

Berichte der
Institute für
Automatisierungs-
technik



Technische
Universität
Braunschweig

Dipl.-Ing. Sven Bernhard Kiriczi, Hemhofen

Signaltechnisch sichere Fehlergrenzen für die Erfassung der Bewegungs- zustände von Bahnen

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-

und Regelungstechnik

Nr. **583**

Inhaltsübersicht

1 Einleitung	1
1.1 Zugortung im System 'Eisenbahn'	2
1.2 Kontinuierliche Zugbeeinflussung und mobiler Block	5
1.3 Problemstellung und Stand der Technik	9
1.4 Übersicht	11
2 Begriffe aus den Bereichen Sicherheit und Metrologie	13
3 Sicherheit	19
3.1 Definition und Legitimation	19
3.2 Sicherheitsziele	21
3.3 Beispiele für die Formulierung von Sicherheitszielen	30
3.3.1 Sicherheitsanforderungen nach Mü8004	30
3.3.2 Anforderungsklassen nach DIN 19250	31
3.3.3 Sicherheit gemäß CENELEC	33
3.3.4 Sicherheit gemäß IEC 65A(Sec.)122	34
3.4 Signaltechnische Sicherheit	34
3.5 Maßnahmen zum Erreichen der Sicherheitsanforderungen	36
3.5.1 Technische Prinzipien	36
3.5.2 Kausal- und Präventivsicherung	37
4 Signaltechnisch sichere Erfassung von Prozeßzustandsgrößen	41
4.1 Definition des SRICs	41
4.2 Gefährdungspotentiale	42
4.3 Implementierungsbedingte Randbedingungen des Sicherheitskonzepts	43
4.4 Ansatz und Grundlagen des Sicherheitskonzepts	44
4.4.1 Prinzip der Redundanz	45
4.4.2 Referenzinformationsflußmodell	46
4.4.3 Grundlage der SRIC-Berechnung	48

5 Anforderungen an die Informationsquellen	54
5.1 Gültigkeitsbereich der Information	54
5.2 Abweichungen	54
5.2.1 Unabhängigkeit und Fehlermodi	54
5.2.2 Größe der Abweichungen	56
5.2.3 Zeitliches Verhalten der Abweichungen	62
5.2.3.1 MTTEF	62
5.2.3.2 Mittlere Dauer von Fehlzuständen	63
5.2.3.3 Ausfallarten	63
5.3 Dynamik der Informationsgewinnung und -verarbeitung	63
5.4 Überwachung der charakteristischen Größen	64
6 Koordination der Informationsquellen	65
6.1 Gültigkeitsbereichsüberprüfung	66
6.2 Konsistenzprüfung	67
6.2.1 Anforderungen an die Konsistenzprüfung	68
6.2.1.1 Fehlercharakteristika	68
6.2.1.2 Anzahl zu erkennender Fehler und Ausfalloffenbarungszeit	70
6.2.1.3 Undefinierte Identifikationsergebnisse	84
6.2.2 Konsistenzprüfungsalgorithmen	84
6.2.2.1 Algorithmen zur Residuenbildung	84
6.2.2.2 Algorithmen zur Entscheidungsvorbereitung	90
6.2.2.3 Algorithmen zur Entscheidungsfindung	93
6.2.2.4 Beispiele für vollständige Verfahren	95
6.2.2.5 Bewertung der Verfahren	97
6.3 <i>IS Aufnahme</i> bei unzureichender Anzahl unabhängiger Informationsquellen	100

7	Berechnung des sicherheitsrelevanten Vertrauensintervalls	101
7.1	Berechnung des Basiswertes	103
7.2	Berechnung der signaltechnisch sicheren Fehlergrenzen	104
7.2.1	Einfluß der Fehlererkennungsstrategie	105
7.2.2	Einfluß der Fehlerfortpflanzung und der MTTEF-Fehlergrenzen	112
7.2.3	Einfluß der Parameterunsicherheit	113
7.2.4	Einfluß der Informationsalterung und der Ausfalloffenbarungszeit	113
7.2.4.1	Bestimmung der Informationsalterung	114
7.2.4.2	Prädiktion	115
7.3	Akkumuliertes signaltechnisch sicheres Vertrauensintervall	117
7.4	SRIC bei unzureichender Anzahl unabhängiger Informationsquellen	119
8	Beispielimplementierung	121
8.1	Systemkonfiguration	121
8.2	Charakteristische Eigenschaften der Informationsquellen	125
8.2.1	Antriebs- und Bremskraft	126
8.2.2	Wegimpulsgeber	128
8.2.3	Teilwegrechner	132
8.2.4	Radarkombination	133
8.3	Fehlererkennung und Koordination	139
8.4	SRIC Berechnung	139
8.5	Berechnung der Gefährdungsrate	140
8.6	Simulation der Beispielimplementierung	141
9	Zusammenfassung und Ausblick	156
	Literaturverzeichnis	159