

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL 1: Hydrogeologie (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|-------------|--|----|-------------|---|----|
| 1.1 | Allgemeine Grundlagen | 1 | 1.1.8.1.1 | Salzungsversuche | 44 |
| 1.1.1 | Werden und Vergehen der Gesteine . . | 1 | 1.1.8.1.1.1 | Salzung mit Steinsalz (NaCl) | 44 |
| 1.1.2 | Anfertigen und Lesen geologischer Karten | 3 | 1.1.8.1.1.2 | Salzung mit Lithiumchlorid (LiCl) | 45 |
| 1.1.3 | Geologische Formen und Strukturen | 4 | 1.1.8.1.2 | Färbversuche mit Uranin | 46 |
| 1.1.4 | Die Wasserführung der Gesteine | 8 | 1.1.8.1.3 | Sporenriftversuche | 46 |
| 1.1.4.1 | Wasser in Lockergesteinen | 9 | 1.1.8.1.3.1 | Sporenriftversuch von Korbach | 46 |
| 1.1.4.1.1 | Die Wasseraufnahmefähigkeit | 9 | 1.1.8.1.4 | Versuche mit <i>Serratia marcescens</i> (<i>Baterium prodigiosum</i>) | 48 |
| 1.1.4.1.1.1 | Berechnung des Porenvolumens nach G. MAROTZ | 10 | 1.1.8.1.4.1 | Anreicherungsverfahren | 49 |
| 1.1.4.1.2 | Die Erscheinungsformen des Wassers in Lockergesteinen | 10 | 1.1.8.1.4.2 | Membranfiltermethode | 49 |
| 1.1.4.1.3 | Die Wasserabgabefähigkeit | 12 | 1.1.8.1.4.3 | Keimzahlbestimmung | 49 |
| 1.1.4.2 | Wasser in verfestigten, klüftigen Gesteinen | 13 | 1.1.8.1.5 | Beispiele von Salzungs- und Färb- versuchen | 49 |
| 1.1.4.2.1 | Wasserführung der kristallinen Gesteine | 15 | 1.1.8.1.5.1 | Salzungsversuche im Buntsandstein des mittleren Schwarzwaldes | 49 |
| 1.1.4.2.2 | Die Wasseraufnahmefähigkeit | 17 | 1.1.8.1.5.2 | Salzungsversuch von Herzogweiler- Cresbach bei Freudenstadt | 50 |
| 1.1.5 | Die Grundwasserspeicher | 18 | 1.1.8.1.5.3 | Färbversuch im Mittleren Lombach- tal südlich Wittlensweiler bei Freu- denstadt | 50 |
| 1.1.5.1 | Voraussetzungen zur Entstehung von Grundwasserspeichern | 19 | 1.1.8.1.6 | Markierungsversuche mit Detergen- tien und Geruchsstoffen | 51 |
| 1.1.6 | Grundwasserleiter | 20 | 1.1.8.1.6.1 | Versuche mit Alkylbenzolsul- fonaten | 51 |
| 1.1.6.1 | Grundwasserleiter und Art ihrer Erschließung | 21 | 1.1.8.1.6.2 | Versuche mit Geruchsstoffen | 51 |
| 1.1.6.1.1 | Trogtyp | 21 | 1.1.8.1.7 | Fließgeschwindigkeiten in Kluft- und Karstwasserleitern | 52 |
| 1.1.6.1.2 | „Flächentyp“ | 22 | 1.1.8.1.7.1 | Kluftwasserleiter | 52 |
| 1.1.6.1.3 | „Muldentyp“ | 23 | 1.1.8.1.7.2 | Karstwasserleiter | 52 |
| 1.1.6.1.4 | „Satteltyp“ | 24 | 1.1.8.1.8 | Fließgeschwindigkeiten in Talauen | 55 |
| 1.1.6.1.5 | „Flankentyp“ | 25 | 1.1.8.1.9 | Außerdeutsche Untersuchungen | 55 |
| 1.1.6.1.6 | „Mehrstockwerktypen“ | 26 | 1.1.8.1.9.1 | Frankreich | 55 |
| 1.1.6.1.6.1 | Unechte Grundwasserspiegel | 26 | 1.1.8.1.9.2 | Schweiz | 55 |
| 1.1.6.1.7 | „Schwimmende Süßwasser“ | 28 | 1.1.8.1.9.3 | Jugoslawien | 55 |
| 1.1.6.2 | Grundwasser in Gebieten dauernder Gefrornis | 29 | 1.1.8.2 | Einflußbreiten der Versickerungen und Versinkungen | 55 |
| 1.1.7 | Quellen | 30 | 1.1.8.3 | Vergleich der Untersuchungsmetho- den | 55 |
| 1.1.7.1 | Vorkommen und Aufsuchen von Quellen | 30 | | | |
| 1.1.7.1.1 | Geologische Strukturen und Quell- bildung | 30 | 1.2 | Hydrogeologische Arbeitsmetho- den | 58 |
| 1.1.7.1.2 | Voraussetzungen der Quellschüt- tungen | 35 | 1.2.1 | Studium der geologischen Karten und Sammeln von Unterlagen | 58 |
| 1.1.7.1.2.1 | Niederschläge | 35 | 1.2.2 | Grundwasserleiter in Lockergestei- nen | 59 |
| 1.1.7.1.2.2 | Verdunstung | 35 | 1.2.2.1 | Das geologische Bohrprofil | 59 |
| 1.1.7.1.2.3 | Vegetation | 35 | 1.2.2.2 | Die Bohrprofilkarte | 59 |
| 1.1.7.1.2.4 | Der oberflächliche Abfluß | 36 | 1.2.2.3 | Geologische Schnitte | 60 |
| 1.1.7.1.2.5 | Einzugs- oder Nährgebiete der Quellen | 36 | 1.2.2.4 | Petrographische Profile und Schnit- te | 61 |
| 1.1.7.2 | Quellschüttungsmessungen | 36 | 1.2.2.4.1 | Korngrößenuntersuchungen | 61 |
| 1.1.7.2.1 | Der vollkommene Überfall ohne Seitenkontraktion | 37 | 1.2.2.4.1.1 | Probeentnahmen bei Trockenbohr- ungen | 61 |
| 1.1.7.2.2 | Der Überfall mit Seiten- kontraktion | 37 | 1.2.2.4.1.2 | Probeentnahmen bei Saugbohrun- gen | 61 |
| 1.1.7.2.3 | Meßkasten mit kreisförmigem Ausfluß | 39 | 1.2.2.4.1.3 | Die Siebanalyse | 61 |
| 1.1.7.2.4 | Dreiecksüberfall nach THOMPSON . . | 39 | 1.2.2.4.1.4 | Auswertung der Siebanalysen | 62 |
| 1.1.7.2.5 | Ermittlung kleinster Quellschüt- tungen | 40 | 1.2.2.5 | Schnittprofilkarten | 62 |
| 1.1.7.2.6 | Ergiebigkeitsschwankungen | 40 | 1.2.2.6 | Tektonik | 63 |
| 1.1.7.3 | Quelltemperaturen | 40 | 1.2.2.7 | Mächtigkeitkarten | 66 |
| 1.1.7.4 | Chemie der Quellwässer | 41 | 1.2.2.8 | Flurabstandskarten | 67 |
| 1.1.8 | Hydrogeologie des Karstes | 41 | 1.2.3 | Grundwasserleiter in Kluftgesteinen | 68 |
| 1.1.8.1 | Nachweis der unterirdischen Abfluß- wege im Karst und klüftigen Grund- wasserleitern | 44 | 1.2.3.1 | Geologische Schnitte | 69 |

| | | | | | |
|-----------|--|----|-----------|---|----|
| 1.2.3.1.1 | Geologische Schnitte nach der geologischen Karte | 69 | 1.2.3.3 | Großräumige Untersuchungen | 70 |
| 1.2.3.1.2 | Geologische Schnitte nach durchgeführten Bohrungen | 69 | 1.2.3.3.1 | Umwertung stratigraphischer in hydrogeologische Übersichten | 70 |
| 1.2.3.2 | Tektonik | 70 | 1.2.3.3.2 | Auswertung von Faciesprofilen und Facieskarten | 71 |

KAPITEL 2: Spezielle hydrogeologische Probleme in ariden Gebieten (aufgezeigt an Beispielen Nordafrikas) (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|---------|--|----|-----------|--|----|
| 2.1 | Allgemeines | 73 | 2.6 | Nordostafrika | 86 |
| 2.2 | Nordwestafrika | 73 | 2.6.1 | Ägypten | 86 |
| 2.2.1 | Algerien | 75 | 2.6.1.1 | Einzellandschaften | 88 |
| 2.2.2 | Marokko | 76 | 2.6.1.1.1 | Die Oase Kharga | 88 |
| 2.3 | Tunesien | 77 | 2.6.1.1.2 | Die Oase Dakhla | 93 |
| 2.3.1 | Nord-Tunesien | 77 | 2.6.1.1.3 | Die Oase Farafra | 93 |
| 2.3.2 | Zentral- und Osttunesien | 78 | 2.6.1.1.4 | Die Oase Bahariya | 93 |
| 2.3.3 | Südtunesien | 80 | 2.6.1.1.5 | Die Kattara-Depression | 93 |
| 2.4 | Libyen | 81 | 2.6.1.1.6 | Die Oase Siwa | 93 |
| 2.4.1 | Die Küstenzone | 81 | 2.6.1.1.7 | Das Mamarica-Plateau | 93 |
| 2.4.2 | Der Fezzan | 81 | 2.6.1.1.8 | Die Küstenebene der Mamarica | 93 |
| 2.4.3 | Das Gebiet von Koufra | 82 | 2.6.1.1.9 | Das Niltal | 94 |
| 2.5 | Die Südsahara | 82 | 2.6.2 | Die Chemie der Grundwässer | 94 |
| 2.5.1 | Das Chad-Becken | 82 | 2.6.3 | Das Alter der Wässer der westlichen Wüstengebiete | 94 |
| 2.5.2 | Niger | 82 | 2.6.4 | Die Grundwassertemperaturen | 95 |
| 2.5.3 | Senegal und Südmauretanien | 83 | 2.7 | Der Sudan | 95 |
| 2.5.3.1 | Die abflußlosen Grundwasserspiegeldepressionen | 83 | 2.8 | Vergleich der Bewirtschaftungsmöglichkeiten von Grundwasservorkommen in humiden und ariden Gebieten | 96 |

KAPITEL 3: Geohydrochemie (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|-------------|---|-----|-------------|---|-----|
| 3.1 | Die wichtigsten chemischen Stoffe im Grundwasser | 99 | 3.1.0.7.4 | Die Bedeutung des Nitratgehaltes | 119 |
| 3.1.0.1 | Der Chloridgehalt | 100 | 3.1.0.8 | Die Nitrite (N ₂ O ₃) | 121 |
| 3.1.0.1.1 | Aufsteigen Cl ⁻ -haltiger Wässer | 100 | 3.1.0.9 | Der Kaliumpermanganat (KMnO ₄)-Verbrauch | 122 |
| 3.1.0.1.2 | Beispiele von Cl ⁻ -Kartierungen | 100 | 3.1.1.0 | Aggressive Wässer | 122 |
| 3.1.0.1.3 | Vorausbestimmung der Cl ⁻ -Zunahme in Bohrungen | 101 | 3.1.1.1 | Fluor (F ⁻) | 122 |
| 3.1.0.1.4 | Vorausbestimmung der Cl ⁻ -Zunahme im Förderwasser | 103 | 3.1.1.2 | Selen (Se ⁻²) im Grund- und Oberflächenwasser | 123 |
| 3.1.0.1.5 | Indirekte Cl ⁻ Einwanderung durch gegenseitige Beeinflussung von Fassungen | 104 | 3.1.1.3 | Radionuklide im Grundwasser | 125 |
| 3.1.0.1.6 | Chloride in Kluftwasserleitern | 105 | 3.1.1.4 | Metal und Mörtel angreifende Wässer | 127 |
| 3.1.0.1.7 | Chloride im Küstenbereich | 105 | 3.1.1.5 | Das Redoxpotential | 127 |
| 3.1.0.2 | Grundwasserhärten | 108 | 3.1.1.5.1 | Theorie | 127 |
| 3.1.0.2.1 | Weiches über hartem Wasser in gleichen Grundwasserleiter | 110 | 3.1.1.5.2 | Anwendungsbereich | 128 |
| 3.1.0.2.2 | Chloride und Härten | 111 | 3.1.1.5.3 | Geräte und Chemikalien | 128 |
| 3.1.0.3 | Der Eisengehalt | 112 | 3.1.1.5.4 | Ausführung der Bestimmung | 128 |
| 3.1.0.3.1 | Einfluß von Bewässerungswiesen | 112 | 3.1.1.5.4.1 | Erstreinigung | 128 |
| 3.1.0.3.2 | Eisengehalt und Tektonik | 112 | 3.1.1.5.4.2 | Nachreinigen | 128 |
| 3.1.0.4 | Der Mangangehalt | 114 | 3.1.1.5.4.3 | Berechnung | 129 |
| 3.1.0.5 | Sulfat- und Magnesiumgehalt | 114 | 3.2 | Natürliche Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers | 129 |
| 3.1.0.6 | Die Wasserstoffionenkonzentration | 115 | 3.2.1 | Unbeanspruchte Grundwasserleiter | 129 |
| 3.1.0.7 | Der Nitrat und Ammoniakgehalt | 115 | 3.2.1.1 | Bedeutung des Schwefeleisens (FeS ₂) im Boden | 130 |
| 3.1.0.7.1 | Nitratgehalt im Grundwasser unter Waldbeständen | 115 | 3.2.1.1.1 | Umwandlung von FeS ₂ bei Gegenwart von Nitraten im kalkarmen Boden | 130 |
| 3.1.0.7.2 | Nitratgehalte im Grundwasser unter Acker- und Grünlandflächen | 115 | 3.2.1.1.2 | Umwandlung von FeS ₂ und MnO ₂ bei Sauerstoffreichtum | 130 |
| 3.1.0.7.2.1 | Nitratauswaschung im Ackerbau und Grünland | 115 | 3.2.1.1.3 | Umwandlung von FeS ₂ im kalkreichen Boden | 130 |
| 3.1.0.7.3 | Metallangreifende Eigenschaften des Nitrats | 119 | | | |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|---------------|--|-----|
| 3.2.1.2 | Bodenverockerung | 130 | 3.4.2.2.6 | Grundwasserverunreinigungen durch Cadmium (Cd) und Chrom (Cr) | 160 |
| 3.2.1.3 | Schwankungen bei Tiefenwässern und gespannten Grundwässern | 131 | 3.4.2.2.6.1 | Abwässer aus Aluminium-Anodisierbetrieben | 160 |
| 3.2.1.4 | Schwankungen in oberflächennahen Grundwässern mit freiem Spiegel | 131 | 3.4.2.2.6.2 | Chrom aus Holzimprägnierbetrieben | 160 |
| 3.2.1.5 | Austauschwässer (E. LÖHNERT) | 131 | 3.4.2.2.6.2.1 | Geologische Verhältnisse | 164 |
| 3.2.1.5.1 | Allgemeines | 131 | 3.4.2.2.6.2.2 | Hydrologische Verhältnisse | 164 |
| 3.2.1.5.2 | Grundlagen | 131 | 3.4.2.2.7 | Grundwasserverunreinigung durch Magnesiumchlorid (MgCl) | 165 |
| 3.2.1.5.2.1 | Hydrochemische Voraussetzungen und Nomenklatur | 131 | 3.4.2.3 | Veränderungen durch Ablagerungen fester Stoffe und Schlämme | 165 |
| 3.2.1.5.2.2 | Sedimentologische Voraussetzungen | 133 | 3.4.2.3.1 | Mülldeponien | 165 |
| 3.2.1.5.2.3 | Hydrologische Voraussetzungen | 133 | 3.4.2.3.1.1 | Mülldeponien mit trockenem Fuß | 166 |
| 3.2.1.5.3 | Beispiele | 133 | 3.4.2.3.1.2 | Abdichtung von Mülldeponien mit trockenem Fuß | 168 |
| 3.2.1.5.4 | Nutzanwendung | 135 | 3.4.2.3.1.3 | Mülldeponien mit nassem Fuß | 170 |
| 3.2.1.5.5 | Zusammenfassung | 137 | 3.4.2.3.2 | Kalkschlammablagerungen | 173 |
| 3.2.2 | Beanspruchte Grundwasserleiter (H. SCHNEIDER) | 137 | 3.4.2.3.3 | Ablaugeaschen der Zellstoffindustrie | 175 |
| 3.2.2.1 | Beeinflussungen aus den Deckschichten | 137 | 3.4.2.3.4 | Deponien mit cyanhaltigen Stoffen (CN ⁻) | 175 |
| 3.2.2.2 | Einfluß von Hochwässern in Niederungsgebieten | 139 | 3.4.2.3.5 | Schlämme galvanischer Abwässer | 175 |
| 3.2.2.3 | Kluftwässer | 141 | 3.4.2.3.6 | Radioaktive Abfälle | 175 |
| 3.2.2.4 | Folgerungen für Wassergewinnungsanlagen | 141 | 3.5 | Mineralölprodukte und Grundwasser | 178 |
| 3.2.2.5 | Beeinflussungen aus dem tieferen Untergrund | 141 | 3.5.1 | Allgemeines | 178 |
| 3.2.2.6 | Einflüsse der mit der Temperatur veränderlichen Viskosität des Wassers | 142 | 3.5.2 | Bewegung der Mineralöle im Untergrund | 179 |
| 3.2.2.7 | Härtezunahmen in Wasserwerken in Schleswig-Holstein | 142 | 3.5.2.1 | Durchlässigkeitsbeiwert für Mineralöle und Gültigkeit des Flitergesetzes von DARCY | 179 |
| 3.3 | Geohydrochemische Arbeitsmethoden | 143 | 3.5.2.2 | Gleichzeitiges Fließen nicht mischbarer Phasen im Porenraum | 180 |
| 3.3.1 | Geohydrochemische Bestandsaufnahme | 143 | 3.5.2.2.1 | Versickern von Mineralöl in stärker wasserhaltige Böden | 181 |
| 3.3.1.1 | Flächenhafte Untersuchungen und Kontrolle durch Bohrungen | 143 | 3.5.2.2.2 | Das echte gemeinsame Fließen zweier Phasen | 181 |
| 3.3.1.1.1 | Beispiel einer flächenhaften Untersuchung mit Kontrollbohrungen bei Bocholt/Westf. | 145 | 3.5.2.3 | Die Ausbreitung von Mineralöl im Untergrund | 183 |
| 3.3.1.1.1.1 | pH-Wert | 145 | 3.5.2.4 | Beispiele von Mineralölverschmutzungen | 183 |
| 3.3.1.1.1.2 | Gesamthärte | 145 | 3.5.2.5 | Mikrobieller Abbau von Kohlenwasserstoffen | 185 |
| 3.3.1.1.1.3 | Sulfathärte (Resthärte) | 146 | 3.6 | Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) im Grundwasser | 186 |
| 3.3.1.1.1.4 | Sulfatgehalt (SO ₄ ⁻) | 146 | 3.6.1 | Produktion, Einsatzbereiche, Verwendungstechnologien | 186 |
| 3.3.1.1.1.5 | Chloridgehalt (Cl ⁻) | 146 | 3.6.2 | Ursachen der Grundwasserverunreinigung | 187 |
| 3.3.1.1.1.6 | Eisengehalt (Fe) | 147 | 3.6.3 | Gesundheitliche Beurteilung | 187 |
| 3.3.1.1.1.7 | Mangangehalt (Mn) | 147 | 3.6.4 | Verhalten von CKW im Untergrund | 187 |
| 3.3.1.2 | Chemische Schichtung im Grundwasserleiter | 148 | 3.6.4.1 | Bewegung der CKW im Untergrund | 188 |
| 3.3.1.3 | Untersuchung bestehender Brunnenreihen | 149 | 3.6.4.2 | Die Ausbreitung der flüssigen Phase | 188 |
| 3.4 | Veränderung des Chemismus des geförderten Wassers mit der Zeit | 150 | 3.6.4.3 | Die Ausbreitung in wässriger Lösung | 189 |
| 3.4.1 | Veränderungen durch natürliche Faktoren | 150 | 3.6.4.4 | Die Ausbreitung als Gasphase | 190 |
| 3.4.2 | Veränderungen durch Fremdeinflüsse | 152 | 3.6.4.5 | Fließwege der CKW in Talkiesen, klüftigem Gebirge und im Karst | 190 |
| 3.4.2.1 | Versickerung von Fäkalien | 152 | 3.6.4.6 | Das Verhalten in klüftigen Gesteinen | 192 |
| 3.4.2.1.1 | Einmalige Versickerung von Fäkalien | 152 | 3.6.5 | Maßnahmen zur Lokalisierung und Sanierung von Kontaminationsquellen und Kontaminationsfahnen | 192 |
| 3.4.2.1.2 | Laufende Versickerung von Fäkalien | 153 | 3.6.5.1 | Akute Schadensfälle | 192 |
| 3.4.2.1.3 | Düngung | 156 | 3.6.5.2 | Ältere Schadensfälle | 192 |
| 3.4.2.2 | Versickerung von Industrieabwässern und Säuren | 157 | 3.6.5.2.1 | Der Kontaminationsherd ist bekannt | 192 |
| 3.4.2.2.1 | Sulfitablaugen | 157 | 3.6.5.2.2 | Bodenluftuntersuchungen | 193 |
| 3.4.2.2.2 | Schwefelsäure | 157 | 3.6.5.2.3 | Der Kontaminationsherd ist unbekannt | 193 |
| 3.4.2.2.3 | Salzsäure | 158 | 3.6.6 | Beispiele von CKW-Schadensfällen | 193 |
| 3.4.2.2.4 | Abwässer aus Solbadeanstalten | 158 | 3.6.6.1 | Schadensfall Horb am Neckar | 193 |
| 3.4.2.2.5 | Auswirkungen von Kaliabwässerversenkungen | 159 | 3.6.6.2 | Schadensfall Heidelberg-Wieblingen | 194 |

| | | | | | |
|-----------|--|-----|-------|---|-----|
| 3.6.6.2.1 | Hydrogeologische Gegebenheiten . . . | 194 | 3.7 | Einwirkungen von Friedhöfen auf die chemische und bakteriologische Beschaffenheit des Grundwassers . . . | 199 |
| 3.6.6.2.2 | Ursachen des Schadensfalles | 196 | | | |
| 3.6.6.2.3 | Ausbreitung der CKW im Grundwasser | 196 | | | |
| 3.6.6.2.4 | Sanierung auf dem Betriebsgelände . . | 197 | 3.7.1 | Allgemeines | 199 |
| 3.6.6.2.5 | Verfolgen der Kontaminationsfahne | 197 | 3.7.2 | Zersetzung der Leichen | 199 |
| 5.6.6.3 | Schadensfall Norderstedt bei Hamburg | 197 | 3.7.3 | Die reinigende Wirkung des Bodens | 200 |
| | | | 3.7.4 | Beispiele untersuchter Grundwässer unter Friedhöfen | 200 |

KAPITEL 4: Geophysik (J. HOMILIUS)

| | | | | | |
|------------|---|-----|---------------|--|-----|
| 4.1 | Geoelektrik in der Wassererschließung (J. HOMILIUS und H. FLATHE †) | 203 | 4.1.6.2 | Grundwasserleiter mit niedrigem Elektrolytgehalt des Porenwassers | 235 |
| 4.1.1 | Allgemeines | 203 | 4.1.6.2.1 | Ein Grundwasserstockwerk; Haddorf/Münsterland | 235 |
| 4.1.2 | Die Grundlagen der Widerstandsmethode | 204 | 4.1.6.2.1.1 | Aufgabenstellung | 235 |
| 4.1.2.1 | Das Ohm'sche Gesetz | 204 | 4.1.6.2.1.2 | Relief der Sohlschicht | 236 |
| 4.1.2.2 | Homogener Untergrund | 205 | 4.1.6.2.1.3 | Ausbildung des Grundwasserleiters | 236 |
| 4.1.2.3 | Das Prinzip der geoelektrischen Sondierung | 206 | 4.1.6.2.1.4 | Meßkurven | 236 |
| 4.1.2.4 | Der sogenannte „scheinbare“ Widerstand | 207 | 4.1.6.2.2 | Zwei Grundwasserstockwerke, Aachtal bei Singen | 240 |
| 4.1.2.5 | Die Sondierungskurve | 207 | 4.1.6.2.2.1 | Aufgabenstellung | 240 |
| 4.1.2.6 | Schlumberger- und Wenner-Anordnung | 208 | 4.1.6.2.2.2 | Geologische Schichten und ihre Widerstände | 240 |
| 4.1.3 | Durchführung von Feldmessungen nach der Widerstandsmethode (K. DEPPERMAN †) | 209 | 4.1.6.2.2.3 | Ergebnisse | 242 |
| 4.1.3.1 | Ausführung einer Messung nach der Vierpunktmethode | 209 | 4.1.6.2.2.4 | Gestalt und Interpretation der Meßkurven | 244 |
| 4.1.3.2 | Meßapparaturen für die Widerstandsmethode | 210 | 4.1.6.2.2.5 | Pleistozäne Rinnen im Hegau (A. SCHREINER) | 244 |
| 4.1.3.3 | Fehlereinflüsse bei Widerstandsmessungen | 212 | 4.1.6.2.3 | Probleme bei tiefliegender Grundwasser-oberfläche, Wurzacher Becken | 245 |
| 4.1.4 | Auswertung geoelektrischer Sondierungskurven | 212 | 4.1.6.2.3.1 | Gestalt der Meßkurven über einem Kieskörper mit ungespanntem Grundwasser | 245 |
| 4.1.4.1 | Der Zweischichtfall | 212 | 4.1.6.2.3.2 | Meßkurven ohne erkennbare Gliederung in der Kiesschicht | 246 |
| 4.1.4.2 | Der Dreischichtfall (E. MUNDY) | 214 | 4.1.6.2.3.3 | Möglichkeiten der Deutung von Meßkurven über einem Kieskörper mit ungespanntem Grundwasser und toniger Bedeckung | 246 |
| 4.1.4.3 | Die Hilfspunktverfahren | 216 | 4.1.6.2.3.4 | Messungen im Wurzacher Becken | 247 |
| 4.1.4.4 | Der n-Schichtfall ($n > 3$) (E. MUNDY) | 219 | 4.1.6.2.4 | Grundwasserleiter in tektonisch beeinflussten Gebieten, Kabuler Becken/Afghanistan | 249 |
| 4.1.4.5 | Die indirekte Interpretation mittels Elektronenrechner | 221 | 4.1.6.2.4.1 | Aufgabenstellung | 250 |
| 4.1.4.6 | Das Umkehrproblem der Geoelektrik (E. MUNDY) | 222 | 4.1.6.2.4.2 | Das Untersuchungsgebiet | 250 |
| 4.1.4.7 | Probleme bei der Deutung geoelektrischer Sondierungskurven | 223 | 4.1.6.2.4.3 | Meßergebnisse aus dem Oberen und Unteren Kabul-Becken | 250 |
| 4.1.4.7.1 | Das Äquivalenzprinzip und das Prinzip der Schichtunterdrückung | 223 | 4.1.6.2.4.4 | Meßkurven aus dem Raum Kabul | 254 |
| 4.1.4.7.2 | Einfluß oberflächennaher Schichten hinsichtlich des Auflösungsvermögens | 225 | 4.1.6.2.5 | Veränderlicher Elektrolytgehalt des Porenwassers, Grundwasserexploration im Hümmling | 255 |
| 4.1.4.7.3 | Die Mikroanisotropie | 226 | 4.1.6.2.5.1 | Problemstellung | 255 |
| 4.1.4.7.4 | Einfluß nichtparalleler Schichtung auf eine Sondierung | 227 | 4.1.6.2.5.2 | Durchführung des Untersuchungsprogramms | 256 |
| 4.1.4.7.5 | Einfluß lateraler oberflächennaher Störkörper | 228 | 4.1.6.3 | Grundwasserleiter mit stark veränderlichem Elektrolytgehalt des Porenwassers | 257 |
| 4.1.5 | Elektromagnetische Verfahren (E. MUNDY † und D. VOGEL-SANG) | 230 | 4.1.6.3.1 | Das Problem der Küstenversalzung | 257 |
| 4.1.5.1 | Allgemeines | 230 | 4.1.6.3.1.1 | Allgemeines | 257 |
| 4.1.5.2 | Das EM Kartierverfahren | 231 | 4.1.6.3.1.2 | Süßwasservorkommen auf der Insel Juist | 258 |
| 4.1.5.3 | Meßverfahren auf der Luft | 233 | 4.1.6.3.1.3 | Veränderung der Süßwasserlinse auf der Insel Baltrum (O. RÜLKE) | 259 |
| 4.1.6 | Anwendung auf hydrogeologische Probleme | 234 | 4.1.6.3.1.3.1 | Aufgabenstellung | 259 |
| 4.1.6.1 | Allgemeines | 234 | 4.1.6.3.1.3.2 | Spezifische Widerstände und Sondierungskurven | 259 |
| 4.1.6.1.1 | Allgemeine Gesichtspunkte | 234 | | | |
| 4.1.6.1.2 | Die spezifischen Gesteinswiderstände | 234 | | | |

| | | | | | |
|---------------|---|-----|------------|--|-----|
| 4.1.6.3.1.3.3 | Veränderungen der Süßwasserlinie in den Jahren 1950–1968 | 260 | 4.2.5.4 | Stapelnde Registrierapparaturen | 297 |
| 4.1.6.3.1.4 | Küstenversalzungen in Norddeutschland, speziell im Gebiet der Ley-Bucht | 264 | 4.2.6 | Anwendung der Seismik auf hydrogeologische Probleme | 299 |
| 4.1.6.3.2 | Grundwasserversalzung im Binnenland | 265 | 4.2.6.1 | Bestimmung der Grundwasseroberfläche | 299 |
| 4.1.6.3.2.1 | Soleaufstiege im Festgestein bei Bad Salzhausen/Hessen (Vogelsberg) (K. DEPPEMANN, H. REPSOLD und W. STENGEL-RUTKOWSKI) | 265 | 4.2.6.2 | Bestimmung der Mächtigkeit von Lockersedimenten | 300 |
| 4.1.6.3.2.1.1 | Aufgabenstellung | 265 | 4.2.6.2.1 | Allgemeine Gesichtspunkte | 300 |
| 4.1.6.3.2.1.2 | Geologische und hydrogeologische Übersicht | 266 | 4.2.6.2.2 | Lockersedimente über Festgestein | 300 |
| 4.1.6.3.2.1.3 | Ergebnisse der Widerstandsmessungen | 266 | 4.2.6.3 | Ermittlung von Auflockerungszonen im Festgestein | 301 |
| 4.1.6.3.2.1.4 | Bohrergebnis | 267 | 4.2.6.3.1 | Allgemeine Gesichtspunkte | 301 |
| 4.1.6.3.2.2 | Salzwasser im Chaco Boreal in Paraguay/Südamerika | 267 | 4.2.6.3.2 | Der Klüftigkeitskoeffizient | 302 |
| 4.1.6.3.2.3 | Grundwasserversalzung im südlichen Jordangraben | 269 | 4.2.6.3.3 | Auflockerungszonen in Festgestein | 303 |
| 4.1.6.3.2.3.1 | Problemstellung | 269 | 4.3 | Bohrlochmessungen bei der Wassererschließung (H. REPSOLD und E. SCHNEIDER) | 305 |
| 4.1.6.3.2.3.2 | Ergebnisse | 270 | 4.3.1 | Vorbemerkungen und allgemeine technische Hinweise | 305 |
| 4.1.6.4 | Probleme in Karstgebieten | 273 | 4.3.2 | Die Meßverfahren in tabellarischer Übersicht | 308 |
| 4.1.6.4.1 | Die spezifischen Widerstände des Kalksteins | 273 | 4.3.3 | Messungen mittels Radioisotopen | 308 |
| 4.1.6.4.2 | Das Problem der Karsthohlräume | 275 | 4.3.3.1 | Messungen der natürlichen Gammastrahlung; Gamma Ray, GR | 308 |
| 4.1.6.4.3 | Wassereinspeisung von Lockergestein auf Karstwegen; Donauried bei Ulm | 275 | 4.3.3.2 | Messung der Gesteinsdichte; Density, D, FD | 311 |
| 4.1.6.4.3.1 | Geologischer und hydrogeologischer Überblick (F. WEIDENBACH) | 275 | 4.3.3.3 | Messung der Gesteinsporosität; Neutron N | 312 |
| 4.1.6.4.3.2 | Geoelektrische Untersuchungen | 277 | 4.3.4 | Seismische Verfahren | 313 |
| 4.1.6.4.4 | Versalzungen im Karst, Insel Madura/Indonesien | 278 | 4.3.4.1 | Messung der Schallgeschwindigkeit im Gestein; Sonic Log, Akustiklog, SV | 313 |
| 4.2 | Seismik in der Wassererschließung (G. HILDEBRAND, CL. BEHNKE & DEPPEMANN †) | 280 | 4.3.4.2 | Kontrolle einer Zementierung; Cement Bond Log, CBL | 314 |
| 4.2.1 | Allgemeines | 280 | 4.3.5 | Bewertung der drei porositäts-empfindlichen Verfahren Neutron, Sonic und Density | 314 |
| 4.2.2 | Grundlagen der seismischen Wellenausbreitung | 280 | 4.3.6 | Elektrische Verfahren | 314 |
| 4.2.2.1 | Methoden der Erzeugung seismischer Wellen | 280 | 4.3.6.1 | Grundsätzliches zu den Widerstandsverfahren | 314 |
| 4.2.2.2 | Elastische Deformationen | 281 | 4.3.6.2 | Anwendungsbereiche der Widerstandsverfahren | 315 |
| 4.2.2.3 | Seismische Wellentypen | 281 | 4.3.6.3 | Messung des Gesteinswiderstandes in Mehrpunktanordnung; Elektriklog, ES EL | 315 |
| 4.2.2.4 | Die Schallhärte der Gesteine | 282 | 4.3.6.4 | Messung des elektrischen Eigenpotentials; Self Potential, SP | 316 |
| 4.2.2.5 | Reflexions- und Brechungsgesetz | 284 | 4.3.6.5 | Messung des Gesteinswiderstandes in fokussierter Anordnung; Fokussiertes Elektriklog, Laterolog, FEL LL | 317 |
| 4.2.3 | Das refraktionsseismische Verfahren | 284 | 4.3.6.6 | Messung der elektrischen Gesteinsleitfähigkeit mit fokussierten Induktionsverfahren; Induction Log, IES, IEL | 318 |
| 4.2.3.1 | Prinzip des refraktionsseismischen Verfahrens | 284 | 4.3.6.7 | Messung des spez. elektrischen Widerstandes im Bohrlochwandbereich; Mikrolog, Mikrolaterolog, ML, MLL | 318 |
| 4.2.3.2 | Die Laufzeitkurve | 284 | 4.3.6.8 | Messung des spez. elektrischen Widerstandes der Bohrlochflüssigkeit (Wasser bzw. Spülung); Salinometer, SAL | 318 |
| 4.2.3.3 | Auswerteformeln für den horizontalen Mehrschichtfall | 285 | 4.3.7 | Sonstige Verfahren | 319 |
| 4.2.3.4 | Geneigte Schichtflächen | 287 | 4.3.7.1 | Messung der Temperatur der Bohrlochflüssigkeit (Wasser bzw. Spülung); Temperatur, TEMP | 319 |
| 4.2.3.5 | Schwach gekrümmte Schichtflächen | 289 | 4.3.7.2 | Messung der vertikalen Flüssigkeitsströmung im Bohrloch oder Brunnen; Flowmeter, FLOW | 319 |
| 4.2.3.6 | Das Wellenfrontenverfahren | 291 | 4.3.7.2.1 | Prinzip des Flowmeters | 319 |
| 4.2.4 | Das reflexionsseismische Verfahren | 293 | 4.3.7.2.2 | Kalibrierung des Flowmeters | 320 |
| 4.2.4.1 | Prinzip des reflexionsseismischen Verfahrens | 293 | 4.3.7.2.3 | Durchführung der Flowmetermessung und Auswertung | 320 |
| 4.2.4.2 | Laufzeitkurven | 293 | | | |
| 4.2.4.3 | Geschwindigkeitsbestimmungen | 294 | | | |
| 4.2.4.4 | Gesichtspunkte für die Wahl zwischen den Reflexions- und Refraktionsmethoden | 295 | | | |
| 4.2.5 | Meßinstrumente für die Flachseismik | 296 | | | |
| 4.2.5.1 | Allgemeine Konstruktionsmerkmale | 296 | | | |
| 4.2.5.2 | Instrumente zur direkten Laufzeitbestimmung | 297 | | | |
| 4.2.5.3 | Mehrspurige Aufnahmeapparaturen | 297 | | | |

| | | | | | |
|-------------|--|------------|--------------|---|-----|
| 4.3.7.3 | Messung des Bohrloch- bzw. Rohrdurchmessers; Kaliber, CAL | 321 | 4.4.1.3.1.3 | Bestimmung des Porenvolumens und der Transmissivität eines Grundwasserleiters | 338 |
| 4.3.7.4 | Rohrverbindungsanzeiger in Stahlverrohrungen; Casing Collar Locator, CCL | 322 | 4.4.1.3.1.4 | Karsthydrologische Untersuchungen | 338 |
| 3.4.7.5 | Messung der Bohrlochabweichung von der Lotrechten; Abweichung, Deviation, DV | 322 | 4.4.1.3.1.5 | Messung der Sickerwasserbewegung in der ungesättigten Bodenzone | 338 |
| 4.3.7.6 | Messung von Streichen und Fallen der Gesteinsschichten; Dipmeter, DIP | 322 | 4.4.1.3.2 | Anwendungen | 338 |
| 4.3.8 | Probenentnahme (Wasser bzw. Spülung); Probennehmer, SAMP | 323 | 4.4.2 | Methoden der Umweltisotope (M.A. GEYH) | 339 |
| 4.3.9 | Optische Untersuchungen; Bohrloch-, Fernsehkamera, OPT | 323 | 4.4.2.1 | Einführung | 339 |
| 4.3.10 | Symbole und Abkürzungen | 323 | 4.4.2.2 | Stabile Umweltisotope | 341 |
| 4.4 | Isotopenhydrologische Methoden (W. DROST, M. GEYH und H. MOSER) | 325 | 4.4.2.2.1 | Sauerstoff- und Wasserstoffisotope | 341 |
| 4.4.0 | Einleitung | 325 | 4.4.2.2.1.1 | Isotopenzusammensetzungen im Grundwasser | 341 |
| 4.4.1 | Tracermethoden (W. DROST und H. MOSER) | 325 | 4.4.2.2.1.2 | Isotopenphänomene | 341 |
| 4.4.1.1 | Tracer | 325 | 4.4.2.2.1.3 | Anwendungen | 342 |
| 4.4.1.1.1 | Vorbemerkungen | 325 | 4.4.2.2.2 | Kohlenstoffisotope | 343 |
| 4.4.1.1.2 | Tracermethodik bei Grundwasseruntersuchungen | 326 | 4.4.2.2.3 | Stickstoffisotope | 344 |
| 4.4.1.1.3 | Eigenschaften von Tracern | 327 | 4.4.2.2.4 | Schwefelisotope | 344 |
| 4.4.1.1.3.1 | Radioaktive Tracer | 327 | 4.4.2.2.5 | Meßtechnik stabiler Isotope | 344 |
| 4.4.1.1.3.2 | Fluoreszenztracer | 329 | 4.4.2.3 | Natürliche und anthropogene radioaktive Umweltisotope | 344 |
| 4.4.1.2 | Einbohrlochverfahren | 330 | 4.4.2.3.1 | Gemeinsamkeiten der Methoden | 344 |
| 4.4.1.2.1 | Grundwasserströmungsfeld in der Umgebung eines Filterpegels | 331 | 4.4.2.3.2 | Radiokohlenstoff-Methode | 346 |
| 4.4.1.2.2 | Bestimmung der Filtergeschwindigkeit und der Fließrichtung des Grundwassers | 331 | 4.4.2.3.2.1 | Grundlagen | 346 |
| 4.4.1.2.2.1 | Methodik | 331 | 4.4.2.3.2.2 | Korrekturen der ¹⁴ C-Meßdaten | 346 |
| 4.4.1.2.2.2 | Anwendungen | 334 | 4.4.2.3.2.3 | Anwendungen | 348 |
| 4.4.1.2.3 | Bestimmung des vertikalen Grundwasserabflusses in einem Pegel | 335 | 4.4.2.3.3 | Tritium-Methode | 348 |
| 4.4.1.2.3.1 | Methodik | 335 | 4.4.2.3.4 | Krypton-85-Methode | 349 |
| 4.4.1.2.3.2 | Anwendungen | 335 | 4.4.2.3.5 | Silizium-32-Methode | 349 |
| 4.4.1.2.4 | Bestimmung des Porenvolumens und der Dispersivität eines Grundwasserleiters | 335 | 4.4.2.3.6 | Chlor-36-Methode | 349 |
| 4.4.1.3 | Mehrbohrlochmethoden | 336 | 4.4.2.3.7 | Argon-39-Methode | 350 |
| 4.4.1.3.1 | Methodik | 336 | 4.4.2.3.8 | Calcium-41-Methode | 350 |
| 4.4.1.3.1.1 | Allgemeines | 336 | 4.4.2.3.9 | Krypton-81-Methode | 350 |
| 4.4.1.3.1.2 | Bestimmung der hydrodynamischen Dispersion | 337 | 4.4.2.3.10 | Uran-Isotope | 350 |
| | | | 4.4.2.3.11 | Multi-Isotopenfallstunden | 351 |
| | | | 4.4.2.3.12 | Meßmethoden radioaktiver Umweltisotope | 351 |
| | | | 4.4.2.3.12.1 | Allgemeines | 351 |
| | | | 4.4.2.3.12.2 | Proportionalzählrohr | 351 |
| | | | 4.4.2.3.12.3 | Flüssigkeitsszintillationszähler | 352 |
| | | | 4.4.2.3.12.4 | Beschleuniger-Massenspektrometrie | 352 |
| | | | 4.4.2.4 | Hydrologische Aussagen des Gasgehaltes im Grundwasser | 353 |
| | | | 4.4.2.4.1 | Edelgase | 353 |
| | | | 4.4.2.4.2 | Unedle Gase | 353 |
| | | | 4.4.2.4.3 | Helium/Uran-Methode | 353 |

KAPITEL 5: Geohydrologie (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|------------|--|------------|-----------|---|-----|
| 5.1 | Der Kreislauf des Wassers | 355 | 5.2.3.1.2 | Langfristige Niederschlagsentwicklung in Karlsruhe | 365 |
| 5.2 | Grundwasserspiegelschwankungen, ihre Ursachen und praktische Bedeutung | 356 | 5.2.3.1.3 | Langfristige Niederschlagsentwicklung in Darmstadt | 367 |
| 5.2.1 | Auswirkungen junger Bodenbewegungen | 357 | 5.2.3.1.4 | Langfristige Niederschlagsentwicklung in Frankfurt/Main | 368 |
| 5.2.1.1 | Natürliche Bodenbewegungen | 357 | 5.2.3.1.5 | Langfristige Niederschlagsentwicklung in Gütersloh | 369 |
| 5.2.1.2 | Bodenbewegungen durch den Bergbau | 357 | 5.2.3.1.6 | Langfristige Niederschlagsentwicklung in Berlin-Dahlem | 370 |
| 5.2.2 | Auswirkungen von Flußerosionen | 358 | 5.2.3.2 | Der Gang der natürlichen Grundwasserstände in den letzten Jahrzehnten | 370 |
| 5.2.2.1 | Förderverluste bei Uferfiltratswerken durch Tiefenerosion | 361 | 5.2.3.3 | Einflüsse auf den Grundwasserhaushalt | 371 |
| 5.2.3 | Grundwasserspiegelsenkungen in Mitteleuropa | 363 | 5.2.3.3.1 | Flußregelungen | 371 |
| 5.2.3.1 | Die Niederschlagsverteilung in den letzten 200 Jahren | 363 | 5.2.3.3.2 | Abholzung | 373 |
| 5.2.3.1.1 | Langfristige Niederschlagsentwicklung in Emden, Görlitz, Bamberg und Bielefeld | 363 | 5.2.3.3.3 | Intensivierung der Landwirtschaft | 373 |
| | | | 5.2.3.3.4 | Grundwassergewinnungsanlagen | 373 |

| | | | | |
|---------------|--|-----|-----------------|--|
| 5.3 | Geohydrologische Arbeitsmethoden | | | |
| 5.3.1 | Ermittlung der unterirdischen Abflußwege in Lockergesteinen | 375 | 5.3.1.8.1 | Der Absenkungstrichter |
| 5.3.1.1 | Anfertigen von Grundwasserspiegelplänen | 375 | 5.3.1.8.2 | Die untere Kulmination und Entnahmegrenze |
| 5.3.1.1.1 | Aufsuchen und Einrichten von Grundwassermeßstellen | 375 | 5.3.1.8.2.1 | Bei reiner Grundwasserentnahme |
| 5.3.1.1.2 | Das Nivellement der Grundwassermeßstellen | 377 | 5.3.1.8.2.2 | Bei gemischter Entnahme von Grund- und Uferfiltratswasser |
| 5.3.1.1.3 | Grundwasserspiegelmessungen | 379 | 5.3.1.8.2.3 | Verlagerung der Entnahmegrenzen |
| 5.3.1.1.4 | Kontrolle vorhandener Meßbrunnen | 380 | 5.3.1.8.2.3.1 | Bei reinem Grundwasserzufluß |
| | | | 5.3.1.8.2.3.2 | Bei gemischter Förderung von Grund- und Uferfiltratswasser |
| | | | 5.3.1.8.2.3.3 | Verlagerung der Entnahmegrenzen bei gegenseitiger Beeinflussung von Wasserfassungen |
| 5.3.1.2 | Normaler Abfluß im Grundwasserleiter mit freiem Spiegel | 381 | 5.3.2 | Ermittlung der unterirdischen Abflußwege in Kluftwasserleitern |
| 5.3.1.3 | Normaler Abfluß im Grundwasserleiter mit gespanntem Spiegel | 382 | 5.3.2.1 | Färb- und Salzungsversuche |
| 5.3.1.4 | Anschluß des freien Grundwasserspiegels an die Vorfluter | 382 | 5.3.2.2 | Grundwasserspiegelpläne |
| 5.3.1.4.1 | Anschluß an Kiesgruben mit offenen Wasserspiegeln | 384 | 5.3.3 | Nachweis der Auswirkungen von Grundwasserentnahmen im Grundwasserleiter |
| 5.3.1.4.1.1 | Bestimmung der Zu- und Abstrombreite eines Baggersees | 384 | 5.3.3.1 | Auswertung der Grundwasserganglinien |
| 5.3.1.4.1.2 | Unterstromiger Aufstau und oberstromige Absenkung des Grundwasserspiegels | 385 | 5.3.3.2 | Flächenhafter Nachweis von Grundwasserspiegelveränderungen |
| 5.3.1.4.1.3 | Oberstromige Reichweite der Absenkung | 385 | 5.3.3.2.1 | Der Grundwasserspiegel-Differenzplan |
| 5.3.1.4.2 | Anschluß an den Vorfluter mit offener Sohle | 386 | 5.3.3.2.2 | Verwendungsmöglichkeit des Grundwasserspiegel-Differenzplanes |
| 5.3.1.4.2.1 | Anschluß an den gestreckten Flußlauf | 386 | 5.3.3.2.2.1 | Ermittlung des Senkungsfeldes um eine Wasserfassung |
| 5.3.1.4.2.1.1 | Bei fallenden Wasserständen im Vorfluter | 386 | 5.3.3.2.2.2 | Nachweis flächenhafter Grundwasserspiegeländerungen für Fragen der Landeskultur |
| 5.3.1.4.2.1.2 | Bei steigenden Wasserständen im Vorfluter | 387 | 5.3.3.2.2.2.1 | Einwirkungen der Grundwasserentnahmen und Absenkungen auf die Landeskultur |
| 5.3.1.4.2.2 | Die durchströmte Flußschleife | 388 | 5.3.3.2.2.2.2 | Untersuchung der angeblichen Schäden am Waldaufwuchs im Bereich des Wasserwerkes Gescher/Westf. |
| 5.3.1.4.2.2.1 | Bei fallenden Wasserständen im Vorfluter | 388 | 5.3.3.2.2.3 | Nachweis der gegenseitigen Beeinflussung von Wasserfassungen |
| 5.3.1.4.2.2.2 | Bei steigenden Wasserständen im Vorfluter | 389 | 5.3.3.2.2.4 | Nachweis der Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen auf benachbarte Wasserfassungen |
| 5.3.1.4.2.3 | Die nicht durchströmte Flußschleife | 389 | 5.3.3.2.2.5 | Nachweis des Hochwassereinflusses aus Vorflutern auf den Grundwasserleiter |
| 5.3.1.4.2.3.1 | Bei fallenden Wasserständen im Vorfluter | 389 | 5.3.3.2.2.5.1 | Der Druckausgleich zwischen Flußwasser und Grundwasser |
| 5.3.1.4.2.3.2 | Bei steigenden Wasserständen im Vorfluter | 389 | 5.3.3.2.2.5.1.1 | Vorausbestimmung des zu erwartenden Grundwasserstandes |
| 5.3.1.4.2.4 | Der Anschluß des Grundwasserspiegels am Prallhang | 389 | 5.3.3.2.2.5.1.2 | Ausbreitungsgeschwindigkeit des Druckausgleiches |
| 5.3.1.4.2.4.1 | Bei fallenden Wasserständen im Vorfluter | 389 | 5.3.4 | Die Grundwasserneubildung |
| 5.3.1.4.2.4.2 | Bei steigenden Wasserständen im Vorfluter | 390 | 5.3.4.1 | Ermittlung der Grundwasserneubildung in Lockergesteinen |
| 5.3.1.4.2.5 | Übergang des freien Grundwasserspiegels von einer höheren Terrasse in eine weite Talaue | 390 | 5.3.4.1.1 | Ermittlung über die mittlere Gebietsverdunstung |
| 5.3.1.4.2.6 | Dauernd infiltrierende Vorfluter | 391 | 5.3.1.4.2 | Ermittlung über die Niedrigwasserabflußspenden |
| 5.3.1.4.2.7 | Auswirkung von Stauen im Vorfluter | 392 | 5.3.4.1.3 | A _u -Linienverfahren nach E. NATERMANN |
| 5.3.1.5 | Anschluß des gespannten Grundwasserspiegels an den Vorfluter | 393 | 5.3.4.1.3.1 | Vergleich des A _u -Linienverfahren mit grundwasserhaushaltlichen Ermittlungen |
| 5.3.1.6 | Anschluß an Vorfluter mit dichter Sohle | 394 | 5.3.4.1.4 | Abflußmengen-Differenzmessungen in Vorflutern |
| 5.3.1.7 | Anschluß an Vorfluter mit teilweise verdichteter Sohle | 394 | 5.3.4.2 | Die Anwendung von Radionukliden zur Bestimmung der Dichte und des Wassergehaltes des Bodens (L. LORCH) |
| 5.3.1.7.1 | Sohlenverdichtungen durch Uferfiltratentnahmen | 395 | 5.3.4.2.1 | Bestimmung der Dichte des Bodens mittels gestreuter Gammastrahlung |
| 5.3.1.7.1.1 | Verdichtung der Fuldasohle beim Wasserwerk „Neue Mühle“ bei Kassel und deren Beseitigung | 397 | | |
| 5.3.1.7.2 | Sohlenverdichtungen als Folge der Kanalisierung der Flüsse | 402 | | |
| 5.3.1.8 | Gestörter Grundwasserabfluß durch Grundwasserentnahmen | 404 | | |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|-----------------|--|------------|
| 5.3.4.2.1.1 | Allgemeines | 441 | 5.3.4.6.4 | Wasserwerk IV der Stadt Bielefeld in der Senne | 474 |
| 5.3.4.2.1.2 | Beschreibung der Methode | 441 | 5.3.4.6.5 | Wasserwerk im Raum Köln/rechtsrheinisch | 475 |
| 5.3.4.2.1.3 | Die Eichkurve | 441 | 5.3.4.6.6 | Wasserwerk I der Stadt Karlsruhe | 476 |
| 5.3.4.2.1.4 | Die Größe des bei der Messung erfaßten Volumens | 442 | 5.3.4.6.7 | Wasserwerk mit einem das Einzugsgebiet querenden infiltrierenden Fluß | 477 |
| 5.3.4.2.1.5 | Fehlereinflüsse | 443 | 5.3.4.6.8 | Beispiel zur Ermittlung von Grundwasserzuflüssen aus nicht genau zu erfassenden Teilen eines Einzugsgebietes | 478 |
| 5.3.4.2.1.6 | Praktische Anwendung der Gamma-Gamma-Sonde | 443 | 5.3.4.7 | Grundwasserneubildung in ariden Gebieten | 480 |
| 5.3.4.2.2 | Messung des Wassergehaltes des Bodens mittels gestreuter Neutronen | 443 | 5.3.4.8 | Grundwasserneubildung in Kluftwasserleitern | 481 |
| 5.3.4.2.2.1 | Allgemeines | 443 | 5.3.4.8.1 | Gebirgsstörungen und Grundwasserneubildung | 484 |
| 5.3.4.2.2.2 | Beschreibung der Methode | 444 | 5.3.4.8.2 | Zusätzliche Grundwasserneubildung durch Infiltrat aus Quertälern | 484 |
| 5.3.4.2.2.3 | Eichkurve | 444 | 5.3.4.8.3 | Beispiele überbeanspruchter fester, klüftiger Grundwasserleiter (Helmstedt) | 484 |
| 5.3.4.2.2.4 | Die Größe des von der Messung erfaßten Volumens | 446 | 5.3.4.8.4 | Beispiel eines Grundwasser-Bewirtschaftungsplanes in einem gestörten Kluftwasserleiter | 489 |
| 5.3.4.2.2.5 | Bestimmung des Wassergehaltes aus der Neutronenzählrate und der Feuchtdichte | 447 | 5.3.5 | Uferfiltratswasser | 489 |
| 5.3.4.2.2.6 | Fehlereinflüsse | 447 | 5.3.5.1 | Anteilsbestimmungen mittels der Temperatur | 489 |
| 5.3.4.2.3 | Bestimmung der Feuchtdichte und der Wassergehaltsänderung mittels Gammastrahlen | 447 | 5.3.5.2 | Temperaturmessungen zur Beurteilung der Durchlässigkeit der Vorflutersohlen | 495 |
| 5.3.4.2.3.1 | Allgemeines | 447 | 5.3.5.3 | Anteilsbestimmungen mittels chemischer Inhaltsstoffe | 496 |
| 5.3.4.2.3.2 | Beschreibung der Methode | 447 | 5.3.5.3.1 | Die Qualität des Oberflächenwassers | 496 |
| 5.3.4.2.3.3 | Grundgleichungen der Methode | 448 | 5.3.5.3.1.1 | Die Beschaffenheit des Rheinwassers | 496 |
| 5.3.4.2.3.4 | Berechnung der Feuchtdichte und der Wassergehaltsänderung | 449 | 5.3.5.3.1.1.1 | Die Chloride | 497 |
| 5.3.4.2.3.5 | Das Schichtauflösungsvermögen der Gamma-Doppelsonde | 449 | 5.3.5.3.1.1.2 | Die Phenole | 498 |
| 5.3.4.2.3.6 | Fehlereinflüsse | 450 | 5.3.5.3.1.1.3 | Die Nitrate (NO ₃) | 500 |
| 5.3.4.2.3.7 | Praktische Anwendung der Gamma-Doppelsonde | 450 | 5.3.5.3.1.1.4 | Der Ammoniakgehalt (NH ₄ ⁺) | 500 |
| 5.3.4.3 | Auswertung von Lysimetermessungen (H. SCHNEIDER) | 451 | 5.3.5.3.1.1.5 | Der Eisengehalt (Fe) | 501 |
| 5.3.4.3.1 | Die Sickerwasserspendsen der Gießener Lysimeter | 452 | 5.3.5.3.1.1.6 | Der Mangangehalt (Mn) | 501 |
| 5.3.4.3.1.1 | Sandboden | 453 | 5.3.5.3.1.1.7 | Geruchsschwellenwerte und Geruchsarten | 502 |
| 5.3.4.3.1.2 | Lehmiger Sand | 453 | 5.3.5.3.1.1.8 | Die organischen extrahierbaren Stoffe bzw. Mineralölprodukte im Rhein | 504 |
| 5.3.4.3.1.3 | Humoser Boden | 453 | 5.3.5.3.1.1.8.1 | Organische Extraktstoffe im Wasser des Niederrheins | 504 |
| 5.3.4.3.1.4 | Unbewachsener Löß | 454 | 5.3.5.3.1.1.8.2 | Herkunft der Mineralölstoffe im Rhein | 504 |
| 5.3.4.3.1.5 | Bewachsener Löß | 455 | 5.3.5.3.2 | Chemische Vorgänge im Grundwasserleiter der Infiltratsstrecke | 505 |
| 5.3.4.3.2 | Ergebnisse der Lysimeteranlage Dortmund-Geiseke | 455 | 5.3.5.3.3 | Anteilsbestimmung über die Grundwasserbilanz | 506 |
| 5.3.4.3.3 | Lysimeter im niedersächsischen Raum | 456 | 5.3.5.3.3.1 | Bestimmung des mittleren Uferfiltratsanteiles beim Wasserwerk Westhofen/Köln | 506 |
| 5.3.4.3.4 | Lysimeter in der Senne bei Bielefeld | 457 | 5.3.5.3.4 | Radionuklide und Uferfiltrat | 507 |
| 5.3.4.3.5 | Lysimeter in Eberswalde | 458 | 5.3.5.3.4.1 | Radionuklide und Oberflächenwasser | 507 |
| 5.3.4.3.6 | Lysimeter im Gebiet der Haltener Sande | 458 | 5.3.5.3.4.2 | Das Verhalten radioaktiver Spaltprodukte in Oberflächengewässern | 509 |
| 5.3.4.3.7 | Lysimeter in Castricum (Holland) | 458 | 5.3.5.3.4.3 | Ergebnisse von Dekontaminierungsversuchen in Langsandsfiltern | 510 |
| 5.3.4.3.8 | Lysimeter von Rothamsted (Großbritannien) | 459 | 5.3.5.3.4.4 | Natürliche Dekontamination in Fließ- und Staugewässern | 510 |
| 5.3.4.3.9 | Sonstige Lysimeterergebnisse | 459 | 5.3.5.3.4.5 | Folgerungen für das Uferfiltrat | 510 |
| 5.3.4.4 | Niederschlags- und Sickerwassermenge | 459 | 5.4 | Beispiele für Vorplanungen von Grundwassergewinnungsanlagen | 511 |
| 5.3.4.4.1 | Abhängigkeit der Versickerungsvon der Niederschlagsmenge | 459 | 5.4.1 | Vorplanung für eine Wasserfassung für 10 000 m ³ /Tag in einem quar- | |
| 5.3.4.4.2 | Veränderung der Versickerungsfaktoren mit der Niederschlagsmenge | 465 | | | |
| 5.3.4.4.3 | Ermittlung der Grundwasserneubildung für Trockenzeiten | 466 | | | |
| 5.3.4.5 | Theoretische Beispiele zur Ermittlung der Grundwasserneubildung | 466 | | | |
| 5.3.4.6 | Ermittlung der Grundwasserneubildung an bestehenden Wasserwerken im Vergleich mit den theoretischen Ermittlungen | 470 | | | |
| 5.3.4.6.1 | Wasserwerk Burgsteinfurt-Ahlinteln | 471 | | | |
| 5.3.4.6.2 | Wasserwerk Gescher in Nordvelen | 471 | | | |
| 6.3.4.6.3 | Wasserwerk I der Stadt Bielefeld in der Senne | 472 | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|------------|--|--|--|
| | tären Sandgebiet über stark gestörtem Untergrund mit Gefahren von Salzwasseranstiegen im Westen des nordwestfälischen Berglandes bei Hopsten/Dreierwalde | 511 | | | |
| 5.4.1.1 | Geologische Verhältnisse | 511 | | | |
| 5.4.1.2 | Hydrogeologische Verhältnisse | 513 | | | |
| 5.4.1.3 | Geochemische Verhältnisse | 515 | | | |
| 5.4.1.3.1 | Chloride | 515 | | | |
| 5.4.1.3.2 | Härte | 516 | | | |
| 5.4.1.3.3 | pH-Wert | 516 | | | |
| 5.4.1.3.4 | Eisen und Mangan | 517 | | | |
| 5.4.1.3.5 | KMnO ₄ -Verbrauch, Nitrate und Ammoniak | 517 | | | |
| 5.4.2 | Vorplanung für eine Fassung von 10 000 m ³ /Tag im Jung-Pleistozän Schleswig-Holsteins | 518 | | | |
| 5.4.2.1 | Geologische Gegebenheiten | 519 | | | |
| 5.4.2.2 | Hydrogeologische Gegebenheiten | 520 | | | |
| 5.4.2.3 | Geochemische Verhältnisse | 521 | | | |
| 5.4.2.3.1 | Chloride | 521 | | | |
| 5.4.2.3.2 | Härte | 523 | | | |
| 5.4.2.3.3 | Eisen | 524 | | | |
| 5.4.2.3.4 | Mangan | 524 | | | |
| 5.4.2.3.5 | pH-Wert | 524 | | | |
| 5.4.2.3.6 | KMnO ₄ -Verbrauch | 525 | | | |
| 5.4.2.4 | Untersuchungen vorhandener Großfassungen | 525 | | | |
| 5.4.2.4.1 | Die städtische Wasserfassung | 525 | | | |
| 5.4.2.4.2 | Weitere Fassungen im Stadtgebiet | 525 | | | |
| 5.5 | Grundwasserwirtschaftliche Großraumuntersuchungen | 526 | | | |
| 5.5.1 | Veranlassung und Aufgabenstellung | 526 | | | |
| 5.5.2 | Die geographische Begrenzung des Untersuchungsgebietes | 527 | | | |
| 5.5.3 | Geologische Verhältnisse | 527 | | | |
| 5.5.3.1 | Allgemeine geologische Verhältnisse | 527 | | | |
| 5.5.3.2 | Der Odenwald und die Kraichgaulmulde | 527 | | | |
| 5.5.3.3 | Die tertiären Schichten | 528 | | | |
| 5.5.3.4 | Die Schichtenfolge des älteren Pleistozäns | 529 | | | |
| 5.5.3.5 | Die Schichten des jüngeren Pleistozäns (Rheinkiese und Neckarkiese) | 529 | | | |
| 5.5.4 | Hydrologische Verhältnisse | 535 | | | |
| 5.5.4.1 | Grundwasserspiegelplan vom Dezember 1921 | 536 | | | |
| 5.5.4.2 | Grundwasserspiegelplan vom 6.7.1925 | 539 | | | |
| 5.5.4.3 | Grundwasserspiegelplan vom 27./29.11.1961 | 539 | | | |
| 5.5.4.4 | Die Entwicklung der Grundwasserstände | 542 | | | |
| 5.5.4.4.1 | Örtliche Veränderung der Grundwasserstände | 542 | | | |
| 5.5.4.4.2 | Zeitliche Veränderung der Grundwasserstände | 546 | | | |
| 5.5.4.4.2.1 | Gebiet Waldhof-Käfertal | 546 | | | |
| 5.5.4.4.2.2 | Gebiet Käfertal-Viernheim-Weinheim | 547 | | | |
| 5.5.4.4.2.3 | Gebiet Wallstadt-Heddesheim-Ladenburg-Dossenheim | 549 | | | |
| 5.5.4.4.2.4 | Die Ufergebiete des Neckars | 551 | | | |
| 5.5.4.4.2.5 | Grundwassergebiet Schwetzingen-Sandhausen-Hockenheim | 555 | | | |
| 5.5.4.5 | Die Verbindung zwischen Neckar und Grundwasser | 556 | | | |
| 5.5.4.5.1 | Hydrologisches Profil an der Autobahnbrücke | 556 | | | |
| 5.5.4.5.2 | Hydrologisches Profil des Neckars bei Neckarhausen | 556 | | | |
| 5.5.4.5.3 | Hydrologisches Profil nördlich des Neckars bei Ladenburg | 557 | | | |
| 5.5.4.5.4 | Hydrologisches Profil nördlich des Neckars bei Schwabenheim | 557 | | | |
| 5.5.4.5.5 | Hydrologisches Profil bei Edingen | 557 | | | |
| 5.5.4.5.6 | Hydrologisches Profil Rauschen-Wieblingen | 557 | | | |
| 5.5.4.5.7 | Vergleich der hydrologischen Profile mit benachbarten Grundwasserganglinien | 558 | | | |
| 5.5.4.5.8 | Lage des Grundwasserspiegels zum Neckarwasserspiegel | 561 | | | |
| 5.5.4.6 | Die flächenhaften Veränderungen der Grundwasserstände | 563 | | | |
| 5.5.4.6.1 | Grundwasserspiegel-Differenzplan 27./29.11.1961 gegen den 5.12.1921 | 563 | | | |
| 5.5.4.6.2 | Grundwasserspiegel-Differenzplan 27./29.11.1961 gegen den Juli 1925 | 566 | | | |
| 5.5.5 | Grundwasserbewirtschaftung | 567 | | | |
| 5.5.5.1 | Die Bodendeckschichten als Grundlage der Grundwasserneubildung | 567 | | | |
| 5.5.5.1.1 | Gebiet des Neckarschwemmkessels | 569 | | | |
| 5.5.5.1.2 | Die Gebiete der sandigen Deckschichten des Hochgestades nördlich und südlich des Neckars | 569 | | | |
| 5.5.5.1.3 | Das Tiefgestade des Rheines und unteren Neckars | 569 | | | |
| 5.5.5.1.4 | Rinnen- und Schuttkegelbildungen nördlich und südlich des Neckars | 569 | | | |
| 5.5.5.1.5 | Das Lösgebiet nördlich des Neckars | 569 | | | |
| 5.5.5.1.6 | Das Gebiet des Buntsandsteins | 569 | | | |
| 5.5.5.1.7 | Siedlungsgebiete | 569 | | | |
| 5.5.5.2 | Die Grundwasserneubildung | 569 | | | |
| 5.5.5.2.1 | Das Gebiet nördlich des Neckars | 570 | | | |
| 5.5.5.2.1.1 | Grundwasserwirtschaftliche Kontrolle der Einzelgebiete | 572 | | | |
| 5.5.5.2.1.1.1 | Sandhofen-Lampertheim (Gebiet A 1) | 572 | | | |
| 5.5.5.2.1.1.2 | Einzugsgebiet Zellstoff Waldhof (Gebiet A 2) | 573 | | | |
| 5.5.5.2.1.1.3 | Einzugsgebiet Weinheim (Gebiet A 3) | 573 | | | |
| 5.5.5.2.1.1.4 | Einzugsgebiet Käfertal (Gebiet A 4) | 574 | | | |
| 5.5.5.2.1.1.5 | Feudenheim - Heddesheim - Ladenburg (Gebiet A 5) | 574 | | | |
| 5.5.5.2.1.1.6 | Einzugsgebiet Heidelberg-Nord (Gebiet A 6) | 575 | | | |
| 5.5.5.2.2 | Gebiet B: Stadtgebiet Mannheim | 576 | | | |
| 5.5.5.2.3 | Das Gebiet südlich des Neckars | 576 | | | |
| 5.5.5.2.3.1 | Grundwasserwirtschaftliche Kontrolle der Einzelgebiete | 577 | | | |
| 5.5.5.2.3.1.1 | Einzugsgebiet Wasserwerk Rheinau usw. (Gebiet C 1) | 577 | | | |
| 5.5.5.2.3.1.2 | Einzugsgebiet Heidelberg-Süd (Gebiet C 2) | 578 | | | |
| 5.5.5.2.3.1.3 | Gebiete Schwetzingen - Hockenheim (Gebiet C 3) | 579 | | | |
| 5.5.5.2.3.1.4 | Gebiet Seckenheim - Neckarhausen - Edingen (Gebiet C 4) | 580 | | | |
| 5.5.5.3 | Neckarfiltrat und Grundwasserchemie | 581 | | | |
| 5.5.5.3.1 | Chloridwerte | 582 | | | |
| 5.5.5.3.2 | Natriumgehalte | 583 | | | |
| 5.5.5.3.3 | Sulfatgehalte | 583 | | | |
| 5.5.5.3.4 | Das Verhältnis Erdalkali-/Alkali-Ionen | 583 | | | |
| 5.5.5.3.5 | Grundwasserchemie und Abflussverhältnisse des Grundwassers und Neckarfiltrates | 584 | | | |
| 5.5.6 | Zusammenfassung | 586 | | | |
| 5.5.6.1 | Gebiet nördlich des Neckars | 587 | | | |
| 5.5.6.2 | Gebiet südlich des Neckars | 588 | | | |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|---------------|--|-----|
| 5.6 | Die Vorplanung von Wasserfassungen zur Erschließung von Grundwasserleitern mit praktischen Beispielen | 589 | 5.8.3 | Künstliche Grundwasseranreicherung | 604 |
| 5.6.1 | Verschaffen eines allgemeinen geologischen, hydrologischen und geohydrochemischen Überblicks | 589 | 5.8.3.1 | Allgemeines | 604 |
| 5.6.2 | Beispiele von Planungen und Fehlplanungen | 592 | 5.8.3.2 | Die Behandlung des Rohwassers | 605 |
| 5.7 | Bedeutung der Wünschelrute usw. in der Wassererschließungstechnik | 593 | 5.8.3.2.1 | Beispiele | 606 |
| 5.8 | Grundwasserspeicherung und künstliche Grundwasseranreicherung | 597 | 5.8.3.2.1.1 | Grundwasseranreicherung im Wasserwerk Letzinger Heide der Stadt Magdeburg | 606 |
| 5.8.1 | Allgemeines | 597 | 5.8.3.2.1.2 | Wasserwerke der Stadt Dortmund an der Ruhr | 606 |
| 5.8.2 | Die Grundwasserspeicherung | 597 | 5.8.3.2.1.3 | Wasserwerk Wiesbaden-Schierstein | 609 |
| 5.8.2.1 | Speicherung oberhalb des natürlichen Grundwasserspiegels | 597 | 5.8.3.2.1.4 | Rheinwasserwerk der Stadt Krefeld in Uerdingen | 611 |
| 5.8.2.2 | Speicherung unterhalb des natürlichen Grundwasserspiegels | 598 | 5.8.3.2.1.4.1 | Infiltrationsbrunnen | 611 |
| 5.8.2.2.1 | Beispiele der Grundwasserspeicherung unterhalb des natürlichen Grundwasserspiegels | 598 | 5.8.3.2.1.4.2 | Infiltrationsteiche | 612 |
| 5.8.2.2.1.1 | Die „Ferene“-Quelle (Stauquelle) am Balatonsee (Ungarn) | 599 | 5.8.3.2.1.5 | Wasserwerk Basel-Muttenzer Hard | 613 |
| 5.8.2.2.1.2 | Die „Janos“-Quelle (aufsteigende Quelle) im Keszthelygebirge in Ungarn | 602 | 5.8.3.3 | Die Veränderungen des Infiltrats im Grundwasserleiter | 613 |
| 5.8.2.3 | Die unterirdische Stauspeicherung | 603 | 5.8.3.4 | Versickerung von Regen- und Kühlwasser | 614 |
| | | | 5.8.3.5 | Die Infiltration | 617 |
| | | | 5.8.3.5.1 | Infiltrationsbrunnen | 617 |
| | | | 5.8.3.5.2 | Infiltrationsleitungen | 619 |
| | | | 5.8.3.5.3 | Infiltrationsbecken | 619 |
| | | | 5.8.3.5.4 | Infiltratsleistungen von Infiltrationsbecken | 621 |
| | | | 5.8.3.6 | Grundwasseranreicherung zur Speicherung | 622 |
| | | | 5.8.4 | Infiltration zur Abwendung von Fremdwasserzuflüssen | 623 |
| | | | 5.8.4.1 | Bucht von Los Angeles | 623 |
| | | | 5.8.4.2 | Kluftwasserleiter der paleozänen Kalke von Sebikotane bei Dakar in Senegal | 625 |

KAPITEL 6: Grundwasserhydraulik (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|-------------|---|-----|---------|---|-----|
| 6.1 | Ergiebigkeitsbestimmungen von Wasserfassungen | 629 | 6.1.2.7 | Abhängigkeit der Brunnenleistung vom Maß der Absenkung im Verhältnis zur Grundwasserleitermächtigkeit | 634 |
| 6.1.1 | Quellen | 629 | 6.1.2.8 | Die Ergiebigkeit von Einzelbrunnen in Abhängigkeit vom Brunnendurchmesser d | 635 |
| 6.1.2 | Einzelbrunnen | 629 | 6.1.3 | Bestimmung der Leistungsanteile einzelner Brunnen in einer gealterten Brunnenanlage mit Heberleitungen und Sammelbrunnen mit offener Sohle | 636 |
| 6.1.2.1 | Leistungscharakteristiken von Brunnen | 629 | 6.1.3.1 | Beschreibung der Brunnenanlage | 636 |
| 6.1.2.1.1 | Brunnen in Kluftwasserleitern | 629 | 6.1.3.2 | Durchführung des Versuches zur Ermittlung der Leistungsanteile | 637 |
| 6.1.2.1.2 | Brunnen in Grundwasserleitern in Lockergesteinen | 630 | 6.1.3.3 | Auswertung der Versuche | 637 |
| 6.1.2.1.2.1 | Gespannter Grundwasserspiegel | 630 | | | |
| 6.1.2.1.2.2 | Freier Grundwasserspiegel | 630 | 6.2 | Das Fassungsvermögen von Rohbrunnen | 640 |
| 6.1.2.1.2.3 | Übergang vom gespannten zum freien Grundwasserspiegel | 631 | 6.2.1 | Der Begriff des Brunnenfassungsvermögens und des Fassungsverwertes | 640 |
| 6.1.2.2 | Die spezifische Ergiebigkeit (E) eines Einzelbrunnens | 631 | 6.2.2 | Fassungsvermögen und Grundwasserspiegelgefälle am Brunnenaußenmantel | 642 |
| 6.1.2.2.1 | Gespannter Grundwasserspiegel | 631 | 6.2.3 | Das Grenzgefälle in Abhängigkeit vom k_f -Wert (Grenz- k_f -Wert) | 643 |
| 6.1.2.2.2 | Freier Grundwasserspiegel | 632 | 6.2.4 | Die wirkliche Grundwassergeschwindigkeit am äußeren Brunnenmantel in Abhängigkeit vom k_f -Wert und den Korngrößen des Grundwasserleiters | 644 |
| 6.1.2.3 | Betrag der Zunahme der Leistung bei zunehmender Absenkung | 632 | | | |
| 6.1.2.3.1 | Gespannter Grundwasserspiegel | 632 | | | |
| 6.1.2.4 | Zunahme der Absenkung bei Leistungssteigerung | 632 | | | |
| 6.1.2.5 | Veränderung der spezifischen Ergiebigkeit (E) bei abnehmender Grundwasserhöhe (H) (Grundwasserspiegelsenkung) | 633 | | | |
| 6.1.2.5.1 | Bei gespanntem Grundwasserspiegel | 633 | | | |
| 6.1.2.5.2 | Bei freiem Grundwasserspiegel | 633 | | | |
| 6.1.2.5.3 | Beim Übergang vom gespannten zum freien Grundwasserspiegel | 633 | | | |
| 6.1.2.6 | Die Leistung von Brunnen mit geschlossenen Böden in Abhängigkeit von der Mächtigkeit des erschlossenen Grundwasserleiters | 633 | | | |

| | | | | | |
|-----------|--|-----|-----------|---|-----|
| 6.2.5 | Der Einfluß der Änderung des Brunnendurchmessers auf das Maß der tiefsten Absenkung | 645 | 6.7.1.1.6 | Die Gleichungen der Absenkungskurven | 673 |
| 6.2.6 | Erhöhung des Fassungsvermögens | 646 | 6.7.1.2 | Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f nach DARCY-DUPOUIT | 673 |
| 6.2.7 | Brunneneintrittswiderstände | 647 | 6.7.1.3 | Das DUPOUIT-THIEM'sche Verfahren | 673 |
| 6.2.7.1 | Der Filtereintrittswiderstand | 647 | 6.7.1.3.1 | Beziehung zwischen α und $k_f = \epsilon$ (THIEM) | 673 |
| 6.2.7.2 | Die Sickerstrecke | 648 | 6.7.1.4 | k_f -Wert-Bestimmung aus einem Einzelbrunnen nach V. PAAVEL | 674 |
| 6.2.7.3 | Veränderung des Filtereintrittswiderstandes | 649 | 6.7.1.5 | Berechnung des Grundwasserzuflusses im Grundwasserleiter | 674 |
| 6.3 | Das Altern von Brunnen | 650 | 6.7.1.6 | Laufzeit des Zuflusses von Uferfiltrat oder künstlichem Infiltrat zu einer waagerechten Fassung | 674 |
| 6.3.1 | Allgemeines | 650 | 6.7.1.7 | Anwendung der Laufzeitbestimmungen für Infiltrat bei Einzelbrunnen | 675 |
| 6.3.2 | Versandung | 651 | 6.7.1.8 | Kritische Betrachtungen zu den Bestimmungen des k_f -Wertes mittels der DARCY-DUPOUIT-THIEM'schen Gleichungen | 675 |
| 6.3.3 | Abscheidung fester Phasen | 651 | 6.7.1.8.1 | Definitionen für den k_f -Wert | 675 |
| 6.3.4 | Korrosion | 652 | 6.7.1.8.2 | Ältere Untersuchungen über die Konstanz des k_f -Wertes | 676 |
| 6.3.5 | Biologische Verockerung | 652 | 6.7.1.8.3 | k_f -Wert-Bestimmungen mit den DARCY-DUPOUIT-THIEM'schen Brunnengleichungen in der Nähe von Vorflutern | 678 |
| 6.4 | Säuern von Brunnen | 653 | 6.7.1.8.4 | Ergebnisse neuerer Untersuchungen | 681 |
| 6.5 | Leistungsänderung bei Brunnen in überbeanspruchten Grundwasserleitern | 653 | 6.7.1.8.5 | Folgerungen für die Gültigkeit der DARCY-DUPOUIT-THIEM'schen Brunnengleichungen | 690 |
| 6.5.1 | Gleichmäßige Überbeanspruchung | 654 | 6.7.2 | k_f -Wert-Bestimmungen aus Pumpversuchen unter nichtstationären Bedingungen (H. J. DÜRBAUM) | 693 |
| 6.5.2 | Gleichmäßig wachsende Überbeanspruchung | 655 | 6.7.2.1 | Allgemeines | 693 |
| 6.6 | Der Pumpversuch | 656 | 6.7.2.2 | Kontinuitätsgleichung und Speicherkoeffizient | 695 |
| 6.6.1 | Aufbau des Pumpversuches | 657 | 6.7.2.3 | Differentialgleichung für die Grundwasserströmung unter nichtstationären Verhältnissen | 696 |
| 6.6.2 | Die Durchführung des Pumpversuches | 659 | 6.7.2.4 | Die THEIS'sche Lösung für den Grundwasserleiter mit Druckspiegel | 697 |
| 6.6.2.1 | Wassermessungen bei Pumpversuchen (CHR. TRUESEN) | 662 | 6.7.2.5 | Näherungsverfahren nach THEIS (1935) und JACOB (1940) für den Grundwasserleiter mit Druckspiegel | 701 |
| 6.6.2.1.1 | Die Meßblende | 662 | 6.7.2.6 | Methode von C. E. JACOB (1963) für horizontalen Grundwasserleiter mit freiem Spiegel | 702 |
| 6.6.2.1.2 | Der Brunnen-Leistungsanzeiger | 667 | 6.7.2.7 | Einfluß von Begrenzungsflächen | 704 |
| 6.6.3 | Auswertung des Pumpversuches (H. SCHNEIDER) | 667 | 6.7.2.8 | HANTUSH-Wendepunktmethode für semigespannten Grundwasserleiter | 708 |
| 6.6.3.1 | Während der Durchführung des Pumpversuches | 667 | 6.7.2.9 | Bestimmung der Transmissivität aus Wiederanstiegsbeobachtungen | 710 |
| 6.6.3.1.1 | Auftragen der Grundwasserspiegelläufe und Fördermengen | 667 | 6.7.2.10 | Auswirkung des natürlichen Gefälles auf den Absenkungsvorgang | 710 |
| 6.6.3.1.2 | Graphische Auftragung der chemischen Daten des geförderten Wassers | 667 | 6.7.3 | Weitere Methoden zur Bestimmung des k_f -Wertes (H. SCHNEIDER) | 711 |
| 6.6.3.2 | Graphische Auswertungen nach Abschluß des Pumpversuches | 667 | 6.7.3.1 | k_f -Wert-Bestimmung aus Grundwasserspiegelgefälle, Mächtigkeit des Grundwasserleiters, Fördermenge und Grundwasserbilanz | 711 |
| 6.6.3.2.1 | Grundwasserspiegelpläne und ihre Deutung | 667 | 6.7.3.1.1 | Beispiel – Berechnung des Gebiets- k_f -Wertes für das Wasserwerk Köln-Westhoven (n. P. WEYER) | 711 |
| 6.6.3.2.2 | Grundwasserspiegel-Differenzpläne | 668 | 6.7.3.2 | Die wirksame Korngröße und k_f -Wert-Bestimmung nach HAZEN | 713 |
| 6.6.3.2.3 | Chemische Pläne | 668 | 6.8 | Ermittlung der technisch förderbaren Wassermenge (H. SCHNEIDER) | 715 |
| 6.6.3.2.4 | Grundwasser-Temperaturkarten | 668 | 6.8.1 | Allgemeines | 715 |
| 6.7 | Die hydrologischen Berechnungsverfahren zur mathematischen Auswertung des Pumpversuches | 671 | 6.8.2 | Durchführung der Versuche | 716 |
| 6.7.1 | k_f -Wertbestimmungen unter stationären Bedingungen (H. SCHNEIDER) | 671 | 6.8.3 | Auswertung der Versuche | 717 |
| 6.7.1.1 | Die Brunnengleichungen nach dem DARCY'schen Gesetz | 671 | | | |
| 6.7.1.1.1 | Für den lotrechten Brunnen im Grundwasserleiter mit freiem Grundwasserspiegel | 671 | | | |
| 6.7.1.1.2 | Für einen lotrechten Brunnen im Grundwasserleiter mit gespanntem Grundwasserspiegel | 671 | | | |
| 6.7.1.1.3 | Für die waagerechte Fassung (Sickergalerie) bei freiem Grundwasserspiegel | 671 | | | |
| 6.7.1.1.4 | Für die waagerechte Fassung (Sickergalerie) bei gespanntem Grundwasserspiegel | 671 | | | |
| 6.7.1.1.5 | Ableitung der DARCY-DUPOUIT'schen Brunnengleichungen | 671 | | | |

| | | | | | |
|------------|---|------------|---------|---|-----|
| 6.8.3.1 | Bestimmung der Leistungscharakteristik der Brunnen | 717 | 6.9.3 | Versickerung auf den Grundwasserspiegel oder eine dichtende Unterlage bei grundwasserfreiem Sickerkörper | 724 |
| 6.8.3.1.1 | Leistungscharakteristik für den Brunnen B_1 bei Einzelbetrieb | 717 | 6.9.3.1 | Die Sickergleichung für den Sonderfall und erschlossenen Grundwasserleitermächtigkeit $H = 0$ | 724 |
| 6.8.3.1.2 | Leistungscharakteristik für den Brunnen B_2 bei Einzelbetrieb | 717 | 6.9.3.2 | Die Sickermenge in Abhängigkeit von der Überdruckhöhe | 724 |
| 6.8.3.1.3 | Leistungscharakteristik für den Brunnen B_2 bei gemeinsamen Betrieb der Brunnen B_1 und B_2 | 717 | 6.9.3.3 | Die Beziehung zwischen Sickerbrunnenhalbmesser und Überdruckhöhe | 725 |
| 6.8.3.2 | Der Wasserandrang in brunnenhöhe in Abhängigkeit von der Absenkung in den Brunnen B_1 und B_2 | 718 | 6.9.4 | Versickerung auf das Grundwasser oberhalb des Grundwasserspiegels (grundwasserverbundenes Sickerwasser) | 725 |
| 6.8.3.3 | Die erforderlichen Fassungsängen | 719 | 6.9.4.1 | Die Sickergleichung und ihre Anwendung auf die Versickerung oberhalb des Grundwasserspiegels | 725 |
| 6.9 | Berechnung von Sickeranlagen (Sickerbrunnen) (H. SCHNEIDER) | 719 | 6.9.4.2 | Sickermengen in Abhängigkeit von der Sickerstrecke | 726 |
| 6.9.1 | Versickerung in das Grundwasser bei freiem Grundwasserspiegel | 719 | 6.9.4.3 | Die Überdruckhöhe in Abhängigkeit von der Sickermenge | 726 |
| 6.9.1.1 | Die Sickermenge in Abhängigkeit von der erschlossenen Grundwasserleitermächtigkeit | 721 | 6.9.4.4 | Das Verhältnis zwischen Überdruckhöhe und Sickerstrecke | 726 |
| 6.9.1.2 | Die Überdruckhöhe in Abhängigkeit von der gewünschten Sickermenge | 721 | 6.9.4.5 | Das Verhältnis zwischen Überdruckhöhe und Sickerschachthalbmesser | 727 |
| 6.9.1.3 | Die Beziehung zwischen der erschlossenen Grundwasserleitermächtigkeit und der Überdruckhöhe | 721 | 6.9.4.6 | Das Verhältnis von Sickerschachtradius zur Länge der Sickerstrecke | 727 |
| 6.9.1.4 | Die Beziehung zwischen Sickerbrunnenhalbmesser und Überdruckhöhe bei gegebener erschlossener Grundwasserleitermächtigkeit | 722 | 6.9.5 | Versickerung oberhalb des Grundwassers mittels offener Drainleitungen | 728 |
| 6.9.1.5 | Das Verhältnis zwischen Sickerbrunnenradius und erschlossener Grundwassermächtigkeit | 722 | 6.9.6 | Die Sickerbrunnengleichungen unter Einführung des Steigungsfaktors α der Überdrucksickermergencharakteristik | 728 |
| 6.9.2 | Versickerung in das Grundwasser mit gespanntem Grundwasserspiegel | 723 | | | |

KAPITEL 7: Wasserfassungen (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|------------|--|------------|-------------|---|------------|
| 7.1 | Quellfassungen | 729 | 7.2.1.3 | Sammelschächte bei Sickerleitungen in ebenem Gelände | 739 |
| 7.1.1 | Verwendbarkeit und Nutzung von Quellen | 729 | 7.3 | Dünenwassergewinnung (CHR. TRUELSEN) | 740 |
| 7.1.1.1 | Bewertung von Quellen | 729 | 7.4 | Vertikalbrunnen | 741 |
| 7.1.1.2 | Beispiel einer unzureichenden Quellwasserversorgung | 729 | 7.4.1 | Das Abteufen von Schacht-, Rohr- und Bohrbrunnen (H. SCHNEIDER) | 741 |
| 7.1.1.3 | Quellbeeinflussung durch Brunnen | 729 | 7.4.1.1 | Schachtbrunnen | 741 |
| 7.1.1.4 | Chemisch-physikalische und hygienische Beurteilung von Quellen | 729 | 7.4.1.2 | Kesselbrunnen größerer Abmaße | 742 |
| 7.1.2 | Aufschürfen und Fassen von Quellen | 730 | 7.4.1.3 | Bohrbrunnen in Lockergesteinen | 742 |
| 7.1.2.1 | Aufschürfen von Quellen | 730 | 7.4.1.3.1 | Bohrwerkzeuge am festen Gestänge | 743 |
| 7.1.2.2 | Ausbau des Schurfes zur Fassung | 732 | 7.4.1.3.2 | Ventilbohrer und Kiespumpe | 743 |
| 7.1.2.3 | Quellstollen | 732 | 7.4.1.3.3 | Bohrungen ohne Hilfsverrohrung | 745 |
| 7.1.2.4 | Aufnahme von Füll- und Mengenkurven | 734 | 7.4.1.3.3.1 | Drehbohren mit Großgestänge | 746 |
| 7.1.3 | Ausbau und Installation von Quellfassungen (CHR. TRUELSEN) | 734 | 7.4.1.3.3.2 | Spülbohrverfahren – Salzgitterverfahren | 746 |
| 7.1.3.1 | Allgemeines | 734 | 7.4.1.3.3.3 | Lufthebeverfahren – Preussagverfahren | 747 |
| 7.1.3.2 | Stauquellen (Fassung oder Bohrbrunnen) | 735 | 7.4.1.4 | Bohrbrunnen in festen Gesteinen | 748 |
| 7.1.3.3 | Fassung von Schicht-, Hang- und Stauquellen | 735 | 7.4.1.4.1 | Die Bohrmeißel | 748 |
| 7.2 | Wassergewinnung aus schmalen Grundwasserleitern (CHR. TRUELSEN) | 736 | 7.4.1.4.2 | Leistung der Meißel | 748 |
| 7.2.1 | Bau von Sickerleitungen | 737 | 7.4.1.4.3 | Spülbohrungen | 748 |
| 7.2.1.1 | Anlage und Ausbau | 737 | 7.4.1.4.4 | Nachfall | 749 |
| 7.2.1.2 | Sammelschächte bei Sickerleitungen am Hang | 738 | 7.4.1.4.5 | Rotierende Meißel | 749 |
| | | | 7.4.1.4.6 | Saugbohren und Lufthebeverfahren | 750 |
| | | | 7.4.1.5 | Geologische, hydrologische und hydrochemische Beobachtungen beim Bohren | 750 |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|-------------|---|-----|
| 7.4.1.5.1 | Entnahme von Bodenproben | 750 | 7.4.2.6.2.5 | Sammelbrunnen | 781 |
| 7.4.1.5.1.1 | Lockergesteine | 750 | 7.4.2.7 | Erkenntnisse und Erfahrungen im Bohrbrunnenbau (CHR. TRUEL- SEN) | 781 |
| 7.4.1.5.1.2 | Zweck der Bodenprobeentnahmen . . | 750 | 7.4.2.7.1 | Einbaumaterialien | 781 |
| 7.4.1.5.1.3 | Feste Gesteine | 751 | 7.4.2.7.2 | Durchmesser | 781 |
| 7.4.1.5.2 | Hydrologische Beobachtungen | 751 | 7.4.2.7.3 | Filterlängen | 781 |
| 7.4.1.5.3 | Entnahme von Wasserproben | 751 | 7.4.2.7.4 | Kieskörnung der Schüttungen | 782 |
| 7.4.1.6 | Bohrbarkeit der Gesteine | 752 | 7.4.2.7.5 | Wiederziehen von Filtern | 782 |
| 7.4.1.7 | Torpedieren von Bohrungen | 754 | 7.4.2.7.6 | Schachtsohle und Aufsatzrohr | 783 |
| 7.4.1.7.1 | Ladungsberechnungen | 754 | 7.4.2.7.7 | Kontrolle der Brunnenleistung | 783 |
| 7.4.1.7.2 | Sprengung von Geschieben in Lockergesteinen | 756 | 7.4.2.7.8 | Rohrbrunnen-Fußventil | 783 |
| 7.4.2 | Ausbau und Installation von Schacht- und Bohrbrunnen (CHR. TRUELSEN) | 756 | 7.5 | Vertikale Hochleistungsbrunnen (H. SCHNEIDER) | 784 |
| 7.4.2.1 | Bau von Schachtbrunnen | 756 | 7.5.1 | Die Entwicklung des Vertikal-Filter- Brunnens seit 1949 | 784 |
| 7.4.2.1.1 | Wasserzutritt und Sandeintrieb | 756 | 7.5.2 | Vorgänge beim Bohren der Brun- nen | 784 |
| 7.4.2.1.2 | Bestimmung der Wandstärken | 758 | 7.5.2.1 | Das Trockenbohrverfahren | 784 |
| 7.4.2.1.3 | Der Senkschuh | 758 | 7.5.2.2 | Das Saugbohrverfahren | 784 |
| 7.4.2.1.4 | Schachtbrunnen in standfestem Boden | 759 | 7.5.3 | Die Siebanalysen und deren Aus- wertung | 785 |
| 7.4.2.2 | Bohrbrunnen | 759 | 7.5.4 | Das Aufstellen der Schüttpläne | 786 |
| 7.4.2.2.1 | Entwicklung des Bohrbrunnens und der Brunnenfilter | 759 | 7.5.5 | Das Entsandn der vertikalen Kies- schüttungsbrunnen | 786 |
| 7.4.2.2.2 | Brunnenschächte | 764 | 7.5.6 | Messungen beim Entsandn und deren Auswertungen | 787 |
| 7.4.2.2.3 | Bohrbrunnen ohne Schacht | 765 | 7.5.6.1 | Wassermengen und Wasserstände . . . | 787 |
| 7.4.2.3 | Ausbau der Bohrbrunnen | 766 | 7.5.6.1.1 | Entsandung des Brunnens 6 der DEGUSSA Wesseling | 788 |
| 7.4.2.3.1 | Bestimmungen der Bohrbrunnen- Abmessungen | 767 | 7.5.6.1.2 | Entsandung des Brunnens 7 der DEGUSSA Wesseling | 789 |
| 7.4.2.3.1.1 | Wasseraufnahmevermögen | 767 | 7.5.6.2 | Kontrolle der Sandführung beim Entsandn | 790 |
| 7.4.2.3.1.2 | Wasserzutritts-geschwindigkeit | 767 | 7.5.6.3 | Die Bedeutung der Belastung der einzelnen Filterstrecken für den Entsandungseffekt | 792 |
| 7.4.2.3.1.3 | Größte Brunnenleistung | 768 | 7.5.6.3.1 | Aufbau der Bodenprofile | 792 |
| 7.4.2.3.1.4 | Ideelle Brunnenleistung | 768 | 7.5.6.3.2 | Der Ausbau der Brunnen | 794 |
| 7.4.2.3.2 | Brunnen für vorübergehende Zwecke | 768 | 7.5.6.3.3 | Die Belastung der Filterstrecken . . . | 795 |
| 7.4.2.4 | Die Filterkieskörnung | 768 | 7.5.6.4 | Entsandn von Bohrbrunnen mit- tels Preßluft (CHR. TRUELSEN) | 796 |
| 7.4.2.4.1 | Entnahme der Bodenproben | 768 | 7.5.6.5 | Entsandn von Bohrbrunnen im Kalk- und Buntsandstein (CHR. TRUELSEN) | 798 |
| 7.4.2.4.2 | Durchführung der Siebanalyse | 768 | 7.5.7 | Beispiele von differenziert geschüt- teten und intensiv entsandeten vertikalen Hochleistungsbrunnen (H. SCHNEIDER) | 798 |
| 7.4.2.4.3 | Der Ungleichförmigkeitsfaktor U . . . | 769 | 7.5.7.1 | Brunnen der Deutschen SHELL A. G. in Köln-Godorf | 798 |
| 7.4.2.4.4 | Graphische Umarbeitung der Sieb- kurve auf den U-Wert 5 | 770 | 7.5.7.2 | Brunnen 2 der Deutschen SHELL A. G. in Köln-Godorf | 799 |
| 7.4.2.4.5 | Bestimmung der Filterkieskörnung durch Versuche | 771 | 7.5.7.3 | Brunnen Marquardt Beuel | 801 |
| 7.4.2.5 | Berechnungsbeispiele | 771 | 7.5.7.4 | Brunnenanlage RHENAG in Köln-Westhoven | 801 |
| 7.4.2.5.1 | Beispiel: Feuerlöschbrunnen | 771 | 7.5.7.5 | Brunnen der Rheinischen Ölefin- werke und der UK-Wesseling | 801 |
| 7.4.2.5.2 | Beispiel: Bohrbrunnen mit verloren eingebautem Hartholzfilter | 772 | 7.5.8 | Vergleich Vertikal - Horizontal- brunnen | 802 |
| 7.4.2.5.3 | Beispiel: Steinzeug-Bohrbrunnen . . . | 773 | 7.6 | Horizontal-Filterbrunnen-Fassungen (H. SCHNEIDER) | 803 |
| 7.4.2.5.3.1 | Gewebekörbe | 774 | 7.6.1 | Das Ranney-Verfahren (Ranney- Water-Collector-System) | 803 |
| 7.4.2.5.4 | Beispiel: Steinzeug-Bohrbrunnen bei großer Mächtigkeit des Grund- wasserleiters | 774 | 7.6.1.1 | Beschreibung des Verfahrens | 803 |
| 7.4.2.5.5 | Beispiel: Steinzeug-Kiesschüttungs- brunnen mit in Saughöhe stehen- dem Wasserspiegel | 774 | 7.6.1.2 | Vorzüge des Verfahrens | 805 |
| 7.4.2.5.6 | Rohrbrunnen-Abmessungen bei Grundwässern, deren Qualität eine frühzeitige Verdichtung der Filter- kiesschüttung durch Eisen- und Manganausscheidungen befürchten läßt | 775 | 7.6.1.3 | Anwendungsbereich des Ver- fahrens | 805 |
| 7.4.2.6 | Sammelschächte und Sammelbrun- nen | 777 | 7.6.1.4 | Zu den Vorzügen des Ranney- Verfahrens | 807 |
| 7.4.2.6.1 | Herstellung von Sammelschacht- sohlen nach dem Contractor-Ver- fahren | 777 | 7.6.2 | Das Fehlmann-Verfahren | 810 |
| 7.4.2.6.1.1 | Zusammensetzung und Bereitung der Betonmischung | 777 | | | |
| 7.4.2.6.1.2 | Ausführungs-Einzelheiten | 778 | | | |
| 7.4.2.6.1.3 | Berechnung der Sohlenstärke | 779 | | | |
| 7.4.2.6.2 | Bau von Sammelschächten | 779 | | | |
| 7.4.2.6.2.1 | Der Mörtel | 780 | | | |
| 7.4.2.6.2.2 | Wasserdichter Putz | 780 | | | |
| 7.4.2.6.2.3 | Verfugen | 781 | | | |
| 7.4.2.6.2.4 | Palesit-Schmelzmasse als Außen- isolierung | 781 | | | |

| | | | | | |
|---------|---|-----|---------|--|-----|
| 7.6.3 | Hydrologische und grundwasserwirtschaftliche Voraussetzungen für Horizontal-Filterbrunnen-Fassungen | 810 | 7.6.9 | Von 1950 bis 1959 in Deutschland gebaute Horizontalbrunnen | 820 |
| 7.6.4 | Wichtige Daten von im Auslande ausgeführten Anlagen nach dem Ranney- und Feldmann-Verfahren | 812 | 7.7 | Entwurf und Bau von Heberleitungen (CHR. TRUELSEN) | 821 |
| 7.6.4.1 | Ranney-Verfahren | 812 | 7.7.1 | Allgemeines | 821 |
| 7.6.4.2 | Fehlmann-Verfahren | 813 | 7.7.2 | Berechnung der Heberleitungen | 823 |
| 7.6.5 | Horizontalbrunnen nach Nebolsine | 815 | 7.7.3 | Entlüftung von Heberleitungen | 824 |
| 7.6.6 | Horizontalbrunnen der Fa. Preussag | 815 | 7.7.4 | Entwurfs- und Ausführungseinzelheiten | 826 |
| 7.6.7 | Besondere Bauformen | 815 | 7.7.5 | Dichtigkeitsprüfungen von Heberleitungen | 827 |
| 7.6.7.1 | Mannesmann-Schrägfassung | 815 | 7.8 | Optische Untersuchung von Bohr- löchern und Brunnen (CHR. BACK- WINKEL) | 827 |
| 7.6.7.2 | Diagonalfilterbrunnen, Bauart Loeck | 816 | 7.8.1 | Allgemeines | 827 |
| 7.6.7.3 | Tellerbrunnen, Bauart Scheven | 816 | 7.8.2 | Anwendungsbeispiele für den Einsatz optischer Untersuchungsverfahren | 828 |
| 7.6.8 | Veränderungen der Leistungen in Horizontalfilterbrunnen | 816 | 7.8.2.1 | Geologische Untersuchungen im offenen Bohrloch | 828 |
| 7.6.8.1 | Schwankungen der Leistungen mit dem Wasserstand im Vorfluter | 818 | 7.8.2.2 | Optische Untersuchungen bei Bohr- und Brunnenbauarbeiten | 828 |
| 7.6.8.2 | Brunnenleistungen in Abhängigkeit von der Infiltratswassertemperatur | 818 | 7.8.2.3 | Optische Kontrolle von Brunnen | 829 |
| 7.6.8.3 | Leistungsänderungen durch Sohlenverdichtungen | 818 | | | |

KAPITEL 8: Schutz des Grundwassers (H. SCHNEIDER)

| | | | | | |
|---------|--|-----|---------|---|-----|
| 8.1 | Die Festlegung der Schutzzonen in Lockergesteinen | 833 | 8.1.3.2 | Schutzzone III B | 836 |
| 8.1.1 | Die Festlegung der Schutzzone I | 833 | 8.2 | Ausweisung von Schutzzonen in Kluftwasserleitern | 836 |
| 8.1.2 | Die Festlegung der Schutzzone II | 835 | 8.3 | Beispiel einer Schutzzonenfestlegung in einem Grundwasserleiter im Lockergestein | 837 |
| 8.1.2.1 | Ermittlung der Abflußverhältnisse | 835 | 8.3.1 | Hydrologische Verhältnisse | 837 |
| 8.1.2.2 | Ermittlung der k_f -Werte | 835 | 8.3.2 | Festlegung der Schutzzone II | 837 |
| 8.1.2.3 | Berechnung der Fließdauer des Grundwassers zur Ermittlung der 50-Tage-Grenze | 835 | 8.3.3 | Festlegung der Schutzzonen III A und III B | 839 |
| 8.1.2.4 | Ermittlung der 50-Tage-Grenze nach der Volumenmethode | 835 | | | |
| 8.1.3 | Die Festlegung der Schutzzone III | 836 | | | |
| 8.1.3.1 | Schutzzone III A | 836 | | | |