

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Belastungsorientierte Fertigungssteuerung (<i>H.-P. Wiendahl</i>)	1
1.1	Anforderungen an die Fertigungssteuerung	1
1.2	Das Modell des Produktionsablaufs	3
1.3	Anwendung des Durchlaufdiagramms als Basis eines Monitorsystems	11
1.4	Die Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA)	15
1.5	Terminorientierte Kapazitätsplanung	22
1.6	Einfluß von Prioritätsregeln	25
1.7	Einsatzbereich der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung	26
1.8	Ausblick	28
1.9	Literatur	30
2	Voraussetzungen für den Einsatz der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe (<i>K.-H. Ritter</i>)	33
2.1	Einführung	33
2.2	Die technischen Voraussetzungen	33
2.2.1	Die Aufträge liegen nach Losgrößen fest	34
2.2.2	Die Aufträge haben einen vorgegebenen Endtermin	36
2.2.3	Ein Arbeitsplan mit Zeiten ist vorhanden	38
2.2.4	Das Material ist verfügbar	40
2.2.5	Werkzeuge und Vorrichtungen sind verfügbar	41
2.2.6	Die verfügbare Kapazität ist bekannt	41
2.2.7	Die Arbeitsgangrückmeldungen funktionieren	42
2.2.8	Das Auftragsvolumen ist nach Menge und Termin mit den Kapazitäten abgestimmt	43
2.3	Personelle Voraussetzungen: Die Mitarbeiter kennen und unterstützen das Verfahren	47
2.4	Literatur	48
3	BORA-X – Ein System der Auftragsfreigabe mit Belastungsschranke für mehrplatzfähige Abteilungsrechner (<i>J. Lemke und N. Herrmann</i>)	49
3.1	Orientierung an neuen Zielsetzungen	49
3.2	BORA-X in der praktischen Anwendung	51
3.2.1	Strukturierung der Fertigung anhand des Trichtermodells	54
3.2.2	Belastungsschranke und Terminschranke	57
3.3	Belastungsmethodik	57
3.4	Die wichtigsten Funktionen von BORA-X	61
3.4.1	Die Schnittstelle zum PPS-System	62
3.4.2	Probereinlasten / Simulation	64
3.4.3	Einlasten – Auftragsfreigabe	65
3.4.4	Auftragsfortschrittüberwachung – Rückmelden	67
3.4.5	Auftragssonderbehandlung	69
3.4.6	Terminbaustein	72
3.4.7	Auswertungen	75
3.4.8	Kapazitätsbedarfsplanung	79
3.5	<u>Praxiserfahrungen bei der Einführung von BORA-X</u>	81
3.5.1	Vorbereitende Maßnahmen zum Einsatz von BORA-X	82
3.5.2	Einführungsstrategien für BORA-X	87
3.5.3	Nachbereitende Maßnahmen	89

3.5.4 Weiterentwicklungen, resultierend aus den praktischen Erfahrungen mit BORA-X	90
3.6 Ausblick	91
3.7 Literatur	92
4 Erfahrungen mit der Belastungsorientierten Auftragssteuerung bei der Siemens AG (<i>H.-A. Ulfers</i>)	95
4.1 Einführung	95
4.2 Einsatzbeispiele	99
4.3 Erfahrungen	106
4.4 Literatur	115
5 Aufbau und Realisierung des Kontroll- und Planungssystems zur Fertigungssteuerung – KPSF (<i>W. Bechte</i>)	117
5.1 Einführung	117
5.2 Konzept des Fertigungssteuerungssystems KPSF	117
5.3 Komponenten und Integration des Gesamtsystems	120
5.4 Auftragsanlage und mittelfristige Kapazitätsplanung	124
5.4.1 Bestimmung der Freitermine je Arbeitsplatz	124
5.4.2 Mittelfristige Terminplanung der Aufträge	125
5.4.3 Mittelfristige Kapazitätsplanung	127
5.5 Auftragsfreigabe und kurzfristige Kapazitätsplanung	128
5.5.1 Bestimmung der Last-Schranken je Arbeitsplatz	128
5.5.2 Kurzfristige Terminplanung der Aufträge	129
5.5.3 Kurzfristige Kapazitätsplanung	130
5.6 Auswertungen des Kontrollsystems	131
5.7 Zusammenfassung	136
5.8 Literatur	137
6 Erfahrungen mit dem System KPSF zur Belastungsorientierten Fertigungssteuerung in einem Maschinenbaubetrieb mittlerer Größe (<i>E. Holzhüter und W. Friedrichs</i>)	139
6.1 Einführung	139
6.2 Warum Belastungsorientierte Fertigungssteuerung?	140
6.3 Zielsetzungen für die neue Fertigungssteuerung	141
6.3.1 Spezielle Zielvorgaben	141
6.3.2 Allgemeine Ziele	142
6.4 Projekteinführung	143
6.5 Ergebnisse	144
6.6 Kosten-/Nutzen-Analyse	151
6.7 Zusammenfassung	152
7 Kontroll- und Planungssystem zur Belastungsorientierten Fertigungssteuerung im Dialog – Anwendererfahrungen (<i>R. Büttner</i>)	153
8 Belastungsorientierte Fertigungssteuerung in einem modernen PPS-System (<i>H. Schmitt</i>)	161
8.1 Rückblick und Entwicklungsstand	161
8.2 Anforderungen an moderne PPS-Systeme	162
8.2.1 Realitätsgerechte Modelle des Produktionsablaufes	162

8.2.2 Zielorientierte Regelverfahren mit wenigen Stellgrößen	163
8.2.3 PPS-Kontroll- und Diagnosesysteme	163
8.2.4 Eingriffsmöglichkeiten mit Simulationsunterstützung	163
8.2.5 Datentechnische Integrationsfähigkeit	164
8.3 Das Konzept im Überblick	164
8.3.1 Der Planungsprozeß im Fertigungsunternehmen	164
8.3.2 Regeltechnische Ansätze	169
8.3.3 Die Einbindung der Belastungssteuerung in die Architektur des PPS-Systems	171
8.4 Erfahrungen aus Praxisanwendungen	173
8.4.1 Organisatorische Voraussetzungen	173
8.4.2 Was kann erreicht werden?	174
8.5 Resümee	177
8.6 Literatur	177
9 Belastungsorientierte Auftragsfreigabe bei der Hilti AG (<i>R. Knecht</i>)	179
9.1 Einführung	179
9.2 Das System PAS mit der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	181
9.2.1 Ursachen und Ziele	181
9.2.2 PAS-Funktionen	182
9.2.3 Einführungs- und Betriebsphase – Ergebnisse nach zwei Betriebsjahren	189
9.2.4 PAS-Charakteristika	191
9.3 Weitere Realisierungen bei Hilti	192
9.3.1 Bereiche	192
9.3.2 Integration CIM	193
10 Aufbau eines Fertigungssteuerungssystems zur Kapazitäts-, Durchlaufzeit- und Bestandsplanung (<i>B. Erdlenbruch</i>)	195
10.1 Entwicklungsgeschichte	195
10.2 Umfang der belastungsorientierten PPS-Ergänzungen	196
10.2.1 Das Prinzip der belastungsorientierten Steuerung	196
10.2.2 Funktionen von PPS-Systemen	197
10.3 Belastungsorientiert ergänzte Funktionen	199
10.3.1 Realistische Durchlauf- und Bestandsplanung	199
10.3.2 Terminorientierte Kapazitätsplanung	201
10.3.3 Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	202
10.3.4 Termin- und belastungsorientierte Arbeitszuteilung	204
10.3.5 Eigenschaften der belastungsorientierten Steuerung	204
10.4 Realisierung der belastungsorientierten Steuerung	205
10.4.1 Berücksichtigung von Besonderheiten der Planung	205
10.4.2 Durchgängigkeit der belastungsorientierten Methodik	206
10.4.3 Wahrung des Bedarfsbezuges	207
10.4.4 Aktualität der Planung	208
10.5 Integration in ein komplettes PPS-System	208
10.5.1 Vorgehensweise	208
10.5.2 Aufwand und organisatorische Voraussetzungen	210
10.5.3 Programmtechnik	210
10.6 Die Anwendung von PM-COMPACT	211
10.7 Literatur	211



11 Bestands- und Durchlaufzeitprobleme und Ansätze zu ihrer Lösung – Bericht aus einem Unternehmen der Labormeßtechnik (<i>B. Schewski</i>)	213
11.1 Produktionsprogramm, Produktstruktur und Marktbedingungen	213
11.2 Fertigungsstruktur	214
11.3 Lösungsansätze	214
11.4 Anforderungen an Prognosen, Produktionsplanung und -steuerung	219
11.5 Literatur	220
12 Belastungsorientierte Auftragsfreigabe im Fertigungssteuerungssystem INTEPS-FS (<i>K. Brankamp</i> und <i>J. Braas</i>)	221
12.1 Einführung	221
12.2 Programmphilosophie und Verarbeitungsprinzipien	221
12.3 Funktionen eines Fertigungssteuerungssystems	222
12.3.1 Voraussetzungen für Fertigungssteuerungssysteme	225
12.3.2 Terminierungsfunktionen	225
12.3.2.1 Durchlaufterminierung	225
12.3.2.2 Auftragsnetzterminierung	228
12.3.2.3 Mittelpunktterminierung	228
12.3.2.4 Fixterminierung	229
12.3.2.5 Automatische Fristenreduzierung	229
12.3.3 Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	230
12.3.4 Kapazitätsterminierung	233
12.4 Diagnose- und Kontrollsystem	235
13 Integration der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe in ein Fertigungssteuerungssystem bei einem Unternehmen der Luftfahrt- ausrüsterindustrie (<i>F. Stoffels</i>)	237
13.1 Das Unternehmen und seine Strukturen	237
13.2 Problemstellung und Zielsetzung	238
13.3 Neues PPS-System	242
13.4 Auftragssteuerungssystem	243
13.4.1 Funktionen im Auftragssteuerungssystem	243
13.4.2 DV-System	243
13.4.3 Ablauforganisation	244
13.5 Erwartung und Begründung	252
13.6 Literatur	253
14 Die Belastungsorientierte Auftragsfreigabe als COPICS-Baustein (<i>W. Aldinger</i>)	255
14.1 Zielgrößen im Produktionsmanagement	255
14.2 Entwicklung	256
14.3 Belastungsorientierte Auftragsfreigabe als COPICS-Baustein	256
14.3.1 Einbindung der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	256
14.3.2 Voraussetzungen	257
14.4 Implementierung der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	258
14.4.1 Einführungsphase	258
14.4.2 Planungsparameter	259
14.4.2.1 Plandurchlaufzeit	259
14.4.2.2 Planperiode	259
14.4.2.3 Belastungsschranke	260

14.4.2.3.1	Belastungsschranke im Sinne des Moduls Auftragsterminierung	261 261
14.4.2.3.2	Belastungsschranke im Sinne von BOA	261
14.4.2.4	Faktor für Plandurchlaufzeit	261
14.5	Funktionsumfang	262
14.5.1	Auftragsfreigabe	262
14.5.1.1	Auftragsfreigabe in Stapelverarbeitung	263
14.5.1.2	Auftragsfreigabe im Dialogbetrieb	263
14.5.2	Auftragsterminierung	263
14.5.3	Rückkopplung zur Materialbedarfsplanung	265
14.5.4	Rückmeldungen	265
14.5.5	Verwalten der Arbeitsplatzdaten	265
14.5.6	Schnittstellen zu KOSYF	266
14.6	Zusammenfassung	266
15	Erfahrungen bei der Implementierung der Belastungsorientierten Auftrags- freigabe (<i>H. Sohn</i>)	267
15.1	Das Unternehmen FESTO	267
15.2	Zielsetzung der Fertigungssteuerung	267
15.3	Neues Fertigungssteuerungssystem bei FESTO	269
15.4	Einsatz der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe bei FESTO	270
15.4.1	Festlegung der Parameter	271
15.4.2	Probleme bei der Einführung	271
15.4.3	Die gewandelten Aufgaben der Fertigungssteuerung	271
15.5	Voraussetzungen zum Einsatz von BOA	272
15.6	Vorgehensweise bei der Einführung	272
15.7	Stärken und Schwächen der neuen Fertigungssteuerung	273
15.8	Ergebnisse und Zusammenfassung	274
15.9	Literatur	274
16	Die Belastungsorientierte Fertigungssteuerung für mechanische Fertigungen in der BMW AG (<i>R. Storfinger</i>)	275
16.1	Der Gedanke der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung	275
16.2	Die Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BORA) im Hause BMW	276
16.2.1	Festlegen der Steuerungsparameter	277
16.2.2	DV-Ablauf / Hardwarekonzept	278
16.2.3	Aufbau und Ablauf von BORA	279
16.2.3.1	Funktionsablauf	279
16.2.3.2	Ermittlung der Durchlaufzeiten	281
16.2.3.3	Festlegen der Auftragsprioritäten	282
16.2.3.4	Einlastung der Aufträge	283
16.2.3.5	BORA-Anwendergraphiken	284
16.2.3.5.1	Das Belastungs-Leistungs-Diagramm (Durchlaufzeitdiagramm)	284 284
16.2.3.5.2	Das Kapazitätsvorschau-Diagramm	285
16.2.3.5.3	Das Durchlaufzeit-Verteilungs-Diagramm	286
16.3	Vier Jahre BORA – Erfahrungen aus der Praxis	287
16.3.1	Schwierigkeiten und Hindernisse	287
16.3.2	Nutzeffekte im praktischen Betrieb	288

X	17 Einsatz der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung in flexiblen Fertigungssystemen (E. Gottschalk)	289
	17.1 Einführung	289
	17.2 Charakteristik des FFS	289
	17.3 Steuerung des FFS	292
	17.4 Arbeitsverteilung – Kernstück der Produktionsprozeßsteuerung im FFS	294
	17.5 Steuermodell	295
	17.5.1 Drei Varianten der Überprüfung im ersten Schritt	296
	17.5.2 Rechenprogramm zur Simulation der Varianten	296
	17.5.3 Ergebnisse der Variantenrechnung	299
	17.6 Spezifika eines FFS und ihre Einflüsse auf die Einfügung des Modells "Belastungsorientierte Auftragsfreigabe" in das Programmsystem zur Steuerung	301
	17.6.1 Berücksichtigung einer Werkzeugschranke	301
	17.6.2 Aufteilung der Bearbeitungszeit in interne und externe Anteile	303
	17.7 Zusammenfassender Ablauf der Steuerung im FFS	304
	17.8 Zusammenfassung	305
	17.9 Literatur	305
	18 Anwendung der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung in Gießereibetrieben – Praxisbeispiel (E. Gottschalk und M. Schenk)	307
	18.1 Einführung	307
	18.2 Charakteristik der Prozeßstufe "Gießerei"	309
	18.3 Besonderheiten der Gießereiprozeßstufen zur Anwendung der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	312
	18.3.1 Form- und Kernformstoffaufbereitung	312
	18.3.2 Kernherstellung	312
	18.3.3 Formherstellung (Gießerei mit verlorenen Formen)	312
	18.3.4 Gußteilherstellung (Gießereien mit Dauerformverfahren)	313
	18.3.5 Schmelzgutherstellung	313
	18.3.6 Nachbehandlung	313
	18.4 Schlußfolgerungen zur Anwendung der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe in Gießereien	314
	18.5 Modell der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung für Gießereien	316
	18.5.1 Formen- und Gußteilherstellung	316
	18.5.2 Kernherstellung	316
	18.5.3 Nachbehandlung	318
	18.5.4 Modifikationen des Trichtermodells	318
	18.6 Praxisbeispiel	322
	18.7 Zusammenfassung	325
	18.8 Literatur	325
K	19 Die Belastungsorientierte Fertigungssteuerung als mehrstufiges Planungs- und Steuerungsverfahren in einem Traktoren- und Dieselmotorenwerk (E. Gottschalk und H. Lewy)	327
	19.1 Kurzcharakteristik des Betriebes	327
	19.2 Neue Lösung der PPS	327
	19.3 Lösung der Teilefertigung	330
	19.4 Lösung der Fahrzeugmontage	331
	19.5 Ergebnisse und Erfahrungen	337
	19.5.1 Ergebnisse	337

19.5.2 Erfahrungen	337
19.6 Literatur	338
20 Werkstattsteuerungsprinzipien im Vergleich – Schwerpunkt: Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (<i>J. Müller</i>)	339
20.1 Einführung	339
20.2 Prinzipien der Werkstattsteuerung	339
20.2.1 Betriebsauftragssteuerung	340
20.2.2 Durchsatzsteuerung	342
20.2.3 Zwangssteuerung	343
20.3 Steuerungsprinzip und Anstoßlogik	343
20.3.1 Ziehlogik – Beispiele	345
20.3.1.1 Kanban	345
20.3.1.2 Fortschrittszahlen	348
20.3.2 Schiebelogik – Beispiele	351
20.3.2.1 OPT (Optimized Production Technology)	351
20.3.2.2 Betriebsauftragssteuerung	353
20.3.2.3 Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	354
20.4 Einflußfaktoren der Werkstattsteuerung	356
20.4.1 Produktvarianz und Wiederholhäufigkeit	357
20.4.2 Fertigungsstruktur	357
20.4.3 Durchlaufzeitstreuung und Verhältnis von Durchlaufzeit zu Lieferzeit	357
20.5 Zusammenfassung	358
21 Logistische Analyse mehrstufiger Produkte als Ausgangspunkt für eine Reorganisation des gesamten Auftragsdurchlaufs (<i>U. Dombrowski</i>)	361
21.1 Vorstellung der Philips Medizin Systeme GmbH, Hamburg	361
21.2 Ausgangssituation und Zielsetzung	361
21.3 Logistische Ablaufanalyse anhand eines ausgewählten Produktes	362
21.4 Möglichkeiten einer montageorientierten Auftragskontrolle	371
21.5 Ansatzpunkte zur Erfüllung der logistischen Zielsetzungen	375
21.6 Zusammenfassung und Ausblick	378
21.7 Literatur	378
21.8 Abkürzungsverzeichnis	379
22 Logistisches Produktions-Controlling am Anwendungsbeispiel eines universellen Monitorsystems für Fertigungsabläufe (<i>W. Ullmann</i>)	381
22.1 Einführung	381
22.2 Aspekte des Produktions-Controllings	384
22.3 Systematik des logistischen Produktions-Controllings	385
22.4 Universelles Monitorsystem	388
22.4.1 Konzept der Datenaufbereitung	388
22.4.2 System-Realisierung	389
22.5 Praktische Anwendung am Fallbeispiel	392
22.5.1 Controlling-orientiertes Berichtswesen	393
22.5.1.1 Allgemeines	393
22.5.1.2 Definition und Anwendung der Berichtsformen	395
22.5.2 Dialog-orientierte Auswertungen	400
22.5.2.1 Kurz- und mittelfristige Darstellungsformen	400
22.5.2.2 Langfristige Analyse der Produktions- und Auftragsstruktur	407
22.5.3 Betriebskennlinien	409

22.5.3.1 Grundlagen	409
22.5.3.2 Abschätzung von Produktionspotentialen	411
22.6 Organisatorische Einbindung	414
22.7 Zusammenfassung und Ausblick	416
22.8 Literatur	418
23 Durchlaufzeit- und Bestandsanalyse als bewährter Einstieg in die Rationalisierung von Fertigungsabläufen – Vorgehensweise (<i>W. Bechte</i>)	421
23.1 Einführung	421
23.2 Datenerfassung	421
23.3 Überprüfung der Eingabedaten	423
23.4 Ermittlung der Ausgabedaten	424
23.5 Auswertung	426
23.6 Schlußbemerkung	430
24 Durchlaufzeit- und Bestandsanalyse als bewährter Einstieg in die Rationalisierung von Fertigungsabläufen – Ergebnisse aus der Sicht des Anwenders (<i>E. Viehmann</i>)	431
24.1 Einführung	431
24.2 Darstellung des Unternehmens	431
24.3 Statistische Durchlaufzeitanalyse	432
24.3.1 Gründe für die Durchführung	432
24.3.2 Vorgehensweise	434
24.3.3 Ergebnisse	435
24.4 Zusammenfassung	438
25 Ein Kontroll- und Analysesystem für die Auftragsabwicklung in der Produktion (<i>F. Nyhuis</i>)	439
25.1 Einführung	439
25.2 Controllingebenen in der Auftragsabwicklung	440
25.3 Vorgehensweise beim Einsatz des Kontroll- und Analysesystems	441
25.3.1 Datenbedarf für die Analyse	442
25.3.2 Datenübernahme	443
25.3.3 Datenquellen	444
25.4 Einsatzbeispiele zur Nutzung des FAST-Systems	444
25.4.1 Ermittlung von Planungsparametern	445
25.4.1.1 Ermittlung der Plan-Kapazität	445
25.4.1.2 Ermittlung des Flexibilitätsbedarfs	447
25.4.1.3 Ermittlung der Plan-Durchlaufzeiten bzw. Übergangszeiten	448
25.4.2 Überprüfung der Planungsmethodik	449
25.4.2.1 Ermittlung der Auftrags- und Arbeitsgangplantermine	450
25.4.2.2 Kapazitätsbedarfsermittlung	451
25.4.3 Schwachstellenanalyse	451
25.4.3.1 Qualität des BDE-Systems	451
25.4.3.2 Analyse des Auftragsgesamtdurchlaufs	453
25.4.3.3 Arbeitsplatzauswertungen	454
25.5 Beispiele für einen erfolgreichen FAST-Einsatz in der Praxis	457
25.6 Zusammenfassung und Ausblick	459
25.7 Literatur	460

26	Praktische Anwendung eines Monitorsystems in der Produktionsplanung und -steuerung (S. Droese)	461
26.1	Firmenbeschreibung	461
26.2	Ausgangssituation	461
26.3	Ziele des Monitorsystem-Einsatzes	462
26.4	Integration des Monitorsystems in die betriebliche Datenverwaltung und Ablauforganisation	463
26.5	Ableitung und Umsetzung von Maßnahmen	464
26.5.1	Personelle Maßnahmen	464
26.5.2	Technische Maßnahmen	465
26.5.3	Organisatorische Maßnahmen	465
26.6	Ergebnisse	465
26.6.1	Durchlaufzeiten	466
26.6.2	Terminabweichungen	468
26.6.3	Bestände	468
26.6.4	Leistung	468
26.6.5	Losgrößen und Auftragszeiten	468
26.7	Fazit	469
26.8	Literatur	469
27	Übungsaufgaben zur Anwendung der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung (H. Dräger)	471
27.1	Einführung	471
27.2	Konstruktion und Interpretation eines Durchlaufdiagramms	471
27.2.1	Auswertungsmöglichkeiten und Auswahl von geeigneten Betriebsdaten	471
27.2.2	Berechnung von Kennzahlen für einen Einzelarbeitsplatz	474
27.2.3	Konstruktion des Durchlaufdiagramms	475
27.2.4	Verständnisfragen zu Abschnitt 27.2	477
27.2.5	Lösungen zu 27.2.2 "Berechnung von Kennzahlen für einen Einzelarbeitsplatz"	477
27.2.6	Lösungen zu 27.2.3 "Konstruktion des Durchlaufdiagramms"	480
27.2.7	Lösungen zu 27.2.4 "Verständnisfragen zum Durchlaufdiagramm"	482
27.3	Verfahren der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	483
27.3.1	Beschreibung des Verfahrens der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	483
27.3.2	Aufgaben zur Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	487
27.3.3	Verständnisfragen zum Verfahren der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	490
27.3.4	Lösungen zu 27.3.2	491
27.3.5	Antworten zu den Verständnisfragen zur Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	493
27.4	Analyse der Auftragszeit und Bestimmung der Plandurchlaufzeit	495
27.4.1	Analyse der Auftragszeiten mit Lorenzkurven	496
27.4.2	Schätzverfahren mit gewichteten Mittelwerten	497
27.4.3	Bestimmung der Belastungsschranke und des Einlastungsprozentsatzes	497
27.4.4	Aufgaben zur Analyse der Auftragszeit und Festlegung der Belastungsschranke	498
27.4.5	Lösungen zu 27.4.4 "Analyse der Auftragszeit und Festlegung der Belastungsschranke"	502

27.5	Beurteilung von Betriebskennlinien	507
27.5.1	Konstruktion einer idealisierten Betriebskennlinie	509
27.5.2	Lösungen zu 27.5.1 "Konstruktion einer idealisierten Betriebskennlinie"	513
27.6	Literatur	518
27.7	Formelsammlung und Nomenklatur	519
27.7.1	Formelsammlung	519
27.7.2	Nomenklatur	521
28	Weiterführende Unterlagen	523
28.1	Fachbücher	523
28.2	Tagungsberichte	523
28.3	Dissertationen zum Thema	524
28.4	Filme	525
28.5	Computerprogramme	526