

1.11151.0001

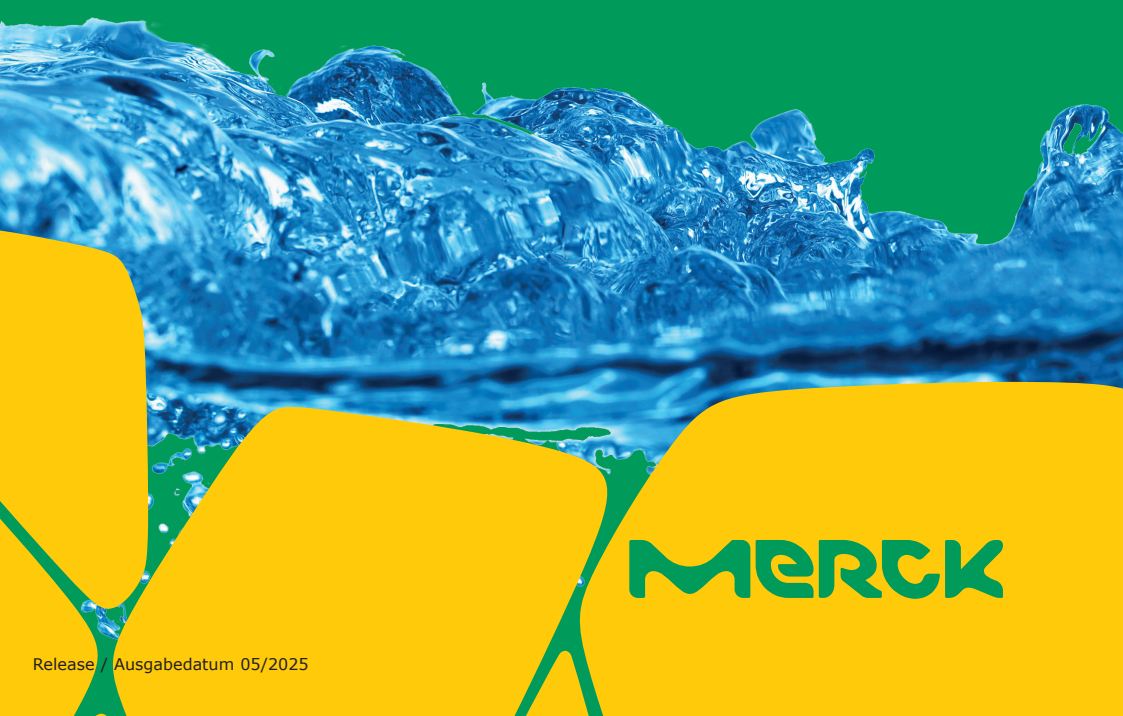
MQuant®

**Compact Laboratory for
Water Testing**

**Kompaktlabor für
Wasseruntersuchungen**

**for the determination of: ammonium, carbonate hardness
(acid-binding capacity), total hardness (and residual hard-
ness), nitrate, nitrite, pH, phosphate, oxygen and oxygen
consumption, temperature**

**zur Bestimmung von: Ammonium, Carbonathärte (SBV),
Gesamthärte (und Resthärte), Nitrat, Nitrit, pH, Phosphat,
Sauerstoff und Sauerstoff-Zehrung, Temperatur**



MERCK

Contents

1	Introduction	5
2	Parameters and number of determinations	5
3	Package contents	6
4	Safety and shelf-life	7
5	Principles and definitions	7
5.1	pH	7
5.2	Water hardness	8
5.3	Carbonate hardness	9
5.4	Oxygen consumption / biochemical oxygen demand (BOD)	10
6	Methods and measuring ranges / graduations	11
7	Sampling	13
8	General description of methods	13
9	General instructions for performing the analyses	14
10	Instructions for the determination of the individual parameters	15
10.1	Ammonium	15
10.2	Carbonate hardness (ANC)	17
10.3	Total hardness	18
10.4	Residual hardness	19
10.5	Nitrate	20
10.6	Nitrite	21
10.7	pH	22
10.8	Phosphate	23
10.9	Oxygen	24
10.10	Oxygen consumption (BOD _n)	27
10.11	Temperature	28
11	Influence of foreign substances	28
12	Method control	31
13	Refill packs and other reagents	32

Contents

Auxiliary tables*..... 33

**1 Orientational values for grading the quality of
 water bodies 33**

2 Conversion of hardness values 34

**3 Factors for the approximate calculation of the con-
 centration of free carbonic acid (CO₂) from the acid-
 binding capacity (ANC) as a function of pH 34**

**4 Oxygen saturation concentration of water (in mg/l)
 as a function of water temperature 35**

**5 Correction factors for the oxygen saturation index as
 a function of height above sea level resp. of atmo-
 spheric pressure 36**

**6 Optimum ranges, threshold values, and lethal limits
 of pH and water temperature for carp and rainbow
 trout..... 37**

**7 Limits for free ammonia (NH₃) for various fish
 species 37**

**8 Percentage of free ammonia (NH₃) in the total
 ammonium concentration as a function of water
 temperature and pH..... 38**

References 39

* The data given in the auxiliary tables have been taken from the scientific literature and may be subject to changes in accordance with the most recent state of research. In addition, limits may be subject to upward or downward adjustment due to specific environmental conditions or the physiological condition of organisms.

1 Introduction

The MQuant® Compact Laboratory for Water Testing contains all the reagents and auxiliaries necessary for the determination of the parameters of most relevance in connection with the assessment of the quality of water bodies.

The Compact Laboratory is suited for numerous applications, for example for monitoring the quality of waters, for supporting analyses in connection with the biological assessment of waters, and also in the academic and teaching fields.

The tests themselves are based on colorimetric and titrimetric methods. In addition to the instructions for use for the determination of the individual parameters, this brochure contains inter alia a section specifically devoted to sampling, general instructions for performing the analyses, and also detailed data regarding the influence of foreign substances. This supplementary information is also relevant for the determination of the individual parameters. In addition, on the enclosed color cards to be used for the colorimetric tests are provided brief illustrated instructions.

At the end of this brochure, a collection of tables and data is also provided that enables a differentiated assessment of water bodies and the conversion and correction of measurement values.



2 Parameters and number of determinations

Ammonium

50 determinations

Nitrite

200 determinations

Carbonate hardness (ANC)

150 determinations at 12.5 °e (10 °d)

pH

200 determinations

Total hardness

150 determinations at 12.5 °e (10 °d)

Phosphate

100 determinations

Nitrate

100 determinations

Oxygen

100 determinations at 8.5 mg/l O₂

3 Package contents

from MQuant® Ammonium Test, Cat. No. 1.08024:

- 1 bottle of reagent NH₄-1
- 1 bottle of reagent NH₄-2 (with integrated **blue** microspoon)
- 1 bottle of reagent NH₄-3

from MQuant® Carbonate Hardness Test, cat. No. 1.08048:

- 1 bottle of reagent CH-1
- 1 bottle of reagent CH-2 (with fitted titration pipette "°d - SBV mmol/l")

from MQuant® Total Hardness Test, Cat. No. 1.08039:

- 1 bottle of reagent H-1
- 1 bottle of reagent H-2 (with fitted titration pipette "°d - mg/l")

from MQuant® Nitrate Test, Cat. No. 1.11170:

- 1 bottle of reagent NO₃-1 (with integrated **green** microspoon)

from MQuant® Nitrite Test, Cat. No. 1.08025:

- 2 bottles of reagent NO₂-1
- 1 bottle of reagent NO₂-2 (with integrated **grey** microspoon)

from MQuant® pH Test, Cat. No. 1.08027:

- 1 bottle of reagent pH-1

from MQuant® Phosphate Test, Cat. No. 1.14661:

- 1 bottle of reagent PO₄-1
- 1 bottle of reagent PO₄-2 (with integrated **blue** microspoon)

from MQuant® Oxygen Test, Cat. No. 1.11107:

- 1 bottle of reagent O₂-1
- 1 bottle of reagent O₂-2
- 2 bottle of reagent O₂-3
- 1 bottle of reagent O₂-4
- 1 bottle of reagent O₂-5 (with fitted titration pipette "mg/l")

- 1 graduated 5-ml plastic syringe
- 3 test vessels with red ring markings
- 1 flat plastic stopper
- 3 test tubes with screw caps
- 1 oxygen reaction bottle (glass bottle with slanted ground-glass stopper and plastic or glass mixing element)
- 1 sliding comparator (black plastic holder to accommodate 2 test tubes)
- 1 color card for ammonium
- 1 color card for nitrate
- 1 color card for nitrite
- 1 color card for pH
- 1 color card for phosphate
- 1 floating thermometer
- 1 sheet of round stickers (for identifying the water samples and the screw caps of the test tubes)

4 Safety and shelf-life

Please observe the safety data sheets and also the warnings on the packaging materials!

Do not eat, drink, or smoke while performing the analyses. Avoid contact of the reagents with your hand; in the event of skin contact, wash off thoroughly under running water.

Store the Compact Laboratory in such a way that it is out of the reach of children and it cannot come into contact with food.

The test reagents are stable up to the date stated on the pack and labels when stored closed at +15 to +25 °C.

5 Principles and definitions

5.1 pH

The degree to which an aqueous solution is acidic or alkaline depends on the respective concentration of the hydrogen ions (H^+) and hydroxide ions (OH^-) resulting from the dissociation of water. This is described by the following formula

$$(\text{concentration } H^+) \times (\text{concentration } OH^-) = 10^{-14} [\text{mol/l}]^2,$$

also referred to as the "ionic product of water". From this formula it follows that the concentration of the H^+ ions or, respectively, of the OH^- ions can vary between $1 (= 10^0)$ mol/l and 10^{-14} mol/l upon the addition of an acid or base. Additionally, this formula is also an expression of the fact that the concentration of either of these ions cannot be altered without affecting that of the other. For the characterization of the acidic or alkaline reaction of an aqueous solution, it is thus sufficient to state the concentration of the H^+ ions. To avoid having to write out the figure awkwardly using decimal potencies, for diluted aqueous solutions it is standard practice to use the negative decimal logarithm of the figure value of the H^+ concentration. This is termed the pH value, or simply the pH.

$$pH = -\lg (\text{concentration } H^+)$$

5 Principles and definitions

5.1 pH

Depending on the respective pH, solutions are referred to as being acidic, neutral, or alkaline (basic):

Solution	pH	H ⁺ concentration in mol/l
acidic	< 7	> 10⁻⁷
strongly acidic	0 - 3	
weakly acidic	3 - 7	
neutral	<7	10 ⁻⁷ H ⁺ concentration = OH ⁻ concentration
alkaline (basic)	> 7	< 10⁻⁷
weakly alkaline	7 - 11	
strongly alkaline	11 - 14	

Hydrochloric acid with a concentration of 1 mol/l has a pH of approximately 0, sodium hydroxide solution with a concentration of 1 mol/l a pH of approximately 14, pure water a pH of 7.

5.2 Water hardness

The hardness (total hardness) of a water is due to its content of salts of the alkaline earth metals calcium, magnesium, strontium, and barium (hardening constituents). Since strontium and barium generally occur in waters only in trace amounts, the hardness is defined as the content in a water of calcium ions (Ca²⁺) and magnesium ions (Mg²⁺) in mmol/l. It is, however, conventional practice to set the water hardness in relation only to calcium, i.e. to express also the magnesium portion (generally approximately 15 - 30% of the total hardness) as calcium concentration.

Officially the water hardness must be expressed in SI units, i.e. in mmol/l Ca²⁺. However, the **German degree (°d)** or **English degree (°e)** is often used as a practical measurement unit; this is defined as follows:

$$1^{\circ}\text{d} = 10 \text{ mg/l CaO} = 17.85 \text{ mg/l CaCO}_3 = 1.25^{\circ}\text{e}$$

Since the molar mass of CaO is 56 mg/mmol, 10 mg CaO is equivalent to 10/56 = 0.178 mmol Ca²⁺, and the relation is thus

$$1^{\circ}\text{d} = 0.178 \text{ mmol/l Ca}^{2+}$$
$$1^{\circ}\text{e} = 0.142 \text{ mmol/l Ca}^{2+}$$

or

$$1 \text{ mmol/l Ca}^{2+} = 5.6^{\circ}\text{d} = 7.0^{\circ}\text{e}$$

Any hardness remaining after water-softening procedures is referred to as **residual hardness**.



5 Principles and definitions

5.2 Water hardness

Assessment of the water	Water hardness			
	in °d	in °e	in mmol/l (Ca + Mg)	in mg/l CaCO ₃
soft	< 8.4	< 10.5	< 1.5	< 150
moderately hard	8.4 - 14	10.5 - 17.5	1.5 - 2.5	150 - 250
hard	> 14	> 17.5	> 2.5	> 250



5.3 Carbonate hardness

The carbonate hardness is that proportion of all those **hardness ions** Ca²⁺ and Mg²⁺ present in one litre of water for which there is an equivalent quantity of hydrogen carbonate ions (HCO₃⁻) and carbonate ions (CO₃²⁻), which originate from dissolved carbonic acid. When the water boils for a relatively long time, except for a small amount, the hydrogen carbonates and carbonates of the hardening constituents are precipitated as insoluble carbonates. For this reason, the carbonate hardness was formerly also referred to as **temporary hardness** (in contrast to **permanent hardness**, which is caused by the sulfates and chlorides of the hardening constituents).

The carbonate hardness is - like the total hardness - usually expressed in mmol/l Ca²⁺, in °d or, respectively, in °e.

Since the hydrogen carbonate and carbonate ions present in a water are capable of binding acid (i.e. H⁺ ions), the carbonate hardness can also be expressed as the **acid-binding capacity (ANC)**. This is understood as that quantity of hydrochloric acid (0.1 mol/l) that is required to titrate 100 ml of water to a pH of 4.3. The acid-binding capacity of a given water sample, which is set in relation to the ions of carbonic acid, is exhausted at this pH, i.e. all hydrogen carbonate and carbonate ions have taken up H⁺ ions, with the result that only dissolved carbonic acid is still present. (This is why the German DIN 38409-H7 standard recommends the term **acid capacity to pH 4.3**.)

Since the acid-binding capacity is determined by means of titration with hydrochloric acid (addition of monovalent H⁺ ions), but on the other hand the carbonate hardness is defined as the concentration of bivalent hardness ions, the following formula applies:

$$\text{ANC [mmol/l]} / 2 = \text{carbonate hardness [mmol/l Ca}^{2+}\text{]}$$

5 Principles and definitions

5.3 Carbonate hardness

Using the formula stated in section 5.2, "Water hardness"

$$1 \text{ mmol/l Ca}^{2+} = 5.6^{\circ}\text{d} = 7.0^{\circ}\text{e}$$

it follows that

$$\text{ANC [mmol/l]} / 2 = \text{carbonate hardness [mmol/l Ca}^{2+}] = \text{carbonate hardness [}^{\circ}\text{d]} / 5.6 = \text{carbonate hardness [}^{\circ}\text{e]} / 7.0$$

or

$$\text{ANC [mmol/l]} \times 2.8 = \text{carbonate hardness [}^{\circ}\text{d]} = \text{carbonate hardness [mmol/l Ca}^{2+}] \times 5.6$$

and

$$\text{ANC [mmol/l]} \times 3.5 = \text{carbonate hardness [}^{\circ}\text{e]} = \text{carbonate hardness [mmol/l Ca}^{2+}] \times 7.0$$

The total hardness should also always be determined along with the carbonate hardness. This is because some water samples contain hydrogen carbonates and carbonates other than those of calcium and magnesium, meaning that under certain circumstances more hydrogen carbonate and carbonate ions may be present than the quantity equivalent to the hardness ions. Thus, the value found for the carbonate hardness may be higher than that found for the total hardness. In this case, for the carbonate hardness the value determined for the total hardness must be stated.

5.4 Oxygen consumption / biochemical oxygen demand (BOD)

The reduction of the oxygen content of a water caused by oxygen-consuming chemical and biochemical processes is generally referred to as **oxygen consumption**. When the oxygen depletion is due to microorganisms and the measurement is performed under defined conditions, this process is also referred to as **biochemical oxygen demand** or **BOD**. The BOD is defined as that amount of oxygen that is consumed by microorganisms in n days to oxidatively degrade the organic substances present in one litre of water at a temperature of 20 °C. The BOD provides a point of reference for the assessment of a water regarding its load with biologically oxidizable organic substances and its biological activity.

The reason why the BOD is not determined until after one or more days is because biological processes take considerably more time than chemical processes. In most cases organic substances have been biologically degraded to a degree of approximately 70% after five days ($n = 5$). Therefore, the BOD is generally determined after this period of time (BOD₅).

6 Methods and measuring ranges / graduations

	Method	Measuring range / graduation
Ammonium		
NH ₄ ⁺	Ammonium reacts with a chlorinating agent to form monochloramine, which in turn reacts with thymol to form green 2,2'-isopropyl-5,5' methyl indophenol. This is then determined colorimetrically.	0 - 0.2 - 0.4 - 0.6 - 1 - 2 -3 - 5 mg/l NH₄⁺
Carbonate hardness		
acid-binding capacity (ANC)	The water sample is titrated with hydrochloric acid (to pH 4.3), with an indicator changing from blue to red. All hydrogen carbonate and carbonate ions present in the water sample are measured in this titration or, respectively, the quantities of calcium and magnesium ions equivalent to these ions.	Measuring range with 1 full pipette: 0.2 - 20 °d 0.25 - 25 °e (ANC 0.1 - 7.2 mmol/l) Graduation of the titration pipette: 1 deviation = 0.2 °d (0.1 mmol/l, 0.25 °e)
Total hardness		
	Calcium and magnesium ions react with an indicator to form a red complex. Upon titration with Titriplex® III (ethylenedinitrilotetraacetic acid, disodium salt) the indicator is released from this complex, with a change in color to green.	Measuring range with 1 full pipette: 0.2 - 20 °d 0.25 - 25 °e (10 - 360 mg/l CaCO ₃) Graduation of the titration pipette: 1 deviation = 0.2 °d (10 mg/l, 0.25 °e)
Nitrate		
NO ₃ ⁻	Nitrate becomes reduced to nitrite, which reacts with sulfanilic acid to form a diazonium salt. This in turn reacts with 2,5-dihydroxybenzoic acid to form an orange-yellow azo dye, which is then determined colorimetrically.	0 - 10 - 25 - 50 - 75 - 100 - 125 - 150 mg/l NO₃⁻
Nitrite		
NO ₂ ⁻	Nitrite reacts with sulfanilic acid to form a diazonium salt, which in turn reacts with N-(1-naphthyl)ethylenediamine dihydrochloride to form a red-violet azo dye. This is then determined colorimetrically.	0 - 0.025 - 0.050 - 0.075 - 0.1 - 0.15 - 0.2 - 0.3 - 0.5 mg/l NO₂⁻



6 Methods and measuring ranges / graduations



Method		Measuring range / graduation
pH	An indicator added to the water sample assumes a color dependent on the pH; this color is then determined colorimetrically.	4.5 - 5.0 - 5.5 - 6.0 - 6.5 - 7.0 - 7.5 - 8.0 - 8.5 - 9.0
Phosphate		
PO ₄ ³⁻ (orthophosphate)	Orthophosphate ions react with molybdate ions to form molybdatophosphoric acid. This is in turn reduced to phosphomolybdenum blue (PMB), which is then determined colorimetrically.	0 - 0.25 - 0.50 - 0.75 - 1.0 - 1.5 - 2.0 - 3.0 mg/l PO₄³⁻
Oxygen		
O ₂	Oxygen oxidizes bivalent manganese to higher-valence manganese hydroxides. In the subsequent reduction with iodide to Mn(II), a quantity of iodine equivalent to the dissolved oxygen is formed, with the solution changing to violet to blue in color - depending on the oxygen content - in the presence of starch as indicator. The iodine is then titrated with sodium thiosulfate until decoloration of the solution.	Measuring range with 1 full pipette: 0.1 - 10 mg/l O₂ Graduation of the titration pipette: 1 division = 0.1 mg/l O₂

7 Sampling

In the case of surface waters, water samples should be taken from different places and from different depths, which are both to be recorded in a sampling protocol. Additionally the weather conditions and other special observations should also be recorded in the protocol.

In cases in which it is suspected that wastewater is being discharged, then a minimum of three samples should be taken, namely

- a) from the suspected source of discharge;
- b) from the polluted water downstream of the suspected point of discharge; and
- c) from a nonpolluted section of water, wherever possible upstream from the suspect point of discharge.

When investigating ponds and pools, samples should be taken for measurement at least at the inflow and the outflow.

Clean, tightly closing glass or plastic bottles are suitable for the collection of water samples.

It is advisable to take the individual samples at a water depth of 20 to 50 cm. Prior to taking the actual samples, the sample bottles must be thoroughly rinsed with the water to be tested. The bottles are subsequently filled and closed while submerged in the water, taking care to avoid trapping air bubbles in the bottles.

Depending on the composition of the water sample, the concentrations of the substances contained can change within a very short space of time as a result of physical, chemical, or biological processes. For this reason the samples should be analyzed as soon as possible after they have been taken. For short-term storage the samples should be kept in a cool (2 - 5°C) and dark place.

8 General description of methods

Titrimetric method

First an indicator is added to the sample. Then a reagent solution of defined concentration (**titration solution**) is added dropwise, to react with the substance to be determined. Once the entire quantity of the substance in question present in the measurement sample has reacted (**endpoint of the titration**), the indicator changes color (**color change**). The volume of titration solution required to bring about this change in color is proportional to the content of the substance in question in the measurement sample. Therefore, in the tests using a titration pipette, the content to be determined can be directly read off from the graduation scale on the pipette.

8 General description of methods

Colorimetric method

In this method reagents are added to the water sample that undergo a color reaction with the respective substance to be determined. The intensity of the color formed in this process is proportional to the content of the substance in question. This is why the color of the measurement solution is then compared with the color fields of a color card, each of which corresponds to a specific concentration. For this purpose, the open test vessel containing the measurement sample is moved along the row of color fields, reading off the concentration given for the field that best matches the sample when viewed from above (**color match**).

In the MQuant® Compact Laboratory for Water Testing, with the exception of the phosphate determination two test vessels are used for each color match. These vessels are inserted into a so-called **sliding comparator**; one vessel contains the measurement sample, the second the blank (water sample without reagents). The comparator is then moved along the color card until the best possible color match is achieved when the open test vessels are viewed from above. By means of the blank, any slight turbidities and intrinsic colorations of the water sample are automatically compensated for.

9 General instructions for performing the analyses

- Prior to their use, the test vessels or test tubes must be rinsed several times with the water to be tested.
- In connection with the ammonium, nitrate, nitrite, and phosphate tests, if the concentration of the substance in question is above the respective measuring range, then the water sample must be diluted with distilled or deionized water before the analysis. The concentration of the diluted solution should ideally be approximately in the middle of the measuring range. The measurement result must subsequently be multiplied by the dilution factor.
- The dropping bottles must be held vertically while adding the reagents. The drops must be added slowly (approx. 1 drop per second).
- The microspoons integrated into the screw caps of the reagent bottles must be used only for withdrawing and adding the respective reagents. Do not allow the microspoons to come into contact with other reagents or sample materials.
- Each reagent bottle must be closed with the respective screw cap immediately after withdrawal of the reagent. The enclosed stickers can be used to mark the screw caps to avoid confusion.
- The reagent bottles containing titration solutions in this Compact Laboratory already have the titration pipettes fitted. In the refill packs containing a titration pipette, the pipette is positioned alongside the reagent bottles and must be loosely attached to the bottle of titration solution in order to draw up the syringe.

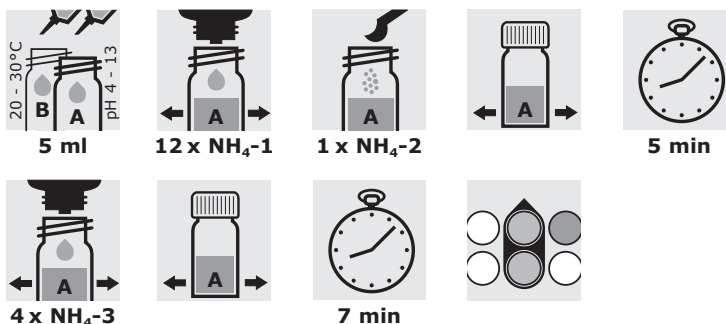
9 General instructions for performing the analyses

- While filling the titration pipettes care must be taken that no air enters the dropping tube. If this happens, return the titration solution to the reagent bottle and repeat the process.
- The scales on the titration pipettes are specific to the respective parameters. Care must therefore be taken not to confuse the titration pipettes.
- When performing titrimetric measurements, it is only the consumption of the titration solution that is dependent on the concentration of the substance to be determined, but not the consumption of the respective indicator solution. This is why there is usually a remainder of one of the solutions when the other has been fully used up.
- If the titration pipette is filled more than once, higher values than 1 pipette filling can be measured.
- For the colorimetric tests, in addition to the detailed instructions for use brief illustrated versions are provided on the respective color cards.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.1 Ammonium

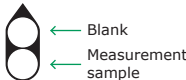
Procedure:



10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.1 Ammonium

Procedure:

Rinse two test tubes with screw caps several times with the pretreated sample.			
	Measurement sample	Blank	
Pretreated sample (20 - 30°C)	5 ml	5 ml	Inject into the test tube with the syringe.
Reagent NH ₄ -1	12 drops ¹⁾	-	Add, close the tube, and mix.
Reagent NH ₄ -2	1 level blue microspoon (in the cap of the NH ₄ -2 bottle)	-	Add, close the tube, and shake vigorously until the reagent is completely dissolved.
Leave to stand for 5 min.			
Reagent NH ₄ -3	4 drops ¹⁾	-	Add, close the tube, and mix.
Insert the test tubes into the sliding comparator as shown in the diagram and place the comparator on the color card as indicated by the latter.			
Leave to stand for 7 min.			
Slide the comparator along the color scale until the closest possible color match is achieved between the two open tubes when viewed above.			
Read off the result in mg/l NH ₄ ⁺ or NH ₄ -N from the color card indicated by the pointed end of the sliding comparator.			

¹⁾ Hold the bottle vertically while adding the reagent!

Notes:

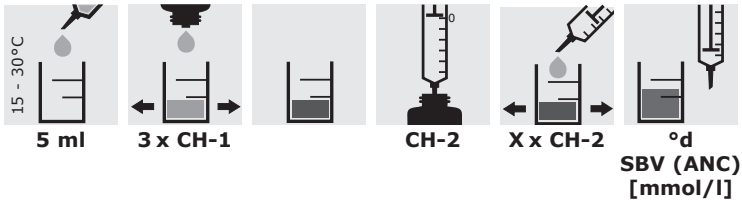
- Analyze samples immediately after sampling.
- Filter turbid water samples prior to the determination.
- Since ammonium ions are in a pH-dependent equilibrium with dissolved free ammonia (NH₃), also the latter is measured in the form of ammonium ions in this determination. Thus this test always measures the “total ammonium concentration”.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.2 Carbonate hardness (ANC)



Procedure:



Rinse the test vessel with the red ring markings several times with the pre-treated sample.		
Pretreated sample (15 - 30 °C)	5 ml	Inject into the test vessel with the syringe.
Reagent CH-1	3 drops ¹⁾	Add and swirl. The solution must turn blue in color. Otherwise no carbonate hardness can be determined.
Place the titration pipette loosely on the open reagent bottle CH-2. Slowly withdraw the piston of the titration pipette from the lowest position until the lower edge of the black piston seal is level with the zero mark of the scale. (This fills only the dropping tube with titration solution.) Remove the titration pipette and briefly wipe the tip of the dropping tube. Then slowly add the titration solution dropwise to the sample while swirling until its color changes from blue via grey (shortly before the complete color change) to red. Shortly before the color changes, wait a few seconds after adding each drop. Read off the result in °d or - as SBV (ANC, $K_{S4.3}$) - in mmol/l from the corresponding scale of the titration pipette at the lower edge of the black piston seal.		

¹⁾ Hold the bottle vertically while adding the reagent!

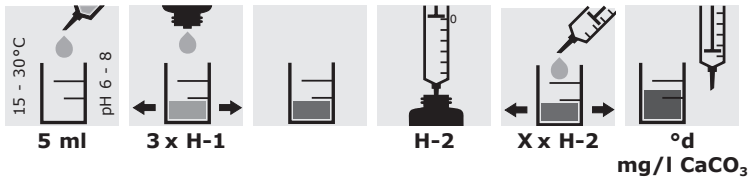
Notes:

- The total hardness should also always be determined along with the carbonate hardness.
If the value found for the carbonate hardness is higher than the value found for the total hardness, the latter must be taken also as the result for the carbonate hardness (see section 5, "Principles and definitions").
- While filling the titration pipette, it must **not** be screwed tightly on the reagent bottle!
- After the analysis inject any titration solution still remaining in the pipette back into the reagent bottle CH-2 and **close the reagent bottle tightly using the pipette instead of the screw cap**.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.3 Total hardness

Procedure:



Rinse a test vessel with the red ring markings several times with the pretreated sample.

Pretreated sample (15 - 30°C)	5 ml	Inject into the test vessel with the syringe.
Reagent H-1	3 drops ¹⁾	Add and swirl. The sample turns red in color in the presence of hardening constituents.

Place the titration pipette **loosely** on the open reagent bottle H-2. **Slowly** withdraw the piston of the titration pipette from the lowest position until the **lower** edge of the black piston seal is level with the zero mark of the scale. (This fills **only the dropping tube** with titration solution.)

Remove the titration pipette and briefly wipe the tip of the dropping tube. Then **slowly** add the titration solution dropwise to the sample **while swirling** until its color changes from **red** via **grey-violet** (shortly before the complete color change) to **green**. Shortly before the color changes, wait a few seconds after adding each drop.

Read off the result in °d or mg/l CaCO₃ from the corresponding scale of the titration pipette at the **lower** edge of the black piston seal.

¹⁾ **Hold the bottle vertically while adding the reagent!**

Notes:

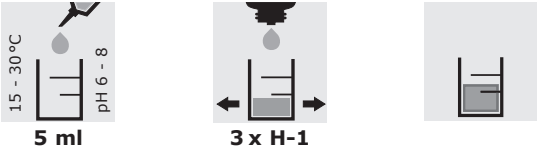
- The pH of the water sample should be within the range 6 - 8. Adjust, if necessary, with sodium hydroxide solution or hydrochloric acid.
- While filling the titration pipette, it must **not** be screwed tightly on the reagent bottle!
- After the analysis inject any titration solution still remaining in the pipette back into the reagent bottle H-2 and **close the reagent bottle tightly using the pipette instead of the screw cap**.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.4 Residual hardness



Procedure:



Rinse a test vessel with the red ring markings several times with the pretreated sample.		
Pretreated sample (15 - 30 °C)	5 ml	Inject into the test vessel with the syringe.
Reagent H-1	3 drops ¹⁾	Add and swirl.

¹⁾ **Hold the bottle vertically while adding the reagent!**

Evaluation:

Depending on the residual hardness present, the color of the reaction solution changes as follows:

green:	0 °d (0 °e), i. e. no residual hardness
grey-violet:	0.1 °d (0.1 °e)
red-violet:	0.5 °d (0.6 °e)
red:	over 0.5 °d (0.6 °e)

Note:

- The pH of the water sample should be within the range 6 - 8.
Adjust, if necessary, with sodium hydroxide solution or hydrochloric acid.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.5 Nitrate

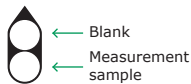
Procedure:



Rinse two test tubes with screw caps several times with the pretreated sample.

	Measurement sample	Blank	
Pretreated sample (15 - 25°C) Reagent NO ₃ -1	5 ml 2 level green microspoons (in the cap of the NO ₃ -1 bottle)	5 ml -	Inject into the test tube with the syringe. Add, close the tube tightly, and shake vigorously for 1 min.

Insert the test tubes into the sliding comparator as shown in the diagram and place the comparator on the color card as indicated by the latter.



Leave to stand for 5 min.

Slide the comparator along the color scale until the closest possible color match is achieved between the two open tubes when viewed above.

Read off the result in mg/l NO₃⁻ or NO₃-N from the color card indicated by the pointed end of the sliding comparator.

Notes:

- Filter turbid water samples prior to the determination.
- Any black residues occurring in the measurement sample are due to the reaction mechanism and have no effect on the measurement result.
- In determining nitrate, nitrite concentrations exceeding 0.5 mg/l are also detected (see section 11, "Influence of foreign substances"). The resultant error can be corrected approximately by calculation as follows:

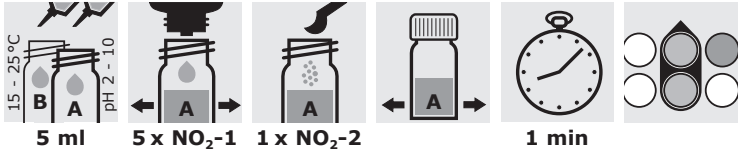
$$\text{Actual nitrate content} = \text{result for nitrate} - 1.35 \times \text{result for nitrite}$$



10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.6 Nitrite

Procedure:



Rinse two test tubes with screw caps several times with the pretreated sample.			
	Measurement sample	Blank	
Pretreated sample (15 - 25 °C)	5 ml	5 ml	Inject into the test tube with the syringe.
Reagent NO ₂ -1	5 drops ¹⁾	-	Add, close the tube, and mix.
Reagent NO ₂ -2	1 level grey microspoon (in the cap of the NO ₂ -2 bottles)	-	Add, close the tube, and shake vigorously until the reagent is completely dissolved .
Insert the test tubes into the sliding comparator as shown in the diagram and place the comparator on the color card as indicated by the latter.			← Blank ← Measurement sample
Leave to stand for 1 min.			
Slide the comparator along the color scale until the closest possible color match is achieved between the two open tubes when viewed above. Read off the result in mg/l NO ₂ ⁻ or NO ₂ -N from the color card indicated by the pointed end of the sliding comparator.			

¹⁾ Hold the bottle vertically while adding the reagent!

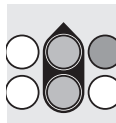
Notes:

- Analyze samples immediately after sampling.
- Filter turbid water samples prior to the determination. (For filtration use glass-fibre paper or a membrane filter washed with hot water.)

10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.7 pH

Procedure:



Rinse two test tubes with screw caps several times with the pretreated sample.

	Measurement sample	Blank	
Pretreated sample (15 - 25°C)	5 ml	5 ml	Inject into the test tube with the syringe.
Reagent pH-1	2 drops ¹⁾	-	Add, close the tube, and mix.

Insert the test tubes into the sliding comparator as shown in the diagram and place the comparator on the color card as indicated by the latter.



Blank
Measurement sample

Slide the comparator along the color scale until the closest possible color match is achieved between the two open tubes when viewed above.

Read off the pH from the color card indicated by the pointed end of the sliding comparator.

¹⁾ Hold the bottle vertically while adding the reagent!

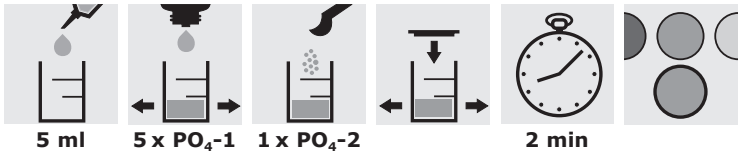
Notes:

- To distinctly recognize the color tone of the indicator, the samples should be colorless and clear, or only faintly colored and slightly turbid.
- After the determination, rinse the test tubes using distilled water only.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.8 Phosphate

Procedure:



Rinse a test vessel with the red ring markings several times with the pretreated sample.		
Pretreated sample Reagent PO ₄ -1 Reagent PO ₄ -2	5 ml 5 drops ¹⁾ 1 level blue microspoon (in the cap of the PO ₄ -2 bottle)	Inject into the test vessel with the syringe. Add and swirl. Add, close the vessel and shake vigorously until the reagent is completely dissolved.
Leave to stand for 2 min.		
Place the test vessel on the white area next to the color fields of the color card and determine with which field the color of the measurement solution, when viewed from above, coincides most exactly. Read off the result in PO ₄ ³⁻ from the color card.		

¹⁾ **Hold the bottle vertically while adding the reagent!**

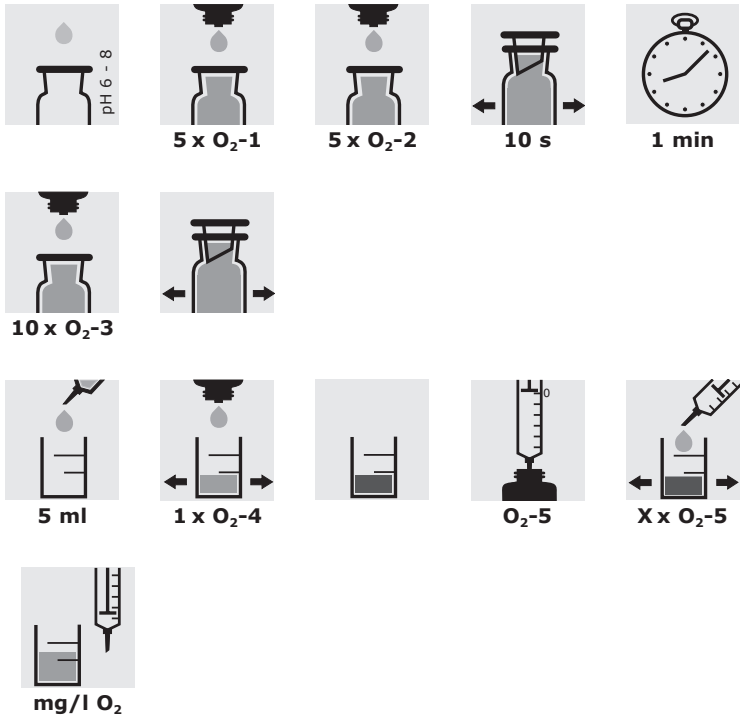
Notes:

- The pH of the water sample should be within the range 5 - 8. Adjust, if necessary, with sodium hydroxide solution or sulfuric acid.
- Filter turbid water samples prior to the determination.
- After the determination, rinse the test vessel with distilled water. **Do not use any phosphate-containing detergents.**

10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.9 Oxygen

Procedure:





10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.9 Oxygen

Procedure:

Rinse the oxygen reaction bottle several times with the pretreated sample, taking care that the mixing element does not fall out.		
Pretreated sample		Fill bubble-free into the oxygen reaction bottle to overflowing .
Reagent O ₂ -1	5 drops ¹⁾	Add.
Reagent O ₂ -2	5 drops ¹⁾	Add, close the bottle bubble-free with the ground-glass stopper, and mix for 10 sec .
Leave the closed oxygen reaction bottle to stand for 1 min at constant temperature. (A precipitate may be formed.)		
Reagent O ₂ -3	10 drops ^{1), 2)}	Add, close the bottle bubble-free with the ground-glass stopper, and mix thoroughly: sample-reagent mixture
Rinse the test vessel several times with the sample-reagent mixture .		
Sample-reagent mixture	5 ml	Inject into the test vessel with the syringe.
Reagenz O ₂ -4	1 drop ¹⁾	Add and swirl. Depending on the oxygen content, the solution turns violet to blue in color.
Place the titration pipette loosely on the open reagent bottle O ₂ -5. Slowly withdraw the piston of the titration pipette from its lowest position until the lower edge of the black piston seal is level with the zero mark of the scale. (This fills only the dropping tube with the titration solution.) Remove the titration pipette and briefly wipe the tip of the dropping tube. Then slowly add the titration solution dropwise to the sample while swirling until the sample becomes entirely colorless . Shortly before the color changes, wait a few seconds after adding each drop. Read off the result in mg/l from the scale of the titration pipette at the lower edge of the black piston seal.		

¹⁾ **Hold the bottle vertically while adding the reagent!**

²⁾ In the case of very high oxygen concentrations, an additional 1 - 3 drops of reagent O₂-3 must be added to ensure the complete dissolution of the precipitate.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.9 Oxygen

Notes:

- Analyze samples immediately after sampling. If this is not possible, immediately perform steps 1 and 2 to fix the oxygen contained in the sample. The closed reaction bottle, which must be free of air bubbles, can then be stored for a maximum of 24 hours, instead of 1 min as stated in step 2 (in a cool place protected from light).
- Some liquid overflows while adding reagents 1 and 2 and while inserting the ground-glass stopper. The glass bottle should therefore be placed, if necessary, in a bowl or on an insensitive surface (e. g. filter paper).
- Should a blue coloration of the solution recur after the titration has been completed, this must not be taken into account.
- While filling the titration pipette, it must **not** be screwed tightly on the reagent bottle!
- After the analysis inject any titration solution still remaining in the pipette back into the reagent bottle O₂-5 and **close the reagent bottle tightly using the pipette instead of the screw cap.**

10 Instructions for the determination of the individual parameters

10.10 Oxygen consumption (BOD_n)

Procedure:

1. Determine the oxygen content **immediately** after sampling and - if necessary - aeration of the sample (see section 10.9, "Oxygen"):
result 1.
2. Rinse the oxygen reaction bottle several times with sample water or, respectively, with aerated sample water. Then fill bubble-free to overflowing as in step 1, **but this time do not add any reagents**. Close the bottle and store for n days in the dark at 20 °C. (In most cases 5 days are appropriate; see section 5, "Principles and definitions".) Subsequently determine the oxygen content anew (see section 10.9, "Oxygen"):
result 2.

Evaluation:

Oxygen consumption in mg/l O₂ = result 1 - result 2

Notes:

- In the case of a low oxygen content and a high oxygen consumption (high organic load), the samples must be aerated at 20 °C prior to the determination (e.g. by stirring with a glass rod). Enrichment with oxygen is essential if – for the unaerated sample – **result 2** is lower than 2 mg/l O₂.
- Samples containing higher organisms (zooplankton) yield false-high oxygen consumption values.

10 Instructions for the determination of the individual parameters

en 10.11 Temperature

Procedure:

Immerse or float thermometer until the displayed temperature does not change.
Read off the result.

11 Influence of foreign substances

The individual determinations are not yet interfered with up to the concentrations of foreign substances given in the following tables.

The influence of surfactants was tested using the following substances:

Cationic surfactants:

N-cetylpyridinium chloride

Anionic surfactants:

Na-dodecyl sulfate

Hydrogen peroxide was used as oxidizing agent.

Seawater and brackish water were prepared in the following densities using natural sea salt:

Seawater 1.024 g/ml

Brackish water 1.015 g/ml

Water containing humic substances was prepared by diluting peat extract.

11 Influence of foreign substances

Tolerable concentration of foreign substances in mg/l - matrix influence

for ammonium		for carbonate hardness		for total hardness		for nitrate	
Al ³⁺	100	Al ³⁺	10	Al ³⁺	100	Al ³⁺	10
Ca ²⁺	100					Ca ²⁺	100
Cl ⁻	1000	Cl ⁻	1000	Cl ⁻	1000	Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	100	Cr ³⁺	100	Cr ³⁺	10	Cr ³⁺	1
Cr ₂ O ₇ ²⁻	100	Cr ₂ O ₇ ²⁻	10	Cr ₂ O ₇ ²⁻	100	Cr ₂ O ₇ ²⁻	1
Cu ²⁺	100	Cu ²⁺	1000	Cu ²⁺	1	Cu ²⁺	10
F ⁻	1000	F ⁻	100	F ⁻	100	F ⁻	100
Fe ²⁺	10	Fe ²⁺	10	Fe ²⁺	10	Fe ²⁺	10
Fe ³⁺	100	Fe ³⁺	10	Fe ³⁺	10	Fe ³⁺	1
Mg ²⁺	100					Mg ²⁺	100
Mn ²⁺	10	Mn ²⁺	1000	Mn ²⁺	10	Mn ²⁺	100
Na ⁺	1000	Na ⁺	1000	Na ⁺	1000	Na ⁺	100
		NH ₄ ⁺	1000	NH ₄ ⁺	1000	NH ₄ ⁺	100
NO ₂ ⁻	100	NO ₂ ⁻	100	NO ₂ ⁻	1000	NO ₂ ⁻	0,5
NO ₃ ⁻	1000	NO ₃ ⁻	1000	NO ₃ ⁻	1000		
PO ₄ ³⁻	1000	PO ₄ ³⁻	1000	PO ₄ ³⁻	100	PO ₄ ³⁻	100
polyphosphates	1000	polyphosphates	1000	polyphosphates	100	polyphosphates	100
S ²⁻	1	S ²⁻	100	S ²⁻	100	S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	1000	SiO ₃ ²⁻	100	SiO ₃ ²⁻	1000	SiO ₃ ²⁻	100
SO ₃ ²⁻	100	SO ₃ ²⁻	100	SO ₃ ²⁻	1000	SO ₃ ²⁻	100
SO ₄ ²⁻	1000	SO ₄ ²⁻	1000	SO ₄ ²⁻	1000	SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	1000	Zn ²⁺	1000	Zn ²⁺	10	Zn ²⁺	100
free chlorine	100	free chlorine	1	free chlorine	1	free chlorine	1
EDTA	1000	EDTA	1000	EDTA	100	EDTA	10
cationic surfactants	100	cationic surfactants	10	cationic surfactants	10	cationic surfactants	10
anionic surfactants	10	anionic surfactants	100	anionic surfactants	1000	anionic surfactants	100
oxidizing agents	100	oxidizing agents	1000	oxidizing agents	1000	oxidizing agents	10
seawater and brackish water: not suitable as sample material		seawater and brackish water: suitable as sample material		seawater and brackish water: suitable as sample material		seawater and brackish water: not suitable as sample material	
water containing humic substances: suitable as sample material		water containing humic substances: suitable as sample material		water containing humic substances: suitable as sample material		water containing humic substances: suitable as sample material	

11 Influence of foreign substances

Tolerable concentration of foreign substances in mg/l - matrix influence

en

for nitrite

Al ³⁺	1000
Ca ²⁺	1000
Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	100
Cr ₂ O ₇ ²⁻	1
Cu ²⁺	1000
F ⁻	1000
Fe ²⁺	10
Fe ³⁺	1
Mg ²⁺	1000
Mn ²⁺	1000
Na ⁺	1000
NH ₄ ⁺	1000
NO ₃ ⁻	1000
PO ₄ ³⁻	1000
polyphosphates	1
S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	100
SO ₃ ²⁻	10
SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	1000

free chlorine	0.1
EDTA	1000
cationic surfactants	100
anionic surfactants	10
oxidizing agents	1

seawater and
brackish water:
suitable as sample
material

water containing
humic substances:
suitable as sample
material

for pH

free chlorine	1000
EDTA	1000
cationic surfactants	10
anionic surfactants	1000
oxidizing agents	1000
seawater and brackish water: suitable as sample material	
water containing humic substances: yields false-low results	

for phosphate

Al ³⁺	1000
Ca ²⁺	1000
Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	1
Cr ₂ O ₇ ²⁻	10
Cu ²⁺	10
F ⁻	100
Fe ²⁺	10
Fe ³⁺	100
Mg ²⁺	1000
Mn ²⁺	1000
Na ⁺	1000
NH ₄ ⁺	1000
NO ₂ ⁻	1000
NO ₃ ⁻	1000
S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	1000
SO ₃ ²⁻	1000
SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	1000

free chlorine	100
EDTA	100
cationic surfactants	100
anionic surfactants	100
oxidizing agents	100

seawater and
brackish water:
suitable as sample
material

water containing
humic substances:
suitable as sample
material

for oxygen

Al ³⁺	100
Ca ²⁺	1000
Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	1
Cr ₂ O ₇ ²⁻	1
Cu ²⁺	1000
F ⁻	10000
Fe ²⁺	1
Fe ³⁺	100
Mg ²⁺	1000
Mn ²⁺	1000
Na ⁺	1000
NH ₄ ⁺	1000
NO ₂ ⁻	10
NO ₃ ⁻	1000
PO ₄ ³⁻	1000
polyphosphates	1
S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	1000
SO ₃ ²⁻	100
SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	100

free chlorine	1
EDTA	10
cationic surfactants	10
anionic surfactants	10
oxidizing agents	0.1

seawater and
brackish water:
suitable as sample
material

water containing
humic substances:
suitable as sample
material

12 Method control

The correct function of the test reagents, the auxiliaries, and the mode of working can be checked easily for some of the tests described here. For this purpose, a corresponding standard solution is diluted to a concentration that lies roughly in the middle of the measuring range of the respective test. The resultant solution is then analyzed in the same way as a normal sample. If the measurement result equals the desired value (**concentration of the standard solution x dilution factor**), the reagents and auxiliaries are in good order and the analysis has been performed correctly.



In the case of the pH test, an **undiluted** buffer solution with a pH of 7.00 is analyzed at 20°C.

By analyzing the water sample after the addition of a defined quantity of standard solution (standard addition, spiking), it is possible to check the tests for ammonium, nitrate, nitrite, and phosphate as to whether the measurement results are influenced by other substances present in the water sample (matrix effect). If there is no matrix effect, the recovery rate must be 100%.

The standard solutions given below are available for the described control measurements.

Item	Cat. No.	Content / pH
Ammonium standard solution Certipur® Ammonium chloride in water	1.19812	1000 mg/l NH ₄ ⁺
Nitrate standard solution Certipur® Sodium nitrate in water	1.19811	1000 mg/l NO ₃ ⁻
Nitrite standard solution Certipur® Sodium nitrite in water	1.19899	1000 mg/l NO ₂ ⁻
Buffer solution pH 7.00 Certipur®	1.09439	pH 7.00 at 20°C
Phosphate standard solution Certipur® Potassium dihydrogen phosphate in water	1.19898	1000 mg/l PO ₄ ³⁻

13 Refill packs and other reagents

Item	Cat. No.	Number of determinations / Package contents
MQuant® Ammonium Test with color card	1.08024	50 determinations
MQuant® Carbonate Hardness Test - Acid-binding capacity (ANC) with titration pipette	1.08048	300 determinations at 10 °d (12.5 °e) (ANC 3.6 mmol/l)
MQuant® Total Hardness Test with titration pipette	1.08039	300 determinations at 10 °d (12.5 °e)
MQuant® Total Hardness Test, H-1 Refill pack for 1.08039	1.11122	600 determinations in combination with 1.08203
MQuant® Total Hardness Test, H-2 Refill pack for 1.08039	1.08203	600 determinations in combination with 1.11122
MQuant® Nitrate Test with color card	1.11170	200 determinations
MQuant® Nitrite Test with color card	1.08025	200 determinations
MQuant® pH Test with color card	1.08027	400 determinations
MQuant® Phosphate Test in freshwater and seawater with color card	1.14661	100 determinations
MQuant® Oxygen Test with Oxygen Reaction Bottle and with titration pipette	1.11107	100 determinations at 8.5 mg/l O ₂
MQuant® Oxygen Test Refill pack for 1.11107 without Oxygen Reaction Bottle and without titration pipette	1.11152	100 determinations at 8.5 mg/l O ₂
MQuant® Oxygen Reaction Bottle	1.14663	1 bottle
MQuant® Flat-bottom tubes with screw caps for MQuant® tests with color-disk comparator	1.17988	12 test tubes
MQuant® Universal indicator strips pH 0 - 14	1.09535	100 strips
MQuant® pH-indicator strips pH 4.0 - 7.0	1.09542	100 strips
MQuant® Total Hardness Test test strips with color card	1.10025	100 determinations
MQuant® Carbonate Hardness Test - Acid-binding capacity (ANC) with dropping bottle	1.11103	100 determinations at 10 °d (12.5 °e) (ANC 3.6 mmol/l)
Sodium hydroxide solution 1 mol/l Titripur®	1.09137	1 l and up
Hydrochloric acid 1 mol/l Titripur®	1.09057	1 l and up
Sulfuric acid 0.5 mol/l Titripur®	1.09072	1 l and up

Auxiliary tables

1 Orientational values for grading the quality of water bodies

Quality class	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Organic load	unpolluted to very slightly polluted	slightly polluted	moderately polluted	critically polluted	strongly polluted	very strongly polluted	extremely polluted
BOD ₅ value in mg/l O ₂	1	1 - 2	2 - 6	5 - 10	7 - 13	10 - 20	> 15
Oxygen in mg/l O ₂	> 8	> 8	> 6	> 4	> 2	< 2	< 2
Oxygen saturation in %	86 - 100 up to 110		50 - 85 110 - 150		20 - 40 150 - 200		< 10 > 200
pH acidic	6.5 - 7.0		6.0 - 6.5		5.0 - 5.5		< 5.0
alkaline	7.0 - 7.5		8.0 - 8.5		9.0 - 9.5		10.0
Ammonium in mg/l NH ₄ -N	traces	approx. 0.1	< 0.3	< 1	0.5 to several mg/l	several mg/l	several mg/l
Nitrate in mg/l NO ₃ -N	≤ 1	≤ 1.5	≤ 2.5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20
Nitrite in mg/l NO ₂ -N	≤ 0.01	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.2	≤ 0.4	≤ 0.8	> 0.8
Orthophosphate in mg/l PO ₄	< 0.03		< 0.5		< 1		> 1
Total hardness in mmol/l	approx. 3.6		approx. 5.3		approx. 7.1		
Acid-binding capacity (ANC) in mmol/l	0.5 - 1.0		0.25 - 0.5		0.03 - 0.1		0.05
Iron in mg/l Fe	0 - 0.1		0.1 - 0.2		approx. 0.5		1.0
Chloride in mg/l Cl	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800

en

Auxiliary tables

2 Conversion of hardness values

Conversion	mmol/l Ca ²⁺ + Mg ²⁺	mg/l (ppm) Ca ²⁺	Germ. degree °d	Engl. degree °e	French degree °f	mg/l (ppm) CaCO ₃
1 mmol/l Ca ²⁺ + Mg ²⁺	1	40.08	5.61	7.02	10.01	100.1
1 mg/l (ppm) Ca ²⁺	0.025	1	0.140	0.175	0.250	2.50
1 German degree °d	0.178	7.15	1	1.25	1.78	17.85
1 English degree °e	0.142	5.71	0.799	1	1.43	14.25
1 French. degree °f	0.100	4.00	0.560	0.702	1	10.00
1 mg/l (ppm) CaCO ₃	0.010	0.400	0.056	0.070	0.100	1

3 Factors for the approximate calculation of the concentration of free carbonic acid (CO₂) from the acid-binding capacity (ANC) as a function of pH (from Hütter, 1990)

pH	Factor	pH	Factor	pH	Factor	pH	Factor
6.1	94	6.9	30.0	7.1	9.4	7.6	3.0
6.2	75	6.7	24.0	7.2	7.5	7.7	2.4
6.3	59	6.8	19.0	7.3	5.9	7.8	1.9
6.4	47	6.9	15.0	7.4	4.7	7.9	1.5
6.5	37	7.0	12.0	7.5	3.7	8.0	1.2

Example:

Measured values: ANC 1.5 mmol/l; pH 7.1

Factor from table = 9.4

Concentration of free carbonic acid = ANC x factor = 1.5 mmol/l x 9.4 = 14.1 mg/l CO₂

Auxiliary tables

4 Oxygen saturation concentration of water (in mg/l) as a function of water temperature (acc. to Oehme and Schuler, 1983)

The stated values relate to oxygen concentrations of pure water in equilibrium with atmospheric air (air-saturated water and water-vapour-saturated atmosphere) and apply for standard pressure, i.e. 1013 hPa (1013 mbar resp. 760 Torr).

There are slight variations in the values given in diverse publications for the oxygen saturation concentration of water. The data in the table correspond to the latest scientific status.

Temperature °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0	14.64	14.60	14.55	14.51	14.47	14.43	14.39	14.35	14.31	14.27
1	14.23	14.19	14.15	14.10	14.06	14.03	13.99	13.95	13.91	13.87
2	13.83	13.79	13.75	13.71	13.68	13.64	13.60	13.56	13.52	13.49
3	13.45	13.41	13.38	13.34	13.30	13.27	13.23	13.20	13.16	13.12
4	13.09	13.05	13.02	12.98	12.95	12.92	12.88	12.85	12.81	12.78
5	12.75	12.71	12.68	12.65	12.61	12.58	12.55	12.52	12.48	12.45
6	12.42	12.39	12.36	12.32	12.29	12.26	12.23	12.20	12.17	12.14
7	12.11	12.08	12.05	12.02	11.99	11.96	11.93	11.90	11.87	11.84
8	11.81	11.78	11.75	11.72	11.69	11.67	11.64	11.61	11.58	11.55
9	11.53	11.50	11.47	11.44	11.42	11.39	11.36	11.33	11.31	11.28
10	11.25	11.23	11.20	11.18	11.15	11.12	11.10	11.07	11.05	11.02
11	10.99	10.97	10.94	10.92	10.89	10.87	10.84	10.82	10.79	10.77
12	10.75	10.72	10.70	10.67	10.65	10.63	10.60	10.58	10.55	10.53
13	10.51	10.48	10.46	10.44	10.41	10.39	10.37	10.35	10.32	10.30
14	10.28	10.26	10.23	10.21	10.19	10.17	10.15	10.12	10.10	10.08
15	10.06	10.04	10.02	9.99	9.97	9.95	9.93	9.91	9.89	9.87
16	9.85	9.83	9.81	9.78	9.76	9.74	9.72	9.70	9.68	9.66
17	9.64	9.62	9.60	9.58	9.56	9.54	9.53	9.51	9.49	9.47
18	9.45	9.43	9.41	9.39	9.37	9.35	9.33	9.31	9.30	9.28
19	9.26	9.24	9.22	9.20	9.19	9.17	9.15	9.13	9.11	9.09
20	9.08	9.06	9.04	9.02	9.01	8.99	8.97	8.95	8.94	8.92
21	8.90	8.88	8.87	8.85	8.83	8.82	8.80	8.78	8.76	8.75
22	8.73	8.71	8.70	8.68	8.66	8.65	8.63	8.62	8.60	8.58
23	8.57	8.55	8.53	8.52	8.50	8.49	8.47	8.46	8.44	8.42
24	8.41	8.39	8.38	8.36	8.35	8.33	8.32	8.30	8.28	8.27
25	8.25	8.24	8.22	8.21	8.19	8.18	8.16	8.15	8.14	8.12
26	8.11	8.09	8.08	8.06	8.05	8.03	8.02	8.00	7.99	7.98
27	7.96	7.95	7.93	7.92	7.90	7.89	7.88	7.86	7.85	7.83
28	7.82	7.81	7.79	7.78	7.77	7.75	7.74	7.73	7.71	7.70
29	7.69	7.67	7.66	7.65	7.63	7.62	7.61	7.59	7.58	7.57
30	7.55	7.54	7.53	7.51	7.50	7.49	7.48	7.46	7.45	7.44
31	7.42	7.41	7.40	7.39	7.37	7.36	7.35	7.34	7.32	7.31
32	7.30	7.29	7.28	7.26	7.25	7.24	7.23	7.21	7.20	7.19
33	7.18	7.17	7.15	7.14	7.13	7.12	7.11	7.09	7.08	7.07
34	7.06	7.05	7.04	7.02	7.01	7.00	6.99	6.98	6.97	6.96
35	6.94	6.93	6.92	6.91	6.90	6.89	6.88	6.87	6.85	6.84
36	6.83	6.82	6.81	6.80	6.79	6.78	6.77	6.75	6.74	6.73
37	6.72	6.71	6.70	6.69	6.68	6.67	6.66	6.65	6.64	6.63
38	6.61	6.60	6.59	6.58	6.57	6.56	6.55	6.54	6.53	6.52
39	6.51	6.50	6.49	6.48	6.47	6.46	6.45	6.44	6.43	6.42
40	6.41	6.40	6.39	6.38	6.37	6.36	6.35	6.34	6.33	6.32

Example:

Measured value: water temperature 10.5°C; oxygen concentration 9 mg/l

Oxygen saturation concentration from table = 11.12 mg/l

en

Auxiliary tables

4 Oxygen saturation concentration of water (in mg/l) as a function of water temperature (acc. to Oehme and Schuler, 1983)

The oxygen concentration measured at a specific water temperature and the oxygen saturation concentration given in the table for the same temperature can be used to calculate the oxygen saturation index (relative oxygen saturation in %):

Oxygen saturation index = $\frac{\text{Oxygen concentration (measured value)} \times 100\%}{\text{Oxygen saturation concentration (from table)}}$

Example:

Measured values: water temperature 10.5°C; oxygen concentration 9 mg/l
Oxygen saturation concentration from table = 11.12 mg/l
Oxygen saturation index = $9 \times 100 / 11.12 = 80.9\%$

Assuming a constant oxygen concentration, according to the equation given above the oxygen saturation index increases when the oxygen saturation concentration of water decreases. The latter is the case at increasing height above sea level, i.e. when the atmospheric pressure drops.

Table 5 gives the correction factors for the oxygen saturation index as applicable for various heights above sea level.

Dissolved salts reduce the oxygen saturation concentration.

5 Correction factors for the oxygen saturation index as a function of height above sea level resp. of atmospheric pressure (from Schwoerbel, 1979)

Height m	Pressure hPa (mbar)	Factor	Height m	Pressure hPa (mbar)	Factor
0	1013	1.00	1300	862	1.17
100	1000	1.01	1400	852	1.19
200	988	1.03	1500	841	1.20
300	976	1.04	1600	830	1.22
400	964	1.05	1700	820	1.24
500	952	1.06	1800	810	1.25
600	940	1.08	1900	801	1.26
700	928	1.09	2000	7.92	1.28
800	916	1.11	2100	782	1.30
900	905	1.12	2200	773	1.31
1000	894	1.12	2300	764	1.33
1100	884	1.15	2400	754	1.34
1200	873	1.16	2500	746	1.36

Example:
Height above sea level 400 m resp. atmospheric pressure 964 hPa; calculated oxygen saturation index 80.9%
Corrected oxygen saturation index = calculated oxygen saturation index x factor from table = $80.9\% \times 1.05 = 84.9\%$

Conversion of different pressure units:
1 hPa (hectopascal) = 1 mbar (millibar) = 0.75 Torr
1 Torr = 1 mm Hg = 1.333 hPa

Auxiliary tables

6 Optimum ranges, threshold values, and lethal limits of pH and water temperature for carp and rainbow trout (from Steffens, 1981)

Fish species	pH Optimum range	Threshold value	Lethal limit
Carp	6.5 - 8.0	5.5;10.0	4.8;10.8
Rainbow trout	6.5 - 7.5	5.5;9.0	4.8;9.2

Fish species	Water temperature in °C Optimum range	Threshold value	Lethal limit
Carp	22 - 28	0; 36	38
Rainbaow trout	12 - 16	20	26

* with habituation

7 Limits for free ammonia (NH₃) for various fish species (from Bohl, 1982)

Fish species	Limit in mg/l NH ₃
Rainbow trout, fry (rt ₀₋₁)	0.006
Rainbow trout, 1 - 2 years old (rt ₁₋₂)	0.01
Carp	0.02
Eel	0.01

Auxiliary tables

8 Percentage of free ammonia (NH₃) in the total ammonium concentration as a function of water temperature and pH (from Steffens, 1981)

Temperature °C	pH 6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
0	0.00827	0.0261	0.0826	0.261	0.820	2.55	7.64	20.7	45.3
1	0.00899	0.0284	0.0898	0.284	0.891	2.77	8.25	22.1	47.3
2	0.00977	0.0309	0.0977	0.308	0.968	3.00	8.90	23.6	49.4
3	0.0106	0.0336	0.106	0.335	1.05	3.25	9.60	25.1	51.5
4	0.0115	0.0364	0.115	0.363	1.14	3.52	10.3	26.7	53.5
5	0.0125	0.0395	0.125	0.394	1.23	3.80	11.1	28.3	55.6
6	0.0136	0.0429	0.135	0.427	1.34	4.11	11.9	30.0	57.6
7	0.0147	0.0464	0.147	0.462	1.45	4.44	12.8	31.7	59.5
8	0.0159	0.0503	0.159	0.501	1.57	4.79	13.7	33.5	61.4
9	0.0172	0.0544	0.172	0.542	1.69	5.16	14.7	35.3	63.3
10	0.0186	0.0589	0.186	0.586	1.83	5.56	15.7	37.1	65.1
11	0.0201	0.0637	0.201	0.633	1.97	5.99	16.8	38.9	66.8
12	0.0218	0.0688	0.217	0.684	2.13	6.44	17.9	40.8	68.5
13	0.0235	0.0743	0.235	0.738	2.30	6.92	19.0	42.6	70.2
14	0.0254	0.0802	0.253	0.796	2.48	7.43	20.2	44.5	71.7
15	0.0274	0.0865	0.273	0.859	2.67	7.97	21.5	46.4	73.3
16	0.0295	0.0933	0.294	0.925	2.87	8.54	22.8	48.3	74.7
17	0.0318	0.101	0.317	0.996	3.08	9.14	24.1	50.2	76.1
18	0.0343	0.108	0.342	1.07	3.31	9.78	25.5	52.0	77.4
19	0.0369	0.117	0.368	1.15	3.56	10.5	27.0	53.9	78.7
20	0.0397	0.125	0.396	1.24	3.82	11.2	28.4	55.7	79.9
21	0.0427	0.135	0.425	1.33	4.10	11.9	29.9	57.5	81.0
22	0.0459	0.145	0.457	1.43	4.39	12.7	31.5	59.2	82.1
23	0.0493	0.156	0.491	1.54	4.70	13.5	33.0	60.9	83.2
24	0.0530	0.167	0.527	1.65	5.03	14.4	34.6	62.6	84.1
25	0.0569	0.180	0.566	1.77	5.38	15.3	36.3	64.3	85.1
26	0.0610	0.193	0.607	1.89	5.75	16.2	37.9	65.9	85.9
27	0.0654	0.207	0.651	2.03	6.15	17.2	39.6	67.4	86.8
28	0.0701	0.221	0.697	2.17	6.56	18.2	41.2	68.9	87.5
29	0.0752	0.237	0.747	2.32	7.00	19.2	42.9	70.4	88.3
30	0.0805	0.254	0.799	2.48	7.46	20.3	44.6	71.8	89.0

Example:

Measured values: water temperature 12 °C; pH 7.5; ammonium concentration 2 mg/l

Percentage of free ammonia from table = 0.684%

Concentration of free ammonia = measured ammonium concentration x percentage from table / 100 =
= 2 mg/l x 0.684 / 100 = 0.014 mg/l NH₃

References

- Bohl, M.; 1982: Zucht und Produktion von Süßwasserfischen. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- Hütter, L. A.; 1990: Wasser und Wasseruntersuchung. Otto Salle Verlag, Frankfurt (Main) und Verlag Sauerländer, Aarau
- Oehme, F., & Schuler, P.; 1983: Gelöst-Sauerstoff-Messung. A. Hüthig Verlag, Heidelberg
- Schwoerbel, J.; 1979: Einführung in die Limnologie. UTB; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York
- Steffens, W.; 1981: Moderne Fischwirtschaft – Grundlagen und Praxis. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen



Inhalt

1	Einleitung	43
2	Parameter und Anzahl der Bestimmungen	43
3	Packungsinhalt	44
4	Sicherheitshinweise und Haltbarkeit	45
5	Grundlagen und Definitionen	45
5.1	pH-Wert	45
5.2	Wasserhärte	46
5.3	Carbonathärte	47
5.4	Sauerstoff-Zehrung / Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)	48
6	Methoden und Messbereiche / Abstufungen	49
7	Probenahme	51
8	Allgemeine Methodenbeschreibung	51
9	Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Analysen	52
10	Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter	53
10.1	Ammonium	53
10.2	Carbonathärte (SBV)	55
10.3	Gesamthärte	56
10.4	Resthärte	57
10.5	Nitrat	58
10.6	Nitrit	59
10.7	pH	60
10.8	Phosphat	61
10.9	Sauerstoff	62
10.10	Sauerstoff-Zehrung (BSB _n)	65
10.11	Temperatur	66
11	Einfluss von Fremdstoffen	66
12	Verfahrenskontrolle	69
13	Nachfüllpackungen und weitere Reagenzien	70

Inhaltsverzeichnis

Hilfstabellen* 71

1 Orientierungswerte für Güteklassen von Gewässern..... 71

2 Umrechnung von Härteangaben 72

3 Faktoren zur näherungsweise Berechnung der Konzentration der freien Kohlensäure (CO₂) aus dem Säurebindungsvermögen (SBV) in Abhängigkeit vom pH-Wert. 72

4 Sauerstoffsättigungskonzentrationen von Wasser (in mg/l) in Abhängigkeit von der Wassertemperatur 73

5 Korrekturfaktoren für den Sauerstoffsättigungsindex in Abhängigkeit von der Höhe ü. d. M. bzw. vom Luftdruck..... 74

6 Optimale Bereiche, Schwellenwerte und Letalitätsgrenzen des pH-Werts und der Wassertemperatur für Karpfen und Regenbogenforellen 75

7 Grenzwerte des freien Ammoniaks (NH₃) für verschiedenen Fischarten 75

8 Prozentualer Anteil des freien Ammoniaks (NH₃) an der Gesamtammonium-Konzentration in Abhängigkeit von Wassertemperatur und pH-Wert. 76

Literaturverzeichnis 77

* Die in den Hilfstabellen wiedergegebenen Daten sind der wissenschaftlichen Literatur entnommen und können entsprechend dem jeweils neuesten Forschungsstand Änderungen unterliegen. Ferner können Grenzwerte durch spezifische Umweltbedingungen oder durch die physiologische Kondition von Organismen Änderungen nach oben oder unten unterliegen.



1 Einleitung

Das MQuant® Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen enthält alle erforderlichen Reagenzien und Hilfsmittel zur Bestimmung der für die Beurteilung von Gewässern wichtigsten Parameter.

Das Kompaktlabor ist für viele Anwendungen geeignet: so z. B. für die Überwachung von Gewässern, für unterstützende Analysen bei der biologischen Gewässerbeurteilung und in Lehre und Unterricht.

Die Tests basieren auf kolorimetrischen und titrimetrischen Verfahren. Außer den Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter enthält diese Broschüre u. a. einen Abschnitt über Probenahme, allgemeine Hinweise zur Durchführung der Analysen sowie detaillierte Angaben zum Einfluss von Fremdstoffen.

Diese Informationen ergänzen die speziellen Gebrauchsanleitungen und müssen deshalb ebenfalls beachtet werden. Auf den beigefügten Farbkarten für die kolorimetrischen Bestimmungen befinden sich zusätzlich bebilderte Kurzanleitungen.

Zur differenzierten Beurteilung von Gewässern sowie zur Umrechnung und Korrektur von Messwerten enthält die Broschüre am Ende eine Sammlung von Tabellen und Daten.

de

2 Parameter und Anzahl der Bestimmungen

Ammonium

50 Bestimmungen

Nitrit

200 Bestimmungen

Carbonathärte (SBV)

150 Bestimmungen bei 10 °d

pH

200 Bestimmungen

Gesamthärte

150 Bestimmungen bei 10 °d

Phosphat

100 Bestimmungen

Nitrat

100 Bestimmungen

Sauerstoff

100 Bestimmungen bei 8,5 mg/l O₂

3 Packungsinhalt

aus MQuant® Ammonium-Test, Art. 1.08024:

- 1 Flasche Reagenz NH_4 -1
- 1 Flasche Reagenz NH_4 -2 (mit intergriertem **blauen** Mikrolöffel)
- 1 Flasche Reagenz NH_4 -3

aus MQuant® Carbonathärte-Test, Art. 1.08048:

- 1 Flasche Reagenz CH-1
- 1 Flasche Reagenz CH-2 (mit aufgeschraubter Titrierpipette „°d - SBV mmol/l“)

aus MQuant® Gesamthärte-Test, Art. 1.08039:

- 1 Flasche Reagenz H-1
- 1 Flasche Reagenz H-2 (mit aufgeschraubter Titrierpipette „°d - mg/l“)

aus MQuant® Nitrat-Test, Art. 1.11170:

- 1 Flasche Reagenz NO_3 -1 (mit intergriertem **grünen** Mikrolöffel)

aus MQuant® Nitrit-Test, Art. 1.08025:

- 2 Flaschen Reagenz NO_2 -1
- 1 Flasche Reagenz NO_2 -2 (mit intergriertem **grauen** Mikrolöffel)

aus MQuant® pH-Test, Art. 1.08027:

- 1 Flasche Reagenz pH-1

aus MQuant® Phosphat-Test, Art. 1.14661:

- 1 Flasche Reagenz PO_4 -1
- 1 Flasche Reagenz PO_4 -2 (mit intergriertem **blauen** Mikrolöffel)

aus MQuant® Sauerstoff-Test, Art. 1.11107:

- 1 Flasche Reagenz O_2 -1
- 1 Flasche Reagenz O_2 -2
- 2 Flaschen Reagenz O_2 -3
- 1 Flasche Reagenz O_2 -4
- 1 Flasche Reagenz O_2 -5 (mit aufgeschraubter Titrierpipette „mg/l“)

- 1 graduierte 5-ml-Kunststoffspritze
- 3 Testgläser mit roten Markierungsringen
- 1 flacher Kunststoffstopfen
- 3 Testgläser mit Schraubkappe
- 1 Sauerstoffreaktionsflasche (Glasflasche mit abgeschrägtem Schliffstopfen und Durchmischungshilfe aus Kunststoff oder Glas)
- 1 Schiebekomparator (schwarzer Kunststoffhalter zur Aufnahme von 2 Testgläsern)
- 1 Farbkarte Ammonium
- 1 Farbkarte Nitrat
- 1 Farbkarte Nitrit
- 1 Farbkarte pH
- 1 Farbkarte Phosphat
- 1 Schwimmthermometer
- 1 Bogen mit Klebepunkten (zur Kennzeichnung der Wasserproben sowie der Schraubkappen der Testgläser)

4 Sicherheitshinweise und Haltbarkeit

Bitte die Sicherheitsdatenblätter sowie die Gefahrenkennzeichnung auf den einzelnen Bestandteilen der Packung beachten!

Bei Durchführung der Analysen nicht essen, trinken oder rauchen.
Berühren der Reagenzien mit der Hand vermeiden, nach eventuellem Hautkontakt gut unter fließendem Wasser abspülen.

Das Kompaktlabor so aufbewahren, dass es nicht in die Hände von Kindern gelangen kann und kein Kontakt mit Lebensmitteln möglich ist.

Die Testreagenzien sind - bei +15 bis zu +25°C verschlossen aufbewahrt - bis zu dem auf der Packung und den Etiketten angegebenen Datum verwendbar.

5 Grundlagen und Definitionen



5.1 pH-Wert

Wie sauer oder alkalisch eine wässrige Lösung reagiert, hängt von der jeweiligen Konzentration der aus der Dissoziation des Wassers stammenden Wasserstoff-Ionen (H^+) und Hydroxid-Ionen (OH^-) ab. Für die Dissoziation des Wassers gilt die Beziehung

$$(\text{Konzentration } H^+) \times (\text{Konzentration } OH^-) = 10^{-14} [\text{mol/l}]^2,$$

die auch als „Ionenprodukt des Wassers“ bezeichnet wird. Aus dieser Gleichung folgt, dass sich bei Zugabe einer Säure oder einer Base die Konzentration der H^+ -Ionen bzw. der OH^- -Ionen zwischen $1 (= 10^0) \text{ mol/l}$ und 10^{-14} mol/l bewegen kann. Außerdem wird durch diese Gleichung ausgedrückt, dass die Konzentrationen beider Ionen nicht unabhängig voneinander verändert werden können. Zur Charakterisierung der sauren oder alkalischen Reaktion einer wässrigen Lösung genügt es deshalb, die Konzentration der H^+ -Ionen anzugeben. Um dabei die umständliche Schreibweise mit Zehnerpotenzen zu vermeiden, wird bei verdünnten wässrigen Lösungen in der Praxis der negative Zehnerlogarithmus des Zahlenwerts der H^+ -Konzentration benutzt. Dieser wird als pH-Wert – oder auch kurz als pH – bezeichnet

$$\text{pH} = -\lg (\text{Konzentration } H^+)$$

5 Grundlagen und Definitionen

5.1 pH-Wert

Je nach ihrem pH-Wert bezeichnet man Lösungen als sauer, neutral oder alkalisch (basisch):

Lösung	pH	H ⁺ -Konzentration in mol/l
sauer	< 7	> 10⁻⁷
stark sauer	0 - 3	
schwach sauer	3 - 7	
neutral	< 7	10⁻⁷
Konzentration		H ⁺ -Konzentration = OH ⁻
alkalisch (basisch)	> 7	< 10⁻⁷
schwach alkalisch	7 - 11	
stark alkalisch	11 - 14	

Salzsäure der Konzentration 1 mol/l hat einen pH-Wert von etwa 0, Natronlauge der Konzentration 1 mol/l hat einen pH-Wert von etwa 14, reines Wasser hat einen pH-Wert von 7.

5.2 Wasserhärte

Die Härte (Gesamthärte) eines Wassers ist bedingt durch seinen Gehalt an Salzen der Erdalkalimetalle Calcium, Magnesium, Strontium und Barium („Härtebildner“).

Da Strontium und Barium in Wässern i. a. nur in Spuren vorkommen, definiert man die Härte als Gehalt eines Wassers an Calcium-Ionen (Ca²⁺) und Magnesium-Ionen (Mg²⁺) in mmol/l. Es ist jedoch üblich, die Angabe der Wasserhärte nur auf Calcium zu beziehen, d. h., auch den Magnesiumanteil (i. a. ca. 15 - 30 % der Gesamthärte) als Calciumgehalt auszudrücken.

Offiziell muss die Wasserhärte in SI-Einheiten angegeben werden, d. h. in mmol/l Ca²⁺. Als praktische Maßeinheit verwendet man jedoch häufig den **Deutschen Grad, °d**, der definiert ist als

$$1^{\circ}\text{d} = 10 \text{ mg/l CaO} = 17,85 \text{ mg/l CaCO}_3$$

Da wegen der molaren Masse von CaO (56 mg/mmol) 10 mg CaO 10/56 = 0,178 mmol Ca²⁺ entsprechen, gilt ferner

$$1^{\circ}\text{d} = 0,178 \text{ mmol/l Ca}^{2+}$$

bzw.

$$1 \text{ mmol/l Ca}^{2+} = 5,6^{\circ}\text{d}$$

Die nach Wasserenthärtung ggf. noch vorhandene Härte bezeichnet man als **Resthärte**.

5 Grundlagen und Definitionen

5.2 Wasserhärte

Beurteilung des Wassers	Wasserhärte		
	in °d	in mmol/l (Ca + Mg)	in mg/l CaCO ₃
weich	< 8,4	< 1,5	< 150
mittel	8,4 - 14	1,5 - 2,5	150 - 250
hart	> 14	> 2,5	> 250

5.3 Carbonathärte

Die Carbonathärte ist derjenige Anteil aller in 1 l Wasser vorliegenden **Härte-Ionen** Ca²⁺ und Mg²⁺, für den eine äquivalente Menge - aus gelöster Kohlensäure stammender - Hydrogencarbonat-Ionen (HCO₃⁻) und Carbonat-Ionen (CO₃²⁻) existiert. Bei längerem Kochen des Wassers fallen die Hydrogencarbonate und Carbonate der Härtebildner als unlösliche Carbonate bis auf einen kleinen Rest aus. Man bezeichnete deshalb die Carbonathärte früher auch als **temporäre Härte** (im Gegensatz zur **permanenten Härte**, hervorgerufen durch die Sulfate und Chloride der Härtebildner).

Die Carbonathärte wird wie die Gesamthärte üblicherweise in mmol/l Ca²⁺ bzw. in °d angegeben.

Da die im Wasser vorhandenen Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen Säure (d. h. H⁺-Ionen) binden können, kann die Carbonathärte auch als **Säurebindungsvermögen (SBV)** angegeben werden. Darunter versteht man diejenige Menge Salzsäure (0,1 mol/l), die man beim Titrieren von 100 ml Wasser bis zum pH-Wert 4,3 benötigt. Das auf die Ionen der Kohlensäure bezogene Säurebindungsvermögen eines Wassers ist bei diesem pH-Wert erschöpft, d. h. sämtliche Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen haben H⁺-Ionen aufgenommen und es existiert nur noch gelöste Kohlensäure. (Deshalb wird nach DIN 38409-H7 die Bezeichnung **Säurekapazität bis zum pH-Wert 4,3** empfohlen.)

Da das Säurebindungsvermögen durch Titration mit Salzsäure (Zugabe einwertiger H⁺-Ionen) bestimmt wird, die Carbonathärte jedoch als Konzentration zweiwertiger Härteionen definiert ist, gilt:

$$\text{SBV [mmol/l]} / 2 = \text{Carbonathärte [mmol/l Ca}^{2+}\text{]}$$

5 Grundlagen und Definitionen

5.3 Carbonathärte

Mit Hilfe der im Abschnitt 5.2, „Wasserhärte“ angegebenen Beziehung

$$1 \text{ mmol/l Ca}^{2+} = 5,6^\circ\text{d}$$

folgt daraus:

$$\text{SBV [mmol/l]} / 2 = \text{Carbonathärte [mmol/l Ca}^{2+}] = \text{Carbonathärte [}^\circ\text{d]} / 5,6$$

bzw.

$$\text{SBV [mmol/l]} \times 2,8 = \text{Carbonathärte [}^\circ\text{d]} = \text{Carbonathärte [mmol/l Ca}^{2+}] \times 5,6$$

Zusätzlich zur Carbonathärte sollte immer auch die Gesamthärte bestimmt werden. In manchen Wasserproben liegen nämlich noch andere Hydrogencarbonate und Carbonate als die des Calciums und Magnesiums vor, weshalb u.U. mehr Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen vorhanden sein können als die den Härte-Ionen äquivalente Menge. Bei der Carbonathärte-Bestimmung wird dann ein zu hoher, über der Gesamthärte liegender Wert vorgetäuscht. In diesem Fall ist für die Carbonathärte der für die Gesamthärte ermittelte Wert anzugeben.

5.4 Sauerstoff-Zehrung / Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)

Die Abnahme des Sauerstoffgehalts eines Wassers durch sauerstoffverbrauchende chemische und biochemische Prozesse bezeichnet man ganz allgemein als **Sauerstoff-Zehrung**. Wird die Sauerstoff-Zehrung durch Mikroorganismen hervorgerufen und die Messung unter definierten Versuchsbedingungen durchgeführt, spricht man auch vom **biochemischen Sauerstoffbedarf** oder **BSB**. Der BSB ist definiert als die Masse an Sauerstoff, die im Laufe von n Tagen von Mikroorganismen verbraucht wird, um die in 1 l Wasser vorhandenen organischen Stoffe bei 20 °C oxidativ abzubauen. Der BSB liefert einen Anhaltspunkt für die Beurteilung eines Wassers hinsichtlich seiner Belastung mit biologisch oxidierbaren organischen Stoffen sowie seiner biologischen Aktivität.

Man bestimmt den BSB deshalb nach einem oder mehreren Tagen, weil biologische Prozesse erheblich mehr Zeit beanspruchen als chemische. In den meisten Fällen ist nach 5 Tagen ($n = 5$) ein etwa 70 %iger biologischer Abbau organischer Stoffe erreicht. Deshalb wird der BSB im allgemeinen nach Ablauf dieser Zeit bestimmt (BSB₅).

6 Methoden und Messbereiche / Abstufungen

	Methode	Messbereich / Abstufung
Ammonium		
NH_4^+	Ammonium reagiert mit einem Chlorierungsmittel zu Monochloramin, das mit Thymol grünes 2,2'-Isopropyl-5,5'-methyl-indophenol bildet. Dieses wird kolorimetrisch bestimmt.	0 - 0,2 - 0,4 - 0,6 - 1 - 2 - 3 - 5 mg/l NH_4^+
Carbonathärte		
Säurebindungs- mögen (SBV)	Die Wasserprobe wird mit Salzsäure titriert (bis pH 4,3), wobei ein Indikator Bei dieser Titration werden alle in der Wasserprobe vorhandenen Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen erfasst bzw. die diesen Ionen äquivalenten Mengen an Calcium- und Magnesium-Ionen.	Messbereich mit 1 Pipettenfüllung: 0,2 - 20 °d (SBV 0,1 - 7,2 mmol/l) Abstufung der Titrier- pipette: 1 Teilstrich = 0,2 °d (0,1 mmol/l)
Gesamthärte		
	Calcium- und Magnesium-Ionen bilden mit einem Indikator einen roten Komplex. Bei der Titration mit Titriplex® III (Ethylendinitrilotetraessigsäure Dina triumsalz) wird aus diesem Komplex der Indikator freigesetzt, wobei ein Farbumschlag nach Grün erfolgt.	Messbereich mit 1 Pipettenfüllung: 0,2 - 20 °d (10 - 360 mg/l CaCO_3) Abstufung der Titrier- pipette: 1 Teilstrich = 0,2 °d (10 mg/l)
Nitrat		
NO_3^-	Nitrat wird zu Nitrit reduziert, das mit Sulfanilsäure ein Diazoniumsalz bildet. Dieses reagiert mit 2,5-Dihydroxybenzoesäure zu einem orangefarbenen Azofarbstoff, der kolorimetrisch bestimmt wird.	0 - 10 - 25 - 50 - 75 - 100 - 125 - 150 mg/l NO_3^-
Nitrit		
NO_2^-	Nitrit bildet mit Sulfanilsäure ein Diazoniumsalz, das mit N-(1-Naphthyl)-ethylendiamindihydrochlorid zu einem rotvioletten Azofarbstoff reagiert. Dieser wird kolorimetrisch bestimmt.	0 - 0,025 - 0,050 - 0,075 - 0,1 - 0,15 - 0,2 - 0,3 - 0,5 mg/l NO_2^-

de

6 Methoden und Messbereiche / Abstufungen

	Methode	Messbereich / Abstufung
pH		
	Ein der Wasserprobe zugesetzter Indikator nimmt eine vom pH-Wert abhängige Farbe an, die kolorimetrisch bestimmt wird.	4,5 - 5,0 - 5,5 - 6,0 - 6,5 - 7,0 - 7,5 - 8,0 - 8,5 - 9,0
Phosphat		
PO ₄ ³⁻ (Orthophosphat)	Orthophosphat-Ionen bilden mit Molybdat-Ionen Molybdatophosphorsäure. Diese wird zu Phosphormolybdänblau(PMB) reduziert, das kolorimetrisch bestimmt wird.	0 - 0,25 - 0,50 - 0,75 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 3,0 mg/l PO₄³⁻
Sauerstoff		
O ₂	Sauerstoff oxidiert zweiwertiges Mangan zu höherwertigen Manganhydroxiden. Bei der anschließenden Reduktion mit Iodid zu Mn(II), wird eine dem gelösten Sauerstoff äquivalente Menge Iod gebildet, wodurch sich die Lösung in Gegenwart von Stärke als Indikator - je nach Sauerstoffgehalt - violett bis blau färbt. Das Iod wird mit Natriumthiosulfat titriert, bis sich die Lösung entfärbt hat.	Messbereich mit 1 Pipettenfüllung: 0,1 - 10 mg/l O₂ Abstufung der Titrierpipette: 1 Teilstrich = 0,1 mg/l O₂

7 Probenahme

In Oberflächengewässern sollten Wasserproben aus verschiedenen Stellen und Tiefen entnommen werden. In einem Probenahmeprotokoll sind Ort und Tiefe festzuhalten. Ferner sollten Wetterverhältnisse und andere besondere Beobachtungen protokollarisch erfasst werden.

Bei Verdacht auf Abwassereinleitungen sind grundsätzlich mindestens drei Wasserproben zu entnehmen:

- a) aus der vermuteten Einleitung,
- b) aus dem geschädigten Gewässer unterhalb der vermuteten Einleitung,
- c) aus einem nicht geschädigten Gewässerabschnitt, möglichst oberhalb der vermuteten Einleitung.

Bei Untersuchungen von Weihern und Teichen sollte mindestens am Einlauf und am Auslauf gemessen werden.

Für die Entnahme von Wasserproben sind saubere und dicht verschließbare Glas- oder Kunststoffflaschen geeignet.

Es empfiehlt sich, Einzelproben aus einer Wassertiefe von 20 - 50 cm zu entnehmen. Vor der eigentlichen Entnahme werden die Probeflaschen gründlich mit dem zu prüfenden Wasser gespült. Anschließend werden sie unter Wasser gefüllt und unter Wasser blasenfrei verschlossen.

Je nach Beschaffenheit der Wasserprobe können sich die Konzentrationen der Inhaltsstoffe durch physikalische, chemische oder biologische Prozesse innerhalb kürzester Zeit verändern. Deshalb sollten die Proben möglichst bald nach der Entnahme analysiert werden. Für kürzere Lagerungen die Proben dunkel und kühl (2 - 5°C) aufbewahren.

de

8 Allgemeine Methodenbeschreibung

Titrimetrische Methode

Hierbei wird der Probe zunächst ein Indikator und dann tropfenweise eine Reagenzlösung definierter Konzentration (**Titrierlösung**) zugesetzt, die mit dem zu bestimmenden Wasserinhaltsstoff reagiert. Hat die gesamte in der Messprobe vorhandene Menge des zu bestimmenden Stoffs reagiert (**Endpunkt der Titration**), ändert der Indikator seine Farbe (**Farbumschlag**). Das bis zu diesem Farbumschlag benötigte Volumen an Titrierlösung ist dem Gehalt der Messprobe an dem betreffenden Stoff proportional. Deshalb kann bei den Tests mit Titrierpipette der gesuchte Gehalt direkt auf der Skala der Pipette abgelesen werden.

8 Allgemeine Methodenbeschreibung

Kolorimetrische Methode

Hierbei werden der Probe Reagenzien zugesetzt, die mit dem zu bestimmenden Wasserinhaltsstoff eine Farbreaktion eingehen. Die Farbtiefe ist dem Gehalt der Messprobe an dem betreffenden Wasserinhaltsstoff proportional. Man vergleicht deshalb die Farbe der Messlösung mit den Farbfeldern einer Farbkarte, die verschiedenen Konzentrationen entsprechen. Man verschiebt zu diesem Zweck das offene Testglas mit der Messprobe entlang der Farbfeldreihe und liest bei demjenigen Feld die Konzentration ab, mit dem die Farbe der von oben betrachteten Messprobe am besten übereinstimmt (**Farbabgleich**).

Bei dem MQuant® Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen werden - mit Ausnahme der Phosphat-Bestimmung - für den Farbabgleich jeweils zwei Testgläser verwendet, die in einen sog. **Schiebekomparator** eingesetzt werden. Ein Testglas enthält die Messprobe, das andere die Blindprobe (Wasserprobe ohne Reagenzien). Man verschiebt den Komparator so lange auf der Farbkarte, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen. Mit Hilfe der Blindprobe werden dabei automatisch leichte Trübungen und Eigenfärbungen der Wasserprobe kompensiert.

de

9 Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Analysen

- Die Testgläser müssen vor der Verwendung mehrmals mit dem zu prüfenden Wasser gespült werden.
- Liegt im Falle Ammonium, Nitrat, Nitrit und Phosphat die Konzentration oberhalb des betreffenden Messbereichs, muss die Wasserprobe vor der Analyse mit destilliertem bzw. entionisiertem Wasser verdünnt werden. Idealerweise sollte die Konzentration der verdünnten Lösung etwa in der Mitte des Messbereichs liegen. Der Messwert muss anschließend mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert werden.
- Die Tropfflaschen müssen während der Zugabe der Reagenzien senkrecht gehalten werden. Die Tropfen müssen langsam zugegeben werden (ca. 1 Tropfen pro Sekunde).
- Die in den Schraubkappen der Reagenzflaschen integrierten Mikrolöffel sind nur zur Entnahme und Zugabe der zugehörigen Reagenzien zu verwenden. Nicht mit anderen Reagenzien oder Probenmaterial in Berührung bringen.
- Nach der Entnahme der Reagenzien müssen die Reagenzflaschen umgehend wieder mit den zugehörigen Schraubkappen verschlossen werden. Um Verwechslungen zu vermeiden, können die Schraubkappen mit den beiliegenden Klebepunkten markiert werden.
- Bei den in diesem Kompaktlabor enthaltenen Reagenzflaschen mit Titrierlösung sind die Titrierpipetten bereits aufgeschraubt. In den Nachfüllpackungen, die eine Titrierpipette enthalten, liegt diese neben den Reagenzflaschen und muss zum Aufziehen der Spritze lose auf die Flasche mit Titrierlösung aufgesetzt werden.

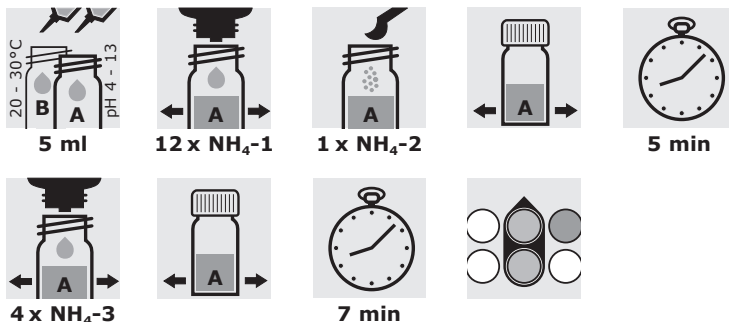
9 Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Analysen

- Beim Füllen der Titrierpipetten ist darauf zu achten, dass keine Luft in das Tropfrohr gelangt. Ggf. Titrierlösung in die Reagenzflasche zurückdrücken und Füllvorgang wiederholen.
- Die Skalen der Titrierpipetten sind auf die zugehörigen Parameter abgestimmt. Die Titrierpipetten dürfen deshalb nicht vertauscht werden.
- Bei titrimetrischen Bestimmungen hängt lediglich der Verbrauch an Titrierlösung von der Konzentration des zu bestimmenden Wasserinhaltsstoffs ab, nicht jedoch der Verbrauch an Indikatorlösung. Deshalb bleibt in der Regel eine der beiden Lösungen übrig, wenn die andere bereits aufgebraucht ist.
- Wird die Titrierpipette mehr als einmal gefüllt, können auch höhere Werte als mit 1 Pipettenfüllung bestimmt werden.
- Bei den kolorimetrischen Tests sind auf den betreffenden Farbkarten zusätzliche bildliche Kurzdarstellungen der Gebrauchsanleitungen angegeben.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.1 Ammonium

Durchführung:



10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.1 Ammonium

Durchführung:

Zwei Testgläser mit Schraubkappe mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.			
	Messprobe	Blindprobe	
Vorbereitete Probe (20 - 30 °C)	5 ml	5 ml	Mit Spritze in Testglas geben.
Reagenz NH ₄ -1	12 Tropfen ¹⁾	-	Zugeben, Testglas verschließen und mischen.
Reagenz NH ₄ -2	1 gestrichener blauer Mikrolöffel (im Deckel der NH ₄ -2-Flasche)	-	Zugeben, Testglas verschließen und kräftig schütteln, bis das Reagenz vollständig gelöst ist.
5 min stehen lassen.			
Reagenz NH ₄ -3	4 Tropfen ¹⁾	-	Zugeben, Testglas verschließen und mischen.
Testgläser wie abgebildet in Schiebekomparator einsetzen und Komparator so auf die Farbkarte stellen, wie es auf dieser angegeben ist.			
7 min stehen lassen.			
Komparator auf der Farbskala verschieben, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen.			
An der Spitze des Schiebekomparators Messwert in mg/l NH ₄ ⁺ bzw. NH ₄ -N auf der Farbkarte ablesen.			

¹⁾ Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!

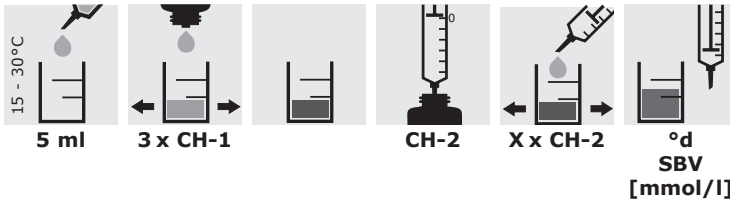
Hinweise:

- Proben möglichst sofort nach der Probenahme analysieren.
- Trübe Wasserproben vor der Bestimmung filtrieren.
- Da Ammonium-Ionen in einem pH-abhängigen Gleichgewicht mit gelöstem freiem Ammoniak (NH₃) stehen, wird bei der Ammonium-Bestimmung auch das freie Ammoniak in Form von Ammonium-Ionen mit erfasst. Man misst deshalb immer die „Gesamtammoniumkonzentration“.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.2 Carbonathärte (SBV)

Durchführung:



Testglas mit roten Markierungsringen mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.		
Vorbereitete Probe (15 - 30°C)	5 ml	Mit der Spritze in das Testglas geben.
Reagenz CH-1	3 Tropfen ¹⁾	Zugeben und umschwenken. Die Lösung muss sich blau färben. Andernfalls kann keine Carbonathärte bestimmt werden.
Titrierpipette lose auf die geöffnete Reagenzflasche CH-2 aufsetzen. Stempel der Titrierpipette von der untersten Position aus langsam herausziehen, bis der untere Rand der schwarzen Stempeldichtung mit der Nullmarkierung der Skala übereinstimmt. (Dabei füllt sich nur das Tropfrohr mit Titrierlösung.) Titrierpipette herausnehmen und Spitze des Tropfrohrs kurz abstreifen. Dann die Titrierlösung langsam und unter Umschwenken zur Probe tropfen, bis deren Farbe von Blau über Grau (kurz vor dem Farbumschlag) nach Rot umschlägt. Kurz vor dem Farbumschlag nach jedem Tropfen einige Sekunden warten. Am unteren Rand der schwarzen Stempeldichtung Messwert in °d bzw. - als SBV ($K_{S4,3}$) - in mmol/l auf der entsprechenden Skala der Titrierpipette ablesen.		

¹⁾ **Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!**

Hinweise:

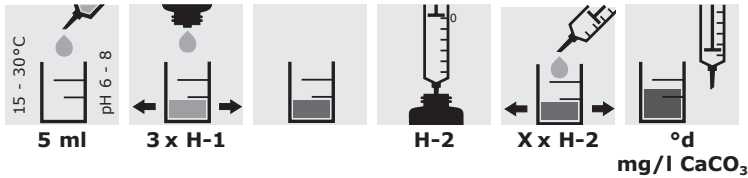
- Zusätzlich zur Carbonathärte sollte immer auch die Gesamthärte bestimmt werden.**
Wird für die Carbonathärte ein größerer Wert gefunden als für die Gesamthärte, so ist für die Carbonathärte der für die Gesamthärte ermittelte Wert anzugeben (siehe Abschnitt 5, „Grundlagen und Definitionen“).
- Die Titrierpipette darf beim Füllen **nicht** fest mit der Reagenzflasche verschraubt sein!
- Nach beendeter Analyse restliche Titrierlösung aus der Titrierpipette in die Reagenzflasche CH-2 zurückdrücken und die **Pipette fest auf die Reagenzflasche aufschrauben**.



10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.3 Gesamthärte

Durchführung:



Testglas mit roten Markierungsringen mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.		
Vorbereitete Probe (15 - 30 °C)	5 ml	Mit der Spritze in das Testglas geben.
Reagenz H-1	3 Tropfen ¹⁾	Zugeben und umschwenken. Bei Anwesenheit von Härtebildnern färbt sich die Probe rot .
Titrierpipette lose auf die geöffnete Reagenzflasche H-2 aufsetzen. Stempel der Titrierpipette von der untersten Position aus langsam herausziehen, bis der untere Rand der schwarzen Stempeldichtung mit der Nullmarkierung der Skala übereinstimmt. (Dabei füllt sich nur das Tropfrohr mit Titrierlösung.) Titrierpipette herausnehmen und Spitze des Tropfrohrs kurz abstreifen. Dann die Titrierlösung langsam und unter Umschwenken zur Probe tropfen, bis deren Farbe von Rot über Grauviolett (kurz vor dem Farbumschlag) nach Grün umschlägt. Kurz vor dem Farbumschlag nach jedem Tropfen einige Sekunden warten. Am unteren Rand der schwarzen Stempeldichtung Messwert in °d bzw. mg/l CaCO ₃ auf der entsprechenden Skala der Titrierpipette ablesen.		

¹⁾ **Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!**

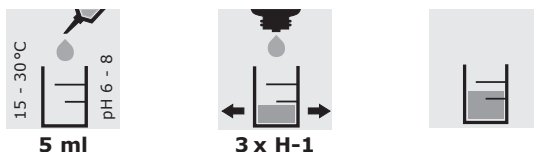
Hinweise:

- Der pH-Wert der Wasserprobe soll im Bereich 6 - 8 liegen. Falls erforderlich, mit Natronlauge bzw. Salzsäure einstellen.
- Die Titrierpipette darf beim Füllen **nicht** fest mit der Reagenzflasche verschraubt sein!
- Nach beendeter Analyse restliche Titrierlösung aus der Titrierpipette in die Reagenzflasche H-2 zurückdrücken und die **Pipette fest auf die Reagenzflasche aufschrauben**.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.4 Resthärte

Durchführung:



Testglas mit roten Markierungsringen mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.		
Vorbereitete Probe (15 - 30 °C)	5 ml	Mit der Spritze in das Testglas geben.
Reagenz H-1	3 Tropfen ¹⁾	Zugeben und umschwenken.

¹⁾ Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!

Auswertung:

Je nach vorhandener Resthärte färbt sich die Reaktionslösung wie folgt:

grün:	0 °d, d. h. keine Resthärte
grauviolett:	0,1 °d
rotviolett:	0,5 °d
rot:	über 0,5 °d

Hinweis:

- Der pH-Wert der Wasserprobe soll im Bereich 6 - 8 liegen. Falls erforderlich, mit Natronlauge bzw. Salzsäure einstellen.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.5 Nitrat

Durchführung:



Zwei Testgläser mit Schraubkappe mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.

	Messprobe	Blindprobe	
Vorbereitete Probe (15 - 25 °C) Reagenz NO ₃ -1	5 ml 2 gestrichene grüne Mikrolöffel (im Deckel der NO ₃ -1-Flasche)	5 ml -	Mit Spritze in Testglas geben. Zugeben, Testglas fest verschließen und 1 min kräftig schütteln.
Testgläser wie abgebildet in Schiebekomparator einsetzen und Komparator so auf die Farbkarte stellen, wie es auf dieser angegeben ist.		 ← Blindprobe ← Messprobe	
5 min stehen lassen.			
Komparator auf der Farbskala verschieben, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen. An der Spitze des Schiebekomparators Messwert in mg/l NO ₃ ⁻ bzw. NO ₃ -N auf der Farbkarte ablesen.			

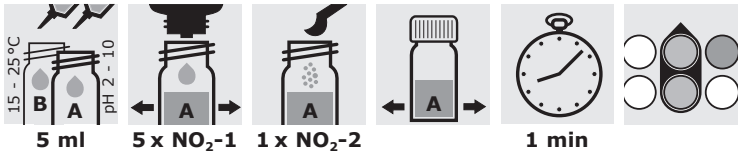
Hinweise:

- Trübe Wasserproben vor der Bestimmung filtrieren.
- Evtl. in der Messprobe auftretende schwarze Rückstände sind durch den Reaktionsmechanismus bedingt und verursachen keine Verfälschung des Messwerts.
- Bei der Nitrat-Bestimmung werden Nitritkonzentrationen über 0,5 mg/l miterfasst (siehe Abschnitt 11, „Einfluss von Fremdstoffen“). Der dadurch bedingte Fehler kann näherungsweise wie folgt rechnerisch korrigiert werden:
$$\text{Tatsächlicher Nitratgehalt} = \text{Messwert Nitrat} - 1,35 \times \text{Messwert Nitrit}$$

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.6 Nitrit

Durchführung:



Zwei Testgläser mit Schraubkappe mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.			
	Messprobe	Blindprobe	
Vorbereitete Probe (15 - 25°C)	5 ml	5 ml	Mit Spritze in Testglas geben.
Reagenz NO ₂ -1	5 Tropfen ¹⁾	-	Zugeben, Testglas verschließen und mischen.
Reagenz NO ₂ -2	1 gestrichener grauer Mikrolöffel (im Deckel der NO ₂ -2-Flasche)	-	Zugeben, Testglas verschließen und kräftig schütteln, bis das Reagenz vollständig gelöst ist.
Testgläser wie abgebildet in Schiebekomparator einsetzen und Komparator so auf die Farbkarte stellen, wie es auf dieser angegeben ist.			
1 min stehen lassen.			
Komparator auf der Farbskala verschieben, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen.			
An der Spitze des Schiebekomparators Messwert in mg/l NO ₂ ⁻ bzw. NO ₂ -N auf der Farbkarte ablesen.			

¹⁾ Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!

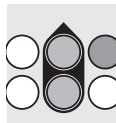
Hinweise:

- **Proben möglichst sofort nach der Probenahme analysieren.**
- Trübe Wasserproben vor der Bestimmung filtrieren. (Für die Filtration Glasfaserpapier oder mit heißem Wasser ausgewaschenes Membranfilter verwenden.)

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.7 pH

Durchführung:



Zwei Testgläser mit Schraubkappe mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.			
	Messprobe	Blindprobe	
Vorbereitete Probe (15 - 25°C)	5 ml	5 ml	Mit Spritze in Testglas geben.
Reagenz pH-1	2 Tropfen ¹⁾	-	Zugeben, Testglas verschließen und mischen.
Testgläser wie abgebildet in Schiebekomparator einsetzen und Komparator so auf die Farbkarte stellen, wie es auf dieser angegeben ist. Komparator auf der Farbskala verschieben, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen. An der Spitze des Schiebekomparators pH-Wert auf der Farbkarte ablesen.			



¹⁾ Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!

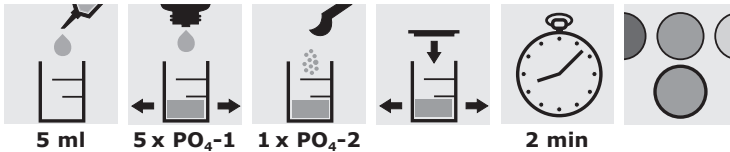
Hinweise:

- Um die Erkennung des Indikator-Farbtönen nicht zu beeinträchtigen, sollten die Proben farblos und klar bzw. nur schwach gefärbt und leicht trüb sein.
- Testgläser nach der Bestimmung nur mit dest. Wasser reinigen.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.8 Phosphat

Durchführung:



Testglas mit roten Markierungsringen mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.		
Vorbereitete Probe	5 ml	Mit der Spritze in das Testglas geben. Zugeben und umschwenken.
Reagenz $\text{PO}_4\text{-1}$	5 Tropfen ¹⁾	Zugeben, Testglas verschließen und kräftig schütteln, bis das Reagenz vollständig gelöst ist.
Reagenz $\text{PO}_4\text{-2}$	1 gestrichener blauer Mikrolöffel (im Deckel der $\text{PO}_4\text{-2}$ -Flasche)	
2 min stehen lassen.		
Testglas auf den weißen Bereich neben den Farbfeldern der Farbkarte stellen und Farbe der von oben betrachteten Messlösung bestmöglich einem Farbfeld zuordnen.		
Messwert in mg/l PO_4^{3-} auf der Farbkarte ablesen.		

¹⁾ **Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!**

Hinweise:

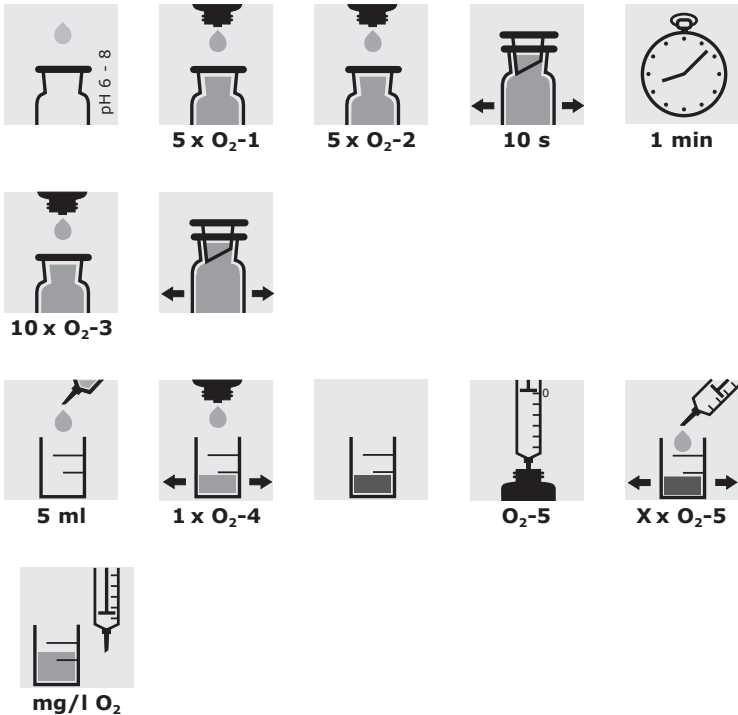
- Der pH-Wert der Wasserprobe soll im Bereich 5 - 8 liegen. Falls erforderlich, mit Natronlauge bzw. Schwefelsäure einstellen.
- Trübe Wasserproben vor der Bestimmung filtrieren.
- Testglas nach der Bestimmung mit dest. Wasser reinigen. **Keine phosphathaltigen Reinigungsmittel verwenden.**



10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.9 Sauerstoff

Durchführung:



10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.9 Sauerstoff

Durchführung:

Sauerstoff-Reaktionsflasche mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen. Dabei darauf achten, dass die Durchmischungshilfe nicht herausfällt.		
Vorbereitete Probe		Bis zum Überlaufen luftblasenfrei in die Sauerstoff-Reaktionsflasche füllen.
Reagenz O ₂ -1	5 Tropfen ¹⁾	Zugeben.
Reagenz O ₂ -2	5 Tropfen ¹⁾	Zugeben, Flasche mit dem Schliffstopfen luftblasenfrei verschließen und 10 Sekunden mischen.
Verschlossene Sauerstoff-Reaktionsflasche bei konstanter Temperatur 1 min stehen lassen .		
Reagenz O ₂ -3	10 Tropfen ^{1), 2)}	Zugeben, Flasche mit dem Schliffstopfen luftblasenfrei verschließen und gut mischen: Probe-Reagenz-Mischung
Testglas mehrmals mit der Probe-Reagenz-Mischung spülen.		
Probe-Reagenz-Mischung	5 ml	Mit der Spritze in das Testglas geben.
Reagenz O ₂ -4	1 Tropfen ¹⁾	Zugeben und umschwenken. Die Lösung färbt sich je nach Sauerstoff-Gehalt violett bis blau .
Titrierpipette lose auf die geöffnete Reagenzflasche O₂-5 aufsetzen. Stempel der Titrierpipette von der untersten Position aus langsam herausziehen, bis der untere Rand der schwarzen Stempeldichtung mit der Nullmarkierung der Skala übereinstimmt. (Dabei füllt sich nur das Tropfrohr mit Titrierlösung.) Titrierpipette herausnehmen und Spitze des Tropfrohrs kurz abstreifen. Dann die Titrierlösung langsam und unter Umschwenken zur Probe tropfen, bis sich diese vollständig entfärbt hat. Kurz vor dem Farbumschlag nach jedem Tropfen einige Sekunden warten. Am unteren Rand der schwarzen Stempeldichtung Messwert in mg/l O₂ auf der Skala der Titrierpipette ablesen.		

¹⁾ **Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!**

²⁾ Bei sehr hohen Sauerstoff-Konzentrationen müssen zur vollständigen Lösung des Niederschlags 1 - 3 Tropfen Reagenz O₂-3 zusätzlich zugegeben werden.



10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.9 Sauerstoff

Hinweise:

- Proben sofort nach der Probenahme analysieren. Andernfalls sofort die Schritte 1 und 2 durchführen, um den in der Probe enthaltenen Sauerstoff zu fixieren. Die blasenfrei verschlossene Reaktionsflasche kann dann - statt wie in Schritt 2 angegeben 1 min - max 24 Stunden gelagert werden (kühl und lichtgeschützt).
- Beim Zutropfen der Reagenzien O_2 -1 und O_2 -2 sowie beim Einsetzen des Schliffstopfens tritt etwas Flüssigkeit aus. Die Glasflasche sollte deshalb ggf. in eine Schale oder auf eine unempfindliche Unterlage (z.B. Filterpapier) gestellt werden.
- Tritt nach beendeter Titration erneut eine Blaufärbung der Lösung auf, so wird diese nicht berücksichtigt.
- Die Titrierpipette darf beim Füllen **nicht** fest mit der Reagenzflasche verschraubt sein!
- Nach beendeter Analyse restliche Titrierlösung aus der Titrierpipette in die Reagenzflasche O_2 -5 zurückdrücken und die **Pipette fest auf die Reagenzflasche aufschrauben**.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.10 Sauerstoff-Zehrung (BSB_n)

Durchführung:

1. **Sofort** nach Probenahme und eventueller Belüftung der Probe den Sauerstoffgehalt bestimmen (siehe Abschnitt 10.9, „Sauerstoff“):
Messwert 1.
2. Sauerstoff-Reaktionsflasche mehrmals mit dem zu prüfenden, ggf. belüfteten Wasser spülen. Dann wie in Schritt 1 blasenfrei bis zum Überlaufen füllen, **jedoch keine Reagenzien zugeben**. Flasche verschließen und n Tage bei 20 °C im Dunkeln lagern. (In den meisten Fällen sind 5 Tage sinnvoll; siehe Abschnitt 5, „Grundlagen und Definitionen“). Anschließend erneut den Sauerstoffgehalt bestimmen (siehe Abschnitt 10.9, „Sauerstoff“):
Messwert 2.

Auswertung:

Sauerstoff-Zehrung in mg/l O_2 = Messwert 1 - Messwert 2

Hinweise:

- Bei niedrigem Sauerstoffgehalt und hoher Sauerstoff-Zehrung (hohe organische Belastung) müssen die Proben vor der Bestimmung bei 20 °C belüftet werden (z.B. durch Umrühren mit einem Glasstab). Die Anreicherung mit Sauerstoff ist unbedingt erforderlich, wenn der **Messwert 2** für die unbelüftete Probe unter 2 mg/l O_2 liegen sollte.
- Proben, die höhere Organismen (Zooplankton) enthalten, erzeugen zu hohe Sauerstoff-Zehrung-Werte.

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.11 Temperatur

Durchführung:

Thermometer eintauchen oder schwimmen lassen, bis sich die angezeigte Temperatur nicht mehr ändert.
Wert ablesen.

de

11 Einfluss von Fremdstoffen

Bis zu den in den folgenden Tabellen angegebenen Fremdstoffkonzentrationen werden die jeweiligen Bestimmungen noch nicht gestört.

Der Einfluss von Tensiden wurde mit folgenden Substanzen getestet:

Kationische Tenside:

N-Cetylpyridiniumchlorid

Anionische Tenside:

Na-Dodecylsulfat.

Als Oxidationsmittel wurde Wasserstoffperoxid verwendet.

Meer- und Brackwasser wurden mit folgenden Dichten aus natürlichem Meersalz hergestellt:

Meerwasser 1,024 g/ml

Brackwasser 1,015 g/ml

Huminstoffhaltiges Wasser wurde durch Verdünnen von Torfextrakt hergestellt.

11 Einfluss von Fremdstoffen

Tolerierbare Fremdstoffkonzentrationen in mg/l - Matrixeinfluss

für Ammonium		für Carbonathärte		für Gesamthärte		für Nitrat	
Al ³⁺	100	Al ³⁺	10	Al ³⁺	100	Al ³⁺	10
Ca ²⁺	100	Ca ²⁺		Ca ²⁺		Ca ²⁺	100
Cl ⁻	1000	Cl ⁻	1000	Cl ⁻	1000	Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	100	Cr ³⁺	100	Cr ³⁺	10	Cr ³⁺	1
Cr ₂ O ₇ ²⁻	100	Cr ₂ O ₇ ²⁻	10	Cr ₂ O ₇ ²⁻	100	Cr ₂ O ₇ ²⁻	1
Cu ²⁺	100	Cu ²⁺	1000	Cu ²⁺	1	Cu ²⁺	10
F ⁻	1000	F ⁻	100	F ⁻	100	F ⁻	100
Fe ²⁺	10	Fe ²⁺	10	Fe ²⁺	10	Fe ²⁺	10
Fe ³⁺	100	Fe ³⁺	10	Fe ³⁺	10	Fe ³⁺	1
Mg ²⁺	100					Mg ²⁺	100
Mn ²⁺	10	Mn ²⁺	1000	Mn ²⁺	10	Mn ²⁺	100
Na ⁺	1000	Na ⁺	1000	Na ⁺	1000	Na ⁺	100
		NH ₄ ⁺	1000	NH ₄ ⁺	1000	NH ₄ ⁺	100
NO ₂ ⁻	100	NO ₂ ⁻	100	NO ₂ ⁻	1000	NO ₂ ⁻	0,5
NO ₃ ⁻	1000	NO ₃ ⁻	1000	NO ₃ ⁻	1000		
PO ₄ ³⁻	1000	PO ₄ ³⁻	1000	PO ₄ ³⁻	100	PO ₄ ³⁻	100
Polyphosphate	1000	Polyphosphate	1000	Polyphosphate	100	Polyphosphate	100
S ²⁻	1	S ²⁻	100	S ²⁻	100	S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	1000	SiO ₃ ²⁻	100	SiO ₃ ²⁻	1000	SiO ₃ ²⁻	100
SO ₃ ²⁻	100	SO ₃ ²⁻	100	SO ₃ ²⁻	1000	SO ₃ ²⁻	100
SO ₄ ²⁻	1000	SO ₄ ²⁻	1000	SO ₄ ²⁻	1000	SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	1000	Zn ²⁺	1000	Zn ²⁺	10	Zn ²⁺	100
freies Chlor	100	freies Chlor	1	freies Chlor	1	freies Chlor	1
EDTA	1000	EDTA	1000	EDTA	100	EDTA	10
kation. Tenside	100	kation. Tenside	10	kation. Tenside	10	kation. Tenside	10
anion. Tenside	10	anion. Tenside	100	anion. Tenside	1000	anion. Tenside	100
Oxidationsmittel	100	Oxidationsmittel	1000	Oxidationsmittel	1000	Oxidationsmittel	10
Meerwasser und Brackwasser: als Probenmaterial nicht geeignet		Meerwasser und Brackwasser: als Probenmaterial geeignet		Meerwasser und Brackwasser: als Probenmaterial geeignet		Meerwasser und Brackwasser: als Probenmaterial nicht geeignet	
Huminstoffhaltiges Wasser: als Probenmaterial geeignet		Huminstoffhaltiges Wasser: als Probenmaterial geeignet		Huminstoffhaltiges Wasser: als Probenmaterial geeignet		Huminstoffhaltiges Wasser: als Probenmaterial geeignet	

de

11 Einfluss von Fremdstoffen

Tolerierbare Fremdstoffkonzentrationen in mg/l - Matrixeinfluss

für Nitrit

Al ³⁺	1000
Ca ²⁺	1000
Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	100
Cr ₂ O ₇ ²⁻	1
Cu ²⁺	1000
F ⁻	1000
Fe ²⁺	10
Fe ³⁺	1
Mg ²⁺	1000
Mn ²⁺	1000
Na ⁺	1000
NH ₄ ⁺	1000
NO ₃ ⁻	1000
PO ₄ ³⁻	1000
Polyphosphate	1
S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	100
SO ₃ ²⁻	10
SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	1000

freies Chlor	0,1
EDTA	1000
kation. Tenside	100
anion. Tenside	10
Oxidationsmittel	1

Meerwasser und
Brackwasser:
als Probenmaterial
geeignet

Huminstoffhaltiges
Wasser:
als Probenmaterial
geeignet

für pH

freies Chlor	1000
EDTA	1000
kation. Tenside	10
anion. Tenside	1000
Oxidationsmittel	1000

Meerwasser und
Brackwasser:
als Probenmaterial
geeignet

Huminstoffhaltiges
Wasser:
ergibt Minderbefunde

für Phosphat

Al ³⁺	1000
Ca ²⁺	1000
Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	1
Cr ₂ O ₇ ²⁻	10
Cu ²⁺	10
F ⁻	100
Fe ²⁺	10
Fe ³⁺	100
Mg ²⁺	1000
Mn ²⁺	1000
Na ⁺	1000
NH ₄ ⁺	1000
NO ₂ ⁻	1000
NO ₃ ⁻	1000
S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	1000
SO ₃ ²⁻	1000
SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	1000

freies Chlor	100
EDTA	100
kation. Tenside	100
anion. Tenside	100
Oxidationsmittel	100

Meerwasser und
Brackwasser:
als Probenmaterial
geeignet

Huminstoffhaltiges
Wasser:
als Probenmaterial
geeignet

für Sauerstoff

Al ³⁺	100
Ca ²⁺	1000
Cl ⁻	1000
Cr ³⁺	1
Cr ₂ O ₇ ²⁻	1
Cu ²⁺	1000
F ⁻	10000
Fe ²⁺	1
Fe ³⁺	100
Mg ²⁺	1000
Mn ²⁺	1000
Na ⁺	1000
NH ₄ ⁺	1000
NO ₂ ⁻	10
NO ₃ ⁻	1000
PO ₄ ³⁻	1000
Polyphosphate	1
S ²⁻	1
SiO ₃ ²⁻	1000
SO ₃ ²⁻	100
SO ₄ ²⁻	1000
Zn ²⁺	100

freies Chlor	1
EDTA	10
kation. Tenside	10
anion. Tenside	10
Oxidationsmittel	0,1

Meerwasser und
Brackwasser:
als Probenmaterial
geeignet

Huminstoffhaltiges
Wasser:
als Probenmaterial
geeignet



12 Verfahrenskontrolle

Für einige der beschriebenen Tests ist eine einfache Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Testreagenzien, der Hilfsmittel und der Arbeitsweise möglich. Man verdünnt zu diesem Zweck eine entsprechende Standardlösung bis zu einer Konzentration, die etwa in der Mitte des Messbereichs des betreffenden Tests liegt. Die Lösung wird anschließend wie eine Probe analysiert. Stimmt das Messergebnis mit dem Sollwert (**Konzentration der Standardlösung x Verdünnungsfaktor**) überein, sind die Reagenzien und Hilfsmittel in Ordnung und es wurde fehlerfrei gearbeitet.

Beim pH-Test wird bei ca. 20 °C eine **unverdünnte** Pufferlösung mit einem pH-Wert von 7,00 analysiert.

Durch Analyse der Wasserprobe nach Zusatz einer definierten Menge Standardlösung (Standardaddition, Aufstocken) kann man bei den Tests auf Ammonium, Nitrat, Nitrit und Phosphat überprüfen, ob die Messergebnisse durch andere in der Wasserprobe enthaltene Stoffe beeinflusst werden (Matrixeffekt). Liegt kein Matrixeffekt vor, muss die Wiederfindung 100 % betragen.

Für die beschriebenen Kontrollmessungen sind die unten angegebenen Standardlösungen erhältlich.

Artikel	Art.	Gehalt / pH
Ammonium-Standardlösung Certipur® Ammoniumchlorid in Wasser	1.19812	1000 mg/l NH_4^+
Nitrat-Standardlösung Certipur® Natriumnitrat in Wasser	1.19811	1000 mg/l NO_3^-
Nitrit-Standardlösung Certipur® Natriumnitrit in Wasser	1.19899	1000 mg/l NO_2^-
Pufferlösung pH 7,00 Certipur®	1.09439	pH 7,00 bei 20 °C
Phosphat-Standardlösung Certipur® Kaliumdihydrogenphosphat in Wasser	1.19898	1000 mg/l PO_4^{3-}

de

13 Nachfüllpackungen und weitere Reagenzien

Art.	Artikel	Anzahl der Bestimmungen / Packungsinhalt
MQuant® Ammonium -Test mit Farbkarte	1.08024	50 Bestimmungen
MQuant® Carbonathärte -Test - Säurebindungsvermögen (SBV) mit Titrierpipette	1.08048	300 Bestimmungen bei 10 °d (SBV 3,6 mmol/l)
MQuant® Gesamthärte -Test mit Titrierpipette	1.08039	300 Bestimmungen bei 10 °d
MQuant® Gesamthärte -Test, H-1 Nachfüllpackung für 1.08039	1.11122	600 Bestimmungen in Verbindung mit 1.08203
MQuant® Gesamthärte -Test, H-2 Nachfüllpackung für 1.08039	1.08203	600 Bestimmungen in Verbindung mit 1.11122
MQuant® Nitrat -Test mit Farbkarte	1.11170	200 Bestimmungen
MQuant® Nitrit -Test mit Farbkarte	1.08025	200 Bestimmungen
MQuant® pH -Test mit Farbkarte	1.08027	400 Bestimmungen
MQuant® Phosphat -Test in Süß- und Seewasser mit Farbkarte	1.14661	100 Bestimmungen
MQuant® Sauerstoff -Test mit Sauerstoff-Reaktionsflasche und mit Titrierpipette	1.11107	100 Bestimmungen bei 8,5 mg/l O ₂
MQuant® Sauerstoff -Test Nachfüllpackung für 1.11107 ohne Sauerstoff-Reaktionsflasche und ohne Titrierpipette	1.11152	100 Bestimmungen bei 8,5 mg/l O ₂
MQuant® Sauerstoff-Reaktionsflasche	1.14663	1 Flasche
MQuant® Flachbodengläser mit Schraubkappen für MQuant®-Tests mit Farbscheibenkomparator	1.17988	12 Testgläser
MQuant® Universalindikatorstäbchen pH 0 - 14	1.09535	100 Stück
MQuant® pH-Indikatorstäbchen pH 4,0 - 7,0	1.09542	100 Stück
MQuant® Gesamthärte -Test Teststäbchen mit Farbkarte	1.10025	100 Bestimmungen
MQuant® Carbonathärte -Test - Säurebindungsvermögen (SBV) mit Tropfflasche	1.11103	100 Bestimmungen bei 10 °d (SBV 3,6 mmol/l)
Natronlauge 1 mol/l Titripur®	1.09137	ab 1 l
Salzsäure 1 mol/l Titripur®	1.09057	ab 1 l
Schwefelsäure 0,5 mol/l Titripur®	1.09072	ab 1 l

Hilfstabellen

1 Orientierungswerte für Güteklassen von Gewässern

Güteklasse	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Belastung mit organischen Stoffen	unbelastet bis sehr gering belastet	gering belastet	mäßig belastet	kritisch belastet	stark verschmutzt	sehr stark verschmutzt	übermäßig verschmutzt
BSB ₅ -Wert in mg/l O ₂	1	1 - 2	2 - 6	5 - 10	7 - 13	10 - 20	> 15
Sauerstoff in mg/l O ₂	> 8	> 8	> 6	> 4	> 2	< 2	< 2
Sauerstoffsättigung in %	86 - 100 bis 110		50 - 85 110 - 150		20 - 40 150 - 200		< 10 > 200
pH sauer alkalisch	6,5 - 7,0 7,0 - 7,5		6,0 - 6,5 8,0 - 8,5		5,0 - 5,5 9,0 - 9,5		< 5,0 10,0
Ammonium in mg/l NH ₄ -N	Spuren	etwa 0,1	< 0,3	< 1	0,5 bis mehrere mg/l	mehrere mg/l	mehrere mg/l
Nitrat in mg/l NO ₃ -N	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20
Nitrit in mg/l NO ₂ -N	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,8	> 0,8
Orthophosphat in mg/l PO ₄	< 0,03		< 0,5		< 1		> 1
Gesamthärte in mmol/l	etwa 3,6		etwa 5,3		etwa 7,1		
Säurebindungsvermögen (SBV) in mmol/l	0,5 - 1,0		0,25 - 0,5		0,03 - 0,1		0,05
Eisen in mg/l Fe	0 - 0,1		0,1 - 0,2		etwa 0,5		1,0
Chlorid in mg/l Cl	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800

de

Hilfstabellen

2 Umrechnung von Härteangaben

Umrechnung	mmol/l Ca ²⁺ + Mg ²⁺	mg/l (ppm) Ca ²⁺	Dt. Grad °d	Engl. Grad °e	Franz. Grad °f	mg/l (ppm) CaCO ₃
1 mmol/l Ca ²⁺ + Mg ²⁺	1	40,08	5,601	7,02	10,01	100,1
1 mg/l (ppm) Ca ²⁺	0,025	1	0,140	0,175	0,250	2,50
1 Dt. Grad °d	0,178	7,15	1	1,25	1,78	17,85
1 Engl. Grad °e	0,142	5,71	0,799	1	1,43	14,25
1 Franz. Grad °f	0,100	4,00	0,560	0,702	1	10,00
1 mg/l (ppm) CaCO ₃	0,010	0,4000	0,056	0,070	0,100	1

3 Faktoren zur näherungsweise Berechnung der Konzentration der freien Kohlensäure (CO₂) aus dem Säurebindungsvermögen (SBV) in Abhängigkeit vom pH-Wert (aus Hütter, 1990)

pH	Faktor	pH	Faktor	pH	Faktor	pH	Faktor
6,1	94	6,9	30,0	7,1	9,4	7,6	3,0
6,2	75	6,7	24,0	7,2	7,5	7,7	2,4
6,3	59	6,8	19,0	7,3	5,9	7,8	1,9
6,4	47	6,9	15,0	7,4	4,7	7,9	1,5
6,5	37	7,0	12,0	7,5	3,7	8,0	1,2

Beispiel:

Gemessene Werte: SBV 1,5 mmol/l; pH 7,1

Faktor aus Tabelle = 9,4

Konzentration der freien Kohlensäure = SBV x Faktor = 1,5 mmol/l x 9,4 = 14,1 mg/l CO₂

Hilfstabellen

4 Sauerstoffsättigungskonzentration von Wasser (in mg/l) in Abhängigkeit von der Wassertemperatur (nach Oehme und Schuler, 1983)

Die angegebenen Werte beziehen sich auf Sauerstoffkonzentrationen von reinem Wasser im Gleichgewicht mit atmosphärischer Luft (luftgesättigtes Wasser und wasserdampfgesättigte Atmosphäre) und gelten für Normaldruck, d.h. 1013 hPa (1013 mbar bzw. 760 Torr). Für die Sauerstoffsättigungskonzentration von Wasser werden in verschiedenen Veröffentlichungen geringfügig voneinander abweichende Werte angegeben. Die Daten in der Tabelle entsprechen dem neuesten Stand.

Temperatur °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0	14,64	14,60	14,55	14,51	14,47	14,43	14,39	14,35	14,31	14,27
1	14,23	14,19	14,15	14,10	14,06	14,03	13,99	13,95	13,91	13,87
2	13,83	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,52	13,49
3	13,45	13,41	13,38	13,34	13,30	13,27	13,23	13,20	13,16	13,12
4	13,09	13,05	13,02	12,98	12,95	12,92	12,88	12,85	12,81	12,78
5	12,75	12,71	12,68	12,65	12,61	12,58	12,55	12,52	12,48	12,45
6	12,42	12,39	12,36	12,32	12,29	12,26	12,23	12,20	12,17	12,14
7	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87	11,84
8	11,81	11,78	11,75	11,72	11,69	11,67	11,64	11,61	11,58	11,55
9	11,53	11,50	11,47	11,44	11,42	11,39	11,36	11,33	11,31	11,28
10	11,25	11,23	11,20	11,18	11,15	11,12	11,10	11,07	11,05	11,02
11	10,99	10,97	10,94	10,92	10,89	10,87	10,84	10,82	10,79	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,63	10,60	10,58	10,55	10,53
13	10,51	10,48	10,46	10,44	10,41	10,39	10,37	10,35	10,32	10,30
14	10,28	10,26	10,23	10,21	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08
15	10,06	10,04	10,02	9,99	9,97	9,95	9,93	9,91	9,89	9,87
16	9,85	9,83	9,81	9,78	9,76	9,74	9,72	9,70	9,68	9,66
17	9,64	9,62	9,60	9,58	9,56	9,54	9,53	9,51	9,49	9,47
18	9,45	9,43	9,41	9,39	9,37	9,35	9,33	9,31	9,30	9,28
19	9,26	9,24	9,22	9,20	9,19	9,17	9,15	9,13	9,11	9,09
20	9,08	9,06	9,04	9,02	9,01	8,99	8,97	8,95	8,94	8,92
21	8,90	8,88	8,87	8,85	8,83	8,82	8,80	8,78	8,76	8,75
22	8,73	8,71	8,70	8,68	8,66	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58
23	8,57	8,55	8,53	8,52	8,50	8,49	8,47	8,46	8,44	8,42
24	8,41	8,39	8,38	8,36	8,35	8,33	8,32	8,30	8,28	8,27
25	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19	8,18	8,16	8,15	8,14	8,12
26	8,11	8,09	8,08	8,06	8,05	8,03	8,02	8,00	7,99	7,98
27	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89	7,88	7,86	7,85	7,83
28	7,82	7,81	7,79	7,78	7,77	7,75	7,74	7,73	7,71	7,70
29	7,69	7,67	7,66	7,65	7,63	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57
30	7,55	7,54	7,53	7,51	7,50	7,49	7,48	7,46	7,45	7,44
31	7,42	7,41	7,40	7,39	7,37	7,36	7,35	7,34	7,32	7,31
32	7,30	7,29	7,28	7,26	7,25	7,24	7,23	7,21	7,20	7,19
33	7,18	7,17	7,15	7,14	7,13	7,12	7,11	7,09	7,08	7,07
34	7,06	7,05	7,04	7,02	7,01	7,00	6,99	6,98	6,97	6,96
35	6,94	6,93	6,92	6,91	6,90	6,89	6,88	6,87	6,85	6,84
36	6,83	6,82	6,81	6,80	6,79	6,78	6,77	6,75	6,74	6,73
37	6,72	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67	6,66	6,65	6,64	6,63
38	6,61	6,60	6,59	6,58	6,57	6,56	6,55	6,54	6,53	6,52
39	6,51	6,50	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45	6,44	6,43	6,42
40	6,41	6,40	6,39	6,38	6,37	6,36	6,35	6,34	6,33	6,32

Beispiel:

Gemessene Werte: Wassertemperatur 10,5°C; Sauerstoffkonzentration 9 mg/l
Sauerstoffsättigungskonzentration aus Tabelle = 11,12 mg/l

Hilfstabellen

4 Sauerstoffsättigungskonzentration von Wasser (in mg/l) in Abhängigkeit von der Wassertemperatur (nach Oehme und Schuler, 1983)

Aus der bei einer bestimmten Wassertemperatur gemessenen Sauerstoffkonzentration und der für dieselbe Temperatur in der Tabelle angegebenen Sauerstoffsättigungskonzentration läßt sich der **Sauerstoffsättigungsindex** (relative Sauerstoffsättigung in %) berechnen:

$$\text{Sauerstoffsättigungsindex} = \frac{\text{Sauerstoffkonzentration (gemessen)} \times 100 \%}{\text{Sauerstoffsättigungskonzentration (aus Tabelle)}}$$

Beispiel:

Gemessene Werte: Wassertemperatur 10,5°C; Sauerstoffkonzentration 9 mg/l

Sauerstoffsättigungskonzentration aus Tabelle = 11,12 mg/l

Sauerstoffsättigungsindex = $9 \times 100 / 11,12 = 80,9 \%$

Konstante Sauerstoffkonzentration vorausgesetzt, nimmt der Sauerstoffsättigungsindex nach der angegebenen Gleichung zu, wenn die Sauerstoffsättigungskonzentration von Wasser abnimmt. Letzteres geschieht bei zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel, d.h., wenn der Luftdruck sinkt.

Die für verschiedene Höhen gültigen Korrekturfaktoren für den Sauerstoffsättigungsindex sind in Tabelle 5 angegeben.

Gelöste Salze reduzieren die Sauerstoffsättigungskonzentration.

5 Korrekturfaktoren für den Sauerstoffsättigungsindex in Abhängigkeit von der Höhe ü.d.M. bzw. vom Luftdruck (aus Schwoerbel, 1979)

Höhe m	Druck hPa (mbar)	Faktor	Höhe m	Druck hPa (mbar)	Faktor
0	1013	1,00	1300	862	1,17
100	1000	1,01	1400	852	1,19
200	988	1,03	1500	841	1,20
300	976	1,04	1600	830	1,22
400	964	1,05	1700	820	1,24
500	952	1,06	1800	810	1,25
600	940	1,08	1900	801	1,26
700	928	1,09	2000	7,92	1,28
800	916	1,11	2100	782	1,30
900	905	1,12	2200	773	1,31
1000	894	1,12	2300	764	1,33
1100	884	1,15	2400	754	1,34
1200	873	1,16	2500	746	136

Beispiel:

Höhe 400 m bzw. Luftdruck 964 hPa; berechneter Sauerstoffsättigungsindex 80,9 %

Korrigierter Sauerstoffsättigungsindex = berechneter Sauerstoffsättigungsindex x Faktor aus Tabelle = $= 80,9 \% \times 1,05 = 84,9 \%$

Umrechnung verschiedener Druckeinheiten:

1 hPa (Hektopascal) = 1 mbar (Millibar) = 0,75 Torr

1 Torr = 1 mm Hg = 1,333 hPa

Hilfstabellen

6 Optimale Bereiche, Schwellenwerte und Letalitätsgrenzen des pH-Werts und der Wassertemperatur für Karpfen und Regenbogenforellen (aus Steffens, 1981)

Fischart	pH-Wert optimaler Bereich	Schwellenwert	Letalitätsgrenze
Karpfen	6,5 - 8,0	5,5; 10,0	4,8; 10,8
Regenbogenforelle	6,5 - 7,5	5,5; 9,0	4,8; 9,2

Fischart	Wassertemperatur in °C optimaler Bereich	Schwellenwert*	Letalitätsgrenze
Karpfen	22 - 28	0; 36	38
Regenbogenforelle	12 - 16	20	26

* bei Gewöhnung

de

7 Grenzwerte des freien Ammoniaks (NH₃) für verschiedene Fischarten (aus Bohl, 1982)

Fischart	Grenzwert in mg/l NH ₃
Regenbogenforelle, Brut (Rf ₀₋₁)	0,006
Regenbogenforelle, 1- bis 2-jährig (Rf ₁₋₂)	0,01
Karpfen	0,02
Aal	0,01

Hilfstabellen

8 Prozentualer Anteil des freien Ammoniaks (NH₃) an der Gesamtammoniumkonzentration in Abhängigkeit von Wassertemperatur und pH-Wert (aus Steffens, 1981)

Temperatur °C	pH-Wert 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
0	0,00827	0,0261	0,0826	0,261	0,820	2,55	7,64	20,7	45,3
1	0,00899	0,0284	0,0898	0,284	0,891	2,77	8,25	22,1	47,3
2	0,00977	0,0309	0,0977	0,308	0,968	3,00	8,90	23,6	49,4
3	0,0106	0,0336	0,106	0,335	1,05	3,25	9,60	25,1	51,5
4	0,0115	0,0364	0,115	0,363	1,14	3,52	10,3	26,7	53,5
5	0,0125	0,0395	0,125	0,394	1,23	3,80	11,1	28,3	55,6
6	0,0136	0,0429	0,135	0,427	1,34	4,11	11,9	30,0	57,6
7	0,0147	0,0464	0,147	0,462	1,45	4,44	12,8	31,7	59,5
8	0,0159	0,0503	0,159	0,501	1,57	4,79	13,7	33,5	61,4
9	0,0172	0,0544	0,172	0,542	1,69	5,16	14,7	35,3	63,3
10	0,0186	0,0589	0,186	0,586	1,83	5,56	15,7	37,1	65,1
11	0,0201	0,0637	0,201	0,633	1,97	5,99	16,8	38,9	66,8
12	0,0218	0,0688	0,217	0,684	2,13	6,44	17,9	40,8	68,5
13	0,0235	0,0743	0,235	0,738	2,30	6,92	19,0	42,6	70,2
14	0,0254	0,0802	0,253	0,796	2,48	7,43	20,2	44,5	71,7
15	0,0274	0,0865	0,273	0,859	2,67	7,97	21,5	46,4	73,3
16	0,0295	0,0933	0,294	0,925	2,87	8,54	22,8	48,3	74,7
17	0,0318	0,101	0,317	0,996	3,08	9,14	24,1	50,2	76,1
18	0,0343	0,108	0,342	1,07	3,31	9,78	25,5	52,0	77,4
19	0,0369	0,117	0,368	1,15	3,56	10,5	27,0	53,9	78,7
20	0,0397	0,125	0,396	1,24	3,82	11,2	28,4	55,7	79,9
21	0,0427	0,135	0,425	1,33	4,10	11,9	29,9	57,5	81,0
22	0,0459	0,145	0,457	1,43	4,39	12,7	31,5	59,2	82,1
23	0,0493	0,156	0,491	1,54	4,70	13,5	33,0	60,9	83,2
24	0,0530	0,167	0,527	1,65	5,03	14,4	34,6	62,6	84,1
25	0,0569	0,180	0,566	1,77	5,38	15,3	36,3	64,3	85,1
26	0,0610	0,193	0,607	1,89	5,75	16,2	37,9	65,9	85,9
27	0,0654	0,207	0,651	2,03	6,15	17,2	39,6	67,4	86,8
28	0,0701	0,221	0,697	2,17	6,56	18,2	41,2	68,9	87,5
29	0,0752	0,237	0,747	2,32	7,00	19,2	42,9	70,4	88,3
30	0,0805	0,254	0,799	2,48	7,46	20,3	44,6	71,8	89,0

Beispiel:

Gemessene Werte: Wassertemperatur 12°C; pH 7,5; Ammoniumkonzentration 2 mg/l

Prozentualer Anteil des freien Ammoniaks aus Tabelle = 0,684 %

Konzentration von freiem Ammoniak =

= gemessene Ammoniumkonzentration x prozentualer Anteil aus Tabelle / 100 =

= 2 mg/l x 0,684 / 100 = 0,014 mg/l NH₃

Literaturverzeichnis

- Bohl, M.; 1982: Zucht und Produktion von Süßwasserfischen. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- Hütter, L. A.; 1990: Wasser und Wasseruntersuchung. Otto Salle Verlag, Frankfurt (Main) und Verlag Sauerländer, Aarau
- Oehme, F., & Schuler, P.; 1983: Gelöst-Sauerstoff-Messung. A. Hüthig Verlag, Heidelberg
- Schwoerbel, J.; 1979: Einführung in die Limnologie. UTB; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York
- Steffens, W.; 1981: Moderne Fischwirtschaft – Grundlagen und Praxis. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen



We provide information and advice to our customers on application technologies and regulatory matters to the best of our knowledge and ability, but without obligation or liability. Existing laws and regulations are to be observed in all cases by our customers. This also applies in respect to any rights of third parties. Our information and advice do not relieve our customers of their own responsibility for checking the suitability of our products for the envisaged purpose.

The life science business of Merck KGaA, Darmstadt, Germany operates as MilliporeSigma in the U.S. and Canada.

Merck Life Science KGaA, 64271 Darmstadt, Germany,
Tel. +49(0)6151 72-2440

www.sigmaaldrich.com

© 2025 Merck KGaA, Darmstadt, Germany and/or its affiliates.

All Rights Reserved.

Merck, Supelco, Certipur, MQuant and Titripur are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Detailed information on trademarks is available via publicly accessible resources.

MERCK