



UNIVERSITÄT  
FRIDERICIANA  
zu KARLSRUHE (TH)

Institut für Technologie  
und Management im  
Baubetrieb

Fritz Gehbauer  
Dr. Ing., M.Sc., o. Professor  
Institutsleiter

**tmb**  
Menschen  
Maschinen  
Methoden

**FORSCHUNG**

Fertigungssystem Baustelle -  
Ein Kennzahlensystem zur  
Analyse und Bewertung der  
Produktivität von Prozessen

**REIHE F / Heft 61**

**Michael Ott**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemfeld . . . . .	1
1.2 Zielsetzung . . . . .	3
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Grundbegriffe der Fertigung auf Baustellen</b>	<b>5</b>
2.1 Grundbegriffe zur Produktivität . . . . .	5
2.2 Das Fertigungssystem Baustelle . . . . .	7
2.2.1 Einordnung der Fertigung innerhalb der Bauwirtschaft . . . . .	7
2.2.2 Fertigung auf der Baustelle . . . . .	8
2.2.3 Ablauf- und Aufbauorganisation . . . . .	8
2.2.4 Arbeitssystem . . . . .	10
2.2.5 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept . . . . .	12
2.2.6 Vergleich der Stückgüter- und der Baustellenfertigung . . . . .	13
2.3 Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse . . . . .	17
2.3.1 Definition Arbeitswissenschaft . . . . .	17
2.3.2 Stellenwert der Arbeiter in der Baustellenfertigung . . . . .	18
2.3.3 Stand betriebsorganisatorischer Erkenntnisse . . . . .	19
2.3.4 Stand arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse . . . . .	19
<b>3 Analyse und Bewertung von Bauprozessen</b>	<b>21</b>
3.1 Grundlagen zur Analyse von Fertigungssystemen . . . . .	21
3.2 Bewertung der Produktivität von Fertigungssystemen . . . . .	22
3.2.1 Analyse von Fertigungsprozessen . . . . .	22
3.2.2 Bewertung der Produktivität . . . . .	23
3.3 Zusammenfassung . . . . .	25
<b>4 Entwicklung eines Kennzahlensystems</b>	<b>27</b>
4.1 Prozessbetrachtung in der Baustellenfertigung . . . . .	27
4.2 Zeitliche Gliederung im MMO-Kennzahlensystem . . . . .	30
4.2.1 Ablaufarten des MMO-Kennzahlensystems . . . . .	30
4.2.2 Kapazitätsbedarf und -bestand . . . . .	31
4.2.3 Gliederung der Auftrags- und der Belegungszeit . . . . .	33
4.2.4 Gliederung der Mensch- und der Betriebsmittelzeit . . . . .	34
4.3 Datenermittlung auf der Baustelle . . . . .	36
4.3.1 Grundlagen der Datenerfassung . . . . .	36

4.3.2	Multimoment-Aufnahme . . . . .	38
4.3.3	Erfassung raumbezogener Daten . . . . .	42
4.4	Grundlagen zu Kennzahlen und Kennzahlensystemen . . . . .	43
4.4.1	Grundlagen zu Kennzahlen . . . . .	43
4.4.2	Grundlagen zu Kennzahlensystemen . . . . .	44
4.5	Struktur des MMO-Kennzahlensystems . . . . .	45
4.6	Anwendung des MMO-Kennzahlensystems . . . . .	48
4.7	System der Kennzahlenbezeichnungen . . . . .	52
<b>5</b>	<b>Definition und Ermittlung der Zustands-Kennzahlen</b>	<b>55</b>
5.1	Einwirken . . . . .	55
5.1.1	Rüsten: Rüstrate . . . . .	56
5.1.2	Rüsten: Personenrüstwegegrad . . . . .	57
5.1.3	Rüsten: Maschinenrüstwegegrad . . . . .	59
5.1.4	Ausführen: Personenleistung . . . . .	60
5.1.5	Ausführen: Maschinenleistung . . . . .	60
5.1.6	Ausführen: Zykluszeit . . . . .	61
5.1.7	Ausführen: Planerfüllungsgrad . . . . .	62
5.2	Transportieren . . . . .	63
5.2.1	Transportzeit . . . . .	63
5.2.2	Ablaufbedingte Unterbrechungsrate Transport . . . . .	64
5.2.3	Störungsbedingte Unterbrechungsrate Transport . . . . .	65
5.2.4	Personell zurückgelegte Wege . . . . .	66
5.3	Prüfen . . . . .	68
5.3.1	Nacharbeitsrate . . . . .	68
5.4	Liegen . . . . .	69
5.4.1	Liegedauer . . . . .	69
5.4.2	Liegeflächenentfernung . . . . .	70
5.5	Lagern . . . . .	71
5.5.1	Lagerungsdauer . . . . .	71
5.5.2	Lagerflächenentfernung . . . . .	73
5.5.3	Lagerflächennutzung . . . . .	75
5.5.4	Lagerumordnungsbedarf . . . . .	75
5.6	Zustands-Kennzahlen Mensch . . . . .	77
5.6.1	Tätigkeitsrate . . . . .	77
5.6.2	Ablaufbedingte Unterbrechungsrate Mensch . . . . .	77
5.6.3	Störungsbedingte Unterbrechungsrate Mensch . . . . .	78
5.6.4	Absentismusrate . . . . .	78
5.6.5	Fluktuationsrate . . . . .	79
5.6.6	Krankheitsrate . . . . .	80
5.6.7	Arbeitsbedingte Frühruhestandsrate . . . . .	80
5.6.8	Personensicherheits-Verstöße . . . . .	81
5.7	Zustands-Kennzahlen Maschine . . . . .	85
5.7.1	Nutzungsrate . . . . .	85
5.7.2	Ablaufbedingte Unterbrechungsrate Maschine . . . . .	85

5.7.3	Störungsbedingte Unterbrechungsrate Maschine . . . . .	86
5.8	Zustands-Kennzahlen Umgebung . . . . .	87
5.8.1	Personen-Umgebungsfahrenrate . . . . .	87
5.8.2	Abfallrate . . . . .	88
5.9	Überblick über die Zustands-Kennzahlen . . . . .	89
<b>6</b>	<b>Definition und Ermittlung der Einfluss-Kennzahlen</b>	<b>93</b>
6.1	Einflussfaktoren auf die Fertigung . . . . .	93
6.2	Einfluss-Kennzahlen . . . . .	94
6.3	Einflussfaktor Mensch . . . . .	95
6.3.1	Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft . . . . .	95
6.3.2	Qualifikationsgrad . . . . .	97
6.3.3	Weiterbildungsdauer Arbeiter . . . . .	99
6.3.4	Arbeitsbelastungsgrad . . . . .	101
6.3.5	Arbeitsplatzunordnungsgrad . . . . .	107
6.3.6	Informationsdefizitgrad . . . . .	108
6.4	Einflussfaktor Maschine . . . . .	109
6.4.1	Maschinenbetriebsstunden . . . . .	109
6.4.2	Maschinenwartungsdefizitgrad . . . . .	110
6.4.3	Maschineninstandhaltungsdauer . . . . .	111
6.5	Einflussfaktor Organisation . . . . .	112
6.5.1	Weiterbildungsdauer Führungspersonal . . . . .	112
6.5.2	Arbeiterbetreuungsrate . . . . .	113
6.5.3	Personalwechselrate . . . . .	114
6.5.4	Arbeitsvorrat . . . . .	115
6.5.5	Lieferverspätungsrate . . . . .	115
6.5.6	Durchschnittliche Lieferverspätungsdauer . . . . .	116
6.6	Überblick über die MMO-Einfluss-Kennzahlen . . . . .	117
<b>7</b>	<b>Aufbau des MMO-Kennzahlensystems</b>	<b>119</b>
7.1	Zustands- und Einfluss-Kennzahlen . . . . .	119
7.2	Arbeitsgegenstandsbezogene Kennzahlen . . . . .	119
7.3	Arbeitsgegenstandsneutrale Kennzahlen . . . . .	123
<b>8</b>	<b>Softwareunterstützte Kennzahlenberechnung und Auswertung</b>	<b>127</b>
8.1	Auswahl einer geeigneten Programmierplattform . . . . .	127
8.2	Aufbau der Softwareapplikation . . . . .	128
8.2.1	Konfiguration . . . . .	128
8.2.2	Stammdaten . . . . .	129
8.2.3	Datenerfassung . . . . .	129
8.2.4	Datenauswertung . . . . .	129
8.3	Anwendung des Programmes zur Kennzahlenberechnung . . . . .	130
8.3.1	Datenerfassung . . . . .	130
8.3.2	Datenauswertung . . . . .	130

<b>9 Exemplarische Anwendung des MMO-Kennzahlensystems</b>	<b>133</b>
9.1 Beschreibung der Baustelle . . . . .	133
9.2 Untersuchungsgegenstand und Datenerfassung . . . . .	134
9.3 Gesamtprozess . . . . .	134
9.3.1 Zustands-Kennzahlen Lagerung . . . . .	134
9.3.2 Zustands-Kennzahlen Mensch . . . . .	137
9.3.3 Einfluss-Kennzahlen . . . . .	138
9.3.4 Zusammenhang zwischen Zustands- und Einfluss-Kennzahlen . .	141
9.4 Einzelprozess der Betonierarbeiten . . . . .	143
9.4.1 Zustands-Kennzahlen Einwirken . . . . .	143
9.4.2 Zustands-Kennzahlen Mensch . . . . .	144
9.4.3 Einfluss-Kennzahlen . . . . .	146
9.4.4 Zusammenhang zwischen Zustands- und Einfluss-Kennzahlen . .	147
9.5 Einzelprozess der Mauerarbeiten . . . . .	149
9.5.1 Zustands-Kennzahlen Einwirken . . . . .	149
9.5.2 Zustands-Kennzahlen Mensch . . . . .	150
9.5.3 Zustands-Kennzahlen Maschine . . . . .	151
9.5.4 Einfluss-Kennzahlen . . . . .	153
9.5.5 Zusammenhang zwischen Zustands- und Einfluss-Kennzahlen . .	154
9.6 Zusammenfassung und Maßnahmen für Verbesserungen . . . . .	156
<b>10 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>157</b>
<b>Anhang</b>	<b>159</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>169</b>
<b>Verwendete Software</b>	<b>180</b>