

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XIII</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>XV</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>XVII</b>
<b>Abstract</b>	<b>XIX</b>
<b>1 Braunkohlenförderung in tiefen Tagebauen</b>	<b>1</b>
1.1 Energiewirtschaftliche Bedeutung der Braunkohle . . . . .	1
1.2 Braunkohlentagebau . . . . .	3
1.3 Prognose von Bodenbewegungen . . . . .	5
<b>2 Hydrogeologie des Rheinischen Reviers</b>	<b>8</b>
2.1 Erdgeschichtliche Entstehung . . . . .	8
2.1.1 Stratigraphie . . . . .	10
2.1.2 Rezente Tektonik . . . . .	15
2.1.3 Inkohlung . . . . .	16
2.2 Hydrologie . . . . .	18
2.2.1 Hydrogeologische Gliederung . . . . .	18
2.2.2 Hydrologische Verhältnisse . . . . .	20
<b>3 Sumpfungsbedingte Bodenbewegungen</b>	<b>27</b>
3.1 Sumpfungsmaßnahmen . . . . .	27
3.1.1 Pegelmessungen . . . . .	28
3.1.2 Hydrogeologisches Prognosemodell . . . . .	30
3.2 Bodenbewegungen . . . . .	33
3.2.1 Ursache . . . . .	34
3.2.2 Höhenmessungen . . . . .	41
3.2.3 Prognosemodelle . . . . .	43

<b>4</b>	<b>Bodenmechanische Grundlagen</b>	<b>48</b>
4.1	Spannungs-Verformungsverhalten . . . . .	49
4.1.1	Bodenmechanische Modelle . . . . .	50
4.2	Zeitabhängige Verformung . . . . .	57
4.2.1	Konsolidation . . . . .	58
4.2.2	Zusammendrückungskriechen . . . . .	67
<b>5</b>	<b>Herleitung eines bodenmechanischen Prognosemodells</b>	<b>71</b>
5.1	Kompression . . . . .	72
5.1.1	Feinkörnige, tonige Böden . . . . .	73
5.1.2	Grobkörnige Böden . . . . .	76
5.1.3	Braunkohle . . . . .	79
5.2	Zeitabhängige Verformung . . . . .	80
5.2.1	Variable Belastungsraten . . . . .	81
5.2.2	Lösung für die Konsolidations-DGL . . . . .	84
5.2.3	Zeitschritt und Konsolidationsgeschwindigkeit . . . . .	93
5.2.4	Teilweise Entlastung . . . . .	97
5.3	Abbildung der geologischen Schichtung . . . . .	100
5.3.1	Vereinfachung durch Generalisierung . . . . .	101
5.3.2	Beschreibung der Schichtbänderung . . . . .	103
5.4	Belastung . . . . .	117
5.4.1	Diskretisierung der Grundwasserganglinien . . . . .	117
5.4.2	Bestimmung der Spannungsänderungen . . . . .	118
<b>6</b>	<b>Berechnungen für das Rheinische Revier</b>	<b>122</b>
6.1	Bestimmung der Bodenparameter . . . . .	122
6.1.1	Geotechnische Laboruntersuchungen . . . . .	125
6.1.2	Numerische Kalibrierung . . . . .	142
6.2	Abbildung der Bodenbewegungen im Rheinischen Revier . . . . .	161
6.2.1	Anwendung des bodenmechanischen Prognosemodells . . . . .	162
6.2.2	Korrelation mit markscheiderischen Messungen . . . . .	167
6.3	Prognose von Bodenbewegungen . . . . .	179
6.3.1	Reversibilität der Setzungen . . . . .	179
6.3.2	Erwartungsbereich der Prognosen . . . . .	183
6.4	Diskussion . . . . .	186
6.4.1	Kompensation von Unschärfen . . . . .	188
6.4.2	Schlussfolgerung . . . . .	194
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>197</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>203</b>

<b>Anlagen</b>	<b>211</b>
<b>A Laborversuche – Kompressionskurven</b>	<b>212</b>
A.1 Feinkörnige Böden . . . . .	213
A.2 Grobkörnige Böden . . . . .	218
A.3 Braunkohle . . . . .	219
<b>B Bodenmechanisches Prognosemodell</b>	<b>220</b>
B.1 Materialparameter . . . . .	220
B.2 Nachrechnung des Leitnivelements . . . . .	224
B.2.1 Erftscholle . . . . .	225
B.2.2 Rurscholle . . . . .	233
B.2.3 Venloer Scholle . . . . .	237
<b>C Korrelationsmodell</b>	<b>239</b>
C.1 Materialparameter . . . . .	239
C.2 Nachrechnung des Leitnivelements . . . . .	242
C.2.1 Erftscholle . . . . .	243
C.2.2 Rurscholle . . . . .	251
C.2.3 Venloer Scholle . . . . .	255
C.3 Prognose von Bodenbewegungen . . . . .	257
C.3.1 Erftscholle . . . . .	258
C.3.2 Rurscholle . . . . .	266
C.3.3 Venloer Scholle . . . . .	270