

04.00. Wasserbeschaffenheit  
 04.01. Physikalisch-chemische Einheiten

04.01.

Tabelle 04.01./1: Grundeinheiten

Nr.	Einheit	Definition
1	Atommasse	Vergleichszahl, die angibt, um wieviel größer die Masse des Atoms eines Elementes im Vergleich zu einem Zwölftel der Masse des häufigsten Kohlenstoffatoms ( $^{12}\text{C}$ ) ist.
2	Molekularmasse	Vergleichszahl, die angibt, um wieviel größer die Masse eines Moleküls im Vergleich zu einem Zwölftel der Masse des häufigsten Kohlenstoffatoms ( $^{12}\text{C}$ ) ist. (Summe der Atommassen der im Molekül vorhandenen Atome)
3	Äquivalentmasse	Diejenige Masse eines Elements oder einer Verbindung in Gramm, die einem Grammatom Wasserstoff oder einem halben Grammatom Sauerstoff äquivalent ist, d.h. sich auf Grund der Wertigkeitsverhältnisse mit diesem verbindet oder verbinden ließe.  $\text{Äquivalentmasse} = \frac{\text{Atom- oder Molekularmasse}}{\text{Wertigkeit}}$ Beispiel: Sulfat, $\text{SO}_4^{2-}$ Molekularmasse = 96 Wertigkeit = 2 Äquivalentmasse = $\frac{96}{2} = 48$
4	Grammatom	Diejenige Masse eines Elementes, deren Gewicht, gemessen in Gramm, gleich der Atommasse ist (in Gramm angegebene Atommasse)
5	Grammäquivalent	Diejenige Masse eines Stoffes, deren Gewicht in Gramm gleich der Äquivalentmasse des Stoffes ist (in Gramm angegebene Äquivalentmasse)  $\text{Gramm-äquivalent} = \frac{\text{Grammatom oder Grammmolekül}}{\text{Wertigkeit}}$
6	Val	Anzahl der in einem Liter Wasser gelöster Grammäquivalente eines Atoms, Ions oder Moleküls

04.01.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.01. Physikalisch-chemische Einheiten

Fortsetzung Tabelle 04.01./1

Nr.	Einheit	Definition
7	Millival (Milligramm- äquivalent)	<p>Tausendster Teil eines Val</p> $\text{mval l}^{-1} = \frac{\text{mg l}^{-1}}{\text{Äquivalentmasse}}$ <p>Beispiel:  <math>192 \text{ mg l}^{-1} \text{ SO}_4^{2-} = \frac{192}{48} = 4 \text{ mval l}^{-1}</math></p>
8	Wertigkeit	<p>Anzahl der elektrischen Ladungen, die durch Abgabe oder Aufnahme von Elektronen frei bzw. angelagert wird</p> $\text{Wertigkeit} = \frac{\text{Atommasse}}{\text{Äquivalentmasse}}$ <p>oder (einschließlich Verbindungen)</p> $\text{Wertigkeit} = \frac{\text{Molmasse}}{\text{Äquivalentmasse}}$
9	Mol	<p>Das Mol ist diejenige Stoffmenge eines Systems, das so viel Elementarteilchen enthält, wie Atome in 0,012 kg des häufigsten Kohlenstoffs (<math>^{12}\text{C}</math>) enthalten sind. Dabei ist die Teilchenart (Atome, Moleküle, Ionen usw.) anzugeben.</p>

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.01. Physikalisch-chemische Einheiten

04.01.

Tabelle 04.01./2: Radiologische Einheiten  
(RÖSLER/LANGE, 1975)

Radioaktivität	Curie	c	1 c = Menge eines radioaktiven Nuklids, in dem die Zahl der Zerfallsakte je Sekunde $3,700 \cdot 10^{10}$ beträgt
Strahlenenergie	Elektronenvolt	eV	1 eV = $1,6 \cdot 10^{-12}$ erg Energie, die ein Elektron erhält, wenn es durch eine Potentialdifferenz von 1 Volt beschleunigt wird
Strahlendosen	Röntgen	r	1 r = Ionendosis einer Röntgen- oder Gammastrahlung, wenn die durch Röntgen- oder Gammastrahlung je 0,001293 g Luft bewirkte Korpuskularemission so groß ist, daß dadurch die in Luft erzeugten Ionen insgesamt die Elektrizitätsmenge von einer elektrostratischen Einheit beider Vorzeichen transportieren
	röntgen-equivalent-man	rem	1 rem = 1 rad · RBW Biologische Dosis (RBW-Dosis), erhalten durch Multiplikation der Energiedosis in rad mit dem Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit (RBW)
	röntgen-equivalent-physical	rep	1 rep = 93 erg/g Strahlendosis, die in der betrachteten Substanz eine ebenso große Energieabsorption erzeugt wie 1 r Photonenstrahlung in Luft
	Rad	rad	1 rad = 100 erg/g Ist äquivalent einer Energieabsorption von 100 erg je g bestrahlten Materials am interessierenden Punkt

04.02.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.02. Eigenschaften des Wassers

Tabelle 04.02./1: Physikalische Konstanten des Wassers  
(ALTOWSKI, 1962)

Bezeichnung	Dimension	Zahlenwert
Molekulargewicht (H <sub>2</sub> O)		18,016
Gefriertemperatur (bei p = 1 atm)	°C	0,00
Siedetemperatur (bei p = 1 atm)	°C	100,00
Temperatur bei max. Dichte (bei p = 1 atm)	°C	3,98
Dichte des Wassers	g/cm <sup>3</sup>	
bei 0 °C		0,999841
bei 3,98 °C		0,999973
bei 20 °C		0,998203
Dichte des Wassers bei einer Temperatur von 3,98 °C	g/ml	1,000000
Spezifisches Gewicht des Wassers		
bei 0 °C		0,999868
bei 4 °C		1,000000
bei 20 °C		0,998230
Spezifisches Gewicht des Eises		0,9168
Spezifisches Gewicht des Wasserdampfes (Luft = 1)		0,624
Gewicht von 1 l gesättigten Wasserdampf (bei t = 100 °C und p = 1 atm)	g	0,5974
Kritische Wassertemperatur	°C	374,2
Kritischer Wasserdruck	atm	218,5
Kritische Wasserdichte	kg/l	0,324
Spezifische Wärmekapazität cp (bei p = 1 atm)	cal/g·grd	
des Wassers (bei t = 15 °C)		1,00
des Eises (bei t = 0 °C)		0,487
des Wasserdampfes (bei t = 100 °C)		0,487
Mol-Wärmekapazität Cp (bei p = 1 atm)	cal/mol·grd	
des Eises (bei t = 0 °C)	°C	8,78
des Wasserdampfes (bei t = 100 °C)	°C	8,67
des Wasserdampfes (bei t = 15 °C)	°C	8,00
Latente Schmelzwärme (bei t = 0 °C)		
Latente Verdampfungswärme	cal/g	
bei 0 °C	°C	597,3
bei 100 °C	°C	539,0

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

04.02.

Fortsetzung Tabelle 04.02./1

Bezeichnung	Dimension	Zahlenwert
Wärmeleitfähigkeit des Wassers	cal/cm·s ·grd	
bei 0 °C	°C	0,00120
bei 20 °C	°C	0,00143
bei 75 °C	°C	0,00154
Wärmeleitfähigkeit des Wasserdampfes	cal/cm·s ·grd	
bei 46 °C	°C	0,0000458
bei 100 °C	°C	0,0000551
Oberflächenspannung (bei t = 20 °C, Grenzschicht/feuchte Luft)	dyn/cm	72,53
Konstante der Gefrierpunktserniedrigung	grd/kg	1,85
Konstante der Siedepunkterhöhung	grd/kg	0,516
Ionenprodukt (bei t = 20 °C)	g·Ion/l	0,86·10 <sup>-14</sup>
Konzentration der H-Ionen von reinem Wasser (bei t = 20 °C)	g·Ion/l	0,927·10 <sup>-7</sup>
Bildungswärme aus Elementen	kcal/mol	
flüssiges Wasser		68,4
gasförmiges Wasser		57,8
Radius der OH-Ionen	Å	1,53

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

04,02.

Temperatur T	Dichte $\rho$	Rel. Raumausdehnung	Dynamische Viskosität $10^3$ in Pa.s	Kinematische Viskosität $10^4$ in $m^2/s$ (bisher Zentistokes)	Dampfdruck Pt	Tonenprodukt
°C	kg/m <sup>3</sup>	100 $\beta$ in %	(bisher Zentipoise)		N/m <sup>2</sup>	Mol/kg <sup>2</sup>
Eis	916,70	9,0	1,78	1,78	628,22	10-14,97
0	999,84	0,0132	1,67	1,67		
2	999,94	0,0033	0	1,57		
4	999,97		0,0032	1,47		
6	999,94	0,0124	1,39	1,47		
8	999,85	0,0272	1,31	1,39		
10	999,70	0,0475	1,24	1,31	1266,56	10-14,52
12	999,50	0,0729	1,17	1,24		
14	999,24	0,1030	1,06	1,17		
16	998,94	0,1378	1,01	1,12		
18	998,60	0,1768	0,80	1,06		
20	998,21		0,65	1,01	2411,54	10-14,11
30	995,65	0,777	0,47	0,80		
40	992,2		0,36	0,66	7619,64	10-13,47
60	983,2	1,71	0,28	0,48	20579,11	10-12,90
80	971,8	2,90		0,37	48839,98	10-12,46
100	958,4	4,35		0,29	104669,83	10-12,23

Tabelle 04.02./2: Stoffeigenschaften von reinem Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur bei 1013 mbar = 101,3 kPa (PREISSLER/BOLLRICH, 1980; KITTNER u.a., 1977)

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

04.02.

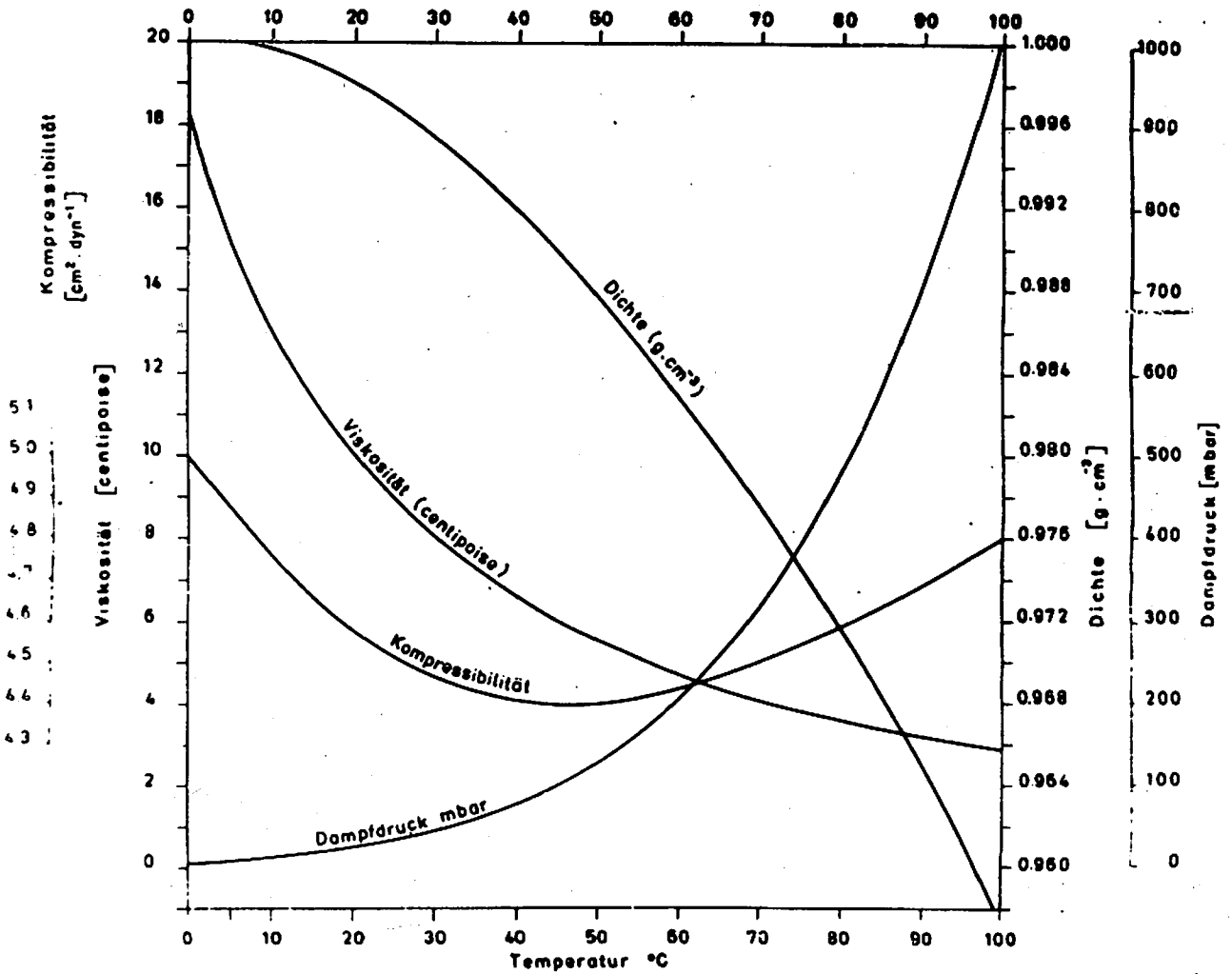


Bild 04.02./1: Temperaturabhängige physikalische Eigenschaften des Wassers (MATTHESS, 1973)

04.02.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

Tabelle 04.02./3: Härtestufen des Wassers  
(BUSCH/LUCKNER, 1972)

Gesamthärte in °dH	Bezeichnung des Wassers	Grundwasserleiter, bestehend aus
0 bis 4	sehr weich	Granit, Porphyr
4 bis 8	weich	Gneis, kristalline Schiefer, Sandstein
8 bis 12	mittelhart	Basalt
12 bis 18	ziemlich hart	Hartes Kalkgestein
18 bis 30	hart	Weiches Kalkgestein
über 30	sehr hart	Dolomite, Mergel, Gips

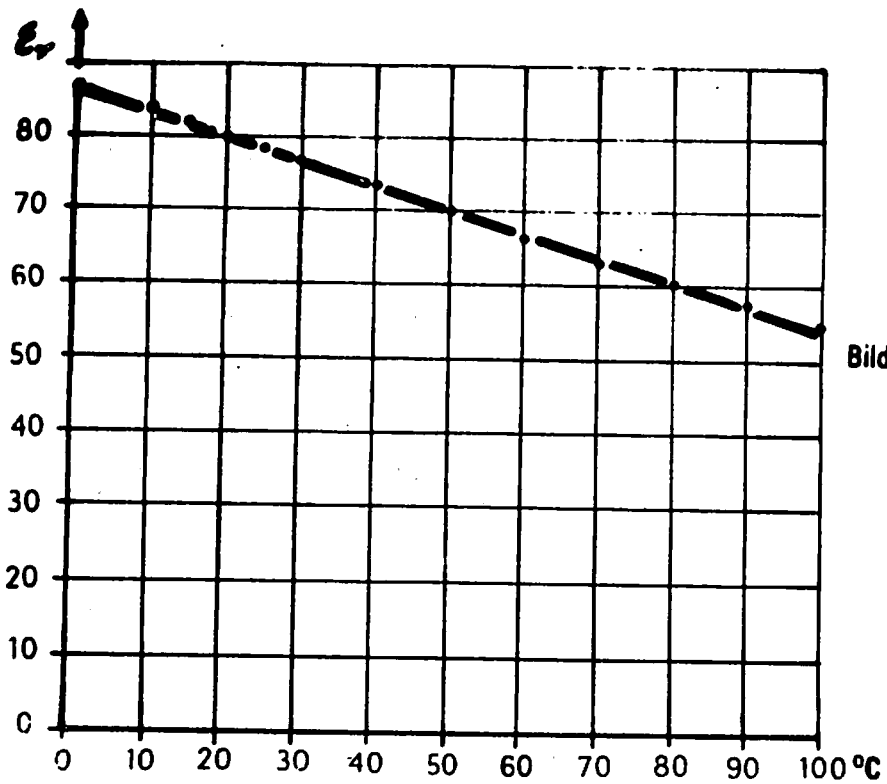
Tabelle 04.02./4: Elastizitätsmodul  $E_w$  des Wassers  
(PREISSLER/BOLLRICH, 1980)

Druck p MPa	Temperatur T °C	$E_w$ MPa
1...2,5	0	1968
	10	2066
	20	2105
2,5...5	0	2102
	10	2101
	20	2171
5...10	0	2101
	10	2241
	20	2337



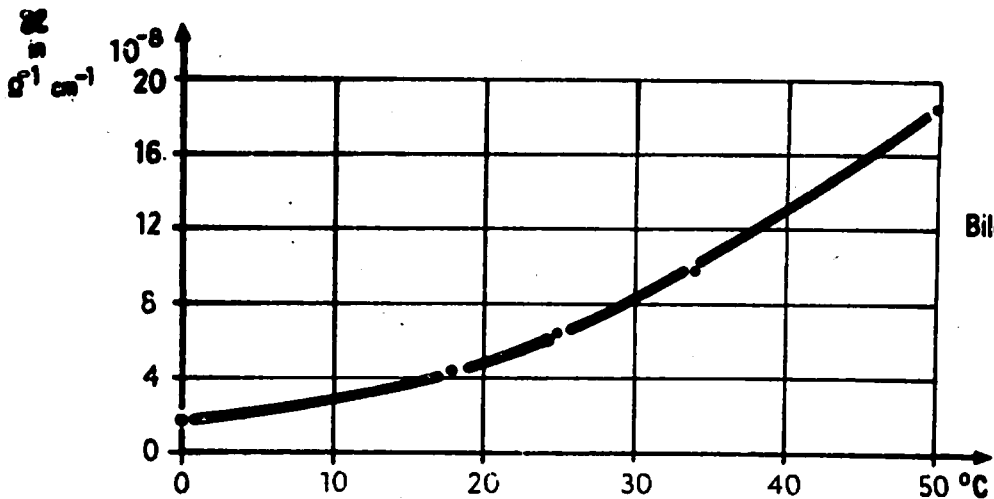
04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

04.02.



Bild

Bild 04.02./2: Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  für Wasser  
(nach Angaben von ALTOWSKI, 1962)



Bild

Bild 04.02./3: Spezifische elektrische Leitfähigkeit  $\kappa$   
des reinen Wassers  
(nach Angaben von ALTOWSKI, 1962)

04.02.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

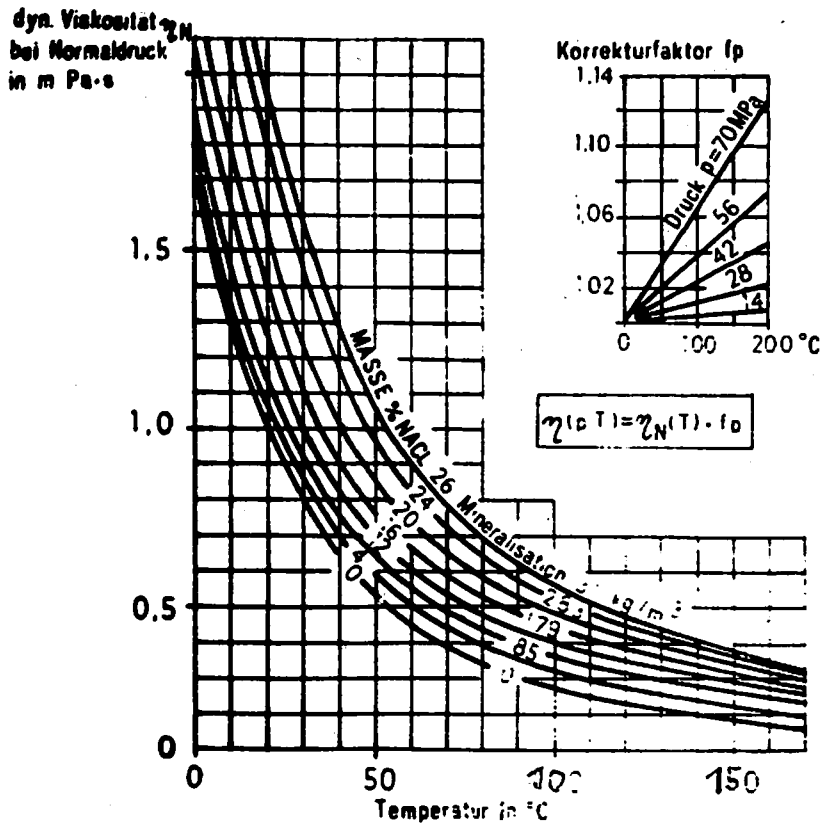


Bild 04.02./4: Dynamische Viskosität mineralisierter Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur nach MATTHEWS/RUSSEL (HÄFNER u.a., 1981)

Tabelle 04.02./5: pH-Wertstufen des Wassers

Reaktion	stark sauer	schwach sauer	neutral	schwach alkalisch	stark alkalisch
$[H^+]$ .....	$10^0 - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8} - 10^{-10}$	$10^{-11} - 10^{-14}$
pH-Wert .	0-3	4-6	7	8-10	11-14

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

04.02.

Tabelle 04.02.6: pH-Werte in natürlichen Wässern und Sedimenten  
(RÖSLER/LANGE, 1975)

pH-Wert Art der Wässer und Sedimente

0	↓	Schwefelsäurewässer in Wüstenböden			
1	↑	Kraterseen		↑	saure Thermalwässer
2	↑	Wässer in Alaunschiefertagebauen (in Trockenzeiten)		↑	Weichbraunkohlen
3	↓	gleichfalls in Tagebauen von disseminated copper ores und in Steinbrüchen von schwefelkieshaltigen Sedimenten		↓	Grubenwässer
4	↑	Moorwässer			
	↓	Torfwässer, Wässer in torfigen Wiesen			
5	↑	Wässer in Braunkohlentagebauen	↑	↑	Lößböden
	↓	Tertiärsande	↓	↓	Böden auf Gneis, Porphy, Granit, Sandstein
6	↑	Regenwässer	↑	↑	normale Ackerböden
	↓	Quellen in Kalkgebieten	↓	↓	Böden auf Basalt und Diabas
7	↑	See- und Flußwässer			
8	↑	Meerwasser vom Schwarzmeertyp (1000 m Tiefe)			
9	↑	See- und Flußwässer in Kalkgebieten	↑	↑	Geschichtsmergel
	↓	Meerwasser (Oberfläche)	↓	↓	Pleistozäner Bänderton
	↑	basisches Grundwasser			
10	↓	Wässer in ariden Alkaliböden			

04.02.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

Tabelle 04.02./7: Temperaturabhängigkeit des pH-Wertes des Neutralpunktes von reinem Wasser (MATTHESS, 1973)

Temperatur °C	pH	Temperatur °C	pH	Temperatur °C	pH
0	7,47	24	7,00	45	6,70
5	7,37	25	6,99	50	6,63
10	7,27	30	6,92	55	6,57
15	7,17	35	6,84	60	6,51
20	7,08	40	6,77		

Tabelle 04.02./8: Angenäherter Gleichgewichts-pH-Wert für 10 °C (KITNER u.a., 1977)

KH °dH	GH °dH	NKH °dH	pH Gleichgew.
0,5	1	0,5	10,1
	3	2,5	9,6
	10	9,5	9,1
2,0	3	1	9,0
	5	3	8,8
	10	8	8,5
5,0	6	1	8,3
	10	5	8,1
	15	10	8,0
8,0	10	2	7,8
	15	7	7,8
	20	10	7,7
15,0	20	5	7,4
	30	15	7,1
	50	35	7,0

Anmerkung: Der Gleichgewichts-pH-Wert ist der pH-Wert, der dem Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht entspricht. Bei natürlichen Wässern liegt er fast immer über 7,0.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.02. Eigenschaften des Wassers

04.02.

Tabelle 04.02./9: Löslichkeit von Gasen in Wasser  
(Gasdruck + Dampfdruck des Wassers = 760 mg Hg)  
(KLITZSCH/BALDEWEG, 1955)

Temp. [°C]	Luft-O <sub>2</sub> [mg/l]	N <sub>2</sub> [mg/l]	H <sub>2</sub> [mg/l]	CO <sub>2</sub> [mg/l]	NH <sub>3</sub> [g/l]	SO <sub>2</sub> [g/l]	HCl [g/l]	Cl <sub>2</sub> [g/l]
0	14,6	29	1,9	3340	875	228	825	14,6
10	11,3	23	1,7	2318	684	154	772	9,97
20	9,09	19	1,6	1688	518	106	673	7,29
30	7,49	16	1,5	1257	408	76	633	5,72
40	6,41	14	1,4	973	338	55	596	4,59
50	5,50	12	1,3	761	284	41	561	3,93
60	4,09	11	1,2	576	238	33	—	3,29
70	3,81	9	1,0	—	194	26	—	2,79
80	2,81	7	0,8	—	154	21	—	2,23
90	1,59	4	0,5	—	114	18	—	1,27
100	0	0	0	—	74	0	—	0

Tabelle 04.02./10: Löslichkeit von Gasen in Wasser bei erhöhtem Druck (KLITZSCH/BALDEWEG, 1955)

Gas	at	0°C	20°C	25°C	50°C	60°C	75°C	90°C	100°C	120°C	140°C	160°C
O <sub>2</sub> [mg/l]	1	14,6	9,09	8,3	5,5	4,7	3,3	1,6	0	0	—	—
	1,4	34,7	21,7	19,7	11,4	8,4	4,8	2,2	1,4	0	—	—
	4,2	74,7	46,8	42,4	24,5	18,1	10,4	5,8	5,0	3,4	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	6,1	4,9	2,3	—
	7	114,7	71,7	65,1	37,6	27,7	16,0	—	9,0	7,2	5,0	1,4
N <sub>2</sub> [mg/l]	1	29	19	17	12	11	—	4	0	—	—	—
	3,5	—	—	435	341	—	318	—	—	—	—	—
	51	—	—	843	667	—	618	—	—	—	—	—

Tabelle 04.02./11: Löslichkeit von Salzen in Abhängigkeit von der Temperatur (KLITZSCH/BALDEWEG, 1955)

Salz [g/l]	0°C	20°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	184	352	481	466	453	431	423
NaCl .....	356	359	363	367	371	381	392
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	69	216	489	474	462	445	445
NaOH.....	432	1070	1260	1450	1780	3137	3410
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> .....	142	266	370	—	332	290	266
CaCl <sub>2</sub> .....	603	745	1282	1323	1368	1470	1590
MgCl <sub>2</sub> .....	—	543	575	587	607	659	727
MgSO <sub>4</sub> .....	356	356	454	—	544	—	480
FeCl <sub>3</sub> .....	745	919	—	3150	3730	5251	5370
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ...	312	363	456	—	580	730	890
CuSO <sub>4</sub> .....	1,79	2,04	2,12	2,01	—	—	1,62
Ca(OH) <sub>2</sub> ....	1,30	1,18	1,00	0,83	—	0,73	0,52
CaCO <sub>3</sub> mg/l.	95	58	39	—	27	20	15
Mg(OH) <sub>2</sub> mg/l	10	9,9	9,5	—	8,0	6,1	4,5

04.02.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.02. Eigenschaften des Wassers

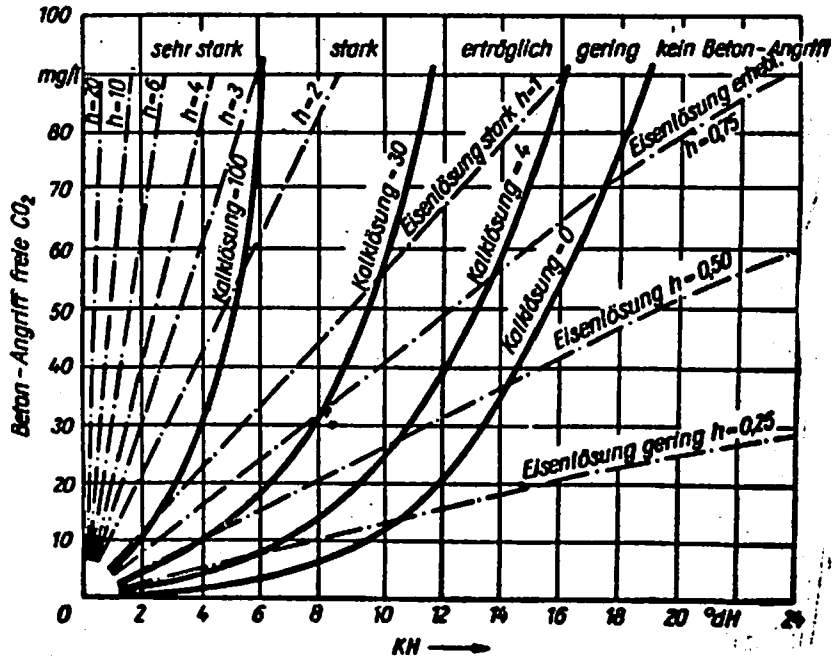


Bild 04.02./5: Grad des Eisen- und Kalklösungsvermögens (KITNER u. a., 1977)

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

04.02.

Tabelle 04.02./12: Aggressivität des Wassers in Abhängigkeit von der Menge der Inhaltsstoffe (TGL 11357)

Reaktionen	A					B					C			
	Vorwiegend Auslaugungsprozesse einschließlich Hydrolyse an den Ca-Verbindungen des Betons					Vorwiegend chemische Umsetzungen Begleiterecheinung: Auslaugung					Chemische Umsetzungen und Treibersrechnungen Begleiterecheinung: Auslaugung vorwiegend Bildung von			
	3	4	5	6	7	Säurewirkung, Austauschvorgänge			Austauschvorgänge, Säurewirkung		14	15	16	
	Filteration Nitrat CO <sub>2</sub>	Abdampfdruckstand bei gleichzeitiger Anwesenheit Lalklösenden CO <sub>2</sub> oder pH-Wert CO <sub>2</sub>	pH-Wert	Kalklösende Kohlensäure Kalk- lösendes CO <sub>2</sub>	Kalklösende Kohlensäure Karbonat- harte edH	Magnesium Mg <sup>2+</sup>	Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> bei NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 150 mg/l bei NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 150 mg/l	Sulfid S <sup>2-</sup>	Erläugung und Gips	Gips und Erläugung	etwas Mäglich ammoniumhaltige Ameisensäure			
I	nicht beton- aggressiv	< 100	> 6	< 10	< 2,0	< 100	< 100	< 100	< 200	250	1000			
II	schwach beton- aggressiv	150 bis 50	0 bis 5	> 4	10 bis 50	6,0 bis 5,5	10 bis 40 10 bis 40	0,2 bis 2,0 2,0	100 bis 150 50 bis 100	1 bis 10	700 bis 350	250 bis 400	1000 bis 1500	1000 bis 1500
III	mittel beton- aggressiv	150 bis 50	< 6	5,5 bis 5,0	50	5,5 bis 5,0	10 bis 40 40 bis 90	0,2 bis 2,0 2,0	150 bis 250 100 bis 150	10	350 bis 400	450 bis 700	700 bis 1500	2000 bis 3500
IV	stark beton- aggressiv	< 50	0 bis 5	< 5,5	-	5,0 bis 4,0	10 bis 40 40 bis 90	< 0,2 > 2,0	250 bis 300 250 bis 500	150 bis 250	600 bis 1200	700 bis 1500	3500 bis 6000	6000 bis 10000
V	sehr stark beton- aggressiv	< 50	< 5,5	4,0 bis 3,0	-	-	bei jeder Härte	-	> 500	> 250	> 1200	1500	> 6000	> 10000

04.02.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.02. Eigenschaften des Wassers

Tabelle 04.02./13: Löslichkeit der Sulfate in Wasser nach EMMONS (SMIRNOV, 1970)

Sulfat	Löslichkeit in g/l	Temperatur in °C
ZnSO <sub>4</sub>	531,2	18
MnSO <sub>4</sub>	393,0	25
NiSO <sub>4</sub>	274,0	22,6
CaSO <sub>4</sub>	265,8	20
FeSO <sub>4</sub>	157,0	0
CuSO <sub>4</sub>	172,0	20
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,7	17
PbSO <sub>4</sub>	0,041	18

Tabelle 04.02./14: Luft- und Sauerstoffgehalt des Wassers unter Atmosphärendruck bei 100 %iger Sättigung (PREISSLER/BOLLRICH, 1980)

Temperatur °C	0	5	10	15	20	30	50	80
Luft ml/l	28,6	25,2	22,4	20,1	18,3	15,4	11,4	6,0
O <sub>2</sub> ml/l	10,2	8,9	7,9	7,0	6,4	5,2	3,8	2,0



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

**Tabelle 04.03./1: Klassifizierung der Inhaltsstoffe natürlicher Wässer (nach LIENIG/KAEDING, 1972 und KITTNER u.a., 1977)**

Lösungssystem	Echte Lösung				Kolloide Lösung	Suspensionen	
	molekulardispers				kolloiddispers	grobdispers	
Dispersionsgrad	Elektrolyte		Nichtelektrolyte			mikroskopischer Bereich	makroskopischer Bereich
	Kationen	Anionen	Gase	Feststoffe			
1. Hauptinhaltsstoffe (häufig >10mg/l)	Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Mg <sup>2+</sup> Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup> NO <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O Tonminerale	Tonminerale Feinsande organische Feststoffe	
2. Begleitstoffe (meist <10mg/l häufig >0,1mg/l)	Fe <sup>2+</sup> Mn <sup>2+</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Sr <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup> Br <sup>-</sup> J <sup>-</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S NH <sub>3</sub> CH <sub>4</sub> He	organische Verbindungen (Stoffwechselprodukte) Pestizide PAK (Polizykl. aromatische Kohlenwasserstoffe)	Oxidhydrate von Metallen (z. B. von Fe, Mn) Kieselsäure, Silikate, Huminstoffe	Oxidhydrate von Fe und Mn, Öle, Fette, organische Feststoffe	
3. Spurenstoffe (<0,1 mg/l)	Li <sup>+</sup> Rb <sup>+</sup> Ba <sup>2+</sup> Cu <sup>2+</sup> Zn <sup>2+</sup> Pb <sup>2+</sup>	HS <sup>-</sup> AsO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Rn				
Teilchengröße	< 1 · 10 <sup>-6</sup> mm				0,5 · 10 <sup>-3</sup> bis 1 · 10 <sup>-6</sup> mm	0,05 bis 0,5 · 10 <sup>-3</sup> mm	> 0,05 mm
Erkennbarkeit	unsichtbar auch im Ultramikroskop, kein Tyndalleffekt				im Mikroskop nicht erkennbar, indirekt durch Lichtstreuung (Tyndalleffekt)	im Mikroskop bei Aufsicht	visuell
Analysenverfahren	stoffspezifische Analysenverfahren				indirekt durch Streulichtmessung  Filtration über Membranfilter indirekt durch Lichtadsorption	Absetzen im Imhofftrichter Filtration über hartes Filterpapier, Sedimentation im Zentrifugalfeld	
Auswirkung auf Wasserqualität	erhohter PV, Farbgrad, Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung				erhöhte Trübung, PV, Farbgrad, z.T. Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung	erhöhte Trübung, erhöhter PV	

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wässer

**Tabelle 04.03./2:** Prozentuale Verteilung der vorherrschenden GW-Typen im Süßwasserbereich der DDR (Klammerwerte Anteil Lockergestein/Festgestein)

Kationen Anionen		Na(+K)	Ca	Na(+K) Ca	Ca Mg	Na(+k) Mg	Kompliz. zusamm. setzung
		1	2	3	4	5	
1 Hydrogenkarbonatwässer	1	HCO <sub>3</sub>	35 (99/1)		7 (18/82)		
	2	HCO <sub>3</sub> SO <sub>4</sub>	25 (70/30)	0,4 (100/0)	14 (23/77)		
	3	HCO <sub>3</sub> Cl	0,1 (100/0)	3 (97/3)	0,1 (100/0)		
2 Sulfatwässer	1	SO <sub>4</sub>	3 (78/22)	5 (35/65)	1 (32/68)		
	2	SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>					
	3	SO <sub>4</sub> Cl	4 (61/89)	1 (88/12)			
3 Chloridwässer	1	Cl	0,4 (94/6)				
	2	Cl SO <sub>4</sub>					
	3	Cl HCO <sub>3</sub>					
4 Kompliz. Dreianionenwasser		HCO <sub>3</sub> SO <sub>4</sub> Cl		1 (94/6)			

**Erläuterung:** Für die Einstufung in Grundwassertypen werden die Milligramm-Äquivalent-Prozente (mval-%) der Anionen und Kationen berücksichtigt, deren Gehalt im Wasser  $\geq 20$  mval-% aufweist, wobei die Summe der Anionen und Kationen gleich 100 mval-% gesetzt wird (Hauptinhaltsstoffe).

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

Tabelle 04.03./3: Klassifizierung der Grundwässer nach ihrem Salz- oder Mineralstoffgehalt (TGL 34334/02 Entwurf 11/83)

Bezeichnung		Abdampf- rückstand in g/kg	
1	Süßwasser	< 1	
2	Mineral- wasser (Salzwasser)	1 schwach mineralisiert (schwach versalzen)	1 bis 2
		2 mittel mineralisiert (mäßig versalzen)	2 bis 10
		3 stark mineralisiert (stark versalzen)	10 bis 25
		4 sehr stark minerali- siert (sehr stark ver- salzen, Sole)	25 bis 50
3	Salzlösung	> 50	

Tabelle 04.03./4: Klassifizierung der Grundwässer nach ihrer Temperatur (TGL 34334/03, Entwurf 11/83)

Bezeichnung	Temperatur in °C	
Kaltwasser	- sehr kalt	< 4
	- kalt	4 bis < 20
Thermal- wasser	- warm	20 bis < 37
	- heiß	37 bis < 70
	- sehr heiß	70 bis < 100
	- überhitzt (dampfthermal)	≥ 100

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wässer

Tabelle 04.03./5: Klassifizierung des Grundwassers nach seiner Nutzungsmöglichkeit für Trinkwasserzwecke (TGL 34334/03, Entwurf 11/83)

Klasse	Bewertung
1	sehr gutes GW mit höchstem Gebrauchswert; <u>ohne bzw. mit einfacher Aufbereitung</u> verwendbar (z. B. Schnellfiltration und Chlorung)
2	gutes GW mit hohem Gebrauchswert; <u>normale Aufbereitung</u> ausreichend (z. B. Aluminiumsulfatfällung, Flockenfiltration, Kalkung, Chlorung)
3	i. allg. noch brauchbares GW, jedoch <u>umfangreiche Aufbereitung</u> erforderlich (z. B. Mikrosiebfiltration, Aluminiumsulfatfällung, Flockenfiltration, Aktivkohlefiltration (oder Langsamfiltration), Kalkung, Chlorung)
4	schlechtes GW; für eine Nutzung kaum oder nur nach <u>komplicierter Aufbereitung</u> nutzbar (z. B. Denitrifikation, Aluminiumsulfatfällung bei Zugabe von Flockungshilfsmitteln, Aktivkohlefiltration, Ozonisierung)
5	sehr schlechtes GW: generell unbrauchbar und ungeeignet für eine Aufbereitung

Tabelle 04.03./6: Klassifizierung der Grundwässer nach dem Salzgehalt  
 (TGL 34334/03, Entwurf 11/83)

		1	2	3	4	5
Calcium	mg/l Ca	0... 60	61...100	101... 150	151... 300	> 300
Magnesium	mg/l Mg	0... 50	51...100	101... 150	151... 300	> 200
Natrium	mg/l Na	0... 30	31... 70	71... 150	151... 300	> 300
Chlorid	mg/l Cl	0... 50	51...100	101... 250	251... 500	> 500
Sulfat	mg/l SO <sub>4</sub>	0...100	101...150	151... 350	351... 500	> 500
Gesamthärte	mg/l CaO	0...100	101...150	151... 300	301... 500	> 500
Karbonathärte	mg/l CaO	0... 70	71...120	121... 250	-	-
Gesamtsalzgehalt	mg/l	0...350	351...750.	751...1500	1501...2500	>2500

Tabelle 04.03./7: Klassifizierung der Grundwässer nach toxischen, sonstigen nicht erwünschten und bakteriologischen Kriterien (Grenzwerte)  
(TGL 34334/03, Entwurf 11/83)

		1	2	3	4	5
<b>Toxische Inhaltsstoffe</b>						
Arsen	mg/l As	n.n.	0,01	0,05	0,2	> 0,2
Blei	" Pb	n.n.	0,03	0,05	0,5	> 0,5
Cadmium	" Cd	n.n.	0,001	0,005	0,01	> 0,01
Chrom	" Cr	n.n.	0,03	0,05	0,1	> 0,1
Quecksilber	" Hg	n.n.	0,05	0,001	0,01	> 0,01
Selen	" Se	n.n.	0,005	0,01	0,05	> 0,05
Zink	" Zn	0,01	0,1	1,0	3,0	> 3,0
Nickel	" Ni	n.n.	0,05	0,2	1,0	> 1,0
Cyanid, freies	" CN	0,01	0,05	0,1	0,2	> 0,2
Fluorid	" F	0,5	1,0	1,3	5	> 5
Nitrat	" NO <sub>3</sub>	10	20	30	40	> 40
Nitrit	" NO <sub>2</sub>	n.n.	0,05	0,1	0,5	> 0,5
monocykl. arom. CH-St.	" "	n.n.	0,001	0,005	> 0,005	> 0,005
polycykl. " " "	" "	n.n.	n.n.	0,0001	> 0,001	> 0,001
aromatische Amine	" "	n.n.	n.n.	0,005	> 0,005	> 0,005
Aniontenside	" "	n.n.	0,5	1	> 1	> 1
Tenside	" "	n.n.	0,5	1	> 1	> 1
<b>Bakteriologische Kriterien</b>						
Gesamtbakteriensahl	je ml	10 <sup>6</sup>	3 · 10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	5 · 10 <sup>7</sup>	> 5 · 10 <sup>7</sup>
Koloniesahl	" "	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	> 10 <sup>6</sup>
Koliforme	" "	10 <sup>2</sup>	5 · 10 <sup>2</sup>	5 · 10 <sup>3</sup>	5 · 10 <sup>4</sup>	> 5 · 10 <sup>4</sup>
<b>Sonstige nicht erwünschte Kriterien</b>						
Eisen ges.	mg/l Fe	0,1	1,0	5,0	10,0	≥ 10,0
Mangan	" Mn	0,05	0,5	1,0	5,0	> 5,0
Ammonium	" NH <sub>4</sub>	n.n.	0,05	0,1	1,0	> 1,0
Phenole, wasserdampffl.	" Ph <sub>3</sub>	n.n.	0,001	0,005	0,5	> 0,5
pH-Wert	"	6,5...7,5	6,5...8,5	6...9	5...10	< 5 bzw. > 10
Temperatur	°C	8...12	5...14	≥ 3...≤ 20	-	-

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

Tabelle 04.03./8: Klassifizierung der Wässer nach der Härte (MATTHESS, 1973)

	nach KIUT-OLSZEWSKI °dH	mval/l	nach KÄSS mval/l
sehr weich	0 - 4	0 - 1,43	0 - 1
weich	4 - 8	1,43 - 2,86	1 - 3
mittelhart	8 - 12	2,86 - 4,28	3 - 5
etwas hart	12 - 18	4,28 - 6,42	
hart	18 - 30	6,42 - 10,72	5 - 10
sehr hart	30	10,72	10

1 °dH entspricht jeweils 10 mg/l CaO.

Tabelle 04.03./9: Klassifizierung der Grundwässer nach den Druckverhältnissen (TGL 34334/03, Entwurf 11/83)

Nr.	Bezeichnung	Erläuterung
1	ungespanntes Grundwasser	freie Oberfläche mit atmosphärischem Druck
2	gespanntes Grundwasser	Druck an oberer Begrenzung des GW-Leiters ist größer als atmosphärischer Druck
3	artesisches Grundwasser	gespanntes Grundwasser, das nach Anbohren von selbst über Gelände austritt (hydrostatischer Druck reicht über Erdoberfläche)

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wässer

Tabelle 04.03./10: Klassifizierung der Grundwässer nach ihrer Herkunft (TGL 34334, Entwurf 6/80)

Nr.	Bezeichnung	Genese
1	natürliches Grundwasser	Unter natürlichen Bedingungen entstehend - aus direkter Versickerung von Niederschlägen und Oberflächenwasser - aus benachbarten Grundwasserleitern zuströmend
2	künstliches Grundwasser	Durch technische Maßnahmen entstehend - durch Grundwasserabsenkung neben Oberflächengewässern (Uferfiltration) - durch Einleitung von Wasser in Grundwasserleiter mit anschließender Rückgewinnung (Grundwasseranreicherung)

Tabelle 04.03./11: Klassifizierung der Grundwasserleiter nach Teufenbereichen (aus TGL 34334, Entwurf 6/80)

Nr.	Teufenbereiche in m unter Gelände
1	0 bis 20
2	0 " 50
3	50 " 100
4	100 " 300
5	300 " 500
6	500 " 1000
7	>1000



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

Tabelle 04.03./12: Klassifizierung der Grundwässer nach der Genese ihrer Inhaltsstoffe (aus TGL 34334/01, Entwurf 11/c3)

Nr.	Bezeichnung der Inhaltsstoffe	Entstehung	
1	geogen	1. autochthon  2. allochthon	Lösungsvorgänge am Entnahmestort  Lösungs- und Austauschvorgänge • an vom Grundwasservorkommen entfernten Orten und • während Migration zum Entnahmestort
2	marin fluviogen limnogen	1. Unterirdische Kommunikation  2. Eindringen von Erdoberfläche	Migration infolge hydraulischer, chemischer oder Temperaturgradienten  Zeitlich wechselnde Wasserstände
3	meteorogen	Infiltration von Niederschlägen	
4	anthropogen	1. Deponien  2. Versenkungen, Einleitungen  3. Havarien  4. Landwirtschaftliche Maßnahmen  5. Bergbauliche Maßnahmen  6. Bildung künstlichen GW durch technische Maßnahmen	Versickerung aus Abproduktdeponien, Halden usw.  Einbringen von Abprodukten, z. B. Abwasser, radioaktive Substanzen usw.  Leckagen von Behältern, Rohrleitungen usw.  Eindringen von Stoffen durch Düngung, Pflanzenschutzmittel, Viehhaltung usw.  Eindringen über geologische Aufschlüsse  Uferfiltration und GW-Anreicherung von Oberflächenwasser

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wässer

Tabelle 04.03./13: Klassifizierung der Grundwässer nach ihrer Bedeutung als natürliche Heilmittel (nach Kurortverordnung, GBl. II Nr. 27 vom 26.3.68)

Bezeichnung	wirksame Inhaltsstoffe	Grenzwert
Natürlich vorkommende Mineralwässer	Chloridwässer a) Alkalichloridwässer b) Erdalkalichloridwässer c) Solewässer; sie müssen mehr als 260 mval/kg Natrium- und Chlorionen enthalten	Gesamt-salzgehalt $\geq 1$ g/kg
	Hydrogenkarbonatwässer a) Alkalihydrogenkarbonatwässer b) Erdalkalihydrogenkarbonatwässer	
	Karbonatwässer	
	Sulfatwässer a) Alkalisulfatwässer b) Erdalkalisulfatwässer c) Eisen-Aluminium-Sulfatwässer (Alaunwässer)	
Wasser mit Heilwirkung infolge erhöhter Konzentration wirksamer Inhaltsstoffe	a) eisenhaltige Wässer b) arsenhaltige Wässer c) jodhaltige Wässer d) schwefelhaltige Wässer  e) radioaktive Wässer  f) radiumhaltige Wässer g) Kohlensäure-Wässer (Säuerlinge)	Gesamtsalzgehalt $\geq 1$ g/kg $\leq 10,0$ mg Fe/kg $\leq 0,7$ mg As/kg $\leq 1,0$ mg J/kg $\leq 1,0$ mg Stitr./kg $\leq 29\text{nC}/1 = 80$ Mache-Einheiten $\leq 10^{-7}$ mg Ra/kg $\leq 1,0$ g gelöstes freies $\text{CO}_2$ /kg
Thermalwässer		$\geq + 20$ °C

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

Tabelle 04.03./14: Klassifizierung der Grundwässer nach ihrer Nutzung (TGL 34334, Entwurf 6/80)

Nutzungsart	Erläuterung	
1 Trinkwasser	1 zum Genuß, zur Verarbeitung von anderen Lebensmitteln, zur Reinigung der dazu benötigten Gegenstände und zur Körperpflege geeignetes Wasser	
	2 natürliche oder künstliche Mineralwässer für den unmittelbaren menschlichen Genuß (Tafelwässer)	
2 Betriebswasser	1 für gewerbliche und industrielle Zwecke geeignet	
	2 für landwirtschaftliche und gärtnerische Verwendung	
3 thermoenergetisches Wasser	1 für Beheizung oder Warmwasserversorgung geeignet	
	2 für Energieherstellung geeignet (Wärmepumpe)	
4 industriell verwertbare Grundwässer (Rohstoffgewinnung)	1 borhaltig	
	2 bromhaltig	
	3 jodhaltig	
	4 Polykomponenten (nichtmetallische)	
	5 Polykomponenten (seltener Metalle)	
5 Grundwässer als natürliche Heilmittel (Heilwässer)	1 natürlich vorkommende Mineralwässer (= 1 g/kg Gesamtmineralisation)	1 Chloridwässer a) Alkalichloridwässer b) Erdalkalichloridwässer c) Sole
		2 Hydrogenkarbonatwässer a) Alkali- b) Erdalkali-
		3 Karbonatwässer
		4 Sulfatwässer a) Alkali- b) Erdalkali- c) Eisen-Aluminium-

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wasser

Fortsetzung Tabelle 04.03./14

Nutzungsart	Erläuterung	
	2 Wasser mit Heilwirkung infolge erhöhter Konzentration wirksamer Inhaltsstoffe (>1 g/kg Gesamtmineralisation)	1 eisenhaltig 2 arsenhaltig 3 jodhaltig 4 schwefelhaltig 5 radioaktiv 6 radiumhaltig 7 Kohlensäurewasser
	3 Thermalwasser	
	4 mineralarme kalte Wasser mit nachgewiesener Heilwirkung	

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

Tabelle 04.03./15: Nutzungsklassen für Rohwässer (KITNER u. a., 1977)

Klasse	Zustand des Wassers	Verwendbarkeit
I	sauberes Wasser	Kommunale Wasserversorgung, Badewasser höchster Anforderung; grundsätzlich für alle Anforderungen geeignet.
II	mäßig verunreinigtes Wasser	Sport und Erholung; Viehhaltung; entspricht nur nach einer Aufbereitung den Anforderungen der Klasse I
III	verunreinigtes Wasser	Industrie, Bewässerung; in der Regel ist für diese Zwecke eine Aufbereitung erforderlich.
IV	unzulässig verunreinigtes Wasser	Nutzung ist nur mit erhöhtem Aufbereitungsaufwand und -kosten möglich und fallweise zu überprüfen.

Tabelle 04.03./16: Gütekriterien nach Nutzungsklassen<sup>\*)</sup>  
(KITNER u. a. 1977)

Kennzahl	Einheit	Klasse I	Klasse II	Klasse III
O <sub>2</sub>	mg/l	>6	>4	>3
BSB <sub>5</sub>	mg/l	<4	<8	<17
H <sub>2</sub> S	mg/l	n. n.	n. n.	<0,1
Cl <sup>-</sup>	mg/l	<200	<300	<400
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	<150	<250	<300
GH	°dH	<20	<30	<40
Ca <sup>2+</sup>	mg/l	<150	<200	<300
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	<50	<100	<200
Gesamtsalzgehalt	mg/l	<500	<800	<1200
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<1	<4	<7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	<15	<30	<40
Fe	mg/l	<0,5	<1	<1,5
Mn	mg/l	<0,1	<0,3	<0,8
PV	-	<10	<15	<25
Collititer	-	>0,1	>0,01	-
pathogene Keime	-	n. n.	n. n.	n. n.

\*) Die Klasse IV läßt sich aus den Kriterien der Klasse III erkennen!

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

**Tabelle 03.03./17: Klassifizierung des Gewässerzustandes (Saprobien-system) mit Grenzwerten für die 4 Beschaffenheitsklassen (KITNER u.a., 1977)**

Klasse	Biologischer Zustand	O <sub>2</sub> -Gehalt mg/l	BSB <sub>2</sub> in % des O <sub>2</sub> -Gehaltes	BSB <sub>5</sub> mg/l	Ammonium mg/l
I	0 - bis -β mesosaprob	>6	<40	<4	<1
II	β -mesosaprob	>4	<65	<8	<4
III	α -mesosaprob	>3	<90	<17	<7
IV	α -mesosaprob bis polysaprob	<3	>90	>17	>7

**Tabelle 04.03./18: Saprobienstufen (KITNER u. a., 1977)**

Saprobienstufen	Colititer
polysaprobe Stufe	0.0001...0.000001
α -mesosaprobe Stufe	0.01...0.001
β -mesosaprobe Stufe	1.0...0.1
oligosaprobe Stufe	1.0

**Tabelle 04.03./19.1 Klassifizierung typischer Fließgewässer nach organischer Belastung und Sauerstoffhaushalt (TGL 22 764)**

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

Klasse	1	2	3	4	5	6
Saprobitätsgrad	oligosaprob	$\beta$ -mesosaprob	$\alpha$ -mesosaprob	polysaprob	hypersaprob	abiotisch
Kriterien der Wasserbeschaffenheit						
Saprobienindex S	$\leq 1,75$	$\leq 2,5$	$\leq 3,25$	$\leq 4$	-	
O <sub>2</sub> -Konzentration <sup>2)</sup> mg/l	$\geq 7$	$\geq 6$	$\geq 4$	$\geq 2$	$< 2$	
O <sub>2</sub> -Defizit <sup>2)</sup> % Luftsättigung	$\leq 25$	$\leq 40$	$\leq 55$	$\leq 75$	$> 75$	
BSB <sub>2</sub> <sup>4)</sup> vorzugsweise in schwach belasteten Gewässern % der O <sub>2</sub> -Konzentr.	$\leq 40$	$\leq 65$	$\leq 90$	$> 90$	$> 90$	
BSB <sub>5</sub> <sup>4)</sup> vorzugsweise in schwach belasteten Gewässern mg/l O <sub>2</sub>	$\leq 2$	$\leq 5$	$\leq 10$	$> 10$	$> 10$	
BSB <sub>5</sub> <sup>4)</sup> vorzugsweise in stark belasteten Gewässern mg/l O <sub>2</sub>	$\leq 4$	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 40$	$> 40$	
CSV-Mn <sup>3) 5)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 30$	$\leq 50$	$> 50$	
CSV-Cr <sup>3) 5)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	$\leq 8$	$\leq 25$	$\leq 80$	$\leq 120$	$> 120$	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	$\leq 0,5$	$\leq 2$	$\leq 4$	$\leq 10$	$> 10$	
gelöste Sulfide und H <sub>2</sub> S mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	$\leq 0,1$	$> 0,1$	
Ergänzende Kriterien						
Gesamtbakterienzahl je ml	$\leq 10^6$	$\leq 3 \cdot 10^6$	$\leq 10^7$	$\leq 5 \cdot 10^7$	$> 5 \cdot 10^7$	
Koloniezahl je ml	$\leq 10^3$	$\leq 10^4$	$\leq 10^5$	$\leq 10^6$	$> 10^6$	
Koliforme je ml	$\leq 10^2$	$\leq 5 \cdot 10^2$	$\leq 5 \cdot 10^3$	$< 5 \cdot 10^4$	$> 5 \cdot 10^4$	

Vergiftete Gewässer ohne biologische Leistung, charakterisiert durch abiotische Verhältnisse, nicht vorhandene Selbstreinigung und Giftgehalt

2) Ohne Berücksichtigung von Analyseergebnissen aus den Nacht- und Morgenstunden  
3) Nicht zu bewerten in Mooswässern  
4) Wahlweise, mindestens eines von beiden  
5) Wahlweise, mindestens eines von beiden

**Tabelle 04.03./20: Klassifizierung rückgestauter sowie durch Phytoplankton beeinflusster Fließgewässer nach organischer Belastung und Sauerstoffhaltung (TGL 22 764)**

Klasse	1	2	3	4	5	6
Trophiegrad	oligotroph mesotroph	schwach eutroph	stark eutroph	polytroph	hypertroph	abiotisch
Kriterien der Wasserbeschaffenheit						
Phytoplanktonquotienten						
Cyanophyteenquotient <sup>6)</sup>	III 2	III 3	VII 5	> 5	9)	
Compoundquotient <sup>6)</sup>	III 2	III 5	VII 20	> 20	9)	
Euglenophyteenquotient <sup>6)</sup>	9)	III 0,4	VII 0,5	> 0,5	9)	
Chlorophyll <sup>6,63</sup> mg/m <sup>3</sup>	III 50	III 100	VII 150	> 150	9)	
Biomasse (Sommer) mg/l TS	III 10	III 25	VII 60	VII 200	> 200	
min. Sichttiefe (Sommer) m	III 2	IV 1	VII 0,5	> 0,5	VI 0,1	
O <sub>2</sub> -Übersättigung <sup>7)</sup> % Luftsättigung	VI 10	VII 25	VII 50	> 100	9)	
O <sub>2</sub> -Defizit <sup>7)</sup> % Luftsättigung	VI 10	VII 20	VII 40	VII 100	9)	
BSB <sub>2</sub> <sup>8)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	III 2	III 5	VII 10	VII 20	> 20	
BSB <sub>5</sub> <sup>8)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	III 4	III 10	VII 20	VII 40	> 40	
CSV-Mn <sup>10)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	III 5	III 10	VII 30	VII 50	> 50	
CSV-Cr <sup>10)</sup> mg/l O <sub>2</sub>	III 8	III 25	VII 80	VII 120	> 120	
Ergänzende Kriterien, anzuwenden nur für den limitierenden Faktor der Primärproduktion						
Orthophosphat mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	III 0,06	III 0,2	VII 1	VII 1,5	> 1,5	
Gesamtphosphat mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	III 0,1	VII 0,4	VII 2	VII 3	> 3	
Summe anorgan. Stickstoff mg/l N	III 0,2	VII 0,3	VII 1	VII 1,5	> 1,5	

Vergiftete Gewässer ohne biologische Leistung, charakterisiert durch akute Verhältnisse, nicht vorhandene Selbstreinigung und Giftgehalt.

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wasser

6) Wahlweise

7) Wahlweise

8) Wahlweise

9) Wird zur Klassifizierung nicht berücksichtigt

10) Mindestens eines von beiden



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wässer

04.03.

**Tabelle 04.03./21: Klassifizierung der Fließgewässer nach der Salzbelastung (TGL 22 764)**

Klasse		1	2	3	4	5	6
Kriterien der Wasserbeschaffenheit							
Calcium	Ca <sup>2+</sup> mg/l	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 250	≤ 350	> 350
Magnesium	Mg <sup>2+</sup> mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 150	≤ 300	> 300
Natrium	Na <sup>+</sup> mg/l	≤ 30	≤ 70	≤ 150	≤ 300	≤ 500	> 500
Chlorid	Cl <sup>-</sup> mg/l	≤ 50	≤ 100	≤ 250	≤ 500	≤ 1000	> 1000
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	≤ 100	≤ 150	≤ 350	≤ 500	≤ 1000	> 1000
Gesamthärte	angegeben als CaO mg/l	≤ 100	≤ 150	≤ 300	≤ 500	≤ 700	> 700
Karbonathärte	angegeben als CaO mg/l	≤ 75	≤ 120	≤ 250	9)	9)	9)
Gesamtsalzgehalt	mg/l	≤ 350	≤ 750	≤ 1500	≤ 2500	≤ 4000	> 4000

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wasser

**Tabelle 04.03./22: Klassifizierung der Fließgewässer nach sonstigen gebietsspezifischen Inhaltsstoffen (TGL 22 764)**

Klasse		1	2	3	4	5	6
Kriterien der Wasserbeschaffenheit							
Toxische Hemmung der Selbstreinigung	<sup>11)</sup> tx %	0	0	IIA 10	IIA 30	IIA 70	> 70
abfiltrierbare Stoffe	aS mg/l	IIA 10	IIA 20	IIA 50	IIA 100	IIA 200	>200
Abweichung vom Neutralpunkt	pH7 pH -	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	> 3,0
Cyanid, freies	CN <sup>-</sup> mg/l	n.n.	IIA 0,01	IIA 0,05	IIA 0,1	IIA 0,2	> 0,2
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	IIA 10	IIA 20	IIA 40	> 40	9)	9)
Fluorid	F <sup>-</sup> mg/l	IIA 10	IIA 1,3	IIA 1,5	IIA 5	IIA 20	> 20
Eisen, gesamt	Fe mg/l	IIA 0,25	IIA 1	IIA 1,5	IIA 5	> 5	9)
Mangan	Mn mg/l	IIA 0,05	IIA 0,1	IIA 0,5	IIA 1	IIA 3	> 3
Phenole wasserdampffl.	Ph mg/l	IIA 0,001	IIA 0,005	IIA 0,05	IIA 0,5	IIA 5	> 5
Kupfer	Cu mg/l	n.n.	IIA 0,01	IIA 0,1	IIA 0,5	IIA 5	> 5
Chrom (III)	Cr <sup>3+</sup> mg/l	IIA 0,1	IIA 0,3	IIA 0,5	IIA 1	IIA 5	> 5
Chrom (VI)	Cr <sup>6+</sup> mg/l	IIA 0,01	IIA 0,03	IIA 0,05	IIA 0,1	IIA 1	> 1
Blei	Pb mg/l	IIA 0,05	IIA 0,1	IIA 0,2	IIA 2	IIA 5	> 5
Arsen	As mg/l	IIA 0,01	IIA 0,05	IIA 0,2	IIA 0,5	IIA 1	> 1
Zink	Zn mg/l	n.n.	IIA 0,01	IIA 0,1	IIA 1	IIA 3	> 3
Cadmium	Cd mg/l	n.n.	IIA 0,005	IIA 0,005	IIA 0,01	IIA 0,05	> 0,05
Kobalt	Co mg/l	IIA 0,01	IIA 0,1	IIA 1,0	IIA 5	IIA 10	> 10
Nickel	Ni mg/l	IIA 0,05	IIA 0,5	IIA 1,0	IIA 2	> 2	9)
Quecksilber	Hg mg/l	n.n.	IIA 0,005	IIA 0,01	IIA 0,02	IIA 0,02	> 0,02

<sup>11)</sup> Das Ergebnis ist bei der Bewertung des BSB in den Tabellen 1 u. 2 zu berücksichtigen.

**Tabelle 04.03./23: Klassifizierung der Fließgewässer und Zuordnung der Nutzungsmöglichkeiten (TGL 22 764)**

Nutzungen	Klassen der Wasserbeschaffenheit					
	1	2	3	4	5	6
Trinkwasser	einfache bis normale Aufbereitungstechnologie für Oberflächenwasser	umfangreiche Technologie für die Aufbereitung erforderlich	komplizierte Aufbereitungstechnologie erforderlich, Aufbereitung zeitweise sehr erschwert	unbrauchbar	unbrauchbar	Unbrauchbar für alle Nutzungen, ausgenommen den Schiffsverkehr. Durch toxische Belastung und korrosive und betonaggressive Eigenschaften stark Umweltgefährdend
Badewasser	einwandfrei	brauchbar	zu beanstanden	unbrauchbar	unbrauchbar	
Fischerei	Salmoniden	Salmoniden bedingt, Cypriniden	Cypriniden bedingt	unbrauchbar	unbrauchbar	
Betriebswasser	keine oder einfache Aufbereitung	normale Aufbereitung	umfangreiche Aufbereitungstechnologie, Aufbereitung zeitweise kompl.	komplizierte Aufbereitungstechnologie, zeitweise erschwert	unbrauchbar	
Kühlwasser	einwandfrei	brauchbar	brauchbar	bedingt brauchbar	bedingt brauchbar oder unbrauchbar	
Bewässerungswasser						
-organ. Belastung	einwandfrei	einwandfrei	brauchbar	bedingt brauchbar	bedingt brauchbar oder unbrauchbar	
-Salzbelastung	einwandfrei	einwandfrei	einwandfrei	bedingt brauchbar	nur auf leichten Böden	
-hygienische Belastung	einwandfrei	brauchbar	bedingt brauchbar	mit Einschränkungen brauchbar	bedingt brauchbar unbrauchbar	
Aufstau von Fließgewässern	oligo-bis mesotrophe Talsperren und Speicher (Klasse 1 u. 2 der Talsperren und Speicher)	in Abhängigkeit von Verweilzeit und Tiefe treten eutrophe Gewässer mit Tendenz zur Polytrophie auf (Klassen 3 u. 4 der Talsperren und Speicher) Algenmassenentwicklung	hypertrophe Staugewässer (Klasse 5 der Talsperren und Speicher) mit unausgeglichene Sauerstoffhaushalt, zeitweise anaeroben Verhältnissen und Sedi-mentablagerungen	nur mit geringen Wassertiefen und Verweilzeiten im Sinne einer Flußkläranlage möglich	nur in Wehrhaltungen möglich, starke Faulschlammablagerungen	

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.03. Klassifizierung der Wasser

04.03.

04.03.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.03. Klassifizierung der Wässer

Tabelle 04.03./24: Zusammenstellung von Standards zur Klassifizierung der Wässer

Lfd. Nr.	Standard	Titel	Ausgabe
1.	TGL 22 764	Nutzung und Schutz der Gewässer; Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern	03/81
2.	TGL 27 885/01	Nutzung und Schutz der Gewässer; Stehende Binnengewässer; Klassifizierung	04/82
3.	TGL 34 334/01	Grundwässer; Klassifizierung; Grundsätze	Entw, 11/83
4.	TGL 34 334/02	-; -; Grundwassertypen	"
5.	TGL 34 334/03	-; -; Güteklassen	"
6.	TGL 34 334/04	-; -; Kodierung nach Art und Verwendung	"

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

Tabelle 04.04./1: Richt- und Grenzwerte der Kriterien für Trinkwasser (TGL 22 433)

Die Richtwerte geben die grundsätzlich anzustrebende Konzentration der Inhaltsstoffe für Trinkwasser an.

Die Grenzwerte sind in der Konzentration so festgelegt, daß selbst dann ein ständiger Genuß des Trinkwassers gesundheitlich unbedenklich ist, wenn gleichzeitig alle Grenzwerte der aufgeführten Inhaltsstoffe erreicht werden.

Nr.	K r i t e r i u m	Einheit	Richtwert	Grenzwert
1	Geruch	Intensität	0	I
2	Geschmack	Intensität	0	I
3	Farbgrad	Pt mg/l	≦ 5	20
4	Trübungsgrad	SiO <sub>2</sub> mg/l	≦ 5	10
5	Temperatur	°C	8 bis 12	≦ 3 und ≦ 20
6	pH-Wert	-	6,8 bis 8,6	≦ 6 und ≦ 9
7	Kalium-Permanganat-Verbrauch	KMnO <sub>4</sub> mg/l	≦ 12	20
8	Chlorid-Ion	Cl <sup>-</sup> mg/l	≦ 250	350
9	Fluorid-Ion	F <sup>-</sup> mg/l	1,0	1,3
10	Sulfat-Ion	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	≦ 250	400
11	Phosphat-Ion	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	n.n.	0,1 <sup>*)</sup>
12	Nitrit-Ion	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	n.n.	0,2 <sup>*)</sup>
13	Nitrat-Ion	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	≦ 20	40 <sup>*)</sup>
14	Ammonium-Ion	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	n.n.	0,1 <sup>*)</sup>
15	Kalium-Ion	K <sup>+</sup> mg/l	≦ 10	10
16	Natrium-Ion	Na <sup>+</sup> mg/l	≦ 80	150
17	Kalسيوم-Ion	Ca <sup>2+</sup> mg/l	≦ 100	280 <sup>*)</sup>
18	Magnesium-Ion	Mg <sup>2+</sup> mg/l	≦ 70	125 <sup>*)</sup>
19	Gesamthärte	GH <sup>°dH</sup>	2 bis 25	40
20	Karbonathärte	KH <sup>°dH</sup>	2 bis 25	25

04.04.

04.00 Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütebedingungen

Fortsetzung Tabelle 04.04./1

Nr.	K r i t e r i u m	Einheit	Richtwert	Grenzwert	
21	Kalkaggressive Kohlensäure	CO <sub>2</sub>	mg/l bei KH	0 bis 2 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup> bis 3 <sup>o</sup>	-
		CO <sub>2</sub>	mg/l bei KH	0 bis 3 <sup>o</sup> 3 <sup>o</sup> bis 6 <sup>o</sup>	-
		CO <sub>2</sub>	mg/l bei KH	0 bis 4 <sup>o</sup> > 6 <sup>o</sup>	-
22	Sauerstoff, gelöst	O <sub>2</sub>	mg/l	6 bis 10	≥ 4 und ≤ 14
23	Eisen, gesamt	Fe	mg/l	≤ 0,1	0,3 <sup>*)</sup>
24	Mangan	Mn <sup>2+</sup>	mg/l	≤ 0,05	0,1 <sup>*)</sup>
25	Aluminium	Al <sup>3+</sup>	mg/l	n.n.	0,2 <sup>*)</sup>
26	Arsen	As	mg/l	n.n.	0,05
27	Blei	Pb	mg/l	n.n.	0,1
28	Kupfer	Cu	mg/l	n.n.	1,0
29	Zink	Zn	mg/l	≤ 2	5,0
30	Kieselsäure	SiO <sub>2</sub>	mg/l	≤ 15	40
31	Abdampfdruckstand		mg/l	≤ 1000	1500
32	Phenole (HSN-Methode)		mg/l	n.n.	0,003
33	Schwefelwasserstoff	H <sub>2</sub> S	mg/l	n.n.	n.n.
34	Chlor, freies	Cl <sub>2</sub>	Geschmacksintensität	I	II <sup>*)</sup>
35	Detergentien, anionisch		mg/l	n.n.	1,0
36	Radionuklide		-	-	entsprechend Strahlenschutzverordnung
37	Psychophilen-Keimzahl		Keime/ml	< 50	100
38	Mesophilen-Keimzahl		Keime/ml	< 5	20
39	Endkeimzahl davon Laktosepositive		Keime/ml	n.n. n.n.	4 n.n.
40	Koliformen-Titer		ml	> 100	> 100
41	Fäkalkoli-Titer		ml	> 111	> 111
42	Enterokokken-Titer		ml	> 111	> 111
43	pathogene Bakterien		-	n.n.	n.n.
44	Parasiten-Entwicklungsstadien		-	n.n.	n.n.

Anmerkung:

n.n. = nicht nachweisbar nach den für Wasseruntersuchungen geltenden Analyseverfahren

Tabelle 04.04.2: Zusammenstellung von Trinkwasserrichtwerten nach Literaturangaben

	TGL 22433 Ausgabe 1971		Höchstwerte nach MATHIAS 1973		nach BUSCH (1960)		nach HÖLL (1968)		TGL 22433 Neufassung (Entwurf 1983)		GOST 2874-73 USSR	Verordnungen d. BR (1981)	
	Richt- wert	Grenzwert	Europa	USA	geeignet	nach eben aus- reichend	günstig	Grenzwert	(Mittelwert Grenzwert)	Richt- zahl		Höchst- konzentr.	
As 3+ (5+)	mg/l	n.D.	0,05	0,05	n.D.	n.D.			0,05	0,05	-	0,05	
Pb 2+		n.D.	0,1	0,1	n.D.	n.D.			0,05	0,1		0,05	
Cd 2+			0,01	0,01					0,005			0,01	
Cr 6+			0,05	0,05					0,05			0,05	
Hg									0,001			0,01	
Bi												0,01	
Se 2+		≤ 2	5,0	5,0					0,01	0,001		0,01	
Zn 2+				5,0					5,0	5,0		5,0	
CH <sup>-</sup> (Cyanide)		1,0	1,3	0,05	0,2				0,01	0,7...1,5		0,05	
				1,5	1,5				1,3			5,0	ab Wasserwerk n.12 Std. Verbl u. Leitung
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		≤ 20	40	100(≤50)	45	n.D.	> 10	0	30	40	10	25	1,500 bei 8-12 °C
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		n.D.	0,2	8p.	-	n.D.	8p.	0	0,1	0,05			0,700 bei 23-30 °C
monocycl. arom. CH-Stoffe				2.10 <sup>-3</sup>	-				0,001	0,005			0,1
polycycl. aromatische Amine									0,001	0,005			0,0002
Tenside									1,0	1,0			
Na <sup>+</sup>		≤ 80	150	-	200				580	150		20	175
K <sup>+</sup>		≤ 10	10						<10	10		10	12
Cu 2+		n.D.	1,0	0,05	1,0	n.D.	0,2		0,005	1,0	1,0	0,1	ab Wasserwerk n.12 Std. Verbl u. Leitung
Mg 2+		≤ 70	125	125	125			10	100	125		30	50
Ca 2+		≤ 100	280	-	200				≤ 100	200		100	
GH	°dH	2 ... 25	40	2-10		2,5...8	18	3,5	10	400 mg/l CaO	7 mg µgu/l		
KH		2 ... 25	25					2	8	≤ 20	250		
Al 2+ (3+)	mg/l	n.D.	0,2						<0,01	0,2	0,5	0,05	0,2
Fe 2+		≤ 0,1	0,3	0,1	0,3	8p.	0,5...1,0	0	0,1	0,1	0,3	0,05	0,2
Mn 2+		≤ 0,05	0,1	0,05	0,05	8p.	0,2	0	0,03	0,05	0,1	0,05	0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		n.D.	0,1	0,05	-	n.D.	<1	0	0,2	0,05		0,05	0,1
Cl <sup>-</sup>		≤ 250	350	200	250	15	30...100	0	30	≤ 250	350	25	250
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		≤ 250		250	250	<2,5	> <30	0	50	≤ 250	400	25	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		n.D.				n.D.	> 8p.	0	0,02	≤ 0,1	7	3,5	
S102		≤ 15	40							40			
AR		≤ 1000	1500	-	500	<500		500	1000	≥ 1000	1500		0,0005
Phenole		n.D.	0,003	0,001	0,001					0,003			
CSV-Mn O <sub>2</sub>									2	5			
Temperatur °C		8 ... 12	≤ 3 und ≤ 20			8 ... 12	15		8 ... 12	≤ 3 ... ≤ 20		12	25
Farbgrad Pt	mg/l	≤ 5	20			farbig	alleinig		≤ 5	20		1	20
Trübunggrad S102		≤ 5	10			klar	fast kl.	schwach getrübt	1 TR/l	2 TR/l		1	10
O <sub>2</sub> gelöst		6 ... 10	≥ 4 und ≤ 14	5	-			6	10	6...10	4...14		
pH-Wert		6,8...8,6	≥ 6 und ≤ 9			6,8...7,5	9,0	7,1	8	Gleichgewicht		6,5...8,5	
KMnO <sub>4</sub> -Verbr.	mg/l	≤ 12	20			<4	12...16	0...6	12			2	5

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

04.04.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.04. Gütekriterien

**Tabelle 04.04./3: Höchstzulässige Konzentration schädlicher Inhaltsstoffe im Wasser (mg/l ≈ 1 ppm) (RÖSLER/LANGE, 1975)**

Inhaltsstoff	Klasse I <sup>1)</sup> (sauberes Wasser)	Klasse II <sup>1)</sup> (mäßig verunreinigtes Wasser)	Klasse III <sup>1)</sup> (verunreinigtes Wasser)	Trinkwasser <sup>2)</sup> (maximale Gehalte)
Blei	0,1	0,1	0,1	0,05...0,1
Arsen	0,05	0,2	0,5	n. b.
Quecksilber	0,005	0,01	0,02	0,005
Kupfer	0,01	0,1	0,3	1,0...3,0
Zink	0,01	0,1	3,0	5,0
Kadmium	0,005	0,03	0,2	0,01...0,05
Chrom <sup>3+</sup>	0,5	0,5	0,5	n. b.
Chrom <sup>6+</sup>	0,05	0,1	0,1	0,03...0,05
Kobalt	1,0	5,0	5,0	n. b.
Silber	0,01	0,01	0,01	n. b.
Mangan	n. b.	n. b.	n. b.	0,1
Eisen	n. b.	n. b.	n. b.	0,3

<sup>1)</sup> aus P. FISCHER et al., 1970

<sup>2)</sup> nach Standards der World Organisation in der U.S. Public Health Service (aus BUKENBERGER, LODEMANN und LOESCHKE, 1972)

**Tabelle 04.04./4: Mineralwassergrenzwerte nach MICHLER**

	BRD	Bulg.	CSSR	DDR	Osterr.	Polen	Rum.	Schw.	UdSSR	Japan
Gesamtmineralisation (mg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Temperatur (°C)	20	20	25	20	-	20	20	20	20	25
H <sup>+</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Li <sup>+</sup>	-	1	-	-	-	-	1	1	-	1
Sr <sup>2+</sup>	-	10	-	-	-	-	10	10	-	10
Ba <sup>2+</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup>	10	10	10	10	10	10	10	5	20	10
Mn <sup>2+</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Br <sup>-</sup> (mg)	-	5	-	-	-	5	5	4	25	5
J <sup>-</sup>	1	1	5	1	1	1	1	1	5	1
F <sup>-</sup>	-	2	-	-	-	1	-	2	-	2
Arsen	0,7	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Schwefel	1	5	1	1	1	1	1	1	10	1
HBO <sub>2</sub>	-	5	-	-	-	5	5	4	-	5
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	-	75	-	-	-	100	-	-	50	50
fr.CO <sub>2</sub>	1000	250	1000	1000	1000/500	1000	1000	250	500	250
Rn (nCi)	18	1	37	29	100/10	2	29	1,8	5	2
Ra (mg)	-	-	-	10 <sup>-7</sup>	-	-	10 <sup>-7</sup>	-	-	10 <sup>-8</sup>
Bezugsgröße	kg	1	1	kg	kg	1	kg	1	1	kg



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

**Tabelle 04.04./5: Geschmacksgrenzwerte von wasserlöslichen Stoffen in mg/l (GEISSLER, 1972)**

Berechnungsformel des betr. Stoffes	BOSSLER	ASSMANN	GRENZ- WERT	REINER	Stoff		
					„Grenze der Empfindung“ („Empfindungsschwelle“)	„Grenze der Wahrnehmung“ („Wahrnehmungsschwelle“)	„Grenze der Geruchbarkeit“
NaCl .....	800-1000	312,5	150	350	165	495	660
KCl .....	—	—	—	—	420	—	525
NH <sub>4</sub> Cl .....	—	—	—	—	40	—	150
CaCl <sub>2</sub> .....	—	—	—	500	470	550	625
(entspr. D. H.)....	—	—	—	(25,2)	(23,7)	(27,7)	(31,6)
MgCl <sub>2</sub> .....	500	1250	—	28	135	400	535
(entspr. D. H.)....	(29,4)	(73,7)	—	(1,6)	(7,9)	(23,6)	(31,6)
FeCl <sub>2</sub> .....	—	—	—	—	0,35	0,9	—
(entspr. Fe) .....	—	—	—	—	(0,15)	(0,4)	—
MnCl <sub>2</sub> .....	—	—	—	—	1,8	3,5	—
(entspr. Mn).....	—	—	—	—	(0,8)	(1,5)	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	—	—	300	—	150	450	—
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	—	—	—	—	650	935	1080
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	—	—	—	—	70	275	315
CaSO <sub>4</sub> .....	unter 500	—	51,25	500	70	140	—
(entspr. D. H.)....	(unter 20,6)	—	(2,1)	(20,6)	(2,9)	(5,8)	—
MgSO <sub>4</sub> .....	1000-1500	312,5	300	500	250	625	750
(entspr. D. H.)....	(46,8-70,2)	(14,6)	(14,0)	(23,4)	(11,7)	(29,2)	(35,0)
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	—	—	—	—	—	25	—
FeSO <sub>4</sub> .....	75?	1,22	1,77	—	1,6	4,8	—
(entspr. Fe) .....	(28)?	(0,40)	(0,66)	—	(0,6)	(1,8)	—
MnSO <sub>4</sub> .....	—	—	—	—	15,7	—	—
(entspr. Mn) .....	—	—	—	—	(5,7)	—	—
CuSO <sub>4</sub> .....	unter 5	6,3	1,75	—	3,3	—	—
(entspr. Cu) .....	(unter 1,2)	(1,5)	(0,42)	—	(0,8)	—	—
NaNO <sub>2</sub> .....	800-1000	1250	300	—	70	205	345
KNO <sub>2</sub> .....	300-500	625	300	—	245	325	410
NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> .....	—	—	—	—	130	—	—
Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> .....	—	312,5	300	—	200	330	—
(entspr. D. H.)....	—	(10,5)	(10,0)	—	(6,7)	(11,2)	—
NaHCO <sub>3</sub> .....	200-300	2500	—	—	415	480	—

**Tabelle 04.04./6: Obere Grenzwerte der festen gelösten Bestandteile für tierischen Genuß (MATTHESS, 1973)**

Tier	Grenzwert mg/l	Tier	Grenzwert mg/l
Geflügel	2 860	Milchkühe	7 150
Schweine	4 290	Fleischrinder	10 100
Pferde	6 435	Schafe	12 900



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

**Tabelle 04.04./9: Gütekriterien für Kühlwasser (KITNER u. a., 1977)**

Kennwert	Maßeinheit	Durchflußkühlung	Rückkühlung
pH-Wert		7,2...9,5	7,2...9,5
freie übersch. CO <sub>2</sub>	mg/l	< 20	< 3
KH	°dH	8...15	8...15
GH	°dH	< 50	≠ 80
Gesamtsalzgehalt	mg/l	< 3000	< 3000
Chloride	mg/l	< 1000	< 1000
Eisen	mg/l	< 1	< 1
Mangan	mg/l	< 0,15	< 0,15
Schwebstoffe	mg/l	< 5	< 5
Mikroorganismen und Algen		zulässig, soweit beherrschbar	

**Tabelle 04.04./10: Anforderungen an die Beschaffenheit von Kühlwasser für Durchlaufkühlung (TGL 190-74)**

Beschaffenheitsmerkmal	Anforderung
Grobe Verunreinigungen (> 1 mm)	dürfen nicht vorhanden sein
Abfiltrierbare Stoffe (< 1 mm)	nicht begrenzt
pH-Wert	< 8,5 (siehe Abschnitt 2.3.)

**Tabelle 04.04./11: Anforderungen an die Beschaffenheit von Kühlwasser für Kreislaufkühlung (TGL 190-74)**

Beschaffenheitsmerkmal	Anforderung
Grobe Verunreinigungen (> 1 mm)	dürfen nicht vorhanden sein
Abfiltrierbare Stoffe (< 1 mm)	< 30 mg/l
pH-Wert (siehe Abschnitt 2.3.)	> 7; < 8,5 (siehe Abschnitt 2.3.)
Gesamteisen	< 2 mg/l
Mangan	< 0,3 mg/l
Karbonathärte bei Abwesenheit von Härtestabilisatoren	< 6 °d
Karbonathärte bei Anwesenheit von Härtestabilisatoren	Die maximal zulässige Karbonathärte und die erforderliche Konzentration des Stabilisierungsmittels sind experimentell zu ermitteln (siehe Hinweise)
Nichtkarbonathärte	< 70 °d
Chlorid (siehe Abschnitt 2.3.)	< 400 mg/l

Tabelle 04.04./12: Anforderungen an Kesselspeisewasser (TGL 190-99)

Dampferzeugerbauart (Kesselbauart)	Großwasserkessel und Kesselanlagen für Dampf- und Dampferzeuger										
	Flammrohrdampferzeuger, Quersiederdampferzeuger		Kesseldampferzeuger, Dreifachdampferzeuger, Flammrohrdampferzeuger mit Kesseln		Kesseldampferzeuger, Kesseldampferzeuger mit Zwangsdurchlaufdampferzeuger				Zwangsdurchlaufdampferzeuger		
spez. Dampfleistung	≤ 20 >		≤ 20 >								
tatsüchl. Betriebsdruck					≤ 25	28-55	56-80	>80	≥ 80		
Aussehen	farblos und klar										
pH-Wert bei 25 °C	≥		7		>8,3			9,0-9,5			
Härte	/μval/l	3 500	350	350	100-35	35	20	10	4	2	
	CaH	≤	10	1	1	0,3-0,1	0,1	0,06	0,03	0,01	0,005
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	/μm/l	=	500	500	50	50	30	30	20	20	
Öl	mg/l	=	10	5	5	3	2	1	1	0,5	0,3
ges. Kohlensäure	mg/l	=						10	1	1	
Leitfähigkeit bei 25°C	/μS/cm	=						≅ Dampferzeuger-Inhaltwasser		0,2	
Kieselsäure (SiO <sub>2</sub> )	/ug/l	=						≅ Dampferzeuger-Inhaltwasser		20	
Eisen (Fe)	/ug/l	=					100	50	50	30	20
Kupfer (Cu)	/ug/l	=					10	10	5	5	
Permanganatverbrauch	mg/l	=						25	10	10	
Ammoniak (NH <sub>4</sub> )	mg/l	=					3	3	3	2	

04.04.  
04.04. Gitekriterien  
04.00. Wasserbeschaffenheit

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

**Tabelle 04.04./13: Güteanforderungen an Bewässerungswasser-  
biologische Gütemerkmale  
(TGL 6466/01)**

Merkmal	Maßeinheit	Höchstwerte für die Eignungsklasse (E)				
		E <sub>b</sub> 1	E <sub>b</sub> 2	E <sub>b</sub> 3	E <sub>b</sub> 4	E <sub>b</sub> 5
Psychrophilenkeimzahl	n/ml	500	keine Forderungen			
Koliformentiter	ml	10	1	siehe Koliformen-Keimz.		
Koliformenkeimzahl	n/ml	siehe Koliformentiter		10	1 000	10 000
Fäkalkolititer	ml	100	10	siehe Fäkalkoli-Keimz.		
Fäkalkoli-keimzahl	n/ml	siehe Fäkalkolititer		1	100	1 000
Enterokokkentiter	ml	100	10	siehe Enterokokken-Keimzahl		
Enterokokkenkeimzahl	n/ml	siehe Enterokokkentiter		1	100	1 000
Pathogene Keime Salmonellen	n	n.n.	in 1000 ml n.n.	in 500 ml n.n.	in 200 ml n.n.	in 100 ml n.n.
Infektiöse Stadien von Mensch- und Haustierparasiten	n/l	nicht nachweisbar			10	>15
Biologische Zustandsstufe (Saprobieindex)	-	2,0	2,3	2,6	3,0	>3,0

n = Stückzahl

**Tabelle 04.04./14: Güteanforderungen an Bewässerungswasser - Chemische Gütemerkmale**  
(TGL 6466/01)

Inhaltsstoffe oder Merkmale	Kurz- zeichen	Maß- einheit	E <sub>0</sub> 1	Höchstwerte für Eignungsklassen (E)			
				E <sub>0</sub> 2	E <sub>0</sub> 3	E <sub>0</sub> 4	E <sub>0</sub> 5
Arsen	As	mg/l	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Bor	B	mg/l	0,3	0,5	1,0	2,0	3,0
Blei	Pb	mg/l	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Chrom	Cr	mg/l	0,2	0,5	1,0	2,0	2,0
Cyanide	CN	mg/l	0,3	0,4	0,5	2,0	5,0
Eisen	Fe	mg/l	0,7	10,0	100	150	150
Kobalt	Co	mg/l	0,3	0,7	1,0	1,2	1,2
Kupfer	Cu	mg/l	1,5	3,0	5,0	10,0	10,0
Zink	Zn	mg/l	5,0	5,0	10,0	12,0	15,0
Mangan	Mn	mg/l	0,5	1,0	5,0	7,5	10,0
Nickel	Ni	mg/l	0,3	0,5	1,0	2,0	3,0
Quecksilber	Hg	mg/l	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Kalium	K <sup>+</sup>	mg/l	100	250	350	500	600
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	mg/l	125	300	450	600	700
Natrium	Na	mg/l	150	300	400	500	700
Salze, gesamt			300	1 000	2 000	3 000	4 500
Bikarbonat	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	150	300	700	1 000	1 500
Chlorid	Cl <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	120	400	800	1 200	2 000
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	150	300	450	500	1 000 <sup>*)</sup>
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	180	600	1 200	1 800	2 700
elektrolytische Leit- fähigkeit	κ	/µS/cm	450	1 500	3 000	4 500	6 000
Detergenzien		mg/l	1,0	30,0	50,0	150	250
Phenole, gesamt		mg/l	0,1	1,0	10,0	100	250
Monophenole		mg/l	0,1	0,5	1,0	5,0	150
pH-Wert		pH	5,5 bis 8,5	5,0 bis 8,5	4,5 bis 8,5	4,5 bis 9,0	4,0 bis 9,0

\*) Die N-Belastung landwirtschaftlicher Nutzflächen darf nach TGL 24 345 600 kg Gesamt-N/ha·a nicht überschreiten

04.04.

04.04. Wasserbeschaffenheit  
Gütekriterien

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

Tabelle 04.04./15: Verwendung von Bewässerungswasser der Eignungsklassen E<sub>b</sub>1 bis E<sub>b</sub>5  
(zusammengestellt nach TGL 6466/01)

Eignungs- klasse	Anwendung	Einschränkungen
E <sub>b</sub> 1	Gewächshaus- und Freilandkulturen	keine
E <sub>b</sub> 2	Freilandkulturen	keine
E <sub>b</sub> 3	Freilandkulturen	Beregnung von Obst- und Gemüse- kulturen: Karenzzeit 14 Tage
E <sub>b</sub> 4	landwirtschaftliche Freilandkulturen sowie für Hopfen, Kürbis, Kohlrübe, Rote Rübe, Rhabarber, Schwarzwurzel, Sellerie, Spargel und Zwiebel zur Lagerung	- Bei Bewässerung von Grasland und Futterpflanzen zur Frischfütterung: Karenzzeit 14 Tage - Bei gärtnerischen Freilandkulturen ist thermische oder keimabtötende Behandlung der Ernteprodukte zu gewährleisten
E <sub>b</sub> 5	landwirtschaftliche Freilandkulturen außer Gemüse	- Für Grasland, Futterpflanzen und Speisekartoffeln: Karenzzeit 21 Tage - Vor Verwendung häuslicher und kommunaler Abwasser: Absetzzeit von mindestens 90 Min. - Schutzabstände bei Abwasser- verwertung zu <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siedlungen: 100...200 m</li> <li>• Schlachthöfe, Molkereien, Lebensmittelhersteller, Einrichtungen des Gesundheitswesens: 400 m</li> <li>• Bahnlinien, Straßen, Oberflächengewässer: 1/2fache Wurfweite des Regners</li> </ul>

**Tabelle 04.04./16: Anwendung von Bewässerungswasser der Eignungsklassen E<sub>C</sub>1 bis E<sub>C</sub>5 (zusammengestellt nach TGL 6466/01)**

Eignungsklasse	E <sub>C</sub> 1	E <sub>C</sub> 2	E <sub>C</sub> 3	E <sub>C</sub> 4	E <sub>C</sub> 5
Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewächshauskulturen außer Moorbeetkulturen</li> <li>Freilandkulturen</li> </ul>	Gewächshaus- und Freilandkulturen	Freilandkulturen	landwirtschaftliche Freilandkulturen mit guter bis mittlerer Salzverträglichkeit	landwirtschaftliche Freilandkulturen mit hoher Salzverträglichkeit
Einschränkungen - Eisen	keine	Für Gewächshauskulturen nur bis 1 mg/l geeignet	Berechnung von Blattgemüse, Blumenkohl und Tomaten für Frischverzehr $\leq 10$ mg/l	Bei Anwendung auf Bewässerungsflächen mit saurer Bodenreaktion (sandige Böden $\cong$ pH 5, bindige Böden $\cong$ pH 6) ist vorausgehende Grundhaltung der Bewässerungsflächen erforderlich	
- Detergenzien			Jahresregengaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>sandige Böden bis 120 mm</li> <li>bindige Böden bis 200 mm</li> </ul>	Jahresregengaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>sandige Böden bis 50 mm</li> <li>bindige Böden bis 80 mm</li> </ul>	Jahresregengaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>sandige Böden nicht zulässig</li> <li>bindige Böden bis 50 mm</li> </ul>
- Frenole			Gemüse für den Frischverzehr - Karenzzeit 8 Tage	Keine Anwendung bei Gemüse für den Frischverzehr; Bewässerung muß 6 Tage vor und 8 Tage nach Aussaat od. Pflanzung unterbleiben.	Keine Bewässerung 8 Tage vor und 14 Tage nach der Aussaat oder Pflanzung; Zeitraum zwischen zwei Bewässerungsgaben: mindestens 8 Tage

04.04.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien



Fortsetzung Tabelle 04.04./16:

Eignungsklasse	E <sub>c</sub> 1	E <sub>c</sub> 2	E <sub>c</sub> 3	E <sub>c</sub> 4	E <sub>c</sub> 5
- Salze		Für Gewächshauskulturen nur bis bis 500 mg/l Salzgehalt mit 50 Na-% geeignet; Erdbeeren, Johannisbeeren, Gurken, Tabak und Zierpflanzen bis 300 mg/l Cl	geeignet für leichte, mittlere und z.T. schwere Böden, geeignet für Pflanzen der Salzverträglichkeitsgruppen I, II u. III; Speisekartoffel bis 400 mg/l Cl	geeignet für leichte und mittlere Böden und für Pflanzen der Salzverträglichkeitsgruppen I, II u. III außer Speisekartoffeln und Tabak; Vorzugsweise Beregnung	geeignet für leichte und z.T. mittlere Böden und für Pflanzen mit hoher u. z. T. mittlerer Salzverträglichkeit; keine Beregnung 14 Tage vor und 14 Tage nach Aussaat od. Pflanzung
- pH-Wert			Bei Böden mit pH-Werten unter 6,5 und geringer Sorptionskapazität: pH-Wert des Bewässerungswassers über 5,5. Bei Böden mit pH-Werten über 7,5 kann Bewässerungswasser mit pH-Werten unter 5,5 eingesetzt werden.		

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

04.04.	04.00. Wasserbeschaffenheit 04.04. Gütekriterien
--------	---

**Tabelle 04.04./17:** Höchstwerte für den Gesamtsalzgehalt in Bewässerungswasser in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Bodens und dem Kationenverhältnis des Bewässerungswassers (TGL 6466/01)

Na-%	schwerer Boden mit geringer Durchlässigkeit (T, uT, sT, lT)	mittlerer Boden mit guter Durchlässigkeit (UL, lU, U, L, sL)	leichter Boden mit hoher Durchlässigkeit (lS, Sl, S)
	mg/l	mg/l	mg/l
bis 30	2 000	3 250	4 500
bis 50	1 600	2 650	3 800
bis 65	1 200	2 050	3 100
bis 75	800	1 450	2 400
bis 80	400	850	1 700

**Tabelle 04.04./18:** Höchstwerte für Chloride und Na-Salze im Bewässerungswasser in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Bodens (TGL 6466/01)

Salze	schwerer Boden mit geringer Durchlässigkeit (T, uT, lT, sT)	mittlerer Boden mit guter Durchlässigkeit (UL, lU, U, L, sL)	leichter Boden mit hoher Durchlässigkeit (lS, Sl, S)
	mg/l	mg/l	mg/l
Chloride	800	1 400	2 000
NaCl	600	1 100	1 600
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 000	1 500	2 000
NaHCO <sub>3</sub>	800	1 250	1 700

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

Tabelle 04.04./18: Höchstwerte für den Gesamtsalzgehalt im Bewässerungswasser in Abhängigkeit von der Salzverträglichkeit der Pflanzen und der Jahresregengabe (TGL 6466/01)

Pflanzen- gruppe	Merkmal	Maß- ein- heit	Jahresregengabe in mm			
			70	100	150	250
I	Hohe Salz- verträglich- keit	mg/l	4 500	4 000	3 500	3 000
II	Gute bis mittlere Salzver- träglich- keit	mg/l	3 550	3 150	2 700	2 250
III	Mäßige Salzverträg- lichkeit	mg/l	2 600	2 300	1 900	1 500
IV	Geringe Salzverträg- lichkeit	mg/l	1 650	1 450	1 100	750

Interpolationen sind zulässig

04.04.

04.00 Wasserbeschaffenheit

04.04. Gütekriterien

Tabelle 04.04./20: Einstufung von Kulturpflanzen in Gruppen der Salzverträglichkeit (TGL 6466/01)

Pflanzengruppe nach Tabelle 04.04.

I	II	III	IV
Futterrübe	Blumenkohl	Ackerbohne	Bohne
Raps	Grünkohl	Wicke	Linse
Rote Rübe	Kohlrabi	Erbse	Gurke
Sonnenblume	Rotkohl	Kartoffel	Erdbeere
Spargel	Weißkohl	Mais	Kernobst
Zuckerrübe	Porree	Möhre	Schwarze Johannisbeere
Feldgräser:	Sellerie	Radies	Steinobst
- Glatthafer	Spinat	Rettich	Rotklee
- Goldhafer	Tomate	Salat	Schwedenklee
- Knaulgras	Zwiebel	Hanf	Blumen
- Rotschwengel	Getreidearten	Kürbis	Zierpflanzen
- Welsches Weidegras	Feldgräser:	Lein	
- Straußgras	- Deutsches Weidelgras	Tabak	
- Tresse	- Wiesenlieschgras	Gelbklee	
- Natürliches Grasland	- Wiesenrispe	Hornklee	
	- Wiesen-schwengel	Weißklee	
		Luzerne	

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

04.04.

Tabelle 04.04./21: Höchstzulässige Konzentration der Luftverunreinigung in mg/m<sup>3</sup> (RÖSLER/LANGE, 1975)

Verunreinigung	Sowjetunion (1949)		DDR	
	Einmalige Spitzenbelastung	Durchschnitt in 24 h	Kurzzeitwert	24-h-Wert
Schwefeldioxid	0,50	0,15	0,50	0,15
Chlor	0,10	0,03	0,10	0,03
Schwefelwasserstoff	0,03	0,01		
Stickstoffoxide	0,50	0,15	0,30	0,10
Ungiftiger Staub	0,50	0,15	0,50	0,15
Ruß	0,15	0,05		
Fluorverbindung	0,03	0,01	0,03	0,01
Phenol	0,30	0,10	0,01	0,01
Kohlenmonoxid			0,00	1,00
Ruß			0,15	0,05
<b>Ablagerung von Staub [g/m<sup>2</sup>/Monat]</b>			<b>20,0</b>	<b>15,0</b>

04.04.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.04. Gütekriterien

Tabelle 04.04./22: Zusammenstellung von Standards mit Güteanforderungen

Lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel	Ausgabe
1.	TGL 22 433	Trinkwasser; Gütebedingungen	04/71 Entw. 4/83
2.	TGL 11 357	Beton in aggressiven Wässern; Beurteilung des Wassers, Bauausführung	06/62
3.	TGL 37 780/01	Nützung und Schutz der Gewässer; Badewasser	08/80
4.	TGL 82-045/01	Molkereihilfsstoffe; Molke- reigebrauchswasser; Mikro- biologische Prüfung und Beurteilung	03/69
5.	TGL 82-045/02	-; -; Nachweis von Fluor- eszenten mit alkalischer Milch	12/66
6.	TGL 82-045/03	Molkereihilfsstoffe; Molke- reigebrauchswasser; Nachweis coliformer Bakterien durch den Cytochromoxydasetest	03/69
7.	TGL 190-99	Stationäre Dampferzeuger; Speisewasser, Inhaltswasser, Dampfqualität	09/75
8.	TGL 190-74	Elektroenergie-Erzeugungsan- lagen; Kühlwasser; Beschaf- fenheit	12/72
9.	TGL 6466/01	Meliorationen; Bewässerung landwirtschaftlicher Nutz- flächen; Güteanforderungen an Bewässerungswasser	12/77
10.	TGL 85-017/01	Wasserwirtschaftliche Forde- rungen für die Margarine- Herstellung und Speisefett- raffination; Wasserarten und Forderungen	05/66

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

04.05.

Tabelle 04.05./1: Atom- bzw. Molekularmasse, Grammäquivalent und Härtegrad wichtiger Stoffe (KITNER u. a., 1967)

Verbindung (Formel)	Molekulargewicht	1 mval (10 <sup>-3</sup> val) [mg]	1 °dH [mg/l]
Al	27	9	3,2
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	342,1	57,1	20,5
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O	666,4	111,1	39,7
Ca	40,1	20	7,14
CaO	56,1	28	10
Ca(OH) <sub>2</sub>	74,1	37	13,2
CaCO <sub>3</sub>	100,1	50	17,9
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	162,1	81	28,9
CaSO <sub>4</sub>	136,1	68	24,3
CaCl <sub>2</sub>	111	55,5	19,8
Cl	35,5	35,5	12,7
CO <sub>2</sub>	60	30	10,7
CO <sub>2</sub>	44	22	7,9
Fe(II)	55,8	27,9	10
Fe(III)	55,8	18,6	6,6
FeO	71,8	35,9	12,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,7	26,6	9,5
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	231,5	28,94	10,3
FeCO <sub>3</sub>	115,8	57,9	20,7
Fe(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	177,8	88,9	31,7
FeS	87,9	43,95	15,7
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	399,9	66,65	23,8
FeCl <sub>2</sub>	126,8	63,4	22,6
FeCl <sub>3</sub>	162,2	54	19,3
FeSO <sub>4</sub>	151,9	75,8	27
H	1	1	0,36
H <sub>2</sub> O	18	9	3,21
OH	17	17	6,1
HCl	36,5	36,5	13
HCO <sub>3</sub>	61	61	21,8
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	62	31	11,1
H <sub>2</sub> S	34,8	17,04	6
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,1	49	17,5
KMnO <sub>4</sub>	158	31,6	11,3
Mn	54,9	27,45	9,8
MnO <sub>2</sub>	86,9	21,7	7,75
MnSO <sub>4</sub>	151	75,5	27
Mg	24,3	12	4,3
MgO	40,3	20,15	7,2
Mg(OH) <sub>2</sub>	58,3	29	10,5
MgCO <sub>3</sub>	84,3	42	15,1
Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	146,3	73	26,1
MgSO <sub>4</sub>	120,4	60,2	21,5
Na	23	23	8,2
NaOH	40	40	14,3
NaCl	58,5	58,5	20,9
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	53	18,9
NH <sub>3</sub>	17	17	6,1
NH <sub>4</sub>	18	18	6,4
O <sub>2</sub>	32	8	2,8
PO <sub>4</sub>	94,98	31,6	11,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	141,96	23,7	8,5
SO <sub>2</sub>	64,07	32,03	11,4
SO <sub>3</sub>	80,07	40	14,3
SO <sub>4</sub>	96	48	17,1
SiO <sub>2</sub>	60,06	30	10,7

04.05.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

Nach SI wird die Zoncentration der Wasserinhaltsstoffe in "mol" angegeben (z.B. mol/m<sup>3</sup>). Diese Basisgrößenart ist für den Praktiker aber schwer verständlich und erfordert ein erhebliches Umdenken. Deshalb wurde in der Wasserwirtschaft beschlossen, die Einheit mg/l für die Angabe der Konzentration der Wasserinhaltsstoffe zunächst beizubehalten (WINGRICH, 1980).

Tabelle 04.05./2 enthält für eine Vielzahl von Wasserinhaltsstoffen die entsprechenden Umrechnungswerte.

Tabelle 04.05./2: Umrechnung von Stoffmengenkonzentrationen im Wasser (WINGRICH, 1980)

Wasserinhaltsstoff	Kurzzeichen	molare Masse g/mol	Konzentrationsangabe 1 mg/l entspricht:	
			mmol/l mol/m <sup>3</sup>	mmol/m <sup>3</sup>

a) *Inhaltstoffe nach Tab. 2222: Trinkwasser - Gütebedingungen*

**Trübungsgrad**

Kieselsäure	SiO <sub>2</sub>	60,1	0,0166	16,6
PV	KMnO <sub>4</sub>	158	0,0063	6,3
Chlorid-Ion	Cl <sup>-</sup>	35,5	0,0282	28,2
Fluorid-Ion	F <sup>-</sup>	19	0,0526	52,6
Sulfat-Ion	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	96,1	0,0104	10,4
Phosphat-Ion	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	95	0,0105	10,5
Nitrit-Ion	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	46	0,0217	21,7
Nitrat-Ion	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	62	0,0161	16,1
Ammonium-Ion	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18	0,0556	55,6
Kalium-Ion	K <sup>+</sup>	39,1	0,0256	25,6
Natrium-Ion	Na <sup>+</sup>	23	0,0435	43,5
Kalzium-Ion	Ca <sup>2+</sup>	40,1	0,0249	24,9
Kalziumoxid	CaO	56,1	0,0178	17,8
Kalziumhydroxid	Ca(OH) <sub>2</sub>	74,1	0,0135	13,5
Magnesium-Ion	Mg <sup>2+</sup>	24,3	0,0412	41,2
Magnesiumoxid	MgO	40,3	0,0248	24,8
Magnesiumhydroxid	Mg(OH) <sub>2</sub>	58,3	0,0172	17,2
Kohlendioxid (Kohlensäure)	CO <sub>2</sub>	44	0,0227	22,7
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	32	0,0313	31,3
Eisen	Fe <sup>2+</sup>	55,8	0,0179	17,9
Mangan	Mn <sup>2+</sup>	54,9	0,0182	18,2
Aluminium	Al <sup>3+</sup>	27	0,0370	37,0
Arsen	As	74,9	0,0134	13,4
Blei	Pb	207,2	0,0048	4,8
Kupfer	Cu	63,5	0,0157	15,7
Zink	Zn	65,4	0,0153	15,3
Schwefelwasserstoff	H <sub>2</sub> S	34,1	0,0293	29,3
freies Chlor	Cl <sub>2</sub>	71	0,0141	14,1



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

04.05.

Fortsetzung Tabelle 04.05./2

Wasserinhaltsstoff	Kurzzeichen	molare Masse	Konzentrations- angabe	
			1 mg/l entspricht:	
		g/mol	mmol/l	mmol/m <sup>3</sup>
			mol/m <sup>3</sup>	

b) Weitere Wasserinhaltsstoffe und Chemikalien

*Ionen:*

BSB <sub>3</sub> , BSB <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	32	0,0313	31,3
Cadmium	Cd	112,4	0,0089	8,9
Chrom	Cr	52	0,0192	19,2
Zyanid	CN <sup>-</sup>	26	0,0385	38,5
Hydrogenkarbonat-Ion	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	61	0,0164	16,4
Eisen(III)-ion	Fe	55,8	0,0179	17,9
Karbonat-Ion	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	60	0,0167	16,7
Nickel	Ni	58,7	0,0170	17,0
Quecksilber	Hg	200,6	0,0050	5,0
Silber	Ag	107,87	0,0093	9,3
Stickstoff	N <sub>2</sub>	14	0,0714	71,7

*Basen:*

Aluminiumoxid	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	102	0,0098	9,8
Aluminiumhydroxid	Al(OH) <sub>3</sub>	78	0,0128	12,8
Ammoniumhydroxid	NH <sub>4</sub> OH	35	0,0286	28,6
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	17	0,0588	58,8
Eisen(II)-oxid	FeO	71,8	0,0139	13,9
Eisen(III)-oxid	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,6	0,0063	6,3
Eisen(II,III)-oxid	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	231,4	0,0043	4,3
Manganoxid	MnO	71	0,0141	14,1
Natriumoxid	Na <sub>2</sub> O	62	0,0161	16,1
Natriumhydroxid	NaOH	40	0,025	25,0

*Säuren:*

Flußsäure	HF	20	0,0500	50,0
Metakieselsäure	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	78	0,0128	12,8
Kieselfluorwasserstoffsäure	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	144	0,0069	6,9
Kohlensäure	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	62	0,0161	16,1
Natriumsilikofluorid	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	208	0,0048	4,8
Phosphorsäure	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	0,0102	10,2
Salpetersäure	HNO <sub>3</sub>	63	0,0159	15,9
Salpetrige Säure	HNO <sub>2</sub>	47	0,0213	21,3
Salzsäure	HCl	36,5	0,0274	27,4
Schwefelsäure	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,0102	10,2
Unterchlorige Säure	HClO	52,5	0,0190	19,0

*Salze:*

Aluminiumchlorid	AlCl <sub>3</sub>	133,5	0,0075	7,5
Aluminiumsulfat, wasserfrei	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	342,4	0,0029	2,9
Aluminiumsulfat, kristallin	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18 H <sub>2</sub> O	668,4	0,0015	1,5
Ammoniumkarbonat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	98,1	0,0102	10,2
Ammoniumphosphat Mono-	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115	0,0087	8,7
Ammoniumsulfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	132	0,0076	7,6

04.05.

04.00. Wassereigenschaften

04.05. Berechnungen, Umrechnungen

Fortsetzung Tabelle 04.05./2

Bariumchlorid	BaCl <sub>2</sub>	208,3	0,0048	5,8
Bariumkarbonat	BaCO <sub>3</sub>	197,3	0,0051	5,1
Eisenbikarbonat	Fe(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	178	0,0056	5,6
Eisenhydrogenkarbonat,				
Eisen(III)-chlorid, wasserfrei	FeCl <sub>3</sub>	162,3	0,0062	6,2
Eisen(II)-sulfat, wasserfrei	FeSO <sub>4</sub>	151,8	0,0066	6,6
Eisen(II)-sulfat, kristallin	FeSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	277,8	0,0036	3,6
Hydrazin	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	32	0,0313	31,3
Kalziumbikarbonat	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	162,1	0,0062	6,2
(Kalziumhydrogenkarbonat,				
Kalziumchlorid	CaCl <sub>2</sub>	111	0,0090	9,0
Kalziumkarbonat	CaCO <sub>3</sub>	100,1	0,0100	10,0
Kalziumphosphat	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	310,2	0,0032	3,2
Kalziumsilikat	CaSiO <sub>3</sub>	116,1	0,0086	8,6
Kalziumsulfat	CaSO <sub>4</sub>	136,1	0,0073	7,3
Kupferhydroxid	Cu(OH) <sub>2</sub>	97,6	0,0102	10,2
Kupfersulfat	CuSO <sub>4</sub>	159,6	0,0063	6,3
Magnesiumbikarbonat	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	146,3	0,0068	6,8
(Magnesiumhydrogenkarbonat)				
Magnesiumchlorid	MgCl <sub>2</sub>	95,2	0,0105	10,5
Magnesiumkarbonat	MgCO <sub>3</sub>	84,3	0,0119	11,9
Magnesiumphosphat	Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	263	0,0038	3,8
Magnesiumsulfat	MgSO <sub>4</sub>	120,4	0,0083	8,3
Manganbikarbonat	Mn(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	177	0,0056	5,6
(Manganhydrogenkarbonat)				
Mangan(II)-hydroxid	Mn(OH) <sub>2</sub>	89	0,0112	11,2
Mangan(IV)-hydroxid	Mn(OH) <sub>4</sub>	123	0,0081	8,1
Mangansulfat	MnSO <sub>4</sub>	151	0,0066	6,6
Natriumaluminat	Na <sub>3</sub> AlO <sub>3</sub>	144	0,0069	6,9
	Na <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	164	0,0061	6,1
Natriumbikarbonat	NaHCO <sub>3</sub>	84	0,0110	11,9
(Natriumhydrogenkarbonat)				
Natriumsulfid	NaHSO <sub>3</sub>	104	0,0096	9,6
Natriumchlorid	NaCl	58,5	0,0171	17,1
Natriumchlorit	NaClO <sub>2</sub>	90,4	0,0111	11,1
Natriumfluorid	NaF	42	0,0238	23,8
Natriumhypochlorit	NaClO	74,5	0,0134	13,4
Natriumkarbonat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0,0094	9,4
Natriumphosphat (Mono-)	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	120	0,0083	8,3
Natriumphosphat (Di-)	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	142	0,0070	7,0
Natriumsilikat	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	122,1	0,0082	8,2
Natriumsulfat	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	142,1	0,0070	7,0

c) Härte

1 °dH = 0,1783 mmol/l (als Ca<sup>2+</sup>) = 10 mg/l (als CaO)      1 mg/l = 0,1 °dH

1 mmol/l = 5,6079 °dH = 56 mg/l (als CaO)

Daraus ergibt sich folgende Übersicht zur Einschätzung des Härtegrades:

= mg/l	mmol/l	= °dH	Gesamthärte-Beurteilung
0 bis 56	0 bis 1	0 bis 5,6	sehr weich
56 bis 112	1 bis 2	5,6 bis 11,2	weich
112 bis 168	2 bis 3	11,2 bis 16,8	mittelhart
168 bis 224	3 bis 4	16,8 bis 22,4	hart
> 224	> 4	> 22,4	sehr hart

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

04.05.

Tabelle 04.05./3: Koeffizienten für die Umrechnung von Wasserinhaltsstoffen von mg/l in mval/l (ALTOWSKI, 1962)

Kationen		Anionen	
Ion	Koeffizient	Ion	Koeffizient
Na <sup>+</sup>	0,0435	Cl <sup>-</sup>	0,0282
K <sup>+</sup>	0,0256	Br	0,0125
Ca <sup>2+</sup>	0,0499	J <sup>-</sup>	0,0079
Mg <sup>2+</sup>	0,0822	F <sup>-</sup>	0,0526
Fe <sup>3+</sup>	0,0537	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,0208
Fe <sup>2+</sup>	0,0358	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0164
Al <sup>3+</sup>	0,111	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,0333
Mn <sup>2+</sup>	0,0364	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0161
Zn <sup>2+</sup>	0,0306	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,0217
Cu <sup>2+</sup>	0,0315	HS <sup>-</sup>	0,0302
Pb <sup>2+</sup>	0,0096	HSiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0130
Ba <sup>2+</sup>	0,0146	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,0103
Sr <sup>2+</sup>	0,0228	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,0208
Li <sup>+</sup>	0,144	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,0316
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,0554		

Beispiel:

$$7,5 \text{ mg l}^{-1} \text{ Na}^+ = 7,5 \cdot 0,0435 = 0,33 \text{ mval l}^{-1}$$

$$65 \text{ mg l}^{-1} \text{ SO}_4^{2-} = 65 \cdot 0,0208 = 1,35 \text{ mval l}^{-1}$$

04.05.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

**Tabelle 04.05./4: Äquivalentmassen von Ionen der wichtigsten Wasserinhaltsstoffe (ALTOWSKI, 1962)**

Kationen		Anionen	
Ion	Äquivalentmasse	Ion	Äquivalentmasse
Na <sup>+</sup>	22,99	Cl <sup>-</sup>	35,46
K <sup>+</sup>	39,10	Br <sup>-</sup>	79,92
Ca <sup>2+</sup>	20,04	J <sup>-</sup>	126,91
Mg <sup>2+</sup>	12,16	F <sup>-</sup>	19,00
Fe <sup>3+</sup>	18,62	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	48,03
Fe <sup>2+</sup>	27,92	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	61,02
Al <sup>3+</sup>	8,99	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	30,01
Mn <sup>2+</sup>	27,47	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	62,01
Zn <sup>2+</sup>	32,69	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	46,01
Cu <sup>2+</sup>	31,77	HS <sup>-</sup>	33,07
Pb <sup>2+</sup>	103,60	HSiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	77,10
Ba <sup>2+</sup>	68,68	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	96,99
Sr <sup>2+</sup>	43,81	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	47,99
Li <sup>+</sup>	6,94		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18,04		

**Beispiel:** für die Berechnung der mg/l aus den mval/l

$$\text{mg/l} = \text{mval/l} \cdot \text{Äquivalentmasse}$$

$$0,33 \text{ mval/l Na}^+ = 0,33 \cdot 22,99 = 7,59 \text{ mg/l}$$

$$1,35 \text{ mval/l SO}_4^{2-} = 1,35 \cdot 48,03 = 64,84 \text{ mg/l}$$

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

04.05.

Tabelle 04.05./9: Koeffizienten für die Umrechnung von im Wasser enthaltenen Salze in Ionen (ALTOWSKI, 1962)

Formel der Salze	Molekular- masse der Salze	Multiplikator für die Umrechnung	
		in Kationen	in Anionen
NaCl	58,448	0,3944	0,6066
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	142,048	0,3237	0,6763
NaNO <sub>3</sub>	84,999	0,2705	0,7295
NaHCO <sub>3</sub>	84,010	0,2737	0,7263
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	105,993	0,4338	0,5662
KCl	74,557	0,5244	0,4756
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	174,266	0,4487	0,5513
KNO <sub>3</sub>	101,108	0,3867	0,6133
KHCO <sub>3</sub>	100,119	0,3905	0,6095
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	138,211	0,5658	0,4342
CaCl <sub>2</sub>	110,994	0,3611	0,6389
CaCO <sub>3</sub>	136,146	0,2944	0,7056
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	164,096	0,2442	0,7558
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	162,118	0,2472	0,7528
CaCO <sub>3</sub>	100,091	0,4004	0,5996
MgCl <sub>2</sub>	95,234	0,2554	0,7446
MgSO <sub>4</sub>	120,386	0,2020	0,7980
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	148,366	0,1640	0,8360
Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	146,358	0,1662	0,8338
MgCO <sub>3</sub>	84,331	0,2884	0,7116
Fe(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	177,888	0,3140	0,6860

Beispiel: Ein Wasser enthält 651 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, davon entfallen auf

$$\begin{aligned} \text{Na}^+ &= 651 \cdot 0,3237 = 211 \text{ mg/l} \\ \text{SO}_4^{2-} &= 651 \cdot 0,6763 = 440 \text{ mg/l} \\ & \quad \underline{651 \text{ mg/l}} \end{aligned}$$

04.05.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

Tabelle 04.05./6: Koeffizienten für die Umrechnung von Oxide in Ionen (ALTOWSKI, 1962)

Kationen			Anionen		
Oxid	Ion	Multiplikator für die Umrechnung	Oxid	Ion	Multiplikator für die Umrechnung
Na <sub>2</sub> O	Na <sup>+</sup>	0,7419	SO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,200
K <sub>2</sub> O	K <sup>+</sup>	0,8302	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,148
CaO	Ca <sup>2+</sup>	0,7147	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,210
MgO	Mg <sup>2+</sup>	0,6032	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,773
FeO	Fe <sup>2+</sup>	0,7774	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1,364
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sup>3+</sup>	0,529	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,367
MnO	Mn <sup>2+</sup>	0,774	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,352
SrO	Sr <sup>2+</sup>	0,846			
BaO	Ba <sup>2+</sup>	0,896			

Beispiel: Ein Wasser enthält 4,8 mg l<sup>-1</sup> MgO, davon entfallen auf Mg<sup>2+</sup>

$$4,8 \cdot 0,6032 = \underline{\underline{2,9 \text{ mg l}^{-1}}}$$

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

04.05.

Tabelle 04.05./7: Umrechnung von Wasserinhaltsstoffen aus einer gegebenen in die gesuchte Form (ALBRECHT u. a., 1978)

gesucht	gegeben	Rechenoperation
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	MgO mg/l	Mg <sup>2+</sup> = MgO · 0,603
MgO (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> mg/l	MgO = Mg <sup>2+</sup> · 1,658
Mg-H (°dH)	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Mg-H = Mg <sup>2+</sup> · 0,230
Mg-H (°dH)	MgO mg/l	Mg-H = MgO · 0,139
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	CaO mg/l	Ca <sup>2+</sup> = CaO · 0,715
CaO (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> mg/l	CaO = Ca <sup>2+</sup> · 1,399
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	CaO mg/l	Ca <sup>2+</sup> = CaO · 0,036
Ca-H (°dH)	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Ca-H = Ca <sup>2+</sup> · 0,14
Ca-H (°dH)	CaO mg/l	Ca-H = CaO · 0,1
MgO/CaO	MgO, CaO mg/l	MgO/CaO = Mg/Ca · 1,19
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> · 0,574
NO <sub>2</sub> mg/l	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> = N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 0,605
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> = P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> · 0,669
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	SO <sub>3</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = SO <sub>3</sub> · 1,200
HCO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	m-Wert	HCO <sub>2</sub> <sup>-</sup> = m-Wert · 61
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	KH (°dH)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = KH · 21,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>2</sub> geb. mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = CO <sub>2</sub> geb. · 2,77
KH (°dH)	m-Wert	KH = m-Wert · 2,8
KH (°dH)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	KH = HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> · 0,046
KH (°dH)	CO <sub>2</sub> geb. mg/l	KH = CO <sub>2</sub> geb. · 0,127
GH (°dH)	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> mval/l	GH = (Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> ) · 2,8
NKH (°dH)	KH, GH	NKH = GH - KH
NaHCO <sub>3</sub> mg/l	KH, GH <sup>+</sup>	NaHCO <sub>3</sub> = (KH - GH) · 30

04.05.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.05. Berechnungen, Umrechnungen

Tabelle 04.05./8: Umrechnungsfaktoren für Stickstoffverbindungen (LÖFFLER, 1975)

NO	=	NO <sub>2</sub>	:	1,533
NO	=	NO <sub>3</sub>	:	2,066
NH <sub>3</sub>	=	NH <sub>4</sub>	:	1,059
NH <sub>3</sub>	=	NO <sub>3</sub>	:	3,64
N <sub>ges.</sub>	=	NO <sub>3</sub> · 0,2259 + NO <sub>2</sub> · 0,3045 + NH <sub>4</sub> · 0,7765		
NO <sub>3</sub>	=	NO <sub>2</sub>	·	1,3478
NO <sub>2</sub>	=	NO <sub>3</sub>	·	0,7420
NH <sub>4</sub>	=	NO <sub>2</sub>	·	0,3921
NO <sub>2</sub>	=	NH <sub>4</sub>	·	2,5503

Anwendung:

Nach TGL 22 433 ergeben sich die Grenzwerte für Nitrit und Ammonium "aus der Bewertung der Ionen als Verschmutzungsindikatoren fäkaler Herkunft. Läßt sich ein anderer, unbedenklicher Ursprung einwandfrei ermitteln, so darf der Gehalt an Stickstoffverbindungen aus NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> und NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, berechnet als NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, insgesamt 15 mg/l nicht überschreiten.

In die Berechnung darf nur die Hälfte des vorhandenen NO<sub>3</sub>-Gehaltes einbezogen werden." In nachstehender Formel wurde das von LÖFFLER (1975) bereits berücksichtigt, sodaß sofort mit der vollen NO<sub>3</sub>-Konzentration gerechnet werden kann.

$$15 \text{ mg/l NO}_2 = \text{NO}_2 \text{ mg/l} + \text{NO}_3 \text{ mg/l} \cdot 0,37 + \text{NH}_4 \text{ mg/l} \cdot 2,55$$



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.05. Berechnungen, Umrechnungen

04.05.

Tabelle 04.05./9: Anteilige Berechnung von Hydroxid, Karbonat und Hydrogenkarbonat mittels p- und m-Wert

Titrationsergebnis	Hydroxid	Karbonat	Hydrogenkarbonat
$p = 0$	0	0	m
$p < \frac{1}{2} m$	0	$2 p$	$m - 2 p$
$p = \frac{1}{2} m$	0	$2 p$	0
$p > \frac{1}{2} m$	$2 p - m$	$2(m - p)$	0
$p = m$	m	0	0

Die ermittelten und in den einzelnen Spalten einzusetzenden p- und m-Werte sind mit den entsprechenden Äquivalentmassen für  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  und  $\text{HCO}_3^-$  zu multiplizieren.

Beispiel:

p-Wert = 0,5; m-Wert = 2,5

Der Karbonatgehalt errechnet sich, da  $p < \frac{1}{2} m$  ist, zu

$$2 p = 1,0 \text{ mval l}^{-1} \text{CO}_3^{2-}$$

$$1,0 \cdot 30 = 30 \text{ mg l}^{-1} \text{CO}_3^{2-}$$

und der Hydrogenkarbonatgehalt zu

$$m - 2 p = 2,5 - 1,0 = 1,5 \text{ m val l}^{-1} \text{HCO}_3^-$$

$$1,5 \cdot 61 = 91,5 \text{ mg l}^{-1} \text{HCO}_3^-$$

04.05.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.05. Berechnungen, Umrechnungen

Tabelle 04.05./10: Umrechnung international unterschiedlicher Härtegrade (HÖLL, 1968)

Härtegrad	Kalk-Konzentration
1 deutscher Härtegrad, dH <sup>o</sup>	10 mg CaO/Liter H <sub>2</sub> O
1 franz. Härtegrad, franz. H <sup>o</sup>	10 mg CaCO <sub>3</sub> /Liter H <sub>2</sub> O
1 engl. Härtegrad, engl. H <sup>o</sup>	10 mg CaCO <sub>3</sub> /0,7 l H <sub>2</sub> O
1 amerikan. Härtegrad, amer. H <sup>o</sup>	1 mg CaCO <sub>3</sub> /Liter H <sub>2</sub> O
1 engl. Härtegrad	0,80 dH <sup>o</sup>
1 deutscher Härtegrad	1,25 engl. H <sup>o</sup>
1 deutscher Härtegrad	1,70 franz. H <sup>o</sup>
1 franz. Härtegrad	0,56 dH <sup>o</sup>
1 franz. Härtegrad	1,20 engl. H <sup>o</sup>
1 amerikan. Härtegrad	0,056 dH <sup>o</sup>

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.06. Zusammensetzung von Grundwasser

04.06

Tabelle 04.06./1: Abhängigkeit der Grundwassereigenschaften von Gestein (SCHNEIDER, 1973)

Lfd. Nr.	Gestein	Eigenschaften des Grundwassers
1.	Granite	oft fast chemisch rein, arm an löslichen Stoffen
2.	Gneise	verhältnismäßig kalireich, kalkarm
3.	Schiefer	bisweilen Salzgehalt, oft organ. Stoffe führend
4.	Quarze	kieselsäurehaltig
5.	Sandsteine	arm an löslichen Stoffen, keine Humusstoffe, oft sehr rein, jedoch manche Ausnahmen
6.	LÖB; basisch kristalline Gesteine	reich an löslichen Stoffen, besonders Kalk, frei von Humusstoffen
7.	Kalke	viel gelöste Stoffe, große Härte, hier und da Fe-Gehalt, Bildung von Kalktuffen und Tropfsteinen
8.	Gipslager	sulfathaltig
9.	Hochmoore	arm an gelösten Stoffen, darunter jedoch viel Kali, Kieselsäure, Phosphorsäure, organ. Stoffe
10.	Niederungs- moore	viel reicher an gelösten Stoffen, oft viel Kali und Eisen, weniger organ. Stoffe

04.06.

04.00 Wasserbeschaffenheit  
04.06. Zusammensetzung von Grundwasser

Tabelle 04.06./2: Beispielanalysen für die Zusammensetzung von Grundwasser (ALBRECHT u. a., 1978)

Abkürzung	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Leitfähigkeit	$\mu\text{S cm}^{-1}$	270					535				916			
pH-Wert		7,7			7,7	8,3	7,1	7,02		7,5	7,1	7,1	6,2	
Abdampfrückstand	AR	319	266		419	459	439	412		4349	729	7838		
Glührückstand	GR	258	214		279	371		242		3751	449	6540		
n-Wert	nval $l^{-1}$	1,3	3,6	4,0	6,8	6,2		5,9		6,3	1,8	2,0		
Gesamthärte	GH	$^{\circ}\text{dH}$	8,1	12,6	8,6	18,2	2,9	20,7	19,2	6,3	61,1	13,1	76,9	74,8
Karbonathärte	KH	$^{\circ}\text{dH}$	3,6	10,1	11,3	18,2	2,9	15,4	16,5	10,1	17,6	5,0	5,6	22,1
Nichtkarbonathärte	NKH	$^{\circ}\text{dH}$	4,5	2,5	0	0	0	5,4	2,7	0	43,5	8,1	71,3	52,7
Kaliumpermanganatverbrauch	KMnO <sub>4</sub>	$\text{mg l}^{-1}$	2,84	14,1		4,7			2,5		55,0	32,6	33	15
Kohlensäure, frei	CO <sub>2</sub>	$\text{mg l}^{-1}$							81,5		53	20,7		
Kohlensäure, kalkaggr.	CO <sub>2</sub>	$\text{mg l}^{-1}$							12,2		0	16,3		20
Kohlensäure, gebunden	CO <sub>2</sub>	$\text{mg l}^{-1}$							130		139	39,6	44	173,8
Natrium	Na	$\text{mg l}^{-1}$	5,8	7,0	21,0	14,0	138	4	7	345,5	n.b.	58	1625	n.b.
Kalium	K <sup>+</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	0,8	1,8	2,7	3,1	2	1	4,8	7,8	n.b.	43	55	n.b.
Kalzium	Ca <sup>2+</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	48,6	82,9	51,5	112,9	15	111	84,3	32,1 (CaO=312)		76,5	117	(CaO=538)
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	5,6	4,3	6,3	10,4	3,6	22,6	32,1	7,8 (MgO=214)		10,4	262	(MgO=1486)
Eisen, gesamt	Fe	$\text{mg l}^{-1}$	0,98	Sp.		1,04	1,6	n.n.	n.n.		0,4	1,25	0,36	32,2
Eisen, zweiwertig	Fe <sup>2+</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	0,92									0,54		
Eisen, dreiwertig	Fe <sup>3+</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	0,06									0,71		
Mangan, gesamt	Mn	$\text{mg l}^{-1}$	0,80	n.n.		n.n.	0		n.n.		0,7	0,45	0,11	3,43
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	0,39	0,2		n.n.	0,3		n.n.		5,0	0,59	Sp.	0,58
Nitrit	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	n.n.			Sp.	0		n.n.		n.n.	0,14	n.n.	n.n.
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	Sp.	15	10,3		n.n.	153,0	n.n.	n.n.
Chlorid	Cl <sup>-</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	11	12,7	11,4	16,3	29	15,6	17	469,4	2154	72,0	3998,0	27
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	$\text{mg l}^{-1}$	75	40,7	8,4	Sp.	8	72	37		234	165	352	971
o-Phosphat	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	$\text{mg l}^{-1}$				0,20								
Hydrogencarbonat	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\text{mg l}^{-1}$			248,6				219,6				0,14	

n.n. nicht nachweisbar  
Sp. Spuren  
n.b. nicht bestimmt

- |   |                         |    |  |
|---|-------------------------|----|--|
| 1 | Pleistozän, unbedeckt   | 7  | Buntsandstein                                    |
| 2 | Pleistozän, bedeckt     | 8  | Pleistozän, geogen versalzen                     |
| 3 | Pleistozän, tiefliegend | 9  | Pleistozän, marin versalzen                      |
| 4 | Tertiär, Miozän         | 10 | Pleistozän, anthropogen verunreinigt             |
| 5 | Kreide, Wealden         | 11 | Ostsee bei Karlshagen                            |
| 6 | Muschelkalk             | 12 | Pleistozän, durch Braunkohlentagebau beeinflusst |

Tabelle 04.06./3: Zusammensetzung von Braunkohlengrubenwässern (STRZODKA, 1975)

	Tagebau Pfännerhall Bez. Halle	Tagebau Großkayna Bez. Halle	Tagebau Zeißholz Krs. Hoyerswerda	Tagebau Laubusch Krs. Hoyerswerda		Tagebau Spreetal Einleitungsstellen			Tagebau Witznitz Großzossen bei Borna	Tagebau Heide Wiednitz Krs. Hoyerswerda
				Neuwiese, geschlossene Leitung	Kortizmühle, offener Graben	Trattendorf Krs. Spremberg	Neudorf Krs. Hoyers- werda	Burghammer		
Schwebstoffe in mg/l	167	490	wechselnd	49	9		gering		12	162
organisch	126	375	-	7	2	-	-	-	6	117
mineralisch	41	115	-	42	7	-	-	-	6	45
Abdampfrückstand in mg/l	900	886	1828	-	-	537	275	-	687	-
organisch	258	261	-	-	-	124	43	-	192	-
mineralisch	642	625	-	-	-	413	232	-	495	-
Eisen Ferro-(Fe II) in mg/l	0,70	0,42	399	5,04	3,92	59 ... 120	22 ... 70	9,1	-	1,82
Ferri-(Fe III) in mg/l	1,68	252	92	-	-	vorwiegend Ferro	z. T. Ferri	vorwiegend Ferro	-	10,0
Mangan (Mn) in mg/l	-	-	5,5	0,1	0,2	0,2 ... 1,8	0,25	0,21	-	-
Calcium (Ca) in mg/l	-	-	292	-	-	-	-	-	-	-
Magnesium (Mg) in mg/l	-	-	155	-	-	-	-	-	-	-
Chloride (Cl) in mg/l	32	40	3	12	12	10 ... 16	10 ... 12	-	34	-
Sulfate (SO <sub>4</sub> ) in mg/l	-	-	890	-	-	bis 270	bis 170	45	-	-
Bikarbonate (HCO <sub>3</sub> ) in mg/l	189	154	0	21	18	0 ... Sp.	13 ... 55	28	61	17,4
Härte (°dH) Gesamt	30,8	28,6	76,9	2,8	3,4	12,3 ... 15,7	8,1 ... 11,8	3,9	24,1	2,8
Karbonat	17,4	14,3	-	2,0	1,7	0 ... Sp.	0,6 ... 2,5	1,3	5,6	0,6
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch in mg/l	-	-	etwa 100	25	25	24 ... 60	28 ... 75	27	29	-

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.06. Zusammensetzung von Grundwasser

04.06.

04.06.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.06. Zusammensetzung von Grundwasser

**Tabelle 04.06./4: Chemismus einiger Tiefenwässer im Thüringer Becken und des Norddeutschen Flachlandes der DDR nach MÜLLER (RÖSLER/LANGE, 1975)**

Herkunft (Bohrungen)	Horizont	K	Na	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	Fe	Cl	Br	J	
1	SW-Mecklenburg	Tertiär	218,1	24783,4	1853,7	844,3	Sp.	-	43002,0	56,3	11,0
2	SW-Mecklenburg	Oberkreide	n.b.	55347,4	2907,8	424,3	-	Sp.	91509,6	153,4	9,0
3	SW-Mecklenburg	Hauterive	309,2	14099,2	597,6	-	16,2	-	22371,0	30,9	2,3
4	N-Brandenburg	Wealden	240,0	47063,0	1862	504,4	24,1	-	76510,0	64,7	4,6
5	Westl. Altmark	Kimmeridge	n.b.	69143,2	5450	1426	-	n.b.	120850,0	193,1	7,7
6	SW-Mecklenburg	Oxford	6139	53375	5029,6	1876,9	76,5	Sp.	96163	282,9	20,1
7	Westl. Altmark	Dogger epallon	382,8	61972,4	2685,4	1002,8	63,7	100,0	103740	168,0	7,4
8	Westl. Altmark	Lias alpha	n.b.	59434,5	6772,2	1584,2	n.b.	n.b.	108400,0	108,9	4,5
9	NW-Mecklenburg	Rät	235,0	40873	3756	916,0	n.b.	n.b.	72205	68,0	7,1
10	N-Brandenburg	Buntsandstein	2327	73530	43050	4610	34,2	Sp.	206220	1462	5,1
11	NW-Mecklenburg	Buntsandstein	677,3	104100	17775	2160	29,2	49,2	198730	595	3,1
12	Altenhausen (Thür.)	Buntsandstein	562,0	100331	1459	463	10,9	24,9	155285	60,7	
13	Langensalza (Thür.)	Buntsandstein	2447	91820	21105	6225	22,3	28,0	108700	1308	4,9
14	NO-Mecklenburg	Plattendolomit	21651	21028	50112	65056	260	782	341223	2173	1,3
15	Fallstein (Süßheryn)	Hauptdolomit	10980	52980	37386	18303	645	354	212038	1717,9	6,6
16	NO-Mecklenburg	Hauptdolomit	2448	71226	45917	4712	966	50	207466	3060	52,3
17	Langensalza (Thür.)	Hauptdolomit	28150	52924	51052	5360	605	46	213186	3223	15,7
18	Lausitz	Hauptdolomit	25646	43570	10350	39245	252	17	221800	2560	1,0
19	Mühlhausen (Thür.)	Rotliegendes	2250	60203	41082	89	20,7	14,8	167147	727	1,6
20	NO-Mecklenburg	Rotliegendes	1177	444487	59619	912	12,6	125,6	177128	1010,9	17,1

SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Gesamt- konzentration [g/l]	Dichte bei 20 °C	pH- Wert	Li	Rb	Sr	B	Mn	Al	Si	Cu	Pb
1	123,5	89,6	72,29	n.b.	7,5	2,2	-	150	68	95	-	Sp.	
2	186,7	27,0	150,66	1,102	7,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
3	305,2	736,0	39,53	n.b.	9,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
4	1512	230,0	128,0	1,084	7,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
5	n.b.	27,45	197,63	1,127	6,0	1	-	490	37	9	-	Sp.	
6	1519	95,8	169,48	1,105	6,6	6,4	-	249	68	95	-	Sp.	
7	Sp.	181,0	170,68	1,114	6,0	1	-	200	30	45	-	Sp.	
8	Sp.	43,3	176,71	1,1163	6,0	2,9	-	240	23	10	-	Sp.	
9	787,0	30,0	118,88	1,086	6,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
10	130,2	-	334,07	1,230	5,8	30,0	4	1650	30	75	-	Sp.	
11	233,4	61,6	325,24	1,214	6,0	29,0	1	730	38	24	-	Sp.	
12	6448	29,0	258,82	1,172	5,4	3,2	12	21	10	7	-		
13	308	21,4	322,55	1,210	4,2	56	4	320	-	20	-	Sp.	50
14	549	549	508,84	1,309	3,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
15	279	131,8	337,22	1,235	4,3	111	5	1280	1000	5	-		
16	139	170,8	338,41	1,2311	5,0	140	54	1550	460	-	-		
17	200	67,1	357,18	1,243	5,1	150	34	1800	310	7	-		20
18	538	761	346,38	1,282	6,6	190	2	200	1000	125	-		30
19	379,2	82,9	272,84	1,187	6,0	68	30	710	13	65	-	Sp.	
20	209	347,7	285,25	1,2084	6,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Sp.	n.b.

**Tabelle 04.06./5: Chemismus von Mineralquellen nach OVCINNIKOW u. JORDAN  
(RÖSLER/LANGE, 1975)**

Angaben in mg/l = ppm

Art	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> - SO <sub>4</sub> -Sauerling	Na-SO <sub>4</sub> -Cl- HCO <sub>3</sub> -Sauerling	Na-Cl (Sole)	Na-Cl-Rn-Ra- Therme	Ca-Fe-SO <sub>4</sub> - arsenhaltig	Na-Ca-SO <sub>4</sub> - HCO <sub>3</sub> -CO <sub>2</sub>	Na-Cl-CO <sub>2</sub> - H <sub>2</sub> S-haltig	Na-Cl-Ca-SO <sub>4</sub>	Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> - Sauerling	Na-SO <sub>4</sub>	Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>
Ort	Radonquelle Bad Brambach	Marienquelle I Bad Elster	Solequelle Bad Salzigungen	Diety-Oguz (UdSSR)	Zubi (Grusinische SSR)	Budapest (Ungarische VR)	Soči-Maceda (UdSSR)	Staraja Ruzsa (UdSSR)	Kislovodsk (UdSSR)	Františk. Lázně (ČSSR)	Karlovy Vary (ČSSR)
K <sup>+</sup>	9,9	23,5	196,2	78,7	21,9			74,8	9,5	156,7	104,2
Na <sup>+</sup>	232,4	938,3	2745 <sup>1)</sup>	2853,8	5,2	119,2	8094,4	6154	183,7	6491,4	1718,0
Li <sup>+</sup>	0,9	2,9	2,3						0,6	99,9	3,3
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,1	0,8	3,4	2,4	3,6	2	24,6	1,5			0,1
Ca <sup>++</sup>	171,2	49,9	519,3	1992,8	493,8	177,2	1289,3	1445	765,9	538,9	102,5
Mg <sup>++</sup>	2,1	Sp.	4,7		20,4				9,0		0,3
Ni <sup>++</sup>	34,9	40,1	374,7		163,2	69,9	357,3	8,7	233,7	148,5	46,5
Fe <sup>++</sup>	11,4	17,4	2,9		499,5			4,4	17,7	6,8	0,1
Mn <sup>++</sup>	0,4	0,5	1,7	1,4							
F <sup>-</sup>					152,7						
Al <sup>+++</sup>	1,5	2,6	0,5		126,4						0,2
F <sup>-</sup>				0,3		2,2			0,5		2,4
Cl <sup>-</sup>	82,9	615,0	4356,0	7574,6		141,5	15355,9	10776	25,4	2541,7	617,0
Br <sup>-</sup>	0,06	0,8	8,8	3,6		0,5	33,9	72,8	0,4		1,1
I <sup>-</sup>	0,03	0,03	0,01				5,9	0,3	0,2		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,8	0,4	4,4								
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	894,7	663,9	301,3	25,0		488,0	591,4	107,6	2260,0	3354,0	2100,0
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,08	0,6	0,2		6,5 <sup>2)</sup>						0,2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	268,9	975,1	1210	577,2	3934,2	331,7	10,9	1400	1460,0	10242,0	1662,0
CO <sub>2</sub>	2276	2259	71,0			212,6	202,4		1780,0		
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	50,3	37,0	8,2	38,7	122,1	19,5	29,8		50,0		89,4
Besonderheiten	2247 ME <sup>3)</sup>			Ra-Rn-haltig	oxid. Gase <sup>4)</sup>	reduz. Gase <sup>4)</sup>	H <sub>2</sub> S = 419,4		HBO <sub>3</sub> = 6,9		HBO <sub>3</sub> = 3,9
Summe	4348	5627	73720	13185,5	5574,4	1566,4	26065	19311,5	5094,2		6447,9
pH	5,9	5,2	6,7			6,8			6,4		7,65
Temperatur	7,6 °C	9,7 °C	11,7 °C	Therme!		Therme!	Therme!			12 °C	

<sup>1)</sup> = 617,9 Cl<sup>-</sup> <sup>2)</sup> = 3,8 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> <sup>3)</sup> H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> = 10,3 H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub> = 13,1 <sup>4)</sup> HBO<sub>3</sub> = 2,1 <sup>5)</sup> 1,3 mg/l Ba

04.06. Wasserbeschaffenheit  
04.06. Zusammensetzung von Grundwasser

04.06.

**Tabelle 04.06./6: Hydrochemische Charakteristik von Großgebieten der DDR nach GLANDER u. a. 1975**

	Lockergestein nördl. HWS Ostsee/Elbe	Lockergestein südl. HWS Ostsee/Elbe	Übergangs- u. Festgesteins- bereich Sachsen	Subherzyn, Harz, Harzvorland	Thüringer Becken Thüringer Wald
dominierende Aufschluß- tiefe $\zeta$ m u. Gel. <sup>7</sup>	4 % < 10 m 27 % < 30 m 73 % 30...200m	42 % 10-30 m 75 % 0-50 m	43 % < 10 m 76 % < 30 m	33 % < 10 m 53 % < 30 m 27 % 50-100 m (Trias)	30 % oberflächennah 30 % 50-100 m (Mesozoikum)
vorherrschende Typen	Ca-HCO <sub>3</sub> Ca/Na-HCO <sub>3</sub>	Ca-HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> (im Bereich 0-10 m)	Ca/Na-HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> (Mischwasser)	Ca-HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> Ca/Mg-HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub> (Mischwasser)	- HCO <sub>3</sub> /SO <sub>4</sub>
sonstige auftretende Typen	Cl-Wasser in oberflächennahen Bereichen zunehmend	Na-HCO <sub>3</sub> Na-Cl Na/Ca-Cl/SO <sub>4</sub>	Ca-Cl/SO <sub>4</sub> Ca-Cl Ca/Mg-Cl Ca/Mg-Cl/HCO <sub>3</sub>	Na/Ca-Cl/SO <sub>4</sub>	Na-Cl Ca/Mg-HCO <sub>3</sub>
besondere Verhältnisse	-geringe anthropogene Verschmutzung (kaum NO <sub>3</sub> ) -ab 50 m u. Gel. signifikante Zunahme der NaHCO <sub>3</sub> -Wässer (ab 100 m- >70 % Anteil)	-deutlich SO <sub>4</sub> <sup>4-</sup> Abnahme mit Tiefe -Cl-Gehalt mit Tiefe zunehmend -ab 100 m Ab- nahme HCO <sub>3</sub> - Gehalt -Bereiche mit verstärkter anthropogener Verschmutzung (NO <sub>3</sub> > 100 mg/l)	-hoher Anteil anthropogene Verschmutzung -NO <sub>3</sub> -Gehalte an bestimmte GW-Typen -schwierige Unterscheidung geogene u. anthropogene Verunreinigung -geringe Mine- ralisation im Festgestein	-Zunahme Cl- Wässer > 50 m -Häufiges Auf- treten von Mineralwässern Na-Cl-Typ (bes. Zech- steinaus- laugung)	-im Bereich vor- Entlastungs- gebieten und Störungen - Cl/SO <sub>4</sub> Na-Cl -geringe Mine- ralisation im Thür. Wald

04.06.

04:00. Wasserbeschaffenheit  
04.06. Zusammensetzung von Grundwasser



04.00. Wasserbeschaffenheit

04.06. Zusammensetzung von Grundwasser

04.06.

**Tabelle 04.06./7: Unterschiede im Geochemismus von Tiefenwässern in Abhängigkeit von der Genese und Fazies in Thüringen und im Norddeutschen Flachland der DDR nach MÜLLER (RÖSLER/LANGE, 1975)**

	Salinare Reliktlösungen (Schichtwasser im Staßfurt-Karbonat und Plattendolomit)	Diagenetisch verändertes Meerwasser, Infiltrationslösung (Schichtwasser des Mesozoikums)	Ozeanwasser
Mineralisation	> 300 g/l (nicht teufenabhängig)	< 330 g/l (teufenabhängig)	35 g/l
Typ	Erdalkalichloridische Wasser	Alkalichloridische Wasser	Alkalichloridische Wasser
<sup>2</sup> D	≥ 0,0154 at.-% <sup>2</sup> D angereichert	≤ 0,0154 at.-% <sup>2</sup> D abgereichert	0,0154 at.-%
<sup>18</sup> O	≥ 0,1995 at.-% <sup>18</sup> O angereichert	≤ 0,1995 at.-% <sup>18</sup> O abgereichert	0,1995 at.-%
δ <sup>34</sup> S	± Evaporiten ≥ 5‰ des Zechsteins	+ 40‰ bis + 10‰	~ - 20‰
Br/Cl	≥ 0,0034	≤ 0,0034	0,0034
Sr	> 200 mg/l	< 200 mg/l	13 mg/l
Rb	> 5 mg/l	< 5 mg/l	0,2 mg/l
Li	> 10 mg/l	< 10 mg/l	0,2 mg/l
K	> 2 g/l	< 2 g/l	300 mg/l
B	> 100 mg/l	< 100 mg/l	4,6 mg/l

**Tabelle 04.06./8: Grundwasserregionen der DDR (HEIN, 1953)**

Regionen	GW-Beschaffenheit
1. Gebirgszüge der variszischen Faltung (Harz, Thür. Wald, Erzgebirge, Lausitzer Gebirge)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weiches und sehr weiches GW;</li> <li>• geringer Abdampfdruckstand</li> <li>• z. T. aggressive CO<sub>2</sub></li> </ul>
2. Thüringer Becken zwischen Harz und Thüringer Wald, Gebiet d. oberen Werra, nördl. und östl. Umräumung d. Harzes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hartes u. sehr hartes GW;</li> <li>• sehr hoher AR;</li> <li>• hohe bleibende Härte;</li> <li>• hoher Cl<sup>-</sup>- und SO<sub>4</sub>-Gehalt</li> </ul>
3. Baltischer Höhenrücken in Mecklenburg und der Uckermark zwischen Trave und unterer Oder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hartes GW;</li> <li>• (vorwiegend KH);</li> <li>• eisenhaltig</li> </ul>
4. Zone zwischen 1. und 3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wechselnde chemische Zusammensetzung;</li> <li>• weich und mittelhart;</li> <li>• eisenhaltig</li> </ul>

04.07.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.07. Zusammensetzung von Oberflächenwasser

**Tabelle 04.07./1: Chemische Zusammensetzung des Wassers einiger Flüsse der Erde (ALEKIN, 1962)**

Fluß und Ort	[mg/l]							[mval-%]					
	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	(Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> )	Summe der Mineralstoffe	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	(Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> )
Amazonas (Obidos)	18,1	0,8	2,6	5,4	0,5	3,3	30,3	27,9	15,4	6,7	20,0	3,0	20,1
Parana (Mündung)	33,9	9,8	15,0	7,0	2,7	18,0	90,6	23,4	8,4	18,3	14,5	0,1	20,3
Rio Negro (Mercedes)	105	10,2	5,9	23,5	2,6	13,5	100,7	38,9	7,5	3,6	20,5	4,7	18,8
Colorado (Austin)	108,4	190,0	159,5	105,8	9,5	102,7	684,9	8,5	19,9	21,0	24,7	3,7	21,0
Mississippi (New Orleans)	118,0	25,6	10,3	34,1	8,8	13,8	210,6	35,5	9,6	5,3	31,0	13,2	5,4
Missouri (Mündung)	180,3	117,2	13,5	52,6	18,2	38,0	419,8	25,6	21,1	3,3	22,7	13,0	14,4
Nördl. Lorenz (Montreal)	133,7	16,6	3,6	30,6	9,5	7,2	200,2	41,5	6,5	1,8	20,4	15,0	5,7
Rio Grande (Lagoro)	185,5	38,0	171,3	108,6	24,0	123,5	650,9	11,8	19,3	18,8	21,0	7,7	21,3
Colorado	186,6	40,1	56,3	49,6	16,5	42,0	391,1	27,9	7,6	14,5	20,7	12,4	14,0
Columbia-River (Westkanada)	67,9	12,5	2,6	16,5	4,1	9,3	112,9	38,6	9,0	2,9	28,3	11,7	9,5
Jukon (Ilg)	91,9	10,5	0,4	21,8	4,6	6,0	135,2	43,6	6,1	0,3	31,5	0,8	8,7
Themse (Barnes)	214,0	39,1	12,2	75,9	4,8	12,3	358,3	37,6	8,6	3,6	40,1	4,2	5,9
Main	118,5	22,7	7,0	33,9	8,1	5,8	196,1	37,0	9,0	3,0	32,4	12,8	4,8
Rhein (Köln)	181,4	24,6	8,0	50,3	11,7	5,2	281,2	40,1	6,9	3,0	34,0	13,0	3,0
Elbe (Dečín)	107,9	22,0	8,7	31,0	5,4	13,7	188,7	35,9	9,5	4,9	31,2	9,1	9,4
Donau	236	15,4	2,6	58,2	13,5	5,3	331,0	45,5	3,8	0,8	34,2	13,4	2,8
Weser (Bokum)	126	77,8	49,2	5,2	8,7	34,2	301	20,4	16,0	13,6	25,5	7,1	17,4
Klar-Älv (Schweden)	20,0	1,9	0,6	0,3	0,1	3,1	28,7	42,3	5,1	2,0	19,1	1,0	20,5
Machanudi (Südostindien)	47,3	0,0	1,8	13,6	4,0	5,7	73,3	46,2	1,0	2,8	26,8	13,2	10,0
Seraio (Java)	63,5	18,0	7,0	14,3	4,2	15,3	122,3	32,6	11,2	6,0	22,2	10,9	17,1
Moravo (Java)	63,0	18,0	6,0	15,7	3,6	9,4	116,6	33,1	11,8	5,1	24,8	9,52	15,7
Nil (Kairo)	84,6	46,7	3,4	16,8	8,8	11,8	119,1	28,4	19,4	1,8	10,2	14,7	19,5

**Tabelle 04.07./2: Transportierte Substanzmenge [t/a] im filtrierten Wasser einiger Flüsse der DDR nach LEUTWEIN/WEISE (RÖSLER/LANGE, 1975)**

Komponenten	Mulde	Nebenflüsse der Mulde	
		Zschopau	Zwickauer Mulde
	bei Fluß-km	76	130
	(bei Nossen)	(Mündung)	(Mündung)
	Einzugsgebiet [km <sup>2</sup> ]	507,4	2353
SiO <sub>2</sub>		1785	7100
Al		132	167
Fe		207	604
Mn		170	685
Na		2808	6910
K		1572	6980
Mg		3150	16000
Ca		15580	50400
Ba		12,3	35,5
Sr		12,3	106,7
Pb		61,7	118,2
Cu		40,3	94,5
Zn		179	331

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.08. Hydrochemische Indikatoren

04.08.

**Tabelle 04.08./1: Hydrochemische Indikatoren und ihre Bedeutung bei der Klärung von Einflußfaktoren**

Indikatoren	anthropogene Einflüsse	marine Einflüsse	geogene Einflüsse	sonstige Einflüsse
<p>1. Chemische Inhaltsstoffe</p> <p>a) Auftreten</p> <p>b) Konzentration</p>	<p><math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math></p> <p><math>\text{KMnO}_4</math>-Verbrauch, <math>\text{PO}_4^{3-}</math>, Härte <math>\text{K}^+</math>, Phenole</p>	$\text{Cl}^-$	<p>GH, KH, Fe, Mn, <math>\text{NaHCO}_3</math>, Cl</p>	<p>GW-Verunreinigung durch Kunstdünger: K und Na</p>
<p>2. Modifikationen der Inhaltsstoffe</p>	<p><math>\text{SO}_4^{2-}</math> (mit der Tiefe abnehmend)</p>		<p><math>\text{Cl}^-</math> und MgO/CaO (teufenabhängig) <math>\text{NaHCO}_3</math></p>	
<p>3. Relationen zwischen Inhaltsstoffen</p>	<p><math>\text{SO}_4/\text{Cl}</math>; <math>\text{NO}_3/\text{Cl}</math></p>	<p>MgO/CaO <math>\text{SO}_4/\text{Cl}</math></p>	<p>MgO/CaO <math>\text{SO}_4/\text{Cl}</math> Ca/Na <math>\text{HCO}_3/</math> Cl+<math>\text{SO}_4</math></p>	

04.08.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.08. Hydrochemische Indikatoren

Tabelle 04.08./2: Indikatoren unterschiedlicher Kontaminationsquellen (GRUNSKÉ u. a. 1974)

Nr.	Kontaminationsquellen	Indikatoren
1.	Landwirtschaftliche Düngung (natürlich)	Bakterien, Viren
2.	Ausschwemmungen organischer Stoffe	Chloride, Sulfate, Nitrate
3.	Oberflächenwasser, verunreinigt	Ammonium, Nitrite, Nichtkarbonathärte, $\text{KMnO}_4$ -Verbr.
4.	Radioaktive Niederschläge, Radioaktive Abwässer, Auslaugungsprodukte vergrabener radioaktiver Abfälle	$^{40}\text{K}$ , $^3\text{H}$ , $^{14}\text{C}$ , $^{87}\text{Rb}$ , $^{232}\text{Th}$ , $^{238}\text{U}$
5.	Mineralölprodukte	Öle, Phenole
6.	Versickerte und versenkte häusliche, gewerbliche und industrielle Abwässer	Chloride, Sulfate, Nitrate, Ammonium, Nitrite, Metalle, $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch
7.	Kaliendlaugenversenkung	Ca, Mg, Na, Cl, $\text{SO}_4$
8.	Schutt-, Müll-, Asche- und industrielle Rückstandsablagerungen	Fettsäuren, Alkohole, Ca, Mg, Metall- und Bikarbonationen, $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch
9.	Unterirdische Gasspeicher	Chloride, Sulfate, Nitrate, Ammonium-NaCl, Gase, Öl
10.	Bergbauliche Maßnahmen (Halden, Ton-, Sand-Kiesgruben, Bohrungen, Abbau von Lagerstätten)	Sulfate, Chloride, Nichtkarbonathärte, Eisen, Kohlensäure, Spülungsbestandteile
11.	Grundwasserverunreinigung durch Detergenzien (Tenside)	Schaumbildung, organ. Verbindungen, $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch
12.	Landwirtschaftliche Düngung (künstlich)	Chloride, Sulfate, Nitrate
13.	Pflanzenschutzmittel	organ. Verbindungen, Öle, Phenole
14.	Versickerung cyanhaltiger Abwässer, Verkippen cyanhaltiger Abfallstoffe, Infiltration mit Cyaniden verunreinigtem Oberflächenwasser	Cyanide

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.08. Hydrochemische Indikatoren

04.08.

Tabelle 04./08./3: Indikatoren für Grundwasserkontaminationen  
(ALBRECHT u. a. 1977)

Lfd. Nr.	Vermuteter Kontaminant	Indikatoren, veränderte bzw. erhöhte Wasserinhaltsstoffe	Bemerkungen
1.	Landwirtschaft		
1.1.	Mineraldüngung		
	- Stickstoffdünger	$\text{NO}_3^-$	
	- Kalidünger	$\text{K}^+$	
	- Phosphordünger	$\text{PO}_4^{3-}$	kaum möglich, oberflächliche Abspülg.
	- " mit Magnesium	$\text{Mg}^{2+}$ $\text{PO}_4^{3-}$	
	- Kalkung	$\text{Ca}^{2+}$	
	- sog. Ballaststoffe aller Dünger	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$	
1.2.	Gülle	$\text{NH}_4^+$	im unmittelbaren Einflußbereich, vor allem bei Havarien - dann sind $\text{KMnO}_4$ , $\text{BSB}_5$ ebenfalls erhöht
		$\text{NO}_3^-$	außer im unmittelbaren Einflußbereich von Havarien (noch nicht aufoxydiert), CSV gleichzeitig erhöht
		$\text{K}^+$	
		$\text{PO}_4^{3-}$	bei ausreichender Mutterbodenschicht keine Auswaschung
		$\text{Cl}^-$ , $\text{Na}^+$ organ. Stoffe	untergeordnet bei ausreichender Mutterbodenschicht keine Gefahr
1.3.	Pflanzenschutzmittel	nur durch Spezialanalyse bestimmbar; organoleptisch zuerst feststellbare Veränderungen (Geruch, Geschmack, Trübung)	sehr geruchsintensive Beeinflussung

04.08.

04.00 Wasserbeschaffenheit

04.08. Hydrochemische Indikatoren

Fortsetzung Tabelle 04.08./3:

Ifd. Nr.	Vermuteter Kontaminant	Indikatoren, veränderte bzw. erhöhte Wasserinhaltsstoffe	Bemerkungen
2.	Deponien	$\text{Cl}^-$ , $\text{So}_4^{2-}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$ Spurenmetalle Fettsäuren, Aldehyde Alkohole	vor allem in Reduktionszone           stark beeinflusste Grundwasser, erhöhte Leitfähigkeit, erhöhter $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch erhöhte Temperatur des Wassers

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.09. Analysenvorschriften

04.09.

Tabelle 04.09./1: Richtwerte für die Übereinstimmung von Analyseergebnissen bei der Wasseruntersuchung nach LEGLER (1. GW-Instruktion, 1967)

Inhaltsstoff	Konzentration mg/l	zulässige Differenz mg/l
Eisen	0,10	0,02
	0,50	0,05
	1,00	0,10
	10,00	0,50
Mangan	0,10	0,03
	0,50	0,05
	1,00	0,10
Chloride	5,00	0,50
	10,00	1,00
	100,00	5,00
Nitrate	5,00	1,00
	20,00	2,00
	100,00	10,00
	500,00	20,00
Nitrite	0,05	0,01
	0,10	0,01
	1,00	0,05
	5,00	0,10
Phosphate	0,05	0,01
	0,10	0,01
	1,00	0,05
Sulfate	10,00	2,00
	50,00	5,00
	100,00	5,00
Abdampfrückstand	20,00	1,00
	100,00	5,00
	500,00	5,00
KMn-O <sub>4</sub> -Verbrauch	10,00	1,00
	50,00	5,00
	100,00	10,00
Phenole	0,010	0,005
	0,10	0,02
	1,00	0,20
	10,00	1,00

Tabelle 04.10./1: Geräte zur Entnahme von Wasserproben (TGL 35818/05)

Gerät	Wirkungs- prinzip	Fertigungs- art	notwendige Zusatzgeräte	Bemerkungen
Entnahme- stutzen	automatische Füllung bei Abhebung	Hülse mit Bodenventil	Meßband aus Stahl oder Stahlseil mit Längenmarkierung	Einzelprobennahme
Luftpolster- schöpfer	Luftdruckge- steuerte Füllung	System Löffler	Stahlseil mit Längen- markierung	Einzelprobennahme
Luft-Wasser- Pumpe	pulsierende Ent- nahme durch Preß- luft	Getrennte Schlauchfüh- rung für Luft und Wasser	Impulsgeber bzw. Steuerautomatik, Was- ser- und Luftschlauch, Schlauchtrommel, Preßluft, Druckminde- rer	Förderung beliebi- ger Wassermengen aus beliebigen Tiefen
Unterwasser- motorpumpe (UWM-P.)	kontinuierliche Entnahme	UWM-Pumpe für kleine Förde- rungen aus NW 50 Rohren	Stromkabel, Entnahme- schlauch, Schlauch- trommel, Stromaggre- gat	Förderung beliebi- ger Wassermengen aus beliebigen Tiefen
Saugpumpe	kontinuierliche Entnahme durch Ansaugen	horizontale Kreiselpumpe	Stromkabel bzw. Stromaggregat	Förderung beliebi- ger Wassermengen aus Tiefen bis 7 m unter Geländeober- kante

04.10.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.10. Probenahme



04.00. Wasserbeschaffenheit

04.10. Probenahme

04.10.

Tabelle 04,10./2: Zusammenstellung von Standards, Richtlinien und dgl. zur Entnahme von Wasserproben

Ifd. Nr.	Standard-Nr.	Titel	Ausgabe
1.	TGL 23 979	Hydrogeologie; Probenahme von Grund- und Oberflächenwasser	04/79
2.	TGL 24 455/03	Geochemie; Analysen salinärer Schichtwässer; Vorbereitung der Probe	08/80
3.	TGL 11 456	Baugrunduntersuchungen; Bohr- und Schürfarbeiten, Probenahme	02/63

04.11.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

Tabelle 04.11./1: Eignung von Rohwasser für die Trinkwasseraufbereitung (TGL 34 334, Entw. 6/80)

Gütemerkmale	A	B	C
Temperatur °C	< 20	20...30	> 30
Färbung mg/l Pt	< 10	10...30	> 30
Geruch/Geschmack	nicht bzw. sehr schwach wahrnehmbar	wahrnehmbar	fremdartig, widerlich
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch mg/l	< 20	20...40	> 40
phenolartige Verb. mg/l	< 0,005	0,005...0,1	> 0,1
Öle und Fette	keine	Spuren	} mehr als Spuren
Giftstoffe	keine	Spuren	
Chloride mg/l	< 150	150...350	> 350
Sulfate mg/l	< 150	150...300	> 300
Gesamthärte °dH	< 20	20...30	> 30
Eisen, gesamt mg/l	< 0,5	0,5...1,5	> 1,5
Mangan mg/l	< 0,25	0,25...0,5	> 0,5
Ammoniumverbdg. mg/l	< 0,2	0,2...1,0	> 1,0
Nitrite mg/l	Spuren	2,0	> 2,0
Escherichiacoli Keime/ml	10	10...1000	> 1000

- A - Aufbereitung nicht erforderlich bzw. unbedenklich und mit geringem Aufwand
- B - Aufbereitung bedenklich und mit erhöhtem Aufwand
- C - für Aufbereitung ungeeignet bzw. mit sehr hohem Aufwand

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

04.11.

**Tabelle 04.11./2:** Charakterisierung verschiedener Rohwasserarten mit Angabe der meist angewendeten Aufbereitungstechnologie (KITNER u. a., 1977)  
1 erhöht; 2 sehr stark erhöht; (1) zeitweise erhöht

Gütekriterien	Talsperrenwasser	Grundwasser	Uferfiltrat	Flußwasser
Trübung	1	-	-	1...2
Chemischer Sauerst. Verbr.	1	-	1	2
Farbgrad	1	-	1	2
Übersch.				
Kohlensäure	(1)	1...2	1	(1)
Eisen	(1)	1...2	1	1
Mangan	(1)	1...2	1...2	1
Geruch und Geschmack	(1)	-	1	1...2
Keime	1	-	1	2
Meist angewendete Aufbereitungstechnologie für die Trinkwasseraufbereitung	Mikrosiebe Kontaktfiltr. zeitweise A-Kohle Desinfektion	Gasaustausch Grobaufbereitung und Filtration oder nur Filtration	Gasaustausch Grobaufbereitung und Filtration oder nur Filtration zeitweise A-Kohle Desinfektion	Grundwasseranreicherung und Filtration mit zeitweise A-Kohle Desinfektion

**Tabelle 04.11./3: Wasserinhaltsstoffe und Verfahren zu ihrer Reduzierung (ALBRECHT, 1977)**

Inhaltsstoffe	Einheit	Trinkwasser-Richtwert	Grenzwert TGL 22433	Verfahren	Anlage	Standard	Bemerkungen
Geruch Geschmack	Intensität Intensität	0 0	I I	Adsorption	Aktivkohle	WAPRO 1.23/08 WAPRO 1.50	Schönung
Farbgrad	Pt mg/l	≤ 5	20	Adsorption	Aktivkohle	WAPRO 1.23/08	
pH-Wert		6,8-8,6	≥ 6, ≤ 9	Neutralisation bzw. Entsäuerung	Kalk Natronlauge Filtration Ionenaustauscher	WAPRO 1.23/02 WAPRO 1.23/01	über halbgebranntem Dolomit
Gesamthärte Karbonathärte	°dH	2 bis 25 2 bis 25	40 25	Enthärtung	Kalk	WAPRO 1.23/02	Entkarbonatisierung; Kalk-Soda-Verfahren, Trinatriumphosphat-Verfahr.
CO <sub>2</sub> , Kalkaggr.	mg/l	0...2 bei 2°...3°KH 0...3 bei 3°...6°KH	- -	Entsäuerung	Rohrgitterkaskade	WAPRO 1.34/01 WAPRO 1.34/02	
Nitrat Nitrit Ammonium	mg/l mg/l mg/l	≤ 20 n.n. n.n.	40 0,2 0,1	Grobreinigung	Filtration	WAPRO 1.35/01 WAPRO 0041/01, 02, 03	
Sulfat Chlorid Kalzium Natrium Kalium	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l	≠ 250 ≠ 250 ≠ 100 ≠ 80 ≠ 10	400 350 280 150 10	Entsalzung	Ionen-austauscher		

04.11.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

Fortsetzung Tabelle 04.11./3

Inhaltsstoffe	Einheit	Trinkwasser-Richtwert	Grenzwert TGL 22433	Verfahren	Anlage	Standard	Bemerkungen
Schwermetalle				Grobreinigung			
Eisen	mg/l	≤ 0,1	0,3	Enteisenung	Belüftung Filtration	WAPRO 1.34/01, 02 WAB 0014 WAB 0024 WAB 0041/01, 02, 03	direkte Oxidation bei Filtration über Kies Fällung als Fe (OH) <sub>2</sub>
Mangan	mg/l	≤ 0,05	0,1	Entmanganung	Filtration	WAB 0048/01, 02	adsorptiv-autokatalytisch
Krankheitserreger				Desinfektion		WAPRO 1.04/01 WAPRO 1.23/06	Chlorgas, Hypochlorit

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

04.11.

04.11.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

Tabelle 04.11./4: Richtwerte für die Stickstoffreduktion in Abhängigkeit von GÜlleaufbereitungsverfahren und Tierart (TGL 24 345, Entw. 04/82)

Aufbereitungsverfahren	N-Reduktion %	
	Rinder- gÜlle	Schwei- negÜlle
Fest-Flüssig-Trennung	-	10
Desodorierung	5	-
einstufige mechan.-biolog. Behandlung	-	30
zweistufige mechan.-biolog. Behandlung	-	50
zweistufige mechan.-biolog. Behandlung mit anschließender Teichbehandlung 250 bis 300 d Aufenthaltsdauer	-	90

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

04.11.

Tabelle 04.11./5: Zusammenstellung von Standards zur Wasseraufbereitung

Lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel	Ausgabe
1.	TGL 32 482	Wasseraufbereitungsanlagen, Gleichstromaustauscher; Technische Lieferbedingungen	01/79
2.	TGL 32 483	-; Stehende Einstufenfilter, Technische Lieferbedingungen	01/79
3.	TGL 32 484	Wasseraufbereitungsanlagen für Kleinschwimmbekken; geschlossene Aufbereitung	06/80
4.	TGL 32 491	Wasseraufbereitungsanlagen; Umwälzfilter; Technische Lieferbedingungen	01/79
5.	TGL 32 492	-; Gegenstromaustauscher; Technische Lieferbedingungen	01/79
6.	TGL 32 493	-; Mischbetaustauscher; Technische Lieferbedingungen	01/79
7.	TGL 32 538	-; Liegende Einstufenfilter, Technische Lieferbedingungen	01/79
8.	WAB 0014 (WAPRO 1.53/01)	Wasserversorgung; Kiesfilter zur Enteisung, Bemessung	
9.	WAB 0024 (WAPRO 1.53/02)	Wasseraufbereitung; Eisen-III-Filtration über Kies, Bemessung	
10.	WAB 0029 (WAPRO 1.23/14)	Wasseraufbereitung, Zumischung von Chemikalien	
11.	WAB 0041/01 (WAPRO 1.35/04)	Wasserversorgung; Mehrschichtfiltration; Grundlagen zu Verfahren und Bemessungen von Unterschicht- und Aufwärtsfiltern	
12.	WAB 0041/02 (WAPRO 1.35/04)	-; Mehrschichtfiltration; Mehrschichtfilter	
13.	WAB 0041/03 (WAPRO 1.35/05)	-; Mehrschichtfiltration; Aufwärtsfilter	
14.	WAB 0048/01 (WAPRO 1.55/01)	Wasseraufbereitung; Entmanganung; Bemessung	

04.11.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.11. Wasseraufbereitung

Fortsetzung Tabelle 04.11./5

Lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel	Ausgabe
15.	WAB 0048/02 (WAPRO 1.55/02)	-; -; Betrieb	
16.	WAPRO 1.04/01	Chloranlagen; Technologie	12/70
17.	WAPRO 1.23/01	Prinzipien für die Chemikalienaufbereitung in der Wasserversorgung; Übersicht und Zeichenerklärung	10/69
18.	WAPRO 1.23/02	-; Kalkanlagen	10/69
19.	/03	-; Aluminiumsulfatanlagen	10/69
20.	/04	-; Eisen-II-Sulfatanlagen	10/69
21.	/05	-; Aktivierte Kieselsäureanlg.	10/69
22.	/06	-; Chlordioxidanlagen	10/69
23.	/07	-; Fluoranlagen	10/69
24.	/08	-; Aktivkohleanlagen	10/69
25.	/09	-; Kaliumpermangananlagen	10/69
26.	/10	-; Kupfersulfatanlagen	10/69
27.	/11	-; Natronlaugenanlage	10/69
28.	WAPRO 1.34/01	Prinzipien für die Chemikalienaufbereitung in der Wasserversorgung; Wasseraufbereitung; physikalische Entsäuerung und Belüftung; Grundlagen	12/69
29.	/02	-; -; Offene Belüftungsanlagen	01/70
30.	/03	-; -; Geschlossene Belüftungsanl.	
31.	WAPRO 1.35/01	Filtertechnik, Allgemeine Übers.	02/70
32.	WAPRO 1.50	Dritte Aufbereitungsstufe, Schönung	01/71



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.12. Wasserschutzgebiete

04.12.

Tabelle 04.12./1: Klassifikation der Schutzzonen (TGL 24 348/01)

Nr.	Bezeichnung		Definition
1.	Fassungszone	Schutzzone I	Unmittelbar die Wassergewinnungsanlage umgebender Bereich des Wasserschutzgebietes und Gebiete, von denen eine direkte Verunreinigung der Wasserfassung ausgehen kann.
2.	Engere Schutzzone	Schutzzone II	Teil des Wasserschutzgebietes, der im Regelfall an die Fassungszone anschließt.
3.	Weitere Schutzzone	Schutzzone III	Teil des Wasserschutzgebietes, der im Regelfall nach außen an die engere Schutzzone anschließt.
4.	Weiteste Schutzzone	Schutzzone IV	beim Grundwasser unterirdisches - soweit bekannt - , sonst oberirdisches Einzugsgebiet.

04.12.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.12. Wasserschutzgebiete

**Tabellè 04.12./2: Verbote und Nutzungsbeschränkungen in Schutzzonen (TGL 24 348/02)**

Art der Nutzung	Schutzzone			
	I	II	III	IV
<b>Bergbau</b>				
- Bohrungen, außer für die Wassergewinnung	v	b	b	-
- Ton-, Sand- und Kiesgruben, Steintagebaue	v	v	b	b
- Halden, Haldenmaterial	v	v	b	-
- Untergundspeicher	v	v	v	b
- Gasspeicher-Sondenbrühe	v	v	b	-
- Tagebaubetrieb	v	v	b	b
- Tiefbaubetrieb	v	v	v	b
- Tiefbau-Schachtröhren	v	v	b	-
<b>Industrie</b>				
- Emissionen nichtgasförmiger Schadstoffe	v	v	v	-
- Ableitung von Abwässern	v	v	b	-
- Abwasserentsorgung Untergundverrieselung	v	v	v	b
- Betriebe mit Ableitung infektiöser Abwässer	v	v	v	-
- Ablagern von Rückstandsstoffen	v	v	v	-
- Deponie von Rückstandsstoffen	v	v	b	-
- Bestattungen	v	v	-	-
- Bebauung	v	b	-	-
- Neubebauung	v	v	b	b
- Lagerung und Anwendung von Holzschutzmitteln	v	b	b	-
- Zeit- bzw. Campingplätze, Badebetrieb	v	v	-	-
- Bekämpfung von Gesundheitsschädlingen	b	b	b	-
<b>Landwirtschaft und Forstwirtschaft</b>				
- Ackernutzung	v	-	-	-
- Anlage und Nutzung von Massivsilos	v	v	b <sup>4)</sup>	-
- Anlage und Nutzung von Erdsilos	v	v	b <sup>3)</sup>	-
- Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen	v	b	b <sup>2)</sup>	-
- ständige Beweidung	v	b <sup>2)</sup>	-	-
- kurzzeitiges kontrolliertes Beweiden	b	-	-	-
- Einsatz von festen anorganischen Düngemitteln	b	b <sup>1)2)</sup>	b <sup>1)2)</sup>	-
- Einsatz von flüssigen anorganischen Düngemitteln	v	v	b <sup>1)2)</sup>	-
- Lagerung von festen organischen Düngemitteln	v	v	b <sup>2)</sup>	-
- Einsatz von festen organischen Düngemitteln	v	b <sup>1)2)</sup>	-	-
- Lagerung und Transport von flüssigen organischen Düngemitteln	v	b <sup>2)</sup>	-	-
- Einsatz von flüssigen organischen Düngemitteln	v	v <sup>3)</sup>	b <sup>2)</sup>	-
- Stellungsflächen für die Beseitigung von flüssigen organischen Düngemitteln	v	v	v	b
- Individuelle Tierhaltung	v	b <sup>2)</sup>	-	-
- Neubau von industriemäßigen Tieranlagen	v	v	b <sup>2)</sup>	-

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.12. Wasserschutzgebiete

04.12.

Fortsetzung Tabelle 04.12./2

- forstwirtschaftliche Nutzung <sup>5)</sup>	b	-	-	-
- Waldmastanlagen	v	b	b	-
- Einrichtung von nicht befestigten Anschlußplätzen für Futtermittel	v	v	-	-
- Lagerung von Anschlußstroh	v	v	-	-
- Lagerung von festen anorganischen Düngern	v	v	b <sup>3)</sup>	-
- Deposte zur Beseitigung von Restpräparaten (PSM und MfP) und Verpackungen	v	v	v	b <sup>2)</sup>
<b>Verkehrswesen</b>				
- Umgang mit Mineralöl und Mineralölprodukten	v	v	b	-
- Verkehrswege, Fernverkehrsstraßen, Autobahnen	v	b	b	-
. Kreuzungen	v	b	b	-
. Verkehrsabprodukte (Abrieb, Verbrennungsrückstände)	v	b	-	-
. Winterdienst (Lagerung und Einsatz von Auftausalzen und -lösungen)	v	b	-	-
- Umgang und Transport von Flüssigchemikalien	v	v	b	-
- Auswache- und Parkplätze	v	v	-	-

- 1) unter Einhaltung der DS 79
- 2) Entscheidung durch Schutzzonenkommission
- 3) Genehmigung von Ausnahmen durch Schutzzonenkommission
- 4) für SH 5000 bzw. andere bestätigte Projekte
- 5) beim Einsatz von PSM und Düngung gelten die Forderungen wie für landwirtschaftliche Flächen

v = Verbot

b = Nutzungsbeschränkungen bis zum Verbot

04.12.

04:00. Wasserbeschaffenheit  
04.12. Wasserschutzgebiete

**Tabelle 04.12./3: Zusammenfassung der Verbote (v) und Nutzungsbeschränkungen (b)<sup>1)</sup> in Wasserschutzgebieten für Oberflächenwasser (TGL 24 348/03)**

Art der Nutzung	Schutzzone		
	I	II	III
<b>Bebauung und Aufschließung</b>			
- Bergbau	v	b	b
- Bohrungen, Erdaufschlüsse	b	b	b
- Errichten von Hoch- und Tiefbauten	v	b	-
- Neuanlage von Friedhöfen	v	v	-
- Weitere Bestattung auf bestehenden Friedhöfen	v	b	-
- Betriebe mit Ableitung infektiöser und verunreinigender Abwässer	v	v	b
- Betriebe oder Einrichtungen, in denen Gifte laut Giftgesetz in für das Gewässer gefährlichen Mengen hergestellt oder verwendet werden	v	v	b
- Durchleiten von Abwässern, außer in geschlossenen Rohrleitungen bei ausreichender technischer Sicherung, einschließlich Kontrollmöglichkeit	v	b	-
- Errichten von zentralen Kläranlagen	v	b	-
- Einleitung von Abwässern, ohne ausreichende Reinigung und Nährstoffelimination	v	v	b
- Abwasserversenkung und Untergrundverrieselung für Anlagen über 50 Einwohnergleichwerte (EGW)	v	v	b
- Versickerung von Abwässern bei Anlagen unter 50 EGW	v	b	-
- Verlegen von unterirdischen Gasleitungen	v	b	-
- Verkehrswege, Fernverkehrsstraßen und Autobahnen	b	b	-
- Autowasch- und Parkplätze	v	v	-
- Zeltplätze und Ferienlager	v	v	-
- Einrichtungen und Maßnahmen, die die Zufuhr an eutrophierenden Substanzen in das Gewässer über einen festgelegten Grenzwert hinaus erhöhen	v	v	v

- 1) bis zum Verbot geltend

- Fortsetzung -

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.12. Wasserschutzgebiete

04.12.

Fortsetzung Tabelle 04.12./3

Art der Nutzung	Schutzzone		
	I	II	III
<b>Umgang mit Wasserschadstoffen</b>			
- Umgang mit Mineralien und Mineralprodukten sowie mit anderen Wasserschadstoffen	v	v	b
- Anlagen zur Gewinnung und zur Lagerung radioaktiven Materials und zur Gewinnung von Kernenergie sowie das Versenken radioaktiver Substanzen	v	v	v
- Ablagerung von Asche, Müll, Schutt sowie die Ablagerung von festen und flüssigen Rückständen, industrieller Rückstandshalden und die Errichtung von Wasenplätzen (Tierkörperbeseitigung) und Tierkörperverwertungsanlagen	v	v	b
- Untergrundgasspeicher	v	v	v
- Ablagern von Fäkalien oder von Stoffen mit auslaugbaren Chemikalien außerhalb der hierfür ausgewiesenen Plätze	v	v	v
- Einsatz von PSM und MbP	v	v	b
<b>Landwirtschaftliche Nutzungen und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung</b>			
- Neubau von industriemäßigen Tieranlagen	v	v	b <sup>3)</sup>
- Individuelle Tierhaltung	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Waldweide	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Ackernutzung	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Düngung mit Jauche, Gülle und Abwasser	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- organische Düngung mit festem Dünger	v	b <sup>4)</sup>	b <sup>3)</sup>
- anorganische Düngung	v	b <sup>4)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Lagerung von Düngern im Freien über 4 Wochen	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Lagerung von PSM, MbP und Ansetzen von Lösungen	v	v	b <sup>3)</sup>
- Abwasserbodenbehandlung	v	v	b <sup>3)</sup>
- Entlastungsflächen der Abwasserbodenbehandlung	v	v	b <sup>3)</sup>
- Errichten von Gärfutterstilos und Kartoffeldämpfanlagen	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Erdstilos	v	b <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- Einsatz von Düngemitteln durch Flugzeuge	v	v <sup>3)</sup>	b <sup>3)</sup>
- fischereiliche und jagdliche Nutzung	b	-	-
- Viehtränken	v	b	-
- Hydromelliorationen	v	-	-
<b>Erholungsnutzung</b>			
- Baden	v	b	-
- Bootsverkehr mit Ausnahme von Kontroll- und Dienstbooten	v	b	-
- Anlegen von Wanderwegen und Aussichtspunkten	b	-	-

3) Entscheidung durch Schutzzonenkommission

4) unter Einhaltung der DS 79

5) Gestattung von Ausnahmen durch Schutzzonenkommission

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung

**Tabelle 04.13./1: Übersicht über den Chemismus einiger Düngemittel (RÖSLER/LANGE, 1975)**

Düngemittel	Gehalte [%]	Nebenbestandteile und Bemerkungen
<i>Kalkdüngemittel</i>		
-Kohlensäurer Kalk	80...95 CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub> = 45...53 CaO	bis 2% Mg etwa 0,3% N
Leimkalk	68 CaCO <sub>3</sub> = 40 CaO	
Braunkalk	75...90 CaO + MgO	
Löschkalk	60...70 CaO	
Scheidekalk	etwa 25 CaO	0,4% N; 0,5% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 0,2% K <sub>2</sub> O
<i>Phosphordüngemittel</i>		
Superphosphat	16,5...20,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (90% wasserlöslich)	CaSO <sub>4</sub> = etwa 12% S und 23% CaO
Mg-Phosphat	mind. 18 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (löslich in Zitronensäure)	etwa 20% Ca und 7% Mg
Rhenania-Phosphat	26...28 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (löslich in Ammoncitrat)	etwa 28% Ca
Thomasmehl	16...18 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> und 20...50 CaO	
Knochenmehl	4 N; 20 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 0,2 K <sub>2</sub> O; 20...30 CaO	30% organ. Substanz

**Tabelle 04.13./2: Wasserwirtschaftliche Belastungsgrenzwerte für Güllestickstoff bei Rohgülle (TGL 24 345)**

Futterfruchtanteil in der Fruchtfolge in %	Maximale Gülle-N Belastung in kg N/ha · a	Umrechnungswerte in GV <sup>1)</sup> je ha				
		Milchkuh	Jung-rind	Mast-rind	Schweine	Legehennen
20	250	2,5	2,5	3,0	2,0	1,0
30	325	3,5	3,5	4,0	2,5	1,3
40	390	4,0	4,5	4,5	3,0	1,6
50	460	4,5	5,0	5,5	3,5	1,9
60	530	5,5	6,0	6,0	4,0	2,2
≥ 70	600	6,0	6,5	7,0	4,5	2,5

1) GV = Großvieheinheit

1 GV Rind/Schwein  $\hat{=}$  500 kg Tierleibendmasse

1 GV Geflügel  $\hat{=}$  250 Legehennen

**Tabelle 04.13./3: Bleigehalt von Pflanzen an verkehrsreichen Autostraßen der USA (RÖSLER/LANGE, 1975)**

Ort	mg Pb/g Trockenmasse
Verkehrsfern	6,0
Verkehrsnah (300 m neben Straße)	
11 000 Auto/h	16,2
23 000 Auto/h	47,9
32 000 Auto/h	57,0

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung

Tabelle 04.13./4: Keimzahlen im Sickerwasser in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der durchflossenen Bodenschicht nach STUNDL (MATTHESS, 1973)

Mächtigkeit der Bodenschicht in m	Keimzahl in 1 cm <sup>3</sup> auf Nähragar		
	Maximum	Minimum	Mittelwert
0,75	6 300	290	2 800
1,00	1 650	50	320
1,25	840	20	230
1,50	520	20	120
1,75	960	10	130
2,00	750	10	160

Tabelle 04.13./5: Auslieferung von Düngern in der DDR (in kg Reinnährstoffgehalt je ha LN) (GRABIG, 1972)

	Stickstoff (N)	Phosphorsäure (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Kali (K <sub>2</sub> O)	Kalk (CaO)
1938/39	32,8	27,3	48,7	78,1
1950/51	29,5	11,6	55,9	86,3
1955/56	30,8	23,5	70,7	107,6
1960/61	38,5	35,1	82,3	117,1
1965/66	66,4	47,7	92,8	226,2
1969/70	78,7	65,3	101,8	177,5

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung

04.13.

Tabelle 04.13./6: Anfallmengen organischer Dünger in der DDR  
(WEDEKIND/SÜSSBACH, 1972)

	1970	1980
Stallmist	29,7 Mill. t	16,3 Mill. t
Jauche	14,2 Mill. t	10,6 Mill. t
Gülle	12,6 Mill. t	58,6 Mill. t

Tabelle 04.13./7: Gülle-, Abwasser- und Nährstoffanfall einer  
Milchproduktionsanlage für 2000 GV  
(WEDEKIND/SÜSSBACH, 1972)

Nährstoffquelle	Anfall- mengen [t/a]	Stick- stoff [t/a]	Phos- phor [t/a]	Kalium [t/a]
Dickgülle (10 % TS)	130	190	43	214
Silowasser (2,7 % TS)	20	10	1	18
Gülle, insges. (8,7 % TS)	150	200	44	232
Produktionsabwasser (0,8 % TS)	150	44	5	93
Nährstoffanfall, insgesamt	-	244	49	325

TS = Trockensubstanz



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung

04.13.

Tabelle 04.13./8: Inhaltsstoffe der Gülle  
(WEDEKIND/SÜSSENBACH, 1972)

	Rindergülle	Schweinegülle	Hühnergülle
Trockensubstanz (kg/m <sup>3</sup> )	82,30	81,30	191,10
Organ. Substanz (kg/m <sup>3</sup> )	59,40	61,50	140,80
Sand (kg/m <sup>3</sup> )	8,40	4,60	4,00
Kohlenstoff (kg/m <sup>3</sup> )	31,20	35,60	72,40
Stickstoff (kg/m <sup>3</sup> )	3,70	5,40	14,70
NH <sub>3</sub> -Stickstoff (kg/m <sup>3</sup> )	1,90	2,90	5,70
Phosphor (kg/m <sup>3</sup> )	0,80	1,30	5,20
Kalium (kg/m <sup>3</sup> )	3,50	2,90	4,50
Kalzium (kg/m <sup>3</sup> )	1,80	2,00	10,80
Magnesium (kg/m <sup>3</sup> )	0,50	0,60	1,30
Natrium (kg/m <sup>3</sup> )	0,40	0,50	1,30
Schwefel (kg/m <sup>3</sup> )	0,60	0,70	1,40
Bor (g/m <sup>3</sup> )	2,70	2,60	4,60
Kupfer (g/m <sup>3</sup> )	3,30	5,50	21,60
Mangan (g/m <sup>3</sup> )	3,50	6,80	5,90
Molybdän (g/m <sup>3</sup> )	0,14	0,16	0,38
Kobalt (g/m <sup>3</sup> )	0,24	0,09	-
Zink (g/m <sup>3</sup> )	17,50	42,40	96,20
C:N N = 1	8,40	5,90	4,90
N:P:K N = 1	0,22/0,95	0,24/0,54	0,35/0,31
pH-Wert	7,80	6,80	6,70

Tabelle 04.13./9: CO<sub>2</sub>-, NH<sub>3</sub>- und H<sub>2</sub>S-Gehalt von Rinder- und Schweinegülle (WEDEKIND/SÜSSBACH, 1972)

	Rindergülle	Schweinegülle
CO <sub>2</sub>	5 000 mg/l	2 860 mg/l
NH <sub>3</sub>	2 040 mg/l	3 390 mg/l
HS <sub>2</sub>	110 mg/l	40 mg/l

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

Tabelle 04.13./10: Arten von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

Lfd. Nr.	Pflanzenschutzmittelart	Mittel gegen:
1.	Herbizide	Unkräuter
2.	Insektizide	Insekten
3.	Fungizide	Pilze
4.	Akarizide	Spinnmilben
5.	Nematizide	Nematoden
6.	Molluskizide	Schnecken
7.	Rodentizide	Nagetiere

Tabelle 04.13./11: Untere Schwellenwerte der Geschmacksbeeinträchtigung des Wassers für einige Herbizide (KRAMER/SCHMALAND, 1974)

Lfd. Nr.	Herbizide	Wirkstoff	Schwellenwert
1.	Azaplant	Amitrol	0,96
2.	Gramoxone	Paraquat	< 1,04
3.	Spritz-Hormit	2,4-D	< 0,21
4.	Reglone	Diquat	3,33
5.	Sys-67 Omnidel	DCP (Dalapon)	> 13,30
6.	Sys-67 ME	MCPA	1,66
7.	Sys-67 Prop	2,4-DP	1,66

Tabelle 04.13./12: Gehalt an Coliformen in Rindergülle aus Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion (WEDEKIND/SÜSSBACH, 1972)

Herkunft der Gülle	Trocken- substanz [%]	Coliformen $10^3$ Keime je cm $^3$			
		Mittel 1970	max. Wert	Mittel Winter 1970	Mittel Sommer 1970
1. Milchkühe	7,2	191	3 500	246	51
2. Jungrinder	11,2	76	540	124	29
3. Mastbullen	13,0	162	625	261	68
4. Mastkälber	6,2	1 696	12 200	4 200	27

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

04.13.

Tabelle 04.13./13: Chemische Zusammensetzung von Niederschlagswasser innerhalb und außerhalb einer Großstadt nach SCHROLT/KRACHSBERGER (Brockhaus 1981)

	Stadttyp Wien		Landtyp Niederösterreich	
	%	mg/m <sup>2</sup> und Monat	%	mg/m <sup>2</sup> und Monat
Gesamtrückstand	5,03 g/m <sup>2</sup> und Monat		2,86 g/m <sup>2</sup> und Monat	
Zusammensetzung	%	mg/m <sup>2</sup> und Monat	%	mg/m <sup>2</sup> und Monat
SiO <sub>2</sub>	26,40	1 327,9	9,95	284,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,46	123,7	0,53	15,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,20	311,9	2,28	65,2
TiO <sub>2</sub>	0,34	17,1	0,07	2,0
MnO	0,02	0,9	0,01	0,27
CaO	11,82	594,5	10,72	306,6
MgO	0,50	25,2	1,94	55,5
Na <sub>2</sub> O	1,27	63,9	2,35	67,2
K <sub>2</sub> O	1,43	71,9	5,90	168,7
SO <sub>3</sub>	15,04	756,5	10,34	295,7
CO <sub>2</sub>	1,00	50,3	3,10	88,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20	10,1	1,57	44,9
Cl	1,16	58,3	1,55	44,3
F	0,23	11,6	0,23	6,6
J	0,0012	0,06	0,0024	0,06
Pb	0,083	4,2	0,004	0,11
Glühverlust	31,40	1 579,4	49,9	1 427,1
Summe	99,55	5 007,5	100,45	2 872,8

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

Tabelle 04.13./14: Jahresmittelwerte der Staubsedimentation in Städten der DDR 1970 nach HAMMJE/KNAUER (Brockhaus, 1981)

Ort	Staubsedimentation in g pro m <sup>2</sup> in 30 Tagen
Rostock	4
Schwerin	4
Berlin	13
Magdeburg	20
Leipzig	20
Karl-Marx-Stadt	24
Halle	25
Zwickau	27
Bitterfeld	125
Bernburg-Nienburg	130
Zschornowitz	200

Tabelle 04.13./15: Normaler Mineralstoffgehalt häuslicher Abwässer nach FETH (MATTHESS, 1973)

	mg/l		mg/l
Feste gelöste Bestandteile	100-300	Gesamt-N	20-40
B	0,1-0,4	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	20-40
Na <sup>+</sup>	40-70	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15-30
K <sup>+</sup>	7-15	Cl <sup>-</sup>	20-50
Mg <sup>2+</sup>	3-6	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	60-90
Ca <sup>2+</sup>	6-16		

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

04.13.

Tabelle 04.13./16: Grundwasserbeeinflussung durch verschieden alte Müllhalden nach KNOLL (MATTHESS, 1973)

Müllart	Betriebsalter der Halde in Jahren	Durchschnittliche Tiefe d. Grundwasser- oberfl. unter d. Halde	Grundwasserbeeinflussung durch die Halde (Differenz Grundwasser Oberstrom, Unterstrom)			
			Organ. Substanz % Zunahme	Erdalkalien als $\text{Ca}^{2+}$ mg/l	Sulfat $\text{SO}_4^{2-}$ /l	Chlorit mg $\text{Cl}^-$ /l
Haus- und Industrielmüll	15	5	+ 800	+ 614	+ 1 500	+ 65
Haus- und Industrielmüll	20	8	+ 350	+ 86	+ 79	+ 65
Hausmüll	40	10	+ 560	+ 107	+ 300	+ 375
Hausmüll	50	10	+ 500	+ 171	+ 310	+ 520
Raspelmüll und Kompost	20	10	0	+ 21	+ 73	0

Tabelle 04.13./17: Veränderungen der Wasserbeschaffenheit im Untergrund einer Ortschaft (MATTHESS, 1973)

	Grundwasser außerhalb der Verunreinigungszone mg/l	Grundwasser innerhalb der Ortschaft Maximalwerte mg/l
$\text{Cl}^-$	76	405
$\text{SO}_4^{2-}$	143	650
Erdalkalien (als $\text{Ca}^{2+}$ )	165	523
$\text{HCO}_3^-$	388	837
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch	9,5	34,4

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

Tabelle 04.13./18: Der mittlere Cadmiumgehalt einiger Obst-, Gemüse- und Getreidearten unbelasteter und cadmiumbelasteter Lebensräume in der DDR in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Trockensubstanz (KRONEMANN u. a., 1982)

Obst-, Gemüse- und Getreidearten	ohne Belastung	mit Belastung	Vervielfachung
Äpfel	51	113	2,2
Kartoffeln	38	114	3,0
Schnittbohnen	28	105	3,8
Zwiebeln	96	403	4,2
Tomaten	32	185	5,8
Kohlrabi	55	425	7,7
Möhren	73	573	7,8
Petersilie	136	1 091	8
Kohl	82	1 003	12
Salat	352	5 148	15
Roggen	68	258	3,8
Weizen	51	345	6,8
Gerste	26	246	9,5
Hafer	45	868	19,3

Tabelle 04.13./19: Der mittlere Cadmiumgehalt der Nieren und Leber von Kühen und Schafen unbelasteter und cadmiumbelasteter Lebensräume in der DDR in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Trockensubstanz (KRONEMANN u. a. 1982)

Tierart	Organ	ohne Belastung	mit Belastung	Vervielfachung
Kühe	Nieren	5,3	30	5,7
	Leber	0,72	3,2	4,4
Schafe	Nieren	2,4	21	8,8
	Leber	0,54	3,0	5,6

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

04.13.

Tabelle 04.13./20: Der mittlere Cadmiumgehalt des Trinkwassers unbelasteter und cadmiumbelasteter Lebensräume in der DDR in  $\mu\text{g/l}$  (KRONEMANN u. a., 1982)

Wasserart	ohne Belastung	mit Belastung	Vervielfachung
Trinkwasser	0,8	7,4	9,2

Tabelle 04.13./21: Mittlere Cadmiumkonzentrationen in Umweltmedien der DDR in Abhängigkeit des Territoriums (CUMBROWSKI, 1982)

Umweltmedien	Metallhüttengebiet	Industriegebiet	Großstadt	Kontrollgebiet
<b>Luft:</b>				
Aerosol ( $\mu\text{g/m}^3$ )	0,011	0,004	0,004	0,003
Sedimentationsstaub ( $\mu\text{g}\cdot 30 \text{ d}$ )	211,0	127,0	95,0	49,0
Trinkwasser ( $\mu\text{g/ml}$ )	2,7	0,15	0,6	0,48
<b>Lebensmittel:</b> ( $\mu\text{g/kg FG}$ )				
Gemüse	220,0	20,0	20,0	7,0
Kartoffel	90,0	80,0	30,0	13,0
Getreideerzeugnisse	-	-	50,0	60,0
Tierische Lebensmittel	-	-	30,0	30,0

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

Tabelle 04.13./22: Zusammenstellung von Standards, Richtlinien und Verordnungen zum Umweltschutz

Lfd. Nr.	Standard-, Gesetzblatt-, Verordnungs-Nr.	Titel	Ausgabe
1.	TGL 6466/01	Meliorationen; Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen; Güteanforderungen an Bewässerungswasser	12/77
2.	TGL 21 650/02	Luftfahrzeugeinsatz in der Landwirtschaft; Ausbringung von festen Düngemitteln und Saatgut	12/73
3.	TGL 24 198/01 /02 /03 /04 /05	Meliorationen, Gülleverwertung; Hygienische Forderungen -; -; Ausbringung mit Bewegungsanlagen -; -; Ausbringung mit Fahrzeugen -; -; Lagerung und Homogenisierung -; -; Terminologie	05/75 06/74 06/74 06/74 05/75
4.	TGL 24 346	Gewässerschutz; Schutz der Gewässer vor Produktionsabwässern landwirtschaftlicher Betriebe	04/71
5.	TGL 24 348/01 /02 /03 /04	Nutzung und Schutz der Gewässer; Trinkwasserschutzgebiete; Allgemeine Grundsätze -; -; Wasserschutzgebiete für Grundwasser -; -; Wasserschutzgebiete für Oberflächenwasser Schutz der Trinkwassergewinnung; Wasserschutzgebiete; Markierung im Gelände; Kennzeichnung in Karten	12/79 12/79 12/79 10/71
6.	TGL 25 830/01	Berechnung der Düngungsempfehlungen für mineralische und organische Düngung; Begriffe und Rahmenvorschrift	11/78



04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

04.13.

Fortsetzung Tabelle 04.13./22

Lfd. Nr.	Standard-, Gesetzblatt-, Verordnungs-Nr.	Titel	Ausgabe
	TGL 25 830/02	Berechnung der Düngungs-empfehlungen für mineralische und organische Düngung; Eingabedaten	11/78
	/03	-; Ausgabedaten	11/78
7.	TGL 26 056/02	Abwasserrückstände; Landwirtschaftliche und gärtnerische Verwertung	05/72
8.	TGL 22 213/01	Landeskultur und Umweltschutz; Schutz der Gewässer; Grundlegende Forderungen zum Schutz vor Mineralölen	09/76
	/02	-; -; Lagerung von Mineralölen	01/77
	/03	-; -; Umfüllung von Mineralölen	01/77
	/04	-; -; Transport von Mineralölen	01/77
	/05	-; -; Nutzbarmachung und schadlose Beseitigung mineralölhaltiger Abprodukte	01/77
	/06	-; -; Bekämpfung von Mineralölhavarien	01/77
9.	TGL 24 345	Landeskultur und Umweltschutz; Schutz der Gewässer; Grundlegende Forderungen beim Umgang mit organischen mineralischen Düngern	10/76

04.13.

04.00. Wasserbeschaffenheit

04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

Tabelle 04.13./23: Zusammenstellung von Gesetzen und Verordnungen zum Umweltschutz

Lfd. Nr.	Gesetz, Verordnung, Richtlinie	Gesetzblatt
1.	Gesetz vom 17. 04. 1963 über den Schutz, die Nutzung und die Instandhaltung der Gewässer und den Schutz vor Hochwassergefahren - Wassergesetz -	GBI. I Nr. 5 S. 77
2.	1. DVO vom 17. 04. 1963 zum Wassergesetz	GBI. II Nr. 43 S. 281
3.	2. DVO vom 16. 10. 1970 zum Wassergesetz	GBI. II Nr. 3 S. 25
4.	Gesetz vom 14. 05. 1970 über die planmäßige Gestaltung der sozialistischen Landeskultur in der Deutschen Demokratischen Republik - Landeskulturgesetz -	GBI I Nr. 12 S. 67
5.	1. bis 4. DVO zum Landeskulturgesetz	GBI. II Nr. 46 S. 331
6.	Verordnung vom 26. 02. 1981 zum Schutz des land- und forstwirtschaftlichen Grund und Bodens und zur Sicherung der sozialistischen Bodennutzung - Bodennutzungsverordnung -	GBI. I Nr. 10 S. 105
7.	1. bis 3. DVO vom 06. 03. 1968 Kurortverordnung	GBI. II Nr. 27 S. 115
8.	Verordnung vom 11. 07. 1974 über die Festlegung von Schutzgebieten für die Wasserentnahme aus dem Grund- und Oberflächenwasser zur Trinkwassergewinnung	GBI. I Nr. 37 S. 349
9.	Verordnung vom 23. 07. 1953 über die hygienische Überwachung von Wasser und Abwasser	GBI. II Nr. 90 S. 913
10.	Verordnung vom 15. 12. 1977 über die Staatliche Gewässeraufsicht	GBI. I Nr. 3 S. 52
11.	Verordnung vom 15. 12. 1977 über den Umgang mit Wasserschadstoffen - Wasserschadstoffverordnung -	GBI. I Nr. 3 S. 50
12.	Verordnung vom 13. 08. 1981 über den Havarieschutz	GBL. I Nr. 27 S. 329

04.00. Wasserbeschaffenheit  
04.13. Umweltbelastung, Umweltschutz

04.13.

Fortsetzung Tabelle 04.13./23

Lfd. Nr.	Gesetz, Verordnung, Richtlinie	Gesetzblatt
13.	Anordnung vom 12. 12. 1977 über die Inkraftsetzung der Liste der Schadstoffe	GBI.-SDr. Nr. 945
14.	Anordnung vom 20. 02. 1981 über die Inkraftsetzung der Liste der Schadstoffe	GBI.-SDr. Nr. 1059