

Lean Six Sigma

Handleiding voor het toepassen
van Lean en Six Sigma



Noordhoff

Willem Salentijn

3^e editie

Lean Six Sigma

Handleiding voor het toepassen
van Lean en Six Sigma

Willem Salentijn

Derde editie
Geheel herziene uitgave

Noordhoff Groningen/Utrecht

Ontwerp omslag: Shootmedia

Omslagillustratie: Moment/ Getty Images, Amsterdam

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 / 25



© 2025 Noordhoff Uitgevers bv, Groningen/Utrecht, Nederland

Alle rechten voorbehouden. Tekst- en datamining niet toegestaan.

All rights reserved. Text and data mining not permitted.

ISBN(ebook) 978-90-01-05177-8

ISBN 978-90-01-05176-1

NUR 801

Inhoud

Woord vooraf 10

1 Geschiedenis van Lean en Six Sigma 13

- 1.1 Inleiding 14
- 1.2 Industrialisatie 14
- 1.3 Japan 15
- 1.4 Toyota 17
- 1.5 Opkomst in het Westen 19
- 1.6 Industry 4.0 22
- 1.7 Duurzaamheid 23
- 1.8 Kwaliteitsmanagement, Lean en Six Sigma 23
- 1.9 Andere methoden voor kwaliteitsmanagement 25
- 1.10 Kwaliteitsnormeringen 28
 - Samenvatting 30
 - Kernbegrippen 31

2 Organisaties in context 35

- 2.1 Inleiding 36
- 2.2 Waarde en de organisatie 36
- 2.3 Strategie en focus 39
- 2.4 Operations Management en de dagelijkse besturing 43
- 2.5 Mensen en hun drivers 45
- 2.6 Verandermanagement 49
 - Samenvatting 51
 - Kernbegrippen 52

3 Denken in processen 55

- 3.1 Inleiding 56
- 3.2 Processen: output, input en verwerking 56
- 3.3 Processen beschrijven 60
- 3.4 SIPOC/LIPOK 62
- 3.5 Procesvolwassenheid 65
- 3.6 Verborgen fabriek 66
- 3.7 White box versus black box 68
 - Samenvatting 70
 - Kernbegrippen 71

4	Lean	73
4.1	Inleiding	74
4.2	Stap 1: Waarde	75
4.3	Stap 2: Waardestroom	77
4.4	Stap 3: Flow	98
4.5	Stap 4: Pull	102
4.6	Stap 5: Perfectie	104
	Samenvatting	105
	Kernbegrippen	106
5	Toyota Productie Systeem (TPS)	111
5.1	Inleiding	112
5.2	JIT en Jidoka	113
5.3	Toyota Productie Systeem (TPS)	115
5.4	The Toyota Way	118
5.5	Kata	120
5.6	Kanban-management	122
5.7	Kanban-management in dienstverlening	126
5.8	Heijunka	129
	Samenvatting	133
	Kernbegrippen	134
6	Continu verbeteren	137
6.1	Inleiding	138
6.2	5S	138
6.3	Gemba walk	141
6.4	Kaizen	143
6.5	Quality Management Tools	147
6.6	New Quality Management Tools	152
6.7	A3	155
6.8	Lean Daily Management	157
6.9	Single-Minute Exchange of Die (SMED)	158
	Samenvatting	161
	Kernbegrippen	162
7	Statistische procescontrole	165
7.1	Inleiding	166
7.2	Natuurlijke en niet-natuurlijke procesvariantie	166
7.3	Sample en Population (steekproef en populatie)	168
7.4	LCL en UCL	169
7.5	Moving Range	172
7.6	Werken met samples	174
7.7	Aanwijsbare oorzaken	177
	Samenvatting	179
	Kernbegrippen	180

8	Control Charts	183
8.1	Inleiding	184
8.2	Soorten data	184
8.3	Procesmonitoring	185
8.4	Control Charts in Minitab®	186
8.5	Procesgedrag voor niet-normaal verdeelde data	189
8.6	Attribute Charts	192
8.7	Time-weighted Charts	198
8.8	SPC Short Run	199
	Samenvatting	202
	Kernbegrippen	203
9	Capability Analysis	207
9.1	Inleiding	208
9.2	Yield	208
9.3	Six Sigma	210
9.4	Voldoen aan de specificaties	211
9.5	Statistisch probleem	214
9.6	Process Capability en Process Performance	217
9.7	Niet-normaal verdeelde data	226
9.8	Kenmerk-data of Attribute Data	228
	Samenvatting	232
	Kernbegrippen	233
10	Mogelijke grondoorzaken identificeren	237
10.1	Inleiding	238
10.2	Ishikawa	239
10.3	Pareto en beslisboom	249
10.4	FMEA	252
10.5	Fault Tree Analysis	254
10.6	8D	259
10.7	Red X	260
	Samenvatting	262
	Kernbegrippen	263
11	Statistische grondoorzaken	265
11.1	Inleiding	266
11.2	Statistiek	266
11.3	Mogelijke grondoorzaken	267
11.4	Grafische analyse	268
11.5	Hypothese testen	274
11.6	ANOVA	277
11.7	Validatie	279
11.8	Toepassing Ishikawa	280

- 11.9 Verdelingsvrije testen 286
- 11.10 Bijzondere testen 289
 - Samenvatting 293
 - Kernbegrippen 294

- 12 Measurement System Analysis 297**
 - 12.1 Meetsystemen voor zowel continue als kenmerkdata 298
 - 12.2 Measurement System Analysis 301
 - 12.3 Attribute Agreement Analysis 302
 - 12.4 Toepassen in Minitab® 305
 - Samenvatting 310
 - Kernbegrippen 311

- 13 General Linear Model 315**
 - 13.1 Inleiding 316
 - 13.2 Toepassing en verdieping op de ANOVA 317
 - 13.3 Two-Way ANOVA 323
 - 13.4 General Linear Model 325
 - 13.5 Multiple Regression 326
 - Samenvatting 328
 - Kernbegrippen 329

- 14 Implementeren en borgen 331**
 - 14.1 Inleiding 332
 - 14.2 Pugh-matrix 332
 - 14.3 Pilot testen 334
 - 14.4 PGSOM®-model 335
 - 14.5 TWI 339
 - 14.6 Standard Operating Procedure 339
 - 14.7 OCAP 341
 - Samenvatting 342
 - Kernbegrippen 343

- 15 DMAIC en DfSS 347**
 - 15.1 Inleiding 348
 - 15.2 Define 349
 - 15.3 Measure 351
 - 15.4 Analyze 352
 - 15.5 Improve 353
 - 15.6 Control 353
 - 15.7 Design for Six Sigma 354
 - Samenvatting 356
 - Kernbegrippen 357

16	Design of Experiments (DoE)	361
16.1	Inleiding	362
16.2	Quality Function Deployment	362
16.3	De kwaliteitsfilosofie van Taguchi	367
16.4	Ontwerp van experimenten	371
16.5	Begrippen en soorten designs	372
16.6	Toepassingen	375
	Samenvatting	382
	Kernbegrippen	383
17	TPM	389
17.1	Inleiding	390
17.2	Doelen van TPM	390
17.3	Overall Equipment Effectiveness	392
17.4	Verbeteren van de OEE	394
17.5	Tools voor TPM	396
17.6	Visual Management	397
17.7	Prestatie-indicatoren in TPM	399
17.8	Cellular Manufacturing	401
17.9	Quick Response Manufacturing (QRM)	404
	Samenvatting	406
	Kernbegrippen	407
18	Mapping-technieken	411
18.1	Inleiding	412
18.2	Brown Paper	412
18.3	Complexity Value Stream Map	417
18.4	Customer Journey	418
18.5	Makigami	421
18.6	Business Model Canvas	423
	Samenvatting	425
	Kernbegrippen	426
19	Lean start-up	429
19.1	Inleiding	430
19.2	Lean start-up-methode	432
19.3	Concepten Lean start-up	434
19.4	Lean Canvas	435
19.5	Lean scale-up	438
	Samenvatting	440
	Kernbegrippen	442

20	Quality 4.0	445
20.1	Inleiding	446
20.2	Begrippen uit Industry 4.0	446
20.3	Impact op procesverbetering en inrichting	450
20.4	Impact op kwaliteit	451
	Samenvatting	453
	Kernbegrippen	455
	Literatuur	457
	Illustratieverantwoording	461
	Over de auteur	462
	Register	463

Voor mijn broer. Ik mis je elke dag.

Woord vooraf

Het is mij een groot genoegen de derde editie van *Lean Six Sigma* door mijn collega Master Black Belt Willem Salentijn te introduceren. Zijn werk getuigt van zijn onwankelbare toewijding aan uitmuntendheid op het gebied van Lean en Six Sigma, procesoptimalisatie en organisatorische transformatie, en van zijn toewijding aan zijn familie en als een vertrouwde vriend en collega voor allen die hem kennen.

In de jarenlange samenwerking met mij en de collega's van International Lean Six Sigma Institute (ILSSI) heb ik uit de eerste hand zijn passie voor het delen van kennis en het stimuleren van betekenisvolle verandering gezien. Zijn toewijding aan het bevorderen van de principes van Lean en Six Sigma heeft professionals over de hele wereld geïnspireerd en beïnvloed, mijzelf inbegrepen.

Deze langverwachte derde editie van *Lean Six Sigma* bouwt voort op de solide basis die in de voorgaande edities is gelegd, met een extra schat aan inzichten en updates om bij te blijven met de evoluerende inzet van geavanceerde technologie in slimme fabrieken en slimme diensten.

Wat deze editie van andere boeken op dit gebied onderscheidt, is de focus op opkomende paradigma's zoals Quality 4.0, Industry 4.0, digitale transformatie, slimme technologie en duurzaamheid. In de huidige, snel veranderende wereld waar technologische vooruitgang en milieubewustzijn van het grootste belang zijn, navigeert Willem Salentijn door deze complexe domeinen en biedt lezers praktische strategieën en innovatieve benaderingen om te gedijen in het tijdperk van disruptie. In dit boek worden de verbanden tussen Leanmethodologieën en duurzaamheidsprincipes benadrukt in lijn met fundamentele vragen over het organisatorische doel, waardebepaling en de dagelijkse operaties.

Door de integratie met de Lean-start-up worden lezers uitgerust met de tools die nodig zijn om te innoveren, aan te passen en te pivoteren in de dynamische zakelijke omgeving van vandaag.

Of je nu een ervaren beoefenaar bent of een nieuwkomer op het pad van procesverbetering, een student of een professional, *Lean Six Sigma* toont lezers een duidelijk pad naar een toekomst waar efficiëntie, kwaliteit en duurzaamheid naadloos samenvloeien voor totale operationele uitmuntendheid.

John Dennis
Voorzitter International Lean Six Sigma Institute (ILSSI)
www.ilssi.org
Cambridge, UK



F006

Wordhoof Unleashed

U002

H004

C007

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?

1

- 1.1 Inleiding 14
- 1.2 Industrialisatie 14
- 1.3 Japan 15
- 1.4 Toyota 17
- 1.5 Opkomst in het Westen 19
- 1.6 Industry 4.0 22
- 1.7 Duurzaamheid 23
- 1.8 Kwaliteitsmanagement, Lean en Six Sigma 23
- 1.9 Andere methoden voor kwaliteitsmanagement 25
- 1.10 Kwaliteitsnormeringen 28
 - Samenvatting 30
 - Kernbegrippen 31

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 'waarmaken 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.

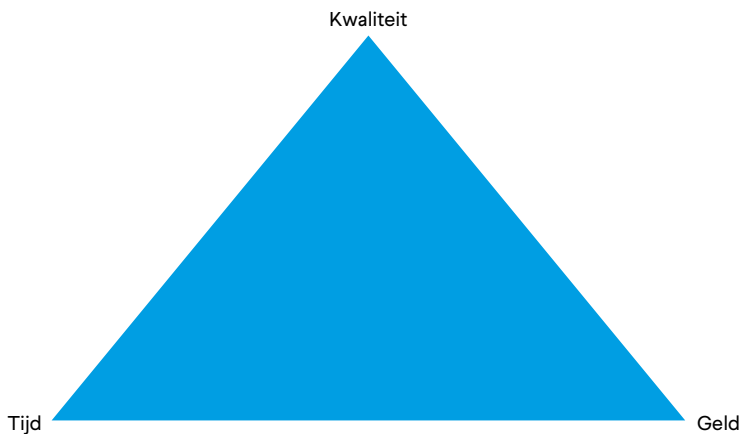
Duivelsdriehoek

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 makkelijker. Hoe dan? Voor het antwoord moeten we teruggaan naar de ontstaansgeschiedenis.

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.

Uitwisselbare
onderdelen

Modulaire
opbouw

Scientific
Management

Eli Whitney (1765-1825) bedacht het concept van de *uitwisselbare onderdelen* (interchangeable parts). Zo kun je makkelijker opbouwen en heel veel combinaties maken. Heden ten dage hebben we het over *modulaire opbouw*. 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. Waar het werken met uitwisselbare onderdelen of componenten en de lopende band een grote bijdrage leverden 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*.

Time-and-
Motion Studies

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-and-Motion Studies*.

Door de steeds grotere schaal 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 Telephone. 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, dan is dat nooit exact vijf minuten. Het kan wat meer en het kan wat minder zijn.

Statistische
procescontrole

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 procescontrole* (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.

Kwaliteit

Plan-Do-Check-Act-cyclus

Plan-Do-Study-Act-cyclus

De Verenigde Staten hielpen Japan bij de wederopbouw en mensen zoals Dr. William 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. En variantie is wat klanten ervaren en voelen en de bron voor kwaliteitsproblemen. 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 processen te halen.

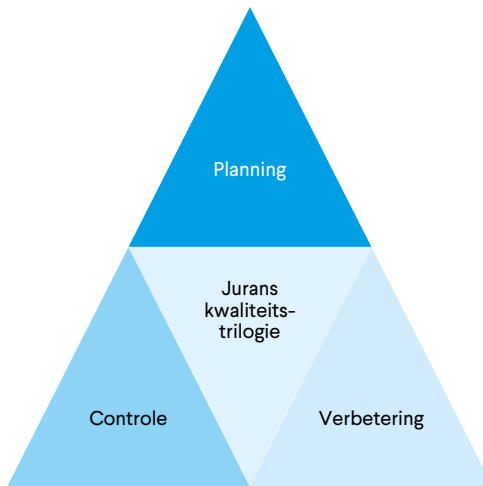
Waar Deming tijdens zijn verblijf in Japan de nadruk legde op het monitoren en controleren van processen (SPC) en het (bij)sturen in een PDCA-cyclus, legde zijn generatiegenoot Joseph Juran (1904-2008) in Japan de nadruk op het managen van kwaliteit. Hij verzorgde daar trainingen voor. Terwijl er in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

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

- (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 and 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 in 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.

Figuur 1.2
Jurans
kwaliteitstrilogie



Quality Circles

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 zogenoemde *Quality Circles*. Een Quality Circle is een groep medewerkers die hetzelfde werk doet en samen afstemt om zo problemen te identificeren en op te lossen.

Klantspecificaties

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, wat de *klantspecificaties* zijn en dat je nagaat of en hoe je daaraan voldoet. Ten slotte, dat je als organisatie een verantwoordelijkheid hebt naar de samenleving en de wereld die we doorgeven.

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.

Jidoka

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 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 met de grote Amerikaanse autofabrikanten omdat die veel meer resources hadden en simpelweg schaalvoordelen hadden. In de vergelijking van een speedboot met een olietanker, ging Toyota zich concentreren op het elimineren van verspillingen en op snelheid in plaats van massa. 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 daarop concentreert, is het heel belangrijk dat je de tijd die je kwijt bent met het omstellen van het ene product naar het andere product minimaliseert, wat we kennen als Single-Minute Exchange of Die (SMED). Shigeo Shingo (1909-1990) hield zich bezig met hoe je een productielijn in zo kort mogelijke tijd omstelt zodat de productie verder kan. Vergelijk het 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 op 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.

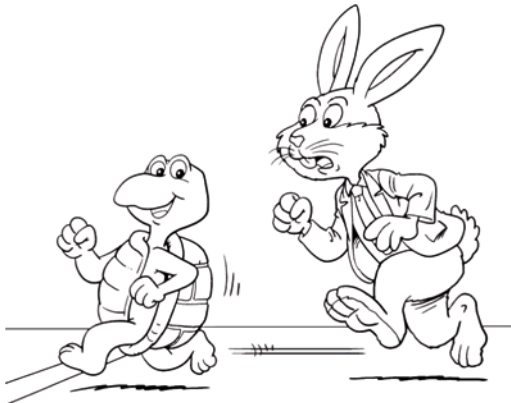
John Krafcik (1961) publiceerde in 1988 een artikel over deze verschillen en introduceerde daarbij het begrip 'Lean'. Lean is een analogie voor dat je alleen dat gebruikt wat je nodig hebt op het moment dat je het nodig hebt (Just-in-Time). Oorspronkelijk wilde Krafcik het hebben over 'fragile'. Probleem met Just-in-Time is namelijk dat als er iets misgaat, dat dan het proces stopt. Toch blijkt dat op deze manier 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).

Vijf principes
voor een
Lean-systeem

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 & 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 welbekende vergelijking tussen de haas en de schildpad, waarbij de schildpad het uiteindelijk wint van de haas.

Figuur 1.3
Haas en
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 daarvoor 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.

Zero Defects

Deze vier voorwaarden zijn:

- 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.

Six Sigma

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 2 fouten toe te staan. Nu elk proces in de tijd opschuift, werd dit doel van 2 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.

DMAIC

Waterval-aanpak

Incrementele aanpak

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. In deze aanpak moet elke fase afgerond zijn voordat de volgende fase gestart kan worden. In dit verband hebben we het dan ook over een waterval-aanpak. Een *waterval-aanpak* houdt in dat de verbeteringen in een lineaire aanpak benaderd worden en de stappen op elkaar volgen. Hiertegenover staat een *incrementele aanpak* waarbij inspelen op verandering belangrijker wordt geacht dan volgen van een plan.

Statistisch probleem

Statistische oplossing

Praktische oplossing

De eerste stap in de DMAIC is het definiëren van het probleem: *Define*. Doel van de Define-fase is vast te stellen wat het praktische probleem is. *Measure* is het vaststellen van de huidige situatie, ook wel het *statistische probleem*. In *Analyze* stellen we vast welke de veroorzakers zijn van het huidige probleem en daarmee hoe je, in ieder geval op papier, tot de oplossing komt. Doel van *Analyze* is dan ook het vaststellen van de *statistische oplossing*. In de *Improve*-fase bepalen we wat nodig is om van de statistische oplossing tot de *praktische oplossing* te komen. *Control* gaat over wat je moet doen om na verbeteren op niveau te blijven en de verbeterde situatie ten minste vast te houden.

Schematisch ziet het proces om van probleem tot oplossing te komen er als volgt uit:

Figuur 1.4
DMAIC



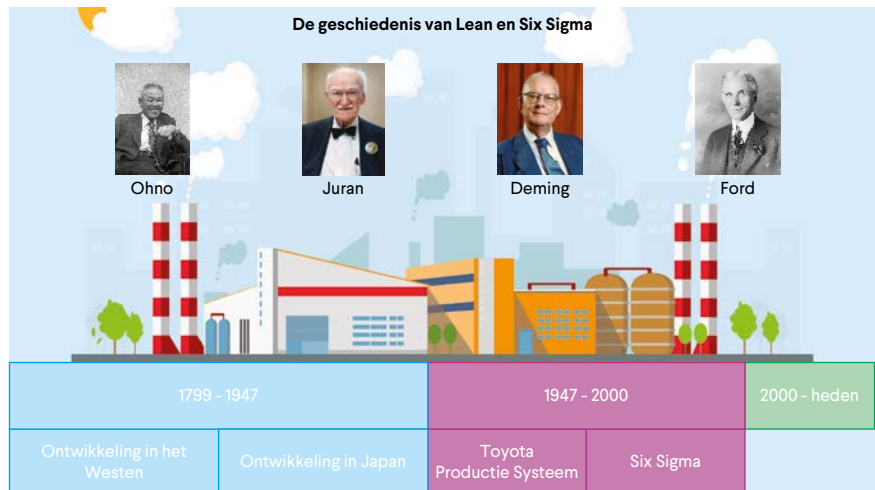
Sleutelconcepten Six Sigma

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 het MIT en de populaire boeken over Lean was het niet verwonderlijk dat er aan het einde van de twintigste eeuw in het Westen een explosieve groei kwam van zowel Lean- als Six Sigma-initiatieven. Zeker ook doordat 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 1.5
Geschiedenis van Lean Six Sigma



1.6 Industry 4.0

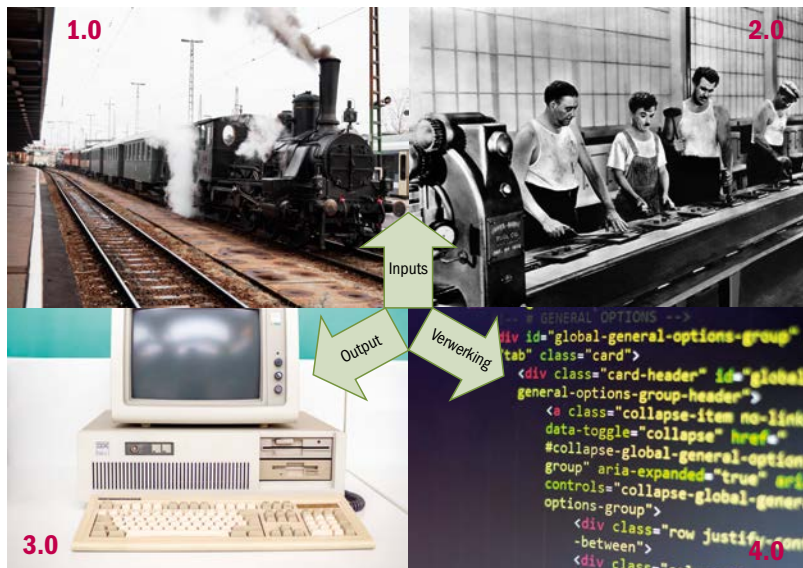
Industry 4.0 is een verzamelnaam voor technieken waarin de relatie mens-machine steeds meer opschuift naar machine-machine. Internet of things, Cloud Computing, Artificial Intelligence, blockchain, Robotic Process Automation (RPA) en noem maar op. Basis blijft dat je inputs hebt die je verwerkt tot een output, oftewel een product of een dienst waarvoor een klant bereid is te betalen. Met de eerste industriële revolutie werd stoom gebruikt om massaproductie mogelijk te maken. Met de tweede industriële revolutie faciliteerde elektriciteit de lopende band en de verdere arbeidsverdeling. De derde revolutie maakte de transitie van papier naar digitaal mogelijk. 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 realtime informatievoorziening over processen en het bijsturen door machines. Voorwaarde is een proces zonder onnodige verspillingen. *Quality 4.0* maakt om concurrerend te zijn 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.

Industry 4.0

Quality 4.0

Figuur 1.6
Industry 4.0



1.7 Duurzaamheid

Duurzaamheid verwijst naar het vermogen om aan de behoeften van de huidige generatie te voldoen zonder de mogelijkheid van toekomstige generaties om aan hun eigen behoeften te voldoen in gevaar te brengen. Het omvat een breed scala aan praktijken en principes gericht op het behoud van natuurlijke hulpbronnen, het beschermen van het milieu en het bevorderen van sociale en economische rechtvaardigheid.

Kringloop-
economie

Een *kringloopeconomie* of circulaire economie is een systeem waarin grondstoffen niet worden verspild, 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 kaas wordt gemaakt. Door van Wei een product te maken voor eiwit verrijkte voedingsmiddelen of sportdranken, is met verspilling juist waardetoevoeging gecreëerd.

In Lean staat het elimineren van verspillingen centraal. Six Sigma gaat over het verminderen van variantie en daarmee efficiënter gebruik van grond- en hulpstoffen. Minder variatie in het gebruik van grondstoffen draagt bij aan de duurzaamheidsdoelstellingen van een organisatie door de ecologische voetafdruk te verkleinen. Dit wordt bereikt door minder natuurlijke hulpbronnen te gebruiken, minder afval te produceren en deze waar mogelijk te hergebruiken, en de emissies die gepaard gaan met productie en afvalverwerking te verminderen.

1.8 Kwaliteitsmanagement, Lean en Six Sigma

Lean en Six Sigma worden meestal geplaatst onder methoden voor kwaliteitsmanagement. Kwaliteitsmanagement gaat over de manier waarop je ervoor zorgt dat je wat je als organisatie zegt dat je doet, ook daadwerkelijk doet. Als een organisatie belooft om een product dat voor 11 uur 's avonds is gekocht, de volgende dag thuis af te leveren, dan moet er het een en ander 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 ze klanten kwijtraken. Zeker in een tijd van sociale 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 de order niet geleverd wordt op het 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 die verwacht.

Six Sigma

Six Sigma is het vakgebied dat zich bezighoudt met het voorkomen van fouten door in één keer goed te leveren. Six Sigma (of 6Sigma) 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.

Tabel 1.1 Voorbeeld sigmaniveaus

Voorbeeld	Impact op 1-sigmaniveau	Impact op 3-sigmaniveau	Impact op Six Sigma-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 250.000 orders per jaar)	172.924	16.694	Minder dan 1
Stroomuitval (uitgaande van 720 uur voor een maand)	500 uur	45 uur	9 minuten

Lange tijd is 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 dat uiteindelijk door de klant betaald moet 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. Bekende tegeltjes-

wijsheden zijn ‘focus op kosten en de kwaliteit gaat omlaag, focus op kwaliteit en dan gaan de kosten omlaag’ of ‘kwaliteit kost geld, het niet leveren van kwaliteit kost kapitalen’. Denk maar aan de nieuwsitems over organisaties die kwaliteitsissues bewust negeerden en daardoor failliet zijn gegaan.

Lean

Waar Six Sigma zich vooral concentreert op het voorkomen van fouten door het wegnemen van grondoorzaken, houdt Lean zich vooral bezig met de verwerking van inputs tot een output. Als je bijvoorbeeld niet precies weet wanneer je kunt leveren en je komt telkens bij de klant terug omdat je de levering moet uitstellen, creëer je extra werk. Omdat jouw proces niet optimaal is, moet je meer handelingen doen dan eigenlijk nodig zouden moeten 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 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 en terugbrengen van de variantie of variatie. Door beide te combineren, krijg je dat je doorlopend bezig bent met verspillingen te elimineren en ‘slimmer te werken’, terwijl je tegelijkertijd bezig bent met het verhogen van de kwaliteit en het streven naar minimale variantie.

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 is Feigenbaum verantwoordelijk voor het begrip kwaliteitskosten. Je snapt dat als je afkeur hebt of fouten maakt, je extra kosten moet maken om die te corrigeren. Wat je echter vaak niet ziet, is als een klant bijvoorbeeld niet meer terugkomt. Of een slechte review plaatst. Dat zijn kosten die je niet direct kunt berekenen, maar die wel impact hebben. Kwaliteitskosten omvatten dus alle kosten die je maakt omdat het proces niet goed is, zowel de direct zichtbare zoals fouterstel als de indirecte, zoals reputatieschade.

Kern van TQM is dat iedereen in de organisatie, van 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 een snellere doorlooptijd.

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.

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

Een andere term voor Business Process Reengineering is Business Process Redesign (BPR). 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 openhouden.

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

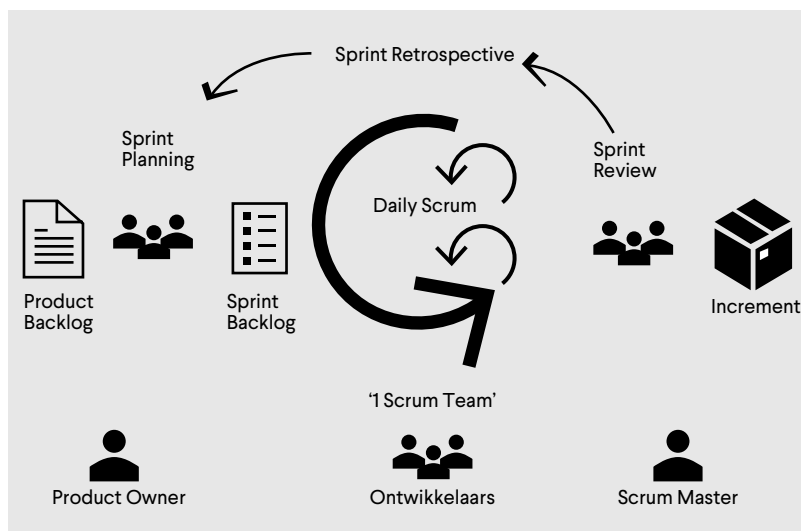
Scrum is een framework dat gebruikt kan worden om verbeteringen te faciliteren en bestaat uit drie rollen, vier ceremonies en drie artefacten. De rollen zijn de Scrum Master, de Product Owner en de Ontwikkelaar. De ceremonies zijn de Sprint Planning, de Daily Stand-up, de Review en de Retrospective.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

Hierbij 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 Stand-up: 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 dat 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 de één beter is dan de ander, omdat ze elkaar juist heel erg aanvullen en elk andere aandachtsgebieden hebben.

Figuur 1.7
Scrum-
framework



1.10 Kwaliteitsnormeringen

Na de Tweede Wereldoorlog vond de ‘Conference of National Standardizing Organizations’ plaats in Londen, waarbij ISO (International Organization for Standardization) werd opgericht. De noodzaak voor het standaardiseren van normen was duidelijk in een tijd van het herbouwen van de internationale gemeenschap. Een norm bestaat uit vastgelegde criteria, richtlijnen of kenmerken voor activiteiten of hun resultaten. Normen worden opgesteld door consensus onder experts en zijn bedoeld om te worden toegepast op een consistente manier om ervoor te zorgen dat materialen, producten, processen en diensten geschikt zijn voor hun doeleinden en dat deze uniform zijn.

American Society for Quality Control

ASQ

International Academy for Quality

International Lean Six Sigma Institute

Certificeringen

Na de Tweede Wereldoorlog werd eveneens de *American Society for Quality Control* (ASQC, in 1997 veranderd in ASQ) opgericht. ASQ is een gemeenschap van kwaliteitsprofessionals en -experts met als doel het bevorderen van kwaliteit. Het erelidmaatschap van ASQ is toegekend aan onder anderen Deming, Juran, Crosby, Feigenbaum en Taguchi. De *International Academy for Quality* (IAQ) heeft als doel om kennis over kwaliteitsmanagement te delen, te ontwikkelen en te promoten op een wereldwijde schaal. De eerste voorzitter was Feigenbaum. Het *International Lean Six Sigma Institute* (ILSSI) is heden ten dage naast ASQ een gemeenschap van kwaliteitsprofessionals en wetenschappers voor de ontwikkeling en toepassing van Lean, sustainable, smart business processes en digitale transformatie. Organisaties zoals ASQ en ILSSI verzorgen internationale *certificeringen* om zo een standaard te bieden voor de toetsing en beoordeling door kwaliteitsprofessionals en een objectieve maatstaf te hebben. Dit in tegenstelling tot opleiders die zelf examens afnemen en certificaten verstrekken waarmee het risico bestaat op de spreekwoordelijke slager die zijn eigen vlees keurt.

Accreditatie

Naast de vraag hoe bij opleidingen voor de certificering wordt gezorgd – dat kan of door de opleider zelf of door een onafhankelijke certificerende instantie – is de vraag of de organisatie voldoet aan bepaalde kwaliteitskenmerken voor het onderwijsprogramma. Dat is *accreditatie* en dat zegt wat over de mate van kwaliteit in de organisatie en het onderwijsprogramma.

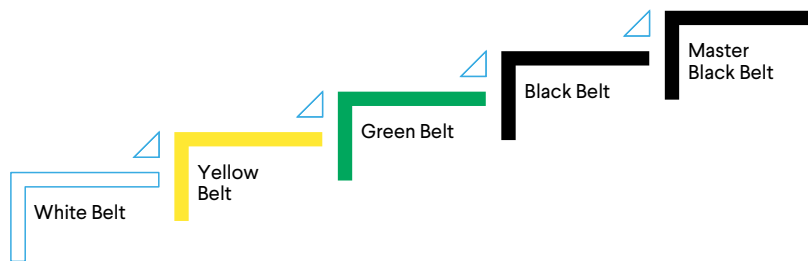
Rollen

Binnen Lean, Six Sigma en de combinatie Lean Six Sigma (LSS) wordt gewerkt met een banden-structuur om de kwalificatie en scholing aan te geven van de verbeteraar en de mensen die betrokken zijn in verbeteringen. Instituten zoals ASQ en ILSSI certificeren voor deze rollen en fungeren als een erkende maatstaf van kwaliteit, deskundigheid en conformiteit met vastgestelde normen en praktijken. De banden (belts) refereren aan de martial arts, waar geldt dat je door steeds meer oefening en het laten zien

van vaardigheid een bepaalde graad bereikt. Zo moeten de verschillende banden worden gezien, waarbij de opvolgende kleuren wit, geel, groen en zwart zijn en de Master Black Belt op het niveau staat dat hij de docent en sparringpartner is voor directies op basis van kennis, vaardigheden, gedrag en ervaring.

- *White Belt*. De White Belt is een medewerker die in ieder geval weet wat LSS is en snapt wat het nut ervan is.
- *Yellow Belt*. De Yellow Belt is een medewerker die meedoet in verbeteringen en hier een bijdrage aan kan leveren.
- *Green Belt*. De Green Belt lost op afdelingsniveau problemen op en kan de werkvloer coachen in LSS. Vaak is de Green Belt ondersteunend aan de Black Belt.
- *Black Belt*. De Black Belt lost op organisatieniveau problemen op en coacht zelf weer de Green Belts.
- *Master Black Belt*. De Master Black Belt is op organisatieniveau verantwoordelijk voor het deployment, oftewel de ontwikkeling van LSS in de organisatie en coacht zelf weer de Black Belts en het management.

Figuur 1.8
Belts



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). Lean en Six Sigma zijn eveneens ontstaan vanuit het besef dat je moet voortbrengen waar de klant om heeft gevraagd en dat elke fout niet alleen een gemiste kans is, maar vooral extra inspanning van de organisatie vergt om de gevraagde inspanning opnieuw te leveren. Historisch zit hier een logische lijn in die begon na de industrialisatie en een piek kende tijdens 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 op het westelijke halfrond. Lean en Six Sigma zijn nog steeds actueel en het aantal organisaties dat deze methoden toepast neemt nog steeds toe. Organisaties die uitblinken in kwaliteit zijn organisaties die het beter doen dan andere organisaties en het kan zelfs een verdienmodel zijn. Verder helpt kwaliteit in de branding en beeldvorming van organisaties. De Malcolm Baldrige National Quality Award is het melden waard; deze prijs is in 1987 door de Amerikaanse overheid ingesteld om organisaties die baanbrekend zijn in kwaliteit te belonen en als voorbeeld te laten dienen.

In dit hoofdstuk is uitgebreid stilgestaan bij Lean en Six Sigma en kwaliteit in bredere zin met aandacht voor hedendaagse ontwikkelingen zoals Industry 4.0 en de noodzaak voor duurzaamheid.

Kernbegrippen

Business Process Redesign (BPR):	Methode voor radicale herstructurering van bedrijfsprocessen.
DMAIC:	Gestructureerde aanpak binnen Six Sigma om van een praktisch probleem naar een praktische oplossing te werken (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).
Duivelsdriehoek:	Dilemma tussen tijd, kwaliteit en geld. Optimaliseren van één aspect gaat vaak ten koste van de andere twee.
Industry 4.0:	Verzamelnaam voor technieken die de relatie tussen mens en machine veranderen naar machine en machine.
Jidoka:	Principe waarbij een machine automatisch stopt zodra er een fout wordt gedetecteerd om kwaliteit te waarborgen.
Jurans kwaliteitstrilogie:	Omvat kwaliteitsplanning, kwaliteitscontrole en kwaliteitsverbetering, ontwikkeld door Joseph Juran.
Just-in-Time:	Productieprincipe waarbij materialen pas worden aangevoerd wanneer ze nodig zijn.
Klantspecificaties:	De specifieke eisen en verwachtingen die een klant heeft voor een product of dienst.
Kwaliteit:	Waarmaken wat je hebt beloofd, oftewel voldoen aan de verwachtingen en eisen van de klant.
Kwaliteitsmanagement:	Manier waarop een organisatie ervoor zorgt dat zij doet wat zij zegt te doen, met als doel voldoen aan klantverwachtingen.
Lean:	Methode gericht op het elimineren van verspilling in processen.

Lean en Six Sigma:	Combinatie van Lean (gericht op het elimineren van verspilling) en Six Sigma (gericht op het verminderen van variatie) om zowel efficiëntie als kwaliteit te verbeteren.
PDCA/PDSA:	Plan-Do-Check-Act/Plan-Do-Study-Act; een methodologie voor continue procesverbetering door middel van plannen, uitvoeren, controleren en bijsturen.
Quality circles:	Groepen medewerkers die samenwerken om problemen te identificeren en op te lossen, beschreven door Kaoru Ishikawa.
Scientific Management:	Methode om bedrijfsprocessen wetenschappelijk te analyseren en optimaliseren, geïntroduceerd door Frederic Taylor.
Scrum:	Framework voor agile ontwikkeling, bestaande uit rollen zoals Scrum Master, Product Owner en Ontwikkelaar, en ceremonies zoals Sprint Planning, Daily Stand-up, Review en Retrospective.
Six Sigma:	Methode gericht op het verbeteren van kwaliteit door variatie in processen te verminderen.
Statistische procescontrole (SPC):	Methode om variaties in productieprocessen te meten en beheersen, ontwikkeld door Dr. Walter Shewhart.
Toyota Productie Systeem (TPS):	Productiesysteem ontwikkeld door Toyota, gericht op efficiëntie en kwaliteit door het elimineren van verspilling en het juist op tijd aanleveren van materialen.
TQM (Total Quality Management):	Methode voor continue verbetering van alle aspecten van een organisatie om de kwaliteit van producten en diensten te verhogen.
Zero Defects:	Kwaliteitsprogramma dat streeft naar nul fouten in het productieproces, geïntroduceerd door Philip Crosby.