

Lean Six Sigma

Handleiding voor het toepassen
van Lean en Six Sigma



Noordhoff

Willem Salentijn

2^e druk

Lean Six Sigma

Handleiding voor het toepassen
van Lean en Six Sigma

Willem Salentijn

Geheel herziene tweede druk

Noordhoff Groningen

Ontwerp omslag: Shootmedia, Groningen
Omslagillustratie: Getty Images 1199903460

Bronvermelding:

Foto's:

Michiko Design by Michiko Rhoden, Shutterstock: p. 10, 26, 46, 64, 96, 126, 140, 160, 186, 208, 236, 250, 264, 276, 288, 308
Shutterstock: p. 18, 19lb, 19lo, 19ro, 315, 316
Alamy / Image Select, Wassenaar: p. 19rb

Technisch tekenwerk:

Integra, Pondicherry, India

Minitab®:

Portions of information contained in this publication/book are printed with permission of Minitab Inc. All such material remains the exclusive property and copyright of Minitab Inc. All rights reserved.

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan: Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB Groningen of via het contactformulier op www.mijnnoordhoff.nl.

De informatie in deze uitgave is uitsluitend bedoeld als algemene informatie. Aan deze informatie kunt u geen rechten of aansprakelijkheid van de auteur(s), redactie of uitgever ontlenen.



0 / 21

© 2021 Noordhoff Uitgevers bv, Groningen/Utrecht, Nederland

Deze uitgave is beschermd op grond van het auteursrecht. Wanneer u (her)gebruik wilt maken van de informatie in deze uitgave, dient u vooraf schriftelijke toestemming te verkrijgen van Noordhoff Uitgevers bv. Meer informatie over collectieve regelingen voor het onderwijs is te vinden op www.onderwijsauteursrecht.nl.

This publication is protected by copyright. Prior written permission of Noordhoff Uitgevers bv is required to (re)use the information in this publication.

ISBN (ebook) 978-90-01-29307-9

ISBN 978-90-01-29306-2

NUR 801

Inhoud

Woord vooraf 9

1 De geschiedenis van Lean en Six Sigma 11

- 1.1 Inleiding 12
- 1.2 Industrialisatie 12
- 1.3 Japan 13
- 1.4 Toyota 15
- 1.5 Opkomst in het Westen 17
- 1.6 Industry 4.0 18
- 1.7 Opkomst in Nederland en vooruitzichten 19
- 1.8 Kwaliteitsmanagement, Lean en Six Sigma 20
- 1.9 Andere methoden voor kwaliteitsmanagement 22
- 1.10 Circulaire economie 24
- Samenvatting 25

2 Organisaties in context 27

- 2.1 Inleiding 28
- 2.2 Waarde en de organisatie 28
- 2.3 Strategie en focus 31
- 2.4 Operations management en de dagelijkse besturing 37
- 2.5 Mensen en hun drivers 39
- 2.6 Lean Startup 42
- Samenvatting 45

3 Denken in processen 47

- 3.1 Inleiding 48
- 3.2 Processen: output, input en verwerking 48
- 3.3 Processen beschrijven 52
- 3.4 SIPOC/LIPOK 53
- 3.5 Procesvolwassenheid 57
- 3.6 Verborgene fabriek 58
- 3.7 White box versus black box 60
- Samenvatting 62

4 Lean 65

- 4.1 Inleiding 66
- 4.2 Stap 1: Waarde 67
- 4.3 Stap 2: Waardestroom 68
- 4.4 Stap 3: Flow 88
- 4.5 Stap 4: Pull 92
- 4.6 Stap 5: Perfectie 94
- Samenvatting 95

- 5 Toyota Productie Systeem 97**
 - 5.1 Inleiding 98
 - 5.2 JIT en Jidoka 99
 - 5.3 Kanban management 101
 - 5.4 Toyota Productie Systeem 104
 - 5.5 The Toyota Way 109
 - 5.6 Kata 110
 - 5.7 5S 112
 - 5.8 Kaizen 114
 - 5.9 Quality Management Tools 117
 - 5.10 A3-methodiek 122
 - 5.11 Dagstart 123
 - Samenvatting 125

- 6 Statistische procescontrole 127**
 - 6.1 Inleiding 128
 - 6.2 Natuurlijke en niet-natuurlijke procesvariantie 128
 - 6.3 Sample en Population (steekproef en populatie) 130
 - 6.4 Upper Control Limit en Lower Control Limit 131
 - 6.5 Moving Range 134
 - 6.6 Aanwijsbare oorzaken 136
 - Samenvatting 138

- 7 Control Charts in Minitab® 141**
 - 7.1 Inleiding 142
 - 7.2 Soorten data 142
 - 7.3 Procesmonitoring 143
 - 7.4 Control Charts 144
 - 7.5 Attribute Charts 151
 - 7.6 Time-weighted Charts 157
 - 7.7 Statistische Proces Controle korte termijn en lange termijn 158
 - Samenvatting 159

- 8 Capability Analysis 161**
 - 8.1 Inleiding 162
 - 8.2 Voldoen aan de specificaties 162
 - 8.3 Motorola 169
 - 8.4 Yield 170
 - 8.5 Process Capability en Process Performance 172
 - 8.6 Statistisch probleem 176
 - 8.7 Niet-normaal verdeelde data 179
 - 8.8 Kenmerk Data of Attribute Data 182
 - Samenvatting 185

- 9 Mogelijke grondoorzaken identificeren 187**
 - 9.1 Inleiding 188
 - 9.2 Ishikawa 189
 - 9.3 Pareto en Beslisboom 198
 - 9.4 Fault Tree Analysis 200
 - 9.5 8D 206
 - Samenvatting 207

10 Echte veroorzakers identificeren 209

- 10.1 Inleiding 210
- 10.2 Statistiek 210
- 10.3 Mogelijke grondoorzaken 211
- 10.4 Grafische analyse 211
- 10.5 Hypothesetest 217
- 10.6 ANOVA 220
- 10.7 Toepassing Ishikawa 222
- 10.8 Verdelingsvrije testen 227
- 10.9 Bijzondere testen 229
- 10.10 Validatie 233
Samenvatting 235

11 Measurement System Analysis 237

- 11.1 Meetsystemen voor zowel continue als kenmerk-data 238
- 11.2 Measurement System Analysis 240
- 11.3 Attribute Agreement Analysis 242
- 11.4 Toepassen in Minitab® 244
Samenvatting 249

12 General Linear Model 251

- 12.1 Inleiding 252
- 12.2 Toepassing en verdieping op de ANOVA 252
- 12.3 Two-Way ANOVA 258
- 12.4 General Linear Model 260
- 12.5 Multiple Regression 261
Samenvatting 263

13 Implementeren en borgen 265

- 13.1 Inleiding 266
- 13.2 Pugh-matrix 266
- 13.3 Pilot testen 268
- 13.4 FMEA 268
- 13.5 PGSOM®model 270
Samenvatting 274

14 DMAIC 277

- 14.1 Inleiding 278
- 14.2 Define 279
- 14.3 Measure 280
- 14.4 Analyze 281
- 14.5 Improve 282
- 14.6 Control 282
- 14.7 CAP model 283
- 14.8 Rollen 284
- 14.9 Instituten 285
Samenvatting 286

- 15 Duurzaam innoveren 289**
- 15.1 Inleiding 290
- 15.2 Quality Function Deployment 290
- 15.3 De kwaliteitsfilosofie van Taguchi 293
- 15.4 Ontwerp van experimenten 296
- 15.5 Begrippen en soorten designs 297
- 15.6 Toepassingen 299
- 15.7 Design for Six Sigma 305
- Samenvatting 307

- 16 TPM 309**
- 16.1 Inleiding 310
- 16.2 Doelen van TPM 310
- 16.3 OEE 311
- 16.4 Verbeteren van de OEE 314
- 16.5 Tools voor TPM 315
- 16.6 Visual Management 316
- 16.7 Gemba walk 318
- 16.8 Brown paper 318
- Samenvatting 323

Literatuur 324

Register 328

Over de auteur 333

Voor mijn broer. Ik mis je elke dag.

Woord vooraf

Voor u ligt de tweede geheel herziene uitgave van *Lean Six Sigma*. Ingegeven door de behoefte om een duidelijke handleiding te schrijven voor het toepassen van Lean en Six Sigma is dit boek ontstaan. Zowel Lean als Six Sigma geven nieuwe inzichten in hoe je beter, goedkopere en sneller processen inricht in een samenleving waar duurzaamheid steeds belangrijker wordt.

People, profit and planet zijn ankerpunten voor moderne professionals en *Lean Six Sigma* gaat erover hoe je verspillingen voorkomt en de variantie van wat we creëren beperkt om zo het beslag dat er wordt gelegd op resources te minimaliseren.

Lean Six Sigma geeft andere inzichten aan hedendaags management: investeer in de kwaliteit en de kosten gaan omlaag, snijd in kosten en de kwaliteit gaat omlaag.

Hoewel Lean en Six Sigma formeel twee aparte methoden zijn, hebben ze een gemeenschappelijke ontstaansgeschiedenis. Verder versterken ze elkaar. Ten opzichte van de eerste druk is er nogal wat veranderd. Er is aandacht voor de Lean startup, duurzaamheid en Industry 4.0. Het onderwerp Lean is uitgebreid met Total Productive Maintenance en voor Six Sigma is gewerkt met de nieuwste versie van Minitab®. Voor studenten is Minitab® voordelig te verkrijgen via Onthehub®.

Bij dit boek zit een website met veel ondersteunend materiaal. Ook wordt regelmatig verwezen naar datasets die op de website van Minitab® te vinden zijn.

Ik wil Petra Prescher van Noordhoff bedanken voor haar steun en vertrouwen en uiteraard Kitty Bissessur van 5ST3PS. Zonder jullie was dit boek niet mogelijk geweest. Ik wens de lezer veel leerzame momenten en leesplezier.

Rotterdam, voorjaar 2021,
Willem Salentijn



1

De geschiedenis van Lean en Six Sigma

In dit hoofdstuk gaan we in op de geschiedenis van Lean en Six Sigma. Hoe zijn deze methoden ontstaan? Wie zijn de grondleggers? Hoe kwamen ze op hun ideeën? Wat is de praktische relevantie vandaag de dag?

Business Process Redesign (BPR)

DMAIC

Duivelsdriehoek

Industry 4.0

Jidoka

Jurans kwaliteitstrilogie

Just-in-Time

Klantspecificaties

Kwaliteit

Kwaliteitsmanagement

Lean

Lean en Six Sigma

PDCA/PDSA

Quality circles

Scientific Management

Scrum

Six Sigma

Statistische Proces Controle (SPC)

Toyota Productie Systeem

TQM

Zero Defects

1.1 Inleiding

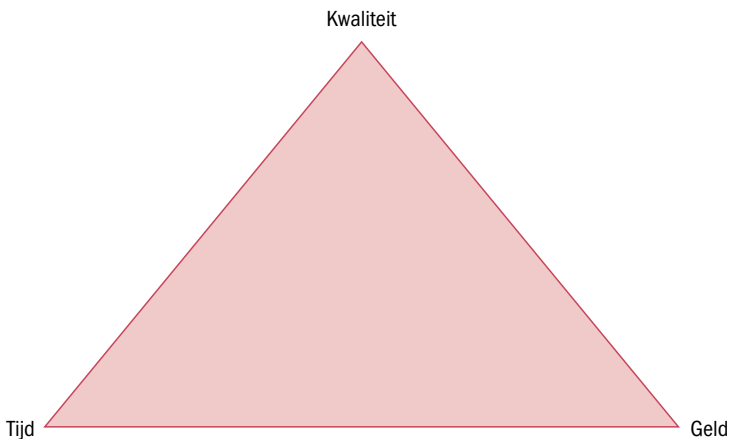
Lean en Six Sigma zijn methoden om de kwaliteit van wat je doet te verhogen. Kwaliteit laat zich het beste omschrijven als 'waar maken wat je hebt beloofd'. Kwaliteit vereist aandacht en de vraag is hoe je ervoor zorgt dat de kwaliteit die je wilt waarborgen niet ten koste gaat van de snelheid en de kosten van het proces.

Duivelsdriehoek

De duivelsdriehoek geeft het dilemma aan hoe je omgaat met de aspecten tijd, kwaliteit en geld. Extra controles voor kwaliteit betekenen namelijk meer geld. Minder geld door besparingen betekent minder kwaliteit. Minder tijd betekent keuzes in het kwaliteitsniveau.

Lean en Six Sigma zijn methoden om deze drie aspecten te optimaliseren zodat het ene aspect niet ten koste gaat van het andere aspect. Sterker nog, door Lean en Six Sigma worden processen sneller, beter, goedkoper en gemakkelijker. Hoe dan? Dan moeten we teruggaan naar de ontstaansgeschiedenis zodat we deze begrijpen.

FIGUUR 1.1 Duivelsdriehoek



1.2 Industrialisatie

De industriële revolutie (1760-1850) betekende het begin van in massa geproduceerde goederen. Tot dan toe kende men ambachten en werden goederen met de hand gemaakt. Door de introductie van machines kon er veel sneller geproduceerd worden. Door de opkomst van fabrieken en massaproductie kwamen al snel problemen met arbeidsverdeling en hoe je onderling taken verdeelt. Waar een ambachtsman een product van begin tot eind vervaardigde, dwongen de machines tot specialisatie op afzonderlijke stukken en nadenken hoe je alles in elkaar zet.

Eli Whitney (1765-1825) bedacht het concept van de uitwisselbare onderdelen (interchangeable parts). Zo kun je gemakkelijker opbouwen en heel veel combinaties maken. Heden ten dage hebben we het over modulaire opbouw.

Uitwisselbare onderdelen (interchangeable parts)

Een doorbraak in het in massa produceren kwam met de introductie van de lopende band. Waar in de oude situatie elke werknemer voor een afzonderlijk deel verantwoordelijk was, gingen de producten in bewerking nu langs de werknemers die elk waarde toevoegden voor het eindproduct. Henry Ford (1863-1947) introduceerde in zijn fabriek de lopende band en zijn T-Ford werd de meest populaire auto van zijn generatie.

Modulaire opbouw

Waar het werken met uitwisselbare onderdelen of componenten en de lopende band een grote bijdrage hadden aan het produceren in massa, was het probleem dat processen vaak op basis van gevoel werden bestuurd. Frederic Taylor (1856-1915) gebruikte wetenschap om bedrijfsprocessen aan te sturen. Dit kennen we als Scientific Management.

Scientific Management

Naast Frederic Taylor waren aan het begin van de vorige eeuw Frank Gilbreth (1869-1924) en Lillian Gilbreth (1878-1972) baanbrekend voor nieuwe inzichten over hoe je op basis van feiten in plaats van gevoel besluiten neemt en een proces organiseert. Dit deden zij door mensen die aan het werk waren te filmen en met een stopwatch tijden bij te houden. Op deze manier konden ze handelingen steeds verder verbeteren. Het in kaart brengen van de verschillende bewegingen en tijden kennen we als Time & Motion studies.

Time & Motion studies

Door de toenemende schaalgrootte van fabrieken nam het aantal fouten steeds meer toe. Dr. Walter Shewhart (1891-1967) werkte tussen 1918 en 1924 voor Western Electric Company, een toeleverancier van Bell Telephonie. Shewhart werkte mee aan een opdracht om het aantal fouten en daarmee het aantal herstelopdrachten terug te brengen. In zijn onderzoek kwam hij erachter dat in elk proces natuurlijke variantie zit. Ga maar na: als je er vijf minuten over doet om een bladzijde te bestuderen, is dat nooit exact vijf minuten. Het kan wat meer en het kan wat minder zijn.

Elk proces heeft een gemiddelde en alle waarden passen normaal gesproken binnen een vast patroon. Het is van belang om de niet-natuurlijke variantie, oftewel echte fouten, uit te sluiten. Als een proces alleen natuurlijke variantie kent en geen afwijkingen door niet-natuurlijke oorzaken, is het proces statistisch beheerst. Shewhart wordt algemeen beschouwd als de grondlegger van de Statistische Proces Controle (SPC).

Statistische Proces Controle (SPC)

1.3 Japan

Terwijl in het Westen de industrialisatie zich uitbreidde van Groot-Brittannië naar de rest van het continent, kwam in Azië Japan als industriële grootmacht op. Doordat Japan een eiland is en nauwelijks natuurlijke hulpbronnen en grondstoffen heeft, was er de noodzaak om deze te verwerven. Dit leidde tot een imperialistische politiek waarin andere landen werden veroverd of

gedomineerd, met als dieptepunt de Tweede Wereldoorlog. Na de Tweede Wereldoorlog was Japan een verwoest land met nog steeds het probleem dat het nauwelijks natuurlijke hulpbronnen en grondstoffen had.

De Verenigde Staten hielpen Japan bij de wederopbouw en mensen zoals dr. Edwards Deming (1900-1993) hielpen daar actief bij. Probleem voor een land als Japan was schaarste. Deming realiseerde zich dat en zijn boodschap was om fouten te voorkomen door te investeren in kwaliteit.

Deming had eerder samengewerkt met Shewhart en daardoor het besef dat processen een natuurlijke variantie kennen en je moet sturen op de niet-natuurlijke variantie. Deze cyclus kennen we als de Plan Do Check Act-cyclus (PDCA) of de Plan Do Study Act-cyclus (PDSA). Kern van deze cycli is dat je op basis van cijfers stuurt en bijstuurt om zo de niet-natuurlijke variantie uit de processen te halen.

Waar Deming tijdens zijn verblijf in Japan de nadruk legde op het monitoren en controleren van processen (SPC) en het sturen en bijsturen in een PDCA-cyclus, legde zijn generatiegenoot Joseph Juran (1904-2008) in Japan de nadruk op het managen van kwaliteit en verzorgde hij daar trainingen voor.

Terwijl er in de Verenigde Staten weerstand was bij het hogere en het middenmanagement tegen deze trainingen, vonden ze juist in Japan wel weerklank. In de jaren zeventig van de vorige eeuw hadden de Japanse managers een voorsprong genomen op hun Amerikaanse collega's doordat zij wel met de tijd waren mee gegaan.

Voor Juran bestond kwaliteitsmanagement uit drie aspecten (Jurans kwaliteitstrilogie):

- (kwaliteits)planning: het ontwerpen van nieuwe producten en processen die aan hoge standaarden voldoen;
- (kwaliteits)controle: het sturen en bijsturen op prestaties tijdens de uitvoering;
- (kwaliteits)verbetering: het wegnemen van oorzaken die de prestaties belemmeren.

De inzichten van zowel Deming en Juran werden geadopteerd en verbeterd door de Japanese Union of Scientists en Engineers (JUSE). De JUSE had tot doel om de Japanse economie niet alleen weer op te bouwen, maar vooral nieuwe inzichten te geven om uiteindelijk de standaard te worden voor de maakindustrie.

In het Westen werd men zich bewust van de kracht van deze inzichten toen Japan in de jaren tachtig van de vorige eeuw niet alleen veel goedkopere maar vooral veel betere producten produceerde dan het Westen. Uiteraard was een deel terug te voeren op de lagere loonkosten, maar dat bleek niet de doorslaggevende factor. Dat zat in een andere manier van organiseren en werken.

Kwaliteit

Plan Do Check Act-cyclus (PDCA)

Plan Do Study Act-cyclus (PDSA)

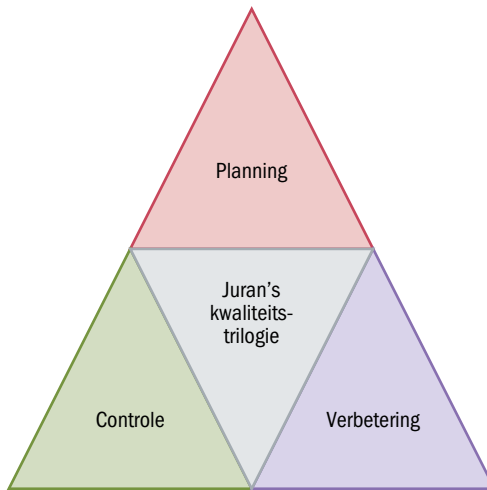
Jurans kwaliteitstrilogie

Kwaliteitsplanning

Kwaliteitscontrole

Kwaliteitsverbetering

FIGUUR 1.2 Juran's kwaliteitstrilogie



Een belangrijke stakeholder van de JUSE was Kaoru Ishikawa (1915-1989). Hij verwoordde het besef dat kwaliteit niet iets is van het management, maar van iedereen in de organisatie en dat kwaliteit niet ophoudt bij de ontwikkeling van het product. In zijn boek *What is Total Quality Control* (1988) beschreef Ishikawa de zogenaamde Quality Circles. Een Quality Circle is een groep medewerkers die hetzelfde werk doen en samen afstemmen om zo problemen te identificeren en op te lossen.

Quality Circles

Behalve het vermogen om op de werkvloer zelf problemen te kunnen oplossen, is het devies dat voorkomen beter is dan genezen. Genichi Taguchi (1924-2012) ontwikkelde statistische methoden om afval en uitval in het productieproces te minimaliseren. Taguchi stelde verder dat het produceren zonder te voldoen aan wat de klant eigenlijk wil, een verlies is voor de samenleving. In het verlengde hiervan betekende dit dat je als organisatie moet weten wat je klanten willen, welke klantspecificaties er zijn en dat je nagaat of en hoe je daaraan voldoet. Tenslotte dat je als organisatie een verantwoordelijkheid hebt naar de samenleving en de wereld die we doorgeven.

Klant-specificaties

1.4 Toyota

Waar de Verenigde Staten zich concentreerden op het produceren in massa, dachten Japanners zoals Sakichi Toyoda (1867-1930), Kiichiro Toyoda (1895-1952), Taiichi Ohno (1912-1990) en Eiji Toyoda (1913-2013) na over de wijze waarop ze hun productiesysteem konden optimaliseren.

Sakichi Toyoda, de vader van de Japanse industriële revolutie en uitvinder, bedacht iets waardoor een machine automatisch afslaat als er een fout is (1924). Dit principe kennen we als Jidoka en wil zeggen dat de kwaliteit is ingebouwd doordat de machine automatisch stopt. Zijn zoon en oprichter van Toyota, Kiichiro Toyoda was verantwoordelijk voor het principe van Just-in-Time, oftewel: pas als het materiaal moet worden verwerkt, voer je het

Jidoka
Just-in-Time

aan (1927). Zowel Taiichi Ohno als Eiji Toyoda hebben later op deze principes voortgebouwd in een systeem wat we vandaag kennen als het Toyota Productie Systeem (TPS).

Toyota was zich ervan bewust dat ze niet konden concurreren tegen de grote Amerikaanse autofabrikanten omdat die veel meer resources en schaalvoordelen hadden. In navolging van het verhaal van de muis en de olifant ging Toyota zich concentreren op het elimineren van verspillingen.

Taiichi Ohno was de architect van dit hele systeem om verspillingen te elimineren en ervoor te zorgen dat je je concentreert op de individuele stuks in plaats van de grote aantallen. Als je je concentreert op de individuele stuks in plaats van de massa, is het heel belangrijk dat je de tijd die je kwijt bent met het omstellen van het ene product naar het andere minimaliseert. Shigeo Shingo (1909-1990) hield zich ermee bezig hoe je een productielijn in zo kort mogelijke tijd omstelt zodat de productie verder kan. Vergelijk dit met de pitstop. Tijdens de pitstop krijgt de raceauto een kleine beurt zodat die weer snel verder kan. Hoe sneller de pitstop, hoe eerder je weer kunt racen.

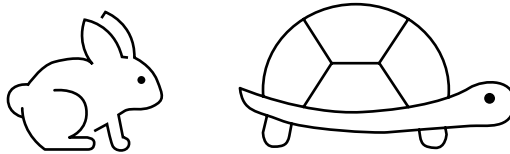
Verspillingen elimineren, ervoor zorgen dat je kwaliteit inbouwt, just-in-time werken, omstellingen minimaliseren, je concentreren op één stuk in plaats van de massa, al deze principes leidden ertoe dat Toyota het in de jaren tachtig van de vorige eeuw veel beter deed dan de westerse concurrenten. Toen Toyota en andere Japanse autofabrikanten in de jaren tachtig samenwerkingen aangingen in de Verenigde Staten, werden de technieken aan de westerse context aangepast. Aangemoedigd door de oliecrisis in de jaren zeventig ging een groep wetenschappers de hele automobieliindustrie bestuderen.

John Krafcik (1961) publiceerde in 1988 een artikel over deze verschillen en introduceerde daarbij het begrip 'Lean'. Lean houdt in dat je alleen dat gebruikt wat je nodig hebt op het moment dat je het nodig hebt (just-in-time). Oorspronkelijk wilde Krafcik het hebben over 'fragile'. Probleem met just-in-time is namelijk dat als er iets mis gaat, dat dan het proces stopt. Toch blijkt dat op deze manieren produceren uiteindelijk goedkoper is dan traditionele systemen, waarbij het principe is dat de lijn 'niet mag stoppen'. In een Lean systeem stop je liever de lijn dan dat je doorgaat met fouten te produceren, terwijl je in een traditioneel systeem doorgaat en later het herstel doet (of niet).

Twee jaar later (1990) verscheen de bestseller *The Machine that Changed the World*. Dit boek was het resultaat van een vijfjarig onderzoek door het Massachusetts Institute of Technology (MIT) over de toekomst van de auto-industrie, geschreven door James Womack, Daniel Jones en Daniel Roos. Dit boek behandelde voor het eerst het Toyota Productie Systeem integraal en plaatste het vraaggestuurde proces (Pull) tegenover het traditionele aanbodproces (Push). Een opvolger van het boek was *Lean Thinking* (1996) van Womack en Jones waarin de vijf principes voor een Lean-systeem worden beschreven.

Ohno maakte zich er trouwens niet druk om dat het Westen de technieken bij Toyota zou kopiëren, omdat hij ervan overtuigd was dat men niet de discipline zou hebben om dit vol te houden en vooral voor de kortetermijnwinst zou gaan. Ohno zelf maakte de vergelijking tussen de haas en de schildpad, waarbij de schildpad het uiteindelijk wint van de haas.

FIGUUR 1.3 De haas en de schildpad



1.5 Opkomst in het Westen

Na de Tweede Wereldoorlog kwamen er nieuwe spanningen op mondiaal niveau, wat resulteerde in de koude oorlog. Philip Crosby (1928-2001) werkte in de jaren zestig voor het Pershing raketprogramma van de Martin Company. Door de wapenwedloop stegen de kosten en door de risico's van dergelijke nieuwe technologieën was er de noodzaak om zo min mogelijk fouten te maken. Het programma hiervoor heette Zero Defects en wordt toegeschreven aan Crosby. Crosby heeft zijn ideeën opgeschreven in het boek *Quality is Free* (1979), waarin hij vier voorwaarden voor kwaliteitsmanagement beschreef:

- 1 Kwaliteit is voldoen aan de specificaties.
- 2 Voorkomen van fouten is beter dan kwaliteitsinspectie en fouterstel.
- 3 Zero Defects (geen fouten) is de standaard.
- 4 Kwaliteit kun je in geld meetbaar maken.

Motorola ging in de jaren tachtig van de vorige eeuw een stap verder in het streven om geen fouten te maken. Een kwaliteitsprogramma ging van start met als doel om per 1 miljoen kansen twee fouten toe te staan. Nu elk proces in de tijd opschuift, werd dit doel van twee fouten per 1 miljoen kansen aangepast naar 3,4 fouten per 1 miljoen kansen. De naam van het programma was Six Sigma, wat staat voor een kwaliteitsniveau waarbij je maximaal 3,4 fouten op de 1 miljoen kansen nastreeft.

General Electric ging onder aanvoering van Jacques Welch (1935-2020) nog een stap verder door van Six Sigma niet alleen een programma te maken zoals bij Motorola, maar het centraal te zetten in de strategie van de organisatie in 1995. Doel was om als organisatie in 2000 alle processen bij GE op een Six Sigma-niveau te hebben.

Ter ondersteuning werd een verbetermethode geïntroduceerd die stapsgewijs van praktisch probleem naar praktische oplossing toewerkt: DMAIC. DMAIC staat voor Define, Measure, Analyze, Improve en Control.

Zero Defects

Six Sigma

DMAIC

General Electric (GE) heeft de volgende sleutelconcepten geformuleerd voor Six Sigma:

- Critical to Quality: attributes most important to the customer;
- Defect: failing to deliver what the customer wants;
- Process Capability: what your process can deliver;
- Variation: what the customer sees and feels;
- Stable Operations: ensuring consistent, predictable processes to improve what the customer sees and feels;
- Design for Six Sigma: designing to meet customer needs and process capability.

Door de initiatieven van Motorola en General Electric (GE) en het onderzoek aan MIT en de populaire boeken over Lean was het niet verwonderlijk dat aan het einde van de twintigste eeuw in het Westen een explosieve groei kwam van zowel Lean als Six Sigma initiatieven. Zeker ook omdat de resultaten er niet om logen. Zowel Motorola als GE bespaarden miljarden. De kracht van de methoden zit erin dat je met relatief weinig investeringen snel resultaten kunt halen.

FIGUUR 1.4 De geschiedenis van Lean en Six Sigma



1.6 Industry 4.0

Industry 4.0 is een verzamelnaam voor technieken waarin de relatie mens-machine steeds meer opschuift naar machine-machine, zoals Internet of Things, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Blockchain, Robotic Process Automation (RPA) en noem maar op. Basis blijft dat je inputs hebt die je verwerkt tot een output, oftewel een product of een dienst waarvoor een klant bereid is te betalen.

Bij de eerste industriële revolutie werd stoom gebruikt om massaproductie mogelijk te maken. Bij de tweede industriële revolutie faciliteerde elektriciteit de lopende band en de verdere arbeidsverdeling. De derde revolutie maakte de transitie mogelijk van papier naar digitaal. De huidige revolutie faciliteert onder andere keuzes maken, relaties leggen en verwerken van veel informatie. Door deze menselijke factor te automatiseren wordt het

des te belangrijker processen goed georganiseerd te hebben en de focus van het uitvoeren naar het beheersen te verleggen.

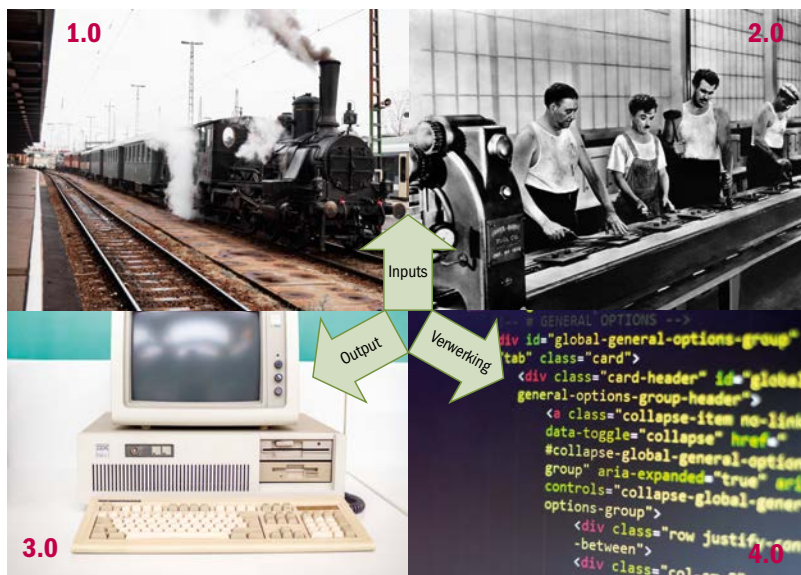
De belangrijkste denker heden ten dage voor Lean Six Sigma is professor Jiju Antony (1966). Hij heeft nieuwe impulsen gegeven aan het hele vakgebied en de toepasbaarheid voor bijvoorbeeld Industry 4.0. Door Industry 4.0 heb je te maken met real-time informatievoorziening over processen en het bijsturen door machines. Voorwaarde is een proces zonder onnodige verspillingen. Quality 4.0 maakt gebruik van talloze technologieën zoals cyberfysische systemen (CPS), Internet of Things (IoT) en Cloud Computing om te voldoen aan de kwaliteit van het ontwerp, de kwaliteit van conformiteit en de kwaliteit van prestatie-eisen om concurrerend te zijn.

Industry 4.0

Quality 4.0

1

FIGUUR 1.5 Industry 4.0



1.7 Opkomst in Nederland en vooruitzichten

Gevoed door de succesverhalen en de eenvoud namen de Lean en Six Sigma implementaties een grote vlucht. In Nederland begonnen de eerste initiatieven aan het begin van deze eeuw en zie je dat nog steeds organisaties voor het eerst kennismaken met Lean en in mindere mate Six Sigma vanuit het besef dat je je moet richten op de klant en kritisch moet kijken naar alles wat daar niet direct aan bijdraagt.

Waar eerst nog de focus lag op de industrie, is er heden ten dage geen enkele sector meer die nog niet in aanraking is geweest met Lean. Veel onderzoeken bevestigen de toepasbaarheid van Lean en Six Sigma; er zijn echter ook tegengeluiden van mislukte implementaties. In onderzoeken na 2000 is duidelijk geworden dat Lean en Six Sigma niet alleen toolboxes zijn. Lean en Six Sigma hebben impact op de hele bedrijfsvoering. Volgens

sommigen is het zelfs een filosofie die de gehele organisatie raakt en diep ingaat op hoe je jezelf organiseert, vragen van leiderschap en empowerment van de werkvloer daarbij inbegrepen.

Afhankelijk van hoe je Lean en Six Sigma organiseert en implementeert, kun je uiterst succesvol zijn of juist teleurstellende resultaten hebben. De retorische vraag is dan of dat ligt aan de methode of aan de manier hoe de methode is geïmplementeerd.

1.8 Kwaliteitsmanagement, Lean en Six Sigma

Kwaliteitsmanagement

Lean en Six Sigma worden meestal geplaatst onder methoden voor kwaliteitsmanagement. Kwaliteitsmanagement gaat over de manier waarop je ervoor zorgt dat je daadwerkelijk doet wat je als organisatie zegt dat je doet. Als een organisatie bijvoorbeeld een klantbelofte *'s-avonds voor 11 uur besteld, de volgende dag in de huiskamer* doet, wat moet er allemaal georganiseerd worden om dat mogelijk te maken? Als organisaties namelijk niet of onvoldoende in staat zijn om hun klantbeloften na te komen, heeft dat als gevolg dat je klanten gaat kwijtraken. Zeker in een tijd van social media is een negatieve reputatie snel gevestigd.

Verder hebben beloften die je als organisatie niet nakomt gevolgen voor de eigen organisatie. In ons voorbeeld gaat de klant bellen of mailen als hij zijn order niet geleverd krijgt op het door hem verwachte tijdstip. Dus je moet organiseren dat iemand de telefoon aanneemt of de mail behandelt. Verder moet je nagaan wat er is gebeurd en eventueel een herstelactie organiseren. Allemaal extra werk dat je had kunnen voorkomen als je het werk in één keer goed had gedaan. Kwaliteitsmanagement houdt zich primair bezig met de vraag hoe je ervoor zorgt dat de klant ook krijgt wat hij verwacht.

Six Sigma

Six Sigma is het vakgebied dat zich ermee bezighoudt dat je fouten voorkomt door in één keer goed te leveren. Six Sigma (of 6 Sigma) staat voor een kwaliteitsniveau waarbij je op 1 miljoen kansen maximaal 3,4 fouten toestaat. Dat lijkt zo op het eerste gezicht bijna niet realistisch, want ga maar na wat 3,4 fouten per 1 miljoen kansen eigenlijk betekent. Voor bijvoorbeeld drinkwater betekent een Six Sigma-niveau, oftewel 99,99966% in 1 keer goed, 1 minuut onveilig drinkwater per 7 maanden. Als je als organisatie genoeg zou nemen met 99% in 1 keer goed, zou dat in dit voorbeeld 15 minuten onveilig drinkwater per dag betekenen. Het spreekt voor zich dat we als klanten geen genoeg zouden nemen met een kwartier onveilig drinkwater per dag, terwijl dat in andere landen weer heel normaal is. Daarmee wordt de kwaliteit van het product of de dienst bepaald door de klant en waarvoor de klant bereid is te betalen.

Six Sigma 6 Sigma

TABEL 1.1 Voorbeeld Sigma niveaus

voorbeeld	Impact op 1Sigma niveau	Impact op 3Sigma niveau	Impact op 6Sigma niveau
Sleutels die je niet meer kunt vinden als je uitgaat van 1600 keer dat je de deur opent of afsluit op jaarbasis	1106 keer dat dat gebeurt	107 keer dat dat gebeurt	Minder dan 1 keer
Incidenten die kunnen leiden tot een ongeluk bij het opstijgen en landen van vliegtuigen	25 keer per 10 vluchten	24 keer per 100 vluchten	12 keer per 1 miljoen
Geen koffie in de koffieautomaat op het werk (uitgaande van 680 koppen koffie die je wilt tappen op jaarbasis)	470	45	Minder dan 1 keer
Foute Orders (uitgaande van 250000 orders per jaar)	172924	16694	Minder dan 1
Stroomuitval (uitgaande van 720 uur voor een maand)	500 uur	45 uur	9 minuten

Lange tijd is er een tendens in kwaliteitsmanagement geweest om extra controles en extra checks in te bouwen om daarmee fouten te elimineren voordat de klant daarmee geconfronteerd wordt. Een beroep als kwaliteitsinspecteur komt voort uit de behoefte extra zekerheden in te bouwen. Het punt is dat deze extra stappen en deze extra mensen geld kosten, iets wat uiteindelijk door de klant betaald moeten worden. Zeker in een concurrerende markt kan dat leiden tot verlies van klanten omdat de organisatie naar verhouding te duur is. Six Sigma is een manier van denken en werken waardoor je in één keer goed produceert of voortbrengt.

Lean

Waar Six Sigma zich vooral concentreert op het voorkomen van fouten door het wegnemen van grondoorzaken, houdt Lean zich bezig met de verwerking. In ons voorbeeld leidde het niet tijdig leveren tot extra werk omdat de klant gaat klagen. Hierdoor moet je meer handelingen doen dan initieel nodig zijn. Een goede vertaling van Lean is 'mager'. Veel organisaties doen naar verhouding te veel om tot het eindresultaat te komen. Lean is een bedrijfskundig dieet om organisaties weer terug te brengen naar de kern en alles wat niet bijdraagt aan het eindresultaat, weg te halen. Net zoals met diëten geldt ook voor Lean dat uiteindelijk de verandering in patronen ertoe leidt dat een organisatie Lean blijft. Lean is niet alleen een verbetermethode, maar vooral ook een manier van denken en werken, net zoals Six Sigma, om continu alert te zijn op verspillingen en daar ook op in te grijpen.

Lean

Lean en Six Sigma

Hoewel Lean en Six Sigma twee separate methoden zijn, hebben ze een aantal overeenkomsten en uiteraard ook een aantal verschillen. Waar Lean zich vooral bezighoudt met het weghalen van verspillingen, houdt Six Sigma zich vooral bezig met het voorkomen van fouten. Door beide te combineren, krijg je dat je doorlopend bezig bent met verspillingen te elimineren en 'slimmer te werken', terwijl je tegelijkertijd bezig bent de kwaliteit te verhogen en te streven naar geen fouten.

1.9 Andere methoden voor kwaliteitsmanagement

Naast Lean en Six Sigma zijn er nog andere methoden voor kwaliteitsmanagement. We bespreken in dit gedeelte Total Quality Management (TQM), Business Process Reengineering (BPR) en Scrum.

Total Quality Management (TQM)

Total Quality Management (TQM) is ontstaan in de jaren vijftig en werd populair in de jaren tachtig van de vorige eeuw. De oorsprong van TQM is Total Quality Control (TQC). Total Quality Control (TQC) gaat over het vaststellen en beheersen van de kwaliteit.

Total Quality Management (TQM) gaat over alle factoren om de kwaliteit te handhaven en steeds verder te verbeteren. Een belangrijke denker is Armand Feigenbaum (1920–2014) geweest. Hij heeft het idee van de verborgen fabriek geïntroduceerd als analogie voor extra werk om fouten te corrigeren. Verder het idee van kwaliteitskosten. Kwaliteitskosten kunnen namelijk zichtbaar zijn, zoals afkeur of fouten. Kwaliteitskosten kunnen ook niet direct zichtbaar zijn, zoals klanten die niet meer terugkomen door het gebrek aan kwaliteit.

Total Quality Control (TQC)

Kwaliteitskosten

TQM

Kern van TQM is dat iedereen in de organisatie, van de werkvloer tot aan de directie, doordrongen moet zijn van kwaliteit en dat kwaliteit niet iets is van de specialisten. Kwaliteit gaat niet alleen over betere producten, maar ook over betrokken werknemers, tevreden klanten, een andere focus van het management en uiteindelijk lagere kosten en snellere doorlooptijd. Een tegeltjeswijsheid bij TQM zou zijn: 'Investeer in kwaliteit en de kosten gaan omlaag. Snijd in kosten en de kwaliteit gaat omlaag'.

Business Process Reengineering (BPR)

Waar methoden zoals Lean, Six Sigma en TQM zich bezighouden met het veranderen van bestaande processen door veelal kleine stappen, houdt Business Process Redesign (BPR) zich bezig met radicale verandering van bestaande processen door nieuwe processen neer te zetten.

BPR

Michael Hammer (1948-2008) is de grondlegger van de methode en de aanleiding was zijn bevinding dat alleen automatiseren van processen niet voldoende was. Automatisering moet altijd worden gezien in samenhang met het herstructureren of redesignen van processen.

Een andere term voor Business Process Reengineering is Business Process Redesign. Veelal wordt automatisering gebruikt om processen opnieuw in te richten. Probleem met BPR is dat je vaak nieuwe processen moet neerzetten in bestaande operationele omgevingen. Dus je moet én de winkel verbouwen én tegelijkertijd de winkel open houden.

Scrum

Traditioneel worden veranderingen projectmatig opgepakt. Je maakt een plan, je houdt de voortgang bij en past eventueel de planning aan. Probleem met projectmatig veranderen is dat je op het moment dat je het plan schrijft niet alles weet. Inspelen op veranderingen is eigenlijk belangrijker dan het volgen van het plan en dat is de kern van Agile ontwikkelen. Om het Agile ontwikkelen te faciliteren, heb je verschillende methoden, waarbij Scrum de meest dominante is. Scrum verwijst naar een moment in een rugbywedstrijd waarbij de teams de bal moeten veroveren en op dat moment besluiten nemen hoe dat te doen. Het begrip Scrum is geïntroduceerd door Hirotaka Takeuchi and

Scrum

Ikujiro Nonaka in hun artikel over de New Development Game (1986) en groot gemaakt door Ken Schwaber (1945) en Jeff Sutherland (1941).

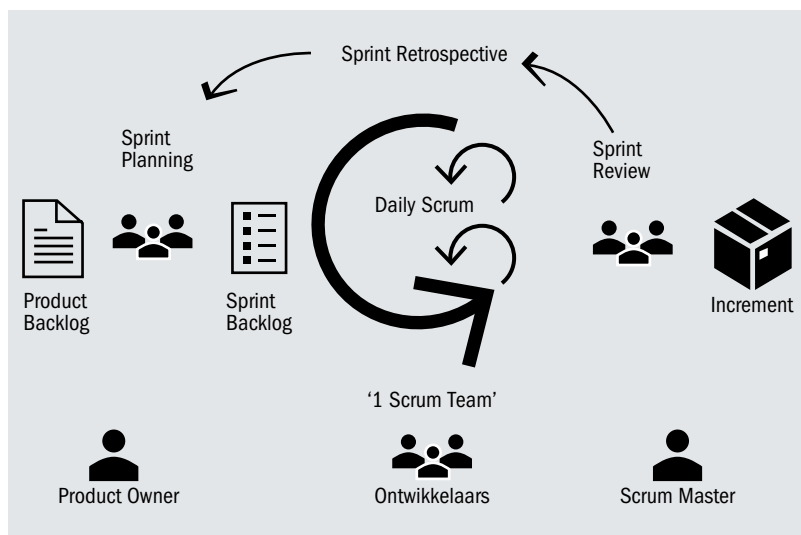
Scrum is een framework dat gebruikt kan worden om verbeteringen te faciliteren en bestaat uit drie rollen, vier ceremonies en drie artefacten. De rollen zijn de Scrum Master, de Product Owner en de Ontwikkelaars. De ceremonies zijn de Sprint Planning, de Daily Standup, de Review en de Retrospective. De artefacten zijn de Backlog, de Sprint Backlog en het Increment.

Onderstaand een definitie van elk:

Scrum Master:	de begeleider en coach voor de Scrum teams en het werken met Scrum.
Product Owner:	degene die de waarde voor de organisatie maximaliseert en aangeeft wat moet gebeuren.
Ontwikkelaars:	de mensen die daadwerkelijk de waarde toevoegen.
Sprint Planning:	plan voor wat in de Sprint moet gebeuren.
Daily Standup:	moment om onderling af te stemmen voor de Ontwikkelaars.
Review:	presenteren van de resultaten uit de Sprint.
Retrospective:	verbeterkansen identificeren voor de volgende Sprints.
Backlog:	alles wat waarde toevoegt omschreven in verhalen vanuit de gebruikers (User Stories).
Sprint Backlog:	subset van de Backlog voor de Sprint.
Increment:	de waardetoevoeging van wat de Sprint heeft opgeleverd.

Scrum is vanuit het perspectief van kwaliteitsmanagement vooral een manier om verbeteringen te faciliteren. De filosofie van Scrum sluit heel erg aan bij Lean. Beide hebben waarde voor de klant en stellen het faciliteren van de ontwikkelaars (Scrum) of de werkvloer (Lean) centraal. Hoewel Scrum heel erg 'in' is, kun je niet zeggen dat het één beter is dan het ander, omdat ze juist heel erg elkaar aanvullen en elk andere aandachtsgebieden hebben.

FIGUUR 1.6 Scrum Framework



1.10 Circulaire economie

Kringloop-
economie

Circulaire
economie

Een kringlooeconomie of circulaire economie is een systeem waarin geen grondstoffen verspild worden, maar worden hergebruikt. In een circulaire organisatie zijn alle processen zodanig ingericht dat de verspillingen minimaal zijn en de verspillingen zelf hergebruikt worden. Een klassiek voorbeeld van commercieel hergebruik van een verspilling is weipoeder. Wei is een bijproduct dat ontstaat als er kaas wordt gemaakt. Door van wei een product te maken voor eiwitverrijkte voedingsmiddelen of sportdranken is met verspilling juist waardetoevoeging gecreëerd.

In Lean staat het elimineren van verspillingen centraal. Lean sluit aan bij de principes van circulair produceren.

Samenvatting

Lean en Six Sigma zijn ontstaan vanuit de noodzaak om de grond- en hulpstoffen die je hebt goed te benutten (voor een dienstverlenende organisatie is dat meestal informatie) en vanuit het besef dat je moet voortbrengen waar de klant om heeft gevraagd en dat elke fout een gemiste kans is. Historisch zit hier een logische lijn in die begon na de industrialisatie en een piek kende in de Japanse wederopbouw na de Tweede Wereldoorlog. Aan het einde van de vorige eeuw zien we door de initiatieven van Motorola en GE de start van de programma's in het westelijke halfrond. Lean en Six Sigma zijn nog steeds actueel en het aantal organisaties dat deze methoden toepast neemt nog steeds toe.
