

# Integrale industriële automatisering

Boom

Jo van de Put



## Integrale industriële automatisering



# Integrale industriële automatisering

Jo van de Put

**Boom**

## + Online leeromgeving

Met onderstaande unieke activeringscode krijg je via [www.boomstudent.nl](http://www.boomstudent.nl) toegang tot de online leeromgeving. Deze code is persoonsgebonden en gekoppeld aan de 1<sup>ste</sup> druk. Na activering van de code is de online leeromgeving twee jaar toegankelijk. De code kan tot zes maanden na het verschijnen van een volgende druk geactiveerd worden. De code is eenmalig te gebruiken.

Opmaak binnenwerk: Textcetera, Den Haag  
Basisontwerp omslag: Dog & Pony, Amsterdam  
Omslagontwerp: Coco Bookmedia, Amersfoort  
Beeld omslag: Bet\_Noire/iStock

© Jo van de Put & Boom uitgevers Amsterdam, 2023

*Behoudens de in of krachtens de Auteurswet gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.*

*Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bijvoorbeeld een (digitale) leeromgeving of een reader in het onderwijs (op grond van artikel 16, Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting Uitgeversorganisatie voor Onderwijslicenties, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, [www.stichting-uvo.nl](http://www.stichting-uvo.nl).*

*No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.*

ISBN 9789024445561  
ISBN e-book 9789024445578  
NUR 123

[www.boomstudent.nl](http://www.boomstudent.nl)  
[www.boomhogeronderwijs.nl](http://www.boomhogeronderwijs.nl)

# Voorwoord

In de huidige tijd is de stand der techniek zover gevorderd, dat het in principe mogelijk is om alle bedrijfsprocessen te automatiseren. De kosten die hiermee gemoeid zijn, kunnen daarbij al snel tot onacceptabele hoogte oplopen en ieder bedrijf heeft slechts een beperkt investeringsbudget beschikbaar. Daarom is het niet zinvol om alle processen te willen automatiseren. Veel mogelijke investeringen, zowel op kantoor als in de productie, concurreren daarom met elkaar. Hierdoor is het belangrijk om investeringen zo op te pakken, dat op een effectieve en efficiënte manier maximaal invulling gegeven wordt aan het realiseren van de geformuleerde bedrijfsstrategie.

Automatisering wordt altijd ingezet om een probleem of belemmering binnen het bedrijf op te lossen. De ervaren problemen hebben vaak direct betrekking op de interne capaciteit van machines en medewerkers én op de externe marktomstandigheden (zoals bijvoorbeeld de concurrentiepositie van het bedrijf). Ieder automatiseringstraject heeft dan ook directe invloed op de concurrentiepositie van het bedrijf en op de medewerkers die bij het proces betrokken zijn. De manier van automatiseren bepaald hiermee niet alleen de hoeveelheid medewerkers die nodig zijn, maar tevens over welke kennis en ervaringsniveau deze medewerkers moeten beschikken. Automatisering mag daarom nooit een doel op zich zijn, maar moet altijd een bijdrage leveren aan de bedrijfsstrategie. Neem daarom alle aspecten integraal mee in het ontwikkelen van de gewenste automatisering. De huidige digitaliseringsmogelijkheden bieden extra kansen om effectiever en efficiënter te werken in de samenwerking tussen kantoor en productie. Om hier optimaal gebruik van te kunnen maken is het veelal nodig om daar bij het ontwikkelen van de automatisering rekening mee te houden.

In de afgelopen 20 jaar ben ik bij veel automatiseringsprojecten in industriële bedrijven betrokken geweest. Wat daarbij opviel, is dat veel gerealiseerde automatiseringstrajecten niet opleveren wat er van verwacht wordt. Een belangrijke oorzaak is, dat het te bereiken resultaat (programma van eisen) vaak onvoldoende is geformuleerd. Veel ondernemers zijn al blij met een stap in de goede richting en zijn zich er vaak onvoldoende van bewust dat met vergelijkbare middelen meer resultaat te bereiken is.

In dit boek gaan we daarom in op alle aspecten die nodig zijn om de bedrijfsdoelstelling op een zo efficiënte en effectieve manier te kunnen realiseren. Hierbij wordt integraal gekeken naar alle aspecten die daarbij van belang zijn; verkoop tot en met levering en onderhoud.



# Inhoud

<b>Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>Leeswijzer</b>	<b>15</b>
<b>1    Integrale industriële automatisering</b>	<b>19</b>
1.1    Inleiding	19
1.2    Het doel van industriële automatisering	20
1.3    Integrale aanpak	21
1.4    Fundament voor automatisering	22
1.5    Randvoorwaarden voor de automatiseringsoplossing	23
1.6    Wat is haalbaar om te automatiseren?	27
1.7    Evolutie automatiseringsbehoefte bij bedrijven	28
1.8    Vragen en opgaven	30
<b>2    Introductie industriële automatisering</b>	<b>33</b>
2.1    Inleiding	33
2.2    Bewegen	35
2.3    Waarnemen	37
2.4    Communiceren	38
2.5    Interpreteren	39
2.6    Aanpassen	40
2.7    Vragen en opgaven	42
<b>3    Besturingslogica</b>	<b>45</b>
3.1    Inleiding	45
3.2    Logische functies	45
3.3    Geheugenfuncties	50
3.4    Tijd- en telfuncties	52
3.5    Schakelelementen	52
3.6    Opstellen van een besturingsschema	54
3.7    Vragen en opgaven	59
<b>4    Besturingssystemen</b>	<b>63</b>
4.1    Inleiding	63
4.2    Nokbesturing	64
4.3    Stangen- en tandwielbesturingen	67
4.4    PLC-besturing	79
4.5    Robotprogrammering	86
4.6    Kunstmatige intelligentie	91
4.7    Samenwerking mens en machine	99
4.8    Vragen en opgaven	101



<b>5</b>	<b>Geleiden en aandrijvingen</b>	<b>103</b>
5.1	Inleiding	103
5.2	Dynamica bij automatiseringsoplossingen	104
5.3	Geleidingen	111
5.4	Mechanisch aandrijven	122
5.5	Pneumatische aandrijvingen	124
5.6	Hydraulische aandrijvingen	128
5.7	Elektrische aandrijvingen	129
5.8	Afremmen van bewegingen	135
5.9	Vragen en opgaven	139
<b>6</b>	<b>Pneumatiek</b>	<b>141</b>
6.1	Inleiding	141
6.2	Perslucht	142
6.3	Lucht als energiedrager	144
6.4	Luchtdruk in besturingen	145
6.5	Lucht als gereedschap	156
6.6	Vragen en opgaven	158
<b>7</b>	<b>Hydrauliek</b>	<b>161</b>
7.1	Inleiding	161
7.2	Hydrostatica	162
7.3	Opzet van een hydraulisch systeem	164
7.4	Hydraulische olie	168
7.5	Hydrauliek in besturingen	171
7.6	Hydraulische symbolen	171
7.7	Vragen en opgaven	174
<b>8</b>	<b>Sensoren</b>	<b>177</b>
8.1	Inleiding	177
8.2	Toepassingsgebieden van sensoren in de industrie	178
8.3	Waarnemingsgebieden van sensoren	183
8.4	Drukknoppen en keuzeschakelaars	185
8.5	Eindschakelaars	186
8.6	Naderingsschakelaars	186
8.7	Optische en ultrasone sensoren	190
8.8	Encoders	194
8.9	Vision-systeem	195
8.10	Coderen en volgen van producten	201
8.11	Vragen en opgaven	207

<b>9</b>	<b>Standaardautomatiseringsmodules</b>	<b>209</b>
9.1	Inleiding	209
9.2	Transportbanden en rollerbanen	209
9.3	Trilvullers	211
9.4	Automatisch verbinden met schroefsystemen	212
9.5	Geautomatiseerde positioneer- en fixeersystemen	215
9.6	Nulpuntopspansystemen	219
9.7	Automatische magazijnen	220
9.8	Automatische machines	221
9.9	Industriële robots	222
9.10	AGV's en drones	235
9.11	Coderen en etiketteren	238
9.12	Manipulators	239
9.13	Vragen en opgaven	241
<b>10</b>	<b>Communicatie</b>	<b>245</b>
10.1	Inleiding	245
10.2	Bussystemen	246
10.3	Bluetooth en wifi	248
10.4	Netwerken	249
10.5	Big data	250
10.6	Vragen en opgaven	252
<b>11</b>	<b>Haalbaarheid van automatiseringsoplossingen</b>	<b>255</b>
11.1	Inleiding	255
11.2	Technische haalbaarheid	256
11.3	Organisatorische haalbaarheid	259
11.4	Financiële haalbaarheid	260
11.5	Case	261
11.6	Vragen en opgaven	268
<b>12</b>	<b>Optimaliseren van automatiseringsoplossingen</b>	<b>271</b>
12.1	Inleiding	271
12.2	Simogram	272
12.3	Machinecyclusanalyse	275
12.4	Functiediagram	278
12.5	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	284
12.6	Starre versus flexibele automatisering	287
12.7	Samenwerking van mens en machine	291
12.8	Productieoptimalisatie tijdens uitvoering van het proces	293
12.9	Metten in het proces en geautomatiseerd afhandelen	294
12.10	Simulatie en digital twin	297
12.11	Vragen en opgaven	299

<b>13</b>	<b>Veiligheid van automatiseringsoplossingen</b>	<b>301</b>
13.1	Inleiding	301
13.2	Machinerichtlijn	302
13.3	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC)	309
13.4	Cybersecurity	311
13.5	Vragen en opgaven	314
<b>14</b>	<b>Vervlechting van kantoor- en industriële automatisering</b>	<b>317</b>
14.1	Inleiding	317
14.2	Enterprise Resource Planning (ERP)	318
14.3	Manufacturing Executing System (MES) en SCADA	320
14.4	Automatisering bij het engineeringproces	322
14.5	Automatiseren van de planning	324
14.6	Automatiseren van het programmeren van machines	325
14.7	Automatisch calculeren en offrenen	327
14.8	Automatisch bestellen van materialen en onderdelen bij toeleveranciers	328
14.9	Automatische kwaliteitscontrole	329
14.10	Automatisch initiëren van volgende bewerkingen en van de opslag en handling van materialen en producten	331
14.11	Vragen en opgaven	334
<b>15</b>	<b>Productconfigurator</b>	<b>337</b>
15.1	Inleiding	337
15.2	Geautomatiseerde verkoop	338
15.3	Geautomatiseerde werkvoorbereiding	340
15.4	Automatiseren van de productie	341
15.5	Implementatie van een productconfigurator	341
15.6	Vragen en opgaven	342
<b>16</b>	<b>Uitvoeren van een automatiseringsproject</b>	<b>345</b>
16.1	Inleiding	345
16.2	Werkingsprincipes	346
16.3	Automatiseren van een proces	348
16.4	Automatiseren van een product	350
16.5	Vragen en opgaven	351
<b>17</b>	<b>Onderhoud</b>	<b>353</b>
17.1	Inleiding	353
17.2	Onderhoudsbehoefte	354
17.3	Waarnemen van de onderhoudsbehoefte	356
17.4	Soorten onderhoud	357
17.5	Vragen en opgaven	360

<b>18</b>	<b>Enkele praktische cases van integrale industriële automatisering</b>	<b>363</b>
18.1	Case 1: Werkingsprincipe van een inpaklijn voor blikken	363
18.2	Case 2: Gerobotiseerd lassen	367
18.3	Case 3: Automatiseren van productie van precisieonderdelen	376
18.4	Case 4: AR-systemen bij assemblage en onderhoud	385
<b>19</b>	<b>Praktische cases om zelf mee aan de slag te gaan</b>	<b>391</b>
19.1	Automatiseren van het verpakken van kunststof-onderdelen	391
19.2	Geautomatiseerde kwaliteitscontrole	393
19.3	Geautomatiseerde assemblage	393
19.4	Programmeerbaar samenvoegen van vloeistoffen	394
19.5	Sorteren van erwten	395
<b>20</b>	<b>Kansen en valkuilen voor machinebouwers</b>	<b>397</b>
20.1	Inleiding	397
20.2	Ontwikkelen van klantspecifieke machines	397
20.3	Ontwikkelen voor lage initiële kosten of voor lage lifecycle kosten	399
20.4	Interactie tussen machine en zijn gebruiker	399
20.5	Constructie technische keuzes	400
20.6	Constructie technische keuze bij te automatiseren product	401
20.7	Machineveiligheid	402
20.8	Vragen en opgaven	403
	<b>Begrippenlijst</b>	<b>405</b>
	<b>Illustratieverantwoording</b>	<b>421</b>
	<b>Register</b>	<b>425</b>



# Inleiding

Grote veranderingen in de industrie worden vaak gerubriceerd volgens de zogenaamde industriële revoluties. Bij de eerste industriële revolutie zorgde de beschikbaarheid van stoom voor de randvoorwaarden om veel handmatige productieprocessen te mechaniseren. In deze periode is de basis gelegd voor het vakgebied industriële automatisering.

De tweede industriële revolutie werd ingeluid door het ontstaan van massaproductie en het beschikbaar komen van elektriciteit als energiedrager. In deze periode richtte de industriële automatisering zich met name op het ontwikkelen van machines die met behulp van één energiebron heel veel verschillende massabewerkingen konden uitvoeren. Dit resulteerde in starre automatiseringsoplossingen.

In de periode na de Tweede Wereldoorlog zorgden ontwikkelingen op het gebied van elektronica ervoor dat computers konden worden ingezet voor allerlei taken. Deze computers zorgden ervoor dat machines op een flexiblere manier konden worden aangestuurd. Hierdoor was de massaproductie die bij starre automatisering past, niet meer noodzakelijk (derde industriële revolutie). Dit gecombineerd met het gestegen welvaartsniveau zorgde ervoor dat producten steeds vaker in meerdere uitvoeringen op de markt kwamen. In deze periode werden de eerste industriële robots toegepast.

Op dit moment zitten we in een periode die als de vierde industriële revolutie kan worden gekenmerkt. De mogelijkheden van de derde industriële revolutie hebben zich zo ontwikkeld dat informatiestromen vrijwel geheel gedigitaliseerd zijn. Digitale informatiestromen bieden voor het vakgebied van industriële automatisering enorm veel nieuwe kansen. Verdere toename van de welvaart, gecombineerd met de toegenomen mogelijkheden om kleinere series te produceren, hebben ertoe geleid dat voor veel producten de productieseries verder zijn afgenomen; in steeds meer gevallen wordt enkelstuksproductie toegepast. Productieprocessen voor enkelstuksproductie moeten flexibel, liefst zonder omsteltijden, worden ingericht. Deze ontwikkelingen maken het mogelijk om (op termijn) zo te automatiseren, dat een volledig geautomatiseerde fabriek kan ontstaan.

Voor sommige producten blijft echter massafabricage noodzakelijk. Tijdens de coronapandemie van 2020 werd de behoefte om ook, indien gewenst, snel over te kunnen schakelen op massaproductie van bijvoorbeeld mondkapjes duidelijk. De industriële automatisering die in dit boek behandeld wordt, is dan ook gericht op het gehele gebied van massafabricage tot aan enkelstuksproductie.

Bij informatie over de vierde industriële revolutie wordt vrijwel altijd techniek centraal gesteld. Techniek is echter slechts een mogelijk middel om bedrijfskundige doelen te realiseren. Daarom wordt in dit boek geredeneerd vanuit deze bedrijfskundige doelen. Vanuit de bedrijfskundige doelen worden industriële automatiseringsoplossingen behandeld die daar het beste op aansluiten. Om deze oplossingen goed te kunnen begrijpen, is uiteraard ook voldoende kennis nodig van de diverse automatiseringscomponenten (zoals actuatoren, sensoren, besturingssystemen e.d.) die daarbij kunnen worden ingezet.

Bij informatie over de vierde industriële revolutie worden allerlei technieken zoals IIoT (Industrial Internet of Things), Big Data, VR/AR, kunstmatige intelligentie en dergelijke besproken. Al deze nieuwe technieken en hun raakvlakken met industriële automatisering krijgen in dit boek een logische plaats, zodat ze een bijdrage kunnen leveren aan de eerder besproken bedrijfskundige doelen.

# Leeswijzer

Dit boek heet *Integrale industriële automatisering* en heeft tot doel om een breed overzicht te geven van de mogelijkheden om industriële processen te automatiseren. Ieder bedrijf streeft bedrijfskundige doelen na en zet automatiseringsmogelijkheden in om deze mogelijkheden te benutten. Om deze reden is ook het boek op een vergelijkbare manier opgezet. Uitgaande van de bedrijfskundige doelen van een bedrijf wordt gekeken naar de mogelijkheden om processen en deelprocessen te automatiseren om zo deze doelen te bereiken. Waar industriële automatisering zich in het verleden vrijwel uitsluitend richtte op het automatiseren van productieprocessen is dat al lang niet meer het geval. In de huidige tijd wordt kantoorautomatisering gekoppeld met productieautomatisering om zo op een zo effectief mogelijke manier de bedrijfsdoelstellingen te realiseren. Door kantoor- en productieautomatisering aan elkaar te koppelen, kunnen ook veel werkzaamheden slim aan elkaar gekoppeld worden zodat deze elkaar versterken. Hierbij gaat het om het hele speelveld van eerste klantcontact tot en met uitleveren van de producten en zelfs de aftersales periode. De verschillende onderwerpen zijn in een zo logisch mogelijke volgorde geplaatst. Aangezien elk bedrijfsproces echter raakvlakken heeft met een of meerdere aanpalende bedrijfsprocessen, zijn er voor veel onderwerpen meerdere plaatsen waar ze logisch passen. Daarom is ervoor gekozen om de onderwerpen met name daar te bespreken, waar de behandeling het meest logisch is. Op de andere plaatsen wordt vervolgens naar de betreffende behandeling verwezen.

Ieder hoofdstuk is zo opgezet dat de behandelde stof, zonder tussendoor de hoofdstukken te moeten lezen waarnaar verwezen wordt, probleemloos te volgen is. Bij een deel van de hoofdstukken zijn er multiplechoicevragen te maken op de online leeromgeving bij dit boek.

Docenten vinden op de online leeromgeving de uitwerkingen van de open vragen en opgaven die aan het einde van elk hoofdstuk staan.



Achter in het boek is een begrippenlijst opgenomen waar men snel een korte uitleg van het begrip kan vinden. Via de online begrippentrainer kan men zich deze veelgebruikte termen binnen integrale industriële automatisering eigen maken. Ook staan de belangrijke begrippen dikgedrukt in de lopende tekst van het boek. Verschillende elementen in het boek zijn herkenbaar door het gebruik van symbolen in de kantlijn:



Materiaal op de online leeromgeving



Leerdoelen



Let op!





Voorbeeld



Opdrachten



Casus



Begrippenlijst

Bij integrale industriële automatisering heeft men in principe te maken met alle werktuigbouwkundige onderwerpen. Daarom zijn veel van deze onderwerpen in het kader van dit boek slechts globaal besproken. Op de bijbehorende online leeromgeving is extra informatie over deze onderwerpen te vinden.

Om de integrale aanpak goed te demonstreren, worden in hoofdstuk 18 enkele cases behandeld, waarna men met de cases van hoofdstuk 19 zelf aan de slag kan gaan.





# Integrale industriële automatisering

1

## Leerdoelen hoofdstuk 1

De manier waarop een bedrijf in de markt concurreert, is bepalend voor de manier waarop zinvol geautomatiseerd kan worden. Automatisering wordt vaak ingezet om een deelprobleem op te lossen. Wordt echter gekeken naar het integrale industriële proces, inclusief de daarbij behorende informatiestromen én de manier van samenwerken van medewerkers met de automatisering, dan kan de effectiviteit van een automatisering fors toenemen. Na het bestuderen van dit hoofdstuk begrijp je het belang van de integrale aanpak en ben je in staat om enkele randvoorwaarden voor een integrale industriële automatisering oplossing te benoemen.



## 1.1 Inleiding

In een **fabriek** worden materialen vormgegeven en samengevoegd totdat er een gewenst onderdeel of product ontstaat. Hierbij kan het gaan om eenvoudige onderdelen maar ook om **machines** die uit duizenden onderdelen worden samengesteld. De werkzaamheden die in een fabriek moeten worden uitgevoerd zijn voor alle fabrieken, ongeacht de branche, vergelijkbaar.

Om een product te kunnen produceren, is het in eerste instantie belangrijk dat de daarvoor benodigde **grondstoffen** bij de fabriek worden aangeleverd. Aangezien zelden direct, na ontvangst van de grondstof, met de productie wordt gestart is het belangrijk dat de grondstoffen op een juiste manier worden opgeslagen en dat de aanwezige voorraden met hun voorraadposities worden geregistreerd. Opslag van grondstoffen vindt doorgaans plaats in daarvoor ingerichte magazijnen of opslagtanks.

Als de grondstoffen voor een product aanwezig zijn, kan in principe de productie worden opgestart. Daarvoor moeten de voor de productie benodigde grondstoffen eerst uit het magazijn worden gehaald en worden getransporteerd naar de plaats waar de grondstoffen bewerkt moeten worden. Zodra een bewerking is uitgevoerd, wordt het product of naar een tussenmagazijn vervoerd waar het ligt te wachten op een volgende bewerking, of het ondergaat

direct een volgende bewerking. Zodra de laatste bewerking aan het onderdeel is uitgevoerd, wordt het op een laatste werkplek verzendklaar gemaakt en naar de klant verzonden.

Bovenstaand proces voor een product dat slechts uit één of een beperkt aantal onderdelen bestaat, is erg overzichtelijk. De meeste producten die aan klanten geleverd moeten worden bestaan echter uit veel meer onderdelen. Moet er een product geleverd worden dat is opgebouwd uit duizenden onderdelen, dan moeten alle productiestappen voor de verschillende onderdelen van het product op een goede manier op elkaar worden afgestemd.

Sinds het ontstaan van industriële productie hebben mensen altijd gezocht naar mogelijkheden om het productieproces te vereenvoudigen en om bepaalde bewerkingen en handelingen te automatiseren. Hierbij ging het echter vaak om het automatiseren van losstaande, individuele werkplekken (**eilandautomatisering**). Sinds de vierde industriële revolutie is men er zich echter steeds meer van bewust, dat het grote voordelen biedt om eilandautomatisering om te zetten in een meer geïntegreerde manier van automatisering. Bij eilandautomatisering draait het vooral om productieautomatisering. Om eilandautomatisering te verbinden tot een geïntegreerde automatisering is het belangrijk dat er data over de processen beschikbaar zijn om zo de eilanden met elkaar te verbinden.

Daarom wordt in dit boek zowel de productieautomatisering als ook die aspecten van kantoorautomatisering (toegepaste kantoorsoftware) besproken, die deze verbindende brugfunctie kunnen vervullen. Beide aspecten zijn nodig om in de huidige tijd tot een goed concurrerende fabriek te komen. Als ultiem doel voor de (verre) toekomst kan daarbij gekeken worden naar een volledig geautomatiseerde fabriek. Vanwege de complexiteit van de productiewerkzaamheden zal dat er voor de meeste bedrijven niet in zitten. Wel is het goed om dit voor ogen te houden en gericht te kijken in hoeverre het zinvol is om te automatiseren.

## 1.2 Het doel van industriële automatisering

Elk bedrijf heeft zijn eigen redenen om te automatiseren. Automatisering wordt altijd ingezet om een probleem of belemmering, dat binnen het bedrijf wordt ervaren, op te lossen. De problemen of belemmeringen die in een bedrijf worden ervaren, hangen in sterke mate af van de interne capaciteit van het bedrijf (medewerkers, machines e.d.) en van de marktomstandigheden.

Veelvoorkomende redenen voor automatisering zijn:

- gebrek aan voldoende, goed gekwalificeerd, personeel;
- vergroten van de reproduceerbaarheid van de processen. Een geautomatiseerd proces levert bij dezelfde input ook steeds dezelfde output;

- verbeteren van de arbeidsomstandigheden in de fabriek. Door voor medewerkers zwaar en belastend werk te automatiseren, kunnen de arbeidsomstandigheden enorm worden verbeterd;
- vergroten van de productiecapaciteit;
- verlagen van de productiekosten;
- verkorten van doorlooptijden.

Voordat er met een automatisering wordt gestart, is het wenselijk om het te realiseren doel goed vast te leggen. Hoe ‘SMART-er’ het automatiseringsdoel wordt vastgelegd, hoe effectiever de uiteindelijke automatisering dit doel zal realiseren. Wordt een automatiseringstraject gestart zonder dat de beoogde doelstellingen goed en duidelijk zijn vastgelegd, dan zal dat leiden tot onnodige automatiseringskosten en een verminderd automatiseringsresultaat. Het doel van automatisering geeft daarmee duidelijk de daarbijbehorende taak van een engineer aan:

Het is de taak van een engineer om, vanuit de SMART-doelstellingen een oplossing te ontwikkelen die, tegen zo laag mogelijke kosten, invulling geeft aan het programma van **eisen**.



### 1.3 Integrale aanpak

Om in een bedrijf te komen van offerte tot het uitleveren van de door de klant bestelde producten, moeten medewerkers allerlei handelingen verrichten en moet er veel informatie worden gedeeld. Traditioneel wordt veel van deze informatie op papier gedeeld. Nadeel hiervan is dat dit een trage manier van communiceren is. Soms is de informatie zelfs al verouderd voordat deze kan worden gedeeld. Wordt bijvoorbeeld een planning op papier gecommuniceerd, dan kan deze planning (afhankelijk van bijvoorbeeld een spoedopdracht van een belangrijke klant) al snel achterhaald zijn. Digitalisering van gegevensstromen kan ervoor zorgen dat iedere betrokkene snel van de juiste, actuele informatie kan worden voorzien. Een dergelijke spoedopdracht kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat de planning wordt omgegooid, dat de machines en de medewerkers anders moeten worden ingezet en dat bijvoorbeeld een gepland transport voor een andere order moet worden verzet. Dit voorbeeld geeft duidelijk aan dat het steeds belangrijker wordt om bij automatisering niet alleen aan automatisering op de werkvloer of in de kantooromgeving te denken, maar om gericht te werken aan het integraal automatiseren van alle werkprocessen in het bedrijf.

Met de huidige stand der techniek is het in principe mogelijk om alle bedrijfsprocessen te automatiseren. Automatiseren is echter nooit het doel van een onderneming. Afhankelijk van hoe een bedrijf in de markt wil concurreren (zie paragraaf 1.4) is het wel of niet zinvol om bepaalde processen te automatiseren. Wel is het zo dat het steeds makkelijker wordt om dergelijke processen

te automatiseren en dat de daarvoor benodigde kosten steeds laagdrempeliger worden.

Waar voorheen kantoorautomatisering en industriële automatisering als twee zelfstandige en los van elkaar staande automatiseringstrajecten werden gezien, is dat nu niet meer het geval. Door deze twee met elkaar te vervlechten kan eilandautomatisering worden voorkomen en kan zowel de kantoorautomatisering als ook de industriële automatisering veel effectiever worden uitgevoerd. Veel van de aspecten die spelen bij het vervlechten van kantoor- en industriële automatisering worden daarom in een apart hoofdstuk (hoofdstuk 14) besproken.

## 1.4 Fundament voor automatisering

De behoefte aan automatisering wordt ingegeven door kansen die men ziet, of door problemen en hindernissen die men ervaart en waarvoor men een oplossing zoekt. Hierbij kan het gaan om wat men bij de huidige productie ervaart. Wil een bedrijf zich in de toekomst in een bepaalde richting ontwikkelen, dan kan het ook gaan om kansen, problemen en hindernissen die men voor te toekomst verwacht en waarop men zich wil voorbereiden.

Om de behoefte aan automatisering goed in beeld te brengen, is het noodzakelijk om eerst duidelijkheid te hebben over de concurrentiestrategie die een bedrijf nu en in de toekomst wil volgen. De gekozen concurrentiestrategie is het fundament waarop alle overige beslissingen en activiteiten, waaronder ook automatiseringsbeslissingen, worden gebaseerd. Er zijn vier mogelijke concurrentiestrategieën waar bedrijven uit kunnen kiezen:

### 1. Unieke producten en/of diensten

Bedrijven die (unieke) eigen producten en/of diensten ontwikkelen en in de markt zetten, kunnen hier uiteraard een sterke concurrentiepositie mee opbouwen. Bedrijven als ASML, Philips e.d. zijn hier sprekende voorbeelden van. Bij het concurreren op unieke producten en/of diensten wordt integrale industriële automatisering toegepast. De meeste bedrijven beschikken echter niet over dergelijke unieke producten en moeten dan ook concurreren op basis van een van de volgende concurrentiestrategieën. Ook de productie van unieke producten moet volgens een van de volgende drie strategieën worden opgezet.

### 2. Concurreren op verkoopprijs

Als een bedrijf wil concurreren op de verkoopprijs, dan is het belangrijk dat de kostprijs bij de productie zo laag mogelijk is. In dergelijke gevallen is dus een lage kostprijs een belangrijke randvoorwaarde voor het automatiseren van de productie. Dit vraagt om een automatiseringsoplossing waardoor de beschikbare productiecapaciteit maximaal en effectief kan worden ingezet.



*Integrale industriële automatisering* richt zich op het automatiseren van alle bedrijfsprocessen die in de industrie voorkomen, zowel bij enkelstuksproductie als bij massafabricage.

In het boek wordt uitgegaan van de bedrijfskundige doelstellingen van een onderneming. Vanuit deze doelstellingen worden industriële automatiseringsoplossingen behandeld die daar het beste op aansluiten. Om deze oplossingen goed te kunnen begrijpen, wordt kennis aangereikt van de diverse automatiseringscomponenten (zoals actuatoren, sensoren, besturingssystemen e.d.) die daarbij kunnen worden ingezet. Ook worden de mogelijkheden van nieuwe technieken behandeld zoals Industrial Internet of Things, Big Data, VR- en AR-technieken, kunstmatige intelligentie en hun raakvlakken met industriële automatisering. De gewenste bedrijfskundige doelen kunnen het beste worden gerealiseerd door kantoor- en industriële automatisering op een slimme manier te vervlechten. Hiermee behandelt het boek integraal alle automatisering.

Door de bedrijfskundige doelen te combineren met de automatiseringsmogelijkheden in de volle breedte, leert de student tot automatiseringsconcepten te komen. Door de haalbaarheid van deze concepten te onderzoeken, komt de student tot de beste automatiseringsoplossing.

Het boek wordt ondersteund door een online leeromgeving met daarop oefenvragen, het online boek, video's en PowerPoints voor docenten.

*Integrale industriële automatisering* is geschikt voor studenten in het hoger technisch onderwijs.

**JO VAN DE PUT** is werkzaam als adviseur bij de Koninklijke Metaalunie. Hij is auteur van diverse publicaties over productietechnieken en heeft jarenlange ervaring binnen het bedrijfsleven. Daarnaast werkt hij als docent bij Microcentrum.

