

Berichte der
Institute für
Automatisierungs-
technik



Technische
Universität
Braunschweig

Dipl.-Ing. Dirk Leinhos, München

Analyse und Entwurf von Ortungssystemen für den Schienenverkehr mit Strukturierten Methoden

Fortschritt-Berichte VDI
Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **296**

Analyse und Entwurf von Ortungssystemen für den Schienenverkehr mit Strukturierten Methoden

Vorwort

Akronyme und Abkürzungen, Zeichen und Symbole

1	Einleitende Übersicht	1
1.1	Einführung	2
1.2	Aufgabenstellung	6
2	Methodengestützte Systementwicklung	8
2.1	Systemkonzept	8
2.1.1	Systemvorstellung	8
2.1.2	Sichtweisen	9
2.1.3	Methoden zur Dekomposition	9
2.1.4	Zerlegungsstrategien	10
2.1.5	Systembeschreibung	12
2.1.5.1	Modell und Modellbildung	13
2.1.5.2	Anforderungen zur Modellbildung	16
2.2	Methodik der Systementwicklung	17
2.2.1	Anforderungsanalyse	17
2.2.2	Anforderungssynthese	18
2.2.3	Systemdesign	18
2.2.4	Vorgehensweisen im Systementwurf	20
2.2.4.1	Bekannte Vorgehensweisen	20
2.2.4.2	Spezielle Vorgehensweise	22
2.2.5	Systemmodell	26
2.2.5.1	Informationsmodell	26
2.2.5.2	Funktionsmodell	26
2.2.5.3	Steuermodell	27
2.2.5.4	Prozessormodell	27
2.2.5.5	Integration der Teilmodelle	28

2.3	Graphische Notationen	30
2.3.1	Notation im Informationsmodell	30
2.3.2	Notation im Funktionsmodell	32
2.3.3	Notation im Steuermodell	35
2.3.4	Notation im Prozessmodell	38
3	Betriebsleittechnik und Ortung	39
3.1	Gliederung der Betriebsleittechnik	39
3.1.1	Technischer Prozeß	39
3.1.1.1	Mobiles Betriebsmittel : Fahrzeug	39
3.1.1.2	Stationäres Betriebsmittel : Fahrweg	40
3.1.1.3	Betriebsarten	41
3.1.2	Systemabgrenzung	41
3.1.3	Steuerung der Fahrten	43
3.1.3.1	Betriebsmittelkoordination	43
3.1.3.2	Führung	44
3.1.3.3	Fahrzeugsteuerung	45
3.1.3.4	Fahrwegsteuerung	45
3.1.4	Sicherung der Fahrten	47
3.1.4.1	Führung	47
3.1.4.2	Fahrzeugsicherung	52
3.1.4.3	Fahrwegsicherung	53
3.2	Ortung	54
3.2.1	Begriffliche Klärung	54
3.2.2	Ortung im spurgebundenen Verkehr	55
3.2.3	Definition der Ortung	56
3.3	Technische Systeme und Komponenten	57
3.3.1	Systeme der Betriebsmittelkoordination	60
3.3.2	Systeme der Führung	60
3.3.3	Systeme der Fahrzeugbeeinflussung	62
3.3.4	Systeme der Fahrwegbeeinflussung	63
3.3.5	Komponenten zur Ortung	63
3.3.5.1	Gleisfreimeldung	64
3.3.5.2	Teilwegrechnung	65
3.3.5.3	Zugnummernmeldung	65
3.3.5.4	Netzmodell und Gleisfeldbild	65
3.3.5.5	Spurplan	66

3.3.5.6	Streckenliste	66
3.3.6	Sensorik zur Ortung	67
3.3.7	Koordinaten- und Bezugssysteme zur Ortung	69
4	Anforderungsanalyse für ein Ortungssystem	71
4.1	Technologieunabhängige Systemanforderungen	71
4.1.1	Essentielle Aufgaben	72
4.1.1.1	Identifizierung	72
4.1.1.2	Positionsbestimmung	73
4.1.1.3	Fahrtrichtungsbestimmung	74
4.1.1.4	Geschwindigkeits- und Beschleunigungserkennung	74
4.1.2	Leistungsmerkmale	75
4.1.2.1	Leistungsebenen	75
4.1.2.2	Genauigkeit der Ortungsinformationen	77
4.2	Technologiespezifische Systemanforderungen	80
4.2.1	Systemarchitektur	81
4.2.1.1	Struktur der Sensoren	82
4.2.1.2	Prinzip der Auswertung	82
4.2.1.3	Redundanzkonzept	83
4.2.1.4	Grundsätzliche Systemstruktur	84
4.2.2	Qualitätsmerkmale	85
4.2.2.1	Betriebliche Verfügbarkeit	85
4.2.2.2	Sicherheitsfunktion	86
4.2.2.3	Stützung der Ortung	88
4.2.3	Grundkonfiguration von Betriebsleit- und Ortungssystem	91
4.2.3.1	Anordnung von Ortungsaktivitäten	92
4.2.3.2	Fahrzeugseitige Ortung	95
4.2.3.3	Fahrwegseitige Ortung	96
4.2.4	Ortungsverfahren	97
4.2.4.1	Bakenverfahren	99
4.2.4.2	Funkverfahren	99
4.2.4.3	Wegmessung	100
4.2.4.4	Logische Ortung	100
4.2.4.5	Bewertung der Ortungsverfahren	101

5	Modellbildung	102
5.1	Struktur des modellierten Ortungssystems	102
5.2	Anforderungsmodell für ein Ortungssystem	104
5.2.1	Essentielles Informationsmodell	104
5.2.1.1	Teilmodell : Fahrzeug	104
5.2.1.2	Teilmodell : Fahrweg	106
5.2.1.3	Teilmodell : Ortung	107
5.2.2	Essentielles Verhaltensmodell	110
5.2.2.1	Kontextdiagramm	110
5.2.2.2	Essentielle Ebene	112
5.2.2.3	Essentielle Aktivitäten	115
5.3	Architekturmodell für ein Ortungssystem	126
5.3.1	Administratives Informationsmodell	126
5.3.1.1	Teilmodell : Eigenortung	127
5.3.2	Administratives Verhaltensmodell	129
5.3.2.1	Kontextdiagramm	130
5.3.2.2	Administrative Ebene	133
5.3.2.3	Administrative Aktivitäten	140
5.4	Resümee der Modellbildung	171
6	Bewertung des Systemmodells	174
6.1	Beispiele existierender Systeme	174
6.1.1	Gleisfreimeldung	174
6.1.2	Teilwegrechnung	180
6.2	Beispiel für ein zukünftiges Ortungssystem	188
6.2.1	Wegmeßzentrale	188
6.2.2	Satellitennavigation	191
6.2.3	Ortungszentrale	194
6.3	Resümee der Bewertung	200
7	Zusammenfassung und Ausblick	203
	Datenverzeichnis	206
	Normen und Richtlinien	210
	Literaturverzeichnis	211