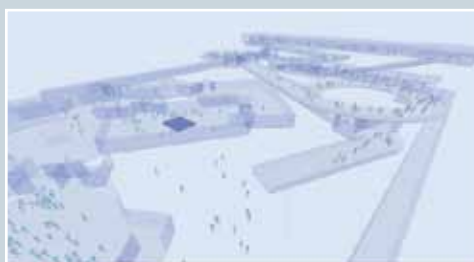
Uiteraard werd ook bepaald hoe je iedereen veilig naar buiten krijgt bij noodgevallen. De kwaliteit werd gedefinieerd als een rekenmodel met vaste waarden. De ideale fysieke

ruimte stelde men vast op een vierkante meter per persoon. Vervolgens bepaalden parameters de kwaliteit van het bezoek. Die hingen onder meer af van de fysieke afmetingen van de themaonderdelen en de gemiddelde tijd die de bezoeker hier doorbrengt.

Ook keek men of de hoeveelheid bezoekers per uur de doorloop en kijktijd beïnvloedde. Dit simulatiesysteem gaf inzicht in verschillende scenario's en ontwerpen. Zo moesten er doorgangen verbreed worden en op strategische plaatsen stops komen. Hiervoor gebruikten de ontwerpers een film of game die de aandacht een gemiddeld aantal minuten vasthoudt en zo de stroom structureert. De rekensom kwam uit op een maximum van

2.500 bezoekers in het paviljoen, verspreid over de vele attracties die per stuk 15 tot 60 seconden duurden. Er staan dan twee personen op een vierkante meter: druk zonder gevaarlijk te zijn. Bij nood zou het paviljoen in acht minuten ontruimd moeten zijn.

Weet je de gemiddelde doorlooptijd binnenin, dan kun je buiten de wachttijden aangeven. Die konden vaak oplopen tot vijf uur, waarmee de Chinezen geen probleem hadden in tegenstelling tot veel westerse bezoekers die in daluren in de avond terugkwamen. Efficiënter zijn 'time slots' waarbij bezoekers vooraf kaartjes voor een bepaald tijdsblok kopen waarin ze de expositie moeten bezoeken.



Schema voor beheerste publieksstromen in een paviljoen op de Wereldtentoonstelling in Shanghai. (foto: Thijs Wolzak)

bij drukte – voortschuifelen tussen sturende obstakels: tourniquets, kaartjesmachines, maar ook tussen attracties als bars en winkels of noodzakelijke faciliteiten: toilet, bagagekluisen, liften, trappen.

Ook simuleert men hoe reizigers naar alternatieve routes zoeken. Nemen ze bij drukte een kortere doorsteek? Kiezen ze een andere overstapmogelijkheid? Of verlaten ze het station weer? (Als bij sneeuw het treinverkeer vastloopt en de spoorwegmaatschappij doodleuk oproept: 'We adviseren iedereen naar huis te gaan.') Kleuren en pijlen duiden op de simulaties alle denkbare reizigersbewegingen aan. Voor de Amsterdamse metro analyseerde het gemeentelijk vervoerbedrijf de voetgangers-

dynamiek op een station. Men ging hierbij uit van een capaciteit van 30 personen per minuut per poortje onder normale omstandigheden en van 50 personen per geopend poortje in geval van nood. De simulatie liet zien dat de minste opstoppingen zich voordoen bij twee poortjes voor ingaande stroom en vier voor uitgaande stroom. Een andere simulatie toonde dat bij een ontruiming niet de poortjes maar een vaste trap voor opstoppingen zorgt.

Evacuatiemodellen kunnen van levensbelang blijken. Hoe krijg je bijvoorbeeld 1.500 passagiers uit een 201 meter lange trein als die strandt in een tunnelbak, zoals bij de hogesnelheidstrein? Oplossing was het aanleggen

van een 1,2 meter breed voetpad in de bak met vijf trappenhuizen waardoor de passagiers binnen de gestelde maximum evacuatie-tijd van 10 minuten de trein konden verlaten.

## BIOMETRISCHE HERKENNING

Computermodellen kunnen onze infrastructuur dus veiliger maken en evacuatieroutes optimaliseren. Sinds kort kunnen bewakingscamera's via computerprogramma's ook dreigende patronen ontdekken, en dus waarschuwen nog voor er iets gebeurt en er paniek uitbreekt. Met biometrische beeldherkenning observeert een computersysteem abnormale gedragingen in menigtes door videobeeldjes onderling te vergelijken. Gemiddeld bevat

een bewakingsvideo 24 of 30 beeldjes per seconde met elk honderdduizenden pixels. Elke pixel krijgt een waarde/getal toegekend in het computergeheugen met informatie over kleuren en lichtintensiteit. Een vaste bewakingscamera filmt bewegende objecten, zoals een wandelaar, ten opzichte van een relatief vaste achtergrond. Met background substractietechnologie trekt de computer de waarde van de pixels van het beeld-met-achtergrond af van het beeld-van-de-wandelaar. De achtergrond hoeft dan geen langsrijdende auto's of waaierende struiken te registreren omdat die ook voor bewegende personen aangezien worden.

Idealiter moet een bewegend menselijk silhouet als observatie-object op een zwarte achtergrond overblijven. Nog mooier is wanneer de camera software zelf de wandelaar traceert in plaats van hem uit te selecteren. Dat kan door de computer te laten rekenen met kleurwaarden van de pixels, hun samenhang met buurpixels en de plaats in het beeld. Clusters van pixels worden dan herkend als huidskleur en gezichtskenmerken. Is de persoon eenmaal goed in beeld dan plakt



De computer herkent via camerabeelden afwijkende lichaamshoudingen door omtrekken van torso, hoofd en ledematen te vergelijken. (foto: Universiteit van Amsterdam).

gen, gooien, schudden - of bij andere mensen - handen schudden, omhelzen, slaan. Signaleerde de eerste generatie biometrische software alleen deze eventueel verdachte be-

herkenning is dat ze - anders dan de menselijke kijker - nooit vermoeid raakt en niet geneigd is om discriminerend naar personen te kijken. Nog een stadium verder kan de computer met eng gedefinieerde beeld-zoekopdrachten naar verdachte personen speuren - op bewakingsopnames van een terreuraanslag bijvoorbeeld. Hiermee voorkom je dat de politie twee jaar lang tienduizend uur video-materiaal moet doorkijken om daders te traceren, zoals bij het onderzoek naar de bom-aanslagen in de Londense metro van 2005.

#### SOCIALE MEDIA

Maar ook al bieden nieuwe technologieën de mogelijkheden om de massa te controleren en te beheersen, waterdicht zullen die nooit zijn. Dat weten machthebbers ook. Zo werd in oktober 2009 rond het Plein van de Hemelse Vrede in Peking een grootse parade gehouden om 60 jaar Chinese Volksrepubliek te vieren. Om een opstand als die in 1989 te voorkomen werden bewoners rond het kolossale - 880 bij 500 meter - plein verboden om te komen kijken of zelfs om uit het raam te hangen. Ze moesten alles maar op hun tv bekijken. Aan de kant stonden alleen vooraf gescreende toeschouwers. Een strategische zet. Toch leert de geschiedenis dat ook individuen die thuis zitten wel massaal de deur uit kunnen gaan. Een moderne revolutie organiseer je met communicatiemiddelen. Wat in China in 1989 mislukte, lukte datzelfde jaar wel in Roemenië, met dank aan de fax. Via YouTube zag de wereld opstanden in Tibet (2008) Thailand (2010) en Libië (2011). Recentelijk waren in Tunesië en Egypte Facebook, tweets en sms-jes op mobiele telefoons de grote katalysator. Dankzij de sociale media kan de massa opeens overal tegelijk opstaan. ■

## Voordeel van een virtuele bewaker is dat hij nooit vermoeid raakt en niet geneigd is te discrimineren

camerasoftware een twee- of zelfs driedimensionaal skelet over het videobeeld om hem beter te volgen.

Zo ontstaat een beeldencyclopedie met veelvoorkomende bewegingen - lopen, rennen, omdraaien, zitten, zwaaien en wijzen - die elk een waarde krijgen. Zo kan je alarmerend gedrag opmerken, eventueel met objecten - dra-

wegingen afzonderlijk, met de nieuwe versie is het mogelijk opeenvolgende handelingen als een scenario te herkennen: de tactiek van een zakkenroller bijvoorbeeld.

De Universiteit van Amsterdam werkt nu met twee stereocamera's die ruimtelijker - dus herkenbaarder - mensenmassa's kunnen analyseren. Voordeel van deze virtuele beeld-



Portretten verbranden als symbool voor de haat tegen de tegenstander.