

## INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	IX
I. Einführung: Problemstellungen, Methodik und Ergebnisse.....	1
1. Problemstellungen.....	1
2. Methodik.....	7
3. Ergebnisse.....	10
II. Kontroll-Approximationsprobleme.....	19
1. Konvexe Approximationsprobleme im Hilbertraum...19	
2. Anwendung auf lineare Kontrollsysteme.....	21
3. Ein weiteres Kontroll-Approximationsproblem....	26
III. Zeitoptimale Probleme.....	31
1. Kontrollierbarkeit.....	31
1.1. Problemstellung.....	31
1.2. Unrestringierte Kontrollierbarkeit.....	33
1.3. Restringierte Null-Kontrollierbarkeit autonomer Systeme.....	37
2. Kontrollierbarkeit in minimaler Zeit.....	42
2.1. Existenz zeitminimaler Steuerungen.....	42
2.2. Notwendige Bedingungen für zeitminimale Steuerungen.....	45
2.3. Zur Eindeutigkeit zeitminimaler Steuerungen....	50
2.4. Hinreichende Bedingungen für Zeitminimalität....	55
IV. Kontroll-Optimierungsprobleme.....	58
1. Minimierung konvexer Funktionale.....	58
1.1. Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen.....	58
1.2. Charakterisierung von Minimalstellen bei affin-linearen Nebenbedingungen.....	63
2. Anwendung auf lineare Kontrollsysteme.....	65

VI	Inhaltsverzeichnis	
2.1.	Null-Kontrollierbarkeit bei größtmöglicher Restriktion.....	65
2.2.	Minimierung eines quadratischen Funktionals unter Annahme der Null-Kontrollierbarkeit.....	70
3.	Charakterisierung von Minimalstellen unter Verwendung von Richtungsableitungen.....	75
3.1.	Definition von Richtungsableitungen und Beispiele.....	75
3.2.	Notwendige und hinreichende Bedingungen für Minimalstellen konvexer Funktionale.....	82
3.3.	Anwendung auf die Minimierung eines quadratischen Funktionals im Falle der Null-Kontrollierbarkeit.....	84
4.	Ein Verfahren zur Gewinnung zeitminimaler Steuerungen.....	86
4.1.	Ein Dualitätssatz.....	86
4.2.	Der Zusammenhang mit der Null-Kontrollierbarkeit in minimaler Zeit.....	90
4.3.	Ein Algorithmus.....	93
5.	Das bedingte Gradientenverfahren.....	96
5.1.	Die Idee des Verfahrens.....	96
5.2.	Bemerkungen und Ergänzungen.....	99
5.3.	Der Fall Gateaux-differenzierbarer Funktionale.....	101
6.	Anwendungen des bedingten Gradientenverfahrens auf die Lösung von Kontroll-Approximationsproblemen.....	103
6.1.	Problemstellung und allgemeine Aussagen.....	103
6.2.	Durchführung des bedingten Gradientenverfahrens.....	106
6.3.	Ein Beispiel.....	109
7.	Anwendung des bedingten Gradientenverfahrens auf das Problem der Nullsteuerbarkeit bei größtmöglicher Restriktion.....	111
7.1.	Problemstellung und ein Dualitätssatz.....	111
7.2.	Durchführung des Verfahrens.....	114
V.	Anhang: Hilfsmittel.....	117
1.	Lineare Systeme.....	117

1.1. Der Existenz- und Eindeutigkeitssatz.....	117
1.2. Homogene lineare Systeme.....	118
1.3. Inhomogene lineare Systeme.....	120
1.4. Lineare Systeme mit konstanten Koeffizienten...	124
1.5. Lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung..	127
2. Konvexe Mengen, schwache Konvergenz und schwache Stetigkeit.....	129
2.1. Konvexe Mengen.....	129
2.2. Schwache Konvergenz.....	132
2.3. Schwache Stetigkeit.....	137
3. Bibliographische Bemerkungen.....	138
3.1. Einleitung.....	138
3.2. Zur Kontrollierbarkeit.....	140
3.3. Zur Kontrollierbarkeit in minimaler Zeit.....	143
3.4. Abschließende Bemerkungen.....	144
Literaturverzeichnis.....	145
Sach- und Namenverzeichnis.....	147