



UNIVERSITY OF AMSTERDAM

## UvA-DARE (Digital Academic Repository)

### Quality improvement from the viewpoint of statistical method

de Mast, J.

**Publication date**  
2002

[Link to publication](#)

#### **Citation for published version (APA):**

de Mast, J. (2002). *Quality improvement from the viewpoint of statistical method*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

#### **General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

#### **Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

## **Samenvatting: Kwaliteitsverbetering gezien vanuit statistische methodiek**

### **Kwaliteitsverbetering**

Kwaliteit kan omschreven worden als: geschiktheid voor gebruik. Het woord wordt in twee hoofdbetekeningen gebruikt, die met *kwaliteit van ontwerp* en *kwaliteit van overeenstemming* worden aangeduid. De eerste duidt op de mate waarin (intentionele) eigenschappen van een product tegemoet komen aan de wensen van een klant. De tweede betekenis geeft de mate weer waarin een individueel product vrij is van tekortkomingen.

Het geheel aan activiteiten dat kwaliteit waarborgt, wordt *kwaliteitsmanagement* genoemd. Het bestaat, volgens Juran, uit drie processen:

1. Kwaliteitsplanning: het bepalen van de wensen van klanten en het ontwikkelen van de producten en de processen die benodigd zijn om aan deze wensen tegemoet te komen.
2. Kwaliteitsbeheersing: het signaleren van en reageren op onregelmatigheden in het productieproces.
3. Kwaliteitsverbetering: een georganiseerde verandering om de kwaliteit naar een ongeëvenaard niveau te brengen ("doorbraak").

Het is dit laatste proces dat het centrale thema vormt van dit proefschrift.

### **Statistische methode**

Statistiek biedt een aantal methoden voor het verzamelen, presenteren en analyseren van data. Aan deze methoden liggen de wiskunde en wiskundig modelleren ten grondslag. Typerend voor statistische methoden is de belangrijke rol die gespeeld wordt door onzekerheid en de wiskundige wijze om daarmee om te gaan, namelijk: waarschijnlijkheid en — daaraan gerelateerd — stochastische variatie. Deze onzekerheid ontstaat als men zich realiseert dat een feitelijke verzameling meetgegevens slechts een specimen is van een collectie mogelijke uitkomsten die men in de gegeven situatie net zo goed had kunnen vinden. Dientengevolge moeten gevolgtrekkingen die op basis van de gegevens gemaakt worden niet alleen de gegevens zelf in aanmerking nemen, maar eveneens de alternatieve uitkomsten die mogelijk waren geweest. Statistiek doet dit door waargenomen gegevens te beschouwen als realisaties van stochastische variabelen en maakt op deze wijze een inschatting mogelijk van de betrouwbaarheid van gevolgtrekkingen.

### **Empirisch onderzoek**

De relatie tussen kwaliteitsverbetering en statistische methode wordt gegeven door de gekozen benadering van dit proefschrift, namelijk, dat kwaliteitsverbeterprojecten beschouwd kunnen worden als empirisch onderzoek en dat dit de context is waarin statistische methoden worden toegepast in kwaliteitsverbetering.

Empirisch onderzoek aan de hand van de wetenschappelijke methode heeft als *functie* het verklaren van empirische fenomenen en, als een resultante, deze fenomenen te

voorspellen en te beheersen. Verklaringen geven inzicht door te laten zien dat de verschijnselen die verklaard moeten worden te verwachten zijn als een gevolg van bepaalde wetten. Een verklaring van een empirisch fenomeen bestaat derhalve uit een aantal relaties tussen het fenomeen en andere factoren, die het fenomeen causaal beïnvloeden.

De *methode* die in empirisch onderzoek wordt toegepast draait om het toetsen van mogelijke verklaringen aan empirisch bewijsmateriaal.

### **Onderwerp en doelstelling van het proefschrift**

Het onderwerp van het proefschrift wordt gevormd door statistische kwaliteitsverbeterstrategieën. Een kwaliteitsverbeterstrategie is een samenhangende reeks acties gericht op het brengen van de kwaliteit naar een ongeëvenaard niveau. Een kwaliteitsverbeterstrategie wordt statistisch genoemd als:

- o Zij erop gericht is relaties te ontdekken tussen kwaliteitskarakteristieken en invloedsfactoren. Verbeteracties worden gebaseerd op deze relaties.
- o Vermoede relaties worden getoetst tegen empirisch bewijsmateriaal.

De doelstelling van het proefschrift is een rationele reconstructie ("methodologisch raamwerk") te maken van statistische verbeterstrategieën. Een dergelijke reconstructie dient te bestaan uit definities van relevante begrippen, heuristieken en methodologische regels.

### **Statistische verbeterstrategieën**

In het tweede hoofdstuk van het proefschrift wordt — aan de hand van een aantal thema's — het methodologische raamwerk opgebouwd.

Een verbeterproject dient te resulteren in een verklarend netwerk. Dit netwerk specificeert de relaties tussen het bestudeerde kwaliteitskenmerk — de CTQ — en factoren die dit kenmerk causaal beïnvloeden — de invloedsfactoren. Het belang van het operationeel definiëren van zowel de CTQ als de invloedsfactoren is verwoord in een methodologische regel.

De activiteiten in empirisch onderzoek kunnen gegroepeerd worden in een aantal fasen. Vertaald naar de context van kwaliteitsverbetering luiden deze fasen:

1. Operationalisatie
2. Exploratie
3. Uitwerking
4. Confirmatie
5. Conclusie

Bovendien biedt de gegeven volgorde van deze fasen een heuristiek voor het kiezen van verbeteracties. Deze heuristiek is gebaseerd op de hypothetisch-deductieve methode uit de wetenschapsfilosofie.

De aard van de activiteiten in de diverse fases is wisselend. Voor de activiteiten in de Operationalisatie-fase kunnen methodologische regels geformuleerd worden. De

tweede fase — Exploratie — vraagt eerder om heuristische. Voor de aanpak in de Confirmatie-fase is een methodologische regel geformuleerd.

Empirisch onderzoek is intrinsiek iteratief. Dit volgt uit het gegeven dat kennis vergaren bestaat uit het leren van "fouten". Modellen voor dit proces zijn Box' zaagtand-model en Poppers model van *conjectures and refutations* (vermoedens en weerleggingen). De onderzoeker moet zich ervan bewust zijn dat zijn definities en aannames een voorlopig karakter hebben.

Invloedsfactoren kunnen onderscheiden worden in drie typen:

1. Stuurvariabelen: deze zijn het instrument voor de onderzoeker om de CTQ te beïnvloeden.
2. Ruisvariabelen: dit zijn bronnen van ongewenste variatie die geëlimineerd of gecompenseerd moeten worden.
3. Verstoringen: dit zijn de oorzaken van incidentele uitschieters.

De verbeteracties die aan de hand van de gevonden invloedsfactoren ondernomen kunnen worden, volgen een aantal standaardpatronen. Deze standaardpatronen — gemiddelde-verschuiving, robuust ontwerp, tolerantieontwerp, feedforward-beheersing, feedback-beheersing en *mistake proofing* — worden gedefinieerd.

### **Bekrachtiging van het methodologische raamwerk**

Om de waarde van het voorgestelde raamwerk te beproeven wordt in hoofdstuk 3 het volgende materiaal gepresenteerd:

1. Toepassing op populaire verbeterstrategieën. Ik bestudeer in hoeverre het voorgestelde raamwerk een adequate reconstructie geeft van drie bekende verbeterstrategieën, namelijk het Shainin System, Taguchi's methodologie en het Six Sigma-programma. Afwijkingen van deze strategieën van het voorgestelde raamwerk worden besproken.
2. Twee case-study's. Als statistisch adviseur heb ik twee verbeterprojecten uitgevoerd aan de hand van eerdere versies van het methodologische raamwerk. De resulterende aanpak in beide projecten ligt voor ter beoordeling aan deskundigen.
3. Verdere ervaringen in adviseringswerk. Eerdere versies van het methodologische raamwerk zijn getoetst aan verbeterprojecten. In het oog springende bevindingen worden besproken.

### **De multi-vari kaart: een systematische opzet**

Het geformuleerde methodologische raamwerk maakt het mogelijk om onderzoek naar statistische technieken te plaatsen in de context van hun toepassing. De hoofdstukken 4 en 5 zijn voorbeelden hiervan. Een techniek die toegepast wordt in de exploratieve fase is de multi-vari kaart. Deze grafische techniek laat zien welke variantiecomponenten onderscheiden kunnen worden in de verdeling van een CTQ. Het hoofdstuk streeft naar een formalisering van de modellen en hypothesen die ten grondslag liggen aan de techniek en stelt een statistische analyseprocedure voor. In een voorbeeld wordt de techniek vergeleken met een alternatieve analysemethode, namelijk de variantieanalyse.

### **Robuuste regelkaart voor exploratieve analyse van individuele waarnemingen**

Regelkaarten zijn oorspronkelijk geïntroduceerd in de context van procesbewaking (*monitoring*). Een enigszins afwijkend gebruik is de toepassing in retrospectieve analyse. In dit hoofdstuk wordt de toepassing bestudeerd van regelkaarten in *exploratieve analyse*. Dit type analyse wordt verricht op een gegeven dataset (zoals in retrospectieve analyse, maar afwijkend van de toepassing in procesbewaking). Het doel is het opsporen van aanwijsbare oorzaken van variatie (net als in de context van procesbewaking, maar in afwijking van retrospectieve analyse).

Regelkaarten die effectief zijn in de context van procesbewaking zijn niet noodzakelijkerwijs geschikt voor exploratieve analyse. Een belangrijk probleem is het feit dat aanwijsbare oorzaken van variatie — zowel in de vorm van uitschieters als in de vorm van veranderingen in het gemiddelde — de schatting van de regelgrenzen grondig beïnvloeden, waardoor de regelkaart minder effectief wordt voor de opsporing van resterende aanwijsbare oorzaken. De voorgestelde procedure is robuust gemaakt tegen zowel uitschieters als sprongen in het gemiddelde. Dit is mogelijk door de toepassing van methoden uit de robuuste statistiek en uit de *change-point*-analyse.