

	Seite
1. Einleitung	1
2. Grundlegendes zur Projektplanung	3
2.1. Zum Projektbegriff	3
2.2. Phasen des Planungsprozesses	5
2.3. Gestaltungsmöglichkeiten für die Vollzugs- planung	10
2.4. Gang der Untersuchung	14
3. Modellierung von Projektablaufstrukturen	20
3.1. Zum Begriff des Modells	20
3.2. Charakterisierung der Planungssituation	22
3.3. Beziehungen zwischen den Vorgängen eines Projektes und zur Umwelt	25
3.3.1. Beziehungen zwischen den Vorgängen	25
3.3.1.1. Grundlegende Beziehungen zwischen zwei Vorgängen	27
3.3.1.1.1. Mindestabstände	27
3.3.1.1.2. Höchstabstände	33
3.3.1.1.3. Zur Äquivalenz von Mindest- und Höchst- abständen	39
3.3.1.1.4. Alternative Reihenfolgen	41
3.3.1.2. Mehrfache Verknüpfungen zweier Vorgänge	43
3.3.1.2.1. Gleich und entgegengesetzt gerichtete Wirkungen von zeitlichen Beziehungen	44
3.3.1.2.2. Mehrere Mindestabstände	48
3.3.1.2.3. Mehrere Höchstabstände	59
3.3.1.2.4. Mindest- und Höchstabstände	70
3.3.1.2.5. Disjunktive Beziehung, Mindest- und Höchstabstände	80

3.3.1.3. Spezielle Verknüpfungen von mehr als zwei Vorgängen	93
3.3.1.3.1. Bündelbedingungen	95
3.3.1.3.2. Disjunktive Beziehungen zwischen mehr als zwei Vorgängen	98
3.3.2. Beziehungen der Vorgänge zur Umwelt des Projektes	99
3.3.2.1. Kalenderabhängige Beziehungen	101
3.3.2.2. Kalenderunabhängige Beziehungen	105
3.4. Strukturmodelle	107
3.4.1. Strukturmodelle auf der Basis linearer und gemischt ganzzahlig linearer Modelle	108
3.4.1.1. Lineares Strukturmodell	109
3.4.1.2. Gemischt ganzzahlig lineares Strukturmodell	115
3.4.1.2.1. Modellierung von Bündelbedingungen	115
3.4.1.2.2. Modellierung von disjunktiven Beziehungen und Sperrintervallen	121
3.4.1.2.3. Formulierung des Gesamtmodells	129
3.4.2. Strukturmodelle auf der Basis von Netzwerken	137
3.4.2.1. Konjunktive Netzwerke als Strukturmodelle	137
3.4.2.2. Nicht-konjunktive Netzwerke als Strukturmodelle	150
3.4.2.2.1. Netzwerke mit Pfeilbündeln	150
3.4.2.2.2. Disjunktive Netzwerke	157
3.4.2.2.3. Ein allgemeines nicht-konjunktives Netzwerk	166
3.4.3. Strukturmodelle der Netzplantechnik	171
3.4.3.1. Der vollständige Ablaufgraph von Schwarze	171
3.4.3.2. Vorgangsknotennetzpläne	178
3.4.3.2.1. Der MPM-Netzplan	178
3.4.3.2.2. Der HMN-Netzplan	182
3.4.3.2.3. Der NFM-Netzplan	184
3.4.3.2.4. Der PDM-Netzplan	185

3.4.3.2.5. Der PPS-Netzplan	188
3.4.3.3. Vorgangspfeilnetzpläne	193
3.4.3.3.1. Der CPM-Netzplan	193
3.4.3.3.2. Der Vorgangspfeilnetzplan von Berg u.a.	198
3.4.3.3.3. Der verallgemeinerte Vorgangspfeilnetzplan von Altrogge	200
3.4.3.4. Das ordnungstheoretische Strukturmodell von Kaerkes	206
3.4.3.5. Zusammenfassender Vergleich des konjunk-tiven Netzwerkes (3.238) - (3.264) und des nicht-konjunk-tiven Netzwerkes (3.273) - (3.282) mit den Struktur-modellen der Netzplantechnik	211
4. Planung des zeitlichen Ablaufs	218
4.1. Aufgabenstellungen der Zeitplanung	218
4.2. Charakterisierung der Menge aller zulässigen Zeitpläne	219
4.2.1. Die Menge aller zulässigen Zeitpläne bei konjunk-tiver Ablaufstruktur	220
4.2.1.1. Charakterisierung auf der Basis des linearen Strukturmodells	220
4.2.1.2. Zur Äquivalenz von Zeitplänen und Poten-tialvektoren auf konjunk-tiven Netzwerken	224
4.2.2. Die Menge aller zulässigen Zeitpläne bei nicht-konjunk-tiver Ablaufstruktur	227
4.2.2.1. Charakterisierung auf der Basis des gemischt ganzzahlig linearen Struktur-modells	227
4.2.2.2. Zur Äquivalenz von Zeitplänen und Poten-tialvektoren auf nicht-konjunk-tiven Netzwerken	230
4.3. Charakteristische Zeitpläne	232
4.3.1. Frühestmögliche Zeitpläne	233

4.3.1.1.	Formulierung der Aufgabenstellung	233
4.3.1.2.	Bestimmung des frühestmöglichen Zeitplanes eines Projektes mit konjunktiver Ablaufstruktur	246
4.3.1.2.1.	Transformation des linearen Strukturmodells	247
4.3.1.2.2.	Transformation des Netzwerkmodells	256
4.3.1.2.3.	Zur numerischen Berechnung des frühestmöglichen Zeitplanes	263
4.3.1.3.	Bestimmung der frühest-effizienten Zeitpläne für Projekte mit einer nicht-konjunktiven Ablaufstruktur	277
4.3.1.3.1.	Transformation des gemischt ganzzahlig linearen Strukturmodells	277
4.3.1.3.2.	Transformation des nicht-konjunktiven Netzwerkes	297
4.3.1.3.3.	Zur Komplexität der Bestimmung der Menge aller frühest-effizienten Zeitpläne	309
4.3.1.3.3.1.	Die Anzahl der frühest-effizienten Zeitpläne	310
4.3.1.3.3.2.	Verfahren zur Bestimmung der Menge aller frühest-effizienten Zeitpläne	329
4.3.1.3.3.2.1.	Nicht-konjunktive Ablaufstrukturen ohne Spätest-Bündelbedingungen und ohne disjunktive Beziehungen zwischen den Vorgängen	329
4.3.1.3.3.2.2.	Nicht-konjunktive Ablaufstrukturen mit Spätest-Bündelbedingungen und/oder disjunktiven Beziehungen zwischen den Vorgängen	344
4.3.1.3.3.3.	Verringerung der Anzahl der nicht-konjunktiven Ablaufbedingungen	353

4.3.1.3.4. Ein Ansatz zur Charakterisierung der frühestmöglichen Projektabläufe bei nicht-konjunktiver Ablaufstruktur	364
4.3.2. Spätestzulässige Zeitpläne	370
4.3.2.1. Formulierung der Aufgabenstellung	370
4.3.2.2. Bestimmung des spätestzulässigen Zeitplanes eines Projektes mit konjunktiver Ablaufstruktur	382
4.3.2.2.1. Grundsätzliche Aspekte	382
4.3.2.2.2. Zur numerischen Berechnung des spätestzulässigen Zeitplanes	388
4.3.2.3. Bestimmung der spätest-effizienten Zeitpläne für Projekte mit einer nicht-konjunktiven Ablaufstruktur	393
4.3.2.3.1. Grundsätzliche Aspekte	393
4.3.2.3.2. Zur Komplexität der Bestimmung der Menge aller spätest-effizienten Zeitpläne	395
4.3.2.3.2.1. Die Anzahl der spätest-effizienten Zeitpläne	396
4.3.2.3.2.2. Verfahren zur Bestimmung der Menge aller spätest-effizienten Zeitpläne	408
4.3.2.3.2.2.1. Nicht-konjunktive Ablaufstrukturen ohne Frühest-Bündelbedingungen und ohne disjunktive Beziehungen zwischen den Vorgängen	408
4.3.2.3.2.2.2. Nicht-konjunktive Ablaufstrukturen mit Frühest-Bündelbedingungen und/oder disjunktiven Beziehungen zwischen den Vorgängen	419
4.3.2.3.3. Ein Ansatz zur Charakterisierung der spätestzulässigen Projektabläufe bei nicht-konjunktiver Ablaufstruktur	423
4.3.3. Projektdauerminimale Zeitpläne	428
4.3.3.1. Formulierung der Aufgabenstellung	428

4.3.3.2. Bestimmung der kürzestmöglichen Dauer eines Projektes mit konjunktiver Ablaufstruktur	432
4.3.3.3. Bestimmung der kürzestmöglichen Dauer eines Projektes mit nicht-konjunktiver Ablaufstruktur	440
4.3.3.3.1. Grundsätzliche Aspekte	440
4.3.3.3.2. Die Komplexität der Bestimmung der kürzestmöglichen Projektdauer	443
4.3.3.3.3. Lösungsansätze	454
4.3.4. Zur Ganzzahligkeit der charakteristischen Zeitpläne	459
4.4. Analyse der zeitlichen Flexibilität des Projektablaufs	462
4.4.1. Konjunktive Ablaufstruktur	465
4.4.1.1. Gesamte Verschiebungspufferzeit	465
4.4.1.2. Zeitplanbezogene Verschiebungspufferzeiten	492
4.4.1.2.1. Allgemeine zeitplanbezogene Verschiebungspufferzeiten	492
4.4.1.2.2. Spezielle zeitplanbezogene Verschiebungspufferzeiten	509
4.4.1.2.2.1. Freie Verschiebungspufferzeit	510
4.4.1.2.2.2. Freie Rückwärtsverschiebungspufferzeit	513
4.4.1.2.2.3. Unabhängige Verschiebungspufferzeiten	517
4.4.1.2.2.4. Modifizierte gesamte Verschiebungspufferzeiten	532
4.4.1.3. Extreme Verschiebungspufferzeiten	541
4.4.1.3.1. Minimale Verschiebungspufferzeit	542
4.4.1.3.2. Maximale Verschiebungspufferzeit	561
4.4.1.4. Kritische Vorgänge	574
4.4.2. Nicht-konjunktive Ablaufstruktur	583

Symbolverzeichnis	589
Literaturverzeichnis	596
Anhang 1: Multimengen	A1-1
Anhang 2: Graphen und Netzwerke	A2-1