

Industriële statistiek: verkopen we knollen voor citroenen?

Ronald J.M.M. Does

SAMENVATTING

De toepassing van statistische methoden en technieken in de kwaliteitszorg kent reeds een traditie van ruim 70 jaren. Door de toenemende aandacht binnen het bedrijfsleven voor kwaliteit zijn de vooruitzichten voor statistici zonder meer goed te noemen.

In de praktijk komen standaardtoepassingen van statistische methoden en technieken nagenoeg niet voor. Veelal zal uitbreiding van bestaande theorie nodig zijn en maatwerk moeten worden afgeleverd. Dit stelt hoge eisen aan de kennis en kunde van de industrieel statisticus. In dit artikel gaan we in op de relatie tussen de industrieel statisticus en de mathematisch statisticus. Tevens zal aandacht besteed worden aan het onderzoek op het gebied van de industriële statistiek binnen Nederland. De laatste jaren is er binnen Nederland een opleving te constateren met betrekking tot het onderzoek op het gebied van de industriële statistiek. Na een bloei van het vakgebied in de jaren na de Tweede Wereldoorlog met als belangrijkste exponent Prof.dr. H.C. Hamaker duurde het tot begin negentiger jaren dat het onderzoek weer op gang kwam. Opmerkelijk is dat nagenoeg al het onderzoek plaatsvindt op de universiteiten en dat terwijl een groot aantal academisch opgeleide statistici binnen het bedrijfsleven actief is. Teren al deze statistici op hun kennis uit het verleden en hebben zij er geen behoefte aan het vakgebied verder te ontwikkelen? Zijn zij zich er niet van bewust dat eenmaal uitgeknepen een citroen weggegooid kan worden?

Instituut voor Bedrijfs- en Industriële Statistiek (IBIS)

Vakgroep Wiskunde, Universiteit van Amsterdam

Plantage Muidergracht 24, 1018 TV Amsterdam

Tel.: 020-5256024/5255217, fax: 020-5255101, e-mail: rondoos@fwi.uva.nl

1. INLEIDING

In mijn oratie op 20 mei 1992 getiteld "Industriële statistiek waarborgt kwaliteit" (zie Does (1992)) beschrijf ik de 3 soorten statistici die door Deming worden onderscheiden (zoals bekend wordt W. Edwards Deming door de Japanners geëerd als de architect van hun fenomenale industriële succes de afgelopen 45 jaren). De statistici die Deming (1982) onderscheidt, zijn (ik gebruik in dit artikel aangepaste omschrijvingen):

1. de mathematisch statisticus,
2. de toegepast statisticus,
3. de doe-het-zelf statisticus.

Ad.1 De eerste categorie houdt zich bezig met het uitbreiden van de wiskundige theorie en heeft meestal als werkterrein de universiteit.

Ad.2 De tweede categorie is niet zo gemakkelijk te karakteriseren. Dit komt uiteraard omdat statistiek vele toepassingen heeft. Zo kan men voor het woord statistiek het bijvoeglijke naamwoord medische, industriële, landbouwkundige, economische, sociologische etc. zetten. Dit artikel beperkt zich voornamelijk tot de bedrijfs- en industriële statistiek, omdat de auteur zich daar het meest mee verbonden voelt.

In een artikel in dit tijdschrift geeft de Kroon (1991) zijn opvatting over het vak van de statistisch adviseur. In zijn visie richt het vak zich op het oplossen, respectievelijk helpen oplossen van praktijkproblemen binnen de industrie (bedrijfsleven), en wel door middel van het toepassen van statistische methoden. Belangrijker dan enig ander onderdeel van het toepassen van statistische methoden is de adequate vertaalslag van een goed gedefinieerd probleem naar een model dat een betrouwbare analyse toelaat, leidende tot interpreteerbare en implementeerbare resultaten. Veel belangrijker dan beheersing van mathematische technieken is het structureren van de probleemstelling annex modelbouw. Deming (1982) voegt daaraan toe dat indien nodig de toegepast statisticus ook nieuwe theorie ontwikkelt met eventueel assistentie van andere experts.

Ad.3 Voor de laatste categorie statisticus gebruikt Deming terecht weinig lovende woorden. Het betreft veelal personen die met succes een cursus statistiek hebben gevolgd en vervolgens zich opwerpen als statistisch adviseur. Deming (1982) karakteriseert deze persoon als: *"This kind of practical man can be a real hazard in any field"*. In Nederland worden ook duidelijke meningen geformuleerd over dit soort "statistici". Ik citeer 2

passages uit van Houwelingen (1990). *"Allereerst wordt de statisticus belaagd door BEUNHAZEN. Het misverstand is onuitroeibaar dat je voor statistiek alleen maar een computer nodig hebt en een statistisch software-pakket". "Onder het mom de onderzoeker die statistische begeleiding en ondersteuning nodig heeft, beter te begrijpen dan de statisticus die immers niet de specialistische kennis van het betrokken vakgebied heeft, wringt deze hobbyist zich tussen statisticus en onderzoeker en geeft meer begrip in ruil voor minder en minder gedegen statistiek".* Aanvullende citaten zijn: *"Het is ondenkbaar dat iemand die het vak van statistiek niet beheerst daar vervolgens verantwoord mee om kan gaan"*. Dit is het antwoord van Dr. J.P.M. de Kroon op een vraag of het invoeren van statistische procesbeheersing ook kan geschieden vanuit een groep personen met een technologische achtergrond. Een volledig verslag van deze forumdiscussie is te vinden in Does en de Gooijer (1992). *"In welke omgeving je ook opereert, je komt altijd mensen tegen die op grond van niets als statistisch adviseur gaan optreden"*, zie Does (1992).

Dit artikel zal vanaf nu zich beperken tot de eerste twee categorieën (waarbij de industrieel statisticus als model voor de toegepast statisticus zal fungeren). Wat opvalt is dat de statistici uit beide categorieën elkaar regelmatig bekritisieren. In de volgende sectie wordt gepoogd hiervoor een verklaring te vinden.

2. DE INDUSTRIEEL STATISTICUS VERSUS DE MATHEMATICUS

Voor vele statistici in het bedrijfsleven geldt dat zij als vooropleiding een wiskunde of daarmee verwante opleiding hebben gehad. Velen groeien na enige jaren praktijk uit tot uitstekende statistici. Dat dit mede te danken is aan de grondigheid waarmee het analytische vermogen is gevormd en ontwikkeld tijdens de studie wordt nog wel eens uit het oog verloren. Ik ben in de gelukkige omstandigheid geweest van diverse kanten naar de zogenaamde kloof te kijken tussen de praktijk en theorie. Voor mij staat vast dat ik de juiste vooropleiding heb gehad. Terugblikkend ziet mijn carrière er als volgt uit. Na mijn wiskunde studie heb ik promotieonderzoek gedaan in de mathematische statistiek. Daarna ben ik ruim 8 jaren werkzaam geweest in de medisch-biologische statistiek. Ruim 5 jaren geleden heb ik de overstap gemaakt naar het bedrijfsleven (Philips te Eindhoven) om sinds 1 mei 1994 weer terug te keren naar de universiteit. Het navolgende is grotendeels gebaseerd op eigen waarneming.

Statistici binnen het bedrijfsleven kijken veelal met gemengde gevoelens terug op hun praktische scholing aan de universiteit. In dit tijdschrift zijn in de oude jaargangen een aantal mooie voorbeelden te vinden. De Kroon (1991) signaleert in zijn geheel eigen stijl het volgende probleem: *"Ik heb u uiteengezet welke kennis, kunde en vaardigheden de statistisch adviseur bij het uitoefenen van zijn functie nodig heeft. Ik noemde u een vijftal fasen in het werk van de statistisch adviseur: t.w. probleemformulering, modelbouw, informatieverzameling, analyse en interpretatie annex implementatie. Waarop nu is de opleiding tot statisticus afgestemd, lettend op deze fasen? Domineert niet in de opleiding de aandacht voor methoden en technieken, gegeven het type vraagstelling, dus uitgaande van het model?"* en vervolgt iets verderop in zijn artikel: *"Ik begrijp heel goed dat de beperking in te besteden tijd, ook beperkingen oplegt aan de omvang waarin dit alles aan de orde kan komen. Maar toch denk ik dat in veel gevallen de afstand tussen de onderwezen methodologie en de praktijksituaties te groot is en ook groter dan nodig."* Oosterhoorn (1993) beschrijft het als volgt: *"De praktijk is echter geheel anders. Op universiteiten en hogescholen wordt statistiek veelal onderwezen vanuit de wiskundige invalshoek. Met een nadruk op de mathematische juistheid van de aangeboden methoden in plaats van de gebruikswaarde in de praktijk. Eerst de kansrekening en dan de variabiliteit, eerst de verdelingen en dan pas de data (eventueel) waarop we de verdeling van toepassing kunnen laten zijn. Alsof variatie is uitgevonden om de kansrekening en de statistiek een toepassing te verschaffen."*

Het is mijn mening dat binnen de universiteiten genoemde zaken drastisch aan het veranderen zijn. Binnen de wiskunde opleidingen zijn onderwerpen als proefopzetten, Taguchi methoden en statistische procesbeheersing doorgedrongen in het curriculum. Het besef dat statistiek zijn bestaansrecht ontleent aan de toepassing is inmiddels buiten discussie. Dat vele universiteiten een toepassingsgerichte wiskunde afstudeervariant hebben met een belangrijke inbreng van de statistiek is hiervan een logisch gevolg. De Universiteit van Amsterdam is zelfs nog een stap verder gegaan door met ingang van 1 september 1993 een volledige opleiding Bedrijfs- en Industriële Statistiek aan te bieden.

Een ander punt van ergernis tussen de industrieel statisticus en de mathematisch statisticus is de waardering voor elkaar. Het probleem begint in feite al tijdens de studie. Ik durf te beweren dat binnen de opleiding wiskunde slim vaak geassocieerd wordt met hoge cijfers voor de zuivere vakken. Indien voor deze vakken geen uitzonderlijk hoge cijfers worden gehaald, dient de student maar verder de toepassingsgerichte variant te volgen. Degenen die dit standpunt erop nahouden, kunnen geen ervaring hebben met de toepassingen. Want om binnen het bedrijfsleven het hoofd boven water te houden, dient men niet alleen slim te zijn maar ook extra

eigenschappen te bezitten om te komen tot een vertaling van het probleem naar een model en weer terug. In mindere mate bestaat deze controverse ook tussen de theoretici en toepassers van de statistiek. We mogen hopen dat van beide kanten vanaf heden meer respect voor elkaars keuze wordt opgebracht. De discussie behoort immers niet te zijn: wie is het slimst? De een heeft als streefwaarde een artikel in *The Annals of Statistics*, terwijl de ander een besparing nastreeft van miljoenen guldens per jaar. Beide zijn topprestaties, maar binnen een verschillende context.

Je kunt je afvragen hoe dit soort rivaliteit is ontstaan. Heeft het te maken met arrogantie? Is het afgunst vanwege het verschil in salariëring (een succesvolle carrière in het bedrijfsleven levert (veel) meer op dan een succesvolle carrière op de universiteit)? Een goed antwoord kan ik niet geven.

Een discussie omtrent het onderzoek op het terrein van de industriële statistiek is binnen Nederland naar mijn weten de afgelopen jaren niet gevoerd. In de volgende sectie ga ik hierop in.

3. HET WETENSCHAPPELIJKE ONDERZOEK

In Nederland heeft het wetenschappelijke onderzoek in de statistiek zich de afgelopen decennia voornamelijk geconcentreerd op de mathematische statistiek. De resultaten zijn er ook naar. Op vele universiteiten zijn leerstoelen mathematische statistiek ingesteld en internationaal hebben onze mathematisch statistici een uitstekende reputatie. Het onderzoek in de industriële statistiek is in verhouding achtergebleven. Een uitzondering is de periode dat Prof.dr. H.C. Hamaker werkzaam was op het Natuurkundig Laboratorium van Philips. Hij werd voor zijn onderzoek op de terreinen van proefopzetten en steekproefkeuring zowel gedecoreerd met de Shewhart medaille als met de Deming medaille.

Binnen het Nederlandse bedrijfsleven werken honderden goed opgeleide statistici. De wetenschappelijke output in de diverse tijdschriften is echter in verhouding gering. Dit is op zich verwonderlijk omdat standaardtoepassingen van statistische modellen en methoden in de praktijk uiterst zeldzaam zijn. Veelal dient maatwerk geleverd te worden (vergelijk ook de Kroon (1991)). Voor dit maatwerk zijn niet zelden uitbreidingen van bestaande theorieën noodzakelijk. Uiteraard begrijp ik ook dat voor statistici werkzaam in het bedrijfsleven een oplossing van een klantenprobleem de hoogste prioriteit moet hebben en dat rapporteren van nieuwe dan wel van aanpassingen van bestaande theorieën altijd op de tweede plaats komt.

Toch is het mijn ervaring dat werken in de praktijk betekent dat inspiratie wordt opgedaan voor onderzoeksonderwerpen. Het ideale van zo'n situatie is dat geen esoterische onderwerpen gekozen hoeven te worden. Een tweetal onderwerpen wil ik in dit verband noemen.

Het eerste betreft de regelkaart. Dit is een grafiek met op de ene as de tijdstippen waarop een kwaliteitskenmerk gemeten wordt en op de andere as de waarde van het kwaliteitskenmerk. Door dit kwaliteitskenmerk in de tijd te volgen kan men beoordelen of een proces statistisch beheerst verloopt of niet. Dit instrument is ontwikkeld door Walter A. Shewhart in 1924 en wordt door operators op de werkvloer na enige instructie zelfstandig gebruikt. Het onderzoek waarop C.B. Roes binnenkort zal promoveren heeft betrekking op de verdere toepasbaarheid van de regelkaart in situaties waar de steekproefgrootte gelijk is aan 1 (probleem afkomstig van Philips Drachten), de steekproef een bijzondere datastructuur heeft (probleem afkomstig van Philips Stadskanaal) en de beschikbaarheid van data uitermate gering is (probleem afkomstig van ASM Lithography te Veldhoven). Dat voor dit soort onderzoek ook mogelijkheden zijn om te publiceren in de meest vooraanstaande tijdschriften op het terrein van de industriële statistiek is evident (zie bijvoorbeeld Roes, Does en Schurink (1993) en Roes en Does (1995)).

Het tweede voorbeeld betreft verbeterde analyse methoden voor de Taguchi experimenten (voor degenen die op dit moment denken: "wat zijn dat?", wordt verwezen naar Trip (1991)). De Taguchi methoden om te komen tot het robuust ontwerpen van processen en producten blijken goed aan te slaan binnen het bedrijfsleven. Immers elk proces en elk produkt vertoont variatie vanwege onvolkomenheden in materialen, machines en omgevingsfactoren. Sommige van deze onvolkomenheden kunnen niet beheerst worden of de beheersing daarvan is te duur. In een robuust ontwerp beschouwt men zulke factoren als ruis. Een proces/produkt wordt robuust genoemd als het ongevoelig is voor deze ruisfactoren in de productieomgeving en daarbuiten. Op de Universiteit van Amsterdam wordt in samenwerking met Dr. J. Engel van het CQM onderzoek gedaan binnen dit kader. Voor laatstgenoemde heb ik grote bewondering omdat hij naast zijn adviseurstaak de afgelopen 15 jaren onderzoek is blijven doen.

Dat onderzoek doen naast je adviseurstaak veelal opoffering vraagt van je vrije tijd (met name het weekend) weet ik uit ervaring. Het is jammer dat binnen de adviesbureaus niet het besef leeft dat het doen van onderzoek een noodzakelijke voorwaarde is om niet alleen op de hoogte te blijven van de nieuwste ontwikkelingen, maar bovendien leidt tot een beter inzicht in de problematiek. Ook voor de klant leidt dit tot extra bezuinigingen omdat in plaats van een suboptimale (soms zelfs een foutieve) oplossing de beste oplossing gegeven wordt. Een ander belangrijk punt dat vaak over het hoofd wordt gezien, is de acquisitionele waarde van het doen van onderzoek. Met recht kunnen degenen die actief blijven in het onderzoek claimen dat meer kennis ook meer kwaliteit oplevert. Succes-verhalen kunnen dit soort slogans verder

onderbouwen. In een artikel van Does, van Oord en Trip (1994) wordt een succesvolle implementatie van statistische procesbeheersing bij Philips Stadskanaal beschreven. De toepassing van een nieuw soort regelkaart is goed voor een besparing van een half miljoen gulden jaarlijks. Een discussie of statistiek een nuttig vak is, hoeft ook niet meer gevoerd te worden in deze fabriek. Sterker nog een nieuw gecreëerde vaste formatieplaats voor een statisticus was het resultaat.

Ook op andere universiteiten wordt de industriële statistiek serieus genomen. Misschien dat de aanbeveling van de Verkenningcommissie Wiskunde in haar rapport "Wiskunde in beweging" hiertoe heeft bijgedragen. Letterlijk stelt zij *"dat in het belang van het bedrijfsleven en het onderzoek op andere gebieden van wetenschap er in het onderwijs en onderzoek veel meer aandacht dient te worden gegeven aan industriële statistiek"*.

Zonder andere universiteiten te kort te doen wil ik graag twee voorbeelden in dit verband noemen. Op de Universiteit Twente wordt onder leiding van Prof.dr. W. Albers en Dr. W.C.M. Kallenberg onderzoek gedaan naar het corrigeren van specificaties vanwege meeton nauwkeurigheden (zie bijvoorbeeld Albers, Kallenberg en Otten (1993)). G.D. Otten zal in de zomer promoveren op dit onderwerp. Een tweede AIO is inmiddels aan verdere uitbreidingen van dit onderwerp begonnen. Ook op de Rijksuniversiteit Groningen wordt de industriële statistiek sinds een aantal jaren als volwaardig onderzoek bedreven. Onder leiding van Prof.dr.drs. A.G.M. Steerneman promoveerde vorig jaar Dr. S. Wierda op een proefschrift handelend over multivariate statistische procesheersing (zie Wierda (1994)). Een tweede AIO is begonnen met het onderzoek om geschikte regelkaarten te ontwikkelen voor gecorreleerde waarnemingen.

Dat ten aanzien van het wetenschappelijke onderzoek op het terrein van de industriële statistiek ook wel eens bedenkingen worden geuit, is fantastisch beschreven in een artikel (met discussie) van Banks (1993). Zowel de academicus als de adviseur worden door dit artikel weer met beide benen op de grond gezet.

In de slotparagraaf van dit artikel wordt uiteengezet hoe de kloof tussen de statistici in het bedrijfsleven en de statistici binnen de universiteiten overbrugd kan worden.

4. STATISTISCHE ADVIESBUREAUS BINNEN DE UNIVERSITEIT

Nu de geldkraan vanuit het Ministerie van Onderwijs, Wetenschappen en Cultuur steeds verder wordt dichtgedraaid, zullen de universiteiten andere wegen om aan geld te komen moeten opzoeken. Voor een vakgebied als statistiek lijkt dit niet zo moeilijk. Dit is typisch een vakgebied dat zijn bestaansrecht ontleent aan de praktijk. Door de toenemende belangstelling van het bedrijfsleven voor het leveren van kwalitatief goede produkten en diensten, heeft het gebruik van de industriële statistiek een grote vlucht genomen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de adviesbureaus als paddestoelen uit de grond schieten. Ook de vakgroep Wiskunde van de Universiteit van Amsterdam heeft besloten om dit soort activiteiten op het gebied van de bedrijfs- en industriële statistiek te bundelen in een instituut. Sinds 1995 is binnen de UvA Holding B.V. operationeel het Instituut voor Bedrijfs- en Industriële Statistiek (IBIS). De projecten van dit instituut hebben veelal betrekking op de volgende werkgebieden: integrale procesbeheersing, kwaliteitsverbetering en algemene statistische consultatie. De doelgroepen vormen het bedrijfsleven, de overheid en onderzoeksinstituten, die geholpen worden bij het oplossen van technisch-organisatorische problemen op basis van statistische modellen en methoden.

Het IBIS heeft daarnaast een opleidingspakket ontwikkeld met relatief korte cursussen die veelal het karakter hebben van een workshop. In het huidige pakket zitten cursussen op de terreinen van statistische procesbeheersing (SPC), proefopzetten, Taguchi methoden, FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), QFD (Quality Function Deployment) en meetnauwkeurigheds-onderzoek. De cursussen variëren van 1 tot 8 dagdelen. De meerwaarde van deze cursussen is dat de docenten van het IBIS vanuit eigen praktijkervaringen kunnen doceren. Inmiddels besteedt een viertal personen een substantieel deel van hun tijd aan uiteenlopende projecten, variërend van een omvang van tienduizend gulden tot enkele tonnen. De voorsprong die de Faculteit der Wiskunde en Informatica wellicht heeft bij de vliegende start van het IBIS is gelegen in het feit dat een tweetal medewerkers vele jaren praktijkervaring in de industrie hebben. Dit betekent dat bij het verkrijgen van opdrachten deze praktijkervaring ingebracht kan worden. De binding met de universiteit moet echter ook als een niet te onderschatten factor bij het verwerven van opdrachten worden gezien. Op dit moment kan nog niet goed overzien worden hoe groot zo'n instituut zal groeien. Gelet op de positieve signalen vanuit de markt zou het weleens kunnen betekenen dat dit soort adviesbureaus een aardig marktaandeel gaat verwerven. Hierbij zij opgemerkt dat de tarieven die worden gehanteerd uiteraard marktconform dienen te zijn. Om onder het normale adviestarief te offren is niet alleen oneerlijke

concurrentie introduceren maar is, en dat is belangrijker, de geloofwaardigheid van het vakgebied ondermijnen.

Door het Instituut tegen een Faculteit te hangen kan bovendien het wetenschappelijk onderzoek verder van de grond komen. Door de onderlinge verwevenheid kunnen zowel de universiteit als het bedrijfsleven profiteren van de vruchten van de industriële statistiek. De eerstgenoemde omdat gewerkt kan worden aan relevante problemen, het onderwijs gelardeerd wordt met praktijkproblemen en omdat studenten op een vrij directe wijze geholpen kunnen worden aan stageplaatsen. Inmiddels hebben wij geconstateerd dat het inzetten van stagiaires in lopende projecten, zowel door de afstudeerdocent als de begeleider in het bedrijf bijzonder worden gewaardeerd. In sommige gevallen leidt dit ook tot een aanstelling van de student na zijn afstuderen.

Het bedrijfsleven is ook gebaat bij deze constructie omdat zoals reeds eerder is genoemd "state of the art" oplossingen worden gegeven.

CONCLUSIE

De conclusie van dit artikel is dan ook simpel: gewoon doen. Dus voor de professionele adviesbureaus: neem het wetenschappelijke onderzoek serieus. Het zal je geen windeieren leggen. Voor de universiteiten luidt de boodschap denk eens na over het derde geldstroom onderzoek. Recruteer een aantal ervaren statistici die van wanten weten en ga nauw met hen samenwerken in projecten.

REFERENTIES

- Albers, W., W.C.M. Kallenberg en G.D. Otten (1993), *Accurate test limits with estimated parameters*, Technometrics 36, blz. 92-101.
- Banks, D. (1993), *Is industrial statistics out of control?*, Statistical Science 8, blz. 356-409.
- Does, R.J.M.M. (1992), *Industriële statistiek waarborgt kwaliteit*, Kwantitatieve Methoden 40, blz. 129-141.
- Does, R.J.M.M. en J.G. de Gooijer (1992), *Statistische kwaliteitsbeheersing binnen de Nederlandse industrie*, Sigma 92/6, blz. 23-25.
- Does, R.J.M.M., M.L. van Oord en A. Trip (1994), *Een succesvolle implementatie van statistische procesbeheersing (SPC)*, Sigma 94/6, blz. 10-13.
- Houwelingen, J.C. van (1990), *De homo statisticus en zijn biotoop*, Kwantitatieve Methoden

35, blz. 21-27.

Kroon, J.P.M. de (1991), *Leed en vermaak van de statistisch adviseur*, Kwantitatieve Methoden 36, blz. 7-23.

Oosterhoorn, A. (1993), *Het belang van de eerste indruk*, Kwantitatieve Methoden 44, blz. 5-8.

Roes, C.B., R.J.M.M. Does en Y. Schurink, *Shewhart-type control charts for individuals*, Journal of Quality Technology 25, blz. 188-198.

Roes, C.B. en R.J.M.M. Does (1995), *Shewhart-type charts in non-standard situations (with discussion)*, Technometrics februari 1995 issue.

Trip, A. (1991), *Taguchi methods for quality engineering*, Kwantitatieve Methoden 37, blz. 119-135.

Wierda, S.J. (1994), *Multivariate statistical process control*, Wolters-Noordhoff, Groningen.