

# INHALTSVERZEICHNIS

1. Einführung . . . . .	9
2. Graphentheoretische Grundlagen . . . . .	12
2.1 Grundbegriffe . . . . .	12
2.1.1 Graphen . . . . .	12
2.1.2 Netzwerke . . . . .	20
2.2 Verfahren (Algorithmen) . . . . .	24
2.2.1 Verfahren zur Prüfung der Zyklfreiheit und zur Bestimmung des Ranges der Knoten in einem Graphen . . . . .	24
2.2.2 Verfahren zur Ermittlung spezieller Wege in Netzwerken . . . . .	28
2.2.2.1 Wege- und Längenmatrizen . . . . .	28
2.2.2.2 Verfahren zur Bestimmung kürzester Wege von einem Knoten zu allen anderen Knoten . . . . .	31
2.2.2.2.1 Vorbemerkung . . . . .	31
2.2.2.2.2 Das Verfahren von Dijkstra . . . . .	31
2.2.2.2.3 Effizienz des Verfahrens . . . . .	40
2.2.2.3 Verfahren zur Bestimmung längster Wege von einem Knoten zu allen anderen Knoten . . . . .	42
2.2.2.3.1 Vorbemerkungen . . . . .	42
2.2.2.3.2 Das abgewandelte Dijkstra- Verfahren . . . . .	43
2.2.2.3.3 Das Verfahren von Ford . . . . .	47
2.2.2.3.4 Effizienz der Verfahren . . . . .	52
2.2.2.4 Verfahren zur Bestimmung kürzester (längster) Wege von allen Knoten zu allen Knoten . . . . .	53
2.2.2.4.1 Vorbemerkungen . . . . .	53
2.2.2.4.2 Das Tripel-Verfahren . . . . .	54
2.2.2.4.3 Effizienz des Verfahrens . . . . .	59
2.2.3 Verfahren zur Bestimmung maximaler (minimaler) Flüsse . . . . .	60
2.2.3.1 Vorbemerkungen . . . . .	60
2.2.3.2 Das Verfahren von Ford und Fulkerson (Markierungsverfahren) . . . . .	62
2.2.3.3 Effizienz des Verfahrens . . . . .	68

# Inhalt

3. Netzplantechnik bei deterministischer Vorgangsfolge . . . . .	69
3.1 Grundlagen . . . . .	69
3.2 Strukturplanung . . . . .	70
3.2.1 Problemstellung . . . . .	70
3.2.2 Zerlegung und Strukturierung eines Projekts . . . . .	71
3.2.3 Abbildung der Ablaufstruktur eines Projekts durch einen Netzplan . . . . .	78
3.2.3.1 Voraussetzungen . . . . .	78
3.2.3.2 Ermittlung des Netzplans bei CPM/PERT . . . . .	79
3.2.3.3 Ermittlung des Netzplans bei MPM . . . . .	86
3.3 Zeitplanung . . . . .	92
3.3.1 Problemstellung . . . . .	92
3.3.2 Zeitplanung bei deterministischen Vorgangs- und Verknüpfungsdauern . . . . .	95
3.3.2.1 Ermittlung der Vorgangs- und Verknüpfungs- dauern . . . . .	95
3.3.2.2 Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte und der Projektdauer . . . . .	98
3.3.2.3 Ermittlung von Zeitreserven, kritischen Vor- gängen und kritischen Wegen . . . . .	107
3.3.3 Die Zeitplanung bei stochastischen Vorgangs- und Verknüpfungsdauern . . . . .	116
3.3.3.1 Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Vorgangs- und Verknüpfungsdauern . . . . .	116
3.3.3.2 Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Projektdauer . . . . .	127
3.3.3.2.1 Problemstellung . . . . .	127
3.3.3.2.2 Exakte Verfahren . . . . .	131
3.3.3.2.3 Näherungsverfahren . . . . .	147
3.3.3.3 Verfahren zur Bestimmung der Kritizität von Vorgängen und Ereignissen . . . . .	178
3.3.3.3.1 Problemstellung . . . . .	178
3.3.3.3.2 Exakte Verfahren . . . . .	184
3.3.3.3.3 Näherungsverfahren . . . . .	188
3.4 Kosten- und Beschäftigungsplanung . . . . .	195
3.4.1 Einführung . . . . .	195
3.4.1.1 Kosten und Beschäftigung im Rahmen der Projektplanung . . . . .	195
3.4.1.2 Optimierungsprobleme (Überblick) . . . . .	200

3.4.1.3	Exakte Lösungsverfahren (Überblick) . . . . .	203
3.4.1.4	Näherungsverfahren (Überblick) . . . . .	207
3.4.2	<i>Ermittlung der kostenminimalen Projektdauer bei variablen Vorgangsdauern</i> . . . . .	210
3.4.2.1	Problemstellung . . . . .	210
3.4.2.2	Lösungsverfahren . . . . .	212
3.4.3	<i>Ermittlung eines projektdauer-minimalen Ablauf- plans bei festen Vorgangsdauern und beschränkten Kapazitäten</i> . . . . .	220
3.4.3.1	Problemstellung . . . . .	220
3.4.3.2	Exakte Lösungsverfahren . . . . .	228
3.4.3.2.1	Vorbemerkungen . . . . .	228
3.4.3.2.2	Verfahren der begrenzten Enume- ration von Ergänzungen . . . . .	230
3.4.3.2.3	Verfahren auf der Grundlage von Stufen-Netzen . . . . .	242
3.4.3.2.4	Problemerweiterungen – Vorgangs- splitting, zeitabhängige Kapazitäts- grenzen, Mehrprojektplanung . . . . .	263
3.4.3.3	Näherungsverfahren auf der Grundlage von Prioritätsregeln . . . . .	269
3.4.4	<i>Ermittlung eines kostenminimalen Ablaufplans bei festen Vorgangsdauern und beschränkten Kapazi- täten – Beschäftigungsglättung</i> . . . . .	275
3.4.4.1	Problemstellung . . . . .	275
3.4.4.2	Lösung bei Vernachlässigung von Anpassungs- kosten . . . . .	276
3.4.4.2.1	Beliebiger Verlauf der projektdauer- abhängigen Kosten . . . . .	276
3.4.4.2.2	Linearer Verlauf der projektdauer- abhängigen Kosten . . . . .	283
3.4.4.3	Lösung unter Berücksichtigung von Anpassungs- kosten . . . . .	285
3.4.4.4	Beschäftigungsglättung . . . . .	292

4. Netzplantechnik bei stochastischer Vorgangsfolge . . . . .	298
4.1 Vorbemerkungen . . . . .	298
4.2 Strukturplanung . . . . .	299
4.2.1 Beispiel . . . . .	299
4.2.2 Knotentypen in GERT-Netzplänen . . . . .	304
4.2.3 Exklusiv-Oder-Netzpläne . . . . .	306
4.3 Zeit- und Kostenplanung . . . . .	308
4.3.1 Problemstellung . . . . .	308
4.3.2 Exakte Verfahren bei Exklusiv-Oder-Netzplänen . . . . .	310
4.3.2.1 Anwendung der Mason-Formel . . . . .	310
4.3.2.1.1 Ermittlung von Realisationswahrscheinlichkeit, bedingter Realisationszeit und bedingten Realisationskosten . . . . .	310
4.3.2.1.2 Ermittlung von Rekurrenzhäufigkeit und Rekurrenzzeit . . . . .	331
4.3.2.2 Anwendung der Theorie der Semi-Markoff-Prozesse . . . . .	338
5. Abkürzungsverzeichnis . . . . .	343
6. Literaturverzeichnis . . . . .	344