



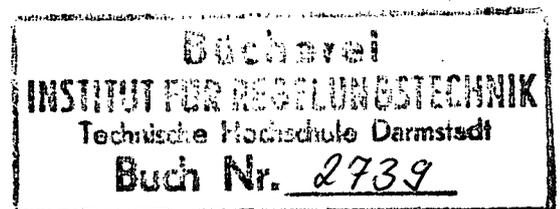
INSTITUT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

ILR-BERICHT 35

Uwe Kirchhoff

**Beitrag zur Identifizierbarkeit des
BBN-Modells und die Bedeutung des Modells
als Beschreibungsform der Arbeitsweise
des Menschen im teilautomatischen
Flugführungssystem**

32,1



BERLIN 1978

ULB Darmstadt



18631601

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einführung und Aufgabenstellung	1
2. Die Aufgabenbereiche des Menschen im teilautomatischen Flugführungssystem	5
2.1 Das Flugführungssystem dargestellt am Modell einer hierarchischen Mehrebenenstruktur	5
2.1.1 Die drei Regulationsebenen des hierarchisch strukturierten Flugführungssystems	6
2.1.2 Die charakteristischen Merkmale der Aufgaben in den Hierarchieebenen	8
2.2 Aufgaben des Menschen im hierarchisch strukturierten Flugführungssystem	11
2.2.1 Die Einsatzbereiche von Mensch und Automatik	11
2.2.2 Die Einsatzarten des Menschen	13
3. Ansatz einer Gesamtkonzeption zur Beschreibung der Arbeitsweise des Menschen durch die anthropotechnische Modelltheorie	18
3.1 Existierende anthropotechnische Modellansätze	19
3.1.1 Graphen- und algorithmentheoretische Modelle	19
3.1.2 Informationstheoretische Modelle	20
3.1.3 Regelungstheoretische Modelle	21
3.2 Die ganzheitliche Betrachtung der Arbeitsweise des Menschen	23
3.2.1 Die Prozeßstruktur des menschlichen Handelns	24
3.2.2 Die Einheit von Information und Verhalten	29
3.3 Ableitung einer Gesamtkonzeption zur Beschreibung der Arbeitsweise des Menschen im teilautomatischen Flugführungssystem	32
4. Die Bedeutung des BBN-Modells im Rahmen der Gesamtkonzeption zur Beschreibung der Arbeitsweise des Menschen im teilautomatischen Flugführungssystem	37
4.1 Anforderungen an lineare Beschreibungsformen	38
4.2 Der grundlegende Ansatz des BBN-Modells	41
4.3 Zusammenstellung der theoretischen Grundlagen des BBN-Modells	44
4.3.2 Beschreibung des BBN+Modells im Zeitbereich	44
4.3.1.1 Regelung eines linearen Systems mit totzeitbehaftetem und verrauschtem Beobachtungsvektor	45

	<u>Seite</u>	
4.3.1.2	Berücksichtigung der Stellgeschwindigkeitsbegrenzung und des Bewegungsrauschens	49
4.3.1.3	Die vollständige Beschreibung des BBN-Modells	53
4.3.1.4	Berechnung der Kovarianzmatrizen des Zustands- und Beobachtungsvektors	57
4.3.2	Beschreibung des BBN-Modells im Bildbereich	57
4.3.2.1	Die interne Übertragungsfunktion des Menschen	58
4.3.2.2	Die Übertragungsfunktion des zu regelnden Systems	60
4.3.2.3	Die äquivalente Übertragungsfunktion des Menschen	61
4.3.2.4	Berechnung der spektralen Leistungsdichten im geschlossenen Kreis	63
4.3.2.5	Berechnung der spektralen Leistungsdichte des äquivalenten Beobachtungsrauschens	65
4.4	Darstellung der komplexen Struktur des BBN-Modells an Hand eines einfachen Anwendungsbeispiels	68
4.4.1	Berechnung der Kenndaten im Zeitbereich	70
4.4.2	Berechnung der Kenndaten im Bildbereich	75
4.5	Die Bedeutung des BBN-Modells zur Beschreibung der manuellen Regeltätigkeit und seine Anwendungsproblematik	81
4.6	Ansatz zur Klärung der Identifizierbarkeit des BBN-Modells	83
5.	Beitrag zur Identifizierbarkeit des BBN-Modells basierend auf der analytischen Untersuchung der Übertragungsfunktion des Modells	87
5.1	Lösungsansatz zur Klärung von Überparametrisierung und überbestimmter Struktur des BBN-Modells	87
5.2	Untersuchung der Grundelemente des BBN-Modells	90
5.2.1	Regelung eines Geschwindigkeitssystems durch Kalmanfilter und optimalen Regler	91
5.2.2	Regelung eines Geschwindigkeitssystems durch Prädiktor und optimalen Regler	97
5.3	Die Entwicklung einer vereinfachten Modellstruktur für einen reduzierten Ansatz der Regelung eines Geschwindigkeitssystems durch das BBN-Modell	111
5.3.1	Reduzierter Ansatz der Regelung eines Geschwindigkeitssystems durch das BBN-Modell	111
5.3.2	Die Vernachlässigung des Prädiktors im Ansatz des BBN-Modells	119
5.3.3	Die Identifikation der Modellgrößen des vereinfachten Modellansatzes	125
5.3.4	Formulierung der Minimalkonfiguration des vereinfachten Modellansatzes im Zeitbereich	130

	<u>Seite</u>
5.4 Die Entwicklung eines vereinfachten Modellansatzes für die Regelung eines Geschwindigkeitssystems durch das BBN-Modell	133
5.4.1 Der vereinfachte Modellansatz mit Rauschfilter und Beobachtbarkeit der ersten Ableitung der angezeigten Größe	133
5.4.2 Der vereinfachte Modellansatz mit Rauschfilter und einer Beobachtungsgröße	138
5.5 Diskussion des vereinfachten Modellansatzes	144
6. Zusammenfassung und Ausblick	149
Literaturverzeichnis	158