

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	9
------------------------------------	---

Vorwort	11
----------------------	----

GRUNDLAGENTEIL

1 Warum digitaler Retrofit?	15
1.1 Motivation	15
1.1.1 Use Case 1: Digitaler Retrofit als Condition-Monitoring-Ansatz	16
1.1.2 Use Case 2: Digitaler Retrofit für Predictive Maintenance zur Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit	16
1.1.3 Use Case 3: Digitaler Retrofit als Mittel gegen den Fachkräftemangel	16
1.1.4 Use Case 4: Digitaler Retrofit zur Flexibilisierung der Produktion ...	17
1.1.5 Use Case 5: Digitaler Retrofit zur Qualitätssicherung	18
1.1.6 Use Case 6: Digitaler Retrofit für das Product-Lifecycle- Management	19
1.2 Konzeption des digitalen Retrofit von Maschinen und Produktionsanlagen im Gesamtkontext des Unternehmens	19
2 Auswahl der geeigneten Integrationsstufe für den digitalen Retrofit	23
2.1 Integrationsstufen des digitalen Retrofit	23
2.1.1 Kurzprofil der Integrationsstufe 1: Sustaining	24
2.1.2 Kurzprofil der Integrationsstufe 2: Kooperativ	25
2.1.3 Kurzprofil der Integrationsstufe 3: Integrativ	27
2.1.4 Kurzprofil der Integrationsstufe 4: Disruptiv	28
2.1.5 Zusammenfassung	29
2.2 «Quick-Check Digitaler Retrofit» – Ermittlung der passenden Integrationsstufe	30
3 Retrofit-Strategie	35
3.1 Retrofit Strategie für Integrationsstufe 1 Sustaining-Konzept	35
3.1.1 Sensorik / Aktorik	35
3.1.2 Datenhandling	37
3.1.3 Einbindung in höhere Systeme	38
3.2 Retrofit Strategie für kooperatives Konzept	38
3.2.1 Sensorik / Aktorik	38
3.2.2 Datenhandling	40
3.2.3 Einbindung in höhere Systeme	41
3.3 Retrofit Strategie für integratives Konzept	41
3.3.1 Sensorik / Aktorik	42
3.3.2 Datenhandling	43
3.3.3 Einbindung in höhere Systeme	44
3.4 Retrofit Strategie für disruptives Konzept	44

3.4.1	Sensorik / Aktorik	44
3.4.2	Datenhandling	45
3.4.3	Einbindung in höhere Systeme	46
4	Entwicklung systemintegrierter Sensoren	47
4.1	Grundlagen	47
4.2	Generisches Smart-Sensor-Modell	51
4.3	Sensorintegration	52
4.4	Vorgehensmodell zur Entwicklung systemintegrierter Sensorik	59
5	Datenhandling und Netzwerkstruktur	63
5.1	Grundlagen	63
5.2	Datenhandling und Systemgrenzen	65
5.3	Überblick: Schnittstellen, Standards, Protokolle	66
6	Datenauswertung und Analyse	71
6.1	Datenvisualisierung	71
6.2	Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen	72
7	Rechtliche Aspekte eines Retrofits	77

PRAXISTEIL

1	Verzahnungsüberwachung in Getrieben – Sustaining	81
1.1	Quick-Check	81
1.2	Beschreibung des Umfelds	84
1.3	Herausforderung	84
1.4	Lösung	84
1.5	Umsetzung und Zielerreichung	86
2	IIoT-Demonstrator aus dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt – Sustaining	89
2.1	Quick-Check	89
2.2	Beschreibung des Umfelds	91
2.3	Herausforderung	92
2.4	Lösung	93
2.5	Umsetzung und Zielerreichung	95
3	Vorausschauender Filterwechsel in Reinstwasseranlagen – Sustaining	97
3.1	Quick-Check	97
3.2	Beschreibung des Umfelds	99
3.3	Herausforderung	100
3.4	Lösung	100
3.5	Umsetzung und Zielerreichung	101
4	Senogate – Sustaining	103
4.1	Quick-Check	103

4.2	Beschreibung des Umfelds	105
4.3	Herausforderung	105
4.4	Lösung	106
4.5	Umsetzung und Zielerreichung	108
5	Sensorgestützter Spritzgießprozess – Kooperativ	109
5.1	Quick-Check	109
5.2	Beschreibung des Umfelds	111
5.3	Herausforderung	111
5.4	Lösung	112
5.5	Umsetzung und Zielerreichung	113
6	Preisauszeichnungssystem – Kooperativ	115
6.1	Quick-Check	115
6.2	Beschreibung des Umfelds	117
6.3	Herausforderung	117
6.4	Lösung	118
6.5	Umsetzung und Zielerreichung	120
7	Sensor Technology Adapter Gateway (STAG) – Sustaining/Kooperativ	125
7.1	Beschreibung des Umfelds	125
7.2	Herausforderung	125
7.3	Lösung	126
7.3.1	Definition der Module	127
7.3.2	Architekturübersicht	128
7.3.3	Internes Informationsmodell	130
7.3.4	Automatisches Mapping auf das interne Informationsmodell	132
7.4	Umsetzung und Zielerreichung	134
8	Integration eines RevPi als «Off-the-Shelf»-Lösungen in eine Werkzeugmaschine – Integrativ	137
8.1	Quick-Check	137
8.2	Beschreibung des Umfelds	139
8.3	Herausforderung	139
8.4	Lösung	140
8.5	Umsetzung und Zielerreichung	140
9	Prozessoptimierung und Fernzugriff in eine Lasersintermaschine Typ EOS Formiga P100 – Integrativ	143
9.1	Quick-Check	144
9.2	Beschreibung des Umfelds	146
9.3	Herausforderung	146
9.4	Lösung	146
9.5	Umsetzung und Zielerreichung	148
10	CNC Drehmaschine – Disruptiv	151
10.1	Quick-Check	151
10.2	Beschreibung des Umfelds	154

10.3 Herausforderung	154
10.4 Umsetzung und Zielerreichung	154
11 Mustererkennung bei Wafermapdaten	161
11.1 Beschreibung des Umfelds	161
11.2 Herausforderung	162
11.3 Lösung	162
11.4 Umsetzung	163
Management Statement von FORCAM – Retrofit: «Der Schlüssel zu nachhaltiger Produktion ist die digitale Anbindung jeder einzelnen Maschine – alt wie neu»	167
Quellenverzeichnis	172
Stichwortverzeichnis	174
Lebensläufe der Autoren	175