

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Hohlräume im Untergrund	6
3	Das Wasserleitvermögen der Gesteine	11
4	Methoden zur Ermittlung von grundwasserführenden Gesteinskörpern	16
4.1	Allgemeines	16
4.2	Geologische Methoden	16
4.21	Geologische Methoden im eigentlichen Sinne	16
4.22	Bohrverfahren	18
4.221	Allgemeines	18
4.222	Schlagbohren	19
4.223	Drehbohren	22
4.223.1	Allgemeines	22
4.223.2	Drehbohren mit regulärer Spülstromrichtung	23
4.223.3	Drehbohren mit inverser Spülstromrichtung	26
4.23	Bohrlochmessungen	26
4.3	Geophysikalische Untersuchungen	32
4.31	Allgemeines	32
4.32	Geoelektrik	33
4.33	Seismik	44
5	Aquifer	49
6	Die Bewegung des Grundwassers	61
6.1	Allgemeines	61
6.2	Anwendung von Markierungsstoffen	62
6.3	Der Abstrom in Lockergesteinen	65
6.31	Allgemeines	65
6.32	Grundgleichungen der Grundwasserströmung	65
6.33	Bestimmung des k_f -Wertes	70
6.331	Bestimmung mittels Pumpversuchen	70
6.331.1	Vorbemerkungen	70
6.331.2	Pumpversuche unter stationären Bedingungen	75
6.331.3	Pumpversuche unter nichtstationären Bedingungen	77
6.331.4	Schlußbemerkungen	85
6.332	Bestimmung des k_f -Wertes mittels anderer Methoden	86
6.332.1	Vorbemerkungen	86
6.332.2	Ermittlung von k_f -Werten aus Tests an Bohrlöchern und Peilrohren	86
6.332.3	Ermittlung der k_f -Werte durch Anwendung von radioaktiven Isotopen in Brunnen und Peilrohren	88

6.332.4	Ermittlung von k_f -Werten aus der Korngrößenverteilung von Lockergesteinen	89
6.4	Der Speicherkoeffizient	95
6.5	Grundwasserhöhengleichen- und Stromlinienpläne	97
7	Der Haushalt des Grundwassers	103
7.1	Hydrologischer Zyklus — Wasserhaushalt	103
7.2	Grundwasser im Wasserhaushalt	104
7.21	Allgemeines	104
7.22	Der Niederschlag	106
7.23	Die Verdunstung	110
7.231	Allgemeines	110
7.232	Die Evaporation von freien Wasserflächen	111
7.233	Die Evaporation von geschlossenen Schneedecken	113
7.234	Die Evapotranspiration	113
7.234.1	Allgemeines	113
7.234.2	Die potentielle Evapotranspiration	115
7.234.21	Berechnung der potentiellen Evapotranspiration mittels Formeln — Allgemeines — Die Formel von HAUDE — Die Formel von PENMAN — Die Formel von THORNTHWAITE	115
7.234.22	Halbempirische Ermittlung der potentiellen Evapotranspiration	119
7.234.23	Unmittelbare Messung der potentiellen Evapotranspiration	120
7.234.3	Die reelle Evapotranspiration	120
7.234.31	Allgemeines	120
7.234.32	Berechnung der reellen Evapotranspiration aus Klima-, Boden- und Vegetationsfaktoren	120
7.234.33	Ermittlung der reellen Evapotranspiration als Restglied der Wasserhaushaltsgleichung	124
7.234.34	Messung der reellen Evapotranspiration	125
7.24	Der Abfluß	125
7.241	Allgemeines	125
7.242	Der oberirdische Abfluß (der Abfluß im Vorfluter)	126
7.242.1	Allgemeines	126
7.242.2	Den Abfluß bestimmende Faktoren	127
7.242.3	Die verschiedenen Anteile des Abflusses	129
7.242.31	Allgemeines	129
7.242.32	Der Abflußanteil A_0	129
7.242.33	Der Abflußanteil A_u	129
7.242.34	Der Interflow	130
7.242.4	Das Zustandekommen der Abflußganglinie	130
7.242.5	Abtrennung der Ganglinienkomponenten A_u und A_0	133
7.242.6	Verwendung von Einzeldaten des Trockenwetterabflusses	138

7.242.7	Die Messung des oberirdischen Abflusses	139
7.242.71	Allgemeines	139
7.242.72	Gefäßmessung	140
7.242.73	Messung an Überlaufwehren	140
7.242.74	Abflußbestimmung mit dem Meßflügel	141
7.242.75	Salzmischungsverfahren und Anwendung von Markierungsstoffen, sowie sonstige Verfahren	141
7.242.76	Abflußermittlung aus Wasserstand und Abflußkurve	142
7.242.8	Abflußstatistik	143
7.243	Die Quellen	144
7.244	Der Grundwasserabstrom A_{gw}	150
7.25	Die Grundwasservorratsänderung	151
7.26	Die Vorratsänderung der Bodenfeuchte	152
7.27	Die Grundwasserneubildung	153
7.28	Die Bilanzierung des Grundwassers	160
8	Analogmodelle zur Lösung grundwasserkundlicher Fragen	162
8.1	Vorbemerkungen	162
8.2	Anwendung von Analogmodellen	163
8.3	Möglichkeiten zur Simulation von Aquifersystemen	164
8.31	Grundlagen	164
8.32	Skalenfaktoren	166
8.33	Analogmodelltypen	167
8.4	Die räumlich kontinuierlichen Analogmodelle	167
8.41	Elektrolyt- und Leitfähigkeitspapiermodelle	167
8.411	Elektrolytmodelle	167
8.412	Leitfähigkeitspapiermodelle	170
8.42	Spaltmodelle	171
8.43	Sandkastenmodelle	171
8.5	Die diskreten Analogmodelle	172
8.51	Die R-C-Modelle	172
8.52	Die digitalen Modelle	175
8.53	Die Hybrid-Modelle	178
9	Die Beschaffenheit des Grundwassers	180
9.1	Allgemeines	180
9.2	Die Temperatur des Grundwassers	180
9.3	Die Viskosität des Grundwassers	183
9.4	Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers	184
9.5	Die Versalzung des Grundwassers in Küstengebieten	211
10	Altersbestimmung von Grundwasser mittels Radiokohlenstoff und Tritium	215
11	Das Grundwasser in Karstgebieten	221
12	Die Gewinnung, Speicherung und Anreicherung von Grundwasser	227
12.1	Allgemeines	227
12.2	Wasserbedarf	228
12.3	Grundwassergewinnung	229

12.31 Allgemeines	229
12.32 Quellen	230
12.33 Sickeranlagen	231
12.34 Stollen	232
12.35 Brunnen	232
12.351 Allgemeines	232
12.352 Schachtbrunnen	233
12.353 Rammbrunnen	233
12.354 Bohrbrunnen	233
12.354.1 Allgemeines	233
12.354.2 Bohrbrunnen in Lockergesteinen	237
12.354.3 Bohrbrunnen in Festgesteinen	240
12.355 Bestimmung des Zuflusses in Brunnen und Festgesteinsbohr- löchern	242
12.356 Horizontal- und Schrägfilterbrunnen	244
12.4 Speicherung von Grundwasser	245
12.5 Anreicherung von Grundwasser	246
13 Der Schutz des Grundwassers	248
13.1 Allgemeines	248
13.2 Reinigungsvorgänge im Untergrund	251
13.3 Wasserschutzgebiete	253
13.31 Allgemeines	253
13.32 Trinkwasserschutzgebiete	254
13.321 Allgemeines	254
13.322 Schutzzonen	254
13.322.1 Fassungsbereich	254
13.322.2 Engere Schutzzone	255
13.322.3 Weitere Schutzzone	260
13.33 Heilquellenschutzgebiete	263
 Literaturverzeichnis	 265
Register	275