

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil I: Computeralgebrasysteme in der Tragwerksplanung .....</b>	1
1 Einführung .....	1
2 Computeralgebrasysteme bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten .....	2
3 Computeralgebrasysteme in der Lehre .....	2
4 Computeralgebrasysteme in der Tragwerksplanung .....	3
5 Schlussbemerkung .....	4
<b>Teil II: Grundelemente von Mathcad .....</b>	5
1 Mathcad-Arbeitsblätter analysiert .....	5
1.1 Allgemeines .....	5
1.2 Textbereiche .....	5
1.3 Variablen und Konstanten .....	7
1.4 Formeln .....	11
1.5 Funktionen .....	12
1.6 Programme .....	13
1.7 Grafiken .....	13
1.8 Diagramme .....	14
1.9 Komponenten .....	15
1.10 OLE-Objekte .....	15
2 Einfache Arbeitsblätter entwickeln .....	16
2.1 Allgemeines .....	16
2.2 Gestaltung eines Arbeitsblattes .....	17
2.3 Objekte in einem Mathcad-Arbeitsblatt anordnen .....	19
<b>Teil III: Weiterführende Arbeitstechniken .....</b>	25
1 Elemente der Programmierung .....	25
2 Programmkonstrukte und die Programmierung in Mathcad .....	26
2.1 Folge .....	27
2.2 Alternative .....	27
2.3 Wiederholungen .....	31
2.4 Übersicht der Mathcad-Programmierung .....	34
3 Komponenten .....	36
3.1 Komponentenübersicht .....	36
3.2 Eingabetabellen .....	37
3.3 Excel-Komponente .....	37
3.4 Steuerelemente .....	39
4 Symbolisches Rechnen .....	42
4.1 Einführendes Beispiel .....	42
4.2 Momentengleichung eines Einfeldträgers .....	43

<b>Teil IV: Mathematische Verfahren im Konstruktiven Ingenieurbau .....</b>	45
1 Einführung .....	45
2 Funktionen und Kurven .....	45
2.1 Darstellung von Funktionen .....	45
2.2 Interpolation und Approximation .....	51
2.2.1 Interpolation .....	51
2.2.2 Approximation .....	55
3 Nichtlineare Gleichungen .....	55
3.1 Allgemeines .....	55
3.2 Methoden zur symbolischen Lösung nichtlinearer Gleichungen .....	56
3.3 Numerische Methoden zur Lösung nichtlinearer Gleichungen .....	57
4 Summen und Reihen .....	60
4.1 Summen .....	60
4.2 Reihen .....	62
4.2.1 Taylorreihen .....	62
4.2.2 Fourierreihen .....	64
5 Vektoren und Matrizen .....	66
5.1 Vektoren .....	66
5.2 Matrizen .....	67
5.2.1 Spezielle Matrizen .....	67
5.2.2 Matrizeigenschaften .....	70
6 Lineare Gleichungssysteme .....	74
7 Eigenwertprobleme von Matrizen .....	79
7.1 Das allgemeine Eigenwertproblem .....	79
7.2 Das spezielle Eigenwertproblem .....	81
8 Differentiation .....	81
9 Integration .....	88
10 Differentialgleichungen .....	93
10.1 Allgemeines .....	93
10.2 Gewöhnliche Differentialgleichungen .....	93
10.2.1 Anfangswertaufgaben erster Ordnung .....	93
10.2.2 Systeme von Anfangswertaufgaben erster Ordnung .....	96
10.2.3 Anfangswertaufgaben höherer Ordnung .....	96
10.2.4 Randwertaufgaben .....	97
10.3 Partielle Differentialgleichungen .....	101
<b>Teil V: Anwendungen im Konstruktiven Ingenieurbau .....</b>	107
1 Statik und Dynamik der Tragwerke .....	107
1.1 CA-Systeme in der Statik .....	107
1.2 Lineare Statik .....	107
1.2.1 Übertragungsmatrizenverfahren .....	107
1.2.2 Finite-Element-Methode .....	115
1.2.3 Einfeldträger .....	122
1.2.4 Durchlaufträger .....	127
1.2.5 Rahmen .....	130
1.2.6 Elastisch gebettete Balken .....	134
1.2.7 Platten .....	140
1.2.8 Scheiben .....	143

1.2.9	Schalen.....	146
1.3	Nichtlineare Statik.....	151
1.3.1	Arten der Nichtlinearität .....	151
1.3.2	Theorie II-ter Ordnung und Stabilität von Stabwerken.....	151
1.3.3	Fließgelenktheorie.....	157
1.3.4	Bruchlinientheorie.....	158
1.4	Dynamik .....	160
1.4.1	Massenkräfte.....	160
1.4.2	Freie Schwingungen.....	161
1.4.3	Krafterregte Schwingungen .....	165
1.4.4	Erdbebenerregte Schwingungen .....	171
2	Stahlbetonbau .....	177
2.1	Allgemeine Definitionen .....	177
2.1.1	Nachweise.....	177
2.1.2	Anwendungsbeispiel .....	177
2.1.3	Materialdefinitionen.....	179
2.2	Nachweis für Biegung .....	181
2.2.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	181
2.2.2	Erläuterungen zum Nachweis .....	181
2.2.3	Programmablaufplan.....	182
2.2.4	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Nachweis für Biegung“ .....	184
2.2.5	Einschränkende Randbedingungen und Fehlermeldungen des Arbeitsblattes .....	184
2.2.6	Beispiel .....	185
2.3	Nachweis für Querkraft .....	185
2.3.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	185
2.3.2	Erläuterungen zum Nachweis .....	186
2.3.3	Programmablaufplan.....	189
2.3.4	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Nachweis für Querkraft“ .....	189
2.3.5	Einschränkende Randbedingungen und Fehlermeldungen des Arbeitsblattes .....	190
2.3.6	Beispiel .....	190
2.4	Nachweis für Stützen nach dem Verfahren mit Nennkrümmung .....	191
2.4.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	191
2.4.2	Erläuterungen zum Nachweis .....	192
2.4.3	Programmablaufplan.....	194
2.4.4	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Verfahren mit Nennkrümmung“ .....	196
2.4.5	Einschränkende Randbedingungen und Fehlermeldungen des Arbeitsblattes .....	196
2.4.6	Beispiel .....	197
2.5	Nachweis der Spannungsbegrenzung .....	197
2.5.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	197
2.5.2	Erläuterungen zum Nachweis .....	198
2.5.3	Programmablaufplan.....	200
2.5.4	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Spannungsnachweise“ .....	200
2.5.5	Einschränkende Randbedingungen und Fehlermeldungen des Arbeitsblattes .....	200
2.5.6	Beispiel .....	201

---

2.6	Ermittlung der Kriechzahlen unter einer mehrstufigen Belastungsgeschichte ...	201
2.6.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	201
2.6.2	Erläuterungen zum Nachweis .....	201
2.6.3	Programmablaufplan.....	204
2.6.4	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Ermittlung von Kriechzahlen“ .....	204
2.6.5	Eingeschränkte Randbedingungen des Arbeitsblattes.....	204
2.6.6	Beispiel .....	204
2.7	Ermittlung der Schwindzahl .....	205
2.7.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	205
2.7.2	Erläuterungen zum Nachweis .....	205
2.7.3	Programmablaufplan.....	207
2.7.4	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Ermittlung von Kriechzahlen .....	207
2.7.5	Beispiel .....	208
2.8	Vorgespannte Halbfertigteile mit Ortbetonergänzung.....	208
2.8.1	Verwendete besondere Mathcad-Funktionen.....	208
2.8.2	Erläuterungen zur Berechnung.....	209
2.8.3	Programmablaufplan.....	213
2.8.4	Eingabebeschreibung .....	214
3	Stahlbau .....	217
3.1	Allgemeines.....	217
3.2	Fußpunkte.....	218
3.2.1	Gelenkig gelagerte Stützen .....	219
3.2.2	Eingespannte Stützen .....	220
3.2.3	Schubdübel.....	223
3.3	Biegesteife Anschlüsse .....	224
3.3.1	Rahmenecke .....	224
3.3.2	Gehrungsstoß .....	228
3.4	Steifen.....	229
3.5	Schubfeldsteifigkeit.....	229
3.6	Drehbettung .....	229
4	Holzbau .....	231
4.1	Allgemeine Definitionen .....	231
4.1.1	Bezeichnungen.....	231
4.1.2	Materialdefinitionen.....	231
4.1.3	Nutzungsklasse, Klasse der Lasteinwirkungsdauer.....	232
4.2	Querschnittsoptimierung für einen Einfeldträger mit Doppelbiegung.....	233
4.2.1	Aufgabenstellung .....	233
4.2.2	Nachweise .....	233
4.2.3	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Doppelbiegung“ .....	235
4.2.4	Anwendungsbeispiel .....	238
4.3	Bemessung eines Satteldachträgers mit geneigtem Untergurt.....	239
4.3.1	Aufgabenstellung .....	239
4.3.2	Nachweise .....	240
4.3.3	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Satteldachträger“ .....	245
4.3.4	Anwendungsbeispiel .....	249

---

4.4	Nachweis der Stabilisierung biegebeanspruchter Bauteile und Ermittlung der Verbandsbelastung .....	249
4.4.1	Aufgabenstellung .....	249
4.4.2	Nachweise nach der Biegetorsionstheorie II. Ordnung .....	250
4.4.3	Eingabebeschreibung zum Arbeitsblatt „Biegedrillknicken“ .....	258
4.4.4	Anwendungsbeispiel .....	262
<b>Teil VI: Funktionsprogrammierung in C/C++ .....</b>		267
1	Programmieren mit Mathcad .....	267
2	Erweiterung von Mathcad durch eigene Funktionen in C/C++ .....	268
3	Einrichten der Entwicklungsumgebung .....	268
4	Anlegen eines neuen Projektes .....	271
5	Erstellen des Quellcodes .....	272
5.1	Mathcad-spezifische Strukturen und Funktionsdefinitionen .....	272
5.2	Deklaration der Benutzerfunktion .....	273
5.3	Anlegen einer FUNCTIONINFO-Struktur .....	274
5.4	Anlegen einer Fehlermeldungstabelle .....	275
5.5	Implementieren des Quellcodes der Benutzerfunktionen .....	276
5.6	Definieren des DLL-Eintrittspunkts .....	278
5.7	Änderungen für C++ .....	279
6	Registrieren der Benutzerfunktion in Mathcad .....	279
7	Debuggen einer Benutzerfunktion .....	280
8	Release-Modus .....	281
9	Funktionen für die Tragwerksplanung .....	282
10	Anwendungsbeispiel .....	284
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		287
<b>Inhaltsverzeichnis der CD-ROM .....</b>		293
<b>Verzeichnis der Mathcad-Arbeitsblätter (CD-ROM) .....</b>		293
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>		297