

1.	EINFÜHRUNG	1
2.	DERZEITIGER KENNTNISSTAND	3
2.1	Allgemeines	3
2.2	Geotechnische Modellstudien	4
2.2.1	Einaxial- und Triaxial-Versuche	4
2.2.2	Biaxial-Versuch	5
2.3	Zusammenfassung	8
3.	KONZEPTION DER ARBEIT	9
3.1	Arbeitsziele	9
3.2	Modelltechnologie	9
3.2.1	Modellmaterial	10
3.2.2	Belastungssystem	11
3.3	Modellversuche	12
3.3.1	Versuchsparameter	12
3.3.2	Übertragungsmaßstab	14
3.3.2.1	Mechanische Ähnlichkeit	15
3.3.2.2	Maßstab-Abschätzung	16
3.3.3	Versuchsdurchführung	18
3.3.4	Versuchsergebnisse	18
4.	GEOMECHANISCHE EINGANGSKENNWERTE	20
4.1	Vorbemerkungen	20
4.2	Geometrische Gefügekennwerte	21
4.3	Mechanische Kluftflächenkennwerte	22
4.3.1	Scherfestigkeit von Kluftflächen	23
4.3.1.1	Scherfestigkeiten glatter Kluftflächen	23
4.3.1.2	Scherfestigkeiten rauher Kluftflächen	25
4.3.2	Verformungsverhalten rauher Kluft- flächen	27

4.3.2.1	Normalverformung $n$	28
4.3.2.2	Scherverformung $s$	30
4.3.2.3	Dilatation $h$ (Abb. 4-6)	32
4.4	Mechanische Elementkennwerte	35
4.4.1	Festigkeit	35
4.4.1.1	Druckfestigkeit	35
4.4.1.2	Zugfestigkeit	36
4.4.2	Verformbarkeit	37
4.4.2.1	Verformungsmodul	37
4.4.2.2	Querdehnungsverhältnis	37
5.	DURCHGEFÜHRTE MODELLVERSUCHE	38
5.1	Allgemeines	38
5.2	Versuchsreihe "Kontinuum"	39
5.2.1	Vorüberlegungen	39
5.2.2	Versuchsdurchführung	40
5.2.3	Konzepte zur Versuchsauswertung	40
5.2.3.1	COULOMB-Ansatz	40
5.2.3.2	LUNDBORG-Ansatz	42
5.2.4	Ergebnisse und Folgerungen	45
5.3	Versuchsreihe "Kluftabstand"	47
5.3.1	Versuchsziel	47
5.3.2	Versuchsdurchführung	47
5.3.3	Konzepte zur Ermittlung der Gefügebruchfestigkeit	48
5.3.3.1	Gefügebruchfestigkeit für glatte Kluftflächen	49
5.3.3.2	Gefügebruchfestigkeit für raue Kluftflächen	50
5.3.4	Ergebnisse	51
5.3.4.1	Festigkeit	51
5.3.4.2	Verformbarkeit	55
5.3.5	Folgerungen	57
5.3.5.1	Ursache der Festigkeitsunterschiede	57

5.3.5.2	Abminderung infolge engständiger Klüftung	59
5.4	Versuchsreihe "Einscharige Systeme"	61
5.4.1	Versuchsziel	61
5.4.2	Versuchsdurchführung	62
5.4.3	Konzepte zur Versuchsauswertung	63
5.4.3.1	Darstellungsformen der Systemfestigkeit	63
5.4.3.2	Bruchverformung	67
	5.4.3.2.1 Verformungen infolge einer Kluftschar	67
	5.4.3.2.2 Bruchdehnungen ein- und mehrschariger Systeme	74
	5.4.3.2.3 Systemverformbarkeit bei Bruch	76
5.4.4	Versuchsergebnisse	76
5.4.5	Folgerungen aus den Versuchsergebnissen	78
5.4.5.1	Systemfestigkeit	78
5.4.5.2	Vergleich gerades - gekrümmtes Trennflächen-Bruchkriterium	80
5.4.5.3	Systemreformbarkeit	82
5.5	Versuchsreihe "Kluftstreuung"	85
5.5.1	Versuchsziel	85
5.5.2	Vorüberlegungen	86
5.5.3	Versuchsdurchführung	87
5.5.3.1	Herstellen streuender Kluftmodelle	87
5.5.3.2	Durchgeführte Versuche	89
5.5.4	Ergebnisse	90
5.5.5	Folgerungen aus den Versuchsergebnissen	92
5.5.5.1	Ermittlung der Systemfestigkeit bei streuenden Kluftflächen	92
5.5.5.2	Vergleich mit GOODMAN-Ansatz (Abb. 5-24)	95

6.	SCHLUSSFOLGERUNG	98
7.	LITERATURVERZEICHNIS	103
8.	ANHANG	
A.	MODELLTECHNOLOGIE	
A.1	Belastungssystem	113
A.1.1	Prinzip des Belastungssystems	113
A.1.2	Arbeitszylinder	114
A.1.3	Versuchssteuerung	115
A.1.4	Verformung in der 3. Dimension	117
A.2	Modellmaterial	117
A.2.1	Herstellen einer ungeklüfteten Modellscheibe	117
A.2.2	Materialtypen	118
A.2.3	Mechanische Kennwerte des Modellmaterials	119
A.2.4	Herstellen der Modellklüfte	120
A.2.5	Scherfestigkeit der Modellklüfte	121
B.	VERSUCHSERGEBNISSE	
B.1	Modellsysteme	
B.1.1	Ergebnisse der Versuchsreihe "Kontinuum"	124
B.1.2	Ergebnisse der Versuchsreihe "Kluftabstand"	124
B.1.3	Ergebnisse der Versuchsreihe "Einscharige Systeme"	125
B.1.4	Ergebnisse der Versuchsreihe "Kluftstreuung"	126

B.2	Modellklüfte und Modellelemente	
B.2.1	Ergebnisse der Direkt-Scherversuche (Material A)	128
B.2.2	Ergebnisse der Direkt-Scherversuche (Material B)	129
B.2.3	Ergebnisse der Triaxial-Versuche an Modellelementen	130
C.	FORTTRAN-PROGRAMME	131
C.1	Allgemeines	132
C.2	Programm "Festigkeitsanisotropie" (ANISO)	132
C.2.1	Einleitung	132
C.2.2	Eingabe / Ausgabe	132
C.2.2.1	Eingabedaten	132
C.2.2.2	Ausgabe	133
C.2.3	Rechenprogramm	134
C.2.3.1	Programmaufbau	134
C.2.3.2	Programmablauf	137
C.2.3.3	Programmprotokoll	140
C.2.3.4	Ausgabebeispiele	149
C.3	Programm "Polyaxiale Festigkeit" (POLYAX)	150
C.3.1	Einleitung	150
C.3.2	Eingabe / Ausgabe	151
C.3.2.1	Eingabedaten	151
C.3.2.2	Ausgabe	152
C.3.3	Rechenprogramm	152
C.3.3.1	Programmaufbau	152
C.3.3.2	Programmablauf	154
C.3.3.3	Programmprotokoll	157
C.3.3.4	Ausgabebeispiele	165

C.4	Programm "Systemverformungen" (VERFO)	166
C.4.1	Einleitung	166
C.4.2	Eingabe / Ausgabe	166
C.4.2.1	Eingabedaten	166
C.4.2.2	Ausgabe	167
C.4.3	Rechenprogramm	168
C.4.3.1	Programmaufbau	168
C.4.3.2	Programmablauf	170
C.4.3.3	Programmprotokoll	171
C.4.3.4	Ausgabebeispiele	180
D.	HP-67-PROGRAMME	182
D.1	Allgemeines	183
D.2	Festigkeit eines einscharigen Systems (glatte Trennflächen)	183
D.2.1	Einführung	183
D.2.2	Benutzte Formeln	184
D.2.3	Benutzer-Anweisung	186
D.2.4	Programm-Protokoll	187
D.2.5	Anwendungsbeispiele	189
D.3	Festigkeit eines einscharigen Systems mit rauhen Trennflächen	195
D.3.1	Einführung	195
D.3.2	Benutzte Formeln	196
D.3.3	Operator-Anweisung	197
D.3.4	Programm-Protokoll	198
D.3.5	Anwendungsbeispiel	200
D.4	Verformbarkeit eines einscharigen Systems	202
D.4.1	Allgemeines	202
D.4.2	Benutzte Formeln	202
D.4.3	Operator-Anweisung	204
D.4.4	Programm-Protokoll	205
D.4.5	Anwendungsbeispiel	207