

Thomas Paul

# Netzplantechnik und Zuverlässigkeitsanalyse

Die Integration des Parameters  
Zuverlässigkeit

recht-wirtschaft-steuern

igel

VERLAG

Thomas Paul  
**Netzplantechnik und Zuverlässigkeitsanalyse**  
**Die Integration des Parameters Zuverlässigkeit**

Thomas Paul

**Netzplantechnik und Zuverlässigkeitsanalyse  
Die Integration des Parameters Zuverlässigkeit**

1. Auflage 2009 | ISBN: 978-3-86815-972-1

© IGEL Verlag GmbH , 2009. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses eBook wurde nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Im Hinblick auf das Produkthaftungsgesetz weisen Autoren und Verlag darauf hin, dass inhaltliche Fehler und Änderungen nach Drucklegung dennoch nicht auszuschließen sind. Aus diesem Grund übernehmen Verlag und Autoren keine Haftung und Gewährleistung. Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Darstellungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Netzplantechnik	3
2.1.1 Anwendungsgebiete der Netzplantechnik	3
2.1.2 Entstehung und Entwicklung	3
2.1.3 Darstellungsverfahren der Netzplantechnik	5
2.1.4 Aufwand und Nutzen des Einsatzes der Netzplantechnik	12
2.2 Zuverlässigkeitstechnik	14
2.2.1 Begriffsabgrenzung	14
2.2.2 Wirtschaftliche Bedeutung der Zuverlässigkeit	14
2.2.3 Methoden der Zuverlässigkeitstechnik	17
2.2.3.1 Zuverlässigkeitsgraphen	17
2.2.3.2 Zuverlässigkeits-Blockdiagramme	18
2.2.3.3 Fehlerbaum-Analyse	21
2.2.3.4 Markov-Modelle	25
<b>3. Evaluation bestehender Methoden und Ansätze</b>	<b>27</b>
3.1 Evaluationskriterien	27
3.2 Literaturüberblick und Vorauswahl relevanter Methoden und Ansätze	28
3.2.1 Literaturüberblick	28
3.2.2 Auswahl relevanter Methoden und Ansätze	30
3.3 Evaluation ausgewählter Methoden und Ansätze	32
3.3.1 Program Evaluation and Review Technique (PERT)	32
3.3.1.1 Aufbau von PERT-Netzplänen	32
3.3.1.2 Parameteranalyse mit PERT	32
3.3.1.3 Möglichkeiten zur Integration der Ressourcenzuverlässigkeit	33
3.3.1.4 Praxistauglichkeit	37
3.3.2 Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)	37
3.3.2.1 Aufbau von GERT-Netzplänen	38
3.3.2.2 Analyse von Zeit, Kosten und Kapazitäten mit GERT	40
3.3.2.3 Möglichkeiten zur Integration der Ressourcenzuverlässigkeit	40
3.3.2.4 Praxistauglichkeit	42
3.3.3 Fertigungsprozessgraphen	43
3.3.3.1 Aufbau und Einsatz	43
3.3.3.2 Parameteranalyse mit Fertigungsprozessgraphen	46
3.3.3.3 Möglichkeiten zur Integration der Ressourcenzuverlässigkeit	46

3.3.3.4	Praxistauglichkeit	46
3.4	Evaluationsergebnis und Entwicklungsbedarf	47
<b>4.</b>	<b>Entwicklung eines Ansatzes zur Erweiterung der Integrierten Netzplantechnik</b>	<b>49</b>
4.1	Konkretisierung des festgestellten Entwicklungsbedarfs	49
4.2	Auswahl geeigneter Methoden	49
4.2.1	Festlegen der Auswahlkriterien	49
4.2.2	Auswahl eines geeigneten Verfahrens der Netzplantechnik	50
4.2.2.1	Vergleichende Betrachtung des Anwendungsaufwands	52
4.2.2.2	Vergleichende Betrachtung der erforderlichen methodischen Kenntnisse	52
4.2.2.3	Vergleichende Betrachtung des Revisionsaufwands	52
4.2.3	Auswahl eines geeigneten Instruments der Zuverlässigkeitsanalyse	53
4.2.3.1	Visualisierungsmöglichkeiten komplexer Ressourcenkombinationen	53
4.2.3.2	Anwendungsaufwand	56
4.2.3.3	Erforderliche methodischen Kenntnisse	56
4.2.3.4	Revisionsaufwand	56
4.2.3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	56
4.2.4	Ergebnis des Auswahlverfahrens	57
4.3	Erweiterung der Netzplantechnik um den Parameter der Ressourcenzuverlässigkeit	57
4.3.1	Integrierte Netzplantechnik unter Verwendung von Vorgangsknotennetzen	57
4.3.2	Darstellungsmöglichkeiten von Ressourcenkombinationen mittels Zuverlässigkeits-Blockdiagramm	58
4.3.3	Graphische Verknüpfung von Vorgangsknotennetzen und Zuverlässigkeits-Blockdiagrammen	62
4.3.4	Analyse und Optimierung von Prozessen unter Verwendung eines Zuverlässigkeits-Netzplans	66
4.3.5	Analyse komplexer vernetzter Prozesse	71
4.4	Fazit und Ausblick	74
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>76</b>

## Darstellungsverzeichnis

Darst. 1: Vorgangspfeilnetz	5
Darst. 2: CPM-Netzplan	6
Darst. 3: Unzulässige Darstellung paralleler Vorgänge im CPM-Netz	6
Darst. 4: Scheinvorgang im CPM-Netz	7
Darst. 5: Informationen zu Ereignissen und Vorgängen in VPN	8
Darst. 6: Zusammenhang zwischen Detail- und Übersichtsnetzplan	9
Darst. 7: Vereinfachtes Beispiel für einen Übersichtsnetzplan als EKN	9
Darst. 8: Vorgangsknotennetz mit Start- und Zielknoten	10
Darst. 9: Aufteilung von Vorgangsknoten	11
Darst. 10: Mögliche Anordnungsbeziehungen im VKN	12
Darst. 11: Wirtschaftliche Folgen von Anlagenausfällen	16
Darst. 12: Ausgewählte Instrumente der Zuverlässigkeitstechnik	17
Darst. 13: Straßennetz als ungerichteter Zuverlässigkeitsgraph	17
Darst. 14: Zuverlässigkeitssteigerung des Straßennetzes	18
Darst. 15: Strukturelemente von Zuverlässigkeits-Blockdiagrammen	19
Darst. 16: Serienschaltung von zwei Elementen	19
Darst. 17: Parallelschaltung von zwei Elementen	20
Darst. 18: Kombinationen der Elementaranordnungen	21
Darst. 19: Bildsymbole der Fehlerbaum-Analyse	22
Darst. 20: Systemkomponenten und deren Ausfallursachen	24
Darst. 21: Fehlerbaum für das Ereignis "Überschreiten des max. Systemdrucks"	24
Darst. 22: Possible transitions between four states	25
Darst. 23: System mit zwei Zuständen als Markov-Modell	26
Darst. 24: Vorgangsinformationen	34
Darst. 25: Netzplan des Beispielprozesses mit Standardressourcenzuordnung	35
Darst. 26: PERT-Analyse für den Beispielprozess	35
Darst. 27: Netzplan des Beispielprozesses mit alternativer Ressourcenzuordnung	36
Darst. 28: GERT-Knotentypen	38
Darst. 29: Produktentwicklungsprojekt als GERT-Netzplan	39
Darst. 30: Redundantes Arbeitssystem als Zuverlässigkeits-Blockdiagramm	41
Darst. 31: Beispiel-Netz für einfache Redundanz mit Reparaturvorgängen	41
Darst. 32: Falsche Darstellung einer Ressourcenkombination	42
Darst. 33: Darstellungselemente für Fertigungsprozess- und Arbeitsganggraphen	44
Darst. 34: Integrierte Darstellung von Fertigungsprozess- und Arbeitsganggraph	44
Darst. 35: Eindeutiger Fertigungsprozessgraph	45
Darst. 36: Mehrdeutiger Fertigungsprozessgraph	45
Darst. 37: Übersicht der Evaluationsergebnisse	48
Darst. 38: Evaluationskriterien für die Auswahl zu kombinierender Instrumente	50
Darst. 39: Bewertung netzplantechnischer Verfahren	53
Darst. 40: Zuverlässigkeits-Blockdiagramm einer Ressourcenkombination	53
Darst. 41: Erfolgsbaum des Systems aus Darstellung 40	54

Darst. 42: Zuverlässigkeitsgraph des Systems aus Darstellung 40	55
Darst. 43: Bewertung zuverlässigkeitstechnischer Instrumente	56
Darst. 44: Integrierte Planung	58
Darst. 45: 6-Stationen-Transferstraße als Zuverlässigkeits-Blockdiagramm	59
Darst. 46: Zuverlässigkeitswerte der einzelnen Bearbeitungsstationen	59
Darst. 47: Optimiertes System mit redundanter Einheit	59
Darst. 48: Soziotechnisches Arbeitssystem	60
Darst. 49: Einfaches soziotechnisches Arbeitssystem als Blockdiagramm	60
Darst. 50: Redundantes Arbeitssystem in Parallelreihenanzordnung	61
Darst. 51: Redundantes Arbeitssystem in Reihenparallelanzordnung	61
Darst. 52: Mögliche Darstellung von Ressourcen in vernetzten Prozessen	63
Darst. 53: Integrierte Darstellung von Ressourcenkombinationen	64
Darst. 54: Visualisierung unterschiedlicher Ressourceneigenschaften	65
Darst. 55: Zuverlässigkeits-Netzplan mit Darstellung einsetzbarer Ressourcen	65
Darst. 56: Alternativer Ressourceneinsatz	66
Darst. 57: Zuverlässigkeiten bei unterschiedlicher Ressourceneinplanung	67
Darst. 58: GANTT-Chart mit Ressourcenzuordnung in MS Project	67
Darst. 59: Ressourcenüberlastung bei Einplanungsziel "maximale Zuverlässigkeit"	68
Darst. 60: Suboptimale Zuordnung aus Sicht der Zuverlässigkeit	68
Darst. 61: Eingabe erfasster Instandsetzungszeiten in RISKview	69
Darst. 62: Mit RISKview ermittelte Verteilung	70
Darst. 63: Einfacher Ablaufgraph	71
Darst. 64: Allgemeine Matrix	72
Darst. 65: Matrixelemente in Tabellenform	72
Darst. 66: Graphische Darstellung aller Pfade eines Netzplans	73
Darst. 67: Visualisierte Prozessdaten in MS-Excel	74

## Abkürzungsverzeichnis

AOB	Anordnungsbeziehung
CP	Critical Path (kritischer Pfad)
CPM	Critical Path Method
EKN	Ereignisknotennetz
FAZ	Frühester Anfangszeitpunkt (eines Vorgangs im VKN)
FEZ	Frühester Endzeitpunkt (eines Vorgangs im VKN)
FTA	Fault Tree Analysis
GERT	Graphical Evaluation and Review Technique
GP	Gesamtpuffer
HD	Häufigste Dauer
MPM	Metra-Potential-Methode
PD	Pessimistische Dauer
PERT	Program Evaluation and Review Technique
MD	Mittlere Dauer
OD	Optimistische Dauer
SAZ	Spätester Anfangszeitpunkt (eines Vorgangs im VKN)
SEZ	Spätester Endzeitpunkt (eines Vorgangs im VKN)
VAR	Varianz
VKN	Vorgangsknotennetz
VPN	Vorgangspfeilnetz
WZ	Werkzeug
WZM	Werkzeugmaschine