

De driewegwereld kent geen grenzen

*College bij de gelegenheid van het afscheid van Pieter M. Kroonenberg,
bijzonder hoogleraar Multivariate analyse, in het bijzonder van driewegdata*

<i>Verleden: Hoe is het zo gekomen?</i>	2
Persoonlijke geschiedenis.....	2
Wat is drieweganalyse?	4
Een muzikaal voorbeeld: Reprise	5
Grenzeloosheid van drieweganalyse	8
<i>Heden: De toestand in de driewegwereld</i>	8
Een korte herhaling	8
Drieweganalyse de laatste tien jaar	8
Drieweganalyse in de sociale wetenschappen	10
Toepassingen van drieweganalyse	11
<i>Toekomst: Drieweganalyse in de sociale en gedragswetenschappen</i>	12
Nut drieweganalyse in de sociale en gedragswetenschappen.....	12
Drieweggegevens in de sociale en gedragswetenschappen.....	13
Gebruik drieweggegevens in de sociale en gedragswetenschappen	13
Statistisch pakket: Rekenaar en adviseur in één!.....	13
Opdracht aan driewegonderzoekers in de sociale en gedragswetenschappen.....	14
<i>Afsluiting</i>	14
Boodschap: Drieweganalyse kent geen grenzen.....	14
Dankwoord	14

*Mevrouw de Decaan van de Faculteit der Sociale Wetenschappen,
Mevrouw de Directeur van het Instituut Pedagogische Wetenschappen
Leden van het bestuur van de Stichting ter Bevordering van de Wetenschap der Datatheorie,
Leden van het Curatorium van deze bijzondere leerstoel,
Zeer gewaardeerde toehoorders,
including those of you who are unfortunately not able to understand Dutch, and who will have to
content themselves with enjoying this special occasion by looking at the pictures in the hand-out,
and by inspecting these august surroundings and their present occupants.*

Verleden: Hoe is het zo gekomen?

Het is alweer bijna tien jaar geleden dat ik u voor het laatst toesprak. Mijn college, oratie, ging toen over wat een mooi vak drieweganalyse is, en ik heb u uitgelegd wat dit vak inhield. In eerste instantie had ik het idee dat ik in dit tweede college kon voortbouwen op het eerste, en dat u allen de tekst van dat college nog eens had doorgenomen, om beslagen ten ijs te komen. Maar al spoedig realiseerde ik me dat velen van u slechts achtstejaars of jonger zijn zodat ik moeilijk kan eisen dat u uw huiswerk inderdaad gedaan heeft. Dus zal ik straks toch nog even een korte herhaling van de stof bieden.

Dit college bestaat uit vier delen: Verleden, heden, en toekomst. Het eerste deel heeft speciaal betrekking op iets in mijn verleden dat me zwaar op het hart ligt, en waarvan de achtergrond ligt in mijn persoonlijke geschiedenis als jonge wetenschapper.

Persoonlijke geschiedenis

Doctoraalscriptie

Om duidelijk te maken waar dit over gaat, moeten we ongeveer veertig jaar teruggaan. Als doctoraalstudent toegepaste wiskunde had ik in mijn studietijd heel veel wiskunde moeten *leren*, bewijzen en al. Ter afronding hiervan wilde ik graag ook eens zelf iets wiskundigs *doen*. Scripties schrijven bij wiskunde was toen nog niet zo gewoon, en de docent die ik voor een onderwerp benaderde zei min of meer dat ik toch niet kon verwachten dat hij voor iedere student zo maar een onderwerp uit de kast kon trekken; we schrijven dan 1975. Gelukkig was ik op dat moment student-assistent bij Datatheorie, toe nog een afdeling van de Faculteit Sociale Wetenschappen. Ik heb aan mijn toenmalige baas Jan de Leeuw gevraagd of hij niet iets had om op af te studeren. Nog geen dag later kreeg ik zes velletjes oranje grafiekpapier, met op elk, een stuk of zes formules geschreven met een dikke viltstift. “Lees het artikel van Tucker over drieweganalyse, programmeer het algoritme dat op deze blaadjes staat, doe er een toepassing bij en je hebt je doctoraalscriptie.” Zo gezegd, zo gedaan, en 3000 ponskaarten later, was het computerprogramma daar. De scriptie schreef ik met een elektrische schrijfmachine met een viertal verwisselbare “golfballetjes” met verschillende lettertypes erop. Fouten werden afgeplakt met correctietape.

Baan

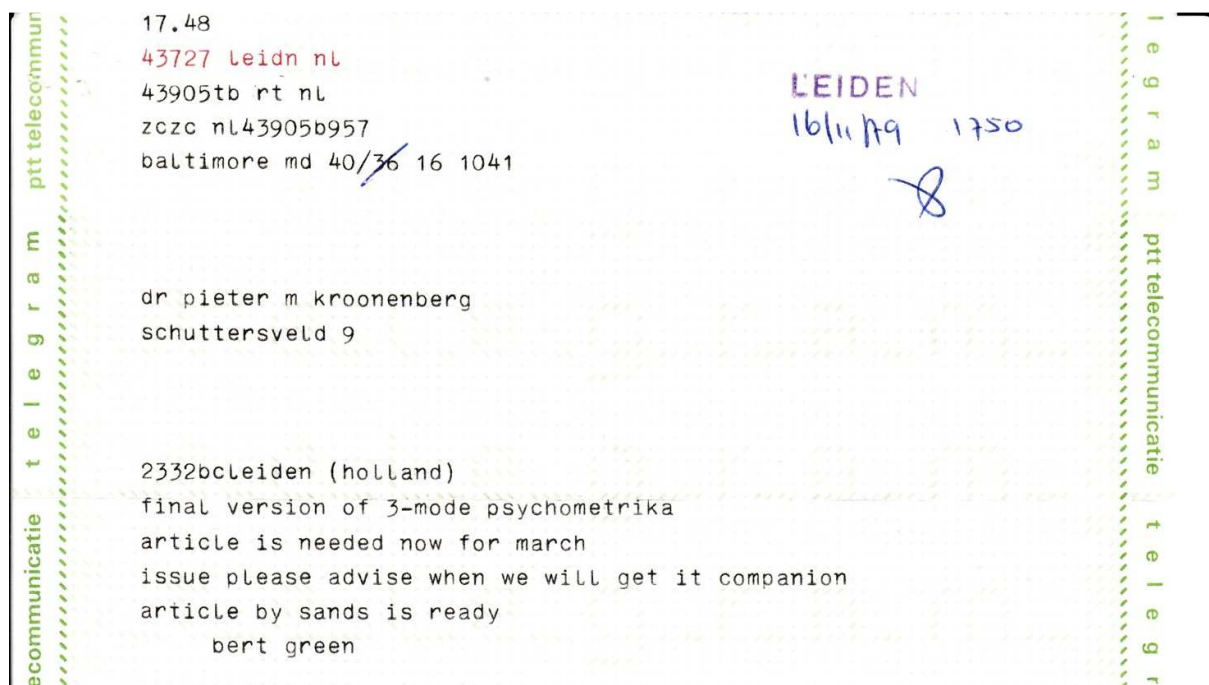
Deze scriptie bleek in december 1975 tevens de poort naar een baan bij Pedagogische Wetenschappen, want ach, je kunt een wiskundige makkelijker pedagogiek leren dan andersom, scheen de overweging geweest te zijn om *mij* te benoemen in plaats van iemand anders.

Terug naar mijn gevoel van ongemak. Het was in de tijd dat in de kranten nog gesproken werd over wetenschappelijk medewerkers als “de nieuwe vrijgestelden”. Vergeleken met de situatie van nu kon je dat toen zeker wel zeggen. Ik hoefde maar één college van zestien weken te geven en verder moest ik maar onderzoek gaan doen, maar erg expliciet was men daar niet over. Pas begin jaren tachtig werd van medewerkers verwacht dat ze een proefschrift schreven.

Eerste artikel

Mijn scriptie heb ik in 1978 omgewerkt tot een Nederlandstalig driewegartikelje in een tijdschriftje dat allang ter ziele is. Op een dag vroeg Jan de Leeuw waar nu mijn echte artikel voor een Engelstalig tijdschrift bleef. Hij had zelfs gehoord dat er concurrenten op de loer lagen. En oh ja, ik moest het driewegmodel uit mijn scriptie toch wel uitbreiden met een tweede, meer bekende, variant anders werd het niks. Dus ik weer aan het programmeren, nu op een echte Teletype schrijfmachine verbonden met een IBM mainframe, dus nu zonder ponskaarten.

In 1979 werd het bijbehorende artikel geschreven, uitgetikt in DisplayWrite3 van IBM op een tekstverwerker ter grootte van boekenkast, zesmaal gekopieerd, en op de post gedaan naar een vooraanstaand tijdschrift.



Figuur 1. Telegram van Psychometrika: Waar blijft uw artikel?

Tot mijn grote schrik kreeg ik een paar maanden later een brief van het tijdschrift (email bestond nog niet), inclusief twee andere artikelen over multivariate analyse, in het bijzonder van driewegdata, die daar ingediend waren. Met de vraag of ik maar wilde zeggen wat ik van die artikelen vond in relatie tot dat van mij. Enigszins beduusd liep ik naar Jan de Leeuw: Wat moet ik hier mee?” “Nou gewoon”, zei hij, “de vragen beantwoorden en aangeven wat je ervan vindt”. Zoiets noemt men “een artikel reviewen”, maar wist ik veel. Zo gezegd, zo gedaan.

En weer een tijd later kreeg ik de mededeling dat mijn artikel was geaccepteerd staande een aantal aanvullingen en revisies. Ik aan het werk, maar op mijn gemakje. Tot op een dag, nu 35 jaar geleden, een heus telegram kwam van het tijdschrift (Figuur 1); “Waar blijft die revisie? We willen je artikel plaatsen samen met één van de andere die je zelf hebt beoordeeld”. Haastig afgemaakt en opgestuurd. Mijn eerste heuse internationale publicatie. Hier ben ik mijn hele academische leven trots op geweest en nog steeds.

Mijn proefschrift

Ondertussen was ik met mijn goede vriend, de veel te vroeg overleden Albert Verbeek, begonnen aan een onderwerp dat tot een proefschrift zou kunnen leiden. Een spannend onderwerp: ‘Exacte toetsen in kruistabellen’. Nu maakte ik op een heuse PC, in plaats van een mainframe, vele computerprogramma’s. Deze liggen nu echter in een hoekje te verstoffen, uitkijkend naar mijn pensioen. Toen ik aankondigde bij wat toen het Departement Pedagogische Wetenschappen heette dat ik over die exacte toetsen mijn proefschrift wilde schrijven, stuitte dit op enige weerstand. Niet omdat de pedagogische inhoud enigszins beperkt was, maar meer omdat men vond dat ik mijn onderzoek over drieweganalyse toch eerst netjes moest afronden. Veel keus had ik niet en ik beloofde oprecht dat dit zou doen en daarna pas aan het proefschrift over exacte toetsen in kruistabellen zou beginnen.

En nu zijn we aangeland bij wat mij zwaar op het hart ligt. Het is me niet gelukt. Ik heb mijn belofte niet waargemaakt. Ik ben nog steeds niet klaar met het driewegonderzoek. Ik heb nog steeds onafgemaakte artikelen over drieweganalyse op mijn harde schijf staan.

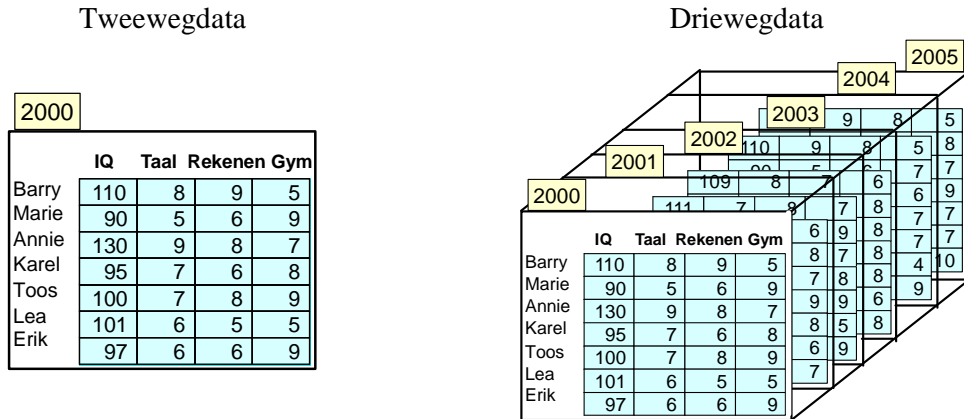
U begrijpt dat ik bij dezen, nederig vraag aan het Instituut Pedagogische Wetenschappen of ze me willen vergeven voor deze breuk in het vertrouwen dat men in mij had gesteld. Ook het proefschrift over exacte toetsen in kruistabellen is er nooit gekomen en nu is het te laat. Ik hoop dat u mijn dissertatie over drieweganalyse en mijn andere geschriften, lezingen en praatjes over dit onderwerp genoeg vindt om mij vergiffenis te schenken.

Wat is drieweganalyse?

Nu zijn we beland bij het kernonderwerp van dit college: Wat gebeurt er op dit moment in de wereld waar drieweganalyse een belangrijk onderwerp is? Voor iedereen die mijn eerste college niet meer zo helder voor de geest heeft, eerst nog even een korte opfrisser.

Een simpele definitie van drieweganalyse is ‘de analyse van drieweggegevens’. In uw boekje vindt u ter illustratie hetzelfde voorbeeld (zie Figuur 2) als in mijn eerste college in deze reeks. U ziet links de gegevens van een éénmalige registratie van een viertal ‘variabelen’, met name scores op IQ, Taal, Rekenen en Gym bij een aantal basisschoolkinderen (dit zijn *tweewegdata*) en rechts zes keer de registratie van hetzelfde type gegevens (en dit zijn *driewegdata*).

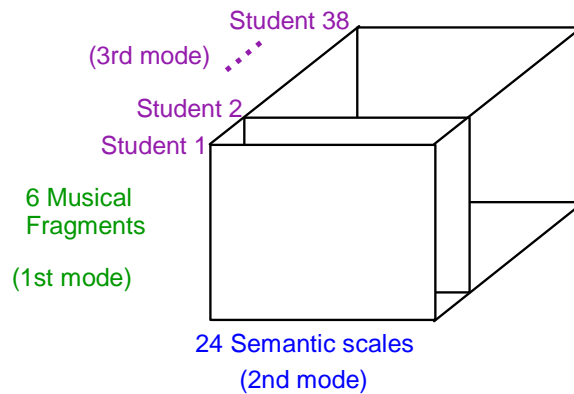
Om er zeker van te zijn dat u begrijpt waar het allemaal over gaat zal ik u nog een voorbeeld geven. De ouderejaars die het vorige college hebben gevolgd zullen ongetwijfeld een gevoel van déjà entendu krijgen.



Figuur 2. Voorbeeld van drieweggegevens. Links scores verzameld in een enkel jaar (*tweewegdata*); rechts scores verzameld over zes opeenvolgende jaren (*driewegdata*).

Een muzikaal voorbeeld: Reprise

Aan het Instituut voor Psychoacoustiek en Electronische Muziek van de Universiteit Gent is men zeer geïnteresseerd in de lichamelijke beleving en perceptie van muziek, en of muzikale scholing daar een invloed op heeft. Pieter-Jan Maes onderzocht in zijn studie hoe muziek beschreven kon worden door middel van adjectieven. Hiertoe kregen studenten drie lyrische en drie heroïsche stukjes uit Brahms' *Eerste Pianoconcert* te horen. Elk van deze zes fragmenten moest beoordeeld worden met behulp van 24 paren tegenstelde adjectieven (zie Tabel 1) zoals nerveus versus kalm, dominant versus bescheiden, en zwaar versus lichtig. Men kreeg afwisselend een heroïsch en een lyrisch fragment te horen. De antwoorden van de studenten leverden dus drieweggegevens op. Er waren namelijk 6 muziekfragmenten (*eerste weg*), 24 paren adjectieven (*tweede weg*) en 38 beoordelaars (*derde weg*) (Figuur 3).



Figuur 3. Muzikale datadoos: Muziek fragmenten × semantische schalen × studenten

Tabel 1. Semantische differentiaal (Scores van 1 tot 7)

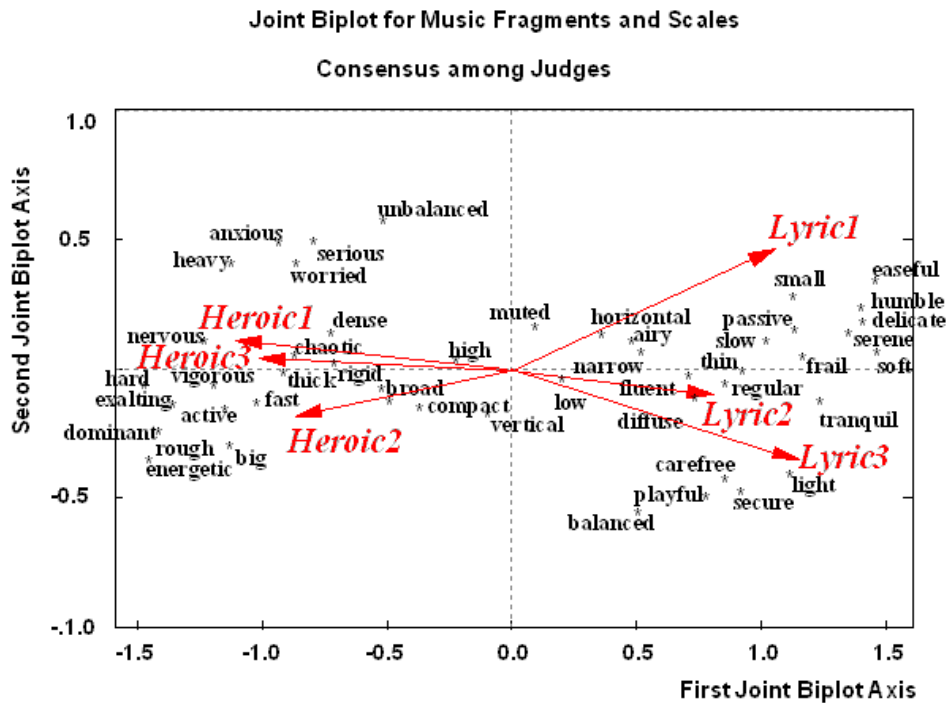
Contrasterende adjectiefparen		Heroïsch	Lyrisch
Heavy (= 1)	Light (= 7)		
Vigorous	Frail		
Nervous	Tranquil		
Rough	Delicate		
Hard	Soft		
Energetic	Soothing		
Dominant	Humble		
Big	Small		
Rigid	Fluent		
Anxious	Secure		
Fast	Slow		
Worried	Carefree		
Exalting	Serene		
Serious	Playful		
Compact	Airy		
Dense	Diffuse		
Regular	Chaotic		
Balanced	Unbalanced		
Broad	Narrow		
Thick	Thin		
Vertical	Horizontal		
Bright	Muted		
High (= 1)	Low (= 7)		

Net als negen jaar geleden zal universiteitsorganist Casper de Jonge u twee fragmenten laten horen om duidelijk te maken waar ik het over heb. U kunt, zo u wilt, zelf even mee scoren in uw boekje via Tabel 1 maar veel tijd daarvoor heeft u niet. Daarom heb ik wel alvast een voorselectie van de belangrijkste contrastparen voor u gemaakt.

<Orgelspel heroïsch en lyrisch fragment - **Casper de Jonge**>

In dit specifieke onderzoek wilde men dus weten hoe verschillende beoordelaars specifieke typen muziekfragmenten beoordeelden met behulp van specifieke paren adjectieven. De analyse van het samenspel tussen muziekfragmenten, adjectieven en beoordelaars is nu precies een voorbeeld van het domein van drieweganalyse.

Hoe karakteriseerden de studenten die heroïsche en lyrische fragmenten in beschrijvende termen? En was er verschil tussen muzikaal getrainde personen en leken? Ten aanzien van de eerste vraag: Er was een grote mate van consensus bij de studenten over welke adjectieven bij welke fragmenten passen. In Figuur 4 ziet u dit weergegeven.



Figuur 4. Consensusoordeel van de studenten over de karakterisering van de fragmenten in termen van beschrijvende adjectieven.

De karakterisering van de fragmenten kan men aflezen van de grafiek, door naar de adjectieven te kijken die dicht bij de rode pijlen staan. Dus heroïsche fragmenten werden typisch gezien als *hard*, *exalting*, *dominant*, *energetic*, *vigorous*, maar ook *nervous*. Ik noem hier maar de Engelse termen zodat u ze makkelijker in de figuur kunt vinden. Om de lyrische fragmenten te karakteriseren werden de adjectieven aan het andere eind van die schalen gebruikt: *soft*, *serene*, *humble*, *frail* en *tranquil*. De kenmerken in het midden van de figuur (*bright-muted*; *high-low*; *vertical-horizontal*) speelden geen rol bij het contrast tussen heroïsche en lyrische fragmenten. Het oordeel van sommige studenten week overigens op specifieke punten af van het consensuspatroon in Figuur 4. Hier kan ik helaas niet ingaan hoe hun oordeel er dan wel uitzag. Zoekt dit vooral op in het oorspronkelijk artikel¹.

Zoals gezegd hadden de Gentse onderzoekers zich ook afgevraagd of verschillen tussen studenten toegeschreven konden worden aan verschillen in muzikale training. Dat bleek niet het geval. De ouderejaars onder u zullen zich ongetwijfeld nog herinneren dat in het Chopin-onderzoek onder Japanse studenten van Prof. Takashi Murakami, dat ik in mijn eerste college besprak, een dergelijk verschil ook niet werd gevonden. In de Provinciale Zeeuwse Courant noemde Rudy Kousbroek in het enige krantenartikel² dat over mijn werk is verschenen, dit gebrek aan onderscheid “verschrikkelijk”.

¹ Maes, P.-J., Van Dyck, E., Lesaffre, M., Kroonenberg, P. M., & Leman, M. (2014). The coupling of action and perception in musical meaning formation. *Music Perception*, 32, 67-84.

² R. Kousbroek. *Fotosynthese. Dichtbij en verschrikkelijk*. Provinciale Zeeuwse Courant, 8 maart 2006.

Grenzeloosheid van drieweganalyse

In het voorstel tot vestiging van de bijzondere leerstoel “Multivariate Analyse, in het bijzonder van Driewegdata” (in februari 2004) werd over drieweganalyse het volgende gezegd.

“Over de jaren heen zijn voor vele specifieke technische problemen in de drieweganalyse oplossingen gevonden, maar vaak is het bij technische verhandelingen gebleven, zonder dat de nieuwe vindingen in de praktijk van het inhoudelijk onderzoek zijn doorgedrongen, of is een analysemethode uitsluitend gebruikt in een zeer beperkt wetenschapsgebied. Het doel van het instellen van de leerstoel is om hierin verandering te brengen.”

Met andere woorden, de leerstoel was bedoeld om discipline- en grensoverschrijdend werk te verrichten.

Ik hoop u inmiddels te hebben laten zien dat drieweganalyse inderdaad geen grenzen kent, en er zijn voorbeelden van toepassingen in tal van wetenschappen. In een vroegere versie van de Leidse professorenwebsite meldde ik “Mijn wens is ooit een data-analytische *homo universalis* te worden door in zoveel mogelijk vakgebieden drieweganalyses uit te voeren om zo inzicht te krijgen in deze disciplines.” Natuurlijk is me dat niet gelukt, maar tot mijn genoegen kan ik u melden dat ik een heel eind ben gekomen. Natuurlijk zijn er ook een behoorlijk aantal vakgebieden aan mijn aandacht ontsnapt, ik ben per slot van rekening ook maar tien jaar professor geweest, en er moet nog wat overblijven voor mijn postpensioneringsdagen.

Ik ben natuurlijk niet de enige die drieweganalyses doet. Dit is zonneklaar gebleken uit het symposium van vandaag, waarin verscheidene van mijn collega's uit de doeken hebben gedaan wat de betekenis van drieweganalyse is geweest, en nog is, voor hun vakgebied. Hieruit blijkt dat disciplinegrenzen vervagen, immers vandaag zijn er bijdragen aan de psychologie, chemie, landbouw, signaaldetectie, systeembioïologie, lineaire algebra, en die van Japanse onderzoekers de revue gepasseerd. Ook geografisch kent drieweganalyse geen grenzen. Een groot deel van de sprekers van vandaag kwamen van over de grens: Australië, België, Denemarken, Japan en de Verenigde Staten. Geen wonder dat er ooit een voorstel is gedaan om de drie(!)-jaarlijkse bijeenkomsten over drieweganalyse om te dopen in MAD Meetings: Meerweganalyse in Alle Disciplines, maar dat leek toch geen al te gelukkige afkorting.

Heden: De toestand in de driewegwereld

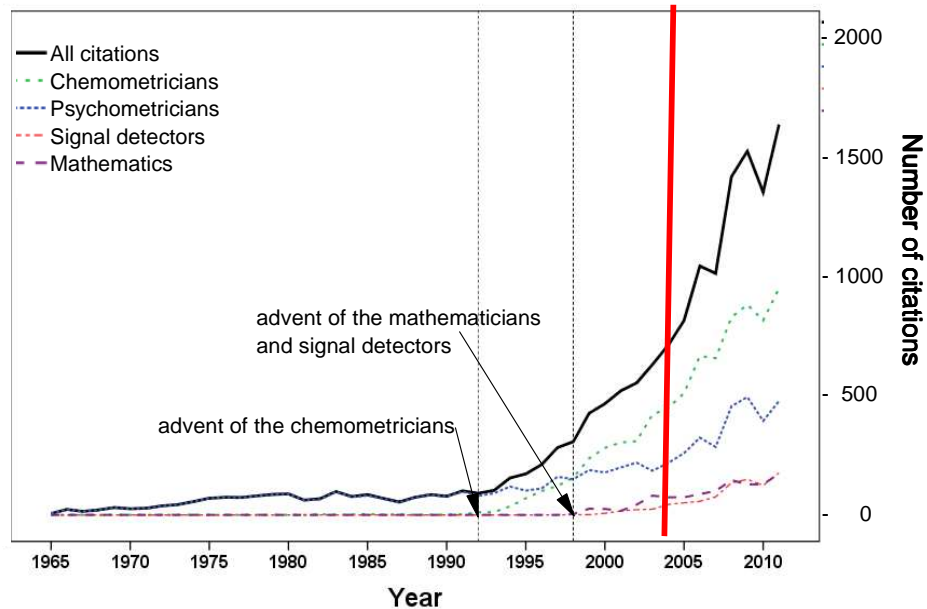
Een korte herhaling

In het volgende deel van mijn college wil ik graag ingaan op de vraag wat de toestand in de driewegwereld op het moment is, door kort de ontwikkelingen in de afgelopen tien jaar te schetsen en een overzicht te geven van toepassingen in tal van wetenschappen, zoals die de revue passeerden in het symposium van vandaag.

Drieweganalyse de laatste tien jaar

U herinnert zich ongetwijfeld nog mijn vorige verhandeling over de grondleggers van driewegdata-analyse, zoals, bijvoorbeeld, Ledyard Tucker en Richard Harshman. Toen liet ik u de

stormachtige ontwikkeling zien die drieweganalyse vóór 2004 heeft doorgemaakt. Wat er de daaropvolgende jaren is gebeurd ziet u in Figuur 5.



Figuur 5. Citaties naar artikelen over drieweganalyse door auteurs uit diverse disciplines (1965 – 2011). De rode lijn markeert het moment van mijn aanstelling.

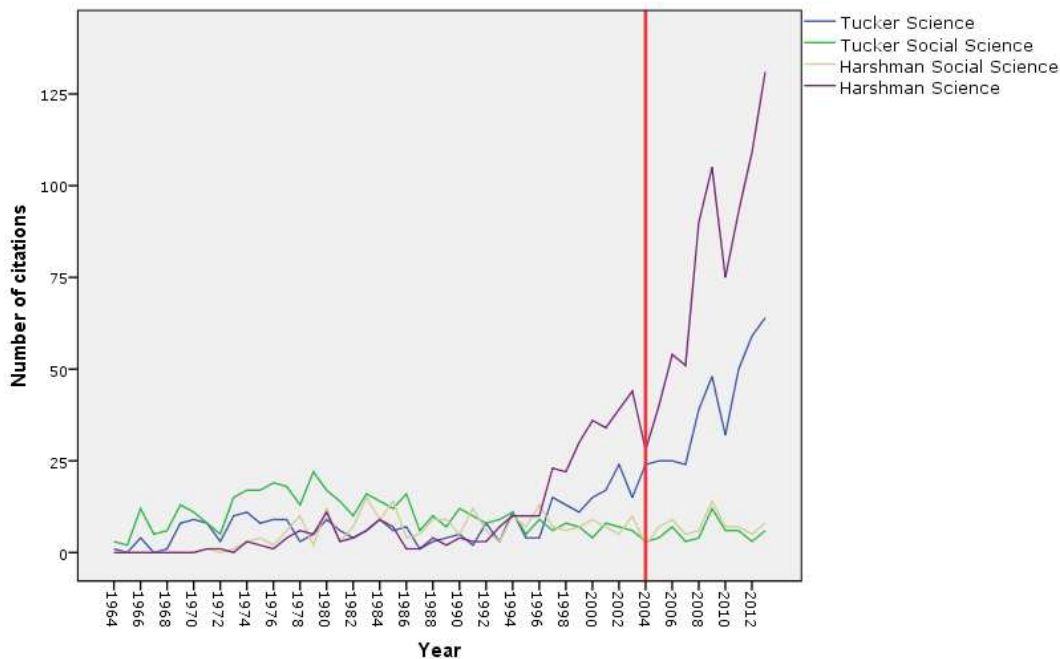
De curven in deze figuur vertegenwoordigen het aantal citaties naar artikelen geschreven door auteurs uit respectievelijk de psychologie, chemie, signaaldetectie (waar bijvoorbeeld uw mobiele telefoon constant mee bezig is, mocht u hem toch nog aan hebben) en wiskunde. U ziet dat de acceleratie die ik negen jaar geleden noemde in mijn college zich onverdroten heeft voortgezet, en dat er voorlopig nog geen einde aan lijkt te komen. De grens is duidelijk nog niet bereikt.

We zien met name dat in de chemie het onstuimige enthousiasme onverminderd is voortgegaan, maar dat ook onderzoekers uit andere disciplines zich met drieweganalyse zijn gaan bezig houden. Wat betreft de wiskunde is het bijzonder dat theoretisch wiskundigen reeds in 1927 driewegmodellen bedachten, maar dat die geheel bij hen in de vergetelheid zijn geraakt. Pas rond 1998 hebben dit soort modellen opnieuw hun aandacht getrokken. Bij een eerdere gelegenheid gaf Lieven De Lathauwer aan dat tensoren, de wiskundige elementen die de basis vormen van veel meerwegmodellen, de gouden instrumenten zijn voor (en ik citeer) “signal processing, array processing, data mining, machine learning, system modelling, scientific computing, statistics, wireless communication, audio and image processing, biomedical applications, bio-informatics and so forth”³. Een waar scala aan toepassingen.

Overigens lijkt de toename aan citaties naar het werk van psychometrici een gezonde stand van zaken in de sociale en gedragswetenschappen weer te geven.

³ Lieven De Lathauwer (2014). Tensor decompositions: Golden tools for data mining. Lezing gepresenteerd op de 25th Anniversary VOC Meeting 2014. Rolduc, 7 november 2014.

Drieweganalyse in de sociale wetenschappen



Figuur 6. Aantallen citaties naar artikelen van Ledyard Tucker en Richard Harshman, uitgesplitst naar de natuur- en biowetenschappen en de gedrags- en sociale wetenschappen (1964 – 2013). De rode lijn geeft het jaar van mijn benoeming als hoogleraar aan. Bron gegevens: Web of Science.

Helaas biedt Figuur 6 een heel ander beeld. Deze figuur is gebaseerd op referenties naar het werk van twee grondleggers van drieweganalyse, uitgesplitst naar citerende auteurs uit de natuurwetenschappen enerzijds en de sociale en gedragswetenschappen anderzijds. Uit deze figuur blijkt dat de toename van referenties naar het werk van de psychometrici Tucker en Harshman geheel te danken is aan onderzoekers uit de natuurwetenschappen en niet aan onderzoekers uit de eigen kring.

Hoe komt dit? Het zou kunnen zijn dat het beschrijven van patronen in gegevens niet zo appelleert aan sociaal- en gedragswetenschappers, maar dat de voorkeur uitgaat naar het testen van gefundeerde theorieën over menselijk gedrag en dit gaat met *toetsende* en niet met *beschrijvende* statistiek. Daarnaast richten veel sociaalwetenschappelijke onderzoekers zich op het vinden van oorzaken van verschijnselen en het voorspellen van toekomstig gedrag. Daar zijn driewegmethoden nog niet altijd op gericht, maar aanzetten daartoe zijn er wel degelijk.

Wat ook een rol kan spelen is de terechte wens om analyses zo simpel mogelijk te houden ter voorkoming van conflicten met tijdschriftredacties. Die zijn immers niet altijd getraind in geavanceerde statistische technieken. Nog een ander aspect is dat multivariate beschrijvende technieken, en driewegtechnieken in het bijzonder, er met name op gericht zijn om te zoeken naar individuele verschillen – en minder op het toetsen van groepskenmerken zoals gemiddelden, standaardafwijkingen, correlaties etc.

Volgens mij missen de sociale en gedragswetenschappen iets dat in de natuurwetenschappen, zoals de chemie, de motor is voor veel driewegwerk, namelijk inhoudelijke theorieën die de vorm

hebben van formele vergelijkingen die direct overeenkomen met modellen in de drieweganalyse. De ontwikkelde technieken leveren dus rechtstreeks de benodigde waarden van hun formele wiskundige modellen, en men hoeft zich niet achteraf af te vragen wat de betekenis van de uitkomsten is, zoals dat bij ons nog wel eens voorkomt.

Het is interessant om op te merken dat slechts een week geleden Denny Borsboom, hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam, opmerkte dat psychologische theorieën primair ontwikkeld worden zonder steun van geformaliseerde modellen. Dit betekent dat de psychologie en pedagogiek gekenmerkt worden door een meer verbale theorieontwikkeling. Borsboom pleitte ervoor dat psychometrici zich gaan richten op de ontwikkeling van geformaliseerde theorieën⁴. Het moge duidelijk zijn dat wij driewegspecialisten met ingehouden adem langs de zijlijn staan te wachten op dergelijke grensoverschrijdende theorieën die de vorm van onze modellen hebben, zodat we ons kunnen meten met onderzoekers in de chemie en andere natuurwetenschappen.

Toepassingen van drieweganalyse

Ik gaf reeds aan dat eerder vandaag een aantal driewegspecialisten, gedeeltelijk van over de grens, uiteengezet hebben wat drieweganalyse betekend heeft voor hun vakgebied, en ik zal hier een kort overzicht geven van de onderwerpen die zij hebben aangeroerd. Dit is dan meteen een staalkaart van het bereik van driewegtechnieken en een demonstratie van het grenzeloze van de driewereld.

Chemie

Naast fysische modellen bestaan er in de chemie zogenaamde gekoppelde meetinstrumenten die samen direct drieweggegevens produceren. Als gevolg daarvan hebben chemometrici methoden ontworpen waarmee driewegmodellen online kunnen worden gebruikt voor procescontrole in de industrie, een waar staaltje van wat men tegenwoordig het valoriseren noemt. Wilt u hier meer over weten dan kunt u nu terecht bij mijn collega's Barry Wise uit de Verenigde Staten en Rasmus Bro uit Denemarken.

Landbouw

In de landbouw zoeken plantenveredelaars naar specifieke varianten van gewassen, zeg pinda's, die bijzondere karakteristieken hebben voor speciale doelen. Daarbij wil men tevens weten, wat het beste waar geteeld kan worden. Hier is dus de analyse van individuele verschillen van eminent belang: De industrie wil pinda's hebben waar men makkelijk pindakaas van kan maken, terwijl de consument king-size pinda's wil die een goed mondgevoel geven. Wilt u hier meer van weten dan kunt u vandaag nog terecht bij mijn collega Kaye Basford uit Australië.

Signaaldetectie

In mijn vorige college maakte ik al gewag van het belang van drieweganalyse voor signaaldetectie, met name om signalen van verschillende apparaten uit elkaar te houden. Wie loopt er tegenwoordig nog rond zonder een apparaat dat de hele dag door aan signaaldetectie doet, of het nu uw telefoon, uw tablet of uw TomTom is. Meer informatie hierover is te krijgen bij Lieven De Lathauwer uit Leuven, ook hier aanwezig.

⁴ Denny Borsboom (2014) All quiet on the psychometric front? Goals and challenges for 21st century psychometrics. Lezing gepresenteerd op de 25th Anniversary VOC Meeting 2014. Rolduc, 7 november 2014.

Systeembio

Een bijzonder gebied van toepassing is de systeembio – een onderzoeksgebied dat als doel heeft organismen als een geheel te bestuderen met takken als *metabolomics* – de systematische studie van de unieke chemische karakteristieken van specifieke cel processen, en *proteomics* – het op grote schaal bestuderen van eiwitten, met name hun structuur en hun functioneren. Wilt u hierover het naadje van de kous weten, dan verwijst ik u naar mijn driewegcollega Age Smilde uit Amsterdam die hier alles over weet.

Psychologie

Hoewel ik zo juist nog mijn beklag deed over de geringe penetratiegraad van drieweganalyse in de sociale en gedragswetenschappen, is er toch op diverse terreinen voortgang geboekt. Iven Van Mechelen en Eva Ceulemans uit Leuven, en Henk Kiers, Marieke Timmerman en Jos ten Berge uit Groningen hebben dat vandaag uit de doeken gedaan in het symposium, en wel op een meer indringende manier dan ik hier voor u kan schetsen.

Japan

Verder hebben mijn Japanse collega's Takashi Murakami en Hisao Miyano door het Japanse drieweglandschap gelopen en de geografie ervan beschreven.

Drieweg en tweeweg

Ten slotte heeft mijn naaste collega en voorzitter van de stichting die mijn leerstoel heeft ingesteld, Willem Heiser, samen met Jacqueline Meulman, zich vandaag op zijn karakteristieke wijze ingezet om te laten zien hoe driewegtechnieken een nieuwe inspiratie kunnen zijn voor reeds lang bestaande technieken voor tweeweggegevens.

Nederland

Zoals u merkt hebben diverse Nederlandse onderzoekers een voorname rol gespeeld in de driewegwereld en ik heb goede hoop dat dit in de toekomst ook zo zal zijn, niet in de laatste plaats doordat coryfeeën als Heiser, Kiers, Meulman, Smilde, Ten Berge, en Timmerman onverdroten doorgaan het woord te verspreiden, terwijl diverse jonge Nederlandse wetenschappers bezig zijn het vakgebied tot bloei te brengen met hun grenzeloos enthousiasme. Ook ik hoop over de grens van 65 rustig door te gaan met mijn driewegwerkzaamheden.

Toekomst: Drieweganalyse in de sociale en gedragswetenschappen

Nut drieweganalyse in de sociale en gedragswetenschappen

In het derde deel van dit college wil dieper ingaan op het nut van drieweganalyse voor sociaal en gedragswetenschappelijk onderzoek, want net als 9 jaar geleden blijft de vraag knellen: “Is beschrijvende analyse, maar in het bijzonder drieweganalyse, wel nodig in de sociale en gedragswetenschappen?” Ondanks de relatief geringe groei aan driewegtoepassingen, blijf ik bij mijn standpunt dat dit zeker nodig is, maar dit geldt in mijn ogen voor alle beschrijvende analysetechnieken.

Drieweggegevens in de sociale en gedragswetenschappen

Ter beantwoording van deze nutsvraag is het allereerst nodig vast te stellen of er eigenlijk wel gegevens verzameld worden die om driewegtechnieken vragen. Om de twijfel hierover weg te nemen heb ik een overzicht gemaakt van de typen drieweggegevens die ik in de loop der tijd ben tegengekomen—u vindt dat overzicht in uw boekje. U kunt dit rustig verder thuis bekijken, maar een diagonale blik leert al snel dat ook zonder Borsbooms functionele modellen er massa's gegevens in de sociale en gedragswetenschappen zijn, die gewoon smeken om een drieweganalyse.

Gebruik drieweggegevens in de sociale en gedragswetenschappen

Een gedeelte van de schuld van het beperkte gebruik van driewegmethoden ligt natuurlijk bij de psychometrici zelf. En ik wil mijzelf hierbij geenszins vrijpleiten. Als docenten hebben we ons, volgens mij, onvoldoende gerealiseerd dat het gebruik van statistische methoden gedeeltelijk gedictieerd wordt door wat we onderwijzen en hoe die methoden aan de medewerkers en studenten worden aangeboden.

We zullen er in de toekomst nog meer rekening mee moeten houden dat wetenschappelijke onderzoekers geïnteresseerd zijn in hun eigen specialisme en niet in onze methoden. Als we dus willen laten zien dat we hen iets te bieden hebben, ligt bij ons de taak om dat aan te tonen. In concreto, we moeten veel toepassingen publiceren, waarbij we laten zien dat driewegmethoden een toegevoegde waarde hebben ten opzichte van het standaardinstrumentarium, en dat hiermee resultaten behaald kunnen worden, die niet op een andere manier te verkrijgen zijn. Ook zullen we rekening moeten houden met de beperkte tijd die sociale en gedragswetenschappers hebben om complexe statistische technieken te leren, én met hun wens om op een simpele manier analyses te kunnen uitvoeren. SPSS is in onze contreien zo succesvol als statistisch programma omdat er zo eenvoudig mee te werken is.

Statistisch pakket: Rekenaar en adviseur in één!

Statistische programma's voor drieweganalyse zijn over het algemeen nog lang niet zo eenvoudig te bedienen als SPSS. Afgezien daarvan, wil ik er voor pleiten om het voorbeeld te volgen van Wilkinson in zijn statistisch programmapakket SkyTree Advisor. In dit programma wordt, na het uitvoeren van een analyse, meteen een alinea uitgeprint waarin de uitkomsten beschreven worden en de technische betekenis van de uitkomsten wordt uitgelegd. Zo is het programma dus een analyse-uitvoerder en een persoonlijke adviseur in één. Diverse leerboeken voor multivariate statistiek verschaffen voorbeelden van hoe de uitkomsten van een bepaalde analyse geïnterpreteerd kunnen worden, maar die gaan altijd over de data van de auteurs en niet over die van de onderzoeker. Met andere woorden, statistische analyseprogramma's zouden de betekenis van de uitkomsten moeten weergeven in hun uitvoer. Tot nog toe verwijst gebruiksvriendelijkheid van programmatuur bijna uitsluitend naar invoer, en niet naar de uitvoer. Het realiseren van het laatste voor drieweganalyseprogramma's lijkt me een typisch grensoverschrijdend project voor een emeritus.

Opdracht aan driewegonderzoekers in de sociale en gedragswetenschappen

Uitgaande van de premisse dat drieweganalyse een bijdrage kan leveren aan onderzoek in de sociale en gedragswetenschappen, zou ik samenvattend de volgende opdrachten aan methodologen, inclusief mijzelf, willen formuleren: (1) laat de meerwaarde zien van de technieken – in toegepaste artikelen in niet-methodologische tijdschriften; (2) presenteer relevante analyses in samenwerking met inhoudelijk geïnteresseerde onderzoekers op hun eigen conferenties; (3) train jonge vakgerichte onderzoekers in het gebruik van driewegtechnieken door cursussen te geven waarin ruim de gelegenheid is om met eigen gegevens te oefenen; (4) produceer handreikingen voor het uitvoeren van analyses, niet alleen in geschrift maar ook via intelligente en verklarende computerprogramma's met goed toegankelijk invoer en uitvoer.

Dit overziend krijgt u misschien de indruk dat ik wéér bezig met een oratie waarin ik uiteenzet wat ik allemaal van plan ben te gaan doen, maar dat is helaas niet zo. Ik troost me maar met de gedachte dat wijsheid met de jaren komt en dat de incubatietijd voor goede inzichten over wat er gedaan moet worden, nog wel eens lang kan zijn. Ook hier is er kennelijk ruimte voor grensoverschrijdend, of in dit geval leeftijd overschrijdend, gedrag.

Afsluiting

Boodschap: Drieweganalyse kent geen grenzen

De belangrijkste boodschap van dit college is dat de driewegwereld geen grenzen kent. En zoals u weet komen alle goede dingen in drieën. Drieweganalyse overschrijdt de grenzen der disciplines, de grenzen tussen landen, en passeert moeiteloos iedere leeftijdsgrens. Maar ook meerweganalyse is in opkomst en het lijkt erop dat goede dingen misschien toch in vieren of meer komen, want het aantal citaties naar meerweganalyse begint ook grensoverschrijdend te worden.

Dankwoord

Ten slotte kom ik aan het vierde deel van mijn drieluik. Er is namelijk nog iets dat geen grenzen kent en dat is mijn dank aan allen die het mogelijk gemaakt hebben dat ik met zo veel plezier heb gewerkt aan deze universiteit. De Universiteit Leiden, het Instituut Pedagogische Wetenschappen en de afdeling Algemene en Gezinspedagogiek in hun vele gedaantes en naamwisselingen hebben mij 40 jaar gehuisvest, en de gelegenheid gegeven om mijn wetenschappelijke hobby uit te oefenen. Daarnaast hebben zij mij de gelegenheid gegeven om de zegeningen van de statistiek en methoden en technieken te verkondigen aan grofweg zo'n achtduizend studenten. Ik heb mogen proberen hen te overtuigen van wat de statistiek allemaal voor hen te bieden heeft in hun latere, al dan niet wetenschappelijke, leven. Iets mooiers kan men zich toch niet voorstellen.

Groot is ook mijn dank aan het bestuur van de Stichting ter Bevordering van de Wetenschap der Datatheorie, gesticht door Prof. Van de Geer. De Stichting heeft in 2004 de leerstoel Multivariate Analyse, in het bijzonder van Driewegdata, in het leven geroepen en mij voor deze zetel uitverkoren. Jan de Leeuw zette mij op het driewegpad, en zijn blaadjes grafiekpapier met formules vormden de basis voor mijn doctoraalscriptie en het uitgangspunt van mijn proefschrift. (Die blaadjes worden nog beroemd: Jan mailde mij onlangs of hij daar een scan van kon krijgen.) Willem Heiser en Jacqueline Meulman zijn lange tijd mijn collegae proximi geweest en ik heb

altijd met grote bewondering gekeken naar hun werk en hun toewijding aan het vak. Ook de paar jaren die wij samen college hebben gegeven in toegepaste multivariate analyse zijn mij bijgebleven.

In mijn directe werkomgeving hebben velen, ieder op eigen wijze, bijgedragen aan wat ik voel als het succes in mijn carrière. Als principale hoogleraar bij Algemene en Gezinspedagogiek heeft Rien van IJzendoorn mij de ruimte geboden om mij te ontplooien als docent, statistisch adviseur, zelfstandig driewegonderzoeker, en zelfs als huisfotograaf. Hij was het die mij naar het NIAS loodste waar ik een groot gedeelte kon schrijven van wat hij mijn magnum opus heeft genoemd. Ook de andere hoogleraren en collega's in de vakgroep hebben op verschillende wijze bijgedragen aan mijn ontwikkeling als onderzoeker en, wellicht onbedoeld, als een statisticus die statistiek over het voetlicht kon brengen met voorbeelden uit de pedagogiek, ondanks dat ik regelmatig riep dat ik niets van pedagogiek wist.

Mijn werk over de jaren heen zou niet mogelijk zijn geweest zonder de ondersteuning van zulke voortreffelijke mensen als Doreen Arnoldus, Gea Kortman, Reineke Mom en Esther Peelen en alle medewerkers van het Instituutsbureau. Zij hebben ieder in belangrijke mate bijgedragen aan mijn welbevinden in de vakgroep, het instituut en de universiteit. Aan jullie allen dank, veel dank hiervoor. En zonder het vele geweldige werk van, in willekeurige volgorde, Joost van Ginkel, Ralph Rippe en Gea Kortman was deze hele dag er niet gekomen en had u allen hier niet gezeten.

Maar... natuurlijk gaat mijn grenzeloze dank uit naar mijn vrouw, Ineke Smit, onze kinderen, Judith en Adriaan, en onze kleinkinderen. Hoe anders zou ik in het leven staan en hebben gestaan zonder hen. De details hierover heb ik reeds vaak tegenover hen geuit in de huiselijke kring en deze zal ik u hier besparen.

Ik heb gezegd.

Words of Thanks

Dear Colleagues , Friends and Family,

Even though I am speechless, I have to address a few words in answer to the previous speakers, who have delivered what sounded like a series of laudatios after a PhD ceremony.

Much of what I have done was driven by a need to contribute to the statistical education of our students, to the statistical quality of the Institute's research and to the development of three-way analysis in the world at large, across the boundaries of disciplines and countries.

I really appreciate the way people have looked back on my career at this university, but I hope in the future to be useful to the academic community in various ways.

To close this ceremony I would like to give an answer to the burning question that seems on everybody's lips: provide statistical assistance if asked to do so, make excursions around Leiden on my racing bike, finish all those incomplete papers that clutter my directories, learn a new human language, write a book about multivariate statistics in the humanities, learn a new

computer language, go out and make photographs, give courses in three-way methods (have a course, will travel), repair dinky toys, travel around with Ineke, play with my grandchildren – in other words, continue with my wonderful life.

Thank you

Nederlandse variant (niet uitgesproken)

Dankwoord

Geachte Collegae, Vrienden en Familie.

Woorden schieten te kort. Daarom moet ik ze maar lenen van een iets molliger geestverwant, zijnde Olie B Bommel: “K wist niet dat ik het in me had”.

Veel van wat ik gedaan heb kwam voort uit een behoefte een bijdrage te leveren aan het statistiekonderwijs aan onze studenten, aan de statistische kwaliteit van het onderzoek aan het Instituut en aan het onderzoek op het terrein van drieweganalyse.

Het doet me deugd dat velen die inspanningen hebben gewaardeerd zoals gebleken is tijdens het symposium en uit de zo juist uitgesproken ‘laudatios’. Het treft me iedere keer weer als iemand tegen me zegt dat ze iets van me geleerd hebben en dat dit belangrijk voor hen is geweest. Zo ook nu. Het geeft een buitengewoon warm gevoel dat mijn bedragen aan onderwijs en wetenschap zo gewaardeerd worden.

Tenslotte geef ik alvast het antwoord op de vraag die iedereen op de lippen schijnt te branden: op verzoek statistisch advies verlenen, rond rijden op mijn race fiets, onafgemaakte artikelen voltooien, een nieuwe mensentaal leren, een boek schrijven over multivariate analyse in de humaniora, fotograferen, driewegcursussen geven (Have a course, will travel), dinky toys opknappen, een nieuwe computertaal leren, uitstapjes met Ineke maken, me met mijn kleinkinderen bemoeien – kortom verder genieten van het leven.