

## Methodik zur Bewertung von Produktionssystemen in der frühen Entwicklungsphase

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung .....	1
1.1 Problematik.....	1
1.2 Zielsetzung .....	2
1.3 Vorgehensweise .....	3
2 Problemanalyse .....	5
2.1 Produktentstehungsprozess .....	5
2.2 Integrative Produkt- und Produktionssystemkonzipierung .....	9
2.2.1 Entwicklungsmethodik mechatronischer Systeme .....	9
2.2.1.1 Allgemeiner Problemlösungszyklus auf Mikroebene.....	10
2.2.1.2 V-Modell auf Makroebene .....	10
2.2.1.3 Vordefinierte Prozessbausteine zur Bearbeitung wiederkehrender Arbeitsschritte .....	11
2.2.2 Vorgehen bei der integrativen Produktionssystemkonzipierung .....	12
2.2.3 Spezifikation von Produktionssystemmodellen.....	15
2.2.3.1 Systems Modelling Language (SysML) .....	15
2.2.3.2 CONSENS (Conceptual Design Specification Technique for the Engineering of Complex Systems) .....	16
2.3 Planung und Ausarbeitung von Produktionssystemen .....	21
2.3.1 Arbeitsplanung.....	22
2.3.1.1 Arbeitsablaufplanung .....	22
2.3.1.2 Arbeitsmittelplanung .....	23
2.3.1.3 Arbeitsstättenplanung .....	23
2.3.1.4 Materialflussplanung.....	24
2.3.2 Fabrikplanung.....	25
2.3.2.1 Idealplanung .....	28
2.3.2.2 Realplanung .....	29
2.3.2.3 Feinplanung.....	30

2.4	Bewertungsdimensionen von Produktionssystemen .....	32
2.4.1	Bewertung der Leistungsfähigkeit.....	32
2.4.1.1	Produktionstechnologien und -verfahren .....	33
2.4.1.2	Betriebsmittel.....	34
2.4.1.3	Struktur und Layout .....	36
2.4.1.4	Durchlaufzeit und Bestände.....	37
2.4.1.5	Produktivität.....	38
2.4.1.6	Flexibilität und Wandlungsfähigkeit .....	39
2.4.2	Bewertung von Kosten und Wirtschaftlichkeit.....	41
2.4.2.1	Produktionsstückkosten.....	41
2.4.2.2	Lebenszykluskosten .....	42
2.4.2.3	Wirtschaftlichkeit.....	44
2.5	Anforderungen an die Methodik.....	46
3	Stand der Technik.....	49
3.1	Reifegradmanagement für Produktionssysteme.....	49
3.1.1	Software Process Improvement and Capability Determination (SPICE) .....	49
3.1.2	Systematik zur Reifegradbewertung nach BENSIEK .....	51
3.1.3	Reifegradmodell nach ANKELE ET AL. und BAUMGÄRTNER.....	52
3.1.4	IAO-Reifegradmodell nach KORGE.....	54
3.2	Anwendungsspezifische Bewertung von Produktionssystemen .....	55
3.2.1	Monetäre Bewertungsmethoden.....	56
3.2.1.1	Methodik zur Herstellkostenbewertung nach LANZA ET AL. ....	56
3.2.1.2	Methodik zum Life-Cycle-Controlling nach NIEMANN .....	57
3.2.1.3	Bewertung vernetzter Produktionsstandorte nach KREBS.....	59
3.2.2	Adaptivitätsorientierte Bewertungsmethoden .....	59
3.2.2.1	Bewertungssystem der Wandlungsfähigkeit nach WIENDAHL ET. AL. ....	59
3.2.2.2	Bewertung wandlungsfähiger Produktionssysteme nach MÖLLER .....	61
3.2.2.3	Methodik zur Flexibilitätswertung nach ROGALSKI..	63
3.2.2.4	Kennzahlensystem zur Flexibilitätswertung nach SCHUH ET AL. ....	64
3.2.3	Industriespezifische Bewertungsmethoden .....	65
3.2.3.1	Bewertung der Energieeffizienz nach WEINERT .....	65
3.2.3.2	Risikobewertung nach KÖNIG.....	66

3.3	Multikriterielle Bewertung von Produktionssystemen.....	67
3.3.1	Basismethoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung .....	68
3.3.1.1	Nutzwertanalyse .....	68
3.3.1.2	Analytic Hierarchy Process / Analytic Network Process.....	69
3.3.1.3	PROMETHEE.....	70
3.3.1.4	TOPSIS .....	71
3.3.2	Methoden der entwicklungsbegleitenden Bewertung von Produktionssystemen .....	73
3.3.2.1	Methodik zur Generierung und Bewertung von Fertigungsfolgen nach TROMMER .....	73
3.3.2.2	Entwicklungs- und planungsbegleitende Bewertung von Produktionsalternativen nach MÜLLER .....	74
3.3.2.3	Strategische Planung von Technologieketten nach SCHINDLER.....	75
3.3.2.4	Lebenszyklusorientierte Adaption und Bewertung von Produktionsstrukturen nach POHL.....	76
3.3.2.5	Modell zur ganzheitlichen Bewertung von Produktionsalternativen nach GISSLER und WARNECKE .....	77
3.4	Handlungsbedarf .....	78
4	Methodik zur Bewertung von Produktionssystemen in der frühen Entwicklungsphase .....	83
4.1	Einordnung und Grundansatz der Methodik.....	83
4.2	Bestandteile der Methodik .....	85
5	Anwendung der Methodik .....	87
5.1	Einführung in das Anwendungsbeispiel.....	87
5.2	Ermittlung von Bewertungskriterien .....	89
5.2.1	Reifegradanalyse der Produktionssystemaspekte.....	90
5.2.1.1	Initialisierungsphase .....	90
5.2.1.2	Konfigurationsphase .....	93
5.2.1.3	Kombinationsphase .....	96
5.2.1.4	Optimierungsphase .....	99
5.2.2	Bildung des konzeptspezifischen Gesamt-Reifegrads.....	104
5.2.3	Ableitung reifegradspezifischer Bewertungskriterien .....	105
5.2.4	Anwendungsbeispiel Reifegradanalyse .....	106
5.2.4.1	Bestimmung des Prozessreifegrades .....	106
5.2.4.2	Bestimmung des Ressourcen-Reifegrades .....	108
5.2.4.3	Bestimmung des Gestalt-Reifegrades .....	110

5.2.4.4	Bestimmung des Verhalten-Reifegrads .....	111
5.2.4.5	Dokumentation des konzeptspezifischen Reifegrades .....	113
5.2.4.6	Ermittlung reifegradspezifischer Kriterien .....	114
5.3	Leistungsbewertung von Produktionssystemalternativen .....	115
5.3.1	Gewichtung der Bewertungskriterien .....	118
5.3.2	Ermittlung des Erfüllungsgrads .....	120
5.3.3	Berechnung der konsolidierten Leistungskennzahl .....	122
5.3.4	Anwendungsbeispiel Leistungsbewertung .....	124
5.4	Kostenbewertung von Produktionssystemalternativen .....	125
5.4.1	Kosten für Technologiekompetenzen .....	126
5.4.2	Kosten für Ressourcen .....	128
5.4.3	Kosten für Infrastruktur .....	131
5.4.4	Konsolidierung der Kosten- und Leistungsbewertung .....	134
5.4.5	Anwendungsbeispiel Kostenbewertung .....	135
5.5	Wirtschaftlichkeitsbewertung von Produktionssystemalternativen .....	136
5.5.1	Bestimmung der statischen Produktionsstückkosten .....	137
5.5.2	Berechnung des Kapitalwerts .....	147
5.5.3	Berücksichtigung strategischer Vorteile .....	149
5.5.4	Anwendungsbeispiel Wirtschaftlichkeitsbewertung .....	151
5.6	Bewertung der Methodik anhand der Anforderungen .....	152
6	Zusammenfassung und Ausblick .....	155
7	Abkürzungsverzeichnis .....	157
8	Literaturverzeichnis .....	159

## Anhang

A1	Ergänzungen zum Produktkonzept des Pedelecs .....	A-1
A2	Ableitung reifegradspezifischer Kriterien .....	A-4