

Systematik für die integrative Konzipierung der Montage auf Basis der Prinziplösung mechatronischer Systeme

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Problematik	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Vorgehensweise	4
2 Problemanalyse	5
2.1 Begriffsbestimmungen	5
2.1.1 Produktentstehung	5
2.1.2 Prinziplösung – Konzept – Konzeption	6
2.1.3 Systematik – Methodik	6
2.1.4 Der Systembegriff	7
2.1.5 Produktstruktur – Erzeugnisstruktur – Erzeugnisgliederung	8
2.1.6 Gestalt – Baustruktur	10
2.1.7 Produktion – Fertigungstechnik – Fertigung	11
2.1.8 Montage – Fügen	11
2.1.9 Produktionssystem	12
2.1.10 Montageablaufstruktur – Montagevorranggraph	13
2.2 Der Produktentstehungsprozess	14
2.3 Mechatronische Systeme	17
2.4 Entwicklung mechatronischer Produkte	18
2.4.1 Entwicklung als Problemlösungsprozess	18
2.4.2 Entwicklungsmethodik für technische Systeme und Produkte ...	20
2.4.3 Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme	23
2.4.3.1 Problemlösungszyklus als Mikrozyklus	24
2.4.3.2 V-Modell auf der Makroebene	24
2.4.4 Fazit und Einordnung der zu entwickelnden Systematik	26
2.5 Entwicklung von Produktionssystemen	26
2.5.1 Aufgaben der Arbeitsplanung	27
2.5.1.1 Arbeitsablaufplanung	28
2.5.1.2 Arbeitsmittelplanung	28
2.5.1.3 Arbeitsstättenplanung	29

2.5.1.4	Materialflussplanung (Produktionslogistik).....	30
2.5.2	Entwicklungssystematik für Produktionssysteme.....	30
2.5.2.1	Systematik zur Planung und Einführung komplexer Produktionssysteme.....	31
2.5.2.2	Vorgehen bei der Arbeitsablaufplanung.....	33
2.5.2.3	Vorgehen bei der Montageplanung.....	34
2.5.3	Fazit und Einordnung der zu entwickelnden Systematik.....	38
2.6	Integrative Konzipierung mechatronischer Systeme und der zugehörigen Produktionssysteme.....	38
2.6.1	Spezifikationstechnik CONSENS zur Beschreibung der Produkt- und Produktionssystemkonzeption.....	39
2.6.2	Vorgehensmodell für die integrative Konzipierung.....	44
2.6.3	Fazit und Einordnung der zu entwickelnden Systematik.....	47
2.7	Problemabgrenzung.....	48
2.8	Anforderungen.....	52
3	Stand der Technik.....	54
3.1	Integrative Entwicklung von Produkt und Montage.....	54
3.1.1	Integrierter Vorgehensplan für Konstruktion und Montageplanung nach BICHELMAIER.....	54
3.1.2	Integrierte Produktentwicklung und Montageplanung nach GRUNWALD.....	57
3.1.3	Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen nach MÜLLER.....	58
3.1.4	Systematik zur Produktionssystemkonzipierung auf Basis der Prinziplösung mechatronischer Systeme nach NORDSIEK.....	61
3.2	Frühzeitige Gestaltmodellierung.....	62
3.2.1	Methodisches Gestalten nach EHRENSPIEL.....	63
3.2.2	Baukonzept nach PONN/LINDEMANN.....	63
3.2.3	Contact and Channel Model nach ALBERS/MATTHIESEN.....	65
3.2.4	Schrittweise Gestaltsynthese nach LEMBURG.....	66
3.2.5	Module Interface Graph nach BLEES.....	67
3.3	Montageorientierte Produktstrukturierung.....	68
3.3.1	Design Structure Matrix.....	69
3.3.2	Produktstrukturierung nach STEFFEN.....	70
3.3.3	Produktstrukturierung nach DAHL.....	72
3.3.4	Methodische Unterstützung der Systembildung (METUS).....	74
3.3.5	Modularisierung nach KOEPPEN.....	76
3.3.6	Modularisierung nach VDI-Richtlinie 2223.....	78
3.3.7	Festlegung der Produktarchitektur nach SEDCHAICHARN.....	79

3.4	Technologieauswahl.....	81
3.4.1	Verbindungsauswahl nach VDI-Richtlinie 2232	81
3.4.2	Technologieauswahl nach ASHBY.....	83
3.4.3	Technologieauswahl nach SWIFT/BOOKER.....	85
3.4.4	Konstruktionskataloge.....	86
3.5	Montagegerechte Produktgestaltung	88
3.5.1	Design for Assembly (DfA).....	88
3.5.2	Informationssystem für DfX-Richtlinien nach BAUER	90
3.6	Kommerzielle Softwaresysteme für die integrierte Produktentstehung	91
3.7	Handlungsbedarf.....	92
4	Anwendungsbeispiel Pedelec.....	96
5	Systematik zur integrativen Konzipierung der Montage.....	99
5.1	Grundidee.....	99
5.2	Lösungsansatz	100
5.3	Prinzipielles Vorgehen der Systematik.....	101
5.4	Bestandteile der Systematik.....	104
5.4.1	Vorgehensmodell	105
5.4.2	Spezifikationstechnik.....	105
5.4.3	Methoden	106
6	Anwendung der Systematik zur Konzipierung der Montage	108
6.1	Konzipieren der Produktgestalt	108
6.1.1	Spezifikation der Produktgestalt.....	109
6.1.1.1	Gestaltung von Bauteilen	112
6.1.1.2	Gestaltung von Baugruppen	113
6.1.2	Analyse der Wirkstruktur	114
6.1.3	Formalisierung der Bauzusammenhänge	116
6.1.4	Konkretisierung der Bauzusammenhänge	117
6.2	Planen und Klären der Montageaufgabe.....	119
6.2.1	Analyse der Produkthanforderungen.....	119
6.2.2	Ermittlung weiterer Montageanforderungen.....	120
6.2.3	Festlegung der grundsätzlichen Montagemethode	121
6.3	Montageorientierte Produktstrukturierung	122
6.3.1	Identifikation von Montagezwangsfolgen	124
6.3.2	Ableitung der Beziehungsmatrizen.....	126
6.3.3	Montageorientierte Strukturierung.....	128
6.3.3.1	Cluster.....	130
6.3.3.2	Brücken und freie Elemente.....	132

6.3.3.3	Clusterüberlappung	133
6.3.4	Erstellung der montageorientierten Erzeugnisgliederung	135
6.4	Konzipierung des Montageprozesses	136
6.4.1	Ableitung einer ersten Prozesskette.....	137
6.4.2	Ergänzung bekannter Montageprozesse	138
6.4.3	Hierarchisierung und Detaillierung der Montageprozesse	139
6.4.4	Auswahl neuer Montageverfahren	144
6.4.4.1	Formulierung der Verbindungsanforderungen	145
6.4.4.2	Identifikation geeigneter Montageverfahren.....	146
6.4.4.3	Bewertung und Auswahl	148
6.4.4.4	Konkretisierung der Prozesskette	150
6.4.4.5	Anpassung der Prinziplösung / Verfahrensentwicklung	150
6.4.5	Ableitung von Produktrestriktionen.....	151
6.5	Konzipierung des Montagesystems	153
6.5.1	Auswahl und Zuweisung der Ressourcen	153
6.5.1.1	Analyse der Eingangsinformationen	153
6.5.1.2	Erstellen von Ressourcenmatrizen	154
6.5.1.3	Analyse der Verfügbarkeit.....	154
6.5.1.4	Verknüpfung zu Ressourcenfolgen	155
6.5.1.5	Aufstellen des Ressourcendiagramms.....	155
6.5.2	Anordnung der Ressourcen	156
6.6	Bewertung der Anforderungserfüllung der Systematik.....	157
7	Zusammenfassung und Ausblick	160
8	Abkürzungsverzeichnis	163
9	Literaturverzeichnis	167

Anhang

A1 Ergänzungen zur Entwicklungsmethodik für die Konzipierung mechatronischer Systeme	A-1
A2 Ergänzungen zum Stand der Technik	A-2
A2.1 Symbolik zur Gestaltbeschreibung	A-2
A2.2 Übersicht Checklisten und Konstruktionskataloge	A-3
A2.3 Ergänzungen zur Technologieauswahl nach ASHBY	A-5
A2.4 Ergänzungen zur Technologieauswahl nach SWIFT/BOOKER	A-7
A3 Ergänzungen zum Produktkonzept des Pedelecs	A-8
A4 Ergänzungen zur Anwendung der Systematik	A-11
A4.1 Sichtenbildung im Mechatronic Modeller	A-11
A4.2 Klassifikation von Verbindungen	A-12
A4.3 Faktoren zur Bestimmung von Montageanforderungen	A-13
A4.4 Gewichtungsfaktoren für die Produktstrukturierung	A-14
A4.5 Identifikation von Clustern am Beispiel Pedelec	A-15
A4.6 Montageorientierte Erzeugnisgliederung	A-16
A4.7 Gliederungsansätze in der Montage	A-17
A4.8 Bestimmung der Bewertungssumme	A-18
A4.9 Technologiesteckbrief	A-20
A4.10 Konzipierung auf Ressourcenebene nach NORDSIEK	A-21