



 SCHRIFTEN

89

Methodensammlung
zur Auswertung und Darstellung
von Grundwasser-
beschaffenheitsdaten

10 DVWK-S 89

WAR TU Darmstadt



57501871



Kommissionsvertrieb
Verlag Paul Parey
Hamburg und Berlin

Bibliothek des Fachgebietes
Hydraulik und Hydrologie

Technische Hochschule Darmstadt
D-6100 Darmstadt/Petersenstraße

1990

INHALT

Seite

VORWORT

1	FORM UND VERFÜGBARKEIT DER DATEN	1
1.1	Einheiten	1
1.1.1	Basisgrößen und abgeleitete Einheiten	1
1.1.2	Umrechnungen	4
1.2	Analysenumfang	5
1.2.1	Allgemeine Beschaffenheitsuntersuchungen des Grundwassers	5
1.2.2	Trinkwasseruntersuchung	7
1.2.3	Mineralwasseruntersuchung	8
1.2.4	Heilwasseruntersuchungen	8
1.2.5	Untersuchungen bei Baumaßnahmen	10
1.2.6	Untersuchungen von Grundwasserverunreinigungen	10
1.3	Genauigkeitsanforderungen	14
2	GRAPHISCHE AUSWERTUNGEN	18
2.1	Einzeldiagramme	19
2.1.1	Säulendiagramme	19
2.1.1.1	Einfaches Säulendiagramm	19
2.1.1.2	Doppeltes Säulendiagramm	22
2.1.1.3	Logarithmisches Säulendiagramm nach PREUL	24
2.1.2	Kreisdiagramme	26
2.1.2.1	Kreisdiagramm nach CARLE	26
2.1.2.2	Kreisdiagramm nach UDLUFT	27
2.1.3	Strahlendiagramme	30
2.1.3.1	Strahlendiagramm nach TICKEL	30
2.1.3.2	Strahlendiagramm nach STIFF	32
2.1.3.3	Strahlendiagramm nach DALMADY	33
2.1.3.4	Strahlendiagramm nach GIRARD	34
2.1.3.5	Strahlendiagramm nach MAUCHA	35
2.2	Sammeldiagramme*	36
2.2.1	Dreieckdiagramme*	36

VIII

2.2.1.1	Einzeldiagramme für Ionen*	36
2.2.1.2	Dreieckdiagramm für Kationen und Anionen*	38
2.2.1.3	Härte­diagramm*	40
2.2.2	Viereckdiagramme*	41
2.2.2.1	Kationen-Anionen-Viereckdiagramm*	41
2.2.2.2	Fünfstoffdarstellung nach KÄSS*	43
2.2.3	Kombinations-Diagramme*	45
2.2.3.1	PIPER-Diagramm*	45
2.2.3.2	Kombinationsdiagramm nach SCHWILLE*	46
2.2.3.3	SCHOELLER-Diagramm*	48
3	TYPISIERUNG*	50
3.1	Gegenseitige funktionale Beziehungen von Ionen oder Ionengruppen*	50
3.1.1	Ionenverhältnisse*	50
3.2	Hydrogeochemische Typisierung*	52
3.2.1	Typisierung nach einem Parameter*	52
3.2.2	Typisierung nach FURTAK & LANGGUTH*	55
3.2.3	Mineral- und Heilwässer*	59
3.2.3.1	Modifiziertes Dreieckdiagramm für Heilwassertypisierung*	60
3.2.4	Gesteinsbezogene Typisierung*	62
4	STATISTISCHE AUSWERTUNGEN	62
4.1	Häufigkeitsverteilung einzelner Parameter	65
4.1.1	Graphische Häufigkeitsverteilung	65
4.1.2	Maßzahlen der Häufigkeitsverteilung	71
4.1.2.1	Mittelwertbildung	72
4.1.2.2	Streuungsparameter	74
4.1.2.3	Schiefe und Steilheit	77
4.1.2.4	Normalverteilung	78
4.2	Prüfung und Vergleich von Stichproben	84
4.2.1	Vertrauensintervalle	85
4.2.1.1	Vertrauensintervalle für Mittelwerte	87
4.2.1.2	Vertrauensintervalle für Varianzen	88

IX

4.2.2	Testverfahren	89
4.2.2.1	Der t-Test	91
4.2.2.2	Der F-Test	92
4.2.2.3	Der Chi-Quadrat-Test	92
4.3	Beziehungen zwischen verschiedenen Parametern	94
4.3.1	Korrelationsanalyse	96
4.3.2	Regressionsanalyse	101
4.4	Räumliche und zeitliche Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit	107
4.4.1	Ganglinien	107
4.4.2	Interpolative Darstellungen*	113
4.4.2.1	Gleichenkarten für einzelne Parameter*	113
4.4.2.2	Gleichenkarten von Ionenverhältnissen und hydrochemische Schnitte*	116
4.4.3	Statistische Darstellungsverfahren*	118
4.4.3.1	Variogramme*	118
4.4.3.2	Gleitender Mittelwert, Krigeage*	123
4.4.3.3	Zeitreihenanalyse*	127
4.5	Multivariate Klassifikationen*	134
4.5.1	Clusteranalyse*	134
4.5.2	Diskriminanzanalyse*	137
4.5.3	Faktorenanalyse*	140
5	CHEMISCHE GLEICHGEWICHTSBERECHNUNGEN*	146
5.1	Berechnung und/oder Definition einzelner Basisgrößen*	147
5.1.1	Berechnung des Sättigungszustandes des Wassers*	147
5.1.2	Gleichgewichtskonstanten insbesondere Löslichkeitsprodukte*	151
5.1.3	Aktivitäten und Aktivitätskoeffizienten*	154
5.1.4	Ionenpaar und/oder Komplexbindung*	158
5.2	Einfache Löslichkeitsprodukt-Berechnungen*	162
5.3	Chemisch-thermodynamische Computermodelle*	165
5.3.1	Computermodelle der WATEQ-Serie*	167

6	BEISPIELE FÜR DIE ANWENDUNG VON PC-STANDARD- SOFTWARE BEI BESCHAFFENHEITSDATEN	175
6.1	Formblätter, Umrechnungen, Ionenbilanz	177
6.2	Einfache graphische Auswertungen	190
 SCHRIFTTUM		195
	Verwendete Fachbegriffe (deutsch - englisch, englisch - deutsch)	201
	Verwendete Formelzeichen	216

Die mit * gekennzeichneten Kapitel wurden von den Autoren aus dem Fachbereich Geowissenschaften des Fachgebietes Geochemie der Universität Bremen bearbeitet.