

# Gliederung

## Band 1 Konzept

### Teil I Konzeptionelle Grundlagen

1	Einleitung .....	3
2	Produktivität .....	5
3	Produktivitätsmanagement mit MTM .....	45
4	MTM-Verfahren .....	89

### Teil II Methodische Grundlagen

1	Einleitung .....	119
2	Menschliche Arbeit und Leistung .....	121
3	Aufgaben und Prozesse .....	275
4	Algorithmen zur Berechnung von Sollzeiten .....	345
5	Konzeptionelle Grundlagen der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	385
6	MTM-Prozessbausteine für den Prozesstyp 1 .....	405
7	MTM-Prozessbausteine für die Prozesstypen 2 und 3 .....	479
8	Ergänzungstechniken zum MTM-Verfahren .....	551
9	Projektmanagement .....	579

## Band 2 Anwendung

### Teil III Entstehung von Produkten und Arbeitssystemen

1	Einleitung .....	3
2	Produktentwicklung aus Sicht des Industrial Engineering .....	5
3	Produktionsdokumente und Kalkulation .....	93
4	Betriebliche Prozessbausteinsysteme .....	133
5	Arbeitsplatzgestaltung .....	163
6	Gestaltung komplexer Arbeitssysteme .....	339

**Teil IV    Betrieb und Verbesserung von Arbeitssystemen**

1	Einleitung .....	489
2	Werkstattmanagement .....	491
3	Veränderungsmanagement .....	525
4	Arbeitszeitmanagement .....	591
5	Zeitwirtschaft .....	617
6	Personalbedarfsermittlung .....	643
7	Entgeltdifferenzierung .....	675

# Inhalt

Vorwort des Herausgebers .....	V
Danksagung der Autoren .....	VII
Gliederung .....	IX

## Teil I Konzeptionelle Grundlagen

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Produktivität .....</b>	<b>5</b>
2.1	Überblick .....	5
2.2	Produktivitätsbegriff .....	5
2.2.1	Produktivität aus volkswirtschaftlicher Sicht .....	5
2.2.2	Produktivität aus betriebswirtschaftlicher Sicht .....	8
2.2.3	Produktivität und Partizipation der Beschäftigten .....	11
2.3	Produktivität im betriebswirtschaftlichen Kontext .....	12
2.3.1	Betriebswirtschaftliche Erfolgskenngrößen .....	12
2.3.2	Produktivitätsmanagement im Kontext mit dem Verbesserungsmanagement .....	16
2.3.3	Wirkung der Produktivität auf die Ertragsrentabilität .....	17
2.4	Produktivitätsmessung .....	18
2.4.1	Arbeitssystem-Modell .....	18
2.4.2	Prozess .....	20
2.4.3	Durchschnitts- und Grenzproduktivität .....	23
2.4.4	Messkonzepte .....	24
2.4.5	Messung der Arbeitssystem-Produktivität .....	26
2.4.6	Produktivitätscontrolling von Arbeitssystemen .....	29
2.5	Produktivitätsmanagement .....	31
2.5.1	Der betriebswirtschaftliche Leistungsbegriff .....	31
2.5.2	Der Wertschöpfungsbegriff .....	33
2.5.3	Der Produktentstehungsprozess .....	35
2.5.4	Industrial Engineering .....	36
2.5.5	Produktivitätsmanagement mit MTM .....	39
2.6	Zusammenfassung .....	42
<b>3</b>	<b>Produktivitätsmanagement mit MTM .....</b>	<b>45</b>
3.1	Überblick .....	45
3.2	Produktentstehungsprozess .....	46
3.2.1	Produktentwicklung .....	46
3.2.2	Prozessentwicklung .....	51
3.2.3	Betrieb und Verbesserung .....	54
3.3	Geschäftsstrategie .....	57
3.3.1	Inhalt von Geschäftsstrategien .....	57
3.3.2	Vision und Wertesystem .....	59
3.3.3	Strategien im engeren Sinne .....	61
3.3.4	Positionierungsstrategien .....	61

3.3.5	Wertschöpfungsstrategien .....	63
3.3.6	Kernkompetenzen .....	66
3.4	Produktionssystem .....	67
3.4.1	Begriff des Produktionssystems .....	67
3.4.2	Das Toyota Production System .....	68
3.4.3	Ursachen von Produktivitätsverlusten .....	70
3.4.4	Produktionssysteme als Mittel des Wissensmanagements .....	79
3.4.5	Konzepte von Produktionssystemen .....	80
3.5	Absichten und Effekte beim Produktivitätsmanagement mit MTM .....	83
3.5.1	Bezug zum Produktentstehungsprozess .....	83
3.5.2	Prävention .....	85
3.5.3	Nachhaltigkeit .....	86
3.6	Zusammenfassung .....	87
<b>4</b>	<b>MTM-Verfahren .....</b>	<b>89</b>
4.1	Überblick .....	89
4.2	Entwicklung der Systeme vorbestimmter Zeiten .....	91
4.3	MTM-Prozessbausteinsysteme .....	94
4.3.1	Entwicklung von MTM-1 .....	94
4.3.2	Entwicklungsschritte seitens der Deutschen MTM-Vereinigung e. V. ....	97
4.3.3	Entstehen der weiteren MTM-Prozessbausteinsysteme .....	99
4.3.4	Funktionelle Eigenschaften der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	100
4.3.5	Anwendungsbedingungen der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	101
4.4	Die Institution MTM .....	104
4.4.1	Verbreitung von MTM .....	104
4.4.2	Organisation von MTM .....	108
4.5	Zusammenfassung .....	112
	Literaturverzeichnis Teil I .....	113

## Teil II    **Methodische Grundlagen**

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>119</b>
<b>2</b>	<b>Menschliche Arbeit und Leistung .....</b>	<b>121</b>
2.1	Überblick .....	121
2.2	Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) .....	122
2.2.1	Schnittstellen im Arbeitssystem .....	122
2.2.2	Strukturanalyse und Funktionsanalyse .....	124
2.2.3	Bediensysteme .....	127
2.2.4	Gebrauchstauglichkeit (Usability) .....	129
2.2.5	Wandel der Schnittstellen im Produktlebenszyklus .....	132
2.3	Arbeitsformen .....	133
2.3.1	Spezifischer Arbeitsinhalt .....	133
2.3.2	Grundformen menschlicher Arbeit .....	135
2.4	Bewertungsebenen .....	138
2.5	Tätigkeitsanforderungen .....	140
2.5.1	Überblick .....	140
2.5.2	Anforderungen an Skelett, Muskulatur und das Herz-Kreislauf-System .....	144

2.5.3	Vom Sinnesreiz zur Wahrnehmung .....	157
2.5.4	Sensumotorische Anforderungen: Sehen .....	161
2.5.5	Sensumotorische Anforderungen: Hören .....	166
2.5.6	Sensumotorische Anforderungen: Tasten, Propriozeption und Gleichgewicht .....	170
2.5.7	Psychomenteale Anforderungen .....	173
2.6	Belastung .....	175
2.6.1	Belastungshöhe, -dauer und -verteilung .....	175
2.6.2	Belastungssuperposition .....	179
2.6.3	Belastungsmodelle .....	179
2.6.4	Belastung und Entgelt .....	180
2.7	Belastungsbewertung .....	182
2.7.1	Überblick .....	182
2.7.2	Körperhaltung .....	183
2.7.3	Körperbewegungen .....	185
2.7.4	Grenzkkräfte und Grenzdrehmomente .....	186
2.7.5	Lastenmanipulation .....	195
2.7.6	Leitmerkalmethode Manuelle Arbeitsprozesse (LMM MA) .....	209
2.7.7	Ergonomic Assessment Worksheet (EAWS) .....	212
2.7.8	Psychische Belastung .....	230
2.8	Die Leistung des Menschen .....	233
2.8.1	Leistungserwartungen und Leistungsangebot .....	233
2.8.2	Bezugsleistungen .....	236
2.8.3	Leistungsbereitschaft .....	243
2.8.4	Geschlecht und Leistungsfähigkeit .....	246
2.8.5	Alter und Leistungsfähigkeit .....	249
2.8.6	Altersmanagement .....	251
2.8.7	Eignungsdiagnostik und Eignungsprognose .....	254
2.9	Beanspruchung und Ermüdung .....	259
2.9.1	Begriffe .....	259
2.9.2	Beanspruchung bei vorwiegend körperlicher Arbeit .....	260
2.9.3	Beanspruchung bei vorwiegend nicht körperlicher Arbeit .....	262
2.9.4	Emotionale Beanspruchung .....	264
2.9.5	Psychische Ermüdung und ermüdungsähnliche Zustände .....	265
2.10	Voraussetzungen und Folgen menschlicher Arbeit .....	268
2.10.1	Umstellung und Anpassung an Arbeit .....	268
2.10.2	Lern- und Erfahrungskurven .....	268
2.10.3	Übungskurven .....	269
2.10.4	Einarbeitung .....	272
2.11	Zusammenfassung .....	273
<b>3</b>	<b>Aufgaben und Prozesse .....</b>	<b>275</b>
3.1	Überblick .....	275
3.2	Aufgaben .....	276
3.2.1	Aufgabenbegriff .....	276
3.2.2	Aufgabenanalyse .....	277
3.2.3	Aufgabensynthese .....	278
3.3	Durchführung der Aufgabenanalyse und -synthese .....	279
3.3.1	Erhebungstechniken .....	279

3.3.2	Gliederungsprinzipien .....	280
3.3.3	Aufgabenstrukturierung .....	281
3.3.4	Mindmapping-Modellierung .....	283
3.3.5	Darstellungen der Aufgabenstruktur .....	285
3.3.6	Aufgabenverteilung und Aufgabennachweis .....	287
3.3.7	Zentralisation und Dezentralisation von Aufgaben .....	289
3.4	Analyse der Aufgabenverteilung .....	290
3.4.1	Verteilungseffekte .....	290
3.4.2	Paretoanalyse .....	290
3.4.3	Funktionsanalyse .....	293
3.5	Prozesse und Abläufe .....	296
3.5.1	Von der Aufgabe zum Prozess .....	296
3.5.2	Prozessarten .....	297
3.5.3	Prozesshierarchien .....	298
3.5.4	Prozessmanagement .....	300
3.6	Dokumentation von Prozessen und Abläufen .....	300
3.6.1	Überblick .....	300
3.6.2	Prozesssprachen .....	301
3.6.3	Zeilenanalysen und Entscheidungstabellen .....	303
3.6.4	Risikoanalysen .....	305
3.6.5	Flowchart- und Blockdiagramm-Darstellungen .....	312
3.7	Gestaltung und Management von Prozessen .....	317
3.7.1	Gestaltungsfelder .....	317
3.7.2	Prozessergebnisse und Prozessmanagement .....	318
3.7.3	Prozesseffektivität und Prozesseffizienz .....	318
3.8	Wertstromanalyse und Wertstromgestaltung .....	321
3.8.1	Grundlagen .....	321
3.8.2	Grundstruktur des Wertstroms .....	323
3.8.3	Wertstrom-Prozesssprache .....	326
3.8.4	Analyse von Wertströmen .....	327
3.8.5	Durchlaufzeit- und Kapazitätsanalyse .....	333
3.8.6	Verbesserungsansätze bei Wertströmen .....	336
3.8.7	Gestaltung von Wertströmen .....	339
3.8.8	Einsatz des MTM-Verfahrens bei Wertstromanalysen und -gestaltungen .....	343
3.9	Zusammenfassung .....	343
<b>4</b>	<b>Algorithmen zur Berechnung von Sollzeiten .....</b>	<b>345</b>
4.1	Überblick .....	345
4.2	Ablaufartenanalyse .....	346
4.2.1	Vorkommnisarten und Vorkommniskategorien .....	346
4.2.2	Abiaufarten und Ablaufartenanalyse .....	348
4.3	Zeitartenanalyse und -synthese .....	351
4.3.1	Grundbegriffe .....	351
4.3.2	Zeitartensynthese bei Stückbezug .....	354
4.3.3	Zeitartensynthese bei Periodenbezug .....	355
4.3.4	Durchlaufzeitsynthese .....	356
4.3.5	Verteilzeitzuschläge .....	362
4.3.6	Gewichtungsfaktoren .....	365
4.3.7	Stück- und Durchlaufzeiten bei nichtlinearen Ablaufstrukturen .....	366

4.4	Sonderfälle bei der Zeitartensynthese .....	368
4.4.1	Überblick .....	368
4.4.2	Gruppenarbeit .....	368
4.4.3	Mehrstellenarbeit .....	369
4.4.4	Fließarbeit .....	373
4.4.5	Wartesysteme .....	380
4.5	Zusammenfassung .....	384
<b>5</b>	<b>Konzeptionelle Grundlagen der MTM-Prozessbausteinsysteme .....</b>	<b>385</b>
5.1	Überblick .....	385
5.2	Kerneigenschaften der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	385
5.2.1	Die MTM-Prozesssprache .....	385
5.2.2	Funktionelle Eigenschaften der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	389
5.3	Anwendungsbedingungen .....	390
5.3.1	Ist- und Soll-Abläufe .....	390
5.3.2	Methodenniveau .....	392
5.3.3	Die MTM-Normleistung .....	392
5.4	Qualität von Prozessbausteinen .....	393
5.4.1	Genauigkeits-, Fehler- und Qualitätsbegriff .....	393
5.4.2	Qualitätsforderungen und -merkmale bei den MTM-Prozessbausteinsystemen ....	394
5.4.3	Stabilität der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	396
5.4.4	Validität der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	397
5.4.5	Wirtschaftlichkeit der MTM-Prozessbausteinsysteme .....	401
5.5	Zusammenfassung .....	403
<b>6</b>	<b>MTM-Prozessbausteine für den Prozesstyp 1 .....</b>	<b>405</b>
6.1	Überblick .....	405
6.2	Grundsachverhalte zu MTM-1 .....	405
6.2.1	Kontrollaufwand und Bewegungslänge .....	405
6.2.2	Der Grundzyklus .....	408
6.2.3	Die weiteren Grundbewegungen .....	409
6.2.4	Anwendungsregeln .....	411
6.2.5	Prinzip der MTM-Analyse .....	412
6.2.6	Analysieren mit TiCon® .....	413
6.3	Hand-Arm-Bewegungen und Blickfunktionen .....	417
6.3.1	Bewegungsfolge Aufnehmen .....	417
6.3.2	Bewegungsfolge Platzieren .....	424
6.3.3	Weitere Bewegungen des Hand-Arm-Systems .....	432
6.3.4	Blickfunktionen .....	436
6.4	Körper-, Bein- und Fußbewegungen .....	438
6.4.1	Übersicht .....	438
6.4.2	Bein- und Fußbewegungen .....	438
6.4.3	Körperbewegungen mit Verschieben der Körperachse .....	440
6.4.4	Körperbewegungen mit Neigung der Körperachse .....	442
6.5	Bewegungsfolgen .....	445
6.5.1	Übersicht .....	445
6.5.2	Zeitbestimmende Bewegungen .....	445
6.5.3	Gleichzeitige Bewegungen .....	446
6.5.4	Kombinierte Bewegungen .....	448

6.5.5	Zusammengesetzte Bewegungsfolgen .....	449
6.5.6	Komplexe Bewegungsfolgen .....	449
6.6	MTM-Sichtprüfen .....	451
6.6.1	Grundsachverhalte .....	451
6.6.2	Bestimmung der Prüffeldgröße und Prüfintervalle .....	454
6.6.3	Gruppieren Sehobjekte .....	457
6.6.4	Blick verschieben und Augen einstellen .....	459
6.6.5	Mentale Prozesse .....	461
6.6.6	Anwendungsbeispiel unter TiCon® .....	463
6.7	MTM-Analysen nach Bewegungsablauf-Informationen .....	464
6.7.1	Übersicht .....	464
6.7.2	Ausführungs- und Planungsanalyse .....	465
6.8	MTM-Normleistung und Einarbeitungsdauer .....	473
6.9	Zusammenfassung .....	476
<b>7</b>	<b>MTM-Prozessbausteine für die Prozesstypen 2 und 3 .....</b>	<b>479</b>
7.1	Überblick .....	479
7.2	Gemeinsamkeiten und Unterschiede von UAS und MEK .....	480
7.3	UAS .....	485
7.3.1	Aufnehmen und Platzieren .....	485
7.3.2	Platzieren .....	487
7.3.3	Hilfsmittel handhaben .....	488
7.3.4	Betätigen .....	490
7.3.5	Bewegungszyklen .....	491
7.3.6	Körperbewegungen .....	492
7.3.7	Visuelle Kontrolle .....	493
7.4	MEK .....	494
7.4.1	Entfernungsbereiche .....	494
7.4.2	Aufnehmen und Platzieren sowie Platzieren .....	495
7.4.3	Hilfsmittel handhaben, Betätigen und Bewegungszyklen .....	496
7.4.4	Körperbewegungen .....	497
7.4.5	Visuelle Kontrolle .....	498
7.5	Konzept der UAS- und MEK-Standardvorgänge .....	498
7.5.1	Standardvorgänge .....	498
7.5.2	Anwendung am Beispiel der UAS-Standardvorgänge .....	501
7.6	MTM-Analysen nach Rahmenbedingungen .....	503
7.6.1	Analyseformen .....	503
7.6.2	Arbeiten mit Wertschöpfungsindikatoren .....	511
7.6.3	Anwendungsbeispiel zu UAS und MEK .....	514
7.7	Standard-Daten Basiswerte .....	518
7.7.1	Konzept der Standard-Daten .....	518
7.7.2	Bewegungsfolgen des Hand-Arm-Systems bei den Standard-Daten Basiswerten ...	522
7.7.3	»Generelle Werte« bei den Standard-Daten Basiswerten .....	526
7.7.4	Lesen und Schreiben bei den Standard-Daten Basiswerten .....	531
7.7.5	Körperbewegungen bei den Standard-Daten Basiswerten .....	532
7.7.6	Anwendungsbeispiel .....	534
7.8	MTM-2 .....	537
7.8.1	Konzept von MTM-2 .....	537
7.8.2	Bewegungsfolgen von MTM-2 .....	540



7.8.3	Gleichzeitige Bewegungsfolgen bei MTM-2 .....	547
7.8.4	Anwendungsbeispiel .....	548
7.9	Zusammenfassung .....	550
<b>8</b>	<b>Ergänzungstechniken zum MTM-Verfahren .....</b>	<b>551</b>
8.1	Überblick .....	551
8.2	Schätzverfahren .....	552
8.2.1	Prinzip und Anwendung .....	552
8.2.2	Genauigkeit von Schätzergebnissen .....	552
8.2.3	Schätzhilfen .....	553
8.3	Zeitmessung .....	556
8.3.1	Prinzip und Anwendung .....	556
8.3.2	Vertrauensbereich und Stichprobenumfang .....	557
8.3.3	Zeitmessung und Bezugsleistung .....	558
8.4	Videoanalyse .....	559
8.5	Selbstaufschreibung .....	560
8.5.1	Prinzip, Arten und Anwendung .....	560
8.5.2	Analyse von Schichtverläufen .....	561
8.5.3	Erhebung von Zeitdaten, Mengendaten und Durchläufen .....	564
8.6	Multimomentverfahren .....	565
8.6.1	Prinzip und Anwendung .....	565
8.6.2	Statistische Grundlagen .....	566
8.6.3	Planung von Multimomentaufnahmen .....	568
8.6.4	Durchführung von Multimomentaufnahmen .....	574
8.6.5	Auswertung von Multimomentaufnahmen .....	575
8.7	Zusammenfassung .....	578
<b>9</b>	<b>Projektmanagement .....</b>	<b>579</b>
9.1	Überblick .....	579
9.2	Prinzipien des Projektmanagements .....	580
9.2.1	Phasenschema zum Projektmanagement .....	580
9.2.2	Die häufigsten Ursachen erfolgloser Projekte .....	581
9.3	Projekt initiieren .....	583
9.3.1	Anlage des Projekts .....	583
9.3.2	Formulierung des Projekts .....	585
9.3.3	Projektmanagement-Software .....	586
9.4	Projekt planen .....	587
9.4.1	Aufbauorganisation präzisieren .....	587
9.4.2	Projektstrukturplan und Meilensteinplan .....	589
9.4.3	Aufgabenplan .....	592
9.4.4	Projektbudget und Projektantrag .....	596
9.5	Projekt durchführen .....	598
9.5.1	Externe Leistungen .....	598
9.5.2	Arbeitsstand verfolgen und Rückmeldungen sicherstellen .....	600
9.5.3	Fortschrittsberichte und Plankorrekturen .....	602
9.6	Projekt-Controlling durchführen und Projekt abschließen .....	603
9.7	Entscheidungskalküle .....	604
9.7.1	Überblick .....	604
9.7.2	Wirtschaftlichkeitsrechnungen .....	606

9.7.3	Rentabilitäts- und Amortisationsrechnungen .....	615
9.7.4	Nutzwertanalyse .....	619
9.7.5	Umgang mit Unsicherheit .....	621
9.8	Arbeitsrechtliche Aspekte beim Projektmanagement .....	625
9.8.1	Arbeitsrechtliche Bezüge bei IE-Projekten .....	625
9.8.2	Arbeitsrechtliche Grundsachverhalte .....	625
9.8.3	Die gestuften Beteiligungsrechte des Betriebsrats .....	627
9.8.4	Beteiligungsrechte des Betriebsrats bei der Entwicklung und Implementierung von Arbeitssystemen .....	629
9.8.5	Beteiligungsrechte des Betriebsrats beim Betrieb und der Verbesserung von Arbeitssystemen .....	631
9.9	Zusammenfassung .....	634
Literaturverzeichnis Teil II .....		635
Stichwortverzeichnis .....		645