

Mischwasserberechnung von TB Stubental, Denklingen mit Brunnen 1

Staatsforst

Parameter	Dimension	Bestimmungs- grenze	Grenzwert TVO	Denklingen TB Stubental 14.12.16	Staatsforst Brunnen 1 03.08.15
<u>II. Physikalisch-chemische Kenngrößen:</u>					
Wassertemperatur	°C			7.5	10.3
pH-Wert	-			7.23	7.33
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm		2790	606	560
Sauerstoff	mg/l	0.1		10.3	9.0
Freie Kohlensäure	mg/l	0.5		43.3	29.5
Basekapazität bis pH=8.2	mmol/l	0.05		0.98	0.67
Säurekapazität bis pH=8.2	mmol/l	0.05		< 0.05	< 0.05
Säurekapazität bis pH=4.3	mmol/l	0.05		6.32	5.72
Gesamthärte (CaCO ₃)	mmol/l	0.1		3.30	3.00
Gesamthärte	°dH	0.1		18.5	16.9
Karbonathärte	°dH	0.1		17.7	16.0
<u>Kationen:</u>					
Calcium	mg/l	1		87.9	83.0
Magnesium	mg/l	0.5		26.8	23.0
Natrium	mg/l	0.5	200	2.9	6.1
Kalium	mg/l	0.5		< 0.5	0.5
<u>Anionen:</u>					
Nitrat	mg/l	0.5	50	7.6	8.3
Chlorid	mg/l	0.5	250	5.6	12.0
Sulfat	mg/l	1	250	7.6	8.1
Kationensumme				6.73	6.31
Anionensumme				6.76	6.36
Ionenstärke	mmol/l			9.75	9.10

Parameter	Untersuchungsmethode
Wassertemperatur	DIN 38404-C4-2
pH-Wert	DIN 10523
Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888 C8
Sauerstoff	DIN EN 25813 G 21 o. EN 25814
Freie Kohlensäure	DIN 38409-H7-2-2
Basekapazität bis pH=8.2	DIN 38409-H7-2-2
Säurekapazität bis pH=8.2	DIN 38409-H7-1-1

Parameter	Untersuchungsmethode
Säurekapazität bis pH=4.3	DIN 38409-H7-1-2
Gesamthärte (CaCO ₃)	DIN 38409-H6 ber. als Calciumcarbonat
Gesamthärte	DIN 38409-H6
Karbonathärte	berechnet aus ks4,3
Calcium	DIN EN ISO 14911
Magnesium	DIN EN ISO 14911
Natrium	DIN EN ISO 14911

Parameter	Untersuchungsmethode
Kalium	DIN EN ISO 14911
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1 D20 2009
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 D20 2009
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 D20 2009
Kationensumme	berechnet
Anionensumme	berechnet
Ionenstärke	berechnet

Mischwasserberechnung von TB Stubental, Denklingen mit Brunnen 1

Staatsforst

Parameter	Dimension	Bestimmungsgrenze	Grenzwert TVO	Denklingen TB Stubental 14.12.16	Staatsforst Brunnen 1 03.08.15
berechneter pH-Wert	-			7.23	7.46
pH (Calcitsättigung)	-			7.23	7.31
Freie Kohlensäure (berechnet)	mg/l			43.9	22.4
Gleichgewichts-Kohlensäure	mg/l			43.8	29.6
Pufferungsintensität	mmol/l			2.01	1.12
Sättigungsindex (berechnet)	-			+/-0	+0,20
Delta-pH	-			+/-0	+0,15
Calcitlöse(-abscheide)kapazität	mg/l			+/-0	+17
<u>Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DI</u>					
Muldenquotient S1				0.07	0.11
Zinkgerieselquotient S2				2.58	3.79
Kupferquotient S3				79.88	67.84

Parameter	Untersuchungsmethode
berechneter pH-Wert	berechnet
pH (Calcitsättigung)	berechnet
Freie Kohlensäure (berechnet)	berechnet
Gleichgewichts-Kohlensäure	berechnet

Parameter	Untersuchungsmethode
Pufferungsintensität	berechnet
Sättigungsindex (berechnet)	berechnet
Delta-pH	berechnet
Calcitlöse(-abscheide)kapazität	DIN 38404-C10

Parameter	Untersuchungsmethode
Muldenquotient S1	berechnet
Zinkgerieselquotient S2	berechnet
Kupferquotient S3	berechnet

CHEMISCHES UND BIOLOGISCHES LABOR DR. FEIERABEND

Physikalische, physikalisch-chemische, chemische und mikrobiologische Trinkwasseruntersuchungen,
Untersuchungen von Roh-, Grund- und Abwasser - Probenahme - Gutachten

Labor Dr. Feierabend · Breitlestraße 9 · 88662 Überlingen

Gemeinde Denklingen
Hauptstr. 23

86920 Denklingen

24. Februar 2017
RF-Vo

Ihr Schreiben vom
Ihr Zeichen



Labor: Breitlestraße 9
Büro: Gällerstraße 19
88662 Überlingen -
Bodensee

Tel.: 07551/62715

Fax: 07551/67384

E-mail Adresse:

Labor.Dr.Feierabend@t-online.de

GUTACHTEN ZUR FRAGE DER WASSERMISCHUNG

des Rohwassers aus dem Brunnen 1 Staatsforst, WV Schongau
Entnahme am 03.08.2015

mit

dem Wasser aus dem Tiefbrunnen Stubental der WV Denklingen,

Entnahme am 14.12.2016

im Verhältnis 50 : 50



1. Allgemeines:

Für das Mischen und Verteilen von Trinkwässern unterschiedlicher Beschaffenheit ergeben sich deutliche Anforderungen hinsichtlich der Wasserqualität, insbesondere der korrosiven Eigenschaften. Im DVGW-Arbeitsblatt W 216 „Versorgung mit unterschiedlichen Trinkwässern“ sind hierzu entsprechende Maßnahmen aufgeführt.

Liegt ein Trinkwasser zeitlich wechselnder Beschaffenheit oder liegen zu mischende Trinkwässer unterschiedlicher Beschaffenheit vor, können Beeinträchtigungen durch Korrosionsvorgänge auftreten. Das Risiko von Störungen im Verteilungsnetz und in der Trinkwasserinstallation nimmt dabei zu, je öfter und stärker sich die Wasserbeschaffenheit ändert.

Weiterhin sollte sichergestellt sein, dass die Trinkwässer mikrobiologisch stabil sind, d.h. nicht zu Aufkeimungen neigen. Durch Änderung der Wasserbeschaffenheit können sich Art und Intensität der biologischen Besiedelung (Biofilme) ergeben.

Ziel technischer Maßnahmen bei der Versorgung mit unterschiedlichen Wässern muss sein, dass keine Nachteile für Wasserwerksanlagen, Rohrnetz und Abnehmer entstehen. Das kann erreicht werden durch

- gleich bleibende chemische Zusammensetzung,
- möglichst geringe Unterschiede der Wassereigenschaften in einem Versorgungsgebiet,
- Vermeidung von Korrosionen im Rohrnetz und in Hausinstallationen,
- Vermeidung von Inkrustierungen und Steinbildung in Heiz- und Warmwassersystemen.

Wässer unterschiedlicher Beschaffenheit sollten nicht ungezielt im Rohrnetz gemischt werden. Am günstigsten ist die Einspeisung von Trinkwässern unterschiedlicher Beschaffenheit in Mischbehältern oder anderen Behältern geeigneter Konstruktion. Eine ausreichende Mischung im Rohr, ggf. mit entsprechenden Einbauten, ist dagegen nur in Einzelfällen zu erreichen.

Durch die DAkkS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflabora-
torium.

Die Akkreditierung gilt für
die in der Urkunde aufge-
führten Prüfverfahren.

Zulassung als Untersu-
chungsstelle nach § 15
Abs. 4 Satz 2 der Trink-
wasserverordnung
(TrinkwV 2001) vom 21.
Mai 2001 (BGBl. I S. 959)
durch das Land Baden-
Württemberg (Landesliste)

Das DVGW-Arbeitsblatt W 216 definiert Trinkwässer gleicher Beschaffenheit auf der Grundlage praktischer Erfahrungen bei der Verteilung von Mischwässern und zeigt Maßnahmen auf, die bei Vorliegen von Wässern unterschiedlicher Beschaffenheit zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität notwendig sind. Letzteres betrifft beispielsweise Aufbereitungsverfahren wie Entsäuerung des Mischwassers oder einer Komponente, Enthärtung, Aufhärtung oder Zusatz von Korrosionsinhibitoren.

Es ist in korrosionschemischer Hinsicht problematisch, zwei oder mehr Wässer miteinander zu vermischen, welche sich in ihrer chemischen Beschaffenheit stärker voneinander unterscheiden. Wässer, welche sich vor ihrer Vermischung im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befanden, werden durch die Mischung oft kalkaggressiv. In seltenen Fällen kann auch ein kalkabscheidendes Wasser nach der Vermischung entstehen. Das gravierendste Problem bei der Vermischung von zwei oder mehreren Wässern ist also meist das Korrosionsverhalten. Daneben muß man aber auch z.B. mit einer Nachverkeimung des Wassers im Rohrleitungssystem rechnen. Unterliegt darüber hinaus die Wassermischung größeren Schwankungen in bezug auf das Mischungsverhältnis, ist das Auftreten von trübem, braunem Wasser beinahe die zwangsläufige Folge.

Zur Charakterisierung der Unterschiedlichkeit der chemischen Beschaffenheit von Trinkwässern kann das o. g. DVGW-Arbeitsblatt W 216 herangezogen werden. In einem Schaubild von sog. Parameterskalen wird für eine Anzahl an Wasserinhaltsstoffen aufgrund von Erfahrungswerten für jeden Parameter eine Skala dargestellt, welche so aufgebaut ist, daß für sämtliche Parameter die gleiche Bereichsbreite (gleiche Streckenlänge) gilt, innerhalb welcher die Konzentration des jeweiligen Stoffes der beiden zu mischender Wässer liegen muß, wenn ein Mischwasser gleichmäßiger Beschaffenheit resultieren soll. Will man beispielsweise wissen, ob zwei Wässer hinsichtlich irgendeines Analysenwertes von gleichmäßiger Beschaffenheit sind, trägt man die beiden Analysenwerte auf der zugehörigen Parameterskala ein. Das Mischwasser ist dann von einheitlicher Beschaffenheit, wenn beide Analysenwerte innerhalb der Strecke der Bereichsbreite liegen, welche für alle Parameterskalen die gleiche Länge hat. Ein Mischwasser von gleichmäßiger Beschaffenheit liegt auch dann vor, wenn die Bereichsbreite für den einen oder den anderen Stoff in der Mischung an einigen Tagen des Jahres überschritten wird.

Das sog. Mischungsdiagramm gibt darüber Aufschluß, wie sich die Konzentration eines beliebigen Wasserinhaltsstoffes ändert, wenn man zwei Wässer miteinander mischt. Darüber hinaus kann man anhand des Mischwasserdiagramms und der zugrunde liegenden korrosionschemischen Berechnung eine Aussage darüber treffen, bis zu welchem Verhältnis man zwei Wässer mischen kann, ohne daß man bei der Mischung kalkaggressive oder kalkabscheidende Tendenzen befürchten muß. Auf dem beigefügten Diagramm stellt die ausgezogene Linie (I) den Wert für die experimentell ermittelte und durch Rechnung auf den wahren Wert hochgerechnete freie Kohlensäure für alle Mischungen dar. Diese Linie verkörpert sozusagen den Realzustand in bezug auf die im Wasser gelöste Kohlensäure. Die gestrichelte Linie (II) gibt den Kohlensäurewert wieder, welcher die jeweilige Mischung aufweisen müßte, wenn sich die jeweilige Wassermischung im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befinden soll. Dies wäre dann der Idealzustand.

Die neue Trinkwasserverordnung 2001 (einschließlich ihrer „Dritten Verordnung zur Änderung der TrinkwV“ vom 18.11.2015) toleriert eine gewisse Abweichung vom Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht. Gemäß den gesetzlichen Auflagen der Anlage 3 Nr. 20 der Trinkwasserverordnung muß der pH-Wert im Grenzwert-Bereich von $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$ liegen. Wird dieser Grenzwert überschritten, so ist das Wasser als korrosiv zu bezeichnen. Zur Minimierung des Eintrags von Korrosionsprodukten aus metallischen Werkstoffen ist die Konzentration der Kohlensäure bzw. die Wasserstoffionen-Konzentration bis auf technisch unvermeidbare Konzentrationen zu verringern. Der pH-Wert sollte daher innerhalb des pH-Bereichs zwischen 6,5 und 9,5 einen möglichst hohen Wert haben, also eher > 8 als kleiner < 7 sein. Um die Belastung des Wassers für den menschlichen Gebrauch mit Schwermetallen aus metallischen Werkstoffen oder mit Asbestfasern aus Faserzementstoffen auf das technisch unvermeidbare zu begrenzen, ist es günstig einen möglichst hohen pH-Wert bzw. eine möglichst geringe Calcitlösekapazität einzustellen. Daher wurde in der Trinkwasserverordnung festgelegt, daß die Calcitlösekapazität höchstens 5 mg/l (erscheint auf *unserem* Analysenbefund als „Calcitlösevermögen: -5 mg/l“) betragen darf. Bei weichen Wässern ist diese Bedingung erfüllt, wenn ein pH-Wert von $\geq 7,7$ vorliegt. In der Praxis kann dieser pH-Wert durch die alleinige Verwendung von Calciumcarbonatfiltern erreicht werden. Bei harten Wässern kann der pH-Wert 7,7 nicht eingestellt werden, weil Störungen im Versorgungsnetz und in der Hausinstallation durch Kalkausscheidungen auftreten können. Daher ist in diesen Fällen der pH-Wert nur so weit anzuheben, daß die Calcitlösekapazität auf ≤ 5 mg/l sinkt. In der Praxis ist dies durch Belüftung mit Ausgasung von

Kohlenstoffdioxid (CO₂) möglich. Bei der Mischung von Wasser aus zwei oder mehr Wasserwerken darf die Calcitlösekapazität im Verteilungsnetz den Wert von 10 mg/l nicht überschreiten. [Die Trinkwasserverordnung von Grohmann, Hässelbarth, Schwerdtfeger, 4. Auflage von 2003]

Zur Mischwasserbegutachtung werden außerdem noch die Kriterien der DIN EN 12502 sowie DIN 50930 Teil 6 herangezogen. Die benötigten Angaben werden durch Berechnung ermittelt.

2. Auswertung gem. den Beurteilungskriterien des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts:

Auf dem beigefügten Mischungsdiagramm erkennt man, dass die durchgezogene Linie (I), welche den tatsächlichen Gehalt der jeweiligen Mischungen an Kohlensäure angibt, bei einem Anteil ca. 100-75 % Brunnen 1 Staatsforst (entsprechen 0-25 % Tiefbrunnen Stubental) unterhalb der gestrichelten Linie (II) verläuft, die den Kohlensäuregehalt bezeichnet, welchen die jeweilige Wassermischung aufweisen müsste (kalkabscheidender Bereich), und bei einem Anteil 100-75 % Tiefbrunnen Stubental (entsprechen 0-25 % Brunnen 1 Staatsforst) ganz knapp oberhalb der gestrichelten Linie (II) verläuft, die den Kohlensäuregehalt bezeichnet, welchen die jeweilige Wassermischung aufweisen müsste (kalklösender Bereich), wenn sich das Mischwasser genau im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befände.

Der jeweilige Fehl- bzw. Mehrbetrag an Kohlensäure gegenüber dem Gleichgewichtswert kann am senkrechten Abstand zwischen den Linien I und II des Diagramms abgelesen werden.

Die berechnete Calcitlösekapazität wird bei sämtlichen Mischungsverhältnissen gemäß Anlage 3 Nr. 20 der TrinkwVO erfüllt.

3. Auswertung gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt W 216 vom Juli 1996

Das DVGW-Arbeitsblatt W 216 läßt klar definierte Aussagen zur Beschaffenheit von einzelnen Wässern und von Mischwässern zu, wenn diese von gleichmäßiger Beschaffenheit sein sollen.

Zunächst ist die Überprüfung möglich, ob ein bestimmtes Wasser, unabhängig von seiner Vermischung mit einem oder mehreren anderen Wässern, von gleichmäßiger oder von zeitlich wechselnder Beschaffenheit ist. Hierzu sind mindestens zwei, möglichst jedoch mehr, Analysen vonnöten. Des weiteren läßt das Arbeitsblatt W 216 eine Überprüfung dahingehend zu, ob die zu mischenden Wässer von gleichmäßiger oder von unterschiedlicher Beschaffenheit sind. Es ist einleuchtend, daß diese Überprüfung nur dann sinnvoll ist, wenn die einzelnen zu mischenden Wässer jeweils von gleichmäßiger Beschaffenheit sind. Als letzte konkrete Aussage ist die Ermittlung der Bandbreite eines vorgegebenen Mischungsverhältnisses möglich. Damit werden die Mischungsgrenzen festgelegt, zwischen denen das vorgegebene Mischungsverhältnis variiert werden kann, ohne daß ein Mischwasser von zeitlich wechselnder Beschaffenheit entsteht. Diese Auswertung muß für alle im Arbeitsblatt W 212 aufgeführten Parameter durchgeführt werden. Für die endgültige Beurteilung ist dann die ermittelte geringste Bandbreite entscheidend.

Anwendung der Kriterien des Arbeitsblatts W 216 auf die in Frage kommenden Mischwässer:

3.1 Beschaffenheit der Einzelwässer:

Vom Wasser aus dem Brunnen 1 Staatsforst Schongau (Probenentnahme vom 3. Aug. 2015) sowie vom Wasser aus dem Brunnen Stubental Denklingen liegt jeweils nur ein Ergebnis (Probenentnahme vom 14. Dez. 2016) vor, so dass man davon ausgeht, dass ein Wasser von gleichmäßiger Beschaffenheit vorliegt.

3.2 Beschaffenheit des Wassers aus dem Tiefbrunnen Stubental, Denklingen und des Wassers aus dem Brunnen 1 Staatsforst, Schongau:

Die Auswertung nach W 216 erfolgte so, dass in den Diagrammen jeweils die Messwerte der Probenentnahme vom 14.12.2016 (Tiefbrunnen Stubental) und 03.08.2015 (Brunnen 1 Staatsforst) eingetragen wurden. Anhand des Diagramms erkennt man, dass für alle Parameter eine Schwankungsbreite resultiert, welche kleiner als die Bereichsbreite ist.

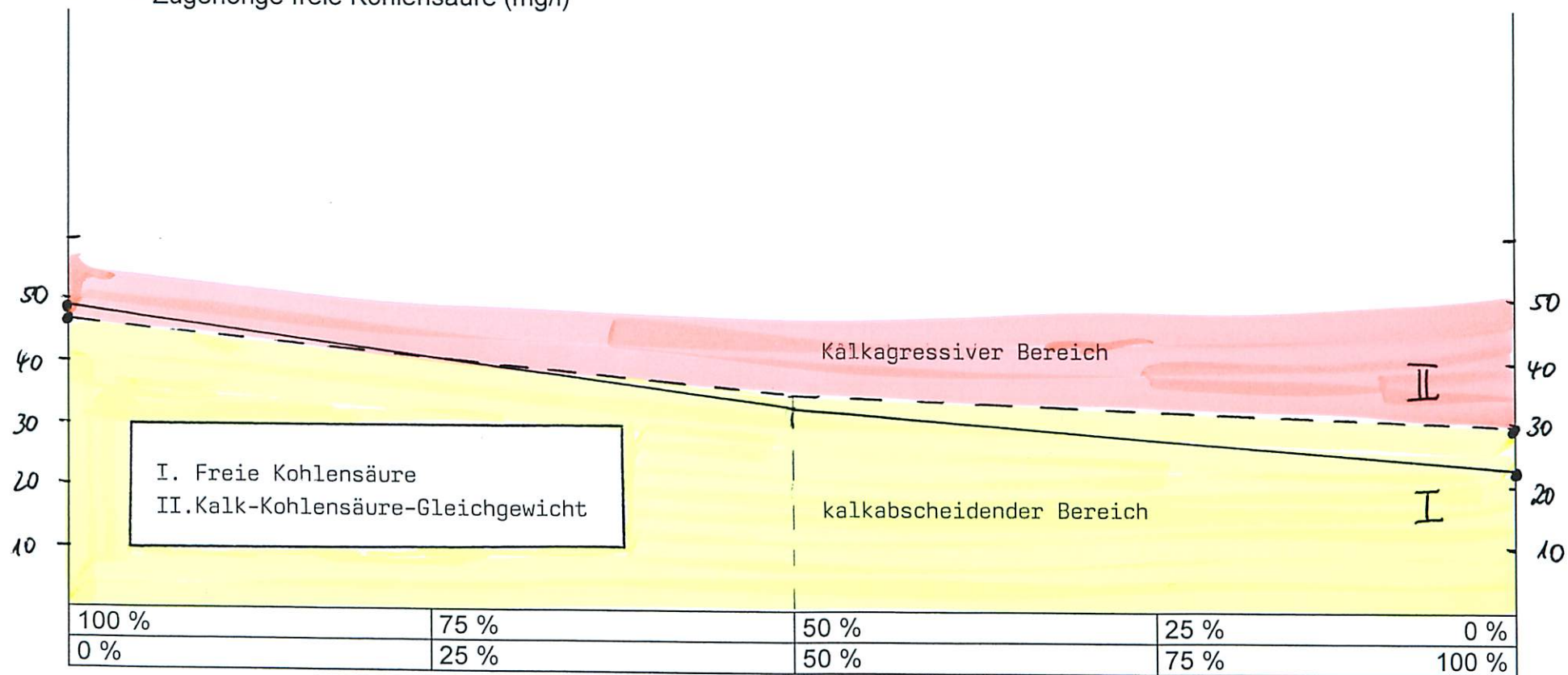
Mischungsdiagramm

für freie Kohlensäure (= Basekapazität bis pH=8,20)
und für Zugehörige Kohlensäure (= berechnet für das KKG) der Wässer

1. TB Stubental, Denklingen
2. Brunnen 1 Staatsforst

— Freie Kohlensäure (mg/l)

- - - Zugehörige freie Kohlensäure (mg/l)



Allgemeine Wasserdaten bei den Mischwassertemperaturen Tw

Anteil Wasser 1	%	100.0	87.5	75.0	62.5	50.0	37.5	25.0	12.5	0.0	
Anteil Wasser 2	%	0.0	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	
Tw	°C	7.500	7.800	8.200	8.600	8.900	9.300	9.600	10.000	10.300	
m-Wert	mmol/l	6.261	6.186	6.111	6.036	5.961	5.887	5.812	5.737	5.662	
p-Wert	mmol/l	-0.987	-0.925	-0.863	-0.801	-0.739	-0.677	-0.615	-0.554	-0.492	
pHb(Tw)	-	7.233	7.252	7.273	7.296	7.321	7.349	7.380	7.416	7.456	
LF(Tw)	mS/m	38.720	38.894	39.066	39.234	39.399	39.561	39.718	39.872	40.021	
LF(25 °C)	mS/m	59.778	59.454	59.129	58.802	58.474	58.144	57.812	57.478	57.141	
IOS(Tw)	mmol/l	9.751	9.669	9.588	9.506	9.424	9.342	9.260	9.178	9.095	
KS43/KB43 mA	mmol/l	6.320	6.245	6.170	6.095	6.020	5.945	5.870	5.795	5.720	
KS43/KB43 oA	mmol/l	6.268	6.193	6.119	6.044	5.970	5.896	5.821	5.747	5.673	
KB82/KS82	mmol/l	0.970	0.911	0.851	0.791	0.731	0.671	0.611	0.551	0.491	
Summe Erdalkalien	mmol/l	3.296	3.261	3.226	3.191	3.156	3.122	3.087	3.052	3.017	
Gesamthärte	°dGH	18.483	18.287	18.092	17.897	17.701	17.506	17.311	17.116	16.920	
Karbonathärte	°dKH	17.557	17.346	17.136	16.926	16.716	16.506	16.296	16.085	15.875	
Nichtkarbonathärte	°dNKH	0.926	0.941	0.956	0.971	0.985	1.000	1.015	1.030	1.045	
Anteil KH/GH	%	94.99	94.855	94.717	94.577	94.433	94.286	94.135	93.982	93.824	
Summe Kationen	meq/l	6.556	6.505	6.454	6.404	6.353	6.302	6.251	6.199	6.147	
Summe Anionen	meq/l	6.525	6.477	6.429	6.381	6.333	6.284	6.236	6.187	6.138	
Ladungsbilanz	%	0.466	0.429	0.392	0.355	0.317	0.278	0.239	0.199	0.159	

Calcit-Sättigungsdaten bei den Mischwassertemperaturen Tw

Anteil Wasser 1	%	100.0	87.5	75.0	62.5	50.0	37.5	25.0	12.5	0.0	
Anteil Wasser 2	%	0.0	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	
Tw	°C	7.500	7.800	8.200	8.600	8.900	9.300	9.600	10.000	10.300	
pHb(Tw)	-	7.233	7.252	7.273	7.296	7.321	7.349	7.380	7.416	7.456	
pHL(Tw)	-	7.234	7.236	7.238	7.240	7.242	7.244	7.246	7.249	7.251	
LF(Tw)	mS/m	38.720	38.894	39.066	39.234	39.399	39.561	39.718	39.872	40.021	
PI(Tw)	mmol/l	2.008	1.900	1.791	1.680	1.569	1.458	1.345	1.231	1.117	
pHc(Tw)	-	7.234	7.242	7.250	7.258	7.267	7.277	7.287	7.297	7.308	
pHb - pHc	-	-8.83 E-4	0.011	0.023	0.038	0.054	0.073	0.094	0.119	0.147	
SIc(Tw)	-	-1.35 E-3	0.016	0.035	0.056	0.079	0.105	0.134	0.167	0.204	
Dc(Tw)	mg/l	0.158	-1.810	-3.831	-5.903	-8.031	-10.215	-12.457	-14.760	-17.127	
CO ₂ , frei	mg/l	43.867	41.163	38.463	35.765	33.071	30.383	27.701	25.028	22.366	
CO ₂ , zugehörig	mg/l	43.798	41.944	40.112	38.304	36.519	34.760	33.026	31.320	29.641	
CO ₂ , überschüssig	mg/l	0.069	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
O ₂ -Sättigung(Tw)	%	86.515	85.87	85.202	84.513	83.801	83.066	82.309	81.529	80.726	
pHs(CO ₂)	-	7.234	7.236	7.238	7.239	7.241	7.243	7.245	7.248	7.250	
D(CO ₂)	mg/l	-0.139	1.575	3.301	5.038	6.786	8.546	10.317	12.100	13.894	
SI(atmCO ₂)	-	1.691	1.669	1.644	1.618	1.589	1.558	1.523	1.484	1.440	
Calcit-Sätt.-Zust.	-	gesättigt	gesättigt	gesättigt	abscheid.	abscheid.	abscheid.	abscheid.	abscheid.	abscheid.	

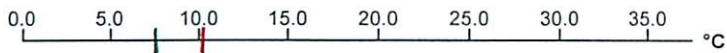
Korrosionschemische Parameter nach DIN 50930

Anteil Wasser 1	%	100.0	87.5	75.0	62.5	50.0	37.5	25.0	12.5	0.0	
Anteil Wasser 2	%	0.0	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	
S1 < 1	-	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	
S2 > 2	-	2.58	2.74	2.90	3.06	3.21	3.36	3.51	3.65	3.79	
S3 > 2	-	79.88	78.29	76.72	75.18	73.66	72.17	70.70	69.26	67.83	

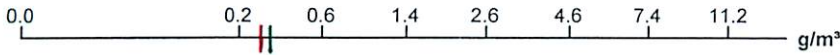
Wasserchemische Berechnung zur Calciumkarbonatsättigung für Mischwasserverläufe											
Projektname : Auftraggeber : Projekt-Info : Bearbeiter : Datum : Dateiname :		Speziessatz: UNBENANNT, Thermodyn. Datensatz: DIN, Status: Projekt ist berechnet 15.2.2017									
		Einzelwässer						Dateiname		Rechenmethode	
Wasser 1		TB Stubental						tbstuben.qsw		KN43 mA + pHm	
Wasser 2		Brunnen 1Staatsforst						br1staat.qsw		KN43 mA + pHm	
Ionengehalte und Gas-Partialdrücke											
Anteil Wasser 1	%	100.0	87.5	75.0	62.5	50.0	37.5	25.0	12.5	0.0	
Anteil Wasser 2	%	0.0	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0	
tNO3-	mg/l	7.6	7.687	7.775	7.862	7.95	8.038	8.125	8.213	8.3	
tSO4--	mg/l	7.6	7.662	7.725	7.788	7.85	7.913	7.975	8.038	8.1	
tCl-	mg/l	5.6	6.4	7.2	8.0	8.8	9.6	10.4	11.2	12.0	
tNa+	mg/l	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	
tK+	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
tMg++	mg/l	26.8	26.325	25.85	25.375	24.9	24.425	23.95	23.475	23.0	
tCa++	mg/l	87.9	87.287	86.675	86.063	85.45	84.838	84.225	83.613	83.0	
tCO3--	mg/l	434.936	426.727	418.517	410.308	402.099	393.889	385.68	377.471	369.262	
O2(aq)	mg/l	10.3	10.137	9.975	9.812	9.65	9.487	9.325	9.162	9.0	
CO2-Gas	mbar	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
O2-Gas	mbar	209.9	209.9	209.9	209.9	209.9	209.9	209.9	209.9	209.9	

Wasser 1: TB Stubental

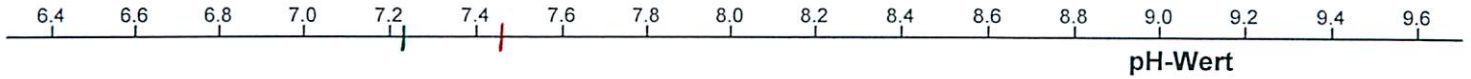
Wasser 2: Brunnen 1 Staatsforst



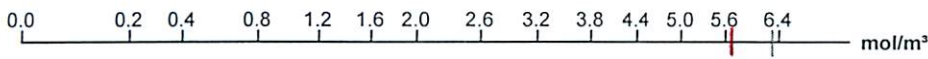
Temperatur (t)



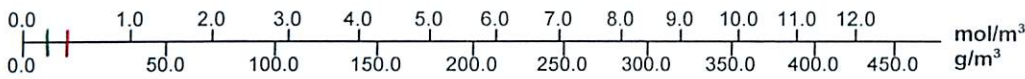
Sauerstoff (O₂)



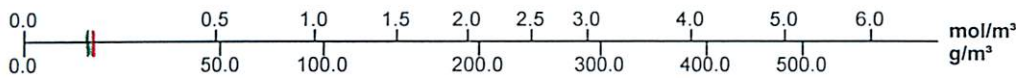
pH-Wert



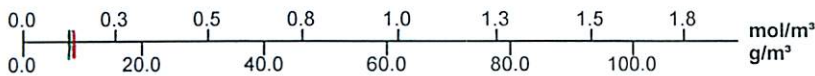
Säurekapazität
bis pH = 4,3 (K_S 4,3)



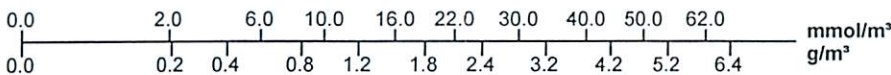
Chlorid (Cl⁻)



Sulfat (SO₄²⁻)



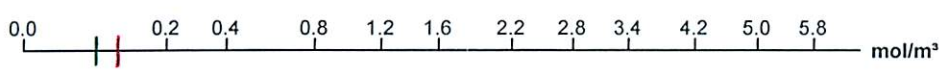
Nitrat (NO₃⁻)



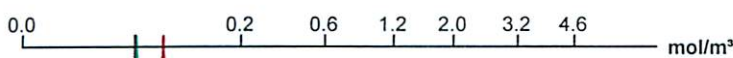
Phosphat (PO₄³⁻)



gel. org. gebundener
Kohlenstoff (DOC)



$$\frac{c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})}{K_{\text{S } 4,3}}$$



$$\frac{1}{2} \frac{c(\text{Na}^+) + c(\text{K}^+)}{c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Mg}^{2+})}$$

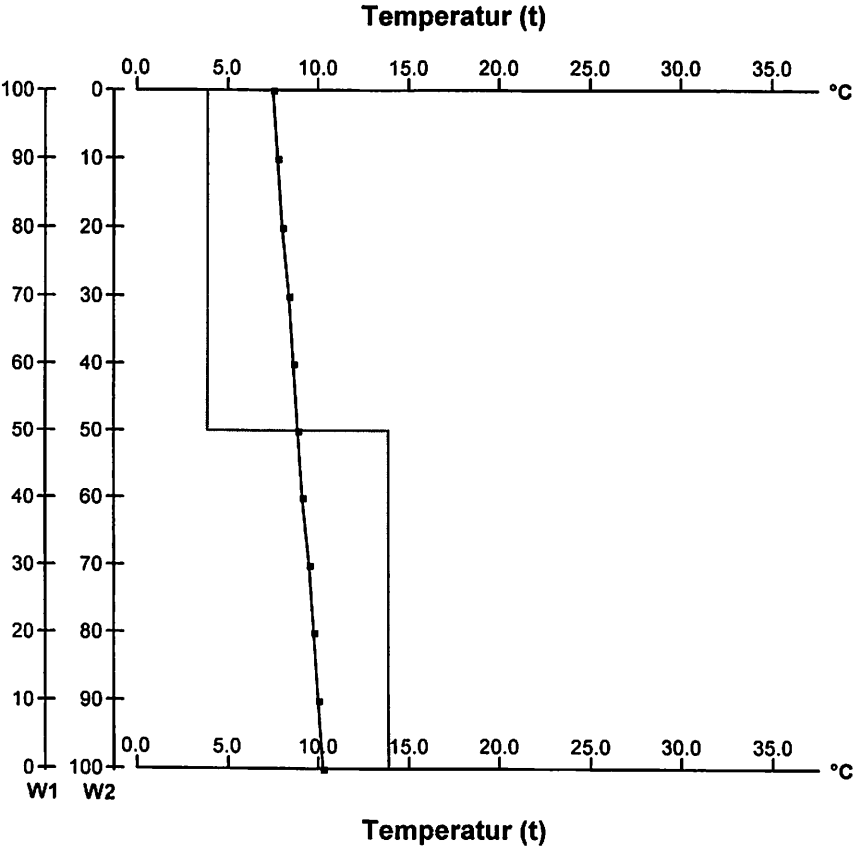
m
Bewertungsmaß

Temperatur (t)

m
Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %

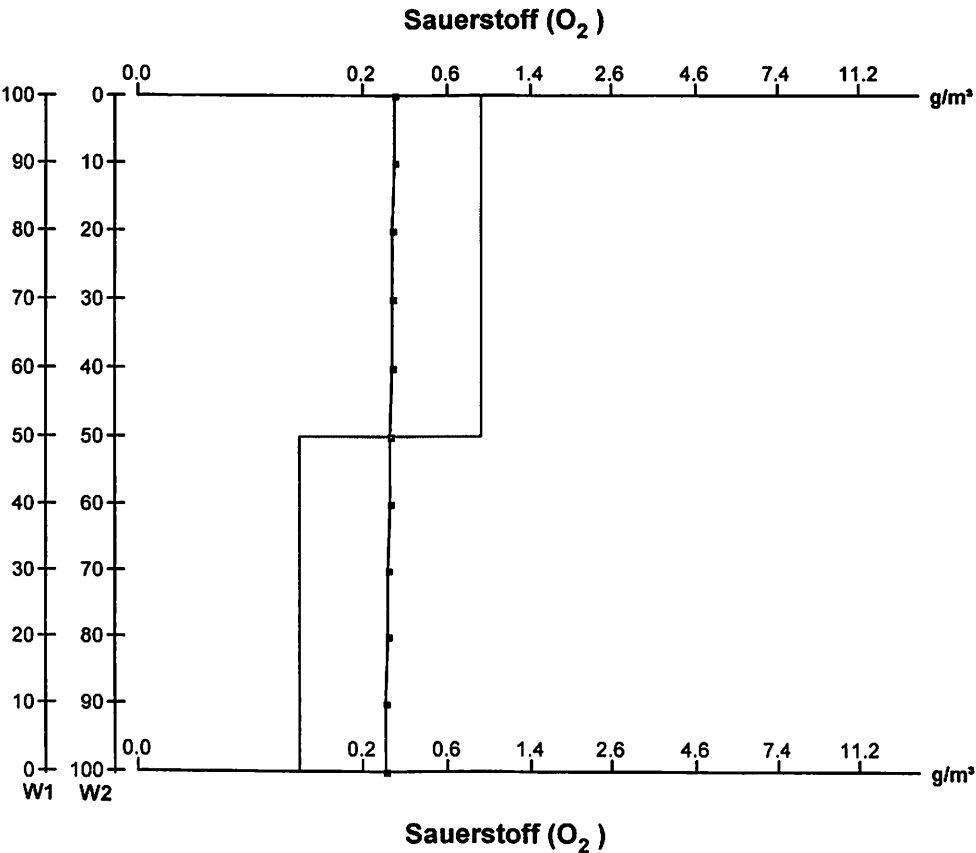


Sauerstoff (O₂)

m
Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %

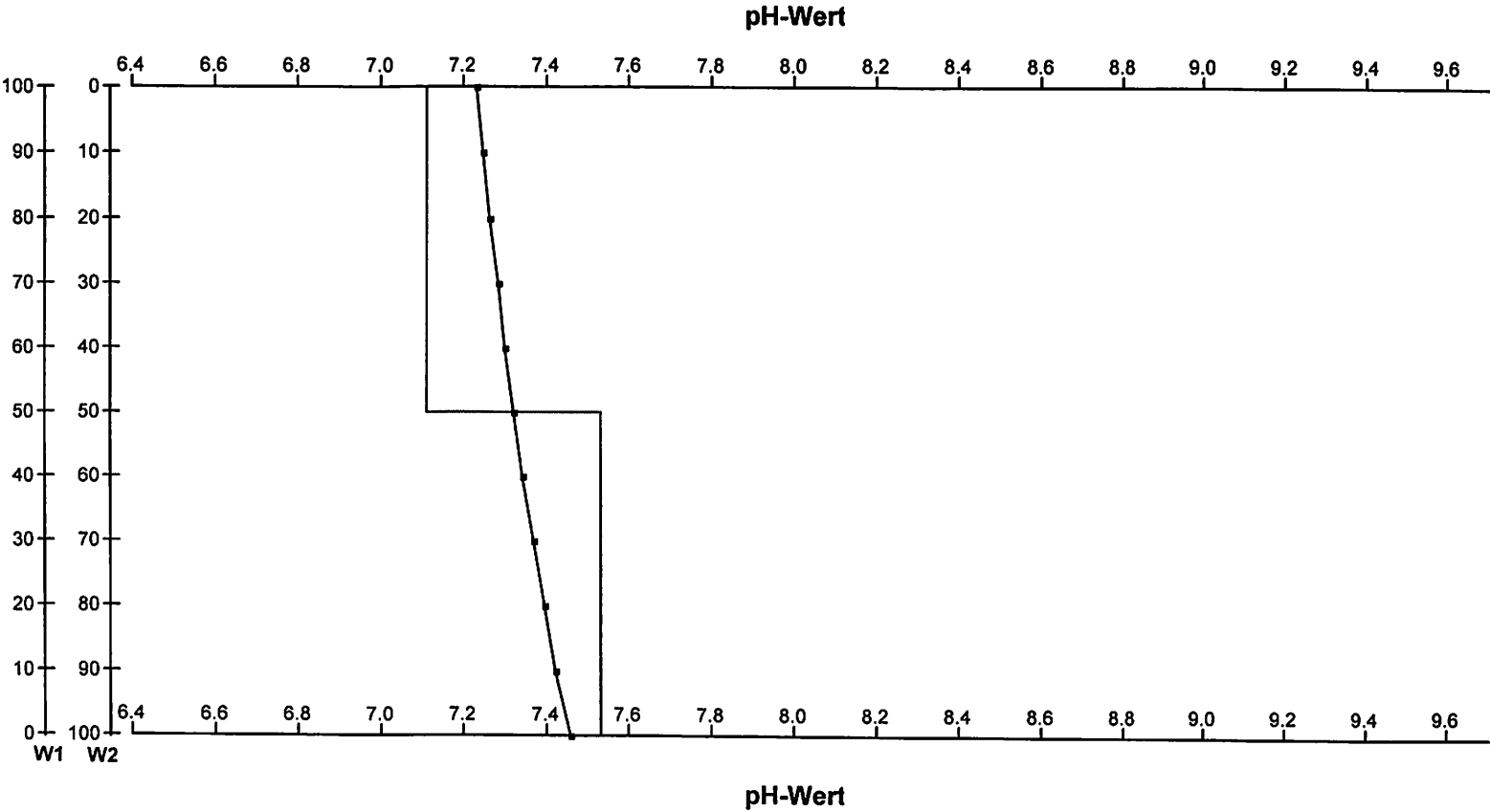


pH-Wert

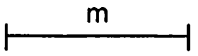
m
Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %



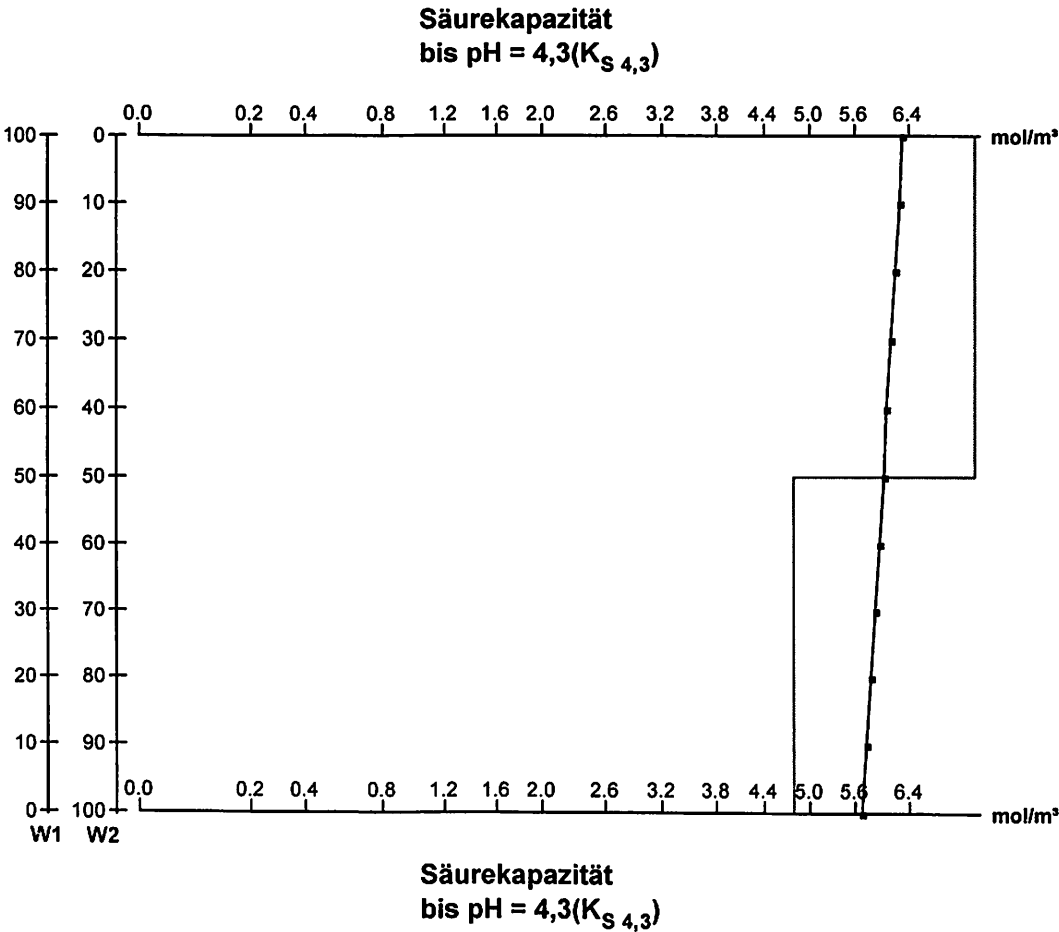
**Säurekapazität
bis pH = 4,3(K_{S 4,3})**



 Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
 W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %

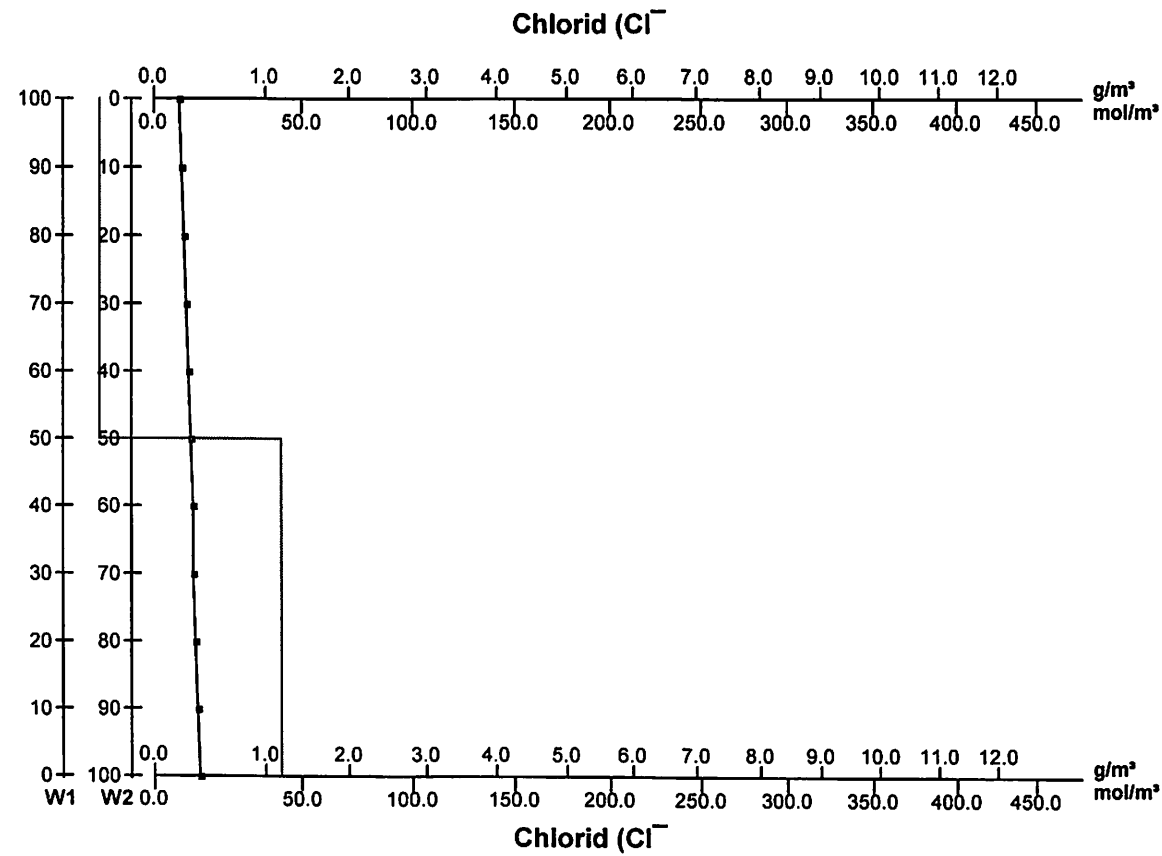


Chlorid (Cl⁻)

m
Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %

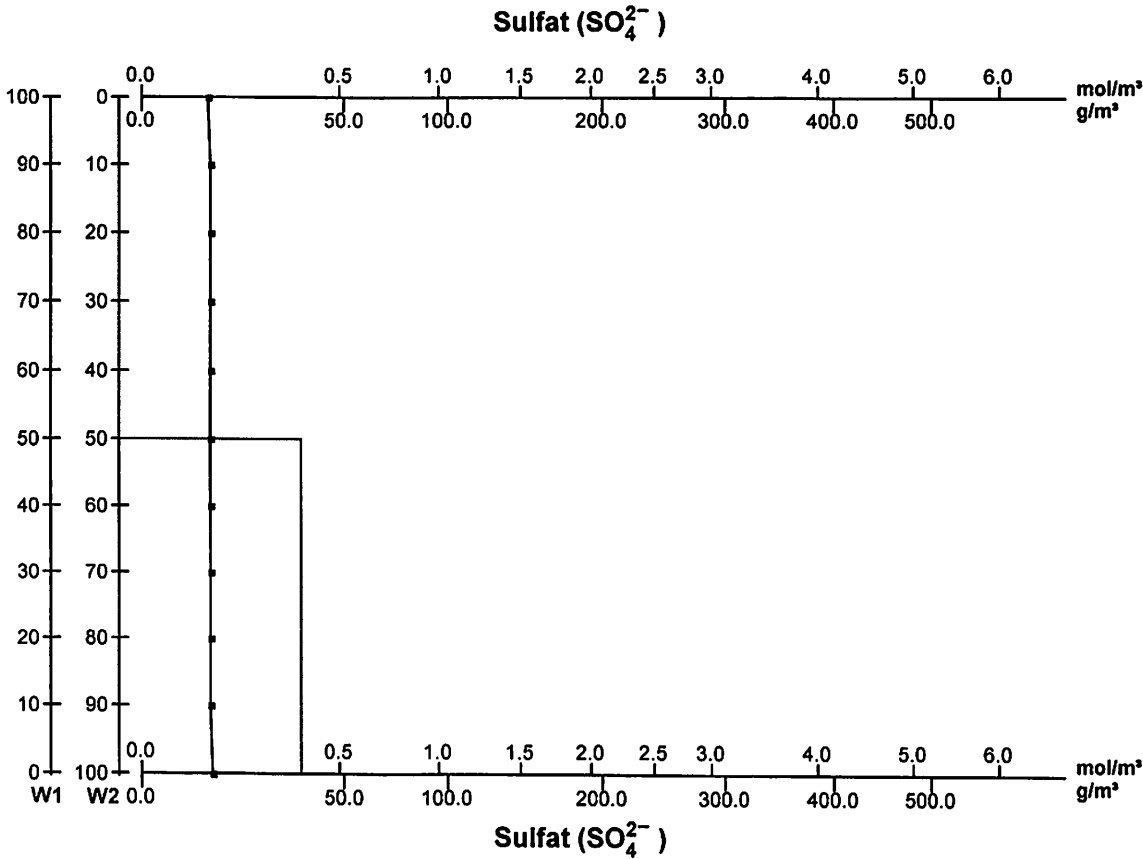


Sulfat (SO₄²⁻)

m
Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %

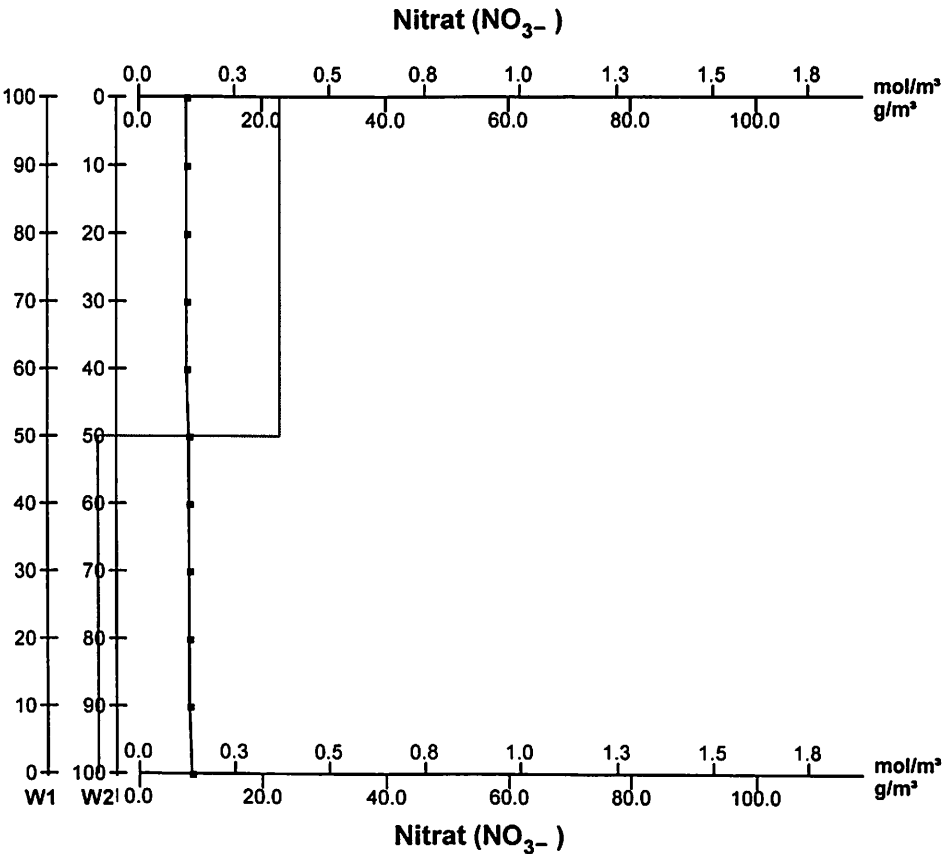


Nitrat (NO₃⁻)

m
Bewertungsmaß

W1: TB Stubental
W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %



$$\frac{c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})}{K_{S\ 4,3}}$$

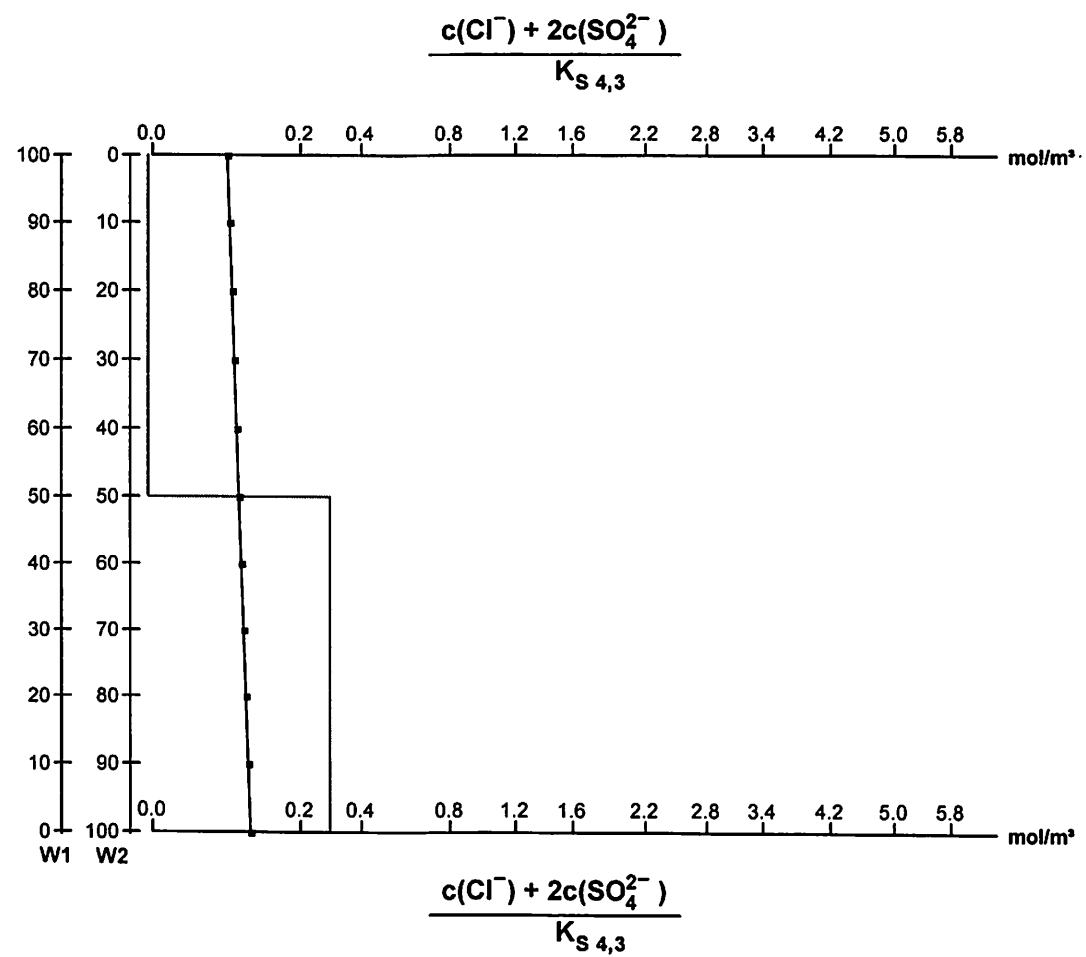
m

Bewertungsmaß

W1: TB Stubental

W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %



$$\frac{1}{2} \frac{c(\text{Na}^+) + c(\text{K}^+)}{c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Mg}^{2+})}$$

m

Bewertungsmaß

W1: TB Stubental

W2: Brunnen 1Staatsforst

Mischungs Verhältnis	W1	W2
50 : 50 —	0 - 100 %	0 - 100 %

