

# De digitale evolutie van de beleggingsanalyse

Auteurs  
Ronald van Dijk (l)  
Gerben de Zwart (r)

*In dit artikel betogen wij dat het vakgebied van de beleggingsanalyse op dit moment een versnelling ervaart met nieuwe mogelijkheden en innovatiekansen. Beschikbare informatie groeit exponentieel en de technologieën om deze informatie te verzamelen, op te slaan en te analyseren worden gestaag krachtiger. De eerste toepassingen tonen nu ook daadwerkelijk de meerwaarde van nieuwe technologieën voor het uitvoeren van beleggingsonderzoek. De evolutie van informatieverwerking binnen het vakgebied van beleggingsonderzoek, noopt beleggingsinstellingen tot het versneld maken van de keuze hier wel of niet aan mee te doen. Alles bij elkaar concluderen wij dat de ontwikkelingen op het gebied van internet, Big Data, tekstanalyse, snelle computers, kunstmatige intelligentie en machine learning het werk van zowel kwantitatieve als fundamentele analisten kunnen verrijken. De voorwaarde hiervoor is dat analisten open staan voor deze nieuwe ontwikkelingen en hier mee aan de slag gaan door proefondervindelijk ervaring op te doen en richting te bepalen.*

## Inleiding

De digitale evolutie is de transformatie van analoge en elektronische technologie naar digitale technologie. De start van de digitale evolutie begon met het toenemende gebruik van de digitale computer en digitale dataopslag in de jaren zestig en zeventig. De introductie van computers en digitale

dataopslag kan worden gezien als een grote verandering in het instrumentarium van de mens. De start van deze evolutie markeert het begin van een periode waarin kennis een steeds belangrijkere rol is gaan spelen in de economie. Digitale ontwikkelingen hebben een stevige stempel gedrukt op de maatschappij en het bedrijfsleven.



Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van technologie en data volgden elkaar snel op. De computer werd krachtiger, data opslag goedkoper en internet en mobiele telefonie maakten opgang. Dit heeft geleid tot compleet nieuwe bedrijfsmodellen zoals Marktplaats, Facebook, Netflix en Uber. De volgende slag die nu gemaakt wordt, is het opslaan, verwerken, analyseren en interpreteren van grote hoeveelheden gestructureerde en ongestructureerde data. Het voorspellen van omzetcijfers op basis van zoekopdrachten in Google in combinatie met credit card data, bijvoorbeeld.

In dit artikel streven wij ernaar om de nieuwste ontwikkelingen die relevant kunnen zijn voor beleggingsanalyses in kaart te brengen en in context te plaatsen. Dit doen wij door eerst contouren van de huidige fase van de digitale evolutie te schetsen. Vervolgens staan wij stil bij twee praktijkvoorbeelden. Tenslotte bespreken we de invloed op de bedrijfsmodellen van beleggingsinstellingen en sluiten we af met enkele aanbevelingen.

### De digitale evolutie in versnelling

De start van de digitale evolutie is al ongeveer vijftig jaar geleden, waardoor men zou kunnen denken dat de grootste veranderingen al achter de rug zijn. Van een stilstand is echter zeker geen sprake. De huidige digitale ontwikkelingen maken het waarschijnlijk dat de grootste veranderingen voor beleggingsanalisten nog moeten komen en hun werk fors zullen

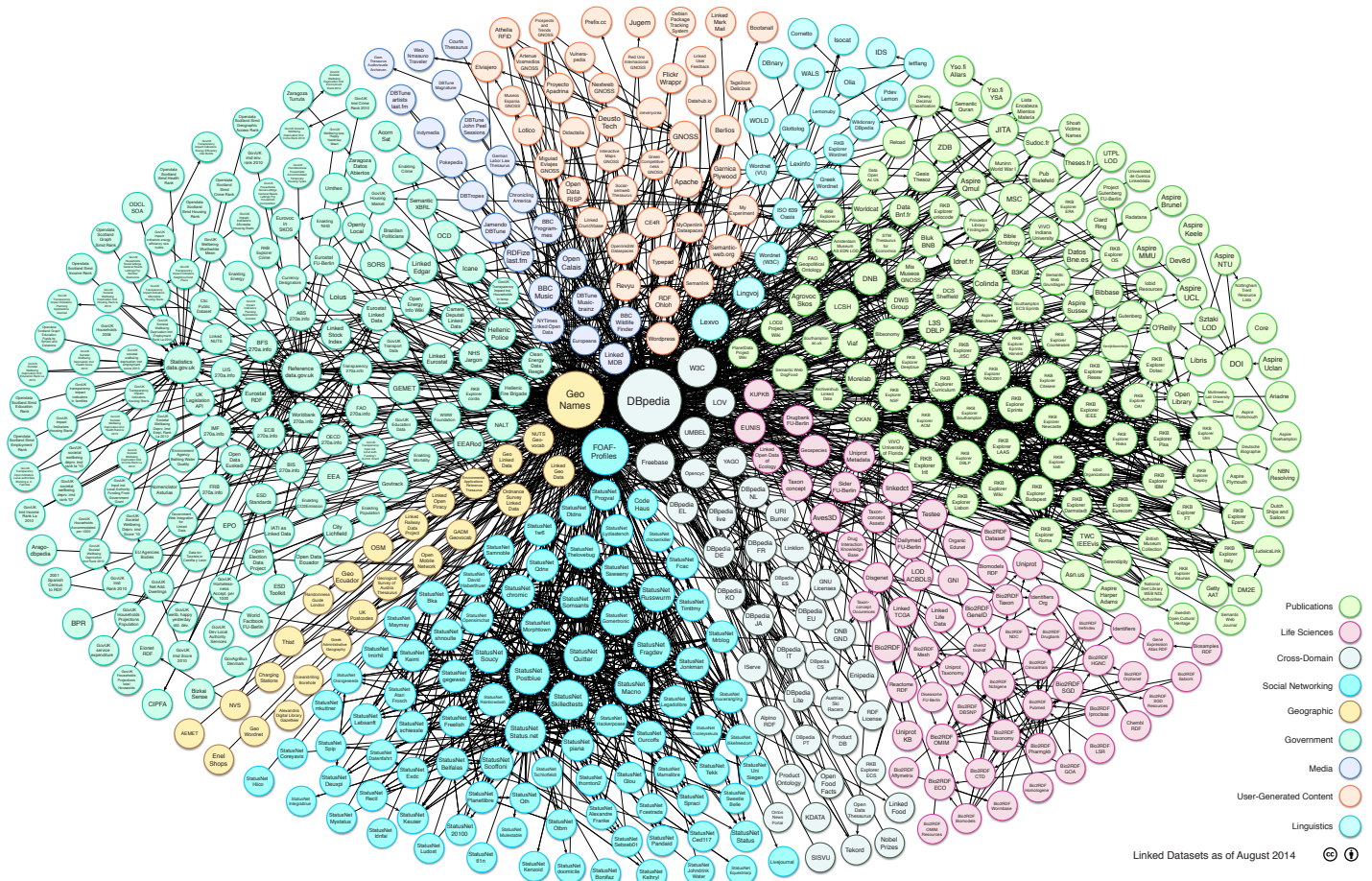
beïnvloeden. In het bijzonder zien wij een versnelling op drie terreinen die hieraan een grote bijdrage kunnen leveren: internet, Big Data en kunstmatige intelligentie.

### ■ Internet

Sinds zijn introductie in 1993 heeft de ontwikkeling van het internet niet stil gestaan. Een mijlpaal was de introductie van mobiel internet dat de gebruiker 24/7 met een computer verbindt. Velen onderhouden sociale contacten op Facebook of LinkedIn, geven meningen via Twitter of diverse blogs, zoeken met Google of Bing, verspreiden foto's via Flickr of Instagram en delen hun locatie met de Apps op een mobiele telefoon aan de hand van GPS. Tegelijkertijd wordt veel van deze informatie ergens opgeslagen. Terwijl mobiel internet nog vele nieuwe toepassingen zal gaan kennen, wordt al druk gewerkt aan twee nieuwe ontwikkelingen: DBpedia en het Internet of Things.

DBpedia is een initiatief van een groep bestaande uit individuen en organisaties om informatie op een voor computers leesbare wijze te verzamelen, te koppelen en beschikbaar te stellen op basis van de informatie in Wikipedia. DBpedia is voor te stellen als een enorme verzameling van beschikbare informatie op internet die alleen leesbaar is voor computers.

Figuur 1 Een grafisch overzicht van de 570 datasets die de DBpedia beweging met elkaar verbonden heeft



Bron: <http://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>



Het potentieel is groot omdat de informatie gekoppeld wordt aan andere Open Data informatie op internet. Zo publiceren verschillende Nederlandse instanties zoals het CBS<sup>2</sup> naast hun voor mensen leesbare rapporten al informatie als Open Data op internet. Aangezien DBpedia informatie over zeer veel verschillende onderwerpen omvat, is het de verwachting dat digitale toepassingen meer en meer centrale data zullen putten uit DBpedia. De onderstaande figuur geeft een overzicht van de 570 data sets die in augustus 2014 met elkaar verbonden zijn door de Open Data beweging. DBpedia vormt de spil van deze verzameling.

Op dit moment zijn met name pc's, mobiele telefoons en tablets verbonden met internet. Het Internet of Things is een ontwikkeling waarbij steeds meer voorwerpen met internet verbonden zullen zijn, zoals koelkasten, medische instrumenten, auto's en energiemeters. Deze voorwerpen zijn daarmee een potentiële bron van informatie over de economie en haar participanten. Informatie over hoe, wanneer en waarom bepaalde middelen worden gebruikt kan om verschillende redenen interessant zijn. Bijvoorbeeld ...

### ■ Big Data

Binnen en buiten de financiële wereld wordt veel gesproken en geschreven over Big Data. Big Data wordt in verband gebracht met enorme hoeveelheden data en het snel verwerken van deze data. Een voorbeeld hiervan zijn de databases die High Frequency Traders aanleggen om analyses op uit te voeren en te handelen. Desalniettemin ontbreekt een eenduidige definitie. Naar onze mening is Big Data meer dan een enorme data set die met traditionele datamanagement systemen nauwelijks meer te onderhouden is. Naast data, draait Big Data ook om de mensen en techniek om uit deze data inzichten te creëren en waarde toe voegen aan bedrijfsprocessen. Dit sluit aan op de Big Data definitie van onderzoeks- en adviesbureau Gartner; *“Big Data is informatie in grote hoeveelheden, hoge snelheid en hoge diversiteit die kosteneffectieve en innovatieve vormen van informatieverwerking vereisen om te komen tot beter inzicht en besluitvorming.”*<sup>3</sup> Beleggingsanalisten met ervaring in Bloomberg of Reuters zullen een beeld hebben bij grote hoeveelheden informatie die snel binnen kunnen komen. Met de diversiteit van data wordt bedoeld dat data ook ongestructureerd kan zijn. In tegenstelling tot de gestructureerde data, zoals I/B/E/S analistendata die bijvoorbeeld via FactSet of Datastream te verkrijgen zijn met volledige datatype beschrijving, is ongestructureerde data alle informatie die niet direct als veld in een database beschikbaar is, zodat het voor computers lastiger wordt om te benaderen. Denk bij ongestructureerde data aan documenten zoals analistenrapporten of transcripties van analistenbijeenkomsten, maar ook aan nieuwsupdates op Bloomberg of Twitterberichten.

Big Data vraagstukken zijn nauwelijks met conventionele technologie te beantwoorden en vergen nieuwe methodes en instrumenten. Big Data reikt verder dan grote databases om informatie in op te slaan. Het omvat ook een nieuwe architectuur en specialistische software om de data te verbinden en analyseren. Het open-source ecosysteem rond Apache Hadoop heeft hierin lange tijd centraal gestaan. Deze software verbindt computers aan elkaar, waardoor de ongestructureerde data op kleine, goedkopere computers opgeslagen kan worden, en is in staat om hier data uit te halen en te verwerken. Oorspronkelijk gebaseerd op het distributed file system van Google, maken bedrijven als LinkedIn en Spotify veelvuldig gebruik van Hadoop. In de praktijk beginnen de meeste platforms voor Big Data analyse dan ook bij Hadoop en worden aangevuld met software die data kan analyseren. Hadoop kan data decentraal en op een massief parallelle manier verwerken. Veel van de machine learning methoden kunnen daarom nu tegen relatief lage kosten toegepast worden op grote hoeveelheden data en daarmee patronen blootleggen die voorheen verborgen bleven. De uitdagingen die met Big Data gepaard gaan hebben relatief nieuwe opleidingen op universiteiten doen ontstaan, met naamgevingen als “Data Science” en “Big data business analytics”. Deze opleidingen leren studenten grote stromen data uit meerdere bronnen te koppelen en met behulp van statistische technieken te analyseren, te visualiseren en mogelijke verbanden te valideren.

Hoe kunnen we in de praktijk aan de slag gaan met Big Data? Wij stellen dat een goede strategie en visie essentieel zijn waarbij duidelijke keuzes worden gemaakt wat wel en niet wordt nagestreefd. Het einddoel mag hierbij niet vergeten worden. Het werken met Big Data, in het geval van een beleggingsinstelling, heeft veelal tot doel het verkrijgen van extra inzichten voor beleggingsadvies en het nemen van efficiëntere of effectievere beleggingsbeslissingen. De operationele uitwerking moet voldoende flexibiliteit toestaan om nieuwe technologieën, zoals het opslaan en analyseren van data in de Cloud, een constante ontwikkeling doormaken. Accenture en PA Consulting geven in hun respectievelijke studies “Big Success with Big Data” en “Data in the Digital Age”<sup>4</sup> aanbevelingen voor organisaties die willen beginnen met Big Data. Ten eerste beginnen succesvolle Big Data projecten kleinschalig met een proof-of-concept en groeien vervolgens organisch door. Ten tweede moeten organisaties voldoende ruimte en wendbaarheid creëren om te leren wat Big Data met zich mee brengt, en hoe het leerproces en de implementatie flexibel op elkaar kunnen worden afgestemd. Alle spelers maken immers een deel uit van een continu innovatie- en leerproces: de dataleveranciers, de informatie-technologie specialisten, de bouwers van modellen en algoritmes, de onderzoekers en de eindgebruikers.

De grote sprongen die gemaakt worden op het gebied van Big Data worden verklaard door de voortdurende technologische ontwikkelingen van computers en dataopslag en door het gebruik van open source software. Waar vroeger de gevestigde partijen (IBM, SAS, etc) de toon zetten op het gebied van software ontwikkeling, gaan ontwikkelingen snel omdat software-innovatie nu door de open source community in het publieke domein ligt. Richting de toekomst zijn drie belangrijke Big Data trends te onderscheiden: Data Ecosystemen, real-time analyse en nieuwe database structuren die gebaseerd zijn op de wiskundige grafentheorie (graph database) waardoor grote hoeveelheden data zodanig opgeslagen kunnen worden dat gemakkelijk verbanden gevonden kunnen worden in bijvoorbeeld sociale netwerken. In het proces van het ontsluiten en exploiteren van Big Data zal dikwijls samengewerkt worden met externe partijen, of zelfs concurrenten, op het gebied van informatie, data, technologie en kennis. Deze samenwerking wordt het Data Ecosysteem genoemd. Real-time analyse waarin grote gegevensstromen continue gemonitord worden, is een nieuwe trend in Big Data.

### ■ **Kunstmatige intelligentie, machine learning**

Onze hersenen zijn in staat informatie tot zich te nemen, te analyseren, te leren en beslissingen te nemen die noodzakelijk zijn voor beleggingsanalyses en portefeuille management. Kunstmatige intelligentie is het vakgebied dat zich richt op het verwerken van informatie door computers op een wijze zoals onze hersenen functioneren. Het gebruik van kunstmatige intelligentie en een computer wordt interessanter, naarmate de hoeveelheid informatie groeit, de data complexere patronen bevat en sneller moet worden verwerkt om tot beslissingen te komen die waarde toevoegen. De enorme toename van de rekenkracht van computers in combinatie met innovaties op het gebied van kunstmatige intelligentie, is een belangrijke katalysator om de ontwikkelingen op internet en Big Data hun weg te laten vinden naar praktische toepassingen op het gebied van beleggingsanalyse. Technieken uit de kunstmatige intelligentie kunnen werk van beleggingsanalisten uit handen nemen, aanvullen of verrijken.

Een historische mijlpaal in de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie ligt inmiddels al weer meer dan 18 jaar in het verleden: de schaakwedstrijd tussen de toenmalige wereldkampioen Garry Kasparov met de computer Deep Blue 2 van IBM op 4 mei 1997. In slechts 19 zetten won Deep Blue 2 het laatste en beslissende duel uit een serie van zes partijen. Hiermee had de computer voor het eerst in de geschiedenis 'gewonnen van de mens'. Interessant om te weten is dat het aandeel IBM met 5% omhoog ging op deze dag.

Op dit moment zijn machine learning en deep learning belangrijke begrippen in het kader van Big Data. Machine learning is een aandachtsgebied dat zich richt op wiskundige algoritmes en technieken waarmee computers, al dan niet met training data sets, zelfstandig kunnen leren, complexe patronen kunnen herkennen en informatie kunnen classificeren. Deep learning kan worden gezien als een vertakking binnen machine learning, waarbij een verzameling van verschillende modellen, bijvoorbeeld een eenvoudig lineair model en een neuraal netwerk model, die in combinatie in staat zijn patronen te herkennen en informatie te classificeren. Verschillende machine learning technieken hebben inmiddels hun intrede gedaan in de financiële wereld, zoals beslisbomen (Sorensen et al, 2000) en geautomatiseerde tekstanalyse (zie volgende sectie).

De bovenstaande ontwikkelingen op het gebied van internet, Big Data en kunstmatige intelligentie zijn veelbelovend. De tijd moet leren of dit een overschatting van een hype is of dat er werkelijk een significante ontwikkeling aan de gang is. In ieder geval hebben al verschillende grote hedge fonds beheerders, zoals Bridgewater Associates en Renaissance Technologies, al grote initiatieven ondernomen op dit gebied.<sup>5</sup> Op basis van twee praktijkvoorbeelden laten wij het aan de lezer over om te bepalen waar de grens tussen hype en de werkelijkheid ligt.

### **Praktijk voorbeeld: automatische tekstanalyse**

Een mijlpaal op het gebied van de tekstanalyse in de financiële wereld was de publicatie van het artikel van Paul Tetlock in het wetenschappelijke tijdschrift The Journal of Finance in 2007. In zijn artikel meet hij het sentiment van een dagelijkse column in de Wall Street Journal en analyseert hij de relatie tussen het sentiment van het artikel en de aandelenmarkt. Het meten van het sentiment gebeurt simpelweg door het aantal woorden met een negatieve lading te tellen. Om te bepalen welke woorden een negatieve lading hebben, gebruikt Tetlock een standaard woordenboek met negatieve woorden (Harvard IV-4 woordenboek). Tetlock laat in zijn artikel zien dat de prijzen op de aandelenmarkt onder druk komen te staan als er veel negatief sentiment in de columns voorkomt.

Sinds de publicatie van het artikel van Tetlock (2007) heeft het vakgebied van tekstanalyse in de financiële wereld een enorme groei doorgemaakt zoals beschreven in het gedegen literatuuroverzicht van Kearney and Liu (2014). Enerzijds zijn er steeds meer verschillende teksten geanalyseerd, denk hierbij aan jaarverslagen van ondernemingen, rapportages aan de toezichthouder, maar ook berichten op Twitter en websites. Anderzijds worden de algoritmes om teksten te analyseren steeds geavanceerder. Met behulp van technieken uit het vakgebied linguïstiek kan sentiment tegenwoordig niet alleen meer bepaald worden op basis van individuele woorden, maar ook op basis van hele

zinnen. Machine learning algoritmes spelen hierin een belangrijke rol. Het Nederlandse bedrijf TM7 is hier bijvoorbeeld in gespecialiseerd.

De ontwikkeling van toepassingen van tekstanalyse die van nut kunnen zijn voor beleggingsanalisten staat nog in de kinderschoenen. In verschillende landen ontstaan op dit moment start-ups, zoals Accern, AlphaSense of OwlIn die automatische tekstanalyse ontsluiten voor beleggingsanalisten zoals tekstanalyse op analistenrapporten of op zo veel mogelijk verschillende nieuwsberichten. De meeste toepassingen richten zich op het leveren van een bijdrage aan het voorspellen van aandelenrendementen. Een andere interessante toepassing van tekstanalyse is op het gebied van verantwoord beleggen. Uit nieuwsberichten, rapportages aan de toezichthouder, jaarverslagen, websites van niet-gouvernementele organisatie (ngo's) en andere websites kan informatie over de prestaties van een onderneming op het gebied van verantwoord beleggen real-time gemeten en gemonitord worden. Op basis van deze geaggregeerde data kunnen ESG risico's en trends geïdentificeerd worden. Beleggingsanalisten hoeven niet meer te wachten op een nieuw rapport dat geschreven is door een analist, maar kunnen werken met real-time informatie op dit gebied. Het jonge bedrijf TruValue Labs lijkt op dit gebied kans te maken om een belangrijke marktpartij te worden.

**Praktijk voorbeeld: Google Grieprends**

In 2009 publiceerden onderzoekers van Google een studie in het tijdschrift Nature (Ginsberg et al., 2009) waarin zij de relatie tussen bepaalde zoektermen en griepactiviteit beschreven. Er blijkt een sterk verband te bestaan tussen het aantal mensen dat de dokter bezoekt met griepsymptomen en de zoekactiviteit op internet naar informatie over griep. Indien de geaggregeerde zoekactiviteiten worden bekeken dan ontstaat een patroon dat sterke overeenkomsten vertoont met het aantal mensen dat daadwerkelijk griepsymptomen heeft in een bepaalde regio. Dit wordt geïllustreerd in de onderstaande figuur waarin de officiële gegevens over griepsymptomen weergegeven worden ten opzichte

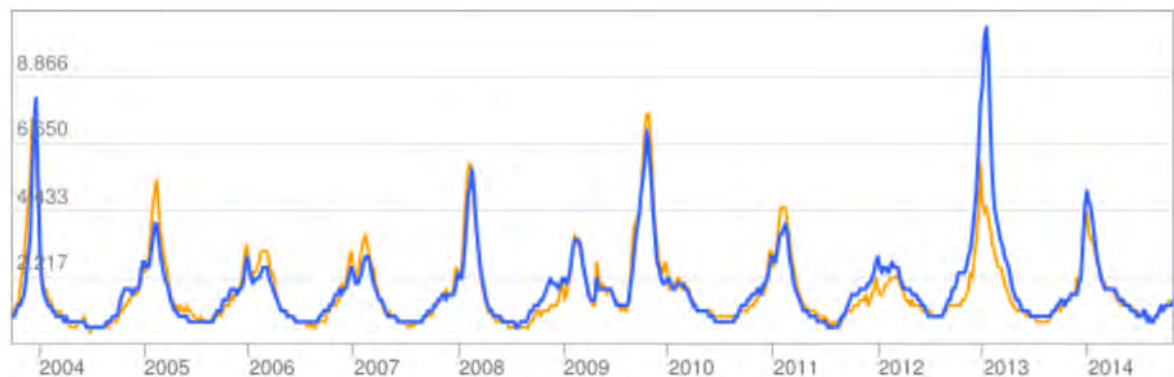
van de schatting door Google Grieprends voor de Verenigde Staten. Eenvoudig is waar te nemen dat de real-time schatting van griepactiviteit op basis van Google Grieprends sterk overeenkomt met de officiële statistieken.

In februari 2013 kwam Google Grieprends in het nieuws in de Verenigde Staten. De aanleiding was dat Google's algoritme twee keer zo veel doktersbezoeken voorspeld had als de voorspelling van de officiële instanties. Dit is duidelijk waar te nemen in Figuur 2. Wat bleek? In het nieuws waren veel verhalen over griep waardoor waarschijnlijk veel mensen naar informatie over griep zochten, zonder dat zij ziek waren. Deze gebeurtenis illustreert dat het van belang blijft om gezond verstand te gebruiken bij toepassingen van de digitale evolutie. Een grote stroming binnen het gebied van Big Data richt zich op het vinden van verbanden zonder dat causaliteit een randvoorwaarde is. Dit voorbeeld laat zien dat het mis kan gaan zodra niet meer stil gestaan wordt bij de vraag wat er achter de correlatie schuil gaat of op welke aanname een extrapolatie is gebaseerd. Deze gebeurtenis motiveerde verschillende wetenschappers om Google's algoritme te verbeteren, zie bijvoorbeeld Lazer et al. (2014) of Preis en Moat (2014).

**Bedrijfsmodellen en de digitale evolutie**

In een aantal sectoren zijn traditionele bedrijfsmodellen zwaar onder druk gekomen als gevolg van de digitale evolutie. Denk hierbij aan de muziekindustrie (iTunes, Spotify), taxibranche (Uber), en de media (Netflix). CEO's van financiële instellingen zullen zich afvragen of hetzelfde kan gebeuren in de financiële sector. Wat gebeurt er als we de technologie van de digitale evolutie optimaal integreren in de vermogensbeheersector? Een interessant voorbeeld van de kracht van de digitale revolutie is het geldmarktfonds Yu'e Bao dat in juni 2013 door internet platform Alibaba in China werd geïntroduceerd. In tien maanden tijd groeide het vermogen van het beleggingsfonds uit tot 90 miljard dollar met 81 miljoen deelnemers. Hiermee veroverde Alibaba een marktaandeel van 31% en

Figuur 2 Griepactiviteit in de Verenigde Staten op basis van de gegevens door U.S. Centers for Disease Control (oranje lijn) en Google Grieprends (blauwe lijn)



Bron: <http://www.google.org/flutrends/>

ontwrichtte het in zeer korte tijd de banken- en vermogensbeheersector in China. De Yu'e Bao casus illustreert een scenario waarin nieuwe spelers de vermogensbeheerindustrie betekenisvol binnendringen, indien bestaande beleggingsinstellingen onvoldoende innoveren.

Het alternatieve scenario, waarin bestaande beleggingsinstellingen het voor elkaar kunnen krijgen om de benodigde digitale evolutie door te maken, gaat uit van een situatie waarin bestaande organisaties aan de slag gaan met de mogelijkheden van de digitale evolutie. Zij doen dit door bedrijfsmodellen en technologie te blijven innoveren en keuzes te maken op welke gebieden snelheid en aanpassing nodig is (focus). Naast een strategische en technologische omslag is, omdat de context in continue verandering is, mogelijk ook een cultuuromslag gewenst waarbij organisaties en medewerkers voortdurende innovatie omarmen. Er moet een omgeving en cultuur ontstaan waar veranderingen op basis van nieuwe technologieën en nieuwe marktmodellen eenvoudig ingepast kan worden. Dit heeft implicaties voor de manier waarop organisaties ingericht zijn. Organisaties moeten wendbaarder zijn dan vroeger om te reageren op veranderingen. Deze 'agile' organisaties kenmerken zich door snel en adequaat kleine verbeteringen door te kunnen voeren. Tevens kan het helpen om niet 'groot te denken' maar om te denken in kleinschalige en kort cyclische experimenten om zodoende snelheid te verhogen en continue te werken aan toegevoegde waarde in combinatie met nieuwe technologieën en theorieën.

## Conclusie

Eén ding lijkt zeker, het vakgebied van de beleggingsanalist bevindt zich in een wereld met interessante technologische veranderingen. Data speelt hierin een centrale rol. De beleggingsanalist zal in de toekomst meer informatie tot zijn beschikking hebben en willen gebruiken dan vroeger. Voor veel financiële organisaties zal datamanagement een cruciale factor worden om in te kunnen spelen op de digitale revolutie. Organisaties zullen moeten nadenken over hun data architectuur, data management maar ook over hun data analyse capaciteiten. Fundamentele beleggingsanalisten zullen met nieuwe technologie en data hun analyses kunnen aanvullen. Voor kwantitatieve beleggingsanalisten zullen nieuwe informatiebronnen en nieuwe beleggingstechnieken, die veel meer rekenkracht vereisen, het vakgebied verrijken. Beleggingsinstellingen die hun databeheer, data-analyse en dataontsluiting goed op orde hebben, zullen een voordeel hebben ten opzichte van hun concurrenten. Een beleggingsanalist kan extra succesvol zijn door het vermogen om veel data te kunnen verwerken, analyseren, interpreteren en om te zetten in waarde creërende beleggingsanalyses. Dit artikel betoogt dat beleggingsanalisten die in staat zijn om de nieuwe technologieën rondom Big Data te omarmen en in te zetten, zich geen zorgen hoeft te maken dat Deep Blue zijn werk zal overnemen maar dat Deep Blue een ideale assistent zal zijn. ■

### Literatuur

- Jeremy Ginsberg, Matthew H. Mohebbi, Rajan S. Patel, Lynnette Brammer, Mark S. Smolinski en Larry Brilliant (2009). Detecting influenza epidemics using search engine query data, *Nature*, Vol. 457, pp. 1012 – 1014
- Colm Kearney en Sha Liu (2014). Textual sentiment in finance: a survey of methods, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 33, pp. 171 – 185
- David Lazer, Ryan Kennedy, Gary King en Alessandro Vespignani (2014). The parable of Google Flu: traps in Big Data analysis, *Science*, Vol. 343, pp. 1203 – 1205
- Tobias Preis en Helen Susannah (2014). Adaptive nowcasting of influenza outbreaks using Google searches. *R. Soc. open sci.* 1: 140095. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.140095>

- Eric H. Sorensen, Keith L. Miller, en Chee K. Ooi (2000). The Decision Tree Approach to Stock Selection, *Journal of Portfolio Management*, Vol. 27(1): pp. 42–52
- Paul Tetlock (2007). Giving Content to Investor Sentiment: The Role of Media in the Stock Market, *The Journal of Finance*, Vol. 62(3), pp. 1139 – 1168

### Noten

- 1 Dr. Ronald van Dijk en Dr.ir. Gerben de Zwart CFA zijn beiden werkzaam bij APG Asset Management. Dit artikel is geschreven op persoonlijke titel en gebaseerd op interviews met medewerkers van de Universiteit van Maastricht, de Vrije Universiteit van Amsterdam, technische consultants en verschillende (jonge) technologiebedrijven uit Nederland en Silicon Valley. Wij danken

in het bijzonder Willem van Asperen, Hans van Burg, Harmen Geers, Ernst Hagen en Jan Jaap Hazenberg voor hun suggesties op eerdere versies van dit artikel.

- 2 [http://opendata.cbs.nl/dataportal/portal.html#\\_la=nl](http://opendata.cbs.nl/dataportal/portal.html#_la=nl)
- 3 De originele Engelstalige definitie luidt 'Big Data is high-volume, high-velocity and high-variety information assets that demand cost-effective, innovative forms of information processing for enhanced insight and decision making'.
- 4 [www.accenture.com/bigdatasuccess](http://www.accenture.com/bigdatasuccess); <http://www.paconsulting.com/our-thinking/data-in-the-digital-age/>
- 5 Georgia McCafferty, 'Artificial intelligence is the next big thing for hedge funds seeking an edge', May 4 2015, [www.battleofthequants.net](http://www.battleofthequants.net)