

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>XII</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>XIX</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>XX</b>
<b>FORMEL- UND SYMBOLVERZEICHNIS .....</b>	<b>XXIII</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTELLUNG .....	1
1.2 ZIELSETZUNG UND AUFBAU DER ARBEIT .....	3
<b>2 BEWIRTSCHAFTUNG UND OPTIMIERUNG VON SPEICHERSYSTEMEN.....</b>	<b>5</b>
2.1 STAND DER FORSCHUNG .....	5
2.2 GRUNDLAGEN DER TALSPERRENBEWIRTSCHAFTUNG.....	9
2.2.1 Bedeutung von Talsperren.....	9
2.2.2 Talsperrenverbundsysteme .....	11
2.2.3 Wasserwirtschaftlicher Betrieb.....	13
2.2.4 Theoretische Konzepte der Talsperrensteuerung.....	16
2.2.5 Bewirtschaftungskonzepte.....	19
2.3 OPTIMIERUNGSVERFAHREN.....	23
2.3.1 Begriff und Modelle der Systemtheorie .....	23
2.3.2 Klassifizierung von Optimierungsverfahren.....	26
2.3.3 Optimale Regelung dynamischer Systeme .....	29
2.3.4 Methoden der Mehrzieloptimierung .....	31
2.3.5 Eingrenzung von Lösungsalternativen .....	34
2.4 MODELLBASIERTE PRÄDIKTIVE REGELUNG .....	35
2.4.1 Modelltechnische Grundlagen .....	35
2.4.2 Anwendung in der Wasserwirtschaft.....	39
2.4.3 Stochastische Modellansätze .....	43
2.4.4 Anforderungen in der operationellen Anwendung .....	44
2.5 ABFLUSSVORHERSAGE UND UNSICHERHEITEN.....	46
2.5.1 Vorhersagekette und Unsicherheitsquellen .....	46
2.5.2 Quantifizierung von Unsicherheiten .....	49
<b>3 ERSTELLUNG DES ENTSCHEIDUNGSMODELLS.....</b>	<b>52</b>
3.1 MODELLKONZEPT .....	52
3.1.1 Entwicklungsschritte und Vorgehen .....	52
3.1.2 Eingesetzte Simulationssoftware .....	54
3.1.3 Beschreibung des Talsperrenverbundsystems .....	56

3.2	KURZFRISTIGE BEWIRTSCHAFTUNGSZIELE .....	59
3.2.1	Abflussregulierung .....	59
3.2.2	Mengenbewirtschaftung .....	60
3.2.3	Stromerzeugung.....	62
3.2.4	Bewässerung.....	63
3.3	KONFIGURATION DES PROZESSMODELLS .....	65
3.3.1	Speichermodellierung .....	65
3.3.2	Fließgewässermodellierung .....	66
3.3.3	Berechnung der Stromerzeugung .....	68
3.3.4	Anfangs- und Randbedingungen .....	70
3.4	KONFIGURATION DES OPTIMIERUNGSMODELLS .....	71
3.4.1	Komponenten des Optimierungsmodells.....	71
3.4.2	Formulierung der Zielfunktion .....	74
3.4.3	Methoden der Zielgewichtung.....	76
3.4.4	Lösungsalgorithmus und Abbruchkriterien .....	80
3.5	BEWERTUNG DER OPTIMIERUNG .....	83
3.5.1	Vorbemerkung .....	83
3.5.2	Sensitivitätsanalyse.....	84
3.5.3	Bewertungskriterien und Gütemaße .....	85
3.6	ZUSAMMENFASSUNG .....	87
<b>4</b>	<b>ANWENDUNGSBEISPIELE UND ERGEBNISSE .....</b>	<b>89</b>
4.1	VORBEMERKUNGEN .....	89
4.2	ABFLUSSREGULIERUNG.....	90
4.2.1	Struktur der Optimierung.....	90
4.2.2	Varianten der Zielfunktion .....	91
4.2.3	Ergebnis Variante A .....	94
4.2.4	Ergebnis Variante B.....	95
4.2.5	Sensitivitätsanalyse zum Einfluss der Teilzielgewichtung.....	97
4.2.6	Sensitivitätsanalyse zum Einfluss der Stellschrittweite.....	102
4.2.7	Lösungsprozess und Einfluss der Abbruchbedingung.....	107
4.2.8	Szenarien zum Einfluss der Störgröße.....	116
4.2.9	Szenarien zur Variation der Zielvorgaben.....	120
4.3	MENGENBEWIRTSCHAFTUNG .....	125
4.3.1	Struktur der Optimierung.....	125
4.3.2	Varianten der Zielfunktion .....	128
4.3.3	Ergebnis Variante A .....	132
4.3.4	Ergebnis Variante B.....	134
4.3.5	Ergebnis Variante C.....	137
4.3.6	Zusammenfassung .....	143

4.4	STROMERZEUGUNG .....	144
4.4.1	Struktur der Optimierung.....	144
4.4.2	Varianten der Zielfunktion .....	146
4.4.3	Ergebnis Variante A .....	149
4.4.4	Ergebnis Variante B.....	150
4.4.5	Zusammenfassung .....	152
4.5	BEWÄSSERUNG .....	153
4.5.1	Struktur der Optimierung.....	153
4.5.2	Varianten der Zielfunktion .....	155
4.5.3	Ergebnis Variante A .....	158
4.5.4	Ergebnis Variante B.....	160
4.5.5	Zusammenfassung .....	162
4.6	ERWEITERUNG DES VERBUNDSYSTEMS.....	163
4.6.1	Aufbau des Talsperrensystems .....	163
4.6.2	Abflussregulierung .....	164
4.6.3	Mengenbewirtschaftung .....	168
4.6.4	Zusammenfassung .....	173
<b>5</b>	<b>SCHLUSSBETRACHTUNG.....</b>	<b>174</b>
5.1	ZUSAMMENFASSUNG.....	174
5.2	AUSBLICK .....	177
	<b>LITERATUR .....</b>	<b>179</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>188</b>
<b>A</b>	<b>BEWIRTSCHAFTUNG UND OPTIMIERUNG VON SPEICHER-SYSTEMEN .....</b>	<b>189</b>
A.1	BEDEUTUNG VON TALSPERREN.....	189
A.2	KLASSIFIZIERUNG VON OPTIMIERUNGSVERFAHREN .....	190
<b>B</b>	<b>ERSTELLUNG DES ENTSCHEIDUNGSMODELLS.....</b>	<b>192</b>
B.1	AUFBAU DES MEHRZWECKSPEICHER-VERBUNDSYSTEMS .....	192
B.2	KONFIGURATION DES PROZESSMODELLS .....	194
<b>C</b>	<b>ANWENDUNGSBEISPIELE .....</b>	<b>196</b>
C.1	ABFLUSSREGULIERUNG.....	196
C.2	MENGENBEWIRTSCHAFTUNG .....	198
C.3	STROMERZEUGUNG .....	200
C.4	ERWEITERUNG DES VERBUNDSYSTEMS.....	201